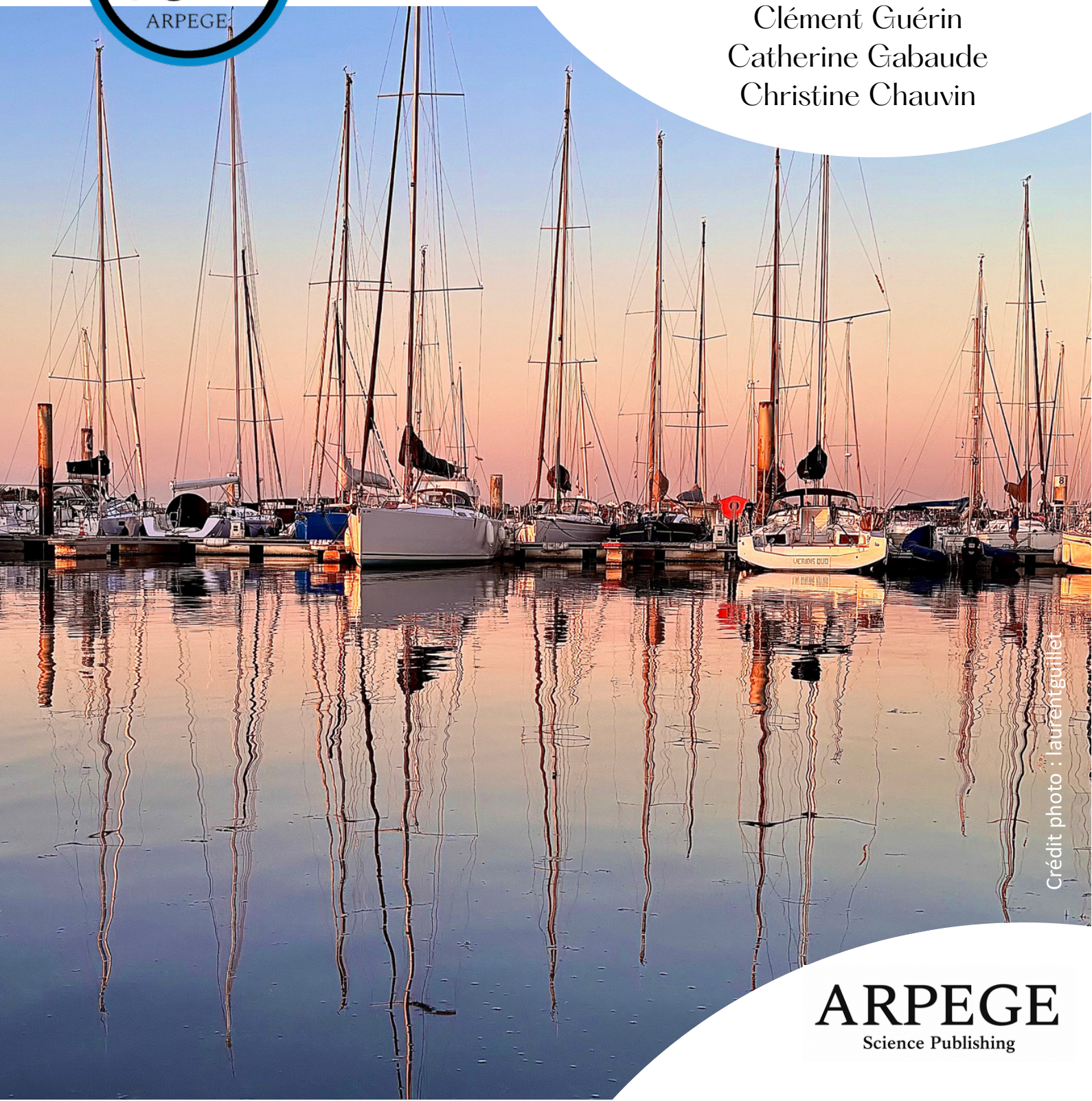
Agir en transition : les activités humaines entre ruptures et résilience

13ème colloque EPIQUE 2026 Lorient 07-10 juillet

ARPEGE

Sous la direction de :
Clément Guérin
Catherine Gabaude
Christine Chauvin



Crédit photo : laurentguillet

ARPEGE
Science Publishing

Agir en transition : les activités humaines entre ruptures et résilience

Actes du 13ème colloque de psychologie ergonomique
EPIQUE 2026
Université Bretagne Sud, 08-10 juillet 2026

Sous la direction de
Clément GUÉRIN, Catherine GABAUDE et Christine CHAUVIN

avec l'aide précieuse de Fanny GUENNOC, Mélanie COLCANAP, Natalie SMITH-GUERIN et Laetitia FRADET

ARPEGE
Science Publishing

ARPEGE SCIENCE PUBLISHING
Conservatoire national des arts et métiers
292 rue Saint-Martin
F-75141 Paris Cedex 03

Copyright © 2026 ARPEGE Science Publishing

Ce livre numérique est diffusé sous une licence Creative Commons 3.0 Attribution-Pas d'utilisation commerciale-Pas de Modification.
Les auteurs conservent les droits de leurs publications.

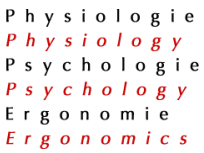
Pour plus d'information sur cette licence, veuillez consulter : https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/

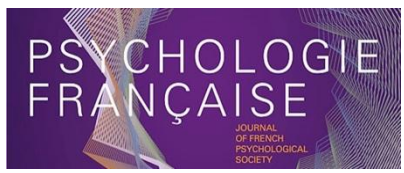
Vous êtes autorisé à partager, copier, distribuer ce contenu sous les conditions suivantes :

- Vous devez attribuer l'ouvrage complet à ARPEGE Science Publishing.
- Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette œuvre, tout ou partie du matériel la composant.
- Vous n'êtes pas autorisé à modifier, transformer le contenu de cette œuvre ou créer à partir du matériel la composant.

ISBN : 979-10-92329-09-4

PARTENAIRES





ORGANISATION

PRÉSIDENCE

Clément GUÉRIN (Université Bretagne Sud, Lab-STICC) et Christine CHAUVIN (Université Bretagne Sud, Lab-STICC)
Sous l'égide de Catherine GABAUDE, Présidente d'ARPEGE (Université Gustave Eiffel)

COMITÉ D'ORGANISATION

Présidence

Marion ALBERT (Université Bretagne Sud, Lab-STICC) et Laurent GUILLET (Université Bretagne Sud, Lab-STICC)

Contributeurs

Sonia ADELE, Université Gustave Eiffel
Pascal BERRUEL, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Leïla BOUDRA, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe
Mélanie COLCANAP, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Laetitia FRADET, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Corinne GRUSENMEYER, INRS
Fanny GUENNOC, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Julie LASSALLE, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Gaël MOREL, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Philippe RAUFFET, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Loïck SIMON, Centrale Nantes, LS2N
Natalie SMITH-GUERIN, Université Bretagne Sud, Lab-STICC

Soutien technique et administratif

Gabriel DENIS-GOULEY, Université Bretagne Sud, ENSIBS
Denis GOUIN, Université Bretagne Sud, ENSIBS
Adeline LE FUR, Université Bretagne Sud, ENSIBS
Mathilde LE GUYADER, Université Bretagne Sud, ENSIBS
Laurent LEVREL, Université Bretagne Sud, ENSIBS
Florence PALIN, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Marjorie PASCAUD, Université Bretagne Sud, ENSIBS

Renforts

Antoine BERDAL
Aéla DIARD
Asma FAIZ
Naomi KAMOISE
Maxence PADRUTT
Sahy RAVALOHERY RASON
Kimberley VIARON

COMITÉ SCIENTIFIQUE

ADELÉ Sonia, Université Gustave Eiffel
ALBENTOSA Julie, IRBA
ALBERT Marion, Université Bretagne Sud
AMADIEU Franck, Université Toulouse Jean Jaurès
AVRIL Eugénie, Université Polytechnique des Hauts-de-France
BALAS Stéphane, Le CNAM
BARCELLINI Flore, Le Cnam-CRTD
BASTIEN Christian, Université de Lorraine
BEQUET Adolphe, Université Gustave Eiffel, LESCOT
BOBILLIER CHAUMON Marc-Eric, Le Cnam-CRTD
BOCCARA Vincent, Université Paris-Saclay
BONNARDEL Nathalie, Aix-Marseille Université
BOUDRA Leïla, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe
BOURGEON Léonore, Institut de recherche biomédicale des armées
BOURMAUD Gaëtan, Univeristé Paris 8, Laboratoire Paragraphe
BOUTROUILLE Maxime CRP-CPO de l'UPJV, Yuzu
BRANGIER Eric, Université de Lorraine
BUCHMANN Willy, Le Cnam-CRTD
BURKHARDT Jean-Marie, Université Gustave Eiffel
CAHOUR Béatrice, CNRS i3 Télécom Paris
CAMPOS Mateo, University of Oxford
CAROUX Loïc, Université Toulouse Jean Jaurès
CASSE Christelle, Université Lumière Lyon 2
CAUSSE Mickaël, ISAE-SUPAERO
CEGARRA Julien, INU Champollion
CHAUVIN Christine, Université Bretagne Sud
CHEVALIER Aline, Université de Toulouse, Laboratoire CLLE
CHEYROUZE Marlène, Université Toulouse Jean Jaurès, Laboratoire LPS-DT
COMPAN Nathan, Université Picardie Jules Verne
COUTAREL Fabien, Université Clermont Auvergne, Laboratoire ACTE
CROMER Damien, Université Clermont Auvergne, Laboratoire ACTE
CUVELIER Lucie, CESI Ecole d'ingénieurs
DE LA GARZA CORONA Cécilia, EDF, Le Cnam-CRTD
DELGOULET Catherine, Le Cnam-CRTD
DINET Jerome, Université de Lorraine
DODELER Virginie, Université Rennes 2
DOMMES Aurélie, Université Gustave Eiffel
FLAMARD Laetitia, Le CNAM-CRTD
FORRIERRE Justine, Université de Lille
FORT Alexandra, UGE
GABAUDE Catherine, Université Gustave Eiffel
GAILLARD Irène, Université de Toulouse, IPST-Cnam
GALEY Louis, Université de Bordeaux
GAUDIN Déborah, Le CNAM-CRTD
GREGORI Nicolas, Université de lorraine
GRONIER Guillaume, Luxembourg Institute of Science and Technology
GROSJEAN Vincent, INRS
GRUSENMEYER Corinne, INRS
GUENNOC Fanny, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
GUÉRIN Clément, Université Bretagne Sud, Lab-STICC

GUIBOURDENCHE Julien, AKTEN, HEP Vaud
GUILLET Laurent, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
JAMET Eric, Université Rennes 2
JUDON Nathalie, INRS
KERIVEL Thibault, Université de Bretagne Occidentale
LABERGE Marie, Université de Montréal
LACOMBLEZ Marianne, Universidade do Porto
LANDRY Aurélie, Université Grenoble Alpes, LIG/MARVIN, UFR SHS
LARBAIGT Jean, INRAE
LASSALLE Julie, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
LE BAIL Chloé, Université Paris Saclay, LISN, CNRS,
LE BIGOT Nathalie, Université de Bretagne Occidentale
LEDUC Sylvain, Aix-Marseille Université
LOBJOIS Régis, Université Gustave Eiffel
LOUP-ESCANDE Emilie, UPJV,
MACQUET Anne-Claire, INSEP
MARC Jacques, INRS
MARCHAND Anne-Lise, CREA
MARCILLY Romaric, CIT IT 1403 (CHU Lille, Inserm, U Lille) - METRICS ULR 2694 (U Lille)
MARS Franck, CNRS
MICHINOV Estelle, Université de Rennes 2, LP3C
MICHINOV Nicolas, Université Rennes 2 (LP3C)
MILLEVILLE-PENNEL Isabelle, CNRS UMR 6004
MOLLO Vanina, Université de Toulouse, Ipst-Cnam, CERTOP (UMR 5044)
MOREL Gaël, UBS - Lorient (LABSTICC)
MUNDUTEGUY Christophe, Université Gustave Eiffel
NAVARRO Jordan, Université Lyon 2
NELSON Julien, Université Paris Cité
PELAYO Sylvia, Université de Lille
PELLEGRIN Liliane, Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées (CESPA), SSA
PERREAU Emilie, Grenoble INP
PRÉVOT-CARPENTIER Muriel, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe
PROST Magali, Université de Bretagne Occidentale
RAUFFET Philippe, Lab-STICC
RETAUX Xavier, Le CNAM-CEDRIC
RIX-LIEVRE Géraldine, Université Clermont Auvergne
SAFIN Stéphane, Université Libre de Bruxelles
SAINT-DIZIER DE ALMEIDA Valérie, Université de Lorraine
SALEMBIER Pascal, Université de technologie de Troyes
SIMON Loïck, Centrale Nantes, LS2N
THÉBAULT Jeanne, Université de Lille, Laboratoire PSITEC
TIJUS Charles, Laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle (CHArt)
TOUPIN Cathy, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe
VACHER Anthony, IRBA
VALLERY Gérard, UPJV
VAN BELLEGHEM Laurent, Université Paris Cité
VAN DE WEERDT Corinne, INRS
VIDAL-GOMEL Christine, Nantes université, CREN
WEISSBRODT Rafaël, Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis
ZOUINAR, Moustafa, Le Cnam, Orange

SOMMAIRE

CONFÉRENCES INVITÉES **1**
Conférence invitée #1 2
« De la réalité virtuelle au métavers : comment les expériences immersives transforment les activités humaines » 2
Conférence invitée #2 3
Quand les agents IA deviennent des collègues : enjeux et défis pour l'ergonomie 3
Conférence invitée #3 4
Résilience organisationnelle face aux risques émergents : Intégrer l'environnement dans les modèles ergonomiques ... 4

SESSION THÉMATIQUE #1 : **5**
TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE **5**
Anticiper les retraits d'herbicides à partir de l'activité des agriculteurs et agricultrices : une enquête exploratoire 6
Associer psychologie cognitive et ergonomique pour la transformation vers des activités humaines soutenables 10
La conception en transition - Retour d'expérience sur la prise en compte de la problématique environnementale 19
Mobiliser la ludification pour la transition vers la mobilité active : revue de la portée 28

SESSION THÉMATIQUE #2 : **37**
EVOLUTION DES ACTIVITÉS MÉDICALES **37**
Gestion quotidienne du bloc opératoire : une étude qualitative des pratiques de coordination et de reprogrammation au bloc 38
Impact des déterminants individuels et techniques sur l'acceptabilité de l'intelligence artificielle dans le suivi médical des patients atteints de maladies chroniques via des dispositifs de suivi médical 42
La téléréadaptation dans le cadre des soins à distance post-chirurgie orthopédique : apports et limites pour les patients 46
La téléréadaptation en milieu clinique : freins et leviers de son adoption par les cliniciens 51
Influence de l'expérience sur la mise en œuvre des compétences émotionnelles dans l'activité médicale préhospitalière 56

SESSION THÉMATIQUE #3 : **64**
TRANSFORMATION DES MOBILITÉS **64**
Profils expérientiels de projection imaginaire non guidée en ergonomie prospective : une analyse par clustering 65
Influence de la « quêtification » par rapport à la « pointification » sur le choix de mobilité dans une application de mobilité servicielle : lien avec les capacités de contrôle cognitif 75
Prise de décision en conduite : Règles informelles et sécurité gérée à travers le modèle RPD 79
Véhicules autonomes et conduite simulée, comment les représentations guident l'action 84
Etude exploratoire sur les usages stabilisés des aides à la conduite de niveau 2 en situation réelle 89

SESSION THÉMATIQUE #4 : **99**
TERRITOIRES EN TRANSITION **99**
Accompagner les politiques publiques au service des transitions dans les territoires : quelles places pour la recherche et les chercheur.se.s en ergonomie et en psychologie ergonomique ? 100
Concevoir pour agir : un jumeau numérique territorial au service des transitions touristiques 109
Développement d'un questionnaire d'utilisabilité des sites publics : analyse qualitative de la compréhension des items 118
L'adaptation des commerçants et hébergeurs restaurateurs à la suite d'une crue torrentielle en montagne 126
Réseaux de gouvernance des risques naturels : une réflexion conjointe en géoingénierie et ergonomie 134

SESSION THÉMATIQUE #5 : **143**
TRANSFORMATION DES ACTIVITÉS COLLECTIVES **143**
Les feedbacks d'équipe et leurs effets sur les dimensions affectives, cognitives et comportementales 144
« Transformation numérique » du travail judiciaire : quelle soutenabilité de l'activité collective dans un contexte de digitalisation du travail collectif ? 148
Analyser les situations de maintenance à distance dans un objectif de prévention. Questions théoriques et méthodologiques 152
Apports des savoirs de terrain dans un réseau expert : analyse interdisciplinaire de l'activité d'observateurs des dangers naturels 162
Cartographie des interactions multi-acteurs et médiation numérique en contexte BIM 171

SESSION THÉMATIQUE #6 : 180
RÉALITÉ ÉTENDUE ET COGNITION 180
Méthodologie de co-conception ergonomique d'une formation en réalité entendue basée sur le Modèle Dynamique de Sûreté étendu 181
Démarche systémique UX pour l'intégration de la technologie XR en fabrication de structure en bois 186
Effets du contexte et de la difficulté de la tâche sur le coût d'alternance de tâches 195
Influence de l'usage de la réalité étendue sur la mémoire épisodique et les erreurs de source 203

SESSION THÉMATIQUE #7 : 213
NOUVELLES MÉTHODES ET DÉMARCHES EN ERGONOMIE DE CONCEPTION 213
Le brainwriting prémortem pour favoriser la créativité en groupe et le changement organisationnel 214
Le tutoriel comme espace de conception soutenable : vers une approche ergonomique des low-techs 219
Modélisation de la Coopération Humain-Machine : proposition d'un outil formatif intégrant compétences, contrôle et transparence 230
Améliorer la prédictibilité des déplacements d'un agent autonome : quels gains pour l'humain observateur ? 239
Evaluer l'efficacité d'une démarche ergonomique centrée activité à partir de la représentation mentale des concepteurs 248

SYMPOSIUM #1 : 257
REGARDS CROISÉS SUR LA PRISE DE DÉCISION DANS DES CONTEXTES DYNAMIQUES, INCERTAINS ET RISQUÉS ENTRE STAPS ET ERGONOMIE 257
Symposium Regards croisés sur la prise de décision dans des contextes dynamiques, incertains et risqués : entre STAPS et Ergonomie 258
Analyse synchronique et diachronique de l'état d'un skipper engagé dans une course autour du monde en solitaire. 260
La prise de décision de leaders en situation d'urgence sanitaire 269
Produire un travail scientifique en expérience d'hivernage en Antarctique : les contextes extrêmes sur place face aux protocoles anticipés ici 273
« Plus jamais ça » : analyse processuelle d'une expérience difficile en haute montagne 276
Concevoir un outil de formation à la prise de décision, un espace de confrontation des conceptions des risques 284

SYMPOSIUM #2 : 292
PROSPECTIVE ET CRÉATIVITÉ L'ERGONOMIE POUR IMAGINER LES FUTURS DU TRAVAIL ET DE LA VIE QUOTIDIENNE 292
Prospective en ergonomie et prospective pour l'ergonomie 295
La conception-fiction comme résolution de problème 304
Personas et créativité : effet des profils motivationnels sur la performance créative 312
Plonger les usagers dans l'idéation : modéliser la participation par les niveaux épistémiques de l'exploration des concepts. 317
Comment se projette-t-on imaginairement dans un usage futur ? Dimensions, processus et profils 327

SYMPOSIUM #3 : 337
PROSPECTIVE ET CRÉATIVITÉ L'ERGONOMIE POUR IMAGINER LES FUTURS DU TRAVAIL ET DE LA VIE QUOTIDIENNE 337
Le « design-fiction effect » : dépasser l'effet de fixation et les biais cognitifs liés à l'activité de conception orientée futur 338
Le critère complétude pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives et guider le déploiement des technologies futures 346
Penser et créer les futurs du travail : apports de l'analyse de l'activité dans un contexte de développement technologique 356
L'ergonomie pour imaginer les futurs du travail et de la vie quotidienne : le cas des stades de sommeil chez les nouveau-nés prématurés 364

SYMPOSIUM #4 : 371
COMPÉTENCES NON TECHNIQUES COLLECTIVES EN SITUATIONS COMPLEXES ET DYNAMIQUES 371
Développement des compétences non-techniques collectives : enjeux, pratiques et perspectives pour les équipes chirurgicales militaires 375
Les compétences non techniques collectives d'équipes autonomes en déploiement dans l'aide à domicile 383
Conception d'une grille de compétences non techniques pour évaluer l'efficacité d'équipes lors de formations par la simulation en gestion d'épidémies 391
Obéir ou désobéir à des ordres immoraux : Une étude sur les potentiels évoqués. 399
Formation aux compétences non techniques des décideurs en situation opérationnelle : le cas des officiers de sapeurs-pompiers 408
Analyse de la zone proximale de développement des sapeurs-pompiers formateurs dans le cadre d'une recherche-intervention visant la conception de ressources pédagogiques adaptées 413

SYMPOSIUM #5 : 422
APPROCHES SYSTÉMIQUES POUR SOUTENIR LES TRANSITIONS ARTICULER ACTIVITÉS, SYSTÈMES SOCIO-TECHNIQUES ET MILIEUX POUR ACCOMPAGNER DES TRANSFORMATIONS SOUTENABLES 422
Outiller le choix des modèles systémiques en contexte de développement durable : vers la proposition d'une grille d'analyse 425
Apports de l'analyse de l'activité et des systèmes à la structuration de la démarche Low-Tech 434
Retracer des trajectoires de professionnels engagés dans la durabilité dans une approche systémique : exemples dans le domaine de l'enseignement supérieur et de l'agroécologie 443
Transition socio-écologique et durabilité du travail : même combat ? Quel rôle pour la psycho-ergonomie ? 451
Instruments soutenant la transition écologique : quelles caractéristiques du point de vue de l'ergonomie ? 460

SYMPOSIUM #6 : 467
PENSER LES ACTIVITÉS HUMAINES DANS UN CONTEXTE DE TRANSITION DANS LE SECTEUR MARITIME 467
Travail, santé et risques à la pêche : approches croisées 470
Apport de l'analyse de l'activité pour la compréhension des situations dangereuses à bord de navires de pêche 475
La durabilité à l'épreuve de l'activité : analyser les effets d'un filet biodégradable en mytiliculture 484
Tensions systémiques et durabilité au sein de la filière halieutique 493

SYMPOSIUM #7 : 500
UNE VISION HOLISTIQUE DE LA CYBERSÉCURITÉ POUR LA FORMATION VERS UN RENFORCEMENT DU POUVOIR D'AGIR DES ACTEURS 500
Résilience organisationnelle et paradigme FOH dans la gestion d'une crise cyber : étude de trois exercices 504
La cybersécurité comme révélateur de contradictions organisationnelles : analyse du système d'activité d'une université 513
Conscience de la situation en gestion de crise d'origine cyber : quels liens avec le raisonnement et les biais cognitifs ? 522
Ergonomie cognitive et formation immersive : Aspects de la charge cognitive, de la conscience de la situation et de la présence dans la gestion des crises d'origine cyber. 527

POSTERS 535
Étude de l'influence des éléments gamifiés sur le comportement du conducteur 536
Robustesse des systèmes de production et santé des travailleurs face à la digitalisation 539
Conception d'assistants IA dignes de confiance et compréhensibles : cas appliqués à l'industrie 543
Impact d'une défaillance du guidage assisté sur le comportement de navigation en réalité virtuelle immersive 546
Favoriser le pouvoir d'agir des professionnels en médico-social par une ergonomie du management de proximité 550
L'utilisation des technologies dans la prise en charge rééducative de l'aphasie 554
Démocratiser l'hydrographie : une approche UX pour rendre l'information hydrographique et bathymétrique accessible aux non-experts 558
Analyse d'activité pour la conception d'un outil partagé : application à un système de production reconfigurable 561

HOMMAGES 565
Hommage à Catherine TEIGER 566
Hommage à René BARATTA 567
Hommage à Michel NEBOIT 569
Hommage à Yvon QUEINNEC 571
Hommage à Jean-Marie CELLIER 574
Hommage à Jean-François FORZY 576

CONFÉRENCES INVITÉES

Conférence invitée #1

« De la réalité virtuelle au métavers : comment les expériences immersives transforment les activités humaines »

Philippe FUCHS
Professeur en retraite de l'école des Mines Paris / PSL
Vice-président de l'association « Métavers, Arts et Culture »

RESUME DE LA CONFERENCE

La conférence s'organisera en plusieurs parties. La première partie traitera de la finalité des techniques XR et du Métavers et des concepts associés (immersion et interaction d'un usager dans un environnement virtuel). La méthodologie conceptuelle du modèle 3I² sera présentée. Ce modèle permet de concevoir, analyser et évaluer des systèmes de réalité virtuelle en mettant l'utilisateur humain au centre du processus, et en articulant immersion et interaction à différents niveaux (sensori-moteur, cognitif et fonctionnel). La deuxième partie illustrera la transformation d'activités professionnelles à partir de différentes applications (Conception d'un produit ou d'un process, assistance à l'opérateur, formation et apprentissage, etc). La troisième partie illustrera la transformation des activités de la vie quotidienne avec les exemples des jeux et activités de loisirs ou dans les domaines artistiques ou culturels. La dernière partie discutera de perspectives, en abordant les questions écologiques liées aux technologies immersives.

PRESENTATION DU CONFERENCIER

Philippe Fuchs est professeur en retraite de l'école des Mines Paris, Université Paris Sciences et Lettres. Dès 1992, il fut le premier chercheur français dans le domaine de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée. Il fut président de l'Association Française de la Réalité Virtuelle (AFRV) en 2005, maintenant dénommée Association Française de la XR. Il est l'auteur de nombreux ouvrages dont un ouvrage de synthèse de plus 25 ans de R&D : « Théorie de la réalité virtuelle – les véritables usages », éditeur (www.pressesdesmines.com). Il est depuis 2023 le vice-président de l'association « Métavers, Arts et Culture » (https://metaversartsetcultures.org/)

Pages web : https://sites.google.com/site/ppppfuchs

Conférence invitée #2

Quand les agents IA deviennent des collègues : enjeux et défis pour l'ergonomie

Pr. Françoise DARSES
Directrice exécutive de la revue Le Travail humain

RESUME DE LA CONFERENCE

Parmi les transitions sociotechniques qui redéfinissent aujourd'hui les situations de travail, l'une des plus marquantes réside dans l'intégration croissante des agents IA qui deviennent de véritables partenaires de l'activité et avec lesquels les opérateurs humains sont désormais tenus de collaborer. Cette évolution, dont l'ampleur et la rapidité sont remarquables, reconfigure les formes du travail collectif.

L'enjeu est de déterminer comment l'introduction des agents IA élargit ou réduit les possibles et redistribue les capacités d'action au sein de ces équipes hybrides. La forte asymétrie des modes de fonctionnement entre agents humains et artificiels, notamment en matière de capacité de traitement des informations, d'interprétation de la situation et d'intuition experte, d'ajustements mutuels et de compromis décisionnels, ainsi que d'allocation dynamique des rôles, font que le pouvoir d'agir des opérateurs humains s'exerce désormais dans des configurations inédites.

Nous présenterons les principaux apports du champ du Human-Autonomy Teaming à la compréhension de ces nouvelles formes de collaboration, notamment dans le domaine des situations dynamiques. Une attention particulière sera portée aux processus de prise de décision au sein des équipes humain(s)–IA(s), qui vont de pair avec les mécanismes de construction et de régulation de la confiance conférée aux agents artificiels.

Pour conclure, nous ouvrirons une réflexion préliminaire sur la transposition de ces problématiques à notre communauté professionnelle de recherche en ergonomie, psychoergonomie et sciences cognitives. Comment devons-nous intégrer et encadrer ce « partenariat » avec des agents IA pour mener nos études ? Cette question, qui fait l'objet de débats au sein des laboratoires, doit être examinée afin de se préparer collectivement à cette transition de notre métier et de notre identité professionnelle.

PRESENTATION DE LA CONFERENCIERE

Françoise Darses, directrice exécutive du journal Le Travail humain/Human Work, a dirigé le département Neurosciences et sciences cognitives à l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA) durant les 15 dernières années. Auparavant en poste à l'Université Paris Saclay, elle y était en charge du master d'Ergonomie, Ingénierie de la Santé et des Facteurs Humains et simultanément, responsable de l'équipe de recherche CPU (Cognition, Perception, Usage) du LIMSI-CNRS (aujourd'hui LISN-CNRS). Elle a été directrice adjointe du GDR PSYCHO ERGO (2008 à 2011). Ses recherches portent sur les processus cognitifs de résolution de problème et de prise de décision collective. A l'IRBA, elle a exploré ces thématiques dans le domaine militaire sur des situations de conduite, contrôle et supervision d'environnements dynamiques (conduite de sous-marins, pilotage d'aéronefs militaires, médecine de l'avant, charge cognitive et activité multitâche des fantassins débarqués, etc.). Pendant la première partie de sa carrière au laboratoire d'ergonomie du Cnam, Françoise Darses a étudié ces questions dans le contexte des activités de conception, notamment en architecture et en génie industriel.

Conférence invitée #3

Résilience organisationnelle face aux risques émergents : Intégrer l'environnement dans les modèles ergonomiques

Rafaël WEISSBRODT
Professeur, Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis, Sion, Suisse
Chargé d'enseignement, Institut de psychologie du travail et des organisations,
Université de Neuchâtel, Suisse

RESUME DE LA CONFERENCE

L'ergonomie entretient un rapport ambivalent à la productivité. Institutionnalisée dans le contexte de la reconstruction économique européenne d'après-guerre, elle a bénéficié du soutien de l'Agence européenne de productivité. Parallèlement, elle s'est donnée pour objectif de concilier performance économique et santé au travail, afin que les bénéfices de la croissance profitent au plus grand nombre. Historiquement, l'ergonomie a ainsi surtout investi les dimensions économique et sociale du développement durable, la dimension environnementale demeurant peu présente dans ses modèles fondateurs.

En contribuant à l'accroissement de la productivité, l'ergonomie a aussi participé, de manière indirecte, à la Grande Accélération, marquée par l'augmentation exponentielle des prélèvements de ressources non renouvelables et des impacts des activités humaines sur le système Terre. Ce n'est que récemment que cette dimension a été explicitement problématisée. L'évolution des thématiques des congrès de la Société d'ergonomie de langue française en témoigne, avec une place croissante accordée, depuis les années 2010, aux enjeux sociétaux et environnementaux. Une évolution similaire se retrouve dans les colloques EPIQUE et d'autres espaces professionnels, tandis que la notion de résilience organisationnelle s'est affirmée, notamment dans le champ des systèmes technologiques complexes.

Dans cette perspective, la conférence plénière explore les rôles que l'ergonomie peut jouer dans la gestion de risques émergents, d'origine naturelle ou naturelle-technologique, à différentes échelles. En mettant en dialogue la résilience organisationnelle avec les notions de réseaux d'acteurs, de gouvernance et de territoire, elle s'appuie sur des recherches interdisciplinaires portant sur la pandémie, les risques gravitaires en montagne et le black-out électrique, afin de dégager des principes structurants pour une approche ergonomique de ces risques.

PRESENTATION DU CONFERENCIER

Rafaël Weissbrodt est Professeur à la Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis, et Chargé d'enseignement en ergonomie à l'Université de Neuchâtel, en Suisse. Il est titulaire d'un master en psychologie du travail et des organisations, d'un doctorat en science politique, du titre d'Ergonome Européen et d'une formation continue universitaire en évaluation de politiques publiques. Ancré dans une approche de recherche interdisciplinaire, il collabore avec des collègues des sciences sociales, de la gestion, des sciences infirmières, de l'épidémiologie, des géosciences et de l'ingénierie. Ses premiers travaux de recherche ont porté sur l'inspection du travail et la gouvernance des risques psychosociaux. Par la suite, il a mené des projets sur la conception et la gestion des organisations (organisational design and management), en particulier dans le secteur public. Il a notamment étudié la collaboration interprofessionnelle dans les institutions sanitaires, les conditions de travail des femmes agentes de détention, et l'impact de l'intelligence artificielle sur les agents publics de première ligne. Enfin, il a progressivement élargi son champ d'investigation à la résilience organisationnelle face au changement climatique et aux aléas naturels et technologiques. Actuellement, il coordonne un programme thématique de recherche interdisciplinaire intitulé « Résilience systémique et sociétale face aux risques naturels (RISK-S) ».

SESSION THÉMATIQUE #1 :

TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Anticiper les retraits d'herbicides à partir de l'activité des agriculteurs et agricultrices : une enquête exploratoire

Mélanie Biencourt
Unité de Recherche Formation Apprentissages (UR FoAP), Institut Agro Dijon
melanie.biencourt@institut-agro.fr

Fanny Chretien
Unité de Recherche Formation Apprentissages (UR FoAP), Institut Agro Dijon
fanny.chretien@institut-agro.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Cette communication présente une recherche en cours, menée dans le cadre du projet pluridisciplinaire PARAD qui a pour ambition d'anticiper, innover et accompagner la transition agroécologique de la gestion de la flore adventice, dans un contexte de retrait en cours et à venir de certaines molécules herbicides. Dans cette étude, nous nous intéressons plus particulièrement à la façon dont la suppression de ces intrants chimiques transforme le travail et l'activité des agriculteurs et agricultrices. Il s'agit de comprendre comment les évolutions réglementaires vers le retrait des molécules reconfigurent les pratiques de gestion des adventices, modifient les marges de manœuvre et questionnent les dynamiques d'apprentissage. En mobilisant les cadres théoriques de l'ergonomie de l'activité, de la didactique professionnelle, articulés avec une approche agronomique, nous présenterons la méthodologie mise en œuvre dans une première enquête exploratoire menée en BourgogneFranche-Comté et Ile-de-France auprès d'agriculteurs en grande culture et polyculture-élevage.

MOTS-CLÉS

activité, apprentissages, agriculture, transition agroécologique, herbicides.

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de l'évolution de la réglementation européenne, le secteur agricole se trouve confronté à un retrait progressif de certaines substances actives herbicides. La suppression de ces intrants chimiques, utilisés jusqu'alors comme moyen de gestion de la flore adventice[1], transforme et complexifie le travail des agriculteur·rice·s. En effet, ce retrait implique la mise en place de solutions alternatives qui s'appuient sur une combinaison de leviers techniques complémentaires, visant à prévenir au maximum leur apparition ou leur nuisibilité, en tentant de les réguler (Adeux et al. 2022 ; Cordeau, 2025). Cela nécessite de repenser plus largement les façons de travailler, de raisonner et d'agir sur les systèmes de culture. Ces transformations présentent de forts enjeux pour l'agriculture, et soulèvent un ensemble de questions relatives à la fois à cette transformation du travail et à la transmission de nouveaux savoirs et savoir-faire dans ce contexte de transition (Chrétien & Veillard, 2021). Nous présentons ici une recherche en cours, centrée sur l'activité d'agriculteur·rice·s confrontés à la réduction des herbicides. Cette communication s'appuie sur une première enquête exploratoire

[1] La flore adventice correspond à l'ensemble des plantes qui se développent spontanément dans des cultures, autrement dit il s'agit de l'ensemble des espèces présentes autres que celles cultivées (Cordeau, 2010).

et vise à présenter la démarche engagée, les matériaux empiriques recueillis à ce stade, ainsi que les premiers axes de questionnements issus du terrain.

Notre question de recherche est la suivante : comment la transition vers une gestion agroécologique des adventices transforme-t-elle l'activité des agriculteur·rice·s et quelles sont les conditions favorisant le développement de nouveaux savoirs et savoir-faire professionnels ?

Pour instruire cette question, l'étude exploratoire cherche à caractériser la diversité des situations de travail, des stratégies mises en œuvre et les effets potentiels du retrait de certaines molécules sur ces stratégies et situations. Cette première étude préfigure l'étape suivante du projet portant sur les conditions de développement de nouvelles pratiques et de circulation de savoirs et savoir-faire en lien avec la gestion des adventices. *In fine*, l'objectif du projet est de mettre ces résultats en discussion avec les problématiques d'apprentissage et d'exploration que ces impasses techniques supposent de développer dans la perspective d'une transition agroécologique des pratiques de gestion des adventices. Nous faisons l'hypothèse qu'une approche prospective prolongeant la démarche d'enquête, et attentive aux liens entre expériences, ajustements et perspectives envisagées par des agriculteur·rice·s engagés dans des processus de transition agroécologique (Chizallet et al., 2019 ; Biencourt, 2025), contribuera ainsi à examiner les conditions de formation et d'accompagnement propices à de tels engagements.

2 LA GESTION DE LA FLORE ADVENTICE, UNE COMPLEXITÉ QUI TRANSFORME LE TRAVAIL ET QUESTIONNE LES CONDITIONS D'APPRENTISSAGE

La gestion de la flore adventice constitue un objet particulièrement complexe. Elle dépend des caractéristiques agronomiques de la flore présente, mais aussi des cultures concernées et de leur succession dans le temps, ainsi que des conditions pédoclimatiques dans lesquelles elles se développent. Longtemps envisagées uniquement comme des « mauvaises herbes », les adventices sont aujourd'hui également appréhendées au prisme des services qu'elles peuvent rendre aux agroécosystèmes (Chauvel et al., 2018). Le levier chimique reste néanmoins dominant, et l'usage des herbicides s'étend désormais à la gestion des couverts végétaux en interculture, eux-mêmes mobilisés comme un levier agronomique dans les systèmes de grandes cultures recourant à un travail simplifié du sol.

Du point de vue de l'ergonomie de l'activité, ces évolutions invitent à analyser l'activité des agriculteur·rice·s au prisme des régulations mises en œuvre pour faire face aux variabilités des situations de travail. La réduction des herbicides peut ainsi être abordée comme une transformation des conditions de ces régulations, susceptible de reconfigurer les marges de manœuvre des agriculteur·rice·s et les arbitrages entre finalités parfois concurrentes (qualité de la production, rendement, dimension économique, organisation du travail) (Darses, 2016 ; Leplat & Cuny, 1977 ; Perez Toralla & Morais, 2024). Pour cela nous nous appuierons sur le modèle de la double régulation de l'activité, tout en tenant compte de la dimension collective et des interdépendances entre l'activité des agriculteur·rice·s et le contexte sociotechnique dans lequel ils s'inscrivent.

Le prisme de la didactique professionnelle nous conduit également à interroger les savoirs inhérents aux dynamiques de population d'adventices et leurs liens avec les effets de l'ensemble des pratiques culturales sur ces dynamiques (ce qui relève du *modèle cognitif*), et les savoir-faire en matière de gestion à court, moyen et long termes des pressions d'adventices, par la mobilisation de leviers tout autant techniques, qu'organisationnels ou méthodologiques, lorsqu'il s'agit de mener des expérimentations *in situ* (ce qui relève du *modèle opératif*) (Pastré, 2005).

Nous nous intéressons ainsi à la place qu'occupent ces savoirs et savoir-faire dans l'évolution des marges de manœuvre des agriculteur·rice·s, en prise avec des situations de travail soulevant de nombreuses finalités et contraintes, mais aussi aux conditions (sociotechniques, économiques, professionnelles et formatives) qui participent à leurs évolutions potentielles.

3 METHODOLOGIE

L'enquête exploratoire présentée ici repose sur une démarche interdisciplinaire associant agronomie et sciences du travail. À ce stade, dix exploitant·e·s agricoles de Bourgogne-FrancheComté sont impliqués dans la recherche. Parmi les personnes interrogées, deux sont en agriculture biologique et n'utilisent pas d'herbicides, deux sont en conversion vers l'agriculture biologique, et six sont engagés dans des systèmes divers relevant de l'agriculture conventionnelle.

Le guide d'entretien utilisé a été élaboré collectivement à l'issue d'un travail préparatoire interdisciplinaire consacré à la mise en discussion des cadres théoriques et à la clarification des concepts mobilisés par les sept chercheur·e·s impliqués dans cette recherche. Cette phase a conduit à l'élaboration d'un support commun de recueil de données. En amont des entretiens, un questionnaire permettant de recueillir des éléments sur les caractéristiques et spécificités de l'exploitation a été transmis aux participants, afin de préparer au mieux les échanges. Les entretiens, d'une durée moyenne de deux heures, étaient structurés en deux temps : d'une part les préoccupations générales de l'exploitation et la place de la gestion des adventices ; d'autre part les pratiques mises en œuvre et leurs évolutions. Tout au long de l'entretien, les dimensions relatives au travail, à l'organisation, à l'adaptation des actions (selon les parcelles, les conditions, les états des cultures, etc.), aux contraintes rencontrées et aux représentations associées à la transition en cours étaient abordées.

Les matériaux recueillis font actuellement l'objet d'un traitement qualitatif visant à identifier la diversité des configurations rencontrées et les liens avec la diversité des pratiques de gestion des adventices. L'analyse des données recueillies reposera sur une lecture croisée entre agronomie et sciences humaines et sociales, à partir d'un cadre d'analyse co-construit entre les chercheur·e·s du projet lors de deux journées d'analyse collective.

4 PISTES DE RESULTATS ET POURSUITE DE L'ETUDE ENVISAGEE

Les premiers éléments empiriques nous permettent de rendre compte d'une grande diversité à prendre en compte dans la gestion des adventices. La qualité des terres, l'absence d'élevage, les choix techniques et d'investissement opérés par le passé (notamment en termes de parc matériel spécialisé), les stratégies et opportunités de valorisation des cultures, l'historique des traitements, etc. sont autant de facteurs qui contribuent à une dépendance plus ou moins forte aux herbicides. Parmi ces facteurs, en cas de suppression de certaines molécules les agriculteur·rice·s pourraient rapidement se trouver face à une situation d'impasse. Par exemple, celles et ceux ayant investi dans un modèle de conservation des sols, trouvent peu d'alternatives techniques pour la destruction des couverts végétaux, jusqu'alors réalisée par désherbage chimique. D'autres sont fortement dépendants des prix internationaux et de la prise en charge des récoltes par les coopératives de leurs territoires. Les bénéfices marginaux sont parfois extrêmement faibles, rendant fragile l'expérimentation d'innovations agronomiques dont les retombées économiques à court terme sont impossibles à démontrer. La question du temps de travail nécessaire, ainsi que le coût pour mettre en place des leviers alternatifs sont donc centraux dans les arbitrages réalisés.

Cette enquête exploratoire constitue une première étape dans la construction de la démarche de recherche, au sein de laquelle plusieurs prolongements sont envisagés. Un premier axe consiste à élargir le recueil de données à un nombre plus important d'agriculteur·rice·s, sur des territoires contrastés (Hauts-de-France et Occitanie), afin de rendre visible la diversité des systèmes de production et des pratiques de gestion des adventices, et de tenir compte de la dimension territoriale de la gestion des adventices. Un second axe porte sur une enquête approfondie auprès d'une dizaine d'agriculteur·rice·s, reposant sur des observations, des entretiens en situation et des autoconfrontations afin d'analyser l'activité de ces agriculteur·rice·s. Nous visons ainsi à obtenir une meilleure visibilité sur les potentialités de développement de nouvelles pratiques selon les systèmes de production et les capacités des agriculteur·rice·s à évoluer dans leurs marges de manœuvre. L'échantillon sera construit de manière à observer des changements en cours d'exploration.

Enfin, dans un contexte de transition vers des systèmes plus économes en intrants, où les connaissances scientifiques relatives à une gestion agroécologique de la flore adventice continuent de

se construire, la question du transfert de ces savoirs et savoir-faire qui se développent dans les situations de travail apparaît comme un enjeu central pour les années à venir et pour la formation des futurs agriculteur·rice·s. Ces travaux alimenteront la mise en expérimentation et en dialogue de ces résultats par rapport à des situations formatives existantes ou conçues dans le cadre de ce projet. Cet axe s'inscrit dans une démarche d'intervention auprès des publics professionnels (agriculteur·rice·s en exercice ou porteurs de projet à l'installation) pour enrichir la compréhension des conditions favorisant le développement des compétences en matière de gestion alternative des adventices.

5 BIBLIOGRAPHIE

Adeux, G., Moreau, D., Rouge, A., Guillemin, J.-P., & Cordeau, S. (2022). Effets à court et long terme de l'introduction de couverts végétaux d'interculture et des pratiques associées sur les adventices. *Agriculture, Environnement & Sociétés, 12*(1).

Biencourt, M. (2025). L'analyse du travail et de l'activité : Socle d'une ergonomie prospective face aux enjeux de l'IA - Le cas des acteurs des centres de tri des déchets (Numéro 2025TLSEJ036) [Theses, Université de Toulouse]. https://theses.hal.science/tel-05361823

Chauvel, B., Darmency, H., Munier-Jolain, N., Rodriguez, A., (coord.) (2018). *Gestion durable de la flore adventice des cultures*. Versailles, Editions Quae, 354p.

Chizallet, M., Prost, L., & Barcellini, F. (2019). Comprendre l'activité de conception d'agriculteurs en transition agroécologique : vers un modèle trilogique de la conception. *Psychologie française, 64*, 119-139. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033298419300238

Chrétien F., Veillard, L. (2021). Contribution de la didactique professionnelle au projet Enseigner à Produire Autrement. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation, 46*, 55-66.

Cordeau, S. (2010) Conséquences de la mise en place des bandes enherbées sur l'évolution de la flore adventice. Thèse de doctorat

Cordeau, S. (2025) *Agroecologie systémique au service de la régulation biologique de la flore adventice : Evaluation de pratiques et systèmes de culture agroécologiques à faible ou sans usage d'herbicide*. Habilitation à Diriger des Recherches

Darses, F. (2016). Activity analysis : not what it was! *Le Travail Humain*, 79(3), 193–205.

Leplat, J., & Cuny, X. (1977). *Introduction à la psychologie du travail*. Presses Universitaires de France.

Pastré, P. (2005). La conception de situations didactiques à la lumière de la théorie de la conceptualisation dans l'action, in : Rabardel Pierre (dir.), Pastré Pierre (dir.). *Modèles du sujet pour la conception : dialectiques, activités, développement.* Octares Editions.

Perez Toralla, M. S., & Morais, A. (2024). Compromis et arbitrages dans l'activité : Réflexions à partir du modèle de double régulation. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, *26*(3). https://journals.openedition.org/pistes/8921#tocto1n5

Associer psychologie cognitive et ergonomique pour la transformation vers des activités humaines soutenables

Florence Gaunet
Centre de Recherche en Psychologie et Neurosciences
florence.gaunet@univ-amu.fr

Jean-Luc Schwartz
GIPSA-lab, Grenoble INP
jean-luc.schwartz@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Le dépassement accéléré des limites bio-géo-physiques du système Terre montre l'importance de mettre en œuvre des pratiques de sobriété et de décroissance des activités humaines. A partir d'une réflexion sur les potentialités de la psychologie cognitive et environnementale à contribuer à ces enjeux, nous proposons quelques éléments d'un programme d'action, notamment autour des principes d'apprentissage social (appropriation) et de contagion (diffusion) des pratiques. Puis nous élaborons quelques réflexions prospectives sur la manière dont on pourrait croiser ces réflexions avec les paradigmes d'analyse des pratiques, en analysant comment ces principes cognitifs pourraient jouer un rôle important dans les processus de conduite du changement. Enfin, nous proposons différents terrains d'étude qui visent à ouvrir des terrains de collaboration entre psychologie cognitive et psychologie ergonomique pour accélérer les transformations nécessaires dans le contexte des crises environnementales.

MOTS-CLÉS
sobriété, apprentissage social, contagion, analyse des pratiques

1 INTRODUCTION

Les crises environnementales sont avant tout des crises générées par les pratiques humaines. Dans le contexte du groupe de réflexion pluridisciplinaire 'Cogiter l'Environnement', nous avons proposé une réflexion sur l'inscription des recherches en sciences cognitives dans les objectifs de sobriété et de décroissance des activités humaines. Nous montrons dans la Section 2 comment la psychologie cognitive et environnementale analyse les freins individuels et sociaux et les enjeux de transformation des activités humaines, et nous introduisons le mécanisme d'apprentissage social au sein de groupes, qui nous semble pouvoir jouer un rôle clé dans le changement des pratiques. Puis nous entreprenons, dans la Section 3, d'élaborer quelques propositions de croisement entre les outils de la psychologie ergonomique pour l'analyse des pratiques et la conduite du changement, et les analyses et propositions introduites dans la Section 2. Dans la Section 4, nous introduisons des terrains d'études potentiels pour la mise en œuvre de démarches collaboratives, dans l'objectif affiché de proposer à la communauté de la psychologie ergonomique de collaborer autour de thèmes interdisciplinaires et de terrains de recherche-action pour le changement des pratiques.

2 UN PROGRAMME DE PSYCHOLOGIE COGNITIVE SUR LES TRANSFORMATIONS DES ACTIVITÉS

Mettre les personnes en mouvement vers de nouvelles pratiques pour tenter de réduire les crises environnementales et de s'y adapter est l'objectif de recherches en sciences cognitives (voir Schwartz et al., en révision). Mais les résultats des méthodes proposées sont souvent insuffisants et décevants.

2.1 Quatre principes piliers pour la mise en mouvement vers des activités sobres

Face aux freins à la transformation des pratiques, nous avons identifié quatre principes qui nous semblent essentiels à prendre en compte pour essayer d'engager des recherches et recherches-actions potentiellement efficaces. D'abord, il est notoire qu'informer sur les risques environnementaux et sur les solutions techniques ne suffit pas à engager l'action. Cela démontre que les leviers doivent cibler les pratiques plus que les représentations. Ensuite, pour passer du court terme au temps long, seul susceptible de produire des transformations en profondeur, il faut intégrer des éléments d'ancrage des transformations dans le long terme, et notamment appuyer des élans souvent largement émotionnels par des processus narratifs de construction de récits fournissant des points d'étapes et des buts à atteindre qui restent à caractériser : 'il nous faut un plan et qu'il soit visible'. Un troisième élément est l'exigence, qui apparaît forte et systématique, de justice dans les propositions de transformations. Enfin, il nous apparaît indispensable d'évaluer en situation réelle l'impact des paradigmes de transformation de la société présentés. L'impact devrait porter non seulement sur le changement de pratiques et les émissions polluantes mais aussi sur les effets réels, mesurables sous une forme ou sous une autre, en termes de modulation des crises environnementales étudiées.

2.2 Entre l'individuel et le social, l'enjeu des transformations collectives des pratiques

Face aux transformations structurelles qui semblent nécessaires, les politiques publiques sont insuffisamment activées au regard des enjeux environnementaux2. Dans l'articulation entre l'individuel et le collectif (Chater et Loewenstein, 2023), le niveau intermédiaire, des groupes, des collectifs, des communautés à mobiliser nous semble essentiel : c'est le cadre que nous proposons pour l'articulation des outils des sciences sociales avec les outils des sciences cognitives, en complémentarité. Le niveau intermédiaire est celui qui permet d'espérer faire émerger à partir d'interactions entre individus des fonctionnements collectifs susceptibles de se coaliser au sein de groupes de tailles croissantes (effet tache d'huile). Il permet in fine de peser sur les structures sociales puis politiques, et donc agir sur les politiques publiques. Ces effets d'entraînement sont l'objet de recherches et théorisations récentes autour du concept de 'positive tipping point'. Celui-ci décrit ces effets de bascule vertueuse où des phénomènes collectifs locaux produisent des effets d'entraînement massifs (Lenton, 2025).

2.3 L'apprentissage social pour enclencher le changement des pratiques au sein d'un groupe

Notre proposition clé consiste à enclencher ce processus d'entraînement sur la base d'un mécanisme cognitif automatique puissant, l'apprentissage social ou 'social learning'. Dans son acception la plus simple, la mise en œuvre de ce mécanisme permet d'apprendre une action en la voyant effectuée chez un tiers. Cette action peut être effectuée immédiatement (synchronisation comportementale), quelques secondes plus tard ('mimicry') ou bien plus tard et ailleurs (imitation) (Lamontagne & Gaunet, 2023) : de nouveaux comportements s'apprennent en observant et interagissant avec d'autres individus. Chez l'humain en développement et chez l'animal, une littérature très abondante porte sur l'apprentissage social (e.g. Heyes, 2021). Cette notion a été parallèlement développée par Bandura (1977a) chez l'adulte et en milieux écologiques dans le cadre de la Social Learning Theory (SLT). Elle analyse la manière dont nous apprenons en contexte participatif à partir de nos interactions avec les autres. En observant les comportements des personnes en présence, on assimile à minima (apprentissage sans reproduction d'action) voire on imite ces comportements, en particulier si les expériences d'observation sont positives ou comprennent des récompenses liées au comportement observé (Bandura, 1977b). Ainsi, les cultures humaines transmettent les compétences et les savoirs sociaux les plus avancés, par l'effet de l'expérience vicariante (remplacement de pratique) (Bandura, 1977ab). Par la suite, Bandura (2006) étend cette notion à la Social Cognitive

[2] « Selon le dernier rapport de Carbon Majors, la concentration de la pollution mondiale atteint un stade vertigineux : en 2024, seules 32 entreprises étaient responsables de la moitié des émissions mondiales de CO_2 liées aux combustibles fossiles et au ciment. » : https://www.slate.fr/monde/moitie-emissionscarbone-entreprises-polluant-etat-arabie-saoudite-chine-petrole[2] Un mycoduc est une noue/rigole serpentant en descente parmi des plantations. Son remplissage de petites branches ralenti l'eau de pluie.

Learning Theory (SCLT), amplifiant l'importance du rôle du contexte social qui peut être varié, de sa mise en œuvre dans le temps et dans l'espace, de nombreux facteurs pouvant moduler cet apprentissage social ; la notion de renforcement positif ou d'avoir effectivement reproduit les activités n'est plus indispensable. La notion de cognition est ainsi incluse, voir aussi Green et Piel (2009) et McCormick et Martinko (2004). L'apprentissage social fait l'objet de nombreuses études, notamment en milieu professionnel et rural (Gaunet & Moulet-Darzacq, soumis ab).

3 DES PONTS AVEC L'ANALYSE DES PRATIQUES ET DE LEURS CHANGEMENTS EN PSYCHOLOGIE ERGONOMIQUE

3.1 Analyse des pratiques et conduite du changement

Pour étudier le couplage possible entre les principes et propositions cognitivistes de la Section 2 et les cadres de réflexion sur l'analyse des pratiques et la conduite du changement conceptualisées par la psychologie ergonomique, nous partons du schéma classique de l'analyse de l'activité de Leplat (2011) (voir Yvon & Bérubé, 2024). Dans ce schéma, l'activité résulte du couplage entre les évaluations des conditions internes du sujet et des conditions externes de la tâche, en prenant ici le terme de « tâche » dans le sens d'une pratique donnée, professionnelle ou privée, individuelle ou collective. L'analyse de l'activité peut être mise en regard de l'étude des pratiques opérées par l'éthologie (cognitive) (des animaux humains et non-humains) via l'éthogramme (chez l'animal ou chez l'humain, Kovacs et al., 2004).

La question clé est celle du changement de pratique et donc des modalités de changement de l'activité associée à la tâche correspondante. La littérature sur la conduite du changement visant à améliorer le fonctionnement d'un système ou d'une organisation en prenant en compte les résistances au changement est considérable. Retenons ici quelques principes de base posés par la référence que constitue dans ce domaine Kurt Lewin (voir Faulx et al., 2019). Ces principes concernent principalement les conditions internes de la tâche, associées au sujet et à ses résistances propres. Lewin introduit le concept de champ psychologique, ensemble des conditions que les cognitivistes dénommeraient conditions cognitives au sens large (capacités de percevoir, d'agir, de comprendre, d'apprendre, de ressentir et de communiquer), dans lesquelles l'individu évolue et se situe pour réaliser la tâche analysée. Il introduit également la triade « dégel – changement – cristallisation » qui met en évidence que tout changement de pratique suppose un changement d'état des individus, les faisant sortir de leur état d'équilibre préalable pour explorer de nouvelles potentialités d'action et atteindre un état transformé : ici, une « nouvelle pratique ». C'est autour des difficultés potentielles de ce type de changement d'état que se situe tout l'enjeu de la transformation des activités que nous explorons ici.

3.2 Les ingrédients du changement des pratiques

Les deux éléments que nous avons introduits, couplage entre le sujet et la tâche, et triade décrivant la mise en œuvre du changement, peuvent être mis en relation avec le modèle cognitif Motivation-Ability-Opportunity (MAO) d'Ölander & Thøgersen (1995), qui nous a servi de guide de réflexion dans nos travaux précédents. Ce modèle exprime les conditions d'une activité cognitive (ici, une pratique, donc une « tâche » à exécuter pour un résultat attendu donné) par un couplage entre trois ingrédients. Le second terme, « ability », décrit les capacités de l'individu au sens large, physiques et cognitives, correspondant aux « conditions internes » du schéma de Leplat. Le troisième terme, « opportunity », renvoie à l'ensemble des conditions d'exécution, physiques, situationnelles, structurelles, qui correspondent, elles, aux « conditions externes » du même schéma. Reste le premier terme, celui des « motivations » à agir et, potentiellement, à changer de pratiques. C'est autour des motivations et des capacités à changer que nous avons introduit les concepts et principes cognitifs de la Section 2. Il s'agit donc de réfléchir à la manière d'agir sur ces deux axes.

Là encore, la psychologie ergonomique a beaucoup travaillé sur les leviers au changement. Elle a introduit la distinction entre capacité (à agir) et capabilité (à réussir l'activité) (Arnoud & Falzon, 2013)

et les conditions favorisant la mise en œuvre du changement (agents et environnements capacitants, Falzon, 2014) visant à pérenniser les changements organisationnels par le jeu des interactions entre acteurs internes à la structure (Carta & Falzon, 2017). En ce qui concerne la question précise du déclencheur du changement, le principe de la stimulation duale de Vygotsky (1987, voir Engeström & Sannino, 2013) fournit une perspective intéressante, dans laquelle un stimulus intermédiaire vient offrir une possibilité de sortir du blocage de la situation initiale, en amenant le sujet à reconceptualiser sa tâche et accepter d'en modifier l'exécution. Nous formulons l'hypothèse que le mécanisme d'apprentissage social pourrait fournir la base du stimulus intermédiaire de la stimulation duale, engageant l'individu dans un schéma de dépassement de son blocage. Le partenaire, fournissant le modèle déclenchant un comportement d'appropriation (imitation) et de contagion (diffusion) de la pratique, conduit un processus se rapprochant du principe de médiation de Vygotsky (voir aussi le concept de « Zone de Développement le plus Proche », Saussez, 2016).

C'est sur la base de ce couplage entre psychologie cognitive et ergonomique que nous allons proposer des terrains possibles de collaboration pour la transformation des pratiques.

4 DES TERRAINS CONCRETS DE COLLABORATION ENTRE PSYCHOLOGIE COGNITIVE ET ERGONOMIQUE

Les 'transitions environnementales' que l'espèce humaine doit opérer reposent sur le changement de pratiques (c'est-à-dire, l'arrêt de certaines pratiques et l'apprentissage de pratiques nouvelles), ce pour assurer qu'elles remplissent les fonctions nécessaires à répondre à nos besoins et à notre bien-vivre. Nous proposons de les soutenir via le levier social appliqué à des communautés de taille variées, en étudiant comment coupler les principes de l'apprentissage social (démonstration d'actions et de résultats d'actions) et les outils de l'analyse des pratiques, qu'elles soient professionnelles ou non. Étudier le déroulé des pratiques à l'œuvre lors 1/ des visites de sites démonstrateurs et 2/ des démonstrations de pratiques est le point commun entre la psychologie cognitive et ergonomique. Nous envisageons donc d'étudier les effets sur les pratiques qui découlent des variations des apprentissages selon différents modulateurs sociaux et non-sociaux appliqués à travers le prisme de l'analyse des composantes ergonomiques des pratiques analysées. La combinaison de la méthode ergonomique de décomposition d'activités en composantes élémentaires et du paradigme cognitif de l'apprentissage social en groupes fournirait une perspective fructueuse pour étudier la propagation de nouvelles pratiques au sein de collectifs, organisations, territoires, afin de déterminer les leviers à leurs diffusions. Ainsi, nous identifions des groupes cibles, potentiellement moteurs des transformations.

4.1 Faire évoluer les choix des décideurs et des collectifs les plus pollueurs

Nous avons ainsi formulé un ensemble de propositions pour entreprendre de faire évoluer les choix des décideurs et des collectifs les plus pollueurs, en large minorité numéraire, en vue de pratiques plus sobres. Ce ciblage est fondamental, car ces populations portent la responsabilité de la majeure partie des pollutions, qu'elles occupent souvent des positions stratégiques leur permettant de peser dans les transformations à mener, et enfin parce que l'acceptabilité de transformations plus larges par l'ensemble de la population repose sur la mise en évidence d'actions spécifiquement ciblées sur ce groupe, condition nécessaire à une transition juste. Les actions possibles portent sur l'activation de processus de contagion comportementale (Lamontagne & Gaunet, 2023), un processus automatique présent chez toutes les espèces sociales et modulé par des facteurs extrinsèques et intrinsèques.

Ces processus peuvent porter sur des actions de lobbying local à l'insu du groupe (apprentissage implicite), dans le but d'analyser si des membres du groupe pourraient reproduire les actions décarbonées par *mimétisme d'actions* sur l'ambassadeur (le 'lobbyiste' plus ou moins en posture de cheval de Troie). Ils peuvent au contraire porter sur l'étude des modulateurs explicites de la norme sociale visible. Mentionnons notamment les chargés de Responsabilité Sociétale des Entreprises, la Convention des Entreprises pour le Climat ou les nombreux ingénieurs indépendants ou installés en

PME qui accompagnent les transitions des entreprises et organisations. La plupart d'entre eux utilisent des outils de type 'pied dans la porte', tels la Fresque du Climat ou le Bilan carbone (nécessité depuis 2015), qui permettent ensuite d'avancer à raison de différents outils plus ou moins participatifs tels les questionnaires et entretiens avec leurs restitutions, et les myriades de types d'ateliers participatifs (Gaunet & Moulet-Darzacq, soumis b) jusqu'à l'élaboration d'un plan d'action de réduction des émissions de gaz à effets de serre, avec l'outil A C T Pas à pas (ADEME) par exemple. Ces approches participatives s'appliquent à des personnes pas encore prêtes à passer à l'action. De nombreux processus d'apprentissage social sont à l'œuvre, comme l'influence sociale directe par mise en jeu du mimétisme d'actions, de la comparaison sociale, de la norme sociale (Gaunet & Moulet-Darzacq, soumis ab). L'enjeu sur ce premier terrain pourrait donc être d'analyser comment ces processus d'imitation/contagion diffusent au sein des entreprises et contribuent à modifier les processus de management et d'organisation du travail en lien avec les enjeux environnementaux.

4.2 Amplifier les mécanismes de changement de pratiques de tous les acteurs locaux

Parallèlement, on observe une véritable vague de déploiement de collectifs et d'outils de soutien au changement de pratiques depuis les Accords de Paris en 2015, que l'on peut considérer comme la prise en main populaire, para-scientifique et scientifique, de la prise de conscience des crises environnementales, résultant possiblement du constat d'échec des politiques publiques.

Nous proposons dans ce contexte d'ouvrir un axe de recherche-action sur l'étude des modulateurs sociaux et non sociaux des mécanismes de contagion comportementale et d'apprentissage à l'œuvre dans ces collectifs.

Cela peut concerner *le mimétisme du résultat d'actions* (site démonstrateur via l'émulation vers le but dépendant des savoir-faire préalables et la comparaison sociale avec les personnes en présence dont les pairs). Ces résultats d'actions présentés sous forme de site démonstrateur, peuvent concerner le tri des déchets, la désimperméabilisation des sols, l'utilisation des panneaux solaires ou des pompes à chaleur, la rénovation des bâtiments, l'électrification des poids lourds, le développement des puits de carbone naturels, l'éolien le photovoltaïque, l'agroécologie, etc. Depuis la diffusion des panneaux solaires aux E.U. dans les années 70 et plus tard (Bollinger & Gillingham, 2012), on sait que rendre visible un résultat d'action, ici leur installation sur les toits (et non dans un jardin), est un levier à leur diffusion sur le territoire. D'autres facteurs pourraient moduler la vitesse de cette diffusion, comme la visite organisée d'un toit équipé (un site démonstrateur), un échange direct avec le voisin qui s'est équipé, le degré d'affiliation avec le voisin, ou la catégorie socioprofessionnelle. Il n'existe pas d'étude sur ce sujet à notre connaissance, à part dans le milieu rural où les visites de fermes démonstratrices sont effectuées par des agriculteurs et pour des agriculteurs du même secteur géographique montrant l'importance de l'activité finale du pair de sa propre région (Mercado et al., 2001).

Cela peut concerner également le *mimétisme des actions elles-mêmes*, comme l'usage de sacs de transport à la place d'emballages ou le tri, les pratiques agricoles de conservation des sols et d'élevage décarboné, les pratiques numériques sobres, l'usage des transports en commun et du vélo, entretenir les puits de carbone naturel, etc. Il est question, ici, de personnes prêtent à passer à l'action devenant des communautés apprenantes (Gaunet, 2025 ; Gaunet & Moulet-Darzacq, soumis ab). Par ailleurs, pour différents comportements et espèces sociales, le mimétisme d'action est modulé par des facteurs sociaux et non sociaux, intrinsèques ou extrinsèques (e.g. qualité et nombre de démonstrateurs, nombre de participants dans le groupe d'apprenants, effet de la présence d'une audience, etc. ; Lamontagne & Gaunet, 2023 ; Gaunet & Moulet-Darzacq, soumis b).

Il y a donc ici moyen d'étudier la facilitation de ces deux types de contagion comportementale, càd à partir de la présentation des résultats d'actions (sites démonstrateurs) et des actions (session de formation ou chantiers participatifs) des personnes prêtes à passer à l'action (Gaunet, 2025 ; Gaunet & Moulet-Darzacq, soumis b). Le cas emblématique serait l'étude conjointe des facteurs modulateurs de l'appropriation de nouvelles pratiques lors de leurs déroulés, ainsi que de leur diffusion territoriale et nationale (Millar & Curtis, 1997 ; Pahl-Wostl, 2006 ; Tumbo et al., 2011 ; voir l'importance de la norme sociale dans le changement de pratique relativement à l'usage des

pesticides, Meunier et al., 2024). Cette approche de *formation* présente à notre sens une perspective importante de recherches à effectuer sur les communautés apprenantes prêtes à passer à l'action, qui effectuent un changement de pratiques culturelles ensemble. Là encore, les cadres de l'analyse ergonomique des activités et de la conduite du changement pourraient fournir de riches éléments d'analyse pour évaluer les conséquences possibles de ces processus de formation.

4.3 Proposition d'un terrain concret pour la mise en œuvre de démarches collaboratives

Pour illustrer cette trame d'échafaudage entre deux rives de sous-disciplines d'étude du comportement et des mécanismes cognitifs/psychologiques sous-jacents, nous proposons pour finir un premier exemple concret appuyé sur un ensemble de travaux préalables déjà disponibles en sciences cognitives. Il s'agit de l'étude des facteurs sociaux et non sociaux qui modulent l'appropriation de pratiques de culture de l'eau et des végétaux suite à une démonstration d'action, ou d'activité composée de plusieurs actions. Nous présentons ci-dessous un cas que travaille l'un des coauteurs : l'étude des leviers à un chantier participatif, par exemple pour la construction de mycoducs[3] dans une vigne en pente, voir la Figure 1.

Figure 1 : aménagement de sol de type 'myocoduc' dans les vignes, Ardèche

La problématique de transition environnementale à résoudre : les territoires sont soumis à des conditions de trop-plein ou de manque de pluie, avec les conséquences telles que l'érosion des sols, les inondations, les sécheresses et morts des végétaux, la chaleur. Les vignes sont également victimes de ces situations.

La solution : retenir, ralentir, diriger et infiltrer les eaux de pluie à l'année dans les sols et les nappes afin de conserver les végétaux en place qui vont retenir la terre et l'eau, ou d'en planter de nouveaux. Ces techniques sont des combinaisons de solutions fondées sur la nature de types aménagements de marres, de noues creusées le long des lignes de niveaux à partir des talwegs, combinées à des plantations végétales et à la confection de sols couverts ou auxquels on ajoute des plantes compagnes. Ces nouvelles pratiques augmentent les mycorhizes et ainsi la résilience du sol en le rendant plus vivant. En territoire semi-désertique comme certains territoires en région PACA, les restanques[4] sont une solution. En post-feu, on y pose des fascines[5] pour limiter l'érosion des sols. En Bretagne, on voudra plutôt refaire de l'épaisseur de sol d'une part et également retenir le plus possible l'eau de pluie à l'année en amont dans les bassins versants. La contribution de la psychologie ergonomique est attendue sur les axes ci-dessous.

[3] Un mycoduc est une noue/rigole serpentant en descente parmi des plantations. Son remplissage de petites branches ralenti l'eau de pluie.

[4] Restanque : c'est un mur de *retenue* en pierres sèches, paremenété sur les deux côtés, barrant le lit d'un torrent intermittent pour provoquer un atterrissement en amont (tout en laissant passer l'eau) et créer ainsi une terrasse de cultures dans des endroits escarpés (e.g. oliviers).

[5] Une fascine est un dispositif « d'hydraulique douce » constitué de fagots de bois superposés, fixés au sol entre deux rangées de pieux, dont l'objectif est de faire obstacle aux coulées de boue.

La population ciblée : un choix de la population à étudier devra être effectué : personnes tout venant du territoire ou seulement les agriculteurs ? ou les deux ?

La pratique en question : plusieurs pratiques peuvent donc être choisies. Et dans celles-ci, différentes actions peuvent être choisies. Prenons l'exemple de la réalisation d'un mycoduc sur toute la longueur du champ de vigne, voir la Figure 1.

L'étude à la croisée de deux sous-disciplines :

a- une première étape consisterait en la confection du 'design' des aménagements à effectuer par le/la spécialiste, dont le tracé au sol. Cette étape pourrait être enrichie par l'étude des pratiques d'experts.

b- puis une analyse de l'activité serait à effectuer. Par exemple : 1/ piocher pour ramollir la terre (voir la Figure 2), 2/ retirer la terre de la noue, 3/ la plaquer en aval de la noue pour en faire un replat, 4/ rapporter du petit bois et 5/ en garnir le fond de la noue. L'analyse de l'activité serait l'approche scientifique mobilisée pour a- et b-. C'est selon ce découpage d'activité que pourrait alors être mobilisées les sciences cognitives afin d'étudier l'effet de modulateurs sociaux et non sociaux sur la reproduction d'actions, via différentes conditions expérimentales.

Figure 2 : activité de piochage

c- L'étape de conception d'une expérimentation en psychologie/éthologie/ergonomique cognitive interviendrait alors.

Les modulateurs sociaux à tester pourraient être le nombre de démonstrateurs, la nature des démonstrateurs (une personne lambda du territoire, un technicien du domaine, une figure politique, un.e artiste célèbre engagé.e pour l'environnement, etc.), la distance entre le démonstrateur et les participants. Les modulateurs non sociaux pourraient être la présence vs. l'absence d'une musique ou d'un rythme, ou la présentation la veille d'une conférence généraliste d'information sur le dérèglement climatique afin d'étudier si des aspects cognitifs percolent sur l'action le lendemain.

Pour la capture des comportements, le groupe de participants pourrait porter des capteurs de mouvement type Mokopi/SONY https://www.youtube.com/watch?v=ArwYvo5HfVI (Figure 3.). Le groupe pourrait également être filmé et son comportement pourrait être évalué en tant que groupe (méthode d'échantillonage du 'scan sampling' en éthologie toutes les 5 minutes par ex.). Les individus pourraient aussi faire l'objet d'une prise visuelle ('focal sampling' en éthologie) et leurs comportements analysés sur la durée.

Figure 3 : illustration de la capture du mouvement de la jeune fille modèle

Les variables indépendantes à analyser seraient : le nombre de gestes/actions identiques à la démonstration, le nombre de personnes effectuant le geste/l'action démontrée, le linéaire au sol confectionné comme attendu (garant de l'efficacité de la démonstration d'action), etc. Le degré de reproduction des gestes/actions/activités et la taille des surfaces aménagées seraient obtenus et analysés selon les modalités des facteurs testés. Cette étude pourvoirait donc des connaissances théoriques sur les facteurs sociaux et non sociaux qui facilitent le mimétisme d'actions et le déroulé d'un chantier participatif, et donc l'appropriation de nouvelles pratiques, dans un contexte de décroissance des pratiques nécessaires pour la transition environnementale.

d- Une dernière étape serait l'étude de la diffusion de la pratique enseignée à chaque participant vers les suivants au cours du temps (par mail ou questionnaire ou entretien).

Sur la Figure 4, nous présentons un autre type de pratiques effectuées en collectif, qui pourrait être également étudié.

Figure 4 : reproduction d'actions démontrées par un modèle, par des stagiaires en formation.

5 CONCLUSION

Nous souhaitons profiter de ce colloque pour échanger au sujet de ce rapprochement de nos deux sous-disciplines de la psychologie en vue de magnifier l'étude de changements de pratiques (appropriation et diffusion). Les propositions de solutions seraient à évaluer pour faciliter les dynamiques sociales de transitions de pratiques vers des pratiques pro-environnementales.

Cet échange peut être amorcé sur la base de l'exemple d'étude de cas d'expérimentation décrit ci-dessus – de nombreux autres terrains peuvent bien évidemment être également considérés sur la base de travaux préexistants ou d'intérêts partagés.

6 RÉFÉRENCES

Arnoud, J., & Falzon, P. (2013). Changement organisationnel et reconception de l'organisation: des ressources aux capabilités. *Activités*, *10*(10-2).

Bandura, A. (1977a). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bandura, A. (1977b). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review, 84(2),* 191.

Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science, 1(2),* 164.

Bollinger, B., & Gillingham, K. (2012). Peer effects in the diffusion of solar photovoltaic panels. *Marketing Science*, *31*(6), 900-912.

Carta, G., & Falzon, P. (2017). Co-construire l'autopoïèse organisationnelle: le Laboratoire Développemental comme modèle et comme moyen de l'intervention capacitante. *Activités*, *14*(14-2).

Chater, N., & Loewenstein, G. (2023). The i-frame and the s-frame: How focusing on individual-level solutions has led behavioral public policy astray. *Behavioral and Brain Sciences*, *46*, e147.

Engeström, Y., & Sannino, . (2013). La volition et l'agentivité transformatrice: perspective théorique de l'activité. *Revue internationale du CRIRES: innover dans la tradition de Vygotsky*, *1*(1), 4-19.

Falzon, P. (1994). Les activités méta-fonctionnelles et leur assistance. *Le travail humain*, 1-23.

Faulx, D., Nion, C., Collière, P., & Capoen, E. (2019). Mettre en œuvre des actions de formation et de changement: une relecture contemporaine de Kurt Lewin dans le contexte de l'agroécologie. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, *121122*(1), 25-44.

Gaunet, F. (2025). Crises environnementales et changement de pratiques : les apports de l'apprentissage social ("social learning"), une instanciation de la cognition sociale. *63ème congrès de la SFP*, Nantes, 10-12 décembre.

Gaunet, F, & Moulet-Darzacq, R. (soumis a). Adoption of resilient soil rainwater harvesting and agricultural practices. Part I. Structural, informational and social (learning) influence.

Gaunet, F, & Moulet-Darzacq, R. (soumis b). Adoption of resilient soil rainwater harvesting and agricultural practices. Part II. Social and nonsocial influence on demonstrated actions and results of actions

Green, M., & Piel, J. A. (2009). *Theories of human development: A comparative approach* (second ed.). PrenticeHall, Inc.

Heyes, C. (2021). Imitation. *Current Biology, 31(5),* R228-R232.

Kovacs, B., Gaunet, F., & Briffault, X. (2004). Techniques d'Analyse de l'Activité pour l'Interaction HommeMachine. Londres: Hermes Science Publisher, pp.10.

Lamontagne, A., & Gaunet, F. (2023). *Revealing Behavioural Synchronization in Humans and Other Animals*. Springer Nature Switzerland.

Leplat, J. (2011). *élanges ergonomi ues : Activite com étence, erreur*. Toulouse : ctarès.

Lenton, T. (2025). *Positive Tipping Points: How to Fix the Climate Crisis*. Oxford University Press.

McCormick, M. J., & Martinko, M. J. (2004). Identifying leader social cognitions: Integrating the causal reasoning perspective into social cognitive theory. *Journal of Leadership & Organizational Studies, 10(4),* 2-11.

Mercado Jr, A.R., Patindol, M., & Garrity, D.P. (2001). The Landcare experience in the Philippines: Technical and institutional innovations for conservation farming. *Development in Practice, 11(4),* 495-508.

Meunier, E., Smith, P., Griessinger, T., & Robert, C. (2024). Understanding changes in reducing pesticide use by farmers: Contribution of the behavioural sciences. *Agricultural Systems*, *214*, 103818.

Millar, J., & Curtis, A. (1997). Moving farmer knowledge beyond the farm gate: An Australian study of farmer knowledge in group learning. *European Journal of Agricultural Education and Extension, 4(2),* 133-142.

lander, F., & Thøgersen, J. (1995). Understanding of consumer behaviour as a prerequisite for environmental protection. *Journal of Consumer Policy*, 18, 345-385.

Pahl-Wostl, C. (2006). The importance of social learning in restoring the multifunctionality of rivers and floodplains. *Ecology and society*, *11*(1).

Tumbo, S.D., Mutabazi, K.D., Byakugila, M.M., & Mahoo, H.F.M. (2011). An empirical framework for scaling-out of water system innovations: Lessons from diffusion of water system innovations in the Makanya catchment in Northern Tanzania. *Agricultural Water Management, 98(11),* 1761-1773.

Saussez, F. (2016). Les visées développementales de la co-analyse de l'activité: une lecture critique à l'aide de la notion de zone de développement le plus proche. *Travail et Apprentissages*, 17(1), 121-148.

Schwartz, J.L., Plancher, G., & Gaunet, F. (en révision). Sciences cognitives et crises environnementales. 1. Un état des lieux de la recherche en France. *Intellectica*.Vygotsky, L. S. (1987). Lectures on psychology. Dans *The collected works of L. S. Vygotsky. Vol. 1. Problems of general psychology*. New York : Plenum.

Yvon, F., & Bérubé, M. (2024). Introduction à la psychologie ergonomique de Jacques Leplat. *Pistes: Perspectives Interdisciplinaires sur le Travail et la Santé*, 26(3).

La conception en transition - Retour d'expérience sur la prise en compte de la problématique environnementale

Dominique Deuff
Orange Innovation
dominique.deuff@orange.com

Laetitia Gros
Orange Innovation
laetitia.gros@orange.com

Mathilde Cosquer
Orange Innovation
mathilde.cosquer@orange.com

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

De nos jours, tout devient connecté. Et ces objets connectés croissent à un rythme exponentiel. Dans ce contexte, un opérateur de télécommunication, acteur du numérique, s'est engagé à respecter l'Accord de Paris avec un objectif net zéro carbone pour 2040. Pour tenir ses engagements, l'opérateur a jugé nécessaire que tous les produits de sa marque soient inscrits dans une démarche d'éco-conception. Équipe de recherche de l'opérateur, nous avons monté un projet qui s'inscrive dans les objectifs de l'Accord de Paris, d'une part en s'engageant dans une démarche de « design circulaire », et d'autre part en répondant à la problématique de baisse de l'empreinte carbone des clients de l'opérateur. Ce travail a nécessité une transition de la méthodologie de conception. À travers un retour d'expérience, cet article soulève certaines difficultés rencontrées lors du basculement d'une activité de conception centrée humains vers une conception souhaitant prendre en compte l'environnement.

MOTS-CLÉS
transition d'activités, transition écologique, design circulaire, conception, retour d'expérience.

1 INTRODUCTION

Domicile, voiture, machine à café, télévision, lampe, ordinateur, téléphone mobile, etc. De nos jours, tout devient connecté. Et ces objets connectés croissent à un rythme exponentiel[6]. Or l'impact environnemental du numérique correspondant à 4,4% de l'empreinte carbone de la France en 2022 (Brilland et al., 2025) ne cesse d'augmenter, et cette progression est liée pour 50% aux terminaux des usagers, pour 46% aux data centers, et pour 4% aux réseaux qui transfèrent les données (Brilland et al., 2025).

À la suite de la signature de l'Accord de Paris en 2015, 150 entreprises françaises se sont fixées des objectifs pour limiter les émissions carbone (Riboulot, 2024). Pourtant, 10 ans après l'accord de Paris, il faut constater que si les émissions des scopes 1 et 2 du protocole GHG[7] des entreprises baissent grâce à une transition des sources énergétiques vers des énergies électriques ou de moindre impact environnemental, les émissions indirectes issues du scope 3, prenant en compte l'ensemble de la

[6] *Empreinte environnementale du numérique mondial.* https://www.greenit.fr/etude-empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/#recommandations

[7] Le protocole GHG (GreenHouse Gas) offre une méthode permettant de calculer l'impact des émissions à effet de serre d'une entreprise ou organisation selon trois scopes. Le scope 1 concerne les émissions directes relatives aux énergies fossiles. Le scope 2 s'intéresse aux émissions indirectes liées aux énergies fossiles. Enfin Le scope 3 inclue l'ensemble des émissions issues de la chaîne de valeur d'une entreprise, de l'achat de biens ou matières premières à des fournisseurs pour la production d'un produit ou service, à leur usage par des clients.

chaîne de valeur, ne cessent d'augmenter (Bernardou & Petitjean, 2025). Dans ce contexte, un opérateur de télécommunication, acteur du numérique, s'est engagé à respecter l'Accord de Paris avec un objectif net zéro carbone pour 2040. Pour l'opérateur, cela implique de réduire ses propres émissions à effet de serre, mais aussi d'inviter ses clients et fournisseurs à réduire les leurs (scope 3). Pour tenir ses engagements, l'opérateur a jugé nécessaire que tous les produits de sa marque soient inscrits dans une démarche d'éco-conception[8].

Dans ce cadre, nous, équipe de Recherche étudiant la possibilité qu'un robot de type objet à comportement[9] (Quinz, 2021) puisse servir, grâce à ses mouvements, de moyen de communication, avons lancé un projet qui s'inscrive dans les objectifs de l'Accord de Paris, d'une part en s'engageant dans une démarche de « design circulaire »[10], et d'autre part en répondant à la problématique de baisse de l'empreinte carbone des clients (scope 3).

À travers cet article, nous avons voulu faire le bilan de ce travail impliquant la transition d'une activité de conception centrée sur l'usager vers une activité de conception respectueuse de l'environnement.

2 CADRE THÉORIQUE

Depuis le début des années 2000, la prise en compte des enjeux environnementaux est un sujet de préoccupation pour l'ergonomie, qui prend de l'ampleur au fur et à mesure des années. Les actes de la SELF intitulés « *Ergonomie et développement durable* » (La SELF, 2005), et la création en 2008 d'un Technical Committee de l'IEA intitulé « *Human Factors and Sustainable Development* » en sont les prémices.

Selon Pueyo (2022), « *le travail est une d[es] composantes majeures du problème, mais il peut être également une des clés pour relever les multiples défis et en sortir* ». De fait, les ergonomes, qui s'intéressent à l'activité humaine, sont des acteurs pertinents et concernés pour soutenir les transformations et façonner des futurs durables (Bourmaud & Quentin-Bourmaud, 2023; Pueyo, 2022). Dans leurs interventions, les ergonomes sont confrontés aux enjeux environnementaux, soit car ces enjeux sont inscrits dans la demande d'intervention, soit car ils se révèlent lors de l'intervention, soit, enfin, par la volonté du praticien de les intégrer (Bourmaud & Quentin-Bourmaud, 2023). Mais sur quels outils l'ergonome peut-il s'appuyer, quelles méthodologies doit-il mettre en œuvre pour soutenir les transitions en cours ? L'une des pistes propose de s'appuyer sur les dix-sept objectifs du développement durable proposés par l'ONU (Bolis et al., 2023; Bourmaud & Quentin-Bourmaud, 2023). D'autres auteurs semblent requestionner le métier au regard de l'anthropocène et mettre en avant des caractéristiques nécessaires à l'évolution du métier. Par exemple, Béguin (2022)propose de passer par la conduite de projet impliquant une conception qui se réalise pas à pas sur la base d'un souhaitable qui peut évoluer dans le temps, s'ajustant aux écueils rencontrés. Pueyo (2022) s'intéresse à la prospective du travail proposant une démarche basée sur l'idée de contrat de base offrant « *la capacité d'agir en polyphonie au long cours, en parcourant un chemin incertain, mais ouvert à l'inespéré* ». Prost et al. (2024) notent l'importance de deux éléments récurrents dans les interventions étudiées, l'application d'analyses systémiques intégrant des approches multi-niveaux et multi-temporalité, et la nécessité d'impliquer des équipes pluridisciplinaires.

Des démarches de conception prenant en compte les enjeux environnementaux sont également connues voire appliquées par les entreprises. Ce sont des démarches dites « circulaires » car elles s'appuient sur le cycle de vie d'un produit ou service. Ainsi, l'écoconception vise à minimiser l'impact environnemental des produits et services conçus, en étudiant chaque étape du cycle de vie (Conception, Matières premières, Fabrication, Transport, Usage, Fin de vie). Le Design circulaire

[8] « *L'éco-conception est une approche méthodique qui prend en considération les aspects environnementaux lors du processus de conception et développement dans le but de réduire les impacts environnementaux négatifs tout au long du cycle de vie d'un système* » Norme NF X30-264. https://www.eco-conception.fr/static/definition-de-leco-conception.html

[9] Un objet à comportement est un objet non anthropomorphique, qui réalise des mouvements spontanés, paraissant imprévisibles, et conduisant à penser qu'il a une volonté et une intention qui lui est propre.

[10] Le design circulaire « *est une approche systémique, qui permet de penser tout l'écosystème du produit/service en intégrant, mesurant et limitant tous les flux entrants et sortants à chaque étape de son cycle de vie et d'en limiter son futur impact environnemental.* » https://www.cnfpt.fr/sites/default/files/document/1687525479/design-circulaire.pdf

répond aux mêmes aspirations, mais avec une focalisation plus importante sur l'usage du produit comme fil conducteur de la démarche. Enfin, le Design régénératif, au-delà de la « circularité », vise des impacts positifs sur les environnements de vie, en favorisant la biodiversité et en cherchant à créer des systèmes résilients s'inspirant de la nature.

3 CAS D'ÉTUDE

3.1 Contexte global

Le projet entrepris par notre équipe de recherche en janvier 2024 visait à placer en boutique un objet à comportement qui inciterait les clients à une consommation plus vertueuse permettant une baisse de leur impact carbone. Au-delà de cet objectif, deux enjeux étaient présents : un enjeu scientifique autour de l'objet à comportement (et la possibilité que le mouvement soit un mode de communication incitant une personne à agir), et un enjeu expérientiel (proposer une nouvelle expérience dans les boutiques de l'opérateur).

Pilotés par une ergo-designer, les projets que nous menons s'inscrivent à la croisée entre la recherche-projet et la recherche-création (Raîche-Savoie & Déméné, 2022). C'est une recherche-projet, dans le sens où la recherche se réalise par la pratique du design sur un terrain défini. C'est aussi une recherche-création puisque le projet laisse une place à la création et l'exploration, offrant ainsi une ouverture à la réalisation d'un artefact original. Pour mener ce projet, le processus global de conception considéré (Figure 1) s'appuie sur des outils d'ergonomie pour la phase de découverte et de compréhension du terrain, puis bascule sur des outils issus d'une pratique de designers pour les phases de conception.

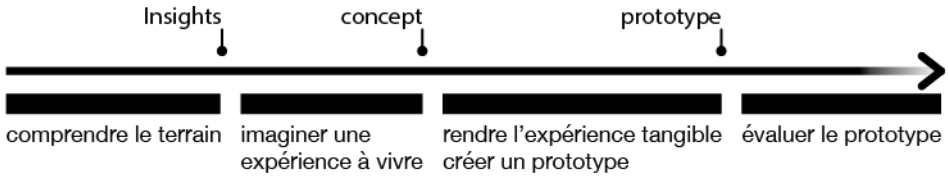


Figure 1 : processus global de conception ergo-design centré humain

Ce processus, dont les fondements sont ceux de la Conception Centrée Utilisateurs (ISO 9241-210, 2019) et le Double-Diamant[11], est essentiellement orienté sur l'humain, ses activités, ses expériences. Basculer d'un process de design centré sur l'usager à une démarche « circulaire » nécessite d'apporter des changements dans le processus de conception habituellement appliqué (Figure 1). Comment alors procéder pour changer de posture et intégrer une démarche « circulaire » ? La section suivante décrit la démarche mise en œuvre.

3.2 Déroulement du processus de conception

Penser « design circulaire », c'est étudier l'ensemble du cycle de vie d'un produit ou service. Cependant, au démarrage du projet, l'idée même du concept n'existait pas, aussi la démarche a-t-elle commencé par une approche classique de conception centrée sur l'humain, à savoir l'étude du terrain. Ainsi, le projet, ancré dans le contexte réel des boutiques d'un opérateur de télécom (Figure 2), a démarré par une étude en boutique, avec pour objectif de comprendre les activités des salariés et des usagers, mais aussi de représenter un système de fonctionnement de la boutique. Une ergo-designer et une designer ont réalisé durant six jours, des observations sur la base de grilles construites, et des entretiens informels avec les conseillers des boutiques. En parallèle, le projet concernant l'impact environnemental, un questionnaire en ligne a été créé et a permis de recueillir l'avis de treize conseillers quant à leur perception des enjeux environnementaux au regard de leur activité.

[11] https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/

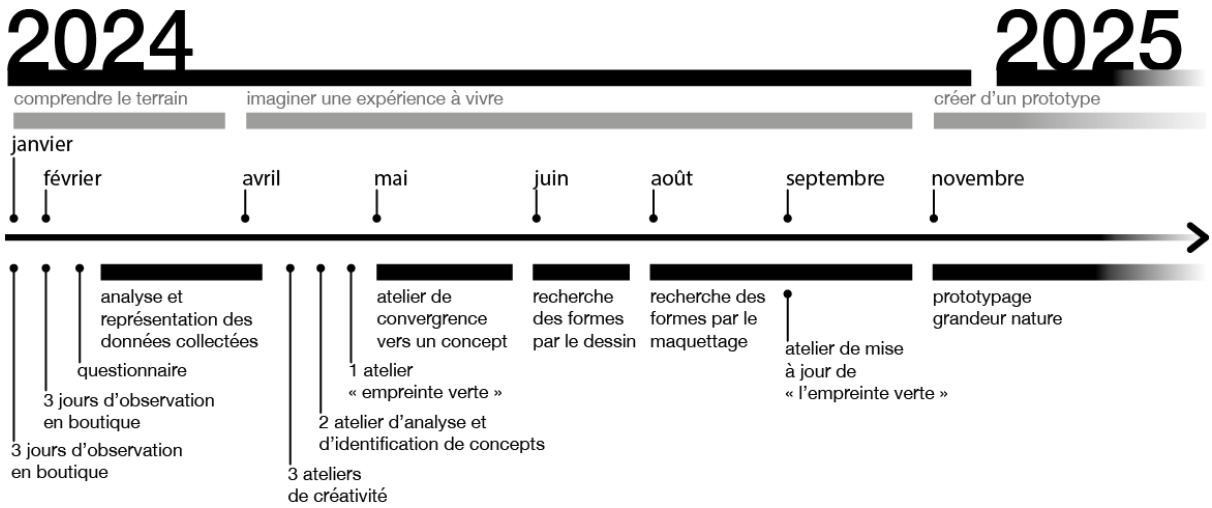


Figure 2 : la démarche de conception

Sur la base des connaissances issues de l'analyse des données du terrain, la démarche de conception s'est poursuivie par une succession de trois ateliers de créativité de deux heures chacun, en présentiel. Ils ont été menés par une ergonome facilitatrice auprès, pour le premier atelier, de sept concepteurs-designers, pour le deuxième, des sept membres pluridisciplinaires de l'équipe projet et, pour le dernier, de sept participants extérieurs. Ces ateliers avaient pour but d'explorer des idées autour de la prise en compte de l'impact environnemental dans les boutiques de l'opérateur.

Lors de deux nouveaux ateliers d'une journée chacun, une analyse des ateliers de créativité par l'ergo-designer et trois designers a permis d'identifier dix-huit thématiques menant à autant de concepts. À l'issue du second atelier, après de nombreux échanges et activités de projection par le dessin sur chaque concept, six objet-concepts ont été retenus pour leur pertinence au regard du projet.

C'est finalement une fois ces six objet-concepts globalement établis que nous avons réellement pu intégrer la pensée « circulaire », en ajoutant à notre démarche habituelle un atelier « empreinte verte[12] » s'articulant autour du cycle de vie d'un produit. Durant cet atelier, l'ergo-designer a parcouru avec deux designers et deux expertes en design « circulaire », les six phases du cycle de vie d'un produit afin d'identifier les différentes pistes permettant de minimiser l'empreinte carbone de chaque objet-concept. Les paragraphes suivants décrivent les réflexions issues de cet atelier.

Ainsi, habitués à penser des concepts sans véritablement s'inquiéter de leur réalisation, il a fallu, dans la phase Matières premières, s'interroger sur la provenance des ressources utiles pour la réalisation du concept imaginé. Cette réflexion nous a amenés à nous intéresser à la réutilisation de matériaux, à la fois pour la partie électronique, mais également pour la réalisation de la forme de l'objet-concept.

Réfléchissant à la phase de Fabrication, nous avons opté pour une réalisation du prototype de l'objet en local et par nos propres moyens. Prendre ce tournant signifiait monter en compétences sur des machines permettant la réalisation de l'objet-concept. Ce choix nous a amenés à fréquenter régulièrement le Fablab local. Cette phase a aussi soulevé la question du déploiement du prototype dans l'ensemble des boutiques de l'opérateur. Supposons que l'objet-concept soit adopté, comment faire pour limiter l'effet d'échelle de sa fabrication ? L'idée de partage de l'objet-concept entre les boutiques, et donc d'une non-continuité dans le service a ainsi été retenue.

Pour le transport de l'objet partagé, divers modes de mobilité ont été évoqués, et le recours au personnel nomade de l'entreprise a semblé judicieux pour éviter le coût d'un transport dédié à l'objet-concept seul.

[12] La méthode de l'empreinte verte est à la croisée entre le cycle de vie et la méthode du Blueprint. La méthode permet d'identifier le cycle de vie d'un service et d'en voir son évolution dans le temps.

Dans la phase Usage, il a fallu non seulement penser à l'objet dans son usage, mais également, à sa mise en place dans la boutique et à sa maintenance. Nous avons dirigé la réflexion sur la possibilité de s'appuyer sur les ressources humaines existantes et la façon dont un conseiller pourrait prendre en charge le bon fonctionnement et la maintenance de l'objet-concept. Ceci a constitué une contrainte de conception, à savoir proposer un objet-concept modulaire, de construction simple et accessible à un premier niveau de maintenance.

Lors des réflexions sur la fin de vie de l'objet-concept, il a été intéressant de constater qu'en prenant en compte les éléments envisagés précédemment, l'objet-concept intégrait déjà le recyclage de matériaux, la réutilisation de matériaux, la notion de réparation et par sa modularité, la réallocation de partie d'objet.

Cet atelier, au-delà de son objectif premier qui visait à choisir parmi les six objet-concepts identifiés, celui qui serait à réaliser, a surtout ouvert des opportunités de conception et orienté certains choix de réalisation.

À la suite de cet atelier « empreinte verte », l'ergo-designer accompagnée d'une des designers ont défini l'objet-concept ki-éko décrit dans la section suivante, résultat d'une combinaison de plusieurs objets-concepts. Puis, le processus s'est poursuivi par un travail de recherche de formes, par le dessin, et le maquettage. Enfin, avant le passage à la réalisation d'un prototype, nous avons souhaité réaliser un nouvel atelier orienté éco-conception, afin de reparcourir le cycle de vie de l'objet-concept au regard des avancées du projet.

3.3 Ki-éko, un objet à comportement pour les boutiques

Figure 3 : maquette en grandeur réelle de l'objet principal Ki-éko

Figure 4 : maquette grandeur réelle d'un objet secondaire.

Figure 5 : des jetons disposant de l'information Eco Rating du téléphone des usagers.

La démarche appliquée et décrite précédemment a mené à un objet-concept nommé Ki-éko (Deuff et al., 2025). C'est un objet qui a pour but de sensibiliser et d'orienter un usager vers un téléphone mobile de moindre impact environnemental que celui qu'il possède. Il est composé d'un objet à comportement, l'objet principal (Figure 3), qui associe une base fixe sur laquelle poser un téléphone et une partie élevée comprenant 16 pétales de bois en mouvement. Ki-éko, par ses mouvements, propose aux usagers passant en boutique un bilan de l'Eco Rating[13] de leur téléphone

[13] L'Eco Rating propose un score évaluant les terminaux avec différents indicateurs environnementaux (réparabilité, durabilité, recyclabilité, préservation des ressources, respect du climat) https://www.ecoratingdevices.com/fr/

mobile (bilan qui lui est fourni au format pdf à partir d'une application mobile liée au dispositif), et les dirige vers des objets secondaires (Figure 4) placés à proximité des téléphones mobiles de moindre impact proposés en boutique. Ces objets secondaires renseignent l'usager sur l'Eco Rating de ces téléphones et lui permettent, grâce à un jeton reçu lors de son interaction avec l'objet principal (Figure 5) et contenant l'enregistrement des valeurs d'Eco Rating de son mobile, de les comparer avec les valeurs de ces téléphones mobiles.

4 RETOURS D'EXPÉRIENCE

Cette section rend compte de nos réflexions sur la démarche menée pour réaliser ki-éko. Elle s'appuie sur les manières de « *l'agir — c'est-à-dire les manières de penser, de s'adapter, de résister, de contourner ou de réinventer les situations — que les individus, les collectifs et les organisations vivent ces transitions* »[14]. Cette catégorisation permet de balayer notre cas d'étude et d'évoquer les difficultés rencontrées dans la transition d'activité de conception.

4.1 Penser

Basculer d'un process de design centré sur l'usager et ancré dans une pratique à une démarche « circulaire » a tout d'abord impliqué de comprendre comment intégrer la notion de circularité dans notre pratique habituelle. Il a notamment fallu assimiler le fait que la phase Conception d'un produit ou service écoconçu (donc prenant en compte le cycle de vie de ce produit) soit une partie intégrante de ce cycle. Nous observons et étudions le cycle de vie, tout en étant dans le cycle de vie.

Avec un regard extérieur, l'exploration des phases du cycle de vie, l'une après l'autre, pour imaginer la façon dont l'objet-concept pourrait être écoconçu, a permis de révéler différents éléments et questionnements habituellement peu considérés : participation de parties prenantes autres que les usagers ciblés (salariés nomades, par exemple), lieux de réalisation et sources d'approvisionnement (où est réalisé le produit ou service ? D'où sont issus les matériaux ? Comment faire pour rester local ?) et différents stades dans l'usage (Quand va être utilisé mon objet ? Est-ce qu'il peut être partagé ? Que va devenir mon objet en fin de vie ?). Ces éléments observés dans les différentes phases du cycle de vie deviennent des enseignements pour la conception ; phase elle-même du cycle de vie de l'objet-concept. Si bien qu'étant dans le cycle du produit, nos actions, nos activités sont non seulement en lien avec les autres phases du cycle de vie, mais ont également leur propre coût environnemental.

Dans notre cas d'étude, cette perception de la circularité n'ayant été comprise qu'au moment de l'atelier « empreinte verte », avec du recul, il nous apparaît que les observations réalisées au début du projet n'étaient pas complètes. Le fonctionnement du système « boutique » était identifié, mais l'étude des acteurs et des ressources hors du système n'a pas été assez approfondie. Cela constitue un manque pour, plus largement, s'appuyer sur les moyens existants et les prendre en compte dans la conception d'un produit ou d'un service.

4.2 S'adapter

Dans une logique de ré-usage, nous souhaitions utiliser le plus possible de matériel existant, en particulier le matériel de l'entreprise. Or les composants électroniques des dispositifs de connexion aux réseaux produits par l'opérateur (Box Internet, décodeur TV, etc.) ne sont pas réutilisables en raison de la présence de fusibles sur les cartes à puces et de la spécificité des cartes empêchant une reprogrammation. Si bien qu'il a fallu acheter de nouveaux composants électroniques, et cette obligation interroge sur les filières de réutilisation de ces composants.

De même, pour la forme des objets, nous avions entrepris une démarche basée sur le réemploi de matériaux au plus proche du lieu de création (planches de bois récupérées sur notre site de travail et à l'objèterie de proximité), mais le matériel souhaité n'était pas toujours disponible. Poursuivre cette démarche impliquerait d'agrandir le périmètre des lieux de collecte de matériaux (donc plus de transport, et du temps pour faire le tour du territoire), ou disposer de temps pour attendre la disponibilité du matériel souhaité.

[14] Appel à communication du 13e colloque EPIQUE - Agir en transition : les activités humaines entre ruptures et résilience

4.3 Résister

Dans cette section, il nous semble important de noter la résistance à avoir face à l'automatisme de tout voir à travers le prisme du numérique. Un aspect important du numérique est l'idée de performance et d'efficacité liées à la notion de vitesse. Résister à ces injonctions, c'est accepter que l'objet-concept n'ait pas forcément pour but une utilité directe et instantanée, mais apporte par sa lenteur d'autres dimensions telles que la poésie, le jeu, la découverte. Faire cette transition d'approche, c'est s'ouvrir à la « slow technology » (Odom et al., 2021), aborder la conception sous d'autres angles et réinventer des concepts.

En revanche, nous souhaitions imprimer les résultats de l'Eco Rating du téléphone de l'usager sur du papier à graines, afin qu'il puisse en garder une trace. Il s'est avéré difficile de trouver un tel papier utilisable avec une imprimante thermique à intégrer à l'objet. De plus, l'usage d'une imprimante ajoutait un dispositif à notre objet-concept. Aussi, avons-nous abandonné l'idée de proposer à l'usager une trace tangible, et la force de l'habitude a mené à une solution numérique basée sur une application qui puisse fournir les informations à l'usager et lui permettre d'en conserver les données via un fichier au format pdf.

Par ailleurs, afin de minimiser l'énergie et donc l'impact carbone, nous avions dès le départ spécifié aux développeurs de limiter le nombre de données, ainsi que le nombre d'accès au réseau nécessaire au fonctionnement du prototype. Or, à chaque difficulté rencontrée, il est apparu que les solutions proposées étaient souvent liées à un ajout de données et une augmentation du flux des données à travers le réseau.

4.4 Réinventer

Concernant le prototype obtenu, il nous semble que si nous n'avions pas fait ce pas de côté impliquant une transition vers un « design circulaire », l'invention proposée n'aurait pas été aussi riche et originale. En effet, le concept sous-jacent de comparaison d'Eco Rating de téléphones aurait très bien pu se faire entièrement en numérique, l'usager obtenant sa réponse en deux secondes. Grâce au travail réalisé sur le cycle de vie, à la volonté de s'écarter du numérique, et à un retour vers la lenteur, Ki-éko pourrait offrir un parcours de découverte sur un rythme plus proche du vivant, et par sa tangibilité et les matériaux utilisés, apporter un caractère sensoriel et poétique, réinventant l'expérience en boutique.

5 DISCUSSION

Cette expérience de conception nous conduit à énoncer cinq recommandations issues de notre retour d'expérience. La première concerne la nécessité d'observer le sujet d'étude au-delà d'un lieu et d'une période spécifiques, pour agrandir les connaissances spatio-temporelles dans une vision systémique, comme le notaient déjà Bolis et al. (2023), Prost et al. (2024) et Pueyo (2022).

La deuxième recommandation relève d'un questionnement sur la faisabilité d'appliquer les notions de réutilisation ou de recyclabilité, base des démarches « circulaires », ayant amené, comme dans notre cas, à des impasses. Les difficultés rencontrées pour appliquer une telle démarche obligent à s'interroger sur la nécessité d'un changement organisationnel de l'entreprise pour faciliter la réutilisation de matériaux électroniques, ou envisager le partage de ressources (transport dans notre exemple) et la création de nouvelles activités partagées (activité de maintenance de notre objet par un conseiller). Une autre piste consisterait à envisager de concevoir des produits en identifiant les matériaux existants avant la phase d'idéation. Et, une fois les matériaux identifiés, sur la base de l'existence même de ces matériaux disponibles, le processus de conception pourrait démarrer, comme le montre l'initiative du groupe *Reconstrained Design*, à travers le projet « Newton machine »[15]. De cette façon, les activités de conception seraient contraintes par les matériaux disponibles et seraient portées et centrées sur la réutilisation.

[15] Le projet « Newton machine » du groupe Reconstrained Design réutilise des matériaux au rebut pour imaginer des machines qui génèrent de l'énergie. https://reconstrained.design/projects/newton-machine-manifesto

La troisième recommandation a trait au changement d'habitude. Nous avons évoqué la difficulté de s'extraire des automatismes de conception dans la partie Penser, et de la distance à essayer de mettre avec le numérique dans la partie Résister. Comme le précise Perrenoud (2004), « *la réflexion sur l'action permet [..] de prendre mieux conscience de son propre habitus et, parfois, de le faire évoluer* ». Ainsi, en accord avec Perrenoud (2004), une pratique régulière de la réflexivité pourrait ancrer une nouvelle habitude. Ceci fait écho à « l'observatoire du travail » proposé par Béguin (2022) qui s'appuie sur un processus réflexif d'analyse.

Notre expérience a révélé le besoin de temps pour appliquer une démarche « circulaire ». En effet, vouloir comprendre le contexte et sa systémique au-delà d'un seul usager, identifier des matériaux réutilisables, apprendre à faire soi-même, tout cela demande du temps. Or, à l'heure où tout doit aller plus vite, où les mots d'ordre sont rapidité et instantanéité, prendre le temps nécessaire à cette transition vers un « design circulaire » est une vraie gageure. Ainsi, la quatrième recommandation souligne la nécessaire prise de conscience qu'appliquer une telle démarche nécessitera plus de temps qu'un processus classique.

La dernière recommandation, aussi en lien avec la notion de temps, nous amène à recommander d'oser plonger dans ces approches « circulaires » afin de réinventer les situations et proposer des mondes plus durables. En regard à cela, Béguin (2022) évoque la nécessité de pouvoir expérimenter en contexte « *protégé des contraintes, des rythmes, des enjeux immédiats de la production* », ce qui a été le cas dans notre projet. Cela implique que les individus et les organisations acceptent de ralentir, de créer des produits et services qui ne répondent pas aux standards actuels, à des injonctions immédiates ou qui soient plus lents dans leur fonctionnement, laissant de l'espace pour des opportunités d'expérience sensibles et respectueuses de la planète.

6 CONCLUSION

La démarche entreprise dans ce projet semble résonner avec la proposition de Béguin (2022) d'appliquer une conduite de projet articulant le souhaitable et le possible, s'appuyant sur une conception pas à pas. Nous avons débuté le projet avec une page blanche, et avons construit une vision pour concevoir un objet-concept qui s'est vu devoir s'adapter aux aléas du projet. Ce changement de démarche vers une conception durable et circulaire a impliqué, pour le concepteur, qu'il soit ergonome ou designer, de changer de posture, d'être en transition[16]. Cette transition, initiée « *par nécessité (par exemple : se mettre en conformité par rapport à une nouvelle réglementation), et/ou par volonté éthique (valeurs personnelles, citoyennes)* » (Le Bail et al., 2023), s'inscrit dans un temps long et implique un processus de transformation dans le cadre professionnel (Balleux & Perez-Roux, 2011; Béguin, 2022). Cette transformation s'opère non seulement à travers un changement d'activités mais suppose également de basculer vers un nouveau paradigme. En effet, prendre en compte l'environnement implique une transition d'une posture centrée sur l'humain vers une posture reposant sur une nouvelle façon d'envisager le monde dans laquelle les limites planétaires sont prises en compte, l'humain prenant soin du vivant dans son ensemble (Méda, 2016).

Le pas que nous avons fait en bifurquant vers un « design circulaire » n'est que le premier. Cette façon de concevoir reste ancrée dans le paradigme actuel de l'anthropocène et de la croissance. Méda (2016) prône l'idée de devoir quitter le paradigme de l'exception humaine pour concevoir en prenant en compte le milieu dans sa globalité, en prenant le point de vue de la Nature pour passer d'un paradigme de l'exploitation à un paradigme du prendre soin. Ainsi le second pas à réaliser n'est-il pas « *de décrire (et d'écrire) cette nouvelle vision du monde* » (Méda, 2016), de se pencher sur de nouveaux imaginaires (Rigot & Strayer, 2020) pour faciliter la transition vers une activité de conception qui prenne en compte le vivant dans son ensemble ?

[16] « Fait de passer graduellement d'un état à un autre » d'après le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. https://www.cnrtl.fr/definition/TRANSITION

7 BIBLIOGRAPHIE

Balleux, A., & Perez-Roux, T. (2011). Édito. *Recherches en éducation*, (11). https://doi.org/10.4000/ree.4930

Béguin, P. (2022). Raisonner l'action ergonomique pour faciliter les transitions professionnelles. *Vulnérabilités et risques émergents - penser et agir ensemble pour transformer durablement*. 57e congrès de la SELF.

Bernardou, F., & Petitjean, O. (2025). *Dix ans après l'accord de Paris, le CAC 40 a-t-il avancé ?* [Enquête]. Observatoire des multinationales. https://multinationales.org/fr/enquetes/dix-ans-apres-l-accord-de-paris-le-cac-40-a-t-il-avance/

Bolis, I., Sigahi, T. F. A. C., Thatcher, A., Saltorato, P., & Morioka, S. N. (2023). Contribution of ergonomics and human factors to sustainable development : A systematic literature review. *Ergonomics*, *66*(3), 303-321. https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2079729

Bourmaud, G., & Quentin-Bourmaud, L. (2023). Argumentaire pour une révision de la définition de l'ergonomie proposée par la SELF, afin d'intégrer l'objectif d'une préservation de l'environnement. *57e congrès de la SELF*, 204-212.

Brilland, T., Fangeat, E., Meyer, J., & Wellhoff, M. (2025). *Actualisation des chiffres de l'impact du numérique en France—Numérique écoresponsable* [Rapport d'expertise]. Adème. https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/actualites/actualisation-ademe-impact/

Deuff, D., Gros, L., & Pereira, L. (2025). *Un objet à comportement pour les boutiques—De l'observation en boutique à la conception*. Drôles d'objets - Un nouvel art de faire.

ISO 9241-210:2019—Ergonomie de l'interaction homme-système—Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs (ISO 9241-210:2019; p. 33). (2019). https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/05/20/52075.html

La SELF. (2005). *40ème congrès de la Société d'Ergonomie de la Langue Française du 21 au 23 septembre 2005, Saint-Denis de la Réunion : Ergonomie & développement durable : le travail humain comme facteur de développement durable et de cohésion sociale* (ANACT, p. 335 pages). https://veille-travail.anact.fr/ark:/20179/KH5816551181702758423

Le Bail, C., Chizallet, M., Prost, M., & Boudra, L. (2023). L'ergonomie au prisme du développement durable : Accompagner les transitions des organisations et les transformations de l'activité. *Activités*, (20-2). https://doi.org/10.4000/activites.8789

Méda, D. (2016). Une réaction : L'urgence d'un changement de paradigme. *Revue interdisciplinaire d'études juridiques*, *77*(2), 55-72. https://doi.org/10.3917/riej.077.0055

Odom, W., Stolterman, E., & Chen, A. Y. S. (2021). Extending a Theory of Slow Technology for Design through Artifact Analysis. *Human-Computer Interaction*, 1-30. https://doi.org/10.1080/07370024.2021.1913416

Perrenoud, P. (2004). Adosser la pratique réflexive aux sciences sociales, condition de la professionnalisation. *Education permanente*, (160), 35-60.

Prost, M., Le Bail, C., Lassalle, J., Chizallet, M., Boudra, L., Guibourdenche, J., Bourmaud, G., & Rétaux, X. (2024). Ergonomics for sustainable development : Issues, models and practices from the historical analysis of the ARPEGE's French commitee Design for Sustainable Development. *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2024, ECCE '24*, 1-8. https://doi.org/10.1145/3673805.3673823

Pueyo, V. (2022). Contribuer à des futurs souhaitables pour répondre aux défis de l'Anthropocène : Les apports d'une Prospective du travail. *Activités*, (19-2), 15/10/2022. https://doi.org/10.4000/activites.7540

Quinz, E. (2021). *Le comportement des choses*. Les presses du réel. https://actualitte.com/livres/1143309/le-comportement-des-choses

Raîche-Savoie, G., & Déméné, C. (2022). La pluralité de la recherche en design : Tentative de clarification et de modélisation de la recherche-action, de la recherche-création et de la recherche-projet. *Sciences du Design*, *16*(2), 10-29. https://doi.org/10.3917/sdd.016.0010

Riboulot, C. (2024). *4 chiffres sur l'impact des entreprises sur la planète* [Actus des entreprises]. Les échos solutions. https://solutions.lesechos.fr/business-development/c/4-chiffres-sur-limpact-des-entreprises-sur-la-planete-37725/

Rigot, E., & Strayer, J. J. (2020). Retour vers 1972 : Rouvrir les possibles pour le design et l'économie face aux effondrements. *Sciences du Design*, *11*(1), 32-41. https://doi.org/10.3917/sdd.011.0032

Mobiliser la ludification pour la transition vers la mobilité active : revue de la portée

Alexandra Nemery
Département de design, École de technologie supérieure (ÉTS)
alexandra.nemery@etsmtl.ca

Angélique Montuwy
Départements design et génie de l'environnement, École de technologie supérieure (ÉTS)
angelique.montuwy@etsmtl.ca

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Les mobilités actives représentent un levier central pour réduire l'empreinte carbone des déplacements quotidiens. Parmi les approches visant à soutenir les changements de comportement de mobilité au profit des modes actifs, la ludification est de plus en plus utilisée pour influencer l'engagement des usagers. Cette étude propose une revue de portée sur les dispositifs ludiques destinés à encourager le report modal vers la marche et le vélo dans une perspective environnementale. Un corpus de 18 articles présentant des études principalement conduites en Europe a été analysé, en tenant des éléments de ludification mobilisés et de leur efficacité pour soutenir un changement de comportement. Les résultats mettent en évidence une grande diversité de dispositifs et des preuves d'efficacité encore hétérogènes, en particulier quant au maintien des changements de comportement dans le temps. Une discussion sur la transférabilité de ces approches en contexte nord-américain est proposée.

MOTS-CLÉS
mobilité active, ludification, revue de la portée, report modal, environnement

1 INTRODUCTION

La réduction des émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements constitue un enjeu central des politiques de transition écologique. En Amérique du Nord, en particulier, les déplacements se caractérisent encore par une forte prévalence de la voiture individuelle (Mouratidis, 2025). Dans ce contexte, encourager des formes de mobilité plus durables suppose de soutenir des changements de comportements qui concernent des pratiques quotidiennes bien établies et répétées.

Les approches dites persuasives suscitent un intérêt croissant pour accompagner ces changements. Parmi elles, la ludification (*gamification*), définie comme l'intégration d'éléments issus du jeu dans des contextes non ludiques (Deterding et al., 2011), est de plus en plus mobilisée pour encourager des choix de mobilité plus durables. Plusieurs travaux récents montrent que des applications intégrant des mécanismes tels que des points, des défis ou encore des feedbacks personnalisés peuvent influencer concrètement les pratiques de mobilité et l'engagement des usagers (Bassanelli et al., 2024 ; Pasca et al., 2023). Au-delà de ces mécanismes, ces dispositifs visent à agir sur des processus motivationnels et sur l'engagement, en soutenant l'appropriation progressive de nouvelles pratiques. Toutefois, la littérature aborde le plus souvent la mobilité durable de manière globale, regroupant sous une même catégorie les transports collectifs, les mobilités partagées et les mobilités actives, sans toujours distinguer les leviers spécifiques associés à chaque type de pratique.

Lorsque la marche et le vélo sont spécifiquement étudiés, ils le sont majoritairement dans une perspective de santé et d'activité physique. Les dispositifs ludifiés visent alors l'augmentation du

niveau d'activité, tandis que les bénéfices environnementaux associés à la réduction de l'usage de la voiture apparaissent comme des co-bénéfices secondaires (ex : Siriaporn et al., 2025). Or, promouvoir la marche ou le vélo comme leviers de santé ne mobilise pas les mêmes ressorts motivationnels ni les mêmes dynamiques d'engagement que lorsqu'ils sont envisagés comme des gestes de transition environnementale. Les choix de mobilité s'inscrivent en effet dans des routines souvent plus fortement contraintes (temporellement, économiquement et spatialement) que les activités liées à la santé. Ainsi, les objectifs et les barrières psychologiques associés diffèrent selon le cadre de l'intervention (Dioba et al., 2024). Cette distinction est centrale en psychologie ergonomique, car elle renvoie à des formes d'engagement et d'appropriation différentes dans l'activité quotidienne.

Dans le champ de la mobilité durable, les mobilités actives présentent des caractéristiques spécifiques, notamment leur (quasi) carbo-neutralité et leur potentiel de substitution pour les trajets de courte et moyenne distance (Brand et al., 2021). Elles constituent ainsi un levier distinct des autres formes de mobilité durable, en particulier dans des contextes où les transformations infrastructurelles sont longues et coûteuses (Creutzig et al., 2022). Malgré cela, peu de travaux proposent une synthèse ciblée des techniques de ludification pertinentes pour encourager le report vers la marche et le vélo dans une perspective explicitement environnementale. Les revues existantes tendent soit à agréger l'ensemble des modes de transport durables, soit à privilégier des objectifs liés à la santé ou à l'efficacité des systèmes de transport, laissant en partie dans l'ombre cette configuration particulière.

L'objectif de cet article est donc de proposer une revue de littérature ciblée sur les approches de ludification visant à inciter les individus à substituer l'usage de la voiture individuelle par des mobilités actives (marche et vélo), lorsque la finalité première est la réduction de l'impact environnemental des déplacements. Afin de structurer cette revue, deux questions de recherche ont été identifiées : *RQ1 - quelles techniques de ludification sont mobilisées pour encourager le report modal vers les mobilités actives dans une perspective environnementale de réduction de l'usage de la voiture individuelle ?* et *RQ2 : quels dispositifs de ludification apparaissent comme les plus efficaces pour soutenir un changement de comportement durable en faveur des mobilités actives ?* À travers cette synthèse, nous souhaitons identifier des approches potentiellement transférables au contexte nord-américain.

2 METHODOLOGIE

Cette étude repose sur une revue de portée (*scoping review*) (Peters et al., 2020), menée selon trois étapes : identification, criblage et inclusion pour analyse. La gestion des références a été effectuée à l'aide de la plateforme Covidence. Les deux auteures ont été impliquées dans chaque étapes de revue ainsi qu'une bibliothécaire lors de la phase d'identification.

2.1 Identification des références

La recherche documentaire a été réalisée en décembre 2025 dans deux bases de données interdisciplinaires : Web of Science et Scopus. La requête utilisée était : *(ABS (gamification OR "game based" OR "game mechanics" OR "playful design" OR "serious games" OR game* OR play*) AND ABS ("active mobility" OR "active transport" OR "non-motorized transport" OR "sustainable mobility" OR "gentle mobility" OR pedestrian* OR walk* OR cyclist* OR bicycle* OR cycling OR bike*) AND ABS (engagement OR motivation OR participation OR incentive* OR persuasion*) AND ABS ("user experience" OR "user engagement" OR behavior* OR behaviour*)).*

L'opérateur ABS signifie que la recherche portait sur le résumé. Le terme *« sustainable mobility* » a été utilisé afin de tenir compte des publications où la mobilité active est conçue comme forme de mobilité durable. Ont été considérés les chapitres d'ouvrage, articles de journaux scientifiques et actes de conférences publiés à partir de 2015 disposant d'un résumé en français ou en anglais. Le diagramme PRISMA est présenté en Figure 1.

2.2 Criblage des références

Les deux auteures ont mené le criblage en double aveugle. Les désaccords ont été résolus par consensus après discussion, sur la base des critères d'éligibilité. Lors du tri sur titre et résumés, ont été exclues les références qui : (i) traitaient de ludification et de mobilité active à des fins de santé ou de sécurité routière, l'objectif de la revue portant spécifiquement sur l'aspect environnemental ; (ii) portaient sur la mobilité électrique et non active ; (iii) ne concernaient pas de comportements humains (animaux, robots). Au terme de cette étape, 18 articles ont été intégrés pour extraction et analyse. Les détails du criblage sont présentés sur le diagramme PRISMA en Figure 1.

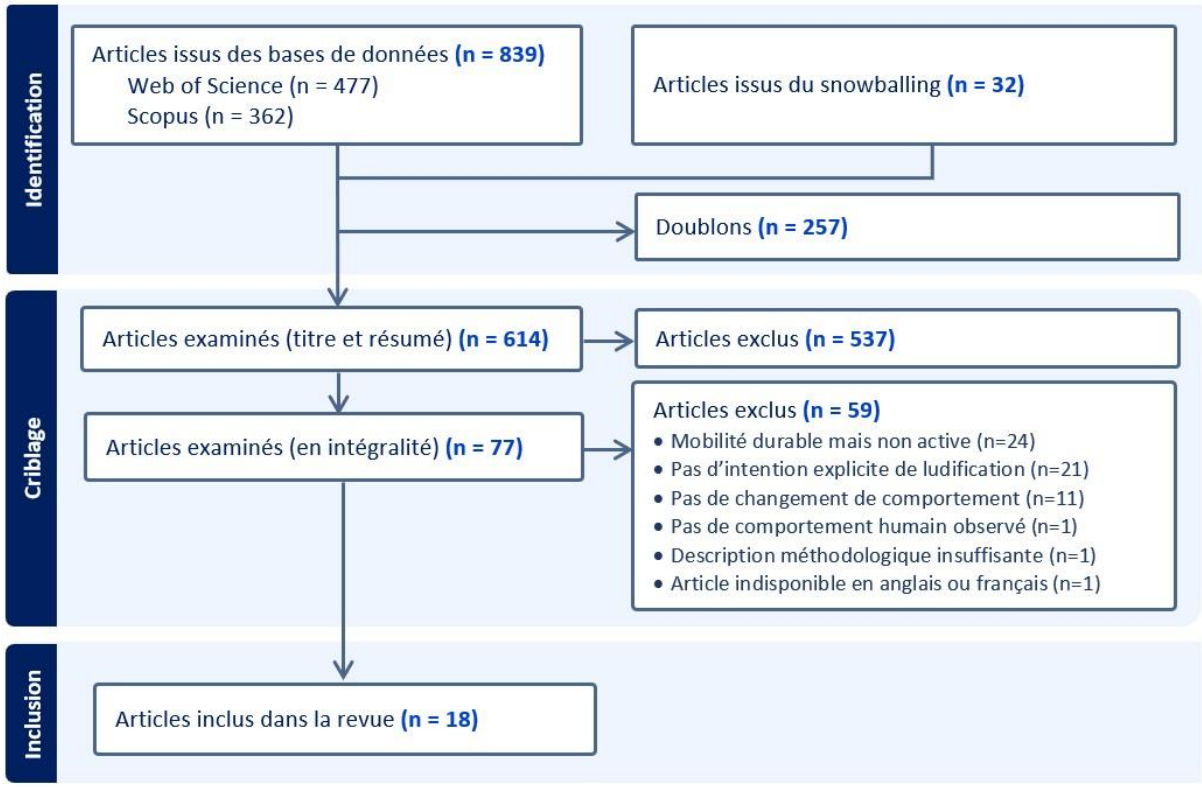


Figure 1 : diagramme PRISMA

2.3 Inclusion et analyse

L'analyse des données s'est appuyée sur l'approche méthodologique décrite par Bassanelli et al. (2024). L'extraction des données a été réalisée conjointement par les deux auteures : l'une s'est concentrée sur les éléments de ludification, tandis que l'autre a extrait les informations relatives au contexte des études et à l'efficacité des stratégies employées. Pour répondre à RQ1, les éléments de ludification ont été codés à partir de la taxonomie de Toda et al. (2019). Bien que développée initialement dans un contexte éducatif, cette taxonomie a déjà été mobilisée par Bassanelli et al. (2024) en contexte de mobilité durable. Elle propose une structuration des mécaniques de ludification en différentes dimensions (notamment performance, sociale, fictionnelle et personnelle), permettant de comparer de manière systématique les dispositifs étudiés. Les stratégies de personnalisation ont également été relevées (adaptation des objectifs, feedback contextualisé, ajustement dynamique des défis), dimension identifiée comme une limite des travaux antérieurs. Pour répondre à RQ2, ont été extraits : le nombre et les catégories de participants, les informations relatives à l'évaluation des dispositifs et les éléments permettant d'apprécier le maintien dans le temps des effets rapportés sur les comportements. Des variables descriptives telles que le pays et l'année ont aussi été extraites.

3 RÉSULTATS

3.1 Description des études

Parmi les 18 articles analysés, quatre font état d'études menées en Italie, trois aux États-Unis et deux en Autriche (voir Tableau 1 pour le détail). Un des articles analysés (Konstantinidou et al., 2025) présente une étude menée dans trois pays (Portugal, Estonie et Turquie). Les dispositifs étudiés reposent majoritairement sur des contextes urbains et des programmes pilotes de mobilité durable (ex. Ferron et al., 2019), ou ciblent des groupes spécifiques tels que des étudiants (ex. Di Dio et al., 2020) ou des employés (ex. Millonig et al., 2016). Les travaux sont majoritairement menés en Europe, avec six études financées partiellement dans le cadre de programmes européens tels qu'Horizon 2020.

Tableau 1 : articles analysés

Auteurs (Année)	Pays	Nb participants	Techniques de ludification	Évaluation menée
Wunsch, M. (2015)	États-Unis	44	Défis de vélo, coopération, pression sociale, nouveauté, contraintes de choix	Journal quotidien des trajets (mode, motif)
Kazhamiakin, R. (2016)	Italie	110	Points, niveaux, badges, défis personnalisés, compétition, coopération, narration	Suivi des trajets durables + questionnaires
Ebermann, C. (2016)	Allemagne	86 000 (6 905 équipes)	Points, classements, objectifs, compétition, comparaison sociale	Saisie quotidienne du temps et de la distance parcourue à vélo
Millonig, A. (2016)	États-Unis	239	Points, progression, compétition interentreprises, coopération, classements	Déclaration quotidienne des trajets + questionnaire postétude
Castellanos, S. (2016)	Colombie	20 utilisateurs actifs	Points, objectifs, récompenses monétaires et non monétaires	Suivi GPS et déclaration du mode de transport
Nakashima, R. (2017)	Japon	35	Points, classements, compétition, pression sociale	Questionnaires avant/après + nombre de pas
Roider, O. (2019)	Autriche	57	Points, niveaux, narration, compétition, récompenses échangeables	Questionnaires avant/après + suivi anonyme des déplacements
Ferron, M. (2019)	Italie	635	Points, badges, défis personnalisés, compétition, classements	Suivi des trajets + questionnaires + entrevues
Di Dio, S. (2020)	Italie	311	Points, narration, objectifs, récompenses chez des commerces locaux	Questionnaire initial + suivi GPS

Huang, B. (2020)	Pays-Bas	1 057	Défis mensuels, points, badges, récompenses monétaires	Données de trajets + questionnaire post-étude
Maca, V. (2020)	République tchèque	1 101	Ludification intelligente + incitations financières au kilomètre	Enregistrement des trajets + questionnaires
Sheffler, Z. (2020)	États-Unis	1 975	Badges, objectifs relatifs ou fixes, possibilité de partage social	Détection RFID des jours de déplacement à vélo
Luger-Bazinger, C. (2021)	Autriche	587	Points, coopération, objectifs, incitation douce	Suivi de mobilité
Biondi, B. (2022)	Pologne	35 000	Autocollants, récompenses, compétition entre classes et écoles	Compteurs automatiques de vélos
Connell, H. (2022)	Royaume-Uni	68	Objectifs personnels, soutien social, progression	Questionnaires en ligne sur les habitudes de cyclisme
Goetz, A. (2024)	Suisse	410 (sur 1 711 initialement)	Badges, narration, classements, feedback CO_2 personnalisé	Tracking automatique des trajets et émissions de CO_2
Schillaci, D. (2024)	Italie	Non précisé	Narration sportive, niveaux, points, compétition	Enregistrement des trajets dans l'application
Konstantinidou, M. (2025)	Portugal, Turquie, Estonie	1 209	Points, objectifs, récompenses sous forme de bons d'achat	GPS sur les vélos + questionnaires qualitatifs

3.2 Techniques de ludification employées

L'analyse des 18 articles met en évidence une mobilisation partielle et asymétrique des techniques de ludification, principalement concentrée sur les dimensions *Performance* (liée au suivi, à la progression et aux objectifs) et *Sociale* (liée à la comparaison et aux interactions entre usagers) de la taxonomie de Toda et al. (2019). Les dispositifs analysés reposent majoritairement sur des mécanismes de suivi statistique (trajets, distance, émissions de CO_2 évitées), de progression et d'objectifs quantifiés, parfois associés à des systèmes de points, de niveaux ou de classements (Máca et al., 2020 ; Konstantinidou et al., 2025). La reconnaissance symbolique, notamment sous forme de badges ou de statuts, constitue un levier récurrent (ex : Sheffler et al., 2020), de même que les récompenses financières ou matérielles, ainsi que des formes symboliques et identitaires (statut, reconnaissance, appartenance). La dimension sociale est fréquemment activée à travers des mécanismes de compétition, de réputation ou de comparaison entre usagers, notamment via la mise en visibilité des comportements « vertueux » (Sheffler et al., 2020 ; Wunsch et al., 2015). En revanche, les formes de coopération et les objectifs collectifs restent marginaux dans le corpus.

Un constat saillant concerne la forte médiation technologique des dispositifs étudiés. La quasitotalité des interventions repose sur des applications mobiles ou des plateformes numériques capables de collecter automatiquement des données de mobilité (GPS, accéléromètres, capteurs

embarqués ou saisie semi-automatique), de quantifier les comportements (distance parcourue, fréquence des trajets, émissions de CO_2 évitées, calories dépensées) et de fournir un feedback immédiat sous forme de tableaux de bord, de visualisations ou de notifications personnalisées (Ferron et al., 2019 ; Goetz et al., 2024).

Un autre résultat concerne la faible prise en compte de la personnalisation. La majorité des dispositifs reposent sur des mécanismes standardisés, appliqués de manière uniforme à l'ensemble des usagers (« one-size-fits-all »), avec peu ou pas d'adaptation des objectifs, des défis ou des feedbacks en fonction des profils, des contraintes contextuelles ou des trajectoires individuelles. Quelques exceptions proposent des formes limitées de personnalisation comportementale, notamment via l'adaptation implicite aux modes de déplacement réellement utilisés (ex : Máca et al., 2020). Ces formes de personnalisation reposent surtout sur du suivi individualisé plutôt que sur une réelle adaptation aux contraintes des usagers.

Enfin, les dimensions fictionnelle et narrative demeurent peu mobilisées dans l'ensemble du corpus, à l'exception de dispositifs reposant sur une requalification symbolique de la mobilité (ex : Schillaci et al., 2024).

3.3 Evaluation des changements de comportement

Les études analysées indiquent que les dispositifs de ludification peuvent contribuer à un report modal vers les mobilités actives, avec une augmentation mesurable de la pratique de la marche ou du vélo pendant la période d'intervention. Ces effets sont notamment observés dans des dispositifs combinant des objectifs explicites, des rétroactions comportementales et une visualisation des impacts environnementaux (ex : Hasshu et al., 2015 ; Konstantinidou et al., 2025). Toutefois, ces effets sont majoritairement évalués à court terme, ce qui limite les conclusions quant à la durabilité des changements observés.

Les résultats du corpus mettent également en évidence des variations dans les effets observés selon les mécanismes mobilisés. Les systèmes fondés sur des points, des classements ou des récompenses explicites sont associés à des niveaux d'engagement initial, tandis que d'autres dispositifs intègrent une mise en relation entre action individuelle et impact environnemental.

Un résultat important concerne la faible disponibilité de données longitudinales. La plupart des études évaluent les comportements sur quelques semaines ou quelques mois, sans suivi systématique après la fin de l'intervention. Plusieurs travaux montrent que les effets observés diminuent lorsque les campagnes se terminent ou que les récompenses cessent d'être offertes. Par exemple, Biondi et al. (2022) constatent que l'augmentation de l'usage du vélo pendant « Cycling May » n'est pas maintenue le mois suivant, tandis que Huang et al. (2020) observent que les effets les plus marqués se concentrent durant les périodes de défi.

Plusieurs études indiquent que les effets des interventions varient selon les profils des usagers, notamment en fonction de leur expérience préalable, de leurs contraintes contextuelles et de leurs habitudes de déplacement (Konstantinidou et al., 2025 ; Hasshu et al., 2015). Les dispositifs standardisés tendent ainsi à produire des effets différenciés selon les contextes et les populations étudiées.

4 DISCUSSION

Les résultats de cette revue mettent en évidence une mobilisation dominante de mécanismes de ludification centrés sur la performance et la comparaison sociale appuyés par des incitations extrinsèques, telles que les points, les classements ou les récompenses. Bien que ces mécanismes soient fréquemment associés à une augmentation de l'engagement à court terme, leur effet sur la durabilité des pratiques de mobilité active demeure incertain. Ces résultats suggèrent que la ludification favorise surtout l'engagement initial, mais que son potentiel à soutenir des changements durables de mobilité reste encore peu documenté. À l'inverse, les dispositifs qui mettent en relation l'action individuelle avec ses impacts, notamment environnementaux, semblent favoriser une compréhension plus explicite des enjeux associés aux pratiques de mobilité. Du point de vue de la

psychologie ergonomique, ces résultats soulignent l'importance de ne pas réduire la ludification à une logique d'incitation (Kefas et al., 2025). Les changements de pratiques de mobilité ne relèvent pas uniquement de décisions ponctuelles, mais s'inscrivent dans des activités quotidiennes fortement contraintes. Dans ce contexte, l'adoption et le maintien de nouvelles pratiques dépendent des conditions dans lesquelles les individus peuvent les intégrer à leurs routines et leur attribuer du sens. Cette instrumentation s'inscrit dans une logique de *quantified self* (Jain, et al., 2025), où les comportements sont rendus visibles, mesurables et comparables, constituant ainsi le socle informationnel sur lequel reposent les mécanismes de ludification et les coups de pouce comportementaux (*nudges*).

Cette limite apparaît particulièrement importante dans le contexte nord-américain, où les pratiques de mobilité sont souvent fortement contraintes par l'aménagement du territoire et la dépendance à la voiture individuelle (Mouratidis, 2025). Dans ce contexte, les mécanismes de ludification reposant principalement sur des incitations extrinsèques risquent de demeurer insuffisants lorsque les possibilités immédiates de report modal sont limitées. À l'inverse, des approches davantage centrées sur la signification des pratiques, l'engagement personnel ou la mise en relation entre comportements individuels et enjeux environnementaux pourraient contribuer à soutenir certaines formes d'appropriation des mobilités actives, même dans des contextes où les contraintes structurelles demeurent importantes.

Un second résultat concerne la faible prise en compte de la diversité des situations d'usage. La majorité des dispositifs analysés reposent sur des approches standardisées *(« one-size-fits-all »*), avec peu d'adaptation aux profils, aux contraintes contextuelles ou aux trajectoires des usagers. Or, les effets observés varient selon ces facteurs, suggérant que ces dispositifs tendent à bénéficier en priorité à des usagers déjà sensibilisés aux enjeux environnementaux ou disposant de conditions favorables au changement. Ces éléments soulignent l'importance de la personnalisation, entendue non seulement comme une adaptation des objectifs ou des feedbacks, mais plus largement comme une prise en compte des situations d'activité (Oliveira et al., 2022).

Cette question de la personnalisation semble particulièrement pertinente en contexte nordaméricain, caractérisé par une forte diversité de situations territoriales et de contraintes de mobilité. Les distances domicile-travail ou encore les conditions climatiques varient fortement selon les contextes urbains et périurbains. Dans cette perspective, les approches standardisées observées dans le corpus apparaissent difficilement transposables sans adaptation aux réalités locales et aux trajectoires différenciées des usagers. Ce constat correspond aux concluions plus généralement admises sur la place de la ludification dans le domaine des transports (Wang et al., 2022)

Enfin, la place marginale des dimensions fictionnelle et narrative dans les dispositifs étudiés met en évidence une prédominance d'approches fonctionnelles de la ludification, proches des logiques persuasives classiques (Jiménez-Valverde et al., 2025). Cette orientation contraste avec le potentiel de ces dimensions pour soutenir l'engagement en proposant des cadres d'interprétation et de projection susceptibles d'accompagner les transformations des pratiques.

Dans le contexte nord-américain, où la voiture occupe encore une place importante dans les représentations associées à l'autonomie, au confort et au statut social (Moutaradis, 2026), ces dimensions narratives pourraient constituer une piste intéressante. En mobilisant des récits associés, par exemple à la liberté ou à l'appropriation des espaces publics, les dispositifs de ludification pourraient contribuer à soutenir des formes d'engagement plus durables que celles reposant uniquement sur la récompense ou la comparaison sociale.

Dans l'ensemble, cette revue suggère que les dispositifs de ludification les plus efficaces pour soutenir un changement de comportement vers les mobilités actives ne sont pas ceux qui maximisent l'intensité ludique ou les récompenses, mais ceux qui combinent des rétroactions claires, des objectifs atteignables, une signification explicite des enjeux, notamment environnementaux, et idéalement, une adaptation aux trajectoires individuelles. Ces éléments permettent d'alimenter la réflexion quant à la transférabilité de ces approches en contexte Nord-Américain.

5 CONCLUSION

Cette revue de la portée visait à identifier les techniques de ludification mobilisées pour encourager le report modal vers les mobilités actives dans une perspective environnementale, ainsi que leur efficacité. Les résultats montrent une prédominance de mécanismes centrés sur la performance et la comparaison sociale, associés à des formes d'engagement principalement à court terme. À l'inverse, les dispositifs intégrant une mise en relation entre action individuelle et enjeux environnementaux, ainsi qu'une adaptation aux trajectoires des usagers, apparaissent plus à même de soutenir des changements durables. Ces résultats soulignent l'importance de concevoir des dispositifs de ludification tenant compte des conditions d'usage et des contraintes propres aux pratiques de mobilité. Ils ouvrent enfin des perspectives pour le développement d'approches mieux adaptées aux contextes nord-américains, caractérisés par une dépendance structurelle à la voiture.

6 BIBLIOGRAPHIE

Biondi, B., Romanowska, A. & Birr, K. (2022). Impact evaluation of a cycling promotion campaign using daily bicycle counters data: The case of Cycling May in Poland. *Transportation Research Part A, 164, 337-351.*

Bassanelli, S., Lagrandeur, C., & Villeneuve, É. (2024). Gamification and sustainable mobility: A systematic review of persuasive strategies for travel behavior change. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 99,* 1–17.

Brand, C., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Clark, A., de Nazelle, A., … Rojas-Rueda, D. (2021). The climate change mitigation effects of daily active travel in cities. *Global Environmental Change, 69,* 102293.

Castellanos, S. (2016). Delivering modal-shift incentives by using gamification and smartphones: A field study example in Bogota, Colombia. *Case Studies on Transport Policy, 4*, 269-278.

Connell, H., Logan, G., Somers, C. et al. (2022). Development and optimisation of a multi component workplace intervention to increase cycling for the Cycle Nation Project. *Front. in Sports Active Living*, *4,* 857554.

Creutzig, F., Roy, J., Lamb, W. F., Azevedo, et al. (2022). Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being. *Nature Climate Change, 12*, 36–46.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9–15*.

Di Dio, S., Massa, F., Nucara, A., et al. (2020). Pursuing softer urban mobility behaviors through gamebased apps. *Heliyon, 6,* e03930.

Dioba, A., Moser, S., & Bamberg, S. (2024). Barriers to pro-environmental behavior change: A review of qualitative studies. *Sustainability, 16(20),* 8776.

Ebermann, C. & Brauer, B. (2016). The role of goal frames regarding the impact of gamified persuasive systems on sustainable mobility behavior. *In Proceedings of the Twenty-Fourth European Conference on Information Systems (ECIS), İstanbul, Turkey,* 174.

Ferron, M., Loria, E. et al. (2019). Play&Go, an Urban Game Promoting Behaviour Change for Sustainable Mobility. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A, 40,* 24 – 45.

Goetz, A., Marinica, I., Mayr, H. et al. (2024). Do mobile applications foster sustainable mobility? Evidence from a field experiment. *Swiss Journal of Economics and Statistics, 160,* 12.

Huang, B., Thomas, T., Groenewolt, B et al. (2021). Effectiveness of incentives offered by mobile phone app to encourage cycling: A long-term study. *IET Intelligent Transport Systems, 15,* 406-422.

Jain, A., Pradhan, D., Kuanr, A., & Singh, S. (2025). Self-quantification and consumer well-being: A meta-analytic review. *Psychology & Marketing*, *42*(2), 514-538.

Jiménez-Valverde, G., Fabre-Mitjans, N., & Guimerà-Ballesta, G. (2025). Narrative-driven digital gamification for motivation and presence: Preservice teachers' experiences in a science education course. *Computers*, *14*(9), 384.

Kazhamiakin, R., Marconi, A., Martinelli, A. et al. (2016). A Gamification Framework for the Long–term Engagement of Smart Citizens. *In Proceedings of IEEE International Smart Cities Conference Trento, Italy, 1-7.*

Kefas, H. I., Cemal Nat, M., & Iyiola, K. (2025). Satisfaction with human resource practices, job dedication and job performance: the role of incentive gamification. *Kybernetes*, *54*(9), 4754-4777.

Konstantinidou, M., Grau, J.M.S., Leserri, A., Sharmeen, F., & Davoudizavareh, M. (2025). Nudging Urban Cycling Through Gamification and Rewarding Schemes. In: McNally, C., et al. (eds) *Transport Transitions: Advancing Sustainable and Inclusive Mobility.* TRAconference 2024. Lecture Notes in Mobility. Springer, Cham.

Luger-Bazinger, C. & Hornung-Prähauser, V. (2021). Innovation for Sustainable Cities: The Effects of Nudging and Gamification Methods on Urban Mobility and Sustainability Behaviour. *GI_Forum, 2*, 251-258.

Máca, V., Ščasný, M., Zvěřinová, I., Jakob, M., et al. (2020). Incentivizing Commuter Cycling by Financial and Non-Financial Rewards. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(17*), 6033.

Millonig, A., Wunsch, M., Stibe, A. et al. (2016). Gamification and social dynamics behind corporate cycling campaigns. *Transportation Research Procedia, 19,* 33 – 39.

Mouratidis, K. (2025). Reducing car dependence: Benefits, strategies, unintended consequences, and future directions of post-car urban transitions. *Transport Policy, 149*, 1–12.

Mouratidis, K. (2026). Automobility, planet, and humans: Pathways linking car use to environmental, societal, and individual well-being. *Transport Policy, 178,* 103984.

Nakashima, R., Sato, T., Maruyama, T. (2017). Gamification Approach to Smartphone-app-based Mobility Management. *Transportation Research Procedia, 25,* 2344–2355.

Oliveira, W., Hamari, J., Joaquim, S., Toda, A. M., Palomino, P. T., Vassileva, J., & Isotani, S. (2022). The effects of personalized gamification on students' flow experience, motivation, and enjoyment. *Smart Learning Environments*, *9*(1), 16.

Pasca, M., Faria, J., & Fonseca, F. (2023). Gamification approaches for sustainable urban mobility: A systematic literature review. *Sustainable Cities and Society, 95*, 104642.

Peters, M. D. J., Godfrey, C., McInerney, P., Munn, Z., Tricco, A. C., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBI Evidence Synthesis, 18(10),* 2119–2126.

Roider, O., Wegener, S., Stark, S. et al. (2019). Merging Virtual World with Real-Life Behavior: A Concept for a Smartphone App to Influence Young People's Travel Behavior. *Transportation Research Record,* 1–10.

Schillaci, D., Di Dio, S., et al. (2024). Sustainable Mobility as a Sport. In: Zanella, F., et al. *Multidisciplinary Aspects of Design. Design! OPEN 2022. Springer Series in Design and Innovation (37)*. Springer, Cham.

Sheffler, Z. J., Liu, D., & Curley, S. P. (2020). Ingredients for successful badges: evidence from a field experiment in bike commuting. *European Journal of Information Systems, 29(6)*, 688–703.

Siriaporn, S., Phithakkitnukoon, S., & Ratti, C. (2025). Gamified interventions for promoting active transportation: A systematic review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 179*, 103859.

Toda, A.M., Klock, A.C.T., Oliveira, W. et al. (2019) Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy. *Smart Learn. Environ. 6*, 16.

Wang, W., Gan, H., Wang, X. et al. (2022). Initiatives and challenges in using gamification in transportation: a systematic mapping. *Eur. Transp. Res. Rev. 14,* 41.

Wunsch, M., Stibe, A., Millonig, A. et al. (2015). What Makes You Bike? Exploring Persuasive Strategies to Encourage Low-Energy Mobility. *In T. MacTavish and S. Basapur (Eds.): PERSUASIVE 2015, LNCS 9072, 53–64.*

SESSION THÉMATIQUE #2 :

EVOLUTION DES ACTIVITÉS MÉDICALES

Gestion quotidienne du bloc opératoire : une étude qualitative des pratiques de coordination et de reprogrammation au bloc

Anem Dupré
Laboratoire Génie Industriel, Université Paris-Saclay, CentraleSupélec
anem.dupre@centralesupelec.fr

Oualid Jouini
Laboratoire Génie Industriel, Université Paris-Saclay, CentraleSupélec
oualid.jouini@centralesupelec.fr

Guillaume Lamé
Laboratoire Génie Industriel, Université Paris-Saclay, CentraleSupélec
guillaume.lame@centralesupelec.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

La planification des interventions chirurgicales et la gestion des ressources sont cruciales pour la sécurité des patient·es et la rentabilité des blocs opératoires, mais restent peu documentées. Cette étude décrit comment le personnel gère le programme opératoire en temps réel, répartissant salles, personnel et matériel pour les interventions programmées et urgentes. Des entretiens semi-structurés auprès de 46 professionnel·les ont permis d'étudier ces pratiques dans 13 blocs opératoires. Deux activités parallèles permettaient de répondre aux nombreuses contraintes logistiques et médicales : la coordination et la reprogrammation. Si certains blocs attribuaient ces activités à du personnel dédié, d'autres lui préféraient une gestion décentralisée par chacune des salles d'opération. Les différentes configurations étaient associées à des difficultés différentes, que ce soit pour la prise de décision ou la diffusion d'informations. Cette variabilité des pratiques organisationnelles souligne la nécessité de prise en compte du contexte dans la conception d'aides à la décision.

MOTS-CLÉS
bloc opératoire, programme opératoire, coordination, reprogrammation, urgences

1 INTRODUCTION

Notre objet d'étude est la programmation telle que définie par Herrmann (2006), c'est-à-dire le "réseau dynamique de personnes qui partagent de l'information à propos du site de production et qui collaborent pour prendre la décision de quelles tâches réaliser quand." Ce processus implique de multiples problèmes d'allocation des ressources et une grande diversité d'activités (négociation, collecte d'information, etc.). Au bloc opératoire, il s'agit de programmer non seulement les interventions chirurgicales, mais aussi toutes les tâches associées comme le nettoyage du matériel, des salles, ou le transport des patient·es, avec des conséquences pour la sécurité des patient·es, la qualité de vie au travail et la rentabilité des blocs opératoires. En effet, si une partie de la programmation est anticipée sur les jours, les semaines, voire les mois précédents, c'est bien au moment de la concrétisation du programme, c'est-à-dire le jour-même avec la programmation journalière, que sont déterminés l'utilisation des salles, la réalisation ou non des interventions, les heures supplémentaires demandées au personnel, les conditions d'hygiène et de sécurité des patient·es, etc.

À ce jour, la manière dont les professionnel·les de santé réalisent la programmation quotidienne reste peu connue. Or pour penser cette organisation du travail, et au besoin améliorer les pratiques et leurs conséquences, une première nécessité est de la décrire et de la comprendre sur le terrain (Rae et al., 2020)(Romero-Silva & Hurtado-Hernández, 2024). Dans cette étude, nous nous attachons à fournir une description complète de la manière dont les professionnel·les du bloc opératoire gèrent le programme opératoire en temps réel. Nous étudions comment sont réparties de manière dynamique les salles d'opération, le personnel et le matériel, afin de gérer le flux de patient·es programmé·es et urgent·es à opérer le jour-même.

2 METHODES

Afin de saisir avec finesse les enjeux et les mécanismes sous-tendant les prises de décision, notre choix s'est porté sur la réalisation d'entretiens semi-structurés du personnel des blocs opératoires. L'échantillonnage était dirigé de façon à questionner les professionnels impliqués dans la prise de décision au jour le jour en variant le genre, l'âge et la profession des participant·es (IBODE, anesthésiste, aide-soignant·e…). De plus, pour avoir un aperçu des variations de pratiques, nous avons inclus des hôpitaux aux caractéristiques contrastées (publics/privés/militaires, petits/grands…). Tous les entretiens ont été menés par A.D., doctorant, en distanciel ou sur le lieu de travail des participant·es. La grille de questions abordait les personnes impliquées dans la coordination et la planification des interventions chirurgicales au bloc opératoire, comment les informations circulaient, comment les décisions étaient prises et avec quels outils. L'entretien permettait de fait d'approfondir le passage du programme opératoire prévu en début de journée à celui réalisé à la fin de la journée, avec la gestion des imprévus et l'intégration des interventions non-programmées. Les entretiens ont été enregistrés et transcrits mot à mot avant d'être analysés de manière inductive par A.D. Le protocole de l'étude a été validé par le Comité Éthique de la Recherche en Anesthésie-Réanimation (IRB 00010254 - 2025 – 055).

3 RESULTATS

Nous avons interrogé 46 professionnel·les de 13 blocs opératoires différents. Aucun des sites enquêtés n'utilisait de méthodes d'optimisation mathématique pour la planification opératoire.

3.1 Deux tâches pour gérer les contraintes

Les participant·es ont fait état d'un nombre considérable de contraintes conditionnant la continuité et la fluidité du flux patient·es. De nouvelles contraintes pouvaient par ailleurs émerger de façon dynamique au cours de la journée comme par exemple une chirurgie qui dure plus longtemps que prévu ou une demande de chirurgie urgente. Ces contraintes relevaient à la fois d'aspects logistiques — sur la disponibilité des ressources humaines et matérielles — et de considérations médicales — avec des besoins spécifiques en fonction des patient·es (niveau d'urgence, réanimation, pédiatrique…). La gestion de ces contraintes reposait sur deux activités : la coordination (permettant l'application du programme), et la reprogrammation (actualisant le programme dès que nécessaire) souvent désignées dans le bloc comme des fonctions de « régulation ». Réguler devenait ainsi dans la bouche des participant·es aussi bien synonyme de garantir le bon déroulé du flux patient·e que d'actualiser le programme aux nouvelles contraintes. Les personnes reconnues au bloc comme chargées de la régulation seront appelées dans la suite de cet article les « régulateur·ices ».

3.2 Réguler : une tâche multidimensionnelle

En premier lieu, l'activité de régulation consistait en grande partie à récolter et transmettre des informations. Il s'agissait de (1) surveiller l'état du bloc pour résoudre les problèmes émergeants ou adapter le programme et (2) assurer que les personnels soient au courant des changements de programme et des tâches à réaliser. Les régulateur·ices étaient considérés comme des interlocuteur·ices privilégié·es pour acquérir des informations et étaient souvent sollicités en ce sens. Les modes de transmission d'informations étaient très divers (téléphones professionnels ou

personnels, mails, interphones, écrans d'affichages, applications mobiles, discussions formelles et informelles, etc.) et une même information pouvait transiter indifféremment sur des canaux différents. Certaines informations plus sensibles étaient intentionnellement transmises par plusieurs canaux pour assurer leur meilleure prise en compte. L'environnement de travail contraignait toutefois l'acquisition d'informations, que ce soit à cause de l'organisation du bloc (e.g. par l'éloignement des lieux stratégiques, outils à disposition…) ou dans les échanges interpersonnels :

"Tu as beaucoup [...] de freins à la communication, le masque, le fait que des fois il y ait du bruit, le fait qu'il y ait un patient au milieu et du coup on ne peut pas tout dire non plus. On doit filtrer aussi de la façon dont on communique." [IADE en CHU]

Les participant·es mentionnaient avoir développé des stratégies pour acquérir toutes les informations nécessaires et maintenir en permanence une image précise de l'état du bloc, que ce soit la disponibilité des salles, du personnel, du matériel, ou l'état et la localisation des patient·es à opérer. Certain·es chirurgien·es étaient, par exemple, considéré·es comme peu fiables par rapport à la durée de l'opération et celle-ci était plutôt estimée grâce au matériel demandé à l'IBODE.

En parallèle, quand elle était nécessaire, l'activité de reprogrammation impliquait non seulement de construire des propositions de programmes pertinentes mais aussi de négocier pour l'adhésion des différentes catégories de professionnel·les ayant des contraintes et des priorités différentes. Cette activité était associée à une charge organisationnelle élevée. Les régulateur·ices étant au carrefour entre les catégories de personnels, iels centralisaient les pressions, frustrations et enjeux de pouvoir.

3.3 Centraliser ou décentraliser

La manière dont la régulation était assurée variait d'un bloc opératoire à l'autre. Dans certains blocs, la régulation était centralisée par du personnel dédié, fréquemment des infirmier·es (souvent IADEs ou IBODEs de formation) et/ou des anesthésistes. Les chirurgien·nes participaient rarement à la régulation centrale. Dans d'autres blocs, les équipes des salles d'opération bénéficiaient d'une plus grande indépendance, avec les anesthésistes et chirurgien·nes souvent en charge du programme et les IADEs et IBODEs en charge du matériel et de la descente des patient·es. Ces modes de gestion pouvaient coexister avec par exemple la descente des patient·es assurée de façon décentralisée par l'IBODE de la salle et la gestion des rajouts assurée par un·e anesthésiste pour tout le bloc. Les différentes configurations étaient associées à des difficultés spécifiques. Par exemple, une régulation centrale était souvent associée à une charge temporelle importante avec un haut niveau de sollicitation.

"Tout le monde ne peut pas faire trop ce poste-là tout de suite. Il y a des gens qui ont besoin de se concentrer sur une chose. Là, il faut être en permanence à l'écoute de tous les problèmes en même temps, d'arriver à éliminer tout ce qui n'est pas urgent de la minute." [anesthésiste-réanimateur en CHU]

Plusieurs blocs faisaient état de changements prévus ou réalisés dans l'organisation de la régulation avec des créations de postes, des changements de répartition des tâches ou des changements de procédures. Ces changements venaient répondre au constat de dysfonctionnements ou d'une charge mentale trop importante à certains postes. Il s'agissait par exemple dans certains hôpitaux de mettre en place une réunion hebdomadaire pour décider de façon collégiale de l'intégration au programme des chirurgies non-programmées en attente, ou encore de créer des postes dédiés à la gestion des descentes des patient·es.

4 CONCLUSION

Dans tous les blocs étudiés, la double tâche de coordination et de reprogrammation, désignée par le terme de régulation, permettait d'intégrer les contraintes nombreuses et évolutives. Cette

régulation présentait une charge importante aussi bien à travers les activités de collecte et de distribution de l'information que celles de négociation. Si beaucoup de contraintes étaient similaires entre les blocs, leur mode de gestion variait, avec des pratiques plus ou moins centralisées en fonction des individu·es impliqué·es, de l'environnement de travail, de la culture professionnelle et de l'histoire du bloc. Les différentes pratiques étaient associées à des difficultés spécifiques, notamment en ce qui concerne la gestion des divergences d'intérêt entre les différentes catégories de professionnels.

L'activité de régulation telle que décrite présente les caractéristiques classiques du contrôle d'un système de production : les régulateur·ices n'ont pas la seule tâche du développement d'un programme analytiquement pertinent, iels ont également le rôle de négociateur·ices entre les différent·es acteur·ices du bloc et sont des points relais pour la transmission et la collecte d'informations (Berglund & Karltun, 2007). En revanche, dans les blocs opératoires, la régulation semble mener à un cumul de tâches important, entraînant une forte charge mentale et un risque de perte de contrôle lié à la limitation des ressources cognitives (Daele & Carpinelli, 2001).

Il semblerait par ailleurs que les changements d'organisation de la régulation interviennent en réponse à des constatations de perte de maîtrise de la gestion des tâches (Hoc & Amalberti, 2007). Les professionnel·les ne pouvant plus atteindre une performance satisfaisante avec une charge cognitive tolérable, les tâches sont adaptées et redistribuées afin de retrouver une maîtrise de la situation. Cette conclusion reste toutefois à affiner avec une étude plus approfondie des changements d'organisations. Le personnel semble conscient de ces enjeux et la récurrence de changements de modes de régulation au sein d'un même bloc apparaît comme l'indice d'une réflexion encore en cours quant à la manière d'améliorer l'organisation de cette tâche. Nous espérons contribuer à cette réflexion en nous attachant par la suite à comparer de manière plus approfondie les différents modes d'organisations et leurs contraintes associées.

5 BIBLIOGRAPHIE

Berglund, M., & Karltun, J. (2007). Human, technological and organizational aspects influencing the production scheduling process. *International Journal of Production Economics*, *110*(1), 160- 174. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.024

Daele, A., & Carpinelli, F. (2001). La planification dans la gestion des environnements dynamiques : Quelques apports récents de la psychologie ergonomique. *Psychologie Française*, *46*(2).

Herrmann, J. W. (2006). Decision-Making Systems in Production Scheduling. In J. W. Herrmann (Éd.), *Handbook of Production Scheduling* (p. 91- 108). Springer US. https://doi.org/10.1007/0-387-33117-4_4

Hoc, J.M., & Amalberti, R (2007). Cognitive Control Dynamics for Reaching a Satisficing Performance in Complex Dynamic Situations. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 1(1), 22–55. https://doi.org/10.1177/155534340700100102

Rae, A., Provan, P., Aboelssaad, H., Alexander, R. (2020). A manifesto for Reality-based Safety Science. *Safety Science*, 126. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104654

Romero-Silva, R., Santos, J., & Hurtado-Hernández, M. (2024). A conceptual framework of the applicability of production scheduling from a contingency theory approach : Addressing the theory-practice gap. *Production Planning & Control*, *35*(3), 262- 282. https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2076627

Impact des déterminants individuels et techniques sur l'acceptabilité de l'intelligence artificielle dans le suivi médical des patients atteints de maladies chroniques via des dispositifs de suivi médical

Anne-Aëlle Pazos
Laboratoire CRPCPO
anne.aelle.pazos@u-picardie.fr

Emilie Loup-Escande
Laboratoire CRPCPO
emilie.loup-escande@u-picardie.fr

Noémie Chaniaud
IMS CNRS UMR5218 , Laboratoire de l'intégration, du matériau au système
nchaniaud@ensc.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

L'intelligence artificielle (IA) occupe une place croissante dans le suivi des maladies chroniques à travers des dispositifs numériques d'aide au suivi et à la décision. Si ces technologies permettent une amélioration de la prise en charge, leur acceptabilité par les patients reste hétérogène et soulève des enjeux de compréhension, de confiance et de relation de soin. Cette étude vise à explorer les déterminants de l'acceptabilité de systèmes d'IA fondés sur l'apprentissage automatique (machine learning) et l'apprentissage profond (deep learning) intégrés dans des applications de suivi médical chez des patients atteints de maladies chroniques. Une méthodologie quantitative s'appuyant sur des questionnaires standardisés a été mobilisée. Les premiers résultats indiquent que la confiance envers les dispositifs d'IA en santé est principalement associée aux attitudes technologiques des patients, tandis que la littératie en santé exerce une influence plus sélective, centrée sur l'évaluation critique de l'information produite par l'IA. Ils éclairent les conditions d'une intégration éthique, acceptable et centrée sur les patients de l'IA en santé, et seront exposés lors du congrès.

MOTS-CLÉS

santé numérique, intelligence artificielle, maladies chroniques, acceptabilité

1 INTRODUCTION

L'intégration progressive de l'IA dans le suivi des patients atteints de maladies chroniques fait évoluer les pratiques médicales. Ces technologies reposent sur des algorithmes capables d'analyser en continu des données de santé afin d'émettre des alertes automatisées, de proposer des recommandations personnalisées ou de détecter des anomalies précoces (Topol, 2019 ; Del Río Carral et al., 2020). Si ces dispositifs permettent une amélioration du suivi médical et une plus grande autonomie pour les patients, leur acceptabilité peut être freinée par la perception qu'en ont les usagers, leur compréhension de l'IA, leur niveau de confiance dans ces outils (Osnat, 2025), la sécurité des données et à la déshumanisation du soin (Čartolovni et al., 2023 ; Tursynbek et al., 2024).

La littérature souligne que l'acceptabilité de ces technologies dépend de plusieurs composantes : la littératie en santé et en numérique, la technophilie, la confiance dans la fiabilité des algorithmes, mais aussi la manière dont l'IA est perçue dans le parcours de soin (Hamedani et al., 2023). Certains patients y voient un outil innovant, capable d'améliorer leur prise en charge, tandis que d'autres expriment des réticences face à une possible perte de contrôle sur les décisions médicales

(Čartolovni et al., 2023 ; Kenig et al., 2024).

Cette communication présente une étude visant à analyser les déterminants de l'acceptabilité des dispositifs d'IA - intégrant des fonctionnalités d'apprentissage automatique ou d'apprentissage profond, distincts des simples systèmes d'aide à la décision basés sur des règles expertes - par des patients atteints de maladies chroniques dans le cadre de leur suivi médical.

L'étude a reçu un avis favorable du Comité d'Éthique de la Recherche de l'Université Picardie Jules Verne, sous le numéro d'évaluation 2026-01-2 (2025-09-3).

Le présent acte est structuré comme suit : une première partie présente les objectifs de recherche ; une deuxième partie décrit la méthodologie adoptée ; une troisième partie expose sommairement les résultats ; et une dernière section discute les apports, les limites et les perspectives de recherche.

2 OBJECTIF DE RECHERCHE

Cette étude vise à identifier les déterminants de l'acceptabilité des dispositifs d'IA en santé, en vue d'élaborer un modèle explicatif exploratoire de l'acceptabilité. Elle s'appuie sur les cadres théoriques du TAM (Technology Acceptance Model ; Davis, 1989), du modèle TrAAIT (Theory of Trust and Acceptance of Artificial Intelligence Technology) sur la confiance en l'IA (Stevens & Stetson, 2023), et des travaux sur le rôle socio-technique de l'IA dans les soins (Niang et al., 2025).

L'acceptabilité de l'IA en santé constitue la variable dépendante, appréhendée à travers plusieurs dimensions : l'utilité perçue, l'intention d'usage17 et la facilité d'utilisation perçue18 des dispositifs d'IA.

Les déterminants de cette acceptabilité sont regroupés en trois axes de variables indépendantes :

- Les caractéristiques individuelles, comprenant le profil sociodémographique (âge, niveau d'éducation, littératie en santé) ainsi que les attitudes vis-à-vis du numérique (technophilie, expérience préalable).
- Les caractéristiques techniques des dispositifs d'IA, telles que la transparence et l'explicabilité des algorithmes, l'utilisabilité perçue, la fiabilité perçue et la sécurité des données. Cette dernière est traitée comme variable technique associée à la perception de la robustesse du dispositif.
- La confiance envers l'IA, qui recouvre la confiance accordée au dispositif et à ses concepteurs, ainsi que la perception de la sécurité et de la confidentialité des données.

3 PARTICIPANTS

L'échantillon est composé de patients adultes atteints d'une maladie chronique et utilisant (ou ayant utilisé) des dispositifs numériques de suivi de santé intégrant des fonctionnalités d'IA basées sur l'apprentissage profond ou l'apprentissage automatique (applications de suivi médical, objets connectés, dispositifs de télésuivi), afin de diversifier les profils d'expérience vis-à-vis des technologies numériques de santé.

Ils ont été recrutés - via la diffusion d'appels à participation auprès d'associations de patients, de réseaux institutionnels, de réseaux sociaux et plateformes en ligne - sur la base du volontariat, et ont été informés des objectifs de l'étude, des modalités de participation et des garanties éthiques (anonymat, confidentialité des données, droit de retrait).

[17] Concernant l'intention d'usage, dans la mesure où les participants utilisent ou ont utilisé un dispositif d'IA, la mesure porte davantage sur leur intention de continuer à utiliser, voire de recommander ces technologies, que sur une intention d'adoption initiale.

[18] Conformément aux modèles théoriques précités, la facilité d'utilisation perçue est ici considérée comme une variable indépendante influençant l'utilité perçue et l'attitude, elle-même composante de la variable dépendante. Elle n'est donc pas répétée, elle s'inscrit dans une relation causale à l'intérieur du modèle.

4 METHODE

Après avoir complété un formulaire de consentement et questionnaire sociodémographique (âge, genre, niveau d'éducation), les participants devaient compléter un questionnaire mesurant des attitudes, des perceptions auto-rapportées et des niveaux d'accord vis-à-vis de questions standardisées sur la technophilie (Martínez-Córcoles et al., 2017), la confiance dans les technologies d'IA (Stevens & Stetson, 2023), la littératie en santé (HLS-Q-16), leurs usages et leurs perceptions des caractéristiques techniques des dispositifs d'IA. Le questionnaire a été auto-administré en ligne via une plateforme sécurisée.
Les données récoltées ont fait l'objet d'une analyse statistique.

5 PRINCIPAUX RESULTATS

Les premiers résultats examinent les relations entre littératie en santé, attitudes technologiques et confiance envers les dispositifs d'IA en santé, mesurée à l'aide de l'échelle TrAAIT.
Ils révèlent un profil de littératie hétérogène, avec une difficulté marquée sur l'évaluation critique des sources d'information. Les attitudes technologiques apparaissent comme le déterminant le plus robuste de la confiance envers l'IA, tandis que la relation entre littératie et confiance IA se révèle sélective, concernant principalement les dimensions d'évaluation critique de l'information. Au niveau de l'échelle TrAAIT, on retrouve une confiance envers l'IA globalement positive.
Ces résultats préliminaires seront étayés et approfondis lors de la conférence à partir de données complémentaires en cours de collecte.

6 DISCUSSION

Cette étude a permis de mieux comprendre les perceptions favorables (ou non) des patients visà-vis de l'IA dans leur suivi médical, et d'identifier des leviers potentiels pour une meilleure intégration quant aux besoins des patients. Il est important de souligner que l'approche quantitative choisie mesure une acceptabilité en grande partie « projetée », dans la mesure où les réponses mettent en avant la manière dont les individus se représentent leurs usages et les effets potentiels de ces technologies, et ne vont pas être assimilés à une mesure des pratiques effectives ou des usages réels. Ceci dit, elle a pour ambition de contribuer à l'identification de pistes de réflexion et de leviers potentiels pour une intégration de l'IA mieux adaptée aux usages réels et à l'expérience des patients dans les parcours de soins chroniques, en plaçant ces derniers au centre des questionnements sur l'innovation technologique en santé, sans prétendre à une généralisation exhaustive des résultats. Une première analyse des résultats suggère que la confiance envers les dispositifs d'IA en santé est davantage déterminée par les attitudes technologiques générales des patients que par leur niveau de littératie en santé. Cette dernière n'est pas sans effet, mais son influence apparaît sélective : elle agit principalement sur la capacité des patients à évaluer de manière critique la qualité et la crédibilité de l'information produite par l'IA, plutôt que sur leur disposition générale à lui faire confiance. Ces résultats invitent à envisager la littératie en santé non comme un levier d'adoption technologique au sens large, mais comme un outil de développement du regard critique des patients sur les informations médicales générées par l'IA.
Plusieurs limites intrinsèques à l'étude doivent d'ores et déjà être considérées. Tout d'abord, le recrutement reposant sur le volontariat peut introduire un biais de sélection, en favorisant la participation de patients plus à l'aise avec les technologies ou davantage intéressés par l'IA. Ceci pourrait influencer les niveaux d'acceptabilité et de confiance observés.
Par ailleurs, l'hétérogénéité des dispositifs numériques mobilisant l'IA et des maladies chroniques concernées peut complexifier l'analyse et limiter la généralisation des résultats. Les usages, les attentes et les perceptions de l'IA pouvant varier selon le type de dispositif, le contexte de soin ou la trajectoire de la maladie, les conclusions doivent être interprétées de manière contextualisée.
Enfin, la nature quantitative de la méthodologie constitue à la fois un levier, en permettant possiblement des comparaisons entre groupes et la proposition d'un modèle explicatif ; et une limite, dans la mesure où elle ne permet pas d'accéder aux significations profondes et aux récits de vie des

patients. Des études complémentaires qualitatives ou mixtes sont d'ores et déjà envisagées pour approfondir la compréhension des perceptions et des pratiques effectives de l'IA en contexte de soins.

7 REFERENCES

Čartolovni, A., Malešević, A., & Poslon, L. (2023). Critical analysis of the AI impact on the patient–physician relationship: A multi-stakeholder qualitative study. Digital health, 9, 20552076231220833.

Davis, F. D. (1989). Technology acceptance model: TAM. *Al-Suqri, MN, Al-Aufi, AS: Information Seeking Behavior and Technology Adoption*, *205*(219), 5.

del Río Carral, M., & Lyons, A. (2020). Embodying health behaviours in everyday life: the social and gendered practices of female senior managers. Psychology & Health, 35(10), 1249–1267. https://doi.org/10.1080/08870446.2020.1743292

Hamedani, Z., Moradi, M., Kalroozi, F., Manafi Anari, A., Jalalifar, E., Ansari, A., ... & Karim, B. (2023). Evaluation of acceptance, attitude, and knowledge towards artificial intelligence and its application from the point of view of physicians and nurses: a provincial survey study in Iran: a cross-sectional descriptive-analytical study. *Health science reports*, *6*(9), e1543.

Kenig, N., Monton Echeverria, J., & Muntaner Vives, A. (2024). Artificial intelligence in surgery: A systematic review of use and validation. *Journal of clinical medicine*, *13*(23), 7108.

Martínez-Córcoles, M., Teichmann, M., & Murdvee, M. (2017). Assessing technophobia and technophilia: Development and validation of a questionnaire. *Technology in Society*, *51*, 183-188.

Niang, O., Pouye, N., Toure, J. M., Gueye, M., & Mouhamadou, L. B. (2025). L'adoption de l'intelligence artificielle dans le suivi et la prise en charge des maladies cardiovasculaires: quelles solutions pour la coconstruction et l'implémentation de dispositifs IA pertinentes usagers?. *Revue Internationale du Chercheur*, *6*(1).

Osnat B. (2025). Patient perspectives on artificial intelligence in healthcare: A global scoping review of benefits, ethical concerns, and implementation strategies. International journal of medical informatics, 203, 106007.

https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2025.106007

Stevens, A. F., & Stetson, P. (2023). Theory of trust and acceptance of artificial intelligence technology (TrAAIT): An instrument to assess clinician trust and acceptance of artificial intelligence. Journal of biomedical informatics, 148, 104550.

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nature medicine, 25(1), 44-56.

Tursynbek, A., Zhaksylykova, D., Cruz, J. P., & Balay-odao, E. M. (2024). Perspectives of patients regarding artificial intelligence and its application in healthcare: a qualitative study. Journal of Clinical Nursing.

8 REMERCIEMENTS

Cette thèse est co-financée par le projet MAIA (Maîtrise des Applications de l'IA) lauréat de l'appel PIA 4 Excellences sous toutes ses formes, la Région Hauts-de-France et par les Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) en Hauts-de-France.

La téléréadaptation dans le cadre des soins à distance post-chirurgie orthopédique : apports et limites pour les patients

Nawel Ouendi
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
nawel.ouendi@uphf.fr

Eugénie Avril
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
eugenie.avril@uphf.fr

Philippe Pudlo
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
philippe.pudlo@uphf.fr

Laura Wallard
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
laura.wallard@uphf.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Le développement des nouvelles technologies numériques en santé apparaît de plus en plus dans le domaine de la rééducation fonctionnelle à des fins de prise en charge à distance. La téléréadaptation est en effet de plus en plus utilisée comme complément à la réadaptation conventionnelle. Toutefois, l'acceptation et l'utilité réelle en milieu clinique reste limitée. Il s'avère donc essentiel d'identifier les facteurs influençant l'utilisation de dispositifs de téléréadaptation par les cliniciens dans un contexte de prise en charge rééducative. Pour ce faire, des entretiens semi-structurés, basés sur le modèle UTAUT2, ont été menés auprès de 20 patients. Les entretiens ont mis en évidence des facteurs facilitants l'adoption, tels que le renforcement et la motivation à pratiquer une activité physique régulière par ludification, le suivi personnalisé à distance, et sa complémentarité. Ils ont également relevé des obstacles potentiels, tels que le risque de blessure et le manque de supervision du clinicien. Ces facteurs doivent donc être pris en compte dans la démarche de conception centrée utilisateur.

MOTS-CLÉS
e-santé, téléréadaptation, acceptabilité, analyse centrée utilisateur, modèle UTAUT

1 INTRODUCTION

Dans la perspective d'une optimisation de la prise en charge de l'usager dans sa réadaptation, le développement des nouvelles technologies numériques en santé apparaît de plus en plus comme une solution pertinente pour répondre aux défis que doivent relever les systèmes de santé face à l'évolution de la démographie médicale, aux inégalités territoriales d'accès aux soins, à la hausse de la prévalence des maladies chroniques ou encore au vieillissement de la population.

Les technologies de santé, définies comme « toutes les interventions susceptibles d'être utilisées pour promouvoir la santé, prévenir, diagnostiquer ou traiter une maladie, ou pour la rééducation ou les soins au long cours. » (INATHA, 2019), englobent ainsi le diagnostic, le traitement, l'aide à la décision clinique, la gestion et la prestation des soins. Ces nouvelles technologies offrent donc de

nouvelles perspectives d'accompagnement par et pour les systèmes de santé afin d'optimiser la prise en charge globale des usagers. En effet, dans le cadre de la réadaptation fonctionnelle post-chirurgie orthopédique des membres inférieurs, la récupération de l'activité posturo-locomotrice représente un objectif majeur afin d'aider le patient à retrouver une autonomie motrice et fonctionnelle dans ses activités quotidiennes (Ouendi et al., 2023, 2024).

Pour ce faire, ces dernières années, la téléréadaptation, qui consiste à dispenser des soins de réadaptation d'un clinicien (kinésithérapeute, enseignant en activités physiques adaptées, etc.) à un patient *via* un système de télécommunication et de technologies de l'information, est ainsi de plus en plus utilisée en clinique pour accompagner les patients dans des soins personnalisés et adaptés à leurs besoins (ARS, 2021). La téléréadaptation présente donc une réelle alternative ou complément à la réadaptation conventionnelle dans les contextes de prévention et de réadaptation fonctionnelle (Shukla et al., 2017 ; Jansson et al., 2022 ; Jansson & Koivisto, 2023).

Toutefois, et malgré des résultats probants dans la prise en charge et l'autonomie des patients (Ouendi et al., 2023, 2024), la téléréadaptation reste encore peu utilisée en raison de certains obstacles comme le manque d'optimisation ergonomique des applications mobiles (interface peu adaptée, exercices proposés trop répétitifs, faible facilité d'utilisation), ou encore le manque de lien entre les dispositifs mis en place et le suivi médical d'accompagnement (manque de standardisation et de contrôle des exercices réalisés à distance, rappels peu adaptés aux besoins de l'usager, niveau d'observance thérapeutique faible) (Ouendi et al., 2025a, 2025b). C'est pourquoi l'identification des déterminants de l'acceptabilité des technologies en téléréadaptation s'avère primordiale afin de caractériser les intentions d'utilisation, les besoins réels et les attentes des futurs utilisateurs.

Dans cette optique, l'objectif de cette étude était d'analyser et de mettre en évidence les facteurs influençants (freins et leviers) la mise en place d'une prise en charge rééducative à distance pour les patients dans le cadre d'une réadaptation post-chirurgie totale de hanche ou de genou.

2 MÉTHODE

2.1 Participants

Vingt patients ont participé à cette étude. L'âge moyen était de 71,5 ± 7,76 ans [57-88 ans] : 73,8 ± 6,68 ans pour les femmes (n=12, 62-88 ans) et 68 ± 8,42 ans pour les hommes (n=8, 57-79 ans). Six patients ont bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche (n=6) et 14 d'une arthroplastie totale de genou (n=14), tous suivis au Centre Hospitalier de Valenciennes (59, France).

Les participants ont été recrutés sur la base du volontariat et en fonction de leurs disponibilités. Chaque participant a donné son consentement éclairé (signature du formulaire de consentement écrit) après avoir été pleinement informé des objectifs et des modalités de l'étude. Le recrutement s'est déroulé sur une période de six mois. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique du LAMIH UMR CNRS 8201 (Université Polytechnique Hauts-de-France).

2.2 Mesures

2.2.1 Entretiens semi-structurés

Les entretiens ont été menés en présentiel dans une pièce isolée avec l'interviewé et l'examinatrice pendant une durée moyenne de 30 minutes. La méthode choisie pour traiter nos données a été l'analyse de contenu, utilisée pour « *analyser des textes, c'est-à-dire des écrits ou des paroles enregistrées et transcrites* » (Henry & Moscovici, 1968). Pour mener ces analyses, les entretiens individuels semi-directifs ont été menés à l'aide d'un guide d'entretien basés sur le modèle UTAUT2 (Venkatesh et al., 2003). Sept thèmes principaux de cette méthode ont été ciblés (la performance perçue, l'effort perçu, la maîtrise, le coût, l'influence sociale, l'importance des dispositifs numériques en téléréadaptation, les attentes).

2.2.2 Questionnaire SUS

Le questionnaire F-SUS (French System Usability Scale) (Gronier & Baudet, 2021) a permis d'évaluer la facilité d'utilisation des dispositifs numériques en rééducation. Il se compose de 10 questions utilisant une échelle de Likert.

2.2.3 Collecte des données : transcription et analyse des données du questionnaire SUS

Le logiciel Jamovi® a été utilisé pour analyser les réponses au questionnaire SUS. Les données ne suivant pas une distribution normale, aucune statistique paramétrique n'a été appliquée. Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les médianes des groupes, tandis que l'ANOVA de Kruskal-Wallis a été utilisée comme alternative non paramétrique à l'ANOVA à un facteur. Un test du χ^2 a été employé pour comparer les distributions des réponses sur les différentes échelles du SUS (données discrètes, non continues). Des corrélations de Pearson ont également été réalisées afin de mettre en évidence les relations entre les thèmes.

3 RÉSULTATS

3.1 Entretiens semi-structurés

L'analyse du contenu des 20 entretiens a permis de mettre en évidence les aspects facilitants l'utilisation et la non-utilisation de dispositifs numérique de téléréadaptation par les patients de manières qualitatives (sous-thèmes) et quantitatives (nombre d'occurrences des sous-thèmes dans les entretiens) (Tableau 1).

Tableau 1 : Cartographie des résultats des entretiens selon le modèle UTAUT2.

Thème	Nombre de citations	Sous-thèmes			
		Sous-thèmes favorables à l'utilisation	Nombre d'occurrences	Sous-thèmes défavorables à l'utilisation	Nombre d'occurrences
Performance perçue	53	Suivi des performances instantanées, quantification de l'évolution	22	Outil de travail uniquement, non destiné à un usage personnel	4
		Suivi clinique et accompagnement médical	16	Considération d'inutilité du dispositif « gadget »	4
		Sentiment d'une utilité globale (non précisément définie)	4	Contrainte, rejet de la technologie	3
		Gestion de la douleur	2	Rapport Performances / Coût (négatif)	1
		Caractéristiques techniques et qualité	2		
		Fonctionnalités annexes (non médicales)	1		
		Rapport Performances / Coût (positif)	1		
Effort perçu	15	Simplicité d'utilisation perçue	5	Âge et appréhension d'utilisation liée à l'âge et aux habitudes concernant l'utilisation de dispositifs technologiques en général (préconception négative)	2
		Habitudes liées à l'utilisation d'autres dispositifs technologiques (préconception positive)	4	Complexité d'utilisation perçue	1
		Effort de concentration perçu non significatif durant la marche	2		
		Simplicité de collecte et d'interprétation de données	1		
Influence sociale	26	Influence de l'entourage médical (utilité de la montre à des fins médicales pour le personnel médical)	16	Influence négative de l'entourage personnel proche	2
		Influence positive de l'entourage personnel	3		
		Influence de la société en générale (généralisation de la technologie dans tous les domaines)	2		
		Attractivité esthétique de la montre (neutre ou design attrayant)	2		
		Influence neutre de l'entourage personnel	1		
Conditions facilitatrices	6	Accompagnement par les équipes médicales pour l'utilisation du dispositif	6		
Motivation hédonique	18	Esthétisme attrayant déterminant dans la volonté d'utiliser la montre	4	La montre ne constitue pas une raison motivante pour la marche nordique	7
		Suivi médical	2	La montre ne procurerait pas de plaisir ou de satisfaction à l'utilisation	1
		Esthétisme non déterminant dans la volonté d'utiliser la montre	2		
		La montre constitue une raison motivante pour la marche nordique	1		
		Performances du dispositif	1		
		Intérêt personnel pour les objets connectés en général	1		
Experience et habitude	10	Utilisation antérieure ou actuelle d'une montre connectée ou d'un autre dispositif connecté facilitant l'usage perçu	8	Non utilisation d'un quelconque objet connecté (rejet de la technologie)	2
Coût	8	Rapport coût / utilité (médicale) positif	3	Coût élevé	3

3.2 Questionnaire SUS

Les résultats du SUS indiquent un score moyen de 54,6 ± 19,6, ce qui signifie que la facilité d'utilisation potentielle est légèrement acceptable. Le score SUS des femmes est légèrement supérieur (56,3 ± 19,5) à celui des hommes (52,2 ± 20,8), ce qui pourrait indiquer une plus grande propension à utiliser la réadaptation à distance. Ce résultat est cohérent avec les entretiens qualitatifs et les principaux thèmes identifiés.

De plus, l'ANOVA de Kruskal-Wallis n'a révélé aucun effet significatif lié au sexe (K = 0,68, p = 0,42), à l'âge (K = 0,002, p = 0,97) ou du type d'intervention chirurgicale (K = 0,02, p = 0,89). Ces

résultats sont également cohérents avec les entretiens, qui n'ont révélé aucune différence de perception en fonction de ces variables sociodémographiques ou professionnelles.

4 CONCLUSION

Ce travail permet de mettre en évidence et de quantifier les apports et les limites potentiels de l'utilisation de dispositifs numériques dans sa démarche rééducative fonctionnelle à distance après une arthroplastie totale de hanche ou de genou.

Les patients ont globalement exprimé un avis mitigé sur ce type d'appareil lorsqu'il est utilisé dans un objectif de prise en charge adaptée et personnalisée, en exprimant toutefois une confiance réelle dans l'utilisation du système. Ces retours, cohérents avec le questionnaire SUS, reflètent les retours des patients quant à leur familiarité avec les dispositifs numériques en général et au fait que l'outil ne nécessite pas d'effort supplémentaire pour être compris. Cette phase d'apprentissage et d'utilisation s'avère nécessaire afin que les patients puissent utiliser le dispositif de manière autonome à domicile. De plus, parmi les facteurs facilitant l'adoption de la téléréadaptation, on note la motivation des patients à utiliser le dispositif dans un objectif de complémentarité avec leur réadaptation conventionnelle, avec notamment des exercices à faire chez soi et à son rythme. Ces premiers résultats sont en cohérence avec les principes même relevés dans la littérature (Jansson et al., 2022 ; Ouendi et al., 2023, 2024).

En revanche, certains freins évoqués entravent potentiellement l'adhésion, avec notamment le risque perçu de mal exécutés les exercices par manque de supervision, l'appréhension dans l'accompagnement personnalisé alimenté par un éventuel manque d'échanges directs avec son médecin ou clinicien si besoin.

Cette étude reste une recherche exploratoire. Il s'avère donc nécessaire de mener une analyse de l'activité en lien avec un contexte et une prise en charge rééducative réelle des patients. En effet, malgré le développement des systèmes de télémédecine et les études démontrant l'efficacité de la téléréadaptation (Shukla et al., 2017 ; Ouendi et al., 2023), la mise en œuvre de programmes de suivi des patients demeure encore un défi pour les établissements de santé. Un facteur clé de l'adhésion est une conception centrée sur l'utilisateur. Des programmes individualisés, basés sur la ludification (Phosanarack et al., 2025a, 2025b), seraient bénéfiques aux utilisateurs en favorisant une approche participative entre cliniciens et patients, et en renforçant leur autonomie. En effet, les patients ont exprimé le souhait d'une interface interactive avec des niveaux de progression afin de se motiver à réaliser les exercices de manière régulière. Le suivi à distance par le jeu s'avère donc nécessaire pour les patients (Jansson & Koivisto, 2023).

5 BIBLIOGRAPHIE

Agence régionale de santé [ARS] (2021). Agir pour la santé de tous. https://www.ars.sante.fr/

Gronier, G., & Baudet, A. (2021). Psychometric evaluation of the F-SUS: Creation and validation of the French version of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction, 37*(16), 1571-1582.

Henry, P., & Moscovici, S. (1968). Problèmes de l'analyse de contenu. *Langages, 11*, 36-60. International Network of Agencies for Health Technology Assessment (INAHTA). (2019) [En ligne]. What is Health Technology Assessment (HTA)? http://www.inahta.org

Jansson, M.M., Rantala, A., Miettunen, J., Puhto, A.P., & Pikkarainen, M. (2022). The effects and safety of telerehabilitation in patients with lower-limb joint replacement: A systematic review and narrative synthesis. *Journal of Telemedicine and Telecare, 28*(2): 96-114.

Jansson, M.M., & Koivisto, J. (2023). Effectiveness of Game-Based Solutions in Patients with Total Hip and Knee Arthroplasty: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Games for Health Journal, 12*: 25-33.

Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P., & Wallard, L. (2023). Effectiveness of tele-rehabilitation programs in elderly with hip osteoarthritis: a scoping review. In Colloque en TéléSANté et dispositifs biomédicaux.

Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P., & Wallard, L. (2024). Effectiveness of telerehabilitation programs in elderly with hip or knee arthroplasty: a systematic review. *Telemedicine and e-Health, 30*(6), 1507-1521.

Ouendi, N., Wallard, L., Dervaux, B., Pudlo, P., & Avril, E. (2025a). Use of telerehabilitation by clinicians: barriers and levers to its adoption in clinics. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology,* 1-17.

Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P., & Wallard, L. (2025b). Telerehabilitation in the remote care of patients' post-orthopaedic surgery: Benefits and limitations for patients. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 1357633X251352613.

Phosanarack, M., Avril, E., Lepreux, S., Wallard, L., & Kolski, C. (2025a). User-centered personalized gamification: an umbrella review. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 35*(1), 3.

Phosanarack, M., Wallard, L., Lepreux, S., Kolski, C., & Avril, E. (2025b). Smartphone exergames with realtime markerless motion capture: challenges and trade-offs. arXiv preprint arXiv:2507.06669.

Shukla H, Nair SR, Thakker D. Role of telerehabilitation in patients following total knee arthroplasty: evidence from a systematic literature review and meta-analysis. *Journal of Telemedicine & Telecare. 2017; 23*(2):339-46.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly,* 425-478.

La téléréadaptation en milieu clinique : freins et leviers de son adoption par les cliniciens

Nawel Ouendi
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
nawel.ouendi@uphf.fr

Eugénie Avril
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
eugenie.avril@uphf.fr

Philippe Pudlo
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
philippe.pudlo@uphf.fr

Laura Wallard
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
laura.wallard@uphf.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Ces dernières années, les dispositifs de télémédecine se multiplient, et notamment dans le domaine de la rééducation. La téléréadaptation est en effet de plus en plus utilisée comme complément à la réadaptation conventionnelle. Toutefois, la littérature actuelle reste limitée concernant son acceptation et son utilité réelle en milieu clinique. Il s'avère donc essentiel d'identifier les facteurs influençant l'utilisation de dispositifs de téléréadaptation par les cliniciens dans un contexte de prise en charge rééducative. Pour ce faire, des entretiens semi-structurés, basés sur le modèle UTAUT2, ont été menés auprès de 17 cliniciens. Les entretiens mettent en évidence les facilitateurs perçus, tels que l'extension des bienfaits d'un suivi personnalisé et individualisé des patients, la complémentarité avec la thérapie conventionnelle et le coût. Ils ont également montré des freins perçus, notamment le recours exclusif à la téléréadaptation et le risque de blessure. En conclusion, les cliniciens expriment leur réelle envie d'utiliser la téléréadaptation qui présente une plus-value dans leur prise en charge.

MOTS-CLÉS
santé numérique, téléréadaptation, acceptabilité, analyse centrée utilisateur, modèle UTAUT

1 INTRODUCTION

Depuis quelques années, les dispositifs portables de télémédecine sont de plus en plus utilisés dans le domaine de la rééducation à des fins, notamment, de prise en charge des patients à domicile après la phase aigüe, réduisant ainsi leur durée d'hospitalisation [Ouendi et al., 2023, 2024]. En effet, la téléréadaptation tend à offrir aux patients un service de santé le plus adapté et personnalisé à leurs besoins, s'inscrivant dans la démarche d'une médecine dite 5P (personnalisée, préventive, prédictive, participative et prouvée) [ARS, 2021]. La téléréadaptation se définit comme un ensemble de services de réadaptation fournis à distance à l'aide des technologies de l'information et de la communication basées sur l'Internet des objets (IoT pour *Internet of Things* ou IoHT pour *Internet of Health Things*). Elle se traduit le plus souvent par la mise en place de séances d'exercices physiques par vidéoconférence ou la mise à disposition d'applications mobiles avec des traqueurs (traceurs permettant le suivi) d'activités et des mesures cliniques spécifiques [Ouendi et al., 2023, 2024 ; Wang et al., 2023]. La téléréadaptation présente donc une réelle alternative ou complément à la

réadaptation conventionnelle dans les contextes de prévention et de réadaptation fonctionnelle [Shukla et al., 2017 ; Jansson et al., 2022 ; Jansson & Koivisto, 2023].

Toutefois, et malgré des résultats probants dans la prise en charge et l'autonomie des patients, la téléréadaptation reste encore peu utilisée en raison de certains obstacles comme le manque d'optimisation ergonomique des applications mobiles (interface peu adaptée, exercices proposés trop répétitifs, faible facilité d'utilisation), ou encore le manque de lien entre les dispositifs mis en place et le suivi médical d'accompagnement (manque de standardisation et de contrôle des exercices réalisés à distance, rappels peu adaptés aux besoins de l'usager, niveau d'observance thérapeutique faible, manque de temps consacré au suivi à distance pour les thérapeutes) [Ouendi et al., 2025]. Les dispositifs et méthodes de téléréadaptation actuels, quoique prometteurs, ne sont pas utilisés à leur plein potentiel et n'atteignent pas toujours l'objectif souhaité. Du point de vue de son usage, la téléréadaptation présente encore trop souvent une mauvaise utilisabilité pour les usagers ou patients mais également pour les thérapeutes, à laquelle s'ajoute une incompatibilité avec les flux de travail réels des cliniciens. Les dispositifs actuels restent encore beaucoup trop sur une conception techno-centrée, sans considération des utilisateurs finaux (cliniciens, patients et usagers), ne prenant pas en compte leurs réels besoins et attentes, rendant ainsi l'outil peu utilisé. C'est pourquoi il est important que l'ensemble des prises en charge rééducatives proposées à distance soient les plus optimales possibles, et cela pour chaque public cible, adaptées à l'utilisateur et à son activité. L'identification des déterminants de l'acceptabilité des technologies en téléréadaptation s'avère ici primordiale afin d'identifier les intentions d'utilisation, mais également les besoins et les attentes des futurs utilisateurs.

Dans cette optique, l'objectif de cette étude était d'analyser et de mettre en évidence les facteurs influençants (freins et leviers) la mise en place d'une prise en charge rééducative à distance par les professionnels de santé dans le cadre d'une réadaptation post-chirurgie totale de hanche ou de genou.

2 MÉTHODE

2.1 Participants

Dix-sept cliniciens (3 médecins MPR, 1 interne MPR, 9 kinésithérapeutes et 4 enseignants en Activités Physiques Adaptées) du Centre Hospitalier de Valenciennes (59, France) ont participé à cette étude. L'âge moyen était de 32,6 ± 10,3 ans, avec une moyenne de 30,6 ± 10,5 ans pour les femmes (n=8, de 23 à 56 ans) et de 34,3 ± 10,4 ans pour les hommes (n=9, de 27 à 60 ans). Tous les participants travaillaient au sein du service de réadaptation où l'étude a été menée et possédaient une expertise spécifique dans la prise en charge des troubles musculo-squelettiques dont les arthroplasties totales de hanche et de genou, avec une expérience moyenne de 10 ± 3 ans.

Les participants ont été recrutés sur la base du volontariat et en fonction de leurs disponibilités. Chaque participant a donné son consentement éclairé (signature du formulaire de consentement écrit) après avoir été pleinement informé des objectifs et des modalités de l'étude. Le recrutement s'est déroulé sur une période de six mois. Tous les cliniciens ont participé à un entretien semistructuré. En complément de ces entretiens, le questionnaire F-SUS (French System Usability Scale) [Brooke, 1996] leur a été administré. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique du LAMIH UMR CNRS 8201 (Université Polytechnique Hauts-de-France).

2.2 Mesures

2.2.1 Entretiens semi-structurés

Les entretiens ont été menés en présentiel dans une pièce isolée avec l'interviewé et l'examinatrice pendant une durée moyenne de 30 minutes. La méthode choisie pour traiter nos données a été l'analyse de contenu, utilisée pour « *analyser des textes, c'est-à-dire des écrits ou des paroles enregistrées et transcrites* » [Henry & Moscovici, 1968]. Pour mener ces analyses, les entretiens individuels semi-directifs ont été menés à l'aide d'un guide d'entretien basés sur le modèle UTAUT2 [Venkatesh et al., 2000]. Sept thèmes principaux de cette méthode ont été ciblés (la

performance perçue, l'effort perçu, la maîtrise, le coût, l'influence sociale, l'importance des dispositifs numériques en téléréadaptation, les attentes).

2.2.2 Questionnaire SUS

Le questionnaire F-SUS (French System Usability Scale) [Brooke, 1996] a permis d'évaluer la facilité d'utilisation des dispositifs numériques en rééducation. Il se compose de 10 questions utilisant une échelle de Likert.

2.2.3 Collecte des données : transcription et analyse des données du questionnaire SUS

Le logiciel Jamovi® a été utilisé pour analyser les réponses au questionnaire SUS. Les données ne suivant pas une distribution normale, aucune statistique paramétrique n'a été appliquée. Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les médianes des groupes, tandis que l'ANOVA de Kruskal-Wallis a été utilisée comme alternative non paramétrique à l'ANOVA à un facteur. Un test du χ^2 a été employé pour comparer les distributions des réponses sur les différentes échelles du SUS (données discrètes, non continues). Des corrélations de Pearson ont également été réalisées afin de mettre en évidence les relations entre les thèmes.

3 RÉSULTATS

3.1 Entretiens semi-structurés

L'analyse du contenu des 17 entretiens a permis de mettre en évidence les aspects facilitantsl'utilisation et la non-utilisation de dispositifs numérique de téléréadaptation par les cliniciens de manières qualitatives (sous-thèmes) et quantitatives (nombre d'occurrences des sous-thèmes dans les entretiens) (Figure 1).

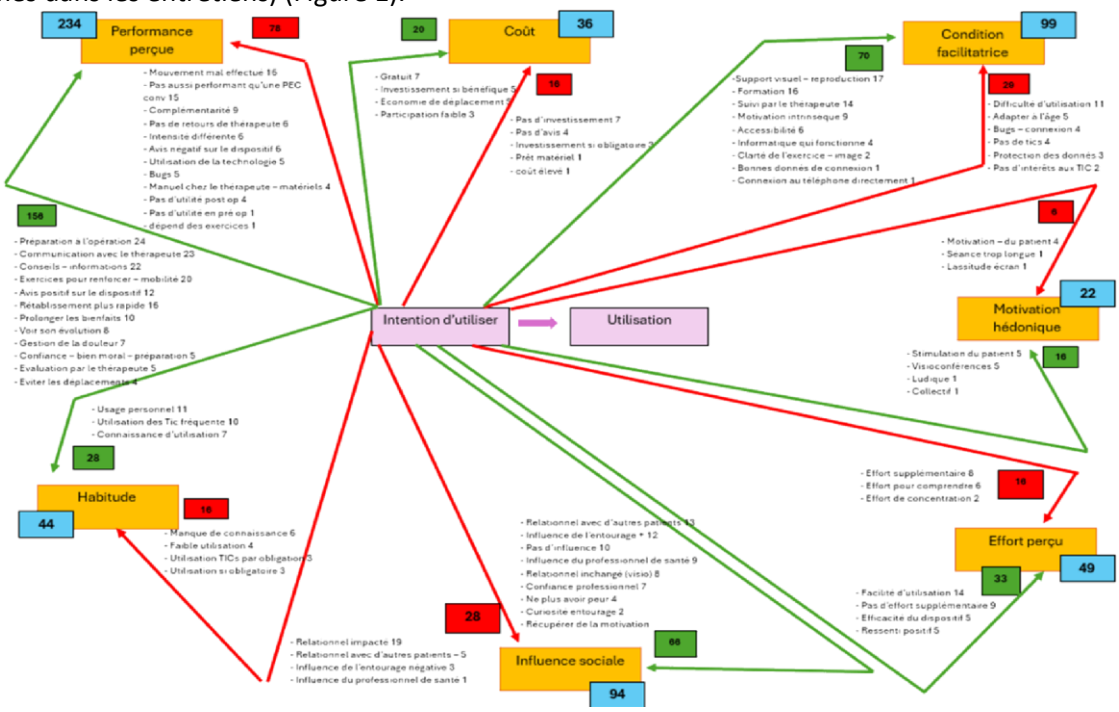


Figure 1 : cartographie des résultats des entretiens selon le modèle UTAUT2. Légendes : rectangles orange : thèmes identifiés, rectangles bleus : occurrences par thèmes, flèches vertes : occurrences positives (facilitant l'utilisation), flèches rouges : occurrences négatives (entraînant la non-utilisation).

3.2 Questionnaire SUS

Les résultats du SUS indiquent un score moyen relativement élevé de 74 ± 13,2, suggérant un fort potentiel d'utilisation de l'outil. Ce résultat est cohérent avec les entretiens qualitatifs et les principaux

thèmes identifiés. Les femmes ont obtenu un score plus élevé (77,8 ± 8,07) que les hommes (70,6 ± 16,2), ce qui pourrait indiquer une plus grande propension à utiliser la réadaptation à distance. Toutefois, l'ANOVA de Kruskal-Wallis n'a révélé aucun effet significatif lié au sexe (K = 0,67, p = 0,41), à l'âge (K = 0,002, p = 0,96), à la profession (K = 4,56, p = 0,28) ou à l'expérience (K = 0,02, p = 0,88). Ces résultats sont également cohérents avec les entretiens, qui n'ont révélé aucune différence de perception en fonction de ces variables sociodémographiques ou professionnelles.

4 CONCLUSION

Cet article présente un aperçu des facteurs facilitant ou limitant le recours à la téléréadaptation par les cliniciens, en particulier dans le cadre de la réadaptation des patients après une chirurgie orthopédique. Les cliniciens ont généralement exprimé un avis favorable sur ce type d'appareil lorsqu'il est utilisé pour la prise en charge de leurs patients, en exprimant une grande confiance dans l'utilisation du système. Ces retours, cohérents avec le questionnaire SUS, reflètent les retours des cliniciens quant à leur familiarité avec les dispositifs numériques en général et au fait que l'outil ne nécessite pas d'effort supplémentaire pour être compris. Parmi les facteurs facilitant l'adoption de la téléréadaptation, on note la motivation des cliniciens à la mise en place d'un suivi personnalisé et adapté aux patients, la complémentarité avec la réadaptation conventionnelle, ainsi que la réduction des déplacements, perçue comme un avantage pratique et économique. En revanche, certains freins entravent l'adhésion : le risque perçu de mal exécutés les exercices par manque de supervision, et le manque d'échanges directs avec les patients si besoin.

Malgré le développement des systèmes de télémédecine et les études démontrant l'efficacité de la téléréadaptation [Shukla et al., 2017 ; Ouendi et al., 2023], la mise en œuvre de programmes de suivi des patients demeure un défi pour les établissements de santé. Un facteur clé de l'adhésion est une conception centrée sur l'utilisateur. Il s'avère donc nécessaire de mener une analyse de l'activité en lien avec un contexte et une prise en charge rééducative réelle. En effet, des programmes individualisés, basés sur la ludification [Phosanarack et al., 2025a, 2025b], seraient bénéfiques aux utilisateurs en favorisant une approche participative entre cliniciens et patients, et en renforçant leur autonomie. Les cliniciens devraient fixer des objectifs atteignables et motiver les patients à maintenir une activité physique régulière, garantissant ainsi des bénéfices à long terme. La téléréadaptation deviendra sans aucun doute un élément essentiel des soins de réadaptation de demain.

5 BIBLIOGRAPHIE

Agence régionale de santé [ARS] (2021). Agir pour la santé de tous. https://www.ars.sante.fr/

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry, 189(194), 4-7. Colombo, G., Joerg, M., Schreier, R., & Dietz, V. (2000). Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. Journal of rehabilitation research and development, 37(6), 693-700.

Henry, P., & Moscovici, S. (1968). Problèmes de l'analyse de contenu. Langages, (11), 36-60.

Jansson, M.M., Rantala, A., Miettunen, J., Puhto, A.P., & Pikkarainen, M. (2022). The effects and safety of telerehabilitation in patients with lower-limb joint replacement: A systematic review and narrative synthesis. Journal of Telemedicine and Telecare, 28(2): 96-114.

Jansson, M.M., & Koivisto, J. (2023). Effectiveness of Game-Based Solutions in Patients with Total Hip and Knee Arthroplasty: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. Games for Health Journal, 12(1): 2533.

Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P., & Wallard, L. (2023). Effectiveness of tele-rehabilitation programs in elderly with hip osteoarthritis: a scoping review. In Colloque en TéléSANté et dispositifs biomédicaux.

Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P., & Wallard, L. (2024). Effectiveness of telerehabilitation programs in elderly with hip or knee arthroplasty: a systematic review. Telemedicine and e-Health, 30(6), 1507-1521.

Ouendi, N., Wallard, L., Dervaux, B., Pudlo, P., & Avril, E. (2025). Use of telerehabilitation by clinicians: barriers and levers to its adoption in clinics. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 1-17.

Ouendi, N., Avril, E., Dervaux, B., Pudlo, P., & Wallard, L. (2025). Telerehabilitation in the remote care of patients' post-orthopaedic surgery: Benefits and limitations for patients. Journal of Telemedicine and Telecare, 1357633X251352613.

Phosanarack, M., Avril, E., Lepreux, S., Wallard, L., & Kolski, C. (2025a). User-centered personalized gamification: an umbrella review. User Modeling and User-Adapted Interaction, 35(1), 3.

Phosanarack, M., Wallard, L., Lepreux, S., Kolski, C., & Avril, E. (2025b). Smartphone exergames with realtime markerless motion capture: challenges and trade-offs. arXiv preprint arXiv:2507.06669.

Shukla H, Nair SR, Thakker D. Role of telerehabilitation in patients following total knee arthroplasty: evidence from a systematic literature review and meta-analysis. J Telemed Telecare. 2017;23(2):339–346.

Wang, G., Yang, G., Du, Z., Fan, L., & Li, X. (2023). Clinicalgpt: Large language models finetuned with diverse medical data and comprehensive evaluation. Computer Science - Computation and Language, 1-11.

Influence de l'expérience sur la mise en œuvre des compétences émotionnelles dans l'activité médicale préhospitalière

Léonore Bourgeon
Département Neurosciences et Sciences Cognitives
Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA)
leonore.bourgeon.pro@gmail.com

Marie Pery
Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris (BSPP), Division Santé
marie.pery@pompiersparis.fr

Estelle Michinov
Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication (LP3C)
Université de Rennes 2
estelle.michinov@univ-rennes2.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

La prise en charge préhospitalière de blessés traumatisés sévères constitue l'une des activités médicales les plus exigeantes. Le taux de décès évitables de 15,2 % induit un enjeu important pour les formations des équipes. La dimension émotionnelle de cette activité est peu investiguée, alors que de nombreuses études ont montré l'impact des émotions négatives sur la qualité de la prise en charge médicale ainsi que le rôle positif des compétences émotionnelles (CE) des médecins. Par ailleurs, certaines études ont montré une diminution des CE des médecins avec l'expérience. L'objectif de cette étude exploratoire est de mettre en évidence l'importance des CE dans l'activité préhospitalière ainsi que le rôle de l'expérience des médecins. L'étude, basée sur des entretiens menés auprès de 12 médecins préhospitaliers, a confirmé la place importante des émotions et des stratégies de régulation émotionnelle dans cette activité. L'effet de l'expérience a été observé sur les phases de prise en charge génératrices d'émotions et sur les types de stratégies de régulation déployées. Ces résultats soulignent l'intérêt des formations aux compétences émotionnelles dans le cadre de l'activité médicale préhospitalière.

MOTS-CLÉS
compétences émotionnelles, expérience médicale, médecine préhospitalière

1 INTRODUCTION

La prise en charge préhospitalière de blessés traumatisés sévères constitue l'une des activités médicales les plus exigeantes où l'objectif est d'évaluer l'état de la victime et maintenir ses fonctions vitales pour la transporter rapidement vers une structure hospitalière adaptée au diagnostic lésionnel. Pour cela, le médecin doit prendre des décisions à partir d'informations souvent partielles et/ou incertaines, et ce, sous forte pression temporelle. Cela implique 1) d'élaborer une conscience de la situation de l'état du ou des blessés, c'est-à-dire recueillir rapidement les informations pertinentes relativement à cet état, le comprendre et projeter son évolution à court et moyen terme, 2) de coordonner les actions de l'équipe, composée d'un infirmier et d'un conducteur-ambulancier, et 3) de gérer le transfert du blessé vers la structure hospitalière adaptée. L'un des enjeux de sécurité du

patient dans ce type de prise en charge concerne la diminution des décès évitables. Une étude prospective menée sur tous les décédés par traumatisme direct pris en charge à Berlin en 2010 a montré que 15,2 % de ces décès étaient évitables (Kleber et al., 2013). La formation des équipes soignantes constitue un des leviers permettant d'améliorer l'efficacité de la prise en charge. Elle concerne principalement les compétences dites techniques ainsi que les compétences sociocognitives, dites non-techniques.

Cependant, une étude récente a mis en évidence l'importance de la dimension émotionnelle dans cette activité, en identifiant quatre domaines clés de l'activité des médecins préhospitaliers : le leadership, la gestion de l'environnement, l'organisation et la gestion des émotions (Bäckström & Alvinius, 2024). Or, cette dimension a peu été investiguée dans le domaine médical préhospitalier. Dans le domaine chirurgical, il a été montré que l'activité peut générer chez les chirurgiens un état émotionnel négatif intense susceptible d'entraver la qualité de leur prise en charge et la sécurité des patients (Arora et al., 2010a). Aussi, la capacité à identifier les émotions, les exprimer, les comprendre, les utiliser et réguler celles qui entravent le fonctionnement cognitif, aussi bien ses propres émotions que celles d'autrui, que l'on peut regrouper comme compétences émotionnelles (Mikolajczak et al., 2023), pourrait constituer un objet d'entraînement efficace pour la sécurité des patients en milieu préhospitalier.

De nombreuses études ont montré que les compétences émotionnelles, issues des modèles de l'intelligence émotionnelle, ont un impact positif sur les performances professionnelles notamment en améliorant les relations interpersonnelles, la résolution des conflits et en réduisant le stress (Guillouët et al., 2025; Jacobs & Wollny, 2022; Michinov, 2022; Michinov & Michinov, 2022). Des résultats similaires sont observés dans les activités médicales : amélioration de la relation patient-médecin, de l'empathie, de la gestion du stress, du travail en équipe et du leadership (Arora et al., 2010b). L'intelligence émotionnelle est aussi reconnue comme une compétence clé du leadership médical, avec les autres compétences clés que sont le travail d'équipe, la pensée critique, l'intégrité et l'altruisme (Hargett et al., 2017). L'effet du niveau de compétences émotionnelles sur la qualité d'une prise en charge médicale est moins étudié, mais convergent vers des effets positifs. Ainsi, face à la dégradation imprévue de l'état d'un patient, il a été montré que les médecins présentant un niveau élevé de compétences émotionnelles obtenaient de meilleurs scores de performance ainsi qu'un temps de prise en charge plus rapide et également que leur état émotionnel négatif était moins intense que ceux présentant un niveau moins élevé (Bourgeon et al., 2016; Bourgeon et al., 2021).

L'ensemble de ces résultats confirment l'importance des compétences émotionnelles, en particulier pour la qualité de la prise en charge d'une urgence médicale, et soulignent l'intérêt de les intégrer dans les programmes d'entraînement. Cependant, des études ont montré que certaines compétences émotionnelles des médecins diminuent avec l'expérience, notamment l'empathie (Bellini & Shea, 2005). Cette diminution est expliquée par une « dépersonalisation » de la relation médecin-patient (Bäckström & Alvinius, 2024). Investiguer comment les compétences émotionnelles évoluent avec l'expérience professionnelle constitue ainsi un enjeu important dans le cadre de la conception de formations aux compétences émotionnelles.

L'objectif de l'étude exploratoire présentée ici est de vérifier 1) comment, et dans quelle mesure, les compétences émotionnelles des médecins préhospitaliers se déploient en situation, en particulier lors de la prise en charge de blessés traumatisés sévères, et 2) comment ces compétences émotionnelles se distinguent en fonction du niveau d'expérience du médecin. Les difficultés inhérentes à la réalisation d'observations sur le terrain et la nécessité de recueillir les verbalisations des médecins afin de mettre en évidence la dimension émotionnelle de l'activité, nous ont conduit à réaliser cette étude par la conduite d'entretiens en utilisant la technique de la *Critical Decision Method* (Klein & Armstrong, 2004) qui permet d'éliciter les processus sous-jacents aux activités de prise de décision, et en y intégrant la dimension émotionnelle. Les résultats de cette étude permettront d'étayer les réflexions autour de la conception d'une formation aux compétences émotionnelles des équipes préhospitalières.

2 METHODE

2.1 Participants

Douze médecins (6 femmes, 6 hommes) réalisant des gardes en ambulance de réanimation à la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris (BSPP) ont participé à l'étude. Leur âge variait de 28 à 59 ans (*m* = 38,5 ; *ET* = 9,9). L'expérience en médecine préhospitalière variait de 1 à 35 ans (*m* = 9,6 ; *ET* = 11,1) et leur expérience au sein de la BSPP variait de 4 mois à 16 ans (*m* = 4,0 ; *ET* = 4,5). Une variable catégorielle de l'expérience en préhospitalier a été créée à partir de la médiane : les moins expérimentés avaient une expérience variant de 1 à 3 ans tandis que les plus expérimentés avaient une expérience variant de 6 à 35 ans.

2.2 Technique d'entretien

Notre approche d'analyse de la dimension émotionnelle de l'activité consiste à amener l'opérateur à verbaliser les ressentis et les stratégies de gestion des émotions vécus pendant une prise en charge. Afin de pallier les possibles déficits mnésiques, nous avons choisi de mener des entretiens avec les médecins préhospitaliers durant la journée suivant une garde de 24 heures. Par ailleurs, sans possibilité de support vidéo, nous avons choisi d'utiliser la technique d'entretien *« Critical Decision Method* » (Klein & Armstrong, 2004) dont l'objectif est de mettre en évidence les processus cognitifs mobilisés durant une activité impliquant des prises de décision. Cette technique, basée sur des « questionnements » (*probes* en anglais) dirigés sur les processus de décision, permet d'éliciter en profondeur les représentations et raisonnements des opérateurs pendant leurs prises de décision. A partir de cette technique, nous avons choisi d'ajouter des *probes* relatifs aux émotions ressenties ou identifiées chez autrui et également relatifs à la manière dont ces émotions ont été gérées ou non par les médecins. Ainsi, les processus de chaque prise de décision étaient décrits finement par le participant et associés à la dimension émotionnelle telle que vécue par le médecin.

A chaque fin de garde, les médecins ayant pris en charge un patient traumatisé sévère étaient identifiés. Ils étaient alors contactés par téléphone pour leur présenter l'étude et, s'ils étaient d'accord, la note d'information ainsi que le formulaire de consentement leur étaient envoyés via leur adresse mail professionnelle. Un rendez-vous téléphonique était ensuite pris avec eux, dans la journée, pour conduire l'entretien par téléphone. L'entretien était enregistré sur dictaphone, puis retranscrit et anonymisé.

2.3 Variables relatives aux interventions

Seules les interventions relatives à la prise en charge d'un blessé traumatisé sévère étaient inclues dans l'étude. Il s'agit de cas où le contexte qui a causé les blessures peut engendrer potentiellement un polytraumatisme sévère. Ils représentent les blessés parmi les plus graves pris en charge en préhospitalier, ce qui constitue un contexte potentiellement générateur d'émotions intenses. Les critères de ce contexte sont : la cinétique de l'accident associée à mécanisme à haute énergie (par exemple, un accident de la voie publique à vitesse élevée ou une chute de plusieurs mètres) ou l'identification de plusieurs lésions évidentes ou suspectées (par exemple, traumatisme crânien avec perte de conscience ou plaies pénétrantes).

Chaque intervention décrite a été catégorisée en fonction de leur *nature* : accident de la voie publique, chute de grande hauteur ou blessures par arme pénétrante.

Le *niveau de gravité* était celui évalué par le médecin au moment de son bilan. Un classement en trois catégories, utilisé par les médecins pour orienter les blessés vers les différentes structures hospitalières, a été utilisé : urgence vitale (plusieurs défaillances vitales : neurologique, circulatoire et/ou respiratoire), urgence absolue (une défaillance vitale) et urgence relative (défaillance(s) contrôlée(s)).

2.4 Variables relatives aux émotions rapportées

L'identification d'un état émotionnel rapporté par le participant a été réalisée à partir d'une approche sémantico-contextuelle, c'est-à-dire que l'on a considéré aussi bien le lexique employé (verbalisation émotionnelle explicite) que le contexte discursif et l'évaluation subjective exprimée par le participant. Une fois un état émotionnel identifié, plusieurs variables ont été recueillies :

- *Nature et valence de l'émotion ressentie ou perçue chez autrui*. La valence était soit positive, soit négative.
- *Fonction de la ou des personnes ayant ressenti l'émotion*. Il pouvait s'agir du médecin luimême, d'autrui - infirmier, conducteur-ambulancier, équipe infirmier et conducteur ambulancier, autre professionnel (équipes VSAV, policiers, autre), non-professionnel (victime, proches, témoin, badaud)-, et enfin, lorsque le verbatim se rapportait à l'équipe dans sa totalité incluant le médecin lui-même, la fonction était cotée comme collective.
- *Phase de l'intervention*. L'intervention a été divisée en sept phases :
  1) Moment de l'appel [APPEL]
  2) Trajet vers le lieu de l'intervention [TRAJET]
  3) Arrivée sur les lieux incluant le recueil des premières informations [ARRIVÉE]
  4) Prise en charge du patient (sur le lieu de l'intervention et pendant le transport) [Prise en charge]
  5) Interactions avec la coordination médicale [COORDINATION]
  6) Transport du patient vers une structure hospitalière adaptée [TRANSPORT]
  7) Transmission avec l'équipe hospitalière [TRANSMISSION]
- *Nature des situations génératrices d'émotions*. Les *verbatim* associés à la situation génératrice de l'état émotionnel rapporté ont été analysés et une catégorisation a été réalisée par induction.
- *Type des stratégies de régulation.* L'analyse des *verbatim* permettait d'identifier si l'état émotionnel rapporté était associé à une stratégie de régulation. Ces stratégies ont été classées selon la catégorisation de Mikolajzcak (2023) : Changement cognitif, Modification de la situation, Partage avec autrui, Réorientation attentionnelle, Techniques physio-relaxantes.

A noter que plusieurs émotions rapportées peuvent être associées à une même situation génératrice, qu'une même émotion peut être générée par plusieurs situations génératrices et que plusieurs stratégies de régulation peuvent être déployées pour un seul état émotionnel. Ainsi, il est possible de ne pas observer autant d'émotions que de situations génératrices ni que de nombre de stratégies de régulation.

3 RESULTATS

Douze entretiens ont été réalisés. Pour plus de la moitié, les événements à l'origine des interventions concernaient des accidents de la voie publique (7 sur 12), puis des blessures par arme pénétrante (4 sur 12) et un événement était une chute de grande hauteur. En terme de niveau de gravité, 7 étaient des urgences vitales (dont deux ont abouti à un décès), 1 était une urgence absolue et 4 étaient des urgences relatives.

3.1 Emotions rapportées

Sur l'ensemble des 12 entretiens, 119 émotions ont été rapportées par les médecins, majoritairement de valence négative (69 %). Parmi les émotions de valence négative, 22 catégories de nature d'émotions ont été identifiées. Celle la plus fréquemment rapportée était relative à l'« agacement » (12 %), suivie des émotions relatives à la « frustration » (11 %), puis celles liées à l'« anxiété » (9 %). Enfin, pour 7 % des émotions négatives rapportées, elles concernaient un inconfort physiologique (faim, fatigue ou chaleur). Concernant les émotions à valence positive, 9 catégories de nature ont été identifiées. La plus fréquente était liée à l'état de « satisfaction » » (37 %), suivie de l'état d'« excitation » (23 %) et de « soulagement » (20 %).

La majorité des émotions rapportées ont été générées pendant la phase de prise en charge du blessé (41 %), puis lors de l'appel et à l'arrivée sur les lieux (16 %). Les autres phases ont généré entre 2 et 8 % des émotions.

Les émotions rapportées étaient à 55 % ressenties par le médecin lui-même, 33 % par autrui et 12 % étaient collectives.

Cette répartition variait, de manière tendancielle, selon la fonction des personnes qui les ressentaient : les émotions négatives ressenties par autrui étaient plus fréquemment rapportées (80 %) que les émotions positives (20 %) comparativement aux émotions ressenties par le médecin lui-même, seul et collectivement (respectivement 63 % et 37 %) [$\chi^2(1, N = 119) = 3.46$; $p = .06$; $V_{Cramer} = .17$] (Figure 1).

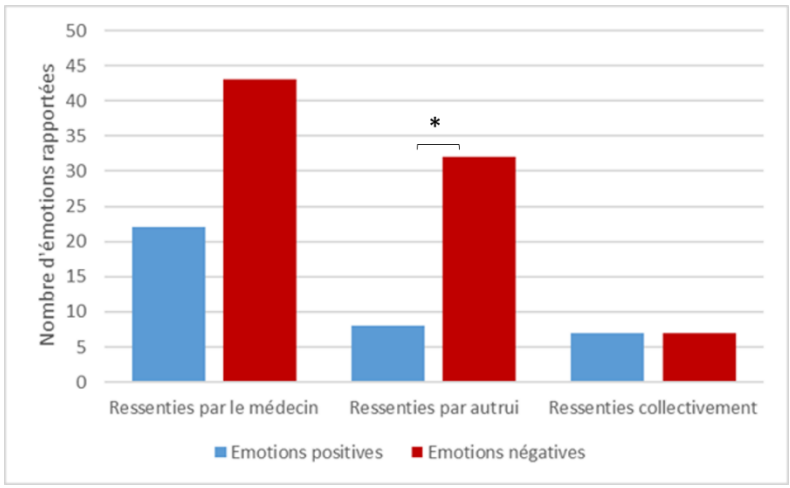


Figure 1 : répartition du nombre d'émotions rapportées selon la valence et selon que l'émotion ait été ressentie par le médecin lui-même, par autrui ou collectivement

Sur les 119 émotions rapportées, 51 % l'ont été par les médecins plus expérimentés et 49 % par les moins expérimentés. Les proportions d'émotions rapportées selon leur valence ne différaient pas significativement en fonction du niveau d'expérience des médecins. En revanche, la répartition des émotions rapportées en fonction de la phase de l'intervention était significativement différente en fonction du niveau d'expérience : plus de la moitié des émotions rapportées par les médecins expérimentés étaient ressenties pendant la phase de prise en charge (55,7 %) contre seulement 25,7 % pour les moins expérimentés [$\chi^2(1, N = 119) = 10.96$; $p < .0001$; $V_{Cramer} = .30$]. A l'inverse, de manière tendancielle, les moins expérimentés ont rapporté plus d'émotions (22,4 %) que les plus expérimentés (9,8 %) lors de l'arrivée sur les lieux [$\chi^2(1, N = 119) = 3.51$; $p = .06$; $V_{Cramer} = .17$] (Figure 2).

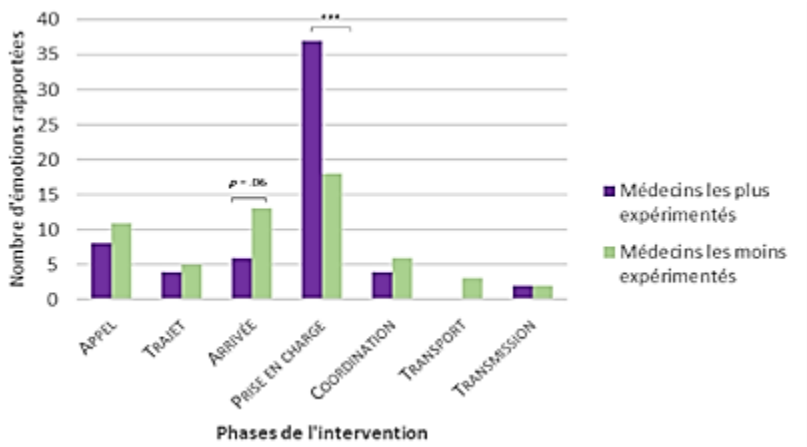


Figure 2 : répartition du nombre d'émotions rapportées selon la phase de l'intervention et le niveau d'expérience du médecin.

La répartition du nombre d'émotions rapportées selon la fonction de la ou des personnes l'ayant ressenti ne différait pas significativement selon le niveau d'expérience du médecin.

3.2 Stratégies de régulation

Soixante-et-une stratégies de régulation ont été identifiées. Elles étaient associées à 57 émotions (4 émotions étaient chacune associées à 2 stratégies de régulation distinctes). Par ailleurs, deux stratégies de régulation ont été développées par anticipation d'une potentielle situation génératrice d'émotions. L'ensemble des stratégies concernaient majoritairement des émotions de valence négative (92 %).

Le type de stratégie de régulation le plus fréquemment identifié était la « modification de la situation » qui concernait 44 % des émotions régulées. Le « Changement cognitif » était utilisé pour 21 % des émotions régulées, la « Réorientation attentionnelle » pour 20 % et enfin le « Partage avec autrui » pour 15 % des émotions régulées. Aucune stratégie de régulation relative aux techniques physio-relaxantes n'a été identifiée. Ces stratégies de régulation étaient orientées vers le médecin lui-même pour 46 % d'entre elles, vers autrui pour 44 % d'entre elles et vers le collectif pour 10 % d'entre elles. Le type de stratégie de régulation émotionnelle ne différait pas significativement selon que l'émotion était ressentie par le médecin lui-même ou était ressentie par autrui, excepté pour le « changement cognitif » qui était, de manière tendancielle, plus fréquemment utilisé pour réguler les émotions d'autrui (32 %) que pour ses propres émotions (12 %) [$\chi^2(1, N = 61) = 3.62$; $p = .06$; Phi = .24] (Figure 3).

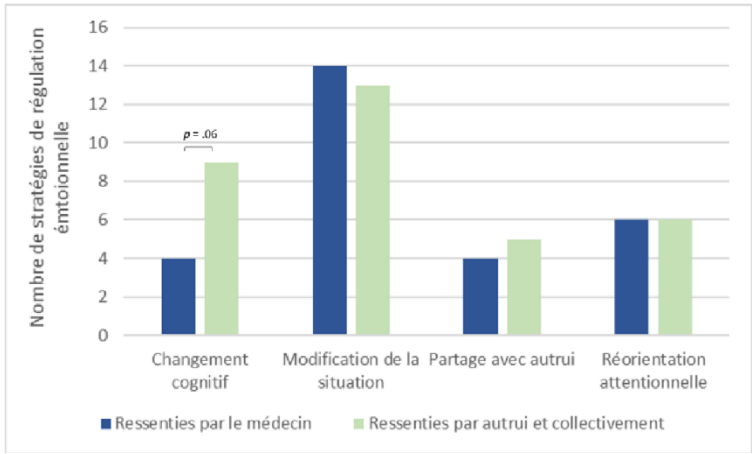


Figure 3 : répartition du nombre de stratégies de régulation émotionnelle selon le type de stratégie et selon que l'émotion ait été ressentie par le médecin lui-même ou autrui et collectivement.

Les stratégies de régulation émotionnelle ont été le plus fréquemment identifiées lors de la phase de prise en charge du blessé (62 %), puis à l'arrivée sur les lieux (13 %), et au moment de l'appel (8 %). Le trajet ainsi que les interactions avec la coordination médicale ont été associés pour chacune d'elle à 7 % des stratégies de régulation. Aucune stratégie de régulation n'a été identifiée lors de la phase de transport.

Sur les 61 stratégies de régulation identifiée, 32 étaient mises en œuvre par les médecins les plus expérimentés et 29 par les moins expérimentés. La répartition des stratégies des deux groupes de médecins ne différait pas significativement selon la phase de l'intervention. De même, les proportions des types de stratégies de régulation mises en œuvre ne différeraient pas significativement selon le niveau d'expérience. En revanche, un test exact de Fisher a montré que lors de la phase de prise en charge du blessé, les stratégies de « Réorientation attentionnelle » étaient plus fréquemment utilisées par les médecins moins expérimentés (40 %) que par les plus expérimentés (4 %) ($p < .05$). Enfin, les deux groupes de médecins ne se distinguaient pas significativement selon que les stratégies de régulation étaient orientées vers leurs propres émotions ou celles d'autrui.

4 DISCUSSION

Les premiers résultats de cette étude exploratoire montrent que la dimension émotionnelle occupe une place importante dans l'activité de prise en charge préhospitalière d'un blessé traumatisé sévère, puisqu'en moyenne 10 émotions par intervention sont identifiées par les médecins et que presque la moitié de ces émotions sont associées à une stratégie de régulation. Majoritairement de valence négative (69 %), les émotions sont variées, les plus fréquentes étant les états d'agacement, de frustration ou encore d'anxiété. Les émotions positives sont également présentes et soulignent la satisfaction voire l'excitation liées à la prise en charge de blessés graves. Sur le plan de l'équipe, la proportion d'émotions négatives estimées chez autrui était significativement plus importante que celle des émotions négatives ressenties par le médecin lui-même. Ce résultat peut être expliqué par une implication importante des médecins à prendre en compte les émotions négatives ressenties par les membres de l'équipe, les conduisant à identifier et rapporter plus fréquemment les émotions négatives des membres de l'équipe que les émotions positives.

Cependant, les stratégies de régulation déployées par les médecins, visant principalement les émotions négatives (92 %), concernaient autant les émotions ressenties par les médecins eux-mêmes que celles ressenties par l'équipe, soulignant le besoin de réguler les émotions négatives dans l'équipe, que celles-ci soient ressenties par lui-même ou par autrui. Toutefois, les résultats ont montré que lors de la phase de prise en charge, les types de stratégies de régulation étaient déployées dans des proportions différentes selon que les émotions étaient ressenties par autrui ou par le médecin lui-même, avec notamment une proportion plus importante du changement cognitif pour réguler les émotions d'autrui. Ce type de stratégie de régulation émotionnelle a été montré comme l'un des plus efficaces (Webb, Miles & Sheeran, 2012) et, employé sur la dimension interpersonnelle, peut être associé au partage de conscience de la situation de la part du médecin, puisque cette stratégie vise à modifier la représentation de la situation. Cette stratégie pourrait alors avoir un bénéfice à la fois sur les émotions ressenties potentiellement dysfonctionnelles et sur la qualité de la cognition d'équipe.

Les résultats de cette étude exploratoire ont montré peu d'effets significatifs liés à l'expérience du médecin. Aucune différence n'est observée sur le nombre d'émotions rapportées ni sur le nombre de stratégies de régulation identifiées. En revanche, la proportion d'émotions rapportées par les médecins expérimentés était plus importante lors de la phase de prise en charge et, à l'inverse, la proportion était, de manière tendancielle, plus importante chez les moins expérimentés lors de l'arrivée sur les lieux. Ce résultat conforte que la confrontation répétée à des situations génératrices d'émotions, comme l'arrivée auprès d'un blessé grave, permet de réduire l'intensité émotionnelle ressentie. L'analyse des proportions des types de stratégie de régulation émotionnelle a également montré que lors de la phase de prise en charge, les médecins moins expérimentés utilisaient plus fréquemment la réorientation attentionnelle (40 % des stratégies de régulation) que les plus expérimentés (4 %). Or, il a été montré que ce type de régulation a peu d'effet en termes d'efficacité (Webb, Miles & Sheeran, 2012), soulignant un besoin de formation aux compétences émotionnelles pour les médecins peu expérimentés.

5 CONCLUSION

Les résultats de cette étude exploratoire confortent l'importance des compétences émotionnelles dans l'activité médicale préhospitalière et soulignent l'intérêt d'intégrer les compétences émotionnelles dans les formations préhospitalières. L'identification des émotions pouvant être ressenties par le médecin et les membres des équipes, ainsi que l'identification des stratégies de régulation déployées par les médecins expérimentés et peu expérimentés, sont des éléments pouvant être intégrés dans la conception des formations aux compétences émotionnelles. Une étude similaire devrait être menée auprès des autres membres de l'équipe afin de compléter ces résultats et obtenir une représentation plus fine des enjeux du collectif.

6 BIBLIOGRAPHIE

Arora, S., Sevdalis, N., Nestel, D., Woloshynowych, M., Darzi, A., & Kneebone, R. (2010a). The impact of stress on surgical performance: A systematic review of the literature. *Surgery, 147*(3), 318-330. https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.10.007

Arora, S., Ashrafian, H., Davis, R., Athanasiou, T., Darzi, A., & Sevdalis, N. (2010b). Emotional intelligence in medicine: a systematic review through the context of the ACGME competencies. *Medical Education, 44*, 749-764.

Bäckström, D., & Alvinius, A. (2024). Physicians' challenges when working in the prehospital environment – a qualitative study using grounded theory. *International Journal of Emergency Medicine*, 17, 28. https://doi.org/10.1186/s12245-024-00599-0

Bellini, L. M., & Shea, J. A. (2005). Mood change and empathy decline persist during three years of internal medicine training. *Academic Medicine, 80*(2), 164-167.

Bourgeon, L., Bensalah, M., Vacher, A., Ardouin, J.-C., & Debien, B. (2016). Role of emotional competence in residents' simulated emergency care performance: a mixed methods study. *BMJ Quality & Safety, 25,* 364371. https://doi.org/10.1136/bmjqs-2015 004032

Bourgeon, L., Debien, B., Ringeval, J.-F., Chastres, V., & Vacher, A. (2021). Compétences émotionnelles et prise de decision médicale lors de la prise en charge simulée d'une urgence vitale par des internes en médecine. *Le Travail Humain, 84*(2), 139-166.

Guillouët, E., Bellot, A., Picard, J., Albaladejo, P., & Evain, J. N. (2025). Emotional Competencies: A Strength for Critical Care Professionals? A Scoping Review. *Nursing in critical care, 30*(6), e70187. https://doi.org/10.1111/nicc.70187

Hargett, C. W., Doty, J. P., Hauck, J. N., Webb, A. M. B., Cook, S. H., Tsipis, N. E., Neumann, J. A., Andolsek, K. M., & Taylor, D. C. (2017). Developing a model for effective leadership in healthcare: a concept mapping approach. *Journal of Healthcare Leadership*, 69-78. https://doi.org/10.2147/JHL.S141664

Jacobs, I., & Wollny, A. (2022). Personal Values, Trait Emotional Intelligence, and Mental Health Problems. *Scandinavian Journal of Psychology , 63*, 155–163. https://doi.org/10.1111/sjop.12785

Kleber, C., Giesecke, M. T., Tsokos, M., Haas, N. P., & Buschmann, C. T. (2013). Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World Journal of Surgery, 37*(5), 1154–1161. https://doi.org/10.1007/s00268-013-1964-2

Klein, G., & Armstrong, A. A. (2004). Critical Decision Method. In *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods* (pp. 373-382). CRC Press.

Michinov, E. (2022). The moderating role of emotional intelligence on the relationship between conflict management styles and burnout among firefighters. *Safety and Health at Work, 13*(4), 448455. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2022.07.001

Michinov, E., & Michinov, N. (2022). When emotional intelligence predicts team performance: Further validation of the short version of the Workgroup Emotional Intelligence Profile. *Current Psychology, 41*(3), 1323-1336. https://doi.org/10.1007/s12144-020-00659-7

Mikolajczak, M., Quoidbach, J., Kotsou, I., & Nélis, D. (2023). *Les compétences émotionnelles*. Dunod.

Webb, T. L., Miles, E., & Sheeran, P. (2012). Dealing with feeling: A meta-analysis of the effectiveness of strategies derived from the process model of emotion regulation. *Psychological Bulletin, 138*(4), 775-808.

SESSION THÉMATIQUE #3 :

TRANSFORMATION DES MOBILITÉS

Profils expérientiels de projection imaginaire non guidée en ergonomie prospective : une analyse par clustering

Mohammed Derouiche
Univ Gustave Eiffel, COSYS-GRETTIA
mohamed.derouiche@univ-eiffel.fr

Sonia Adelé
Univ Gustave Eiffel, COSYS-GRETTIA
sonia.adele@univ-eiffel.fr

Béatrice Cahour
CNRS, Telecom Paris, Institut Polytechnique de Paris, UMR CNRS 9217
i3 – Institut Interdisciplinaire de l'Innovation
beatrice.cahour@telecom-paris.fr

Jean-Marie Burkhardt
Univ Gustave Eiffel, Université de Paris Cité, LaPEA
jean-marie.burkhardt@univ-eiffel.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

La projection est mobilisée en ergonomie afin d'anticiper des situations d'usage futures, mais la variabilité interindividuelle de ces projections reste peu documentée. Cette étude examine des profils expérientiels distincts. Dix indicateurs autoévalués (perspective, activité cognitive, aspects sensoriels et émotionnels) ont été recueillis par questionnaire suite à une tâche d'imagination (usage d'un nouveau mode de mobilité) auprès de 314 participants. Un clustering non supervisé révèle trois profils différenciés selon la perspective en 1ère personne, l'activité cognitive et l'ancrage corporel. Ces profils sont indépendants des variables sociodémographiques et contextuelles, à l'exception d'une association faible avec la familiarité préalable à ce type d'exercices. Une analyse complémentaire montre une tendance des participants à privilégier une perspective dominante (1ere ou 3è personne). Ces résultats suggèrent que les projections imaginaires non guidées ne sont pas homogènes et invitent à considérer cette variabilité dans la conception de méthodes en ergonomie prospective.

MOTS-CLÉS
projection imaginaire non codée, phénoménologie, expérience vécue, perspective, ergonomie prospective

1 INTRODUCTION

L'ergonomie prospective (long terme) et de conception (plus court terme) visent à documenter et outiller la conception face à des situations d'usage futures (Brangier & Robert, 2014). Dans cette perspective, certains travaux mobilisent des techniques telles que les personas (Barré et al., 2018), des simulations avec différents supports comme des simulateurs, des maquettes ou des prototypes ou encore des méthodes créatives (Nelson et al., 2014) telle que le brainstorming (Tijus et al., 2014).

D'autres travaux se basent sur la projection imaginaire des futurs utilisateurs dans l'usage, notamment via la Projection Imaginaire Guidée (Allinc et al., 2019 ; Hoarau & Cahour, 2021 ; Maninga

et al., 2026) ou non guidée (Colin & Martin, 2019). L'entretien de Projection Imaginaire Guidée (PrIG) repose sur le postulat qu'il est possible de faire vivre une expérience par l'imagination, nommée « quasi-expérience » (Hoarau et Cahour, 2021 ; Maniga et al., 2026), et définie comme une expérience simulée dans laquelle un individu se projette dans une situation future en mobilisant un enchaînement de perceptions, d'actions, de pensées et d'émotions, dont le contenu phénoménologique est proche d'une expérience réellement vécue (Cahour et al., 2016). Peu de travaux portent sur la mise en place de cette approche dans un but de conception (Colin & Martin, 2019). Dans une perspective méthodologique, une question concerne les caractéristiques des projections des participants et l'éventuelle variabilité des expériences imaginaires rapportées par les participants. L'identification de telles variations pourrait avoir des implications pour la conception de dispositifs d'aide à la projection en ergonomie de conception et prospective.

La projection dans le futur a été largement étudiée dans les travaux sur la pensée épisodique future (Atance & O'Neill, 2001; Schacter et al., 2007; Szpunar, 2010). Elle peut être plus ou moins riche phénoménologiquement et mobilise conjointement des processus cognitifs (recombinaison flexible d'éléments autobiographiques et sémantiques), émotionnels (affects associés à l'événement imaginé) et perceptifs (visuels, auditifs, olfactifs, etc.) (D'Argembeau & Van der Linden, 2004). Des études montrent que les événements imaginés se caractérisent par des degrés variables de détails perceptifs auto-rapportés (D'Argembeau & Van der Linden, 2004). La projection dans le futur se caractérise par la perspective visuelle adoptée. Des travaux récents conceptualisent la perspective comme un construit multidimensionnel qui intègre une potentielle alternance entre première et troisième personne (Kinley et al., 2021). Des recherches montrent que les événements simulés s'accompagnent d'émotions dont l'intensité subjective est auto-évaluée après la simulation (Addis et al., 2007). Enfin, des travaux mettent en évidence le rôle des pensées comme composante des simulations mentales (Colás-Blanco et al., 2022).

La présente étude vise à caractériser l'expérience imaginaire produite en réponse à une tâche de projection imaginaire non guidée (conduire un tricycle électrique couvert sur un trajet court dans un environnement familier choisi par le participant). Pour cela, la réalisation de la tâche est suivie d'un questionnaire comportant notamment des échelles d'autoévaluation de l'expérience imaginaire. Pour des raisons de place, cette communication se concentre sur l'analyse des résultats concernant les échelles relatives au contenu phénoménologique de la projection imaginaire, et sur leur lien éventuel avec les caractéristiques sociodémographiques et le contexte de passation des participants.

2 METHODE

2.1 Participants

L'échantillon (N = 314) présente un âge moyen de 37,33 ans (ET = 13,89) et une médiane de 33,5 ans (min = 18 ; max = 81). Il comprend 175 femmes (56,5 %) et 135 hommes (43,5 %). 32 participants n'ont aucun diplôme, un CAP, BEP ou un baccalauréat, 65 ont un niveau Bac+2 à Bac+3 et 207 ont un niveau Bac+5 ou doctorat. Six participants n'ayant pas précisé leur niveau ont été exclus des analyses portant sur le niveau d'études.

Le questionnaire a été diffusé en ligne via les réseaux sociaux (Facebook), les réseaux professionnels (LinkedIn) ainsi que des listes de diffusion universitaires. La participation était volontaire, anonyme et non rémunérée, et durait en moyenne 20 minutes. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique de l'Université Gustave Eiffel n°2025-013 et conduite conformément au RGPD.

2.2 Matériel

Un questionnaire en ligne auto-administré (LimeSurvey) a été conçu pour évaluer l'expérience imaginaire d'un scénario d'usage futur de mobilité. Il se déroulait en trois parties.

2.2.1 Questionnaire sociodémographique et sur les pratiques des mobilités

Six questions ciblaient l'âge, le genre, le niveau d'étude) et les pratiques de mobilité des participants.

2.2.2 Présentation du véhicule et tâche de projection imaginaire

Cette partie commençait par la présentation du tricycle électrique[19] avec lequel réaliser le trajet imaginé, au moyen de plusieurs documents : un schéma annoté du véhicule présentant ses principaux composants, une présentation synthétique de ses caractéristiques techniques (carrosserie et structure, équipements et sécurité, performance et autonomie, réglementation et dimensions, capacité et rangement, freinage, poids), et plusieurs vues extérieures du véhicule sous différents angles.

Dans un second temps, la tâche de projection imaginaire à proprement parler invitait le participant à s'imaginer réaliser pendant une durée brève (quelques minutes), un instant précis de 1 à 2 min d'un trajet familier réalisé avec le véhicule présenté avec le plus de précision possible ce qu'ils percevaient, ressentaient, faisaient et pensaient. Les participants étaient invités à s'installer dans un environnement calme, à limiter les distractions et à fermer les yeux avant de commencer.

2.2.3 Autoévaluation de l'expérience imaginaire et questions relatives au contexte de passation

A l'issue de la tâche de projection, le trajet imaginé était caractérisé par une série de questions fermées qui ne sont pas l'objet du présent travail (e.g. « Quel était le motif du trajet que vous avez imaginé ? »). Venaient ensuite deux séries d'échelles auto-administrées évaluant le contenu phénoménologique de l'expérience imaginaire pour la première, et la qualité perçue de la projection pour la seconde. Enfin, des questions complémentaires renseignaient la familiarité avec ce type d'exercice et les conditions de passation. Le présent article se concentre exclusivement sur la première série d'échelles relative au contenu phénoménologique de la projection imaginaire (voir tableau 1). Dix questions cotées sur une échelle ordinale en quatre points (1 = Non, pas du tout ; 2 = Plutôt non ; 3 = Plutôt oui ; 4 = Oui, tout à fait) mesuraient respectivement (1) la perspective en première personne (conducteur) et en troisième personne (observateur), (2) la composante cognitive (les pensées, souvenirs), (3) la composante sensorielle (images, sons, odeurs, goûts, sensations corporelles) et (4) la composante émotionnelle (les émotions).

Trois variables contextuelles ont été questionnées en complément : (1) la pratique antérieure d'un exercice d'imagination similaire (oui/non), (2) la présence de distracteurs durant l'exercice (oui/non), et (3) la capacité perçue à conduire un véhicule nécessitant de pédaler. Cette dernière a été autoévaluée sur une échelle en cinq modalités allant de « très bonne » (conduite sans difficulté) à « très faible » (incapacité ou quasi-incapacité à conduire).

Tableau 1 : dimensions et items d'autoévaluation du contenu phénoménologique de la projection

Dimensions		Items associés
Perspective adoptée	□	Pendant que j'imaginais, j'ai vu la situation à travers mes yeux de conducteur du véhicule plutôt que d'un point de vue d'observateur (d'en haut, de côté, de devant…)
	□	Pendant que j'imaginais, j'ai vu la situation d'un point de vue d'observateur (d'en haut, de côté, de devant…) plutôt qu'à travers mes yeux de conducteur du véhicule
Composante cognitive	□	Pendant que j'imaginais, j'ai eu des pensées (questionnements, raisonnements, anticipations, discours intérieur…)
	□	Pendant que j'imaginais, j'ai eu des souvenirs ou j'ai comparé avec ce que je connais

[19] Le choix s'est orienté sur ce véhicule en raison de son caractère accessible, bien que nouveau et encore peu répandu dans les usages de mobilité quotidienne, ainsi que répondant à des enjeux de mobilité durable.

Dimensions		Items associés
Composante sensorielle		Pendant que j'imaginais, j'ai vu des images dans ma tête (environnement…)
		Pendant que j'imaginais, j'ai entendu des sons ou des voix
		Pendant que j'imaginais, j'ai senti des odeurs
		Pendant que j'imaginais, j'ai ressenti des goûts
		Pendant que j'imaginais, j'ai ressenti des sensations corporelles (mouvement, équilibre, toucher, effort, température…)
Composante émotionnelle		Pendant que j'imaginais, j'ai ressenti des émotions

2.3 **Analyse des données**

Les analyses ont été réalisées avec R v. 4.5.1 (avec les packages dplyr, tidyr, cluster, ordinal et effectsize). Les tests non paramétriques utilisent les fonctions de base de R.

2.3.1 Prétraitement des questions sur le contenu phénoménologique de l'expérience imaginée

L'option de réponse « je ne sais pas » a été recodée comme donnée manquante (NA). Les participants présentant plus de 4 réponses manquantes sur les dix indicateurs de contenu ont été exclus (4 cas), ce qui a conduit à un échantillon final de N = 310 pour les analyses.

Pour l'analyse sur la perspective adoptée, les participants présentant une donnée manquante sur au moins l'un des deux indicateurs ont été exclus, résultant en un échantillon de N = 296.

2.3.2 Analyse descriptive et caractérisation de profils de contenu phénoménologique de l'expérience imaginée

Une analyse descriptive a été réalisée sur les dix questions ciblant le contenu phénoménologique de l'expérience imaginée, suivie d'un clustering afin d'identifier d'éventuels profils convergents parmi les participants. Une matrice de dissimilarité de Gower a été calculée (Gower, 1971), permettant de traiter des valeurs ordinales et des valeurs manquantes. Le regroupement a été fait par la méthode Partitioning Around Medoids (PAM). Le nombre optimal de profils a été évalué à l'aide de la largeur moyenne de la silhouette (Average Silhouette Width, ASW) (Batool & Hennig, 2021). La solution à trois profils maximisait la silhouette moyenne (0,189) et offrait un compromis satisfaisant entre parcimonie et interprétabilité.

2.3.3 Caractérisation des profils

Les profils ont été décrits à l'aide des médianes pour les 10 items. Les différences inter-profils ont été testées à l'aide de tests de Kruskal–Wallis, adaptés aux variables ordinales et aux distributions non normales. Des comparaisons post-hoc à l'aide de tests de Wilcoxon avec correction de Bonferroni (Holm, 1979) ont été réalisées lorsque le test global était significatif. La taille d'effet des tests de Kruskal–Wallis a été estimée par l'indice η^2 (Tomczak & Tomczak, 2014). Les associations entre l'appartenance aux profils et les variables sociodémographiques et contextuelles (âge, genre, niveau d'études, pratique antérieure, distractions et capacité perçue) ont été examinées séparément à l'aide de tests Kruskal–Wallis ou χ^2 de Pearson, avec estimation des tailles d'effet correspondantes pour chaque test. Le test exact de Fisher a été utilisé en cas d'effectifs théoriques faibles.

2.3.4 Perspective dominante et dimensions de l'expérience imaginaire

Nous avons souhaité compléter l'analyse par clustering par des analyses autour de la perspective adoptée durant l'expérience imaginaire pour identifier un lien possible entre la perspective adoptée et les 3 dimensions de l'expérience imaginaire (pensées, perceptions, émotions). Nous avons commencé par vérifier la manière dont les deux perspectives (1re et 3ème) apparaissaient pour un même participant à l'aide d'une corrélation de rang de Spearman (ρ). Puis, nous avons constitué trois groupes: perspective-conducteur dominante (n = 175 ; 59,1 %), perspective-observateur dominante

(n = 73 ; 24,7 %) et absence de perspective dominante (n = 48 ; 16,2 %), dont les scores aux dimensions de l'expérience imaginaire ont été comparés avec des tests de Kruskal-Wallis et Pearson.

3 RÉSULTATS

3.1 Contenu phénoménologique des expériences imaginées (ou quasi-expérience)

Une analyse descriptive des dix indicateurs de contenu phénoménologique a été réalisée sur l'ensemble de l'échantillon (N = 310). Les résultats montrent que les modalités ne sont pas mobilisées de manière équivalente. La modalité visuelle présente un niveau élevé, tandis que les modalités gustative et olfactive apparaissent très faiblement impliquées. Les dimensions cognitive (pensées, souvenirs), corporelle et émotionnelle présentent des niveaux intermédiaires, alors que la perspective en troisième personne et les sons montrent des niveaux plus modérés.

L'examen de la dispersion (écart interquartile IQR) indique une variabilité plus importante pour la perspective d'observateur, les sons et les émotions, tandis que le goût présente peu de variabilité. Par ailleurs, l'ensemble des indicateurs s'inscrit dans une plage de valeurs allant de 1 à 4, ce qui correspond à l'étendue complète de l'échelle de réponse utilisée.

Tableau 2 : statistiques descriptives des indicateurs de contenu phénoménologique (N = 310)

	Conducteur (1re personne)	Observateur (3e personne)	Pensées	Souvenirs / comparaisons	Images	Sons	Odeurs	Goûts	Sensations corporelles	Emotions
Médiane	3	2	3	3	4	2	1	1	3	3
IQR	1	2	1	1	1	2	1	0	1	2

3.2 Caractérisation des profils expérientiels

Le tableau 2 présente, pour chaque indicateur, les valeurs médianes observées dans chacun des profils et les résultats des tests statistiques associés. La solution PAM à trois profils ne présente aucun profil avec un effectif marginal ou disproportionné. Du point de vue des modalités sensorielles, les images sont fortement mobilisées dans l'ensemble des profils, avec des scores médians élevés, tandis que le goût et l'odorat présentent des scores médians faibles, suggérant une implication limitée de ces modalités dans l'expérience imaginée.

La perspective en première personne (conducteur) diffère entre profils, avec une taille d'effet élevée. Les comparaisons post-hoc indiquent que le profil 2 présente des scores significativement plus élevés de vue à la 1re personne que les profils 1 et 3, lesquels ne diffèrent pas significativement entre eux. La présence de pensées diffère également entre profils : le profil 1 présente le niveau le plus élevé, suivi du profil 2, tandis que le profil 3 présente le niveau le plus faible. Les sensations corporelles présentent une différenciation marquée entre les profils, le profil 3 montrant des niveaux de sensations corporelles plus faibles que les profils 1 et 2. La différence entre les profils 1 et 2 est également significative, bien que les médianes soient identiques : le profil 1 se caractérise par une concentration plus importante de scores élevés (Q1 = 3 ; Q3 = 4), tandis que le profil 2 présente une dispersion plus faible (Q1 = 2 ; Q3 = 3).

Sur la base des résultats significatifs, une expérience imaginaire distincte peut être attestée pour chaque profil. Le profil 1 se caractérise par un niveau élevé d'activité cognitive (pensées et souvenirs) et un ancrage corporel relativement élevé. Le profil 2 se distingue par une perspective en première personne plus marquée et associée à un niveau intermédiaire d'activité cognitive et d'ancrage corporel. Le profil 3 présente des niveaux plus faibles d'activité cognitive et un ancrage corporel réduit.

Tableau 3 : médianes des indicateurs de contenu par profil (PAM, K = 3, N = 310) et résultats statistiques pour les profils de projection (K = 3)

Indicateur (1-4)	**Profil 1 (n=108)**	**Profil 2 (n=142)**	**Profil 3 (n=60)**	**Kuskall-Wallis (ddl)**	**Post-hoc**	**Taille d'effet**
Conducteur (1re personne)	3	4	3	83,48 (2)***	C2 > C1*** ; C2 > C3***	η^2=0,265
Observateur (3e personne)	3	2	2	n.s.		
Pensées	4	3	2	54,60 (2)***	C1 > C2*** ; C1 > C3*** ; C2 > C3***	η^2=0,171
Souvenirs / comparaisons	4	4	1,5	n.s.		
Images	4	4	3	n.s.		
Sons	3	2	1	n.s.		
Odeurs	2	1	1	n.s.		
Goûts	1	1	1	n.s.		
Sensations corporelles	3	3	1	68,90 (2)***	C1 > C3*** ; C2 > C3*** ; C1 > C2*	η^2 = 0,218
Émotions	3	3	2	n.s.		

Note : médianes sur une échelle de 1 = non, pas du tout à 4 = oui, tout à fait ; n.s. non significatif ; *** p < .001 ; * p < .05.

3.3 Lien entre les profils identifiés, les variables sociodémographiques et le contexte de passation

Le Tableau 3 décrit les caractéristiques sociodémographiques et contextuelles en fonction des profils identifiés et les résultats des tests statistiques associés. Les trois profils ne se distinguent pas significativement selon l'âge des participants, leur niveau d'études, leur capacité autoévaluée à conduire un véhicule nécessitant de pédaler ou encore la présence de distracteurs durant l'exercice. En revanche, la pratique antérieure d'un exercice d'imagination similaire montre une association significative avec l'appartenance aux profils. Le profil 1 comprend ainsi proportionnellement davantage de participants ayant déjà réalisé ce type d'exercice (38 %) comparativement aux profils 2 (24 %) et 3 (23 %). Toutefois, conformément aux seuils usuels d'interprétation du V de Cramer (Tomczak & Tomczak, 2014), l'ampleur de cette association reste faible.

Tableau 4 : caractéristiques socio-démographiques et contextuelles par profil (N=130)

VARIABLE	PROFIL 1 (N=108)	PROFIL 2 (N=142)	PROFIL 3 (N=60)	STATISTIQUES
Âge (médiane [Q1–Q3])	32,5 [26,8–46,3]	34 [27–45]	34 [27–45,3]	n.s.
Genre, n (%)				
Femmes	64 (59,3 %)	75 (52,8 %)	36 (60,0 %)	n.s.
Hommes	44 (40,7 %)	67 (47,2 %)	24 (40,0 %)	
Niveau d'études, n (%)				
Baccalauréat et moins	13 (12,4 %)	15 (10,7 %)	4 (6,8 %)	
Bac+2/Bac+3	23 (21,9 %)	30 (21,4 %)	12 (20,3 %)	n.s.
Bac + 5 et plus	69 (65,7 %)	95 (67,9 %)	43 (72,9 %)	
Capacité Perçue à pédaler, n (%)				
Très bonne	61 (56,5 %)	65 (45,8 %)	33 (55,0 %)	
Bonne	27 (25,0 %)	47 (33,1 %)	11 (18,3 %)	
Moyenne	7 (6,5 %)	19 (13,4 %)	7 (11,7 %)	n.s.
Faible	8 (7,4 %)	6 (4,2 %)	5 (8,3 %)	
Très faible	5 (4,6 %)	5 (3,5 %)	4 (6,7 %)	
Pratique antérieure, n (%)				
Oui	41 (38,0 %)	34 (23,9 %)	14 (23,3 %)	$\chi^2(2)=6,94$, $p<.05$,
Non	67 (62,0 %)	108 (76,1 %)	46 (76,7 %)	$V=0,150$
Distractions, n (%)				
Oui	23 (21,3 %)	29 (20,4 %)	16 (26,7 %)	
Non	85 (78,7 %)	113 (79,6 %)	44 (73,3 %)	n.s.

Note : six participants ont sélectionné la modalité « Autre » pour le niveau d'études (N analysé = 304).

Ces résultats suggèrent que l'appartenance à l'un des trois profils identifiés est largement indépendante des caractéristiques sociodémographiques et de contexte de passation, à l'exception d'une familiarité préalable avec l'exercice d'imagination plus représentée au sein du profil 1.

3.4 Perspective dominante et dimensions de l'expérience imaginaire

Une corrélation négative modérée a été observée entre les deux items de perspective, $\rho = -0,53$, suggérant une tendance des participants à privilégier l'une des modalités plutôt qu'à alterner entre elles mais aussi la présence de participants utilisant plusieurs perspectives. Parmi les 3 groupes constitués sur la base de leur perspective privilégiée (conducteur, observateur, pas de dominance), les résultats indiquent l'absence de différences significatives concernant l'activité cognitive, les images, les sensations corporelles et les émotions. En revanche, après correction de Bonferroni, il existe une différence significative concernant la présence de sons ($H(2)=11,90$ (2), α ajusté = .006) Les comparaisons post-hoc montrent que le groupe où la perspective-conducteur est dominante présente une moindre présence de sons que les deux autres groupes ($p<.05$). La taille d'effet observée est faible ($\eta^2 = 0,034$), indiquant que ces différences demeurent d'ampleur limitée.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Dans un premier temps, l'analyse descriptive globale des indicateurs de contenu phénoménologique met en évidence une mobilisation différenciée des modalités sensorielles au sein de l'ensemble de l'échantillon : la modalité visuelle apparaît comme largement dominante, tandis que les modalités gustative et olfactive sont très faiblement mobilisées. Ce déséquilibre est cohérent avec les travaux sur l'imagerie mentale multisensorielle, qui montrent que la vivacité de l'imagerie varie selon la modalité sensorielle, la vision étant généralement la plus accessible, tandis que le goût et l'odorat sont les plus difficiles à mobiliser spontanément (Andrade et al., 2014). Ce résultat peut s'expliquer également par la tâche qui leur est demandée.

L'analyse met en évidence trois profils expérientiels lors de la réalisation d'une tâche de projection imaginaire non guidée. Ces profils se différencient principalement selon le degré d'activité cognitive et la présence de sensations corporelles, dimension classiquement associée à la richesse phénoménologique des épisodes imaginés (D'Argembeau & Van der Linden, 2004). Une différenciation est également observée selon la perspective adoptée.

Le premier profil présente une projection associant une activité cognitive élevée à une richesse sensorielle, incluant notamment une présence intermédiaire à élevée des sensations corporelles. Le second profil se caractérise par une immersion davantage en première personne, combinée à une forte composante visuelle. Le troisième profil présente une projection globalement moins riche phénoménologiquement, avec un niveau particulièrement faible de sensations corporelles.

Les résultats suggèrent que les projections imaginaires ne sont pas homogènes entre individus mais s'organisent selon des configurations expérientielles distinctes. Cette différenciation rejoint les travaux montrant que la projection épisodique future varie en richesse phénoménologique (Atance & O'Neill, 2001; Szpunar, 2010). Cette variation n'apparaît pas liée aux caractéristiques sociodémographiques classiques (âge, genre, niveau d'études) ni à la capacité perçue à conduire un véhicule à pédales, et n'est pas affectée par la présence de distractions durant l'exercice. Ce résultat laisse penser que la répartition entre profils pourrait être liée à d'autres caractéristiques individuelles, telles que la capacité à générer une imagerie visuelle vivace (D'Argembeau & Van der Linden, 2006). Une association faible a toutefois été observée avec la pratique antérieure d'exercices d'imagination similaires, le profil le plus riche sur le plan phénoménologique comprenant proportionnellement plus de participants familiers de ce type de tâche. Cette relation reste d'ampleur modeste mais suggère qu'une familiarité préalable pourrait contribuer à accroître la richesse phénoménologique des projections imaginaires. Ce résultat renforce la pertinence d'entraîner les individus à ce type d'exercice pour accroître la qualité des résultats obtenus. En effet, les travaux sur la pensée épisodique future ont indiqué que l'entraînement peut accroître le niveau de détail et la présence de perceptions visuelles dans les pensées épisodiques futures (Hallford et al., 2020).

Par ailleurs, les résultats mettent en évidence une tendance préférentielle à mobiliser soit une perspective en première personne, soit une perspective en troisième personne, plutôt qu'une utilisation équivalente des deux. Ce résultat confirme la répartition des perspectives dominantes au sein de notre échantillon, avec un faible effectif de participants pour lesquels aucune perspective ne domine. De plus, la perspective adoptée semble peu déterminante dans la richesse phénoménologique de la projection. Par conséquent, il apparaît approprié de guider les participants vers l'exploration des différentes perspectives afin qu'ils puissent choisir selon leur préférence.

Une limite de cette étude concerne la largeur moyenne de silhouette (0,189) qui indique une structuration faible à modérée des données (Rousseeuw, 1987), suggérant que les profils identifiés doivent plutôt être interprétés comme des tendances que comme des catégories strictes.

Nos résultats soulignent l'importance de considérer la variabilité interindividuelle à partir de l'exploration d'autres dimensions psychométriques dans les dispositifs de projection imaginaire vers le futur et ouvrent des perspectives pour le développement d'outils adaptés en ergonomie prospective. Des travaux complémentaires pourraient examiner dans quelle mesure des variations dans les consignes ou le degré de structuration du dispositif auto-administré (par exemple en introduisant les différents éléments constitutifs de l'expérience vécue au fur et à mesure, puis la question de la perspective) influencent le contenu phénoménologique des projections.

5 BIBLIOGRAPHIE

Addis, D. R., Wong, A. T., & Schacter, D. L. (2007). Remembering the past and imagining the future: Common and distinct neural substrates during event construction and elaboration. Neuropsychologia, 45(7), 13631377. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.10.016

Allinc, A., Cahour, B., & Burkhardt, J.-M. (2019). The Guided Imaginary Projection, a New Methodology for Prospective Ergonomics. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, Y. Fujita (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association, IEA 2018 (AISC 824, pp. 1340–1347). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_135

Andrade, J., May, J., Deeprose, C., Baugh, S. J., & Ganis, G. (2014). Assessing vividness of mental imagery: The Plymouth sensory imagery questionnaire. British Journal of Psychology, 105(4), 547-563. https://doi.org/10.1111/bjop.12050

Atance, C. M., & O'Neill, D. K. (2001). Episodic future thinking. Trends in Cognitive Sciences, 5(12), 533–539. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01804-0

Barré, J., Buisine, S., & Aoussat, A. (2018). Persona logical thinking: Improving requirements elicitation for multidisciplinary teams. CoDesign, 14(3), 218–237. https://doi.org/10.1080/15710882.2017.1301959

Batool, F., & Hennig, C. (2021). Clustering with the average silhouette width. Computational Statistics & Data Analysis, 158, 107190. https://doi.org/10.1016/j.csda.2021.107190

Brangier, É., & Robert, J. (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. Le Travail Humain, 77(1), 1–

20. https://doi.org/10.3917/th.771.0001

Cahour, B., Salembier, P., & Zouinar, M. (2016). Analyzing lived experience of activity. Le Travail Humain, 79(3), 259–284. https://doi.org/10.3917/th.793.0259

Colás-Blanco, I., Mioche, J., La Corte, V., & Piolino, P. (2022). The role of temporal distance of the events on the spatiotemporal dynamics of mental time travel to one's personal past and future. Scientific Reports, 12(1),

2378. https://doi.org/10.1038/s41598-022-05902-8

Colin, C., & Martin, A. (2019). Improving mental time travel abilities to support the collection of needs : A pilot study. In O. Broberg & R. Seim (Eds.), Proceedings of the 50th Nordic Ergonomics and Human Factors Society Conference (NES 2019), Future Work : Digitalisation and Innovation (p. 86–93). DTU Management, Technical University of Denmark.

D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2004). Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future: Influence of valence and temporal distance. Consciousness and Cognition, 13(4), 844–858. https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.07.007

D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2006). Individual differences in the phenomenology of mental time travel: The effect of vivid visual imagery and emotion regulation strategies. Consciousness and Cognition, 15(2), 342–350. https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.09.001

Gower, J. C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics, 27(4), 857–871. https://doi.org/10.2307/2528823

Hallford, D. J., Yeow, J. J. E., Fountas, G., Herrick, C. A., Raes, F., & D'Argembeau, A. (2020). Changing the future: An initial test of future specificity training (FeST). Behaviour Research and Therapy, 131, 103638. https://doi.org/10.1016/j.brat.2020.103638

Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. Scandinavian Journal of Statistics, 6, 65–70.

Hoarau, M., & Cahour, B. (2021). Partage d'un robot-taxi autonome par projection imaginaire guidée : Quelles sources de confort/inconfort dues à l'absence de chauffeur ? In Actes du 11e colloque EPIQUE (pp.122– 129). ARPEGE Science Publishing.

Kinley, I., Porteous, M., Levy, Y., & Becker, S. (2021). Visual perspective as a two-dimensional construct in episodic future thought. Consciousness and Cognition, 93, 103148. https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103148

Maniga, E., Adelé, S., & Cahour, B. (2026). How to catch prospective use? A comparative study of virtual environment movie and guided imaginary for projecting future users in a public space. Ergonomics, 69(1), 35–48. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2418946

Nelson, J., Buisine, S., Aoussat, A., & Gazo, C. (2014). Generating prospective scenarios of use in innovation projects. Le Travail Humain, 77(1), 21–38. https://doi.org/10.3917/th.771.0021

Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis.

Journal of Computational and Applied Mathematics, 20, 53–65. https://doi.org/10.1016/03770427(87)90125-7

Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2007). Remembering the past to imagine the future: The prospective brain. Nature Reviews Neuroscience, 8(9), 657–661. https://doi.org/10.1038/nrn2213

Szpunar, K. K. (2010). Episodic future thought: An emerging concept. Perspectives on Psychological Science, 5(2), 142–162. https://doi.org/10.1177/1745691610362350

Tijus, C., Barcenilla, J., Rougeaux, M., & Jouen, F. (2014). Open innovation and prospective ergonomics for smart clothes. In Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2014), Kraków, Poland 19-23 July 2014.

Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited: An overview of some recommended measures of effect size. Trends in Sport Sciences, 21(1), 19–25.

Influence de la « quêtification » par rapport à la « pointification » sur le choix de mobilité dans une application de mobilité servicielle : lien avec les capacités de contrôle cognitif

Wilfried T. Mombo
Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE), CNRS, Université Toulouse
wilfried.mombo@univ-tlse2.fr

Céline Lemercier
Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE), CNRS, Université Toulouse
celine.lemercie@univ-tlse2.fr

Amaël Arguel
Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE), CNRS, Université Toulouse
amael.arguel@univ-tlse2.fr

Loïc Caroux
Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE), CNRS, Université Toulouse
loic.caroux@univ-tlse2.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence de la *quêtification* (gamification basée sur l'accomplissement d'une quête) par rapport à la *pointification* (gamification basée sur l'accumulation de points) sur le choix d'une solution de transport dans une application de mobilité servicielle (« Mobility-as-a-Service », MaaS). Il s'agissait également d'évaluer le lien entre les choix de solutions de transport des individus et leurs capacités de contrôle cognitif dans ces types de gamification. Dans une étude expérimentale, les participants interagissaient avec une application fictive de MaaS intégrant un dispositif de gamification (quête vs. points). Cette application proposait différentes solutions de transport selon le mode de transport et la durée du trajet. Ils étaient également soumis à des tests de fonctions exécutives. Les résultats ont montré que la *quêtification* influençait les choix de mobilité différemment de la *pointification* et qu'elle était liée au contrôle cognitif global. Une MaaS quêtifiée permettrait de modifier le comportement de mobilité de manière plus significative qu'une MaaS pointifiée.

MOTS-CLÉS
MaaS, gamification, quêtification, pointification, contrôle cognitif

1 INTRODUCTION

Pour lutter contre la pollution des transports urbains et fluidifier le trafic, le choix de mobilité est devenu un enjeu de société majeur. Dans cette perspective, les applications de Mobilité Servicielle (*Mobility-as-a-Service*, MaaS) sont conçues pour inciter les utilisateurs à choisir les modes de transport soutenables (e.g., transports en commun, transports partagés) (Hasselwander et al., 2022). Cependant, ces applications peinent à influencer le comportement des utilisateurs. Dans le cadre plus général de l'usage d'applications à visée pédagogique ou d'apprentissage ou bien encore de mobilité, la gamification, c'est-à-dire l'intégration d'éléments de jeu dans un contexte de non jeu (Deterding et al., 2011) a démontré son intérêt dans l'engagement des utilisateurs dans leur usage. Dans le cadre

des applications de mobilité, les éléments de jeu fréquemment utilisés sont les points, badges et tableaux de classement (Bassanelli et al., 2025). Or, comme le rappelle Robertson (2010), si certains éléments relèvent assurément du jeu (e.g., la quête), d'autres relèvent plutôt de la *pointification* (i.e., feedback de type évaluatif consistant à attribuer des points relativement à la performance). Pour Huotari & Hamari (2012), gamifier une application, permettrait de susciter des réactions émotionnelles, et immerger l'utilisateur dans l'application afin de le motiver à modifier son comportement. Dans cette perspective, la quête semble pertinente, car elle consiste en un ensemble partiellement ordonné de tâches sous forme de jeu que le joueur doit accomplir pour atteindre un but ou obtenir une ou plusieurs récompenses parmi un ensemble donné (Yu et al., 2020). L'intégration d'une quête dans un contexte de non jeu comme une application de mobilité, renvoie à ce que nous qualifions de *quêtification*. Dans notre étude, nous nous sommes donc intéressés à l'impact de la *quêtification* et de la *pointification* sur le choix de mobilité des utilisateurs dans une application MaaS. En accord avec Huotari & Hamari (2012), nous avons fait l'hypothèse que la *quêtification* impactera plus favorablement le choix de mobilité des utilisateurs que *la pointification* (H1).

L'intérêt de gamifier une application est de modifier le comportement de l'utilisateur. La modification d'un comportement requiert par ailleurs le contrôle cognitif, c'est-à-dire la capacité à adopter un comportement spécifique orienté vers la réalisation d'un but dans les situations où les actions routinières ne le permettent pas (Cohen et al., 2017). De façon pratique, la quête implique de garder en mémoire le but de celle-ci, tout en résolvant au fur et à mesure des sous-tâches. Lorsqu'il réalise une nouvelle sous-tâche, l'individu doit alors ignorer la sous-tâche antérieure. De même, pendant la progression, l'individu doit alterner ses ressources cognitives en fonction de la demande cognitive de chacune des sous-tâches. Ces différentes activités sont également requises dans la mise en œuvre du contrôle cognitif lors de la prise d'une décision dans une situation non routinière (Diamond, 2013), à l'instar du choix de solution de transport inhabituelle. Dès lors, pour dissocier la *quêtification* de la *pointification*, il nous apparaissait également intéressant d'interroger plus fondamentalement le lien entre les choix de mobilité opérés et le contrôle cognitif en fonction du dispositif (quêtifié vs. pointifié) ajouté à l'application MaaS. Ainsi, nous avons fait l'hypothèse que des liens de corrélation plus importants existeront entre les choix de solutions de transport dans une application quêtifiée et les capacités de contrôle cognitif, que dans une application pointifiée (H2).

2 MÉTHODE

2.1 Participants

Un total de 46 personnes ($M_{âge}$ = 24.7 ans, $ET_{âge}$ = 6.1; 29 femmes) ont participé à l'étude. Avant l'expérience, tous les participants ont lu et signé un formulaire de consentement. Il n'y a pas eu de récompenses, ni de compensation pour la participation à cette étude.

2.2 Matériel

Les tâches étaient réalisées à l'aide du logiciel Qualtrics. Les outils de mesures des Fonctions Exécutives (FE) ont été élaborés à l'aide du logiciel e-prime. L'expérience s'est déroulée dans les locaux de la plate-forme expérimentale CCU de la Maison des Sciences Humaines et Sociales de Toulouse (MSHS-T).

2.2.1 Application MaaS

Une application fictive de MaaS a été conçue pour les besoins de l'expérience. L'application proposait au participant de planifier son déplacement (fictif). Dans une première étape, le participant indiquait les points de départ et d'arrivée du trajet souhaité. Dans une seconde étape, l'application proposait deux solutions de transport composées chacune d'un mode de transport différent (tramway, bus ou métro) associé à une durée de trajet différente (10 ou 20 minutes). Puis, le participant devait choisir une solution de transport parmi les deux proposées. Ces étapes étaient répétées 12 fois dans l'étude présente (c.-à-d. 12 simulations de trajet). Ces différentes étapes étaient présentées visuellement au participant.

2.2.2 Tâche

Un scénario était présenté au participant qui devait incarner un personnage fictif (assistant d'un chef cuisinier), qui doit réaliser (de manière fictive) 12 trajets avec l'application, pour faire la publicité de l'ouverture d'un nouveau restaurant. Deux conditions expérimentales ont été créées.

Condition *quêtification*. Le contexte de réalisation de la tâche était présenté sous forme d'un jeu de type quête auquel le participant était invité à participer au cours de sa tâche. La quête présentait un univers fantaisiste de genre post-apocalyptique dans lequel un personnage devait se fabriquer des équipements de protection pour survivre. Dans cette expérience, la quête consistait à collectionner jusqu'à 12 matériaux pour aider ce personnage à construire un masque antiradiation. Pour chaque trajet dans l'application MaaS, l'une des deux solutions de transport proposées était associée à la collecte d'un objet nécessaire pour la quête (ici un matériau lié à la fabrication du masque). L'autre solution de transport était associée à la collecte d'un objet neutre (inutile pour la quête). Le participant était invité à collectionner le plus d'objets possibles utiles à la quête, afin que le personnage puisse survivre à la situation critique présentée.

Condition *pointification*. Le participant était invité à collectionner jusqu'à 12 points au cours de sa tâche. Pour chaque trajet, l'une des solutions de transport était associée au gain d'un point. L'autre solution de transport n'était associée à aucun gain de point. Le participant était invité à cumuler le plus de points possibles pour obtenir des réductions (fictives, explicitement mentionnées au participant) sur des tickets de cinémas, des musées ou des parcs de loisir.

2.2.3 Tests du contrôle cognitif

Nous avons utilisé quatre tests standardisés habituellement utilisés pour évaluer le contrôle cognitif, chaque test évaluant une Fonction Exécutive (FE) : le Trail Making Test (TMT) qui évalue le contrôle cognitif général ; le N(2)-back task qui évalue la mémoire de travail ; le test Stroop qui mesure l'inhibition ; le Wisconsin Card Sorting Test (WCST) qui évalue la flexibilité cognitive.

2.3 Procédure et plan expérimental

2.3.1 Procédure

Après avoir complété un formulaire de consentement éclairé et un questionnaire sociodémographique (âge, genre, profession, appétence pour le jeu), chaque participant effectue les quatre tests de FE. Les participants sont invités à réaliser la tâche expérimentale de l'application MaaS. L'ordre de présentation des tests de FE et la tâche expérimentale était contrebalancé.

2.3.2 Plan expérimental

La variable indépendante du type de gamification (*quêtification* vs. *pointification*) était manipulée en inter-participants. Le mode de transport proposé (Bus vs Tramway vs Métro) ainsi que la durée du trajet (10 minutes vs 20 minutes) étaient manipulés en intra-participants.

2.4 Mesures

La variable dépendante était la fréquence du choix de solution de transport. Les scores à chaque test de FE ont également été recueillis (TMT, MdT, Stroop et WCST). Les corrélations entre la fréquence du choix de la solution de transport indicée (c.-à-d. associée à un matériau utile à la quête ou au gain d'un point) et chaque score aux quatre tests de FE étaient également examinées.

3 RÉSULTATS

La distribution des résidus n'étant pas normale, nous avons réalisé un modèle linéaire généralisé (loi binomiale) sur la fréquence de choix de solution de transport. Le modèle présentait un ajustement global significatif ($\chi^2(11) = 331$, $p < .001$, pseudo-$R^2 = .35$).

L'analyse révèle un effet principal de la durée de trajet ($\chi^2(1) = 212.30$, $p < .001$, pseudo-R^2 partiel $= .23$). Les trajets de 20 minutes sont significativement moins choisis que ceux de 10 minutes (OR =

.03, SE = 0.43, z = −8.24, p < .001). L'interaction entre le type de gamification et la durée de trajet est également significative ($\chi^2(1) = 114.40$, p < .001, pseudo-R^2 partiel = .12). La différence de fréquence de choix en fonction de leur durée relative (10 vs. 20 min) est plus faible dans la condition *quêtification* (58% pour 10 min. contre 42% pour 20 min.) que dans la condition *pointification* (86.4% pour 10 min. contre 13.6% pour 20 min.). Les autres effets n'étaient pas significatifs.

Par ailleurs, une analyse de corrélations de Spearman a été réalisée afin d'examiner les relations entre les performances aux tests de FE (TMT, Stroop, WCST, N-Back) et la fréquence de choix de solutions de transport indicées. Les résultats montrent une relation positive entre la fréquence de choix de solutions de transport indicées en condition *quêtification* et le score au TMT (ρ = .45, p = .027). Par ailleurs, les corrélations entre la fréquence de solutions de transport indicées dans la condition *quêtification* et les scores aux autres tests de FE n'étaient pas significatives. Aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre la fréquence de choix de solutions de transport indicées dans la condition *pointification* et les performances aux tests de FE.

4 DISCUSSION

Cette étude a montré que la *quêtification* influençait davantage le choix de solutions de transport (en particulier en fonction de la durée du trajet) que la *pointification* dans une application de mobilité. Ainsi, bien qu'il existe différents facteurs qui influencent le comportement de mobilité des utilisateurs des MaaS, *la quêtification* peut être un levier pertinent de ces systèmes pour induire un choix de mobilité soutenable. Ce qui est par ailleurs le but fondamental des MaaS.

En outre, les résultats de cette étude ont montré que la fréquence de choix de solutions de transport associés à la quête était significativement corrélée au score du Trail Making Test. Cette corrélation n'était pas significative dans la condition *pointification*. Dès lors, plus capacités du contrôle cognitif de l'utilisateur sont faibles plus il choisit des solutions de transport liées à l'accomplissement de la quête. A partir de là, une distinction entre les gamifications de type *quêtification* et *pointification* peut également être envisagée sous le prisme des processus cognitifs sollicités, et non plus seulement sous l'angle des processus motivationnels fréquemment évoqués dans la littérature (Hellberg & Moll, 2023). Ainsi, à l'instar des études qui évaluent l'influence de la gamification sur la motivation et le changement de comportement des individus, des futures recherches pourraient s'intéresser à l'influence de la *quêtification* sur le contrôle cognitif par rapport à la *pointification*.

5 BIBLIOGRAPHIE

Bassanelli, S., Belliato, R., Bonetti, F., Vacondio, M., Gini, F., Zambotto, L., & Marconi, A. (2025). Gamify to persuade: A systematic review of gamified sustainable mobility. *Acta Psychologica*, *252*, 104687.

Cohen, J. D. (2017). Cognitive control: Core constructs and current considerations. *The Wiley handbook of cognitive control*, 1-28.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining" gamification". *In Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments (pp. 9-15).*

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, *64*(1), 135-168.

Hasselwander, M., Bigotte, J. F., Antunes, A. P., & Sigua, R. G. (2022). Towards sustainable transport in developing countries: Preliminary findings on the demand for mobility-as-a-service (MaaS) in metro Manila. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *155*, 501-518.

Hellberg, A.S., & Moll, J. (2023) A point with pointsification? clarifying and separating pointsification from gamification in education. *Front. Educ.* 8:1212994.

Huotari, K., & Hamari, J. (2012). Defining gamification: a service marketing perspective. In *Proceeding of the 16th international academic MindTrek conference* (pp. 17-22) Robertson, M. (2010). Can't play, won't play. Hide & Seek, 6.

Yu, K. K., Sturtevant, N. R., & Guzdial, M. (2020). What is a Quest. In *Proceedings of the Intelligent Narrative Technolgies Workshop at AIIDE.*

Prise de décision en conduite : Règles informelles et sécurité gérée à travers le modèle RPD

Aéla Diard
FHOOX, Lab-STICC (UMR 6027), Université Bretagne Sud
aela.diard@renault.com

Christine Chauvin
FHOOX, Lab-STICC (UMR 6027), Université Bretagne Sud
christine.chauvin@univ-ubs.fr

Patricia Dumont
Renault Group
patricia.dumont@renault.com

Jean-Baptiste Haué
Renault Group
jean-baptiste.haue@ampere.cars

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Afin de contribuer à l'amélioration de la sécurité routière, le constructeur Renault a déployé dans ses véhicules récents un système, appelé « Safety Coach », qui délivre aux conducteurs un retour sur leur comportement de conduite. Pour le définir, Renault est parti du cadre des règles formalisées dans le code de la route (sécurité dite « réglée») pour y apporter de la contextualisation, notamment par l'étude rapportée ici. Dans ce cadre, utilisant le cadre NDM (Naturalistic Decision Making), ce papier présente une analyse des verbatims de conducteurs expérimentés portant sur la façon dont ils gèrent leur sécurité au quotidien. Deux types de règles informelles émergent : les règles visant à assouplir la règle formelle et celles visant à la renforcer. Les identifier et mieux les comprendre permet d'envisager des perspectives d'évolution du système de coaching.

MOTS-CLÉS
activité de conduite, sécurité réglée, sécurité gérée, naturalistic decision making

1 INTRODUCTION

Afin de réduire les accidents de la route, le constructeur automobile Renault a récemment développé dans ses véhicules un système appelé « Safety Coach ». Ciblant les causes principales des accidents et les actions sur lesquelles le conducteur peut agir pendant sa conduite, le Safety Coach (SC) a pour but de faire prendre conscience aux conducteurs les comportements pouvant contribuer aux des accidents. Il délivre pour cela un retour sur la conduite sous forme de score final affiché à la fin du trajet, ainsi qu'un conseil. Cet article présente une étude qualitative d'entretiens menés avec des conducteurs expérimentés portant sur la sécurité telle qu'ils la mettent en œuvre. Une meilleure compréhension de la sécurité « gérée » devrait permettre une meilleure contextualisation du système.

2 PRISE DE DECISION ET SECURITE DES CONDUCTEURS

Le SC a pour vocation de renforcer la sécurité des automobilistes en s'appuyant sur la sécurité dite « réglée », puisqu'il encourage les conducteurs à suivre le code de la route et les bonnes pratiques associées. Les conducteurs présentent cependant de multiples adaptations de ces règles, notamment contextuelles qu'il est important d'étudier.

2.1 Sécurité réglée vs sécurité gérée et règles informelles

En ergonomie, on distingue couramment deux types de sécurité, la sécurité réglée (constrained safety) et la sécurité gérée (managed safety) (Morel et al., 2008). La sécurité réglée définit la sécurité à travers des contraintes (interdictions et protections). En revanche, la sécurité gérée est une forme spécifique de sécurité, assimilée à la résilience (Morel et al., 2008). Morel et al (Ibid.) expliquent que renforcer la sécurité d'un système passe le plus souvent par un renforcement de la sécurité réglée au détriment de la sécurité gérée, pourtant indispensable dans la gestion du risque par les individus expérimentés. En conduite, la sécurité réglée est définie par le code de la route. Il est couramment admis que les règles définies par ce code garantissent la sécurité. Cependant, on observe chez les conducteurs une forme de sécurité gérée, qui s'écarte de ce qui est défini par les normes.

Ces deux notions de « sécurité réglée » et « sécurité gérée » se rapprochent de celle de règles formelles et informelles. Les règles formelles (règles écrites) correspondent à ce que l'on appelle sécurité réglée. En revanche, les règles informelles, qui se construisent au cours de l'expérience des individus, complètent ou se substituent à la règle formelle mais ne vont pas toujours dans le sens de la sécurité (de Terssac, 2012; Elslande, 1997).

2.2 Naturalistic Decision Making et Recognition-Primed Decision model

Le cadre de la Naturalistic Decision Making (NDM) permet d'étudier le processus de prise de décision en situation naturelle. Ce courant s'intéresse à la manière dont les personnes expérimentées, en identifiant et évaluant la situation dans laquelle elles se trouvent, décident d'agir au sein d'environnements dynamiques, incertains et évoluant rapidement (Zsambok & Klein, 1997). Ce cadre a été utilisé dans le domaine de la conduite par Klein et al (Klein et al., 2001), notamment pour étudier le développement des compétences de conduite.

Le modèle Recognition-Primed Decision (RPD) est un modèle issu du cadre de la Naturalistic Decision Making. Il décrit le processus de prise de décision d'individus expérimentés. Ce modèle, initialement développé pour décrire la prise de décision chez les pompiers expérimentés, a également été utilisé pour étudier les processus mis en œuvre dans des décisions coopératives en conduite (Imbsweiler et al., 2018). Le modèle RPD montre que les décisions prises par les individus expérimentés ne consistent pas à comparer différentes options alternatives (Klein et al., 2001). Lors de la prise de décision, les experts se basent sur leur expérience pour reconnaître une situation familière. S'ils constatent une similitude, alors ils effectuent une action dont ils savent qu'elle est satisfaisante car ils l'ont déjà expérimentée. Ce processus, dit de « Pattern Matching » repose sur la prise en compte de quatre catégories d'éléments : « goals to solve the problem » (buts), « relevant cues » (indices utiles), « expectations » (attentes), et « actions » (actions). Ce modèle met finalement en évidence des règles d'actions mises en œuvre dans des situations familières (Naikar, 2010). Nous proposons d'utiliser le modèle RPD pour identifier les règles informelles développées par des conducteurs expérimentés.

3 ETUDE DES REGLES INFORMELLES DECLAREES

L'étude présentée dans cet article est exploratoire et repose sur des entretiens semi-directifs.

3.1 Participants

Pour cette étude, 12 participants (4 femmes, 8 hommes) âgés de 40 à 59 ans ont été recrutés. Les critères d'inclusion étaient *i*) être employé de l'entreprise Renault (pour cause de confidentialité des données et d'accès aux véhicules récents), *ii)* travailler et habiter en Île-de-France ; *iii*) être conducteur régulier, effectuant le trajet domicile/travail en voiture au moins une fois par semaine, avec un véhicule personnel équipé du Safety Coach. Étaient exclus les collaborateurs travaillant sur les aides à la conduite.

Le recrutement a été effectué à partir d'un questionnaire diffusé sur les outils internes de l'entreprise. La répartition des participants (que cela soit pour le sexe ou pour l'âge), est représentative de la répartition des acheteurs de véhicules concernés par l'étude et par l'utilisation du Safety Coach.

Les participants sont des conducteurs expérimentés, détenteurs du permis de conduite depuis 35,5 ans en moyenne.

3.2 Méthodologie et recueil des données

Les données ont été recueillies dans le cadre d'un entretien semi-directif. L'entretien débutait par une reconstruction du trajet régulier du participant, généralement le trajet domicile-travail. L'expérimentateur demandait au participant de visualiser son trajet et de le décrire, dans le but d'introduire l'entretien et d'amener le participant à parler de sa conduite. Le sujet de la conduite et des habitudes associées était ensuite développé dans une seconde partie. La troisième partie avait pour but d'interroger le participant sur d'éventuels comportements de conduite qui s'éloigneraient des règles et sur la conduite à risque (ce que ce terme évoque et s'il lui arrive de prendre des risques). Enfin, le participant était interrogé sur l'évolution de la conduite. Est-ce qu'il avait constaté des évolutions dans sa conduite ? Et, est-ce qu'il pourrait envisager de la faire évoluer ?

3.3 Traitement des données

Les entretiens ont été réalisés entre le 30 septembre et le 21 novembre 2025, par un seul expérimentateur. Ils duraient en moyenne 51 minutes, l'entretien le plus long a duré 67 minutes tandis que le plus court a duré 34 minutes. Le contenu a été entièrement retranscrit.

Afin d'identifier et d'extraire les règles informelles des conducteurs en matière de sécurité, nous nous sommes inspirés du formalisme proposé par le cadre NDM et utilisé dans le cadre de la conduite (Klein et al., 2001). Dans ce cadre les règles sont des déclarations de type SI/ALORS qui reflètent des décisions d'actions reposant sur la prise en compte d'indices.

Une fois les règles SI/ALORS identifiées, nous avons complété la grille d'analyse en codant les buts. Nous avons volontairement exclu la catégorie « expectations » (attentes), car elle n'a quasiment pas été développée par les conducteurs dans le cadre de l'entretien. L'absence de mention de cette catégorie peut être due au contexte d'évocation libre ; sans remise en contexte précise, les conducteurs ne repensent pas aux attentes intervenant dans la prise de décision. Les règles informelles ont été classées en deux groupes, les règles informelles visant à assouplir la règle formelle, et les règles informelles visant à la renforcer. Les buts et indices ont été regroupés par catégories.

3.4 Principaux résultats

163 règles informelles ont été extraites des entretiens. Parmi elles, 50% (81) sont des écarts visant à assouplir la règle formelle. Les trois principales règles informelles de cette catégorie sont, le dépassement de la limite de vitesse autorisée (23,3%), le non-respect des distances de sécurité (10%), et les dépassements d'usagers plus lents hors zones autorisées (7%). A l'inverse, 41% (66) règles informelles visent à renforcer la règle formelle. Les principales règles concernent le renforcement des limites de vitesse (17%), l'augmentation de la vigilance et de l'attention (16%). 9% des règles énoncées correspondent à la règle formelle ; elles sont juste soulignées par les participants.

Deux patterns principaux émergent de l'analyse des verbatims. Le premier concerne l'assouplissement de la règle formelle tandis que le second concerne le renforcement de la règle.

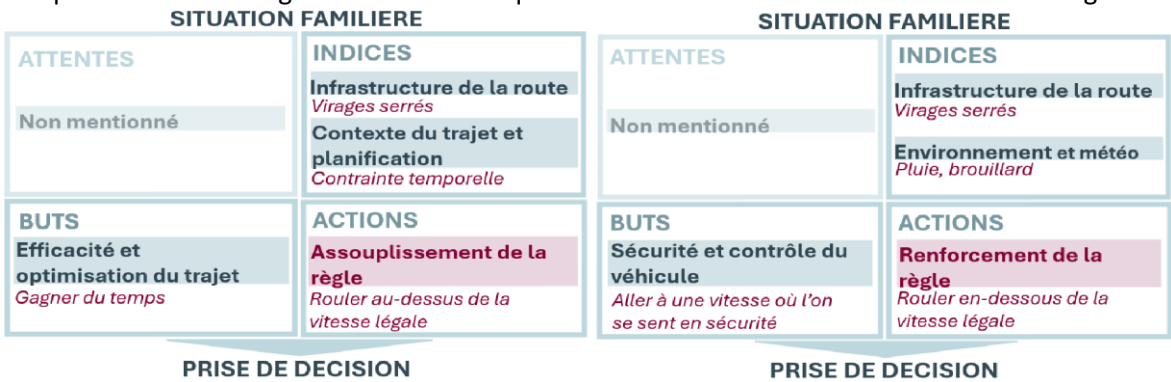


Figure 1 : principaux patterns de prise de décision

Les actions qui s'écartent de la règle ne sont pas toujours liées à une condition unique. Ainsi, pour le non-respect de la distance de sécurité. Pour cette règle informelle, les conducteurs mentionnent aussi bien des indices concernant le comportement des autres usagers et les interactions routières, que les conditions de circulation ou encore le contexte et la planification du trajet. Les buts évoqués sont eux-aussi divers, même s'ils se rattachent principalement à deux catégories. D'une part l'efficacité et l'optimisation du temps de trajet (gagner du temps, ne pas rester derrière un véhicule lent par exemple), d'autre part la gestion des interactions avec les autres usagers (ne pas laisser un véhicule s'insérer par exemple) dans une volonté de s'imposer sur la route.

En ce qui concerne le renforcement des règles formelles, les conducteurs évoquent également les interactions avec les autres usagers comme indice, particulièrement en ville quand les routes sont fréquentées. Les usagers désignent à la fois les autres voitures, mais aussi les bus, piétons, cyclistes. Par exemple le participant 5 décrit l'augmentation de sa vigilance aux abords d'école, perçus comme des environnements risqués : « *quand il y a des piétons, en fait c'est les approches d'école qui sont risquées* » « *quand je passe près d'une école, il faut que je fasse gaffe aux piétons qui passent. Un enfant peut se mettre à courir tout d'un coup sans rien demander, c'est totalement imprévisible. […] Je sais qu'il faut être le pied au-dessus du frein devant une école* ». L'augmentation de la vigilance et la diminution de la vitesse mentionnées dans ces contextes par les participants constituent une réponse à l'imprévisibilité du comportement des usagers. (P19 : « *Quand il y a beaucoup de monde, tu sais jamais comment vont se comporter les gens* »).

Les piétons et cyclistes sont des usagers vulnérables, ayant la priorité. Cependant, leur comportement étant imprévisible, il est nécessaire d'augmenter sa vigilance et/ou de réduire sa vitesse afin de maintenir une conduite sûre.

4 DISCUSSION

L'identification des règles informelles chez les conducteurs expérimentés permet de mettre en évidence deux types de règles et confirme l'importance du contexte. Nous retrouvons des règles qui assouplissent le code de la route et des règles qui le renforcent. Les règles informelles qui renforcent le code de la route reflètent la sécurité gérée mise en œuvre par les conducteurs. Les décisions prises dans ce cadre visent à maintenir la sécurité et à garder la maîtrise du véhicule. Elles sont liées à certaines conditions environnementales et météorologiques (pluie ou traversée de forêt par exemple). Si le non-respect des limites de vitesse et les infractions au code de la route est très documenté (récemment par Picco et al. (2025), par exemple), le « sur-respect » de celui-ci est moins étudié ; l'analyse des entretiens nous apporte des éléments intéressants sur cet aspect.

Les résultats obtenus conduisent à proposer deux types de recommandations visant à faire évoluer le Safety Coach. Tout d'abord, prodiguer des conseils contextualisés en renforcerait l'acceptabilité et l'appropriation. Le conducteur est susceptible de ne pas tenir compte d'une alerte d'excès de vitesse si elle se déclenche dans un contexte où il applique une règle informelle. « Sanctionner » de façon équivalente dans des contextes jugés comme différents peut être perçu comme inapproprié. Il y a donc une voie à trouver entre la règle formelle et l'adaptation contextuelle.

De plus, un système décontextualisé ne permet pas d'identifier les situations jugées « à risque » par les conducteurs. Les entretiens nous ont permis d'identifier des situations de ce type, dans lesquelles les conducteurs adaptent leur conduite en renforçant la règle formelle. On peut imaginer un système de coaching qui, connaissant les indices utilisés pour identifier des situations à risque, permettrait d'avertir et de prévenir ces situations, en conseillant des itinéraires alternatifs ou en prodiguant des conseils adaptés en amont par exemple (Breard, 2026).

Il est important de souligner que les règles identifiées ici sont les règles spontanément évoquées par les conducteurs. Pour en avoir une compréhension plus fine, il serait pertinent de compléter les entretiens avec des observations associées à l'auto-confrontation. Enfin, certaines règles informelles évoquées ici sont prévues par le code de la route et pourraient donc entrer dans le cadre de la sécurité réglée (ex : vigilance à l'approche d'écoles). Cependant, les conducteurs ne décrivent pas ces actions

comme étant dictées par le code de la route, c'est pourquoi nous les avons différenciées des règles formelles.

5 BIBLIOGRAPHIE

Breard, H. (2026). *Approche ergonomie anxiété/peur/appréhension en situation de conduite*. Télécom Paris.

de Terssac, G. (2012). La théorie de la régulation sociale : Repères introductifs. *Revue Interventions économiques. Papers in Political Economy*, (45). https://doi.org/10.4000/interventionseconomiques.1476

Elslande, P. van A. (1997). Scénarios-types de productions de « l'erreur humaine » dans l'accident de la route : Problématique et analyse qualitative = Typical « human error »- producing scenarios in road accidents : problematic and qualitative analysis. *SWOV*. https://swov.nl/nl/publicatie/scenarios-typesde-productions-de-lerreur-humaine-dans-laccident-de-la-route

Imbsweiler, J., Stoll, T., Ruesch, M., Baumann, M., & Deml, B. (2018). Insight into cooperation processes for traffic scenarios : Modelling with naturalistic decision making. *Cognition, Technology & Work*, *20*(4), 621- 635. https://doi.org/10.1007/s10111-018-0518-7

Klein, H. A., Vincent, E. J., & Isaacson, J. J. (2001). Driving Proficiency : The Development of Decision Skills. In *Linking Expertise and Naturalistic Decision Making*. Psychology Press.

Morel, G., Amalberti, R., & Chauvin, C. (2008). Articulating the Differences Between Safety and Resilience : The Decision-Making Process of Professional Sea-Fishing Skippers. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, *50*(1), 1- 16. https://doi.org/10.1518/001872008X250683

Naikar, N. (2010). *A Comparison of the Decision Ladder Template and the Recognition-Primed Decision Model* (No. DSTOTR2397). Article DSTOTR2397. https://apps.dtic.mil/sti/html/tr/ADA523330/index.html

Picco, A., Stuiver, A., De Winter, J., & De Waard, D. (2025). "Why were you speeding?" : A self-confrontation study on awareness and reasons for speed behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *109*, 421- 438. https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.12.015

Zsambok, C. E., & Klein, G. (Éds.). (1997). *Naturalistic Decision Making*. Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9781315806129

Véhicules autonomes et conduite simulée, comment les représentations guident l'action

Oriane MOUTON
Laboratoire Sciences de la Cognition, Technologie, Ergonomie (SCoTE EA 7420),
Université de Toulouse, INU Champollion
oriane.mouton@univ-jfc.fr

Julien CEGARRA
Laboratoire Sciences de la Cognition, Technologie, Ergonomie (SCoTE EA 7420),
Université de Toulouse, INU Champollion
julien.cegarra@univ-jfc.fr

Jordan NAVARRO
Laboratoire d'Étude des Mécanismes Cognitifs (EA 3082), Université Lyon 2
jordan.navarro@univ-lyon2.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Cette communication explore l'actualisation des représentations des véhicules autonomes (VA) dans le cadre d'une conduite simulée consistant à suivre soit un VA soit un véhicule conventionnel (VC). 26 participants ont été confrontés à différents scénarios de conduite (suivi, intersections, dépassements et changements de voie) afin d'examiner l'articulation entre représentations déclarées et comportements effectifs. Des questionnaires pré et post-simulation, ainsi que des entretiens exploratoires et de débriefing, ont permis de relier perceptions, attitudes et expériences vécues en situation dynamique. Les analyses indiquent que la durée de conduite sur simulateur accroît la confiance et la compatibilité perçue envers le véhicule autonome en trafic mixte, sans modifier les représentations déclarées. Bien que variables selon le contexte de conduite, la distance et le temps inter-véhiculaire peuvent être réduits en suivant un VA comparativement à un VC. Ainsi, la mise en regard des représentations et des comportements en conditions VA/VC apparaît essentielle pour comprendre et anticiper les adaptations humaines en trafic mixte.

MOTS-CLÉS

véhicules autonomes, représentations, interaction humain-machine, conduite simulée, sécurité routière.

1 INTRODUCTION

L'introduction des véhicules autonomes (VA) transforme progressivement les systèmes de transport en modifiant les interactions entre usagers, technologies et environnements. Comprendre comment les conducteurs humains perçoivent et ajustent leur comportement face à ces nouvelles technologies est essentiel pour anticiper les effets sur la sécurité routière et les dynamiques de trafic. Les représentations sociales jouent un rôle clé en médiant perception et action, en orientant les attentes et les décisions en situation de conduite (Abric, 2001). Si de nombreuses études ont exploré les opinions et préconceptions des usagers à propos des VA (Kyriakidis et al., 2015), peu ont examiné comment ces représentations et les représentations fonctionnelles construites dans l'action se manifestent et évoluent après une confrontation à des situations de conduite impliquant des VA. Cette étude vise à explorer l'articulation entre représentations sociales et comportements de conduite collectés dans un environnement simulé avec des VA ou des véhicules conventionnels (VC).

2 CADRE THÉORIQUE

2.1 Le rôle des représentations des VA

Les représentations constituent des constructions mentales qui organisent la perception et guident l'action. En sciences cognitives, elles recouvrent des notions telles que modèles mentaux, schémas ou images mentales, et peuvent être transitoires, produites en temps réel, ou stabilisées en mémoire à long terme (Richardson & Ball, 2009). En psychologie ergonomique, elles sont notamment considérées par leur dimension transitoire et leur caractéristique fonctionnelle, c'est-à-dire qu'elles sont construites pendant la réalisation de la tâche et guident l'action (Leplat, 1985). Ces processus individuels interagissent avec les représentations sociales, qui regroupent des connaissances et croyances partagées au sein d'un collectif et sont construites à partir d'éléments cognitifs individuels tels que catégories, stéréotypes ou attributions causales (Rateau & Moliner, 2009). Les représentations sociales orientent ainsi l'interprétation et l'action, offrant un cadre pertinent pour analyser les perceptions et attentes des futurs utilisateurs. Les travaux existants montrent que les usagers se représentent les VA au-delà des seules dimensions techniques, en intégrant des enjeux de sécurité, juridiques et éthiques (Kyriakidis et al., 2015). Comprendre ces représentations est essentiel pour analyser leur influence sur l'interaction avec les VA.

2.2 Adaptations comportementales

Les travaux en ergonomie et en psychologie du trafic montrent que l'introduction des VA en contexte de trafic mixte entraîne des adaptations comportementales chez les conducteurs humains, notamment dans les stratégies de suivi, d'interaction et de prise de décision (Cegarra et al., 2025; Petrović et al., 2020). Soni et al. (2022) mettent en évidence que les conducteurs ajustent leurs distances inter-véhiculaires, leurs vitesses et leurs manœuvres lorsqu'ils interagissent avec des VA, traduisant une anticipation de comportements plus conservateurs et prévisibles de ces systèmes. Dans une revue récente, Liu (2025) souligne que ces adaptations s'inscrivent dans des dynamiques d'interaction sociale, où les comportements humains sont influencés par la manière dont les VA sont perçus en termes d'intentions, de compétences et de règles implicites de conduite. De manière complémentaire, Ma et Zhang (2024) montrent que les styles de conduite adoptés par les conducteurs humains varient selon le type d'interaction avec les VA, suggérant que ces adaptations ne relèvent pas uniquement de contraintes situationnelles mais reposent sur des cadres cognitifs et représentationnels. L'objectif est d'examiner comment les représentations des véhicules autonomes influencent les ajustements comportementaux en conduite simulée. Une comparaison systématique entre les conditions VA et VC permet d'isoler l'effet de l'automatisation sur l'activité de conduite.

3 MÉTHODE

Vingt-six participants ont pris part à une expérience de conduite simulée en plan intra− sujet contrebalancé, comparant des scénarios avec des VA ou des VC dans l'environnement. Le participant conduit toujours un VC ; seules les caractéristiques visuelles des véhicules présents dans l'environnement simulé varient selon la condition expérimentale, avec une berline identifiée comme VC et une navette identifiée comme VA. La simulation comprenait plusieurs situations de trafic mixte, incluant suivi de véhicule, intersections, dépassements, changements de voie et gap (insertion entre deux véhicules), afin d'explorer différents niveaux d'interaction routière. La consigne était de suivre le véhicule rouge ou de suivre les indications de l'expérimentateur en son absence. L'expérimentation comprenait 15 minutes d'entrainement et 20 minutes par condition. Les données de conduite (vitesse, distance, déviation, temps inter-véhiculaire) ont été recueillies. D'autres données ont été recueillies à l'aide de questionnaires administrés avant et après la simulation, évaluant les représentations des VA (sécurité, fiabilité, bénéfices perçus et connaissances), les attitudes et les expériences subjectives (questionnaire sur les représentations à partir d'une étude précédente, *Driver Behavior Questionnaire*, *Pedestrian Receptivity Questionnaire among Fully autonomous vehicle*, *Smart Tools Proneness-Questionnaire* et mesure de la confiance). Des entretiens exploratoires en amont et debriefings post-simulation ont complété ces mesures afin de contextualiser les comportements observés et les

ressentis des participants. Cette approche permet d'articuler représentations déclarées, perceptions et comportements effectifs dans un contexte dynamique et proche de la conduite réelle.

Figure 1 : simulateur condition VC et VA

4 RÉSULTATS

Sont ici présentés les résultats relatifs aux deux tâches de suivi de véhicule, sur autoroute et en campagne. Le scénario 1 est un suivi autoroutier (facile à suivre), le scénario 2 est un suivi sur une route de campagne avec dénivelé et virage (difficile à suivre). Le scénario 1 ne montre aucun effet de la condition (VA vs VC) sur la vitesse moyenne de conduite, la distance inter-véhiculaire (DIV), le temps inter-véhiculaire (TIV, défini comme le temps nécessaire au véhicule suiveur pour rejoindre le véhicule suivi si les vitesses des deux restaient stables) ou la déviation latérale (oscillation dans la voie) : aucun effet significatif de la condition n'est observé sur ces variables. En revanche, pour le scénario 2, les participants adoptent une distance de suivi significativement plus courte en condition VA qu'en VC (*d* = -0,60), ainsi qu'un TIV réduit (*d* = -0,57).

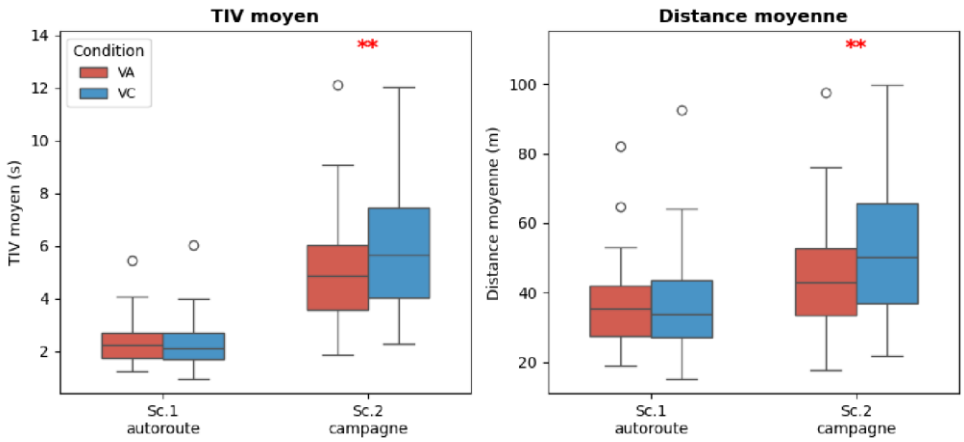


Figure 2 : comparaison VA/VC distance et TIV scenario 1 et 2

Une augmentation significative de la confiance envers le VA est observée après la conduite sur simulateur. Le score global de confiance augmente entre le pré-test (M = 36,9 %) et le post-test (M = 42,6 %), $t(25) = -3,19$, $p = .004$, $d = 0,63$, de même que l'item unique de confiance ($d = 0,66$)(Manchon et al., 2023). Concernant la réceptivité (acceptabilité des VA dans l'environnement), deux dimensions progressent significativement : la compatibilité perçue ($d = 0,71$) et les attitudes envers le VA ($d = 0,41$). En revanche, les représentations évaluées par différentiels sémantiques (sécurité, fiabilité, bénéfices, connaissances) ne montrent pas de modification significative. Les autres scénarios et analyses complémentaires (questionnaires et entretiens) seront présentés lors de la conférence.

5 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Les évaluations représentationnelles mesurées par différentiels sémantiques ne montrent pas de variation statistiquement significative entre le pré- et le post-test. Ce résultat doit toutefois être interprété avec prudence, dans la mesure où une absence d'effet significatif ne permet pas de conclure à une stabilité des représentations. Cette absence de variation peut notamment s'expliquer par la taille de l'échantillon, la sensibilité des mesures ou la brièveté de l'exposition au simulateur.

Néanmoins, ces résultats peuvent être discutés à la lumière des travaux distinguant des composantes représentationnelles plus stables et d'autres plus contextuelles et dynamiques (Abric, 2001; Richardson & Ball, 2009). Dans cette perspective, l'exposition ponctuelle au simulateur pourrait avoir davantage mobilisé des ajustements situés liés à l'activité de conduite qu'avoir transformé des représentations plus générales et stabilisées des véhicules autonomes. Les résultats observés sont compatibles avec l'hypothèse selon laquelle une première expérience de conduite en environnement simulé avec des VA pourrait favoriser une augmentation modérée de la confiance et de l'acceptabilité perçue, en particulier chez les participants initialement plus méfiants, ce qui s'inscrit dans la perspective des processus de calibration de la confiance (Manchon et al., 2023). Cette augmentation de la confiance ne s'accompagne pas systématiquement d'un même type d'ajustement comportemental. Dans certains contextes, les participants adoptent même des distances de suivi plus courtes en condition VA, ce qui pourrait traduire une perception accrue de prévisibilité ou de fiabilité du véhicule autonome. Ces résultats suggèrent que les effets de la confiance et des représentations envers les VA dépendent fortement du contexte routier et des exigences de la tâche, plutôt qu'ils déterminent de manière univoque les comportements de conduite (Soni et al., 2022). Ces résultats soulignent l'importance de mesurer la confiance à la fois par questionnaires et par indicateurs comportementaux afin de détecter les gains appropriés et prévenir la sur- ou sous-confiance. Ils confirment également que les premières interactions avec le véhicule automatisé semblent jouer un rôle important dans les premiers processus de calibrage de la confiance (Cegarra et al., 2025). L'effet différentiel observé entre routes de campagne et autoroutes montre que les adaptations comportementales sont sensibles au scénario et au niveau de complexité perçu, suggérant que l'exposition au VA influence principalement la régulation de l'espacement longitudinal. Une perspective intéressante consiste à identifier des clusters de conducteurs (initialement confiants, méfiants) afin de relier plus finement les ajustements comportementaux aux représentations mentales et aux attentes envers l'automatisation. L'intégration d'entretiens qualitatifs permet de contextualiser ces profils et d'expliquer pourquoi certains participants ne traduisent pas leur confiance accrue en régulation plus prudente. Cette étude souligne l'intérêt d'articuler représentations sociales, représentations fonctionnelles et comportements de conduite.

6 FINANCEMENT

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'un projet financé par la Délégation à la sécurité routière (DSR).

7 BIBLIOGRAPHIE

Abric, J.-C. (2001). A structural approach to social representations. In *Representations of the social : Bridging theoretical traditions* (p. 42- 47). Blackwell Publishing.

Cegarra, J., Unrein, H., Andre, J.-M., Mouton, O., & Navarro, J. (2025). Driving among autonomous vehicles : The effect of initial trust and driving style on driving behaviors. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *112*, 99- 110. https://doi.org/10.1016/j.trf.2025.03.023

Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. F. (2015). Public opinion on automated driving : Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *32*, 127- 140. https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.014

Leplat, J. (1985). Les représentations fonctionnelles dans le travail. *Psychologie Française*, *30*, 269- 275. Liu, P. (2025). Social interactions between automated vehicles and human drivers : A narrative review. *Ergonomics*, *68*(11), 1761- 1780. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2435038

Ma, Z., & Zhang, Y. (2024). Driver-Automated Vehicle Interaction in Mixed Traffic : Types of Interaction and Drivers' Driving Styles. *Human Factors*, *66*(2), 544- 561. https://doi.org/10.1177/00187208221088358 Manchon, J. B., Bueno, M., & Navarro, J. (2023). Calibration of Trust in Automated Driving : A Matter of Initial Level of Trust and Automated Driving Style? *Human Factors*, *65*(8), 1613- 1629. https://doi.org/10.1177/00187208211052804

Petrović, Đ., Mijailović, R., & Pešić, D. (2020). Traffic Accidents with Autonomous Vehicles : Type of Collisions, Manoeuvres and Errors of Conventional Vehicles' Drivers. *Transportation Research Procedia, Transport Infrastructure and systems in a changing world. Towards a more sustainable, reliable and smarter mobility.TIS Roma 2019 Conference Proceedings*, *45*, 161- 168. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.003

Rateau, P., & Moliner, P. (2009). *Représentations sociales et processus sociocognitifs*. Presses Universitaires de Rennes. https://hal.science/hal-02149011 Richardson, M., & Ball, L. J. (2009). Internal representations, external representations and ergonomics : Towards a theoretical integration. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *10*(4), 335- 376. https://doi.org/10.1080/14639220802368872

Soni, S., Reddy, N., Tsapi, A., van Arem, B., & Farah, H. (2022). Behavioral adaptations of human drivers interacting with automated vehicles. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *86*, 48- 64. https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.02.002

Etude exploratoire sur les usages stabilisés des aides à la conduite de niveau 2 en situation réelle

Juliette Massoulié
Laboratoire d'Accidentologie, Biomécanique et Comportement de conduite - Renault Group
juliette.massoulie@renault.com

Gildas Thiolon
CEESAR Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques
gildas.thiolon@ceesar.fr

Dominique Martini
Missioneo
dmi@dmartini.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Depuis une vingtaine d'années, les systèmes d'aides à la conduite de type régulateur de vitesse et centrage dans la voie se démocratisent dans le parc automobile. Cette communication présente une étude exploratoire sur l'usage des automobilistes familiers de ces systèmes. Dans une perspective issue du cadre théorique SafetyII, des roulages libres de quatre jours ont été réalisés par des automobilistes utilisant ces systèmes depuis plusieurs années. La méthodologie proposée repose sur le prêt d'un véhicule équipé, remontant des données quantitatives, couplées à des données qualitatives issues d'entretiens semi-directifs et d'autoconfrontation. Les résultats montrent la variabilité des usages dont trois axes sont illustrés : le périmètre d'activation, parfois en dehors des conditions d'usages prescrites, la prise en main d'un nouveau système et les degrés d'implication lorsque le système est actif.

MOTS-CLÉS
conduite automobile, véhicule partiellement automatisé de niveau L2, analyse de l'activité, entretien d'autoconfrontation, sécurité routière

1 INTRODUCTION

Les régulateurs de vitesse adaptatifs ou Adaptative Cruise Control (ACC) et les systèmes d'aide au centrage dans la voie ou Lane Centering Assist (LCA) se généralisent dans les véhicules automobiles. Activés conjointement, ils constituent un système d'automatisation partielle de niveau 2 (SAE, 2021), dit L2 par la suite, qui prend en charge une partie de l'activité de conduite, mais dont la responsabilité finale incombe toujours à l'humain. Une analyse de la communauté d'Experts ADAS Véhicule Autonome de la SIA (Conduite Assistée de niveau 2: Analyse de la règlementation R171 série 01 (DCAS), 2025) souligne la complexité de l'évaluation de la contribution des systèmes d'automatisation de niveau 2 à la sécurité routière. En effet, cette question soulève des interrogations antagonistes, dans la mesure où ces systèmes peuvent être associés à la fois à de nouveaux risques liés à l'interaction humain-machine et à des bénéfices potentiels. D'un côté, de nombreuses études s'intéressent, dans le domaine du facteur humain, aux risques soulevés par ces systèmes semi-automatisés. Lorsqu'ils sont actifs, le conducteur est parfois relégué dans une posture de surveillance plutôt qu'impliqué activement dans la conduite. Ainsi, cette posture pourrait favoriser le détournement de regard (Morando et al., 2021; Noble et al., 2021), ou des activités non liées à la conduite (Carsten et al., 2012; Lin et al., 2018). Par ailleurs, la complexité de fonctionnement peut entraîner une confusion de mode,

l'humain pensant le système actif alors que cela n'est pas le cas (Carney et al., 2022; Wilson et al., 2020). A contrario, d'autres études rapportent une meilleure anticipation de la conduite, l'attention étant recentrée sur la scène de conduite plutôt que sur la gestion des commandes du véhicule (Endsley, 2017; Wilson et al., 2020), moins de fatigue et de stress perçus en lien avec la conduite (Sanbonmatsu et al., 2024), ou encore une conduite plus apaisée, sans rechercher systématiquement à dépasser les véhicules un peu plus lents (Lin et al., 2018).

2 CADRES THÉORIQUES ET PROBLÉMATIQUE D'ÉTUDE

2.1 Le management de la sécurité

Historiquement, le management de la sécurité des systèmes complexes s'appuie sur une démarche visant à éviter catastrophes ou accidents en s'intéressant à leur causalité d'un point de vue systémique (Reason, 1990). Hollnagel (2018) a proposé une perspective complémentaire, dite SafetyII, en considérant la sécurité, au-delà de l'absence ou limitation des risques, comme la capacité d'un système sociotechnique à réussir dans des conditions changeantes. Pour Hollnagel, la compréhension du fonctionnement du quotidien est donc un préalable nécessaire à la compréhension de la performance en matière de sécurité. Comprendre la conduite de véhicules équipés de système L2 au quotidien, en interaction avec le trafic réel suppose de s'intéresser aux usages habituels, aux ajustements permanents des automobilistes et aux formes de coopérations humain-machine qui assurent la sécurité dans la diversité des situations de conduite. Des roulages en condition écologique offrent cette possibilité d'observer l'utilisation du L2 dans des contextes réels, en limitant les restrictions induites par des protocoles plus couramment utilisés (roulage accompagné ou circuit prédéfini).

2.2 L'analyse des comportements en conduite automobile

Dans une approche ergonomique, l'étude de l'usage des aides à la conduite passe par la confrontation de la perception des actions de l'automobiliste avec ce que l'environnement lui propose. Etudier l'activité du point de vue du conducteur revient à documenter son Cours d'Expérience, son vécu instant après instant (Poizat & San Martin, 2020; Villame, 2004). L'approche écologique (Gibson & Crooks, 1938), permet d'examiner le même processus, mais depuis l'environnement afin d'identifier contraintes et opportunités du trafic, de la route et des aides à la conduite.

D'un point de vue opérationnel, nous avons opté pour une méthode de triangulation des données (Jick, 1979) mixte, combinant méthodologies qualitative et quantitative. Nous cherchons à mettre en parallèle des données objectives (par exemple, l'état du système, enregistré par le véhicule) et la situation vécue par l'automobiliste, en éclairant ses décisions par rapport à son expérience. Le recueil du vécu en situation est mené de deux façons : un enregistreur audio activable dans le véhicule, permettant à l'automobiliste d'enregistrer ses commentaires en situation, et un entretien d'autoconfrontation re-situant quelques jours après le roulage (Cahour et al., 2016). Un entretien semi-directif préalable aux roulages permet de recueillir des éléments en lien avec l'expérience passée de conduite.

2.3 Problématique

Le principe de roulages naturalistiques couplés à des entretiens qualitatifs suppose de sélectionner certaines situations afin qu'elles soient explicitées. Ce processus de sélection n'est pas défini et a des conséquences sur le type de résultats obtenus. Quelles situations observer et soumettre à explicitation pour comprendre l'usage réel des systèmes d'aide à la conduite de niveau 2 ? Dans « From Safety-I to Safety-II : a White Paper » (Hollnagel et al., 2015), les auteurs soulignent le constat d'un écart entre le « Work-As-Imagined » et le « Work-as-Done » et son importance pour l'analyse de la sécurité. Bien que ni les termes, ni les concepts ne soient strictement identiques, il est possible de les rapprocher des concepts d'activité prescrite vs réelle. Un premier critère de sélection est donc de

cibler les écarts entre activité prescrite (très partielle pour la conduite : code de la route et mode opératoire du véhicule / du système) et usage réel de ces systèmes.

Ensuite, pour comprendre la conduite d'un véhicule équipé d'ADAS de niveau 2 dans le système routier, il faut s'intéresser à la variabilité de l'activité et les stratégies pour la mener à bien : observer différentes stratégies d'usage, les ajustements permanents réalisés par les automobilistes ou encore la façon dont ils comprennent les interventions du système ainsi que ses interfaces (commandes, alertes…). S'agissant de conduite, cette variabilité est conséquente. Afin de limiter le domaine d'exploration, l'étude s'intéresse à des automobilistes ayant l'habitude de conduire avec ces systèmes depuis plusieurs années. Si nombre d'études s'intéressent à l'impact des aides à la conduite sur la sécurité routière, à notre connaissance, l'usage de ces automobilistes est peu (voire pas) documenté.

Dans ce contexte, les objectifs de notre étude sont (1) de décrire les caractéristiques des usages de ces systèmes de niveau 2 par un panel d'automobilistes ayant l'habitude de les utiliser, (2) d'explorer les écarts observables entre usages réels et modes opératoires formalisés et (3) d'explorer différentes stratégies d'usages, afin de proposer une liste de critères permettant de sélectionner les extraits.

3 RECUEIL DE DONNÉES

3.1 Recrutement

Les participants recrutés devaient utiliser depuis plus d'un an minimum un système d'aide à la conduite composé d'un régulateur adaptatif de vitesse couplé au centrage dans la voie, posséder un permis de conduire depuis plus de trois ans et être volontaire pour rouler avec un véhicule de prêt. Les personnes ont été recrutées via plusieurs canaux, afin de tenter d'avoir un panel représentatif des automobilistes français20. Le panel est constitué de 16 personnes dont 7 femmes, la plage d'âge des participants s'étalant de moins de 30 ans à plus de 70 ans.

3.2 Déroulement de l'étude

L'étude se déroule en trois temps. A chaque étape, le participant était informé, étape formalisée par la signature d'une fiche de consentement, et pouvait se retirer de l'étude à tout moment. L'étude a été réalisée dans le respect du règlement général sur la protection des données (RGPD).

3.2.1 Entretien préalable

Un entretien semi-directif, d'une durée d'environ 1h est retranscrit. Les thématiques abordées lors de cet entretien sont : la relation à la conduite, la relation à la technologie, leurs usages des systèmes d'aide à la conduite et le vécu en phase d'appropriation des aides à la conduite.

3.2.2 Mise en main et prêt d'un véhicule

La mise à disposition d'un véhicule équipé de capteurs et caméras constitue le deuxième temps de l'étude. Sur une durée d'un maximum de 4 jours, l'automobiliste s'engage à rouler une centaine de kilomètres. Il lui est spécifié d'utiliser le véhicule normalement, comme il le ferait avec le sien.

Aucune contrainte de parcours n'est exigée. Un mail d'information est envoyé quelques jours avant la prise en main. Ce mail comprend : des liens vers des tutoriels d'utilisation du véhicule, dont le tutoriel en lien avec le système L2, ainsi que le descriptif de l'expérimentation, la mention d'information relative au RGPD et le contrat. Les participants y sont invités à poser des questions si besoin.

[20] La population des automobilistes utilisant régulièrement les systèmes de délégation de niveau 2 n'est pas caractérisée : d'après nos recherches, aucune statistique n'existe sur le sujet. Cependant la population des utilisateurs de véhicules neufs et d'occasion est régulièrement scrutée (*Le parc automobile des ménages | Observatoire national interministériel de la sécurité routière*, 2021) ; les chiffres publics indiquent que les femmes représentent 45% des utilisations principales de véhicules neufs.

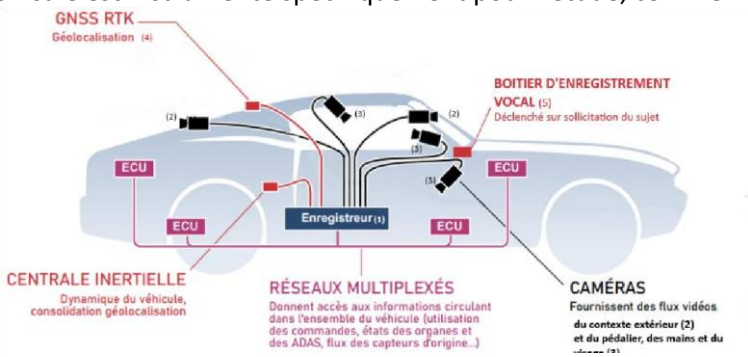
3.2.3 Entretien d'autoconfrontation

Le dernier temps de l'étude est un entretien, d'environ une heure et demie, réalisé à distance, au cours duquel sont rejouées une vingtaine de séquences enregistrées pendant le roulage. Cet entretien a pour objectif de remettre en situation le participant et l'inviter à expliciter son vécu. L'entrée en matière de l'entretien d'explicitation est toujours identique : la séquence choisie est l'une des premières séquences d'activation, l'organisation de l'écran expliquée, afin que la personne puisse se familiariser avec la consigne. Il est rappelé, à plusieurs reprises lors de l'entretien, qu'il est important qu'elle puisse exprimer ce qui se passait, pour elle, à ce moment-là. Les relances s'appuyaient au maximum sur la reprise des termes utilisés pour éviter d'induire son discours.

3.3 **Moyens et techniques**

3.3.1 Données objectives : véhicule instrumenté

Le véhicule utilisé est un Renault Austral, équipé d'un système d'aide à la conduite composé d'un régulateur de vitesse adaptatif Stop & Go (appelé ACC par la suite) et d'un système de centrage dans la voie (LCA). Ce véhicule est instrumenté spécifiquement pour l'étude, comme illustré ci-dessous :



(1) Dispositif d'enregistrement des réseaux CAN (*Controller Area Network*), sur lesquels circulent en continu les données internes du véhicule provenant des calculateurs (ECU). Ces données incluent notamment l'état des systèmes d'aide à la conduite, la dynamique du véhicule (vitesse, accélérations), la détection de l'environnement par le véhicule (cible, marquage au sol, panneaux de signalisation) ainsi que des informations affichées au tableau de bord

(2) Deux caméras de contexte extérieur, orientées vers l'avant et l'arrière du véhicule

(3) Trois caméras embarquées dans l'habitacle, orientées vers les pieds, le visage, et la zone cockpit (incluant notamment les mains et l'interface volant)

(4) Capteur GNSS RTK, fournissant une mesure de haute précision de la position du véhicule

(5) Boîtier de déclaration vocale muni d'un bouton, permettant de déclencher à la demande un enregistrement audio de 30 s.

Figure 1 : véhicule instrumenté

L'ensemble des modalités de mesure (données CAN, GNSS et flux vidéo/audio) est synchronisé temporellement. Avant analyse, les vidéos font l'objet d'un prétraitement d'anonymisation visant à masquer les plaques d'immatriculation et les visages des personnes tierces ou passagères, les traces GPS autour des points d'arrêt ainsi que les images étant détruites.

3.3.2 Tutoriel et informations

Les tutoriels et informations fournies aux participants sont issus du site du constructeur automobile. Ils consistent en (i) une notice en ligne (ii) une série de vidéo dont une, de onze minutes, plus spécifiquement dédiée au régulateur adaptatif Stop & Go (E-guide Renault, 2022).

3.3.3 Analyses exploratoires

Afin d'explorer les données, l'ensemble des enregistrements des neufs premiers roulages a été visionné intégralement. Les extraits ont ensuite été sélectionnés au regard des objectifs de l'étude, puis discutés conjointement par deux ergonomes, afin de converger vers un corpus final d'environ une vingtaine d'extraits par participant. Les données d'entretien sont anonymisées et retranscrites. Elles

ont permis d'apporter des éléments de contextes aux premiers résultats obtenus, sans avoir encore fait l'objet de codage systématique.

4 RESULTATS EXPLORATOIRES

4.1 Caractéristiques des usages : taux et contexte d'utilisation

Les roulages observés se répartissent majoritairement sur le réseau routier d'Île-de-France et s'organisent, à mesure que la distance à Paris augmente, autour de grands axes structurants. Les infrastructures empruntées ainsi que les situations de conduite rencontrées ont varié d'un participant à l'autre. Les participants ont roulé 5532 km représentant un total de 110 heures d'enregistrement.

Tous participants confondus, les systèmes d'aide à la conduite ont été utilisés pour plus de la moitié du kilométrage parcouru (Figure 2). Le L2 (couplage du centrage voie et du régulateur) à hauteur de 64%, et l'ACC seul représente 4% des kilométrages parcourus. Le limiteur est utilisé par uniquement 2 participants, et ne représente que 0,1% du kilométrage parcouru.

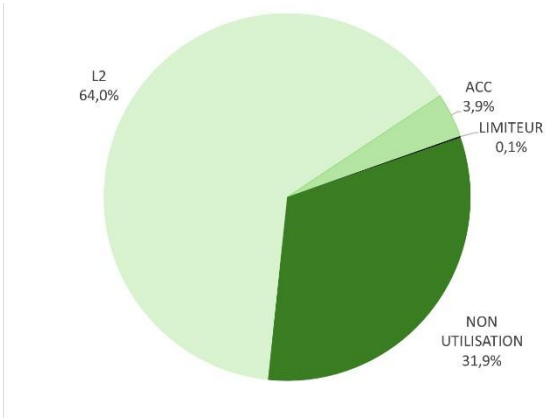


Figure 2 : taux d'utilisation des différents systèmes (sur le total du kilométrage parcouru)

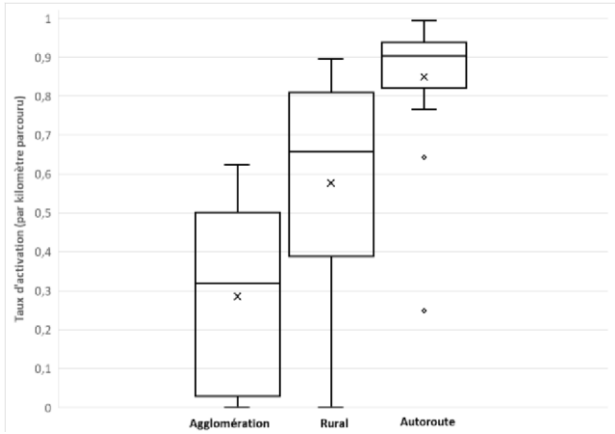


Figure 3 : variabilité des usages dans différents contextes

En ce qui concerne les contextes d'usages, nous observons en Figure 3 que les systèmes ont été utilisés dans tous les contextes, mais pas avec la même intensité ni de la même façon par tous les participants. Le système (L2 ou ACC seul) est particulièrement utilisé sur les autoroutes et voies à chaussées séparées et de façon intense et homogène puisque les trois quarts de notre panel l'utilise sur plus de 80% des kilomètres parcourus dans ce contexte ; son utilisation est conséquente également sur routes rurales. L'utilisation en agglomération est moins importante (environ 30% des kilomètres parcourus) et plus dispersée puisque 25% de notre panel ne l'utilise presque pas dans ce type de contexte.

4.2 Le cas d'usage en agglomération

Dans le cadre de cette analyse exploratoire, nous avons pu observer des utilisations du système en agglomération. Elles manifestent potentiellement des usages hors contexte nominal d'utilisation : il est en effet explicitement écrit, dans la notice fournie aux participants, « d'utiliser le régulateur adaptatif stop & go hors agglomération, sur routes larges et avec lignes visibles ». La Figure 3 illustre pourtant que la moitié d'entre eux l'utilisant sur plus de 30% de la distance qu'ils parcourent en agglomération. Derrière ce terme d'agglomération se trouvent des situations nuancées, aussi faut-il regarder en détail chacune de ces situations, si elles correspondent ou pas à des situations prescrites par le constructeur, et quelles en sont les motivations d'usage.

Une analyse qualitative des activations en contexte urbain montre qu'elles présentent des caractéristiques assez distinctes de celles réalisées en contexte autoroutier. Les automobilistes semblent très impliqués dans la conduite et manipulent régulièrement différentes commandes au

volant pour activer et désactiver les systèmes. Ce résultat qualitatif est objectivable : la distance moyenne parcourue pour une activation en agglomération est d'environ 535 mètres, pour plus de 10km sur autoroute : cela caractérise une utilisation plus discontinue, caractérisée par des activations de courte durée et moins stabilisées. Ce type d'usage est intéressant car il constitue en quelque sorte un détournement du système : très fréquemment déconnecté, il n'assure plus un rôle de délégation mais plutôt de partenariat. L'un des participant ayant ce type d'usage déclare : « On regarde un peu plus la route, mais on pense un peu moins à gérer la voiture. On est plus attentif à l'endroit où on se trouve, à la situation. », un autre soulignant « la transformation de ma pratique de conduite avec le système ».

Voici un exemple de stratégie d'utilisation dans ce contexte spécifique : l'attention du participant s'oriente sur les éléments qu'il a appris à identifier comme des indices favorables à l'activation de son système, l'activation n'étant cependant pas systématique.

Tableau 1

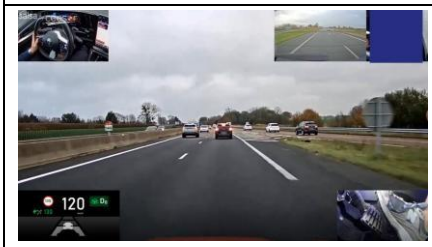
Observations	Reconstitution du vécu (autoconfrontation)	Rationalisation sur l'utilisation (entretien préalable)
Contexte urbain, présence de feux tricolores et piste cyclable Automobiliste : une main sur le volant ACC : Activation	« Oui là il y a pas trop de surprises à avoir parce que [là], on va tous enquiller. Et puis de toute façon il y a qu'une voie, il y a pas vraiment le risque qu'un nouveau véhicule vienne s'intercaler. Y a pas de turbulence, ça allait vite donc on peut laisser le système accélérer à son rythme. »	« Dans certaines situations urbaines, je ne l'utilise presque pas. Par exemple, quand il y a trop de virages, trop de feux, ou près des écoles où il y a beaucoup de circulation et d'arrêts fréquents. Dans ces cas-là, je préfère conduire manuellement. »

Les éléments saillants qui le conduisent à activer son système sont : la connaissance préalable du trajet, le fait qu'il n'y ait pas d'intersection, le fait de suivre un véhicule cible.

4.3 **Supervision et implication**

La conduite assistée n'est pas monolithique : y compris lorsque les systèmes restent actifs, l'attitude des automobilistes alterne entre posture de supervision détendue et posture de supervision « active ». Le visionnage a permis d'identifier des situations prototypiques amenant les automobilistes à modifier leur niveau d'engagement dans la conduite, sans nécessairement reprendre la main. L'approche d'une voie d'insertion, illustrée ci-dessous, est l'une des situations prototypiques identifiées pour la plupart des participants.

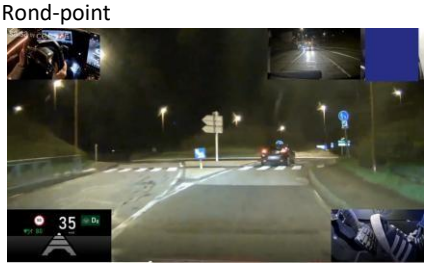
Tableau 2

Observations Approche d'une voie d'insertion	Reconstitution du vécu (autoconfrontation)	Rationalisation sur la vigilance (entretien préalable)
 Sans désactivation Automobiliste : une main sur le volant Pied va et vient entre l'accélérateur et le frein Pas de désactivation du système	« Je pense qu'instinctivement je Je mettais mes pieds pour à tout moment réagir. Il y avait plusieurs voitures parce que du coup danger. Il y a une confiance en l'aide parce que du coup je la désactive pas, je la garde quand même. »	« Comme je l'ai dit, le soulagement physique est là, mais la concentration reste un peu plus élevée. Ça ne compense pas totalement le soulagement. Donc je me sens moins fatigué, mais le fait d'être un peu plus concentré sur ce que la voiture va faire et comment elle va réagir reste présent.»

4.4 Prise en main du système du véhicule prêté

Un autre axe de diversité concerne la façon dont les sujets ont pris en main le véhicule. Ainsi, seules trois personnes ont souhaité faire un roulage accompagné qui leur était spécifiquement proposé pour découvrir le véhicule. Le parti pris de prêter un véhicule a pour conséquence de générer un écart à la conduite habituelle mais amène également l'opportunité d'une étape de découverte permettant la réflexivité sur leur propre usage. Aucun n'était possesseur d'Austral. Ils ont donc eu, chacun à leur manière, une phase d'appropriation à gérer.

Tableau 3

Observations	Reconstitution du vécu (autoconfrontation)	Rationalisation (en fin d'autoconfrontation)
Rond-point  Automobiliste : mains sur le volant, pied au-dessus du frein Véhicule : ralentit à l'approche du rondpoint. ACC : actif	« Je voulais voir comment la voiture réagirait sur le rond-point, par curiosité. C'est rigolo. Pas encore un réflexe au quotidien, mais c'était par curiosité. J'étais à 4 km de la maison, la route était connue. » « J'ai trouvé ça bien. En plus, il y avait le logo du rond-point sur le tableau de bord. »	« En revenant dans ma voiture, j'ai comparé. J'ai compris que le centrage de voie s'activait automatiquement. J'ai vu que les ronds-points n'étaient pas pris en compte. C'était moins performant que l'Austral, mais ça m'a intéressée et j'ai regardé mon propre système de plus près. »

4.5 Formalisation de l'analyse

La méthodologie ouverte de l'étude permet l'identification des critères de sélection de séquences candidates à l'autoconfrontation au fur et à mesure des visionnages. Ces critères peuvent provenir d'une variabilité dans la gestion d'une situation prototypique pour un même participant, d'une variation dans la posture de l'automobiliste, ou encore d'un usage hors zone prescrite. Le tableau 1 illustre quelques-uns de ces critères. Le travail de formalisation du processus de choix des séquences est en cours, afin de caractériser les justifications de ces choix et les automatiser par le développement d'algorithmes.

Tableau 1 : critères de sélection des séquences à rejouer en auto-confrontation

Motif / Critère	**Origine**	**Exemples (non exhaustifs)**
Ressenti du participant en situation	A l'initiative du participant	Verbatim
Mouvements du corps	Vidéo intérieure	Pied en prêt à freiner, position des mains…
Expressions du visage	Vidéo intérieure	Bâillement, détournement regard…
Transition du système	CAN	Activation, désactivation, consigne
Modalité de transition	CAN	Appui bouton, frein…
Signal d'alerte en lien avec le système	CAN	Alerte de lâcher de volant…
Elément d'infrastructure	Vidéo contexte extérieur	Radar, voie d'insertion, travaux…
Elément de trafic	Vidéo contexte extérieur	Moto en interfile, camions, densité…
Caractéristiques de conduite	CAN	Dépassement de VMA…

5 DISCUSSION – CONCLUSION

Les visionnages des vidéos ont déjà permis d'identifier près de cinq cents séquences d'intérêt, dont trois cent quatre-vingt-quatre présentées en séance d'autoconfrontation, soit entre vingt et vingt-cinq séquences par participant. Le témoignage de ces derniers, reconstituant leur vécu à ce moment, permet d'identifier leurs points d'attention et leurs stratégies d'usage. Ces usages situés peuvent alors être associés aux verbatims issus des entretiens thématiques, rapportant les expériences passées, les logiques rationnalisées des participants.

Les résultats obtenus décrivent une utilisation des systèmes très diversifiée : bien que le panel soit constitué d'automobilistes ayant l'expérience de conduite assistée, leurs usages ne sont pas homogènes, avec des différences marquées de contextes d'activation.

L'étude met également en évidence des usages en dehors de règles prescrites. Les utilisations en contexte urbain mettent en avant un détournement du système, très fréquemment activé et désactivé mais permettant de laisser le véhicule gérer la vitesse lorsque le participant analyse que la situation s'y prête. En cela, notre étude vient apporter un éclairage assez différent d'autres études naturalistiques, (Gershon et al., 2021), où aucun usage en dehors de l'autoroute n'avait été observé, y compris lorsque le système était activable.

Les choix méthodologiques de cette étude présentent certaines limites : le recrutement de participantes et d'individus de moins de 35 ans se révèle particulièrement difficile. Cela questionne d'autant le profil des utilisateurs des systèmes L2. Ces derniers se démocratisent mais restent néanmoins réservés à des véhicules bien équipés et coûteux. Par ailleurs le dispositif de l'étude n'est pas entièrement naturalistique : la conduite d'un véhicule prêté a pu influencer à la fois l'usage du système, non identique au système possédé, et aussi certains comportements de conduite, notamment du fait du contexte d'observation. Le contexte géographique reste limité puisque tous les roulages ont débuté en région parisienne. Enfin, laisser le libre choix du parcours de roulage amène des types d'utilisation et des contextes très différents mais ne facilite pas la généralisation.

Ces résultats exploratoires montrent cependant l'intérêt des choix adoptés ; le développement d'algorithmes permet d'identifier et de pré-catégoriser des situations, par exemple d'activation (en identifiant les transitions de l'état du système), par le niveau de supervision du conducteur (en repérant des signaux posturaux), par le contexte extérieur (infrastructure, trafic). Les travaux à venir auront pour objectif de caractériser plus finement l'usage du système selon (1), les type de contexte routier rencontrés, (2) les modalités de gestion de situations spécifiques identifiés lors des autoconfrontations, en portant une attention particulière aux interactions système–automobiliste, qu'elles soient cohérentes ou contradictoires, et (3) les éventuelles modifications comportementales associées à l'utilisation du système (variations des contrôles rétroviseur, de la posture, ou de la fréquence d'usage du smartphone).

Les axes de diversité identifiés esquissent un panorama des usages qui permet de préciser les spécifications et d'orienter la conception des systèmes. L'utilisation en dehors des conditions d'usages prescrites, manifestant des différences inter-individuelles et démontrant des stratégies spécifiques et complexes, fournit des éléments pour améliorer la prise en compte des usages vécus comme non problématiques sans compromettre la sécurité. Des études complémentaires viseront à éprouver et à

généraliser ces résultats, afin d'aider la conception de systèmes plus avancés, notamment pour mieux prendre en compte l'activité de l'automobiliste.

6 BIBLIOGRAPHIE

Cahour, B., Salembier, P., & Zouinar, M. (2016). Analyzing lived experience of activity. Le travail humain, 79(3), 259- 284. https://doi.org/10.3917/th.793.0259

Carney, C., Gaspar, John, Roe, C., & Horrey, W. J. (2022). An Examination of How Longer-Term Exposure and User Experiences Affect Drivers' Mental Models of ADAS Technology—AAA Foundation for Traffic Safety. https://aaafoundation.org/an-examination-of-how-longer-term-exposure-and-user-experiences-affectdrivers-mental-models-of-adas-technology/

Carsten, O., Lai, F. C. H., Barnard, Y., Jamson, A. H., & Merat, N. (2012). Control Task Substitution in Semiautomated Driving : Does It Matter What Aspects Are Automated? Human Factors, 54(5), 747- 761. https://doi.org/10.1177/0018720812460246

Conduite Assistée de niveau 2 : Analyse de la règlementation R171 série 01 (DCAS). (2025). SIA Société des ingénieurs de l'automobile. https://www.sia.fr/publications/846-conduite-assistee-niveau-2-analysereglementation-r171-serie-01-dcas

E-guide Renault (Réalisateur). (2022, décembre 14). Le régulateur de vitesse adaptatif stop and go [Enregistrement vidéo]. https://www.youtube.com/watch?v=SLnIOkkqp2o

Endsley, M. R. (2017). Autonomous Driving Systems : A Preliminary Naturalistic Study of the Tesla Model S. Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 11(3), 225-238. https://doi.org/10.1177/1555343417695197

Gershon, P., Seaman, S., Mehler, B., Reimer, B., & Coughlin, J. (2021). Driver behavior and the use of automation in real-world driving. Accident Analysis & Prevention, 158, 106217. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106217

Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A Theoretical Field-Analysis of Automobile-Driving. The American Journal of Psychology, 51(3), 453- 471. https://doi.org/10.2307/1416145

Hollnagel, E. (2018). Safety-I and Safety-II : The Past and Future of Safety Management. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781315607511

Hollnagel, E., Wears, R., & Braithwaite, J. (2015). From Safety-I to Safety-II : A White Paper. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4051.5282

Jick, T. D. (1979). Mixing Qualitative and Quantitative Methods : Triangulation in Action. Administrative Science Quarterly, 24(4), 602- 611. https://doi.org/10.2307/2392366

Le parc automobile des ménages | Observatoire national interministériel de la sécurité routière. (2021). https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/etudes-et-recherches/vehicules/parc-des-vehicules/le-parcautomobile-des-menages

Lin, R., Ma, L., & Zhang, W. (2018). An interview study exploring Tesla drivers' behavioural adaptation. Applied Ergonomics, 72, 37- 47. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.04.006

Morando, A., Gershon, P., Mehler, B., & Reimer, B. (2021). A model for naturalistic glance behavior around Tesla Autopilot disengagements. Accident Analysis & Prevention, 161, 106348. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106348

Noble, A. M., Miles, M., Perez, M. A., Guo, F., & Klauer, S. G. (2021). Evaluating driver eye glance behavior and secondary task engagement while using driving automation systems. Accident Analysis & Prevention, 151, 105959. https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105959

Poizat, G., & San Martin, J. (2020). Le programme de recherche « cours d'action » : Repères historiques et conceptuels. Activités, 17(2). https://doi.org/10.4000/activites.5277

Reason, J. (1990). The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences, 327(1241), 475- 484. https://doi.org/10.1098/rstb.1990.0090

SAE. (2021). J3016_202104 : Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles—SAE International, Revised April 2021, Issued January 2014. https://doi.org/10.4271/J3016_202104

Sanbonmatsu, D. M., Crabtree, K. W., McDonnell, A. S., Cooper, J. M., & Strayer, D. L. (2024). Automated driving experiences, attention, and intentions following extensive on-road usage of a level 2 automation vehicle. Journal of Safety Research, 90, 199- 207. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.05.002

Villame, T. (2004). Conception de systèmes d'assistance au conducteur : Comment prendre en compte le caractère complexe, dynamique et situé de la conduite automobile ? Activités, 01(2). https://doi.org/10.4000/activites.1270

Wilson, K. M., Yang, S., Roady, T., Kuo, J., & Lenné, M. G. (2020). Driver trust & mode confusion in an on-road study of level-2 automated vehicle technology. Safety Science, 130, 104845. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104845

SESSION THÉMATIQUE #4 :

TERRITOIRES EN TRANSITION

Accompagner les politiques publiques au service des transitions dans les territoires : quelles places pour la recherche et les chercheur.se.s en ergonomie et en psychologie ergonomique ?

Catherine Gabaude
Univ. Gustave Eiffel, Université Paris Cité, LaPEA, F-78000 Versailles, France
Université Paris Cité and Univ Gustave Eiffel, LaPEA,
catherine.gabaude@univ-eiffel.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Face au dérèglement climatique et aux risques systémiques qu'il engendre, ce texte a dimension positionnelle réinterroge la place pour la recherche et les chercheur.se.s en ergonomie et psychologie ergonomique pour accompagner localement les politiques publiques au service des transitions. Les nouvelles formes de recherche participatives permettant de tendre vers la résilience des systèmes socio-écologiques méritent d'être discutées à l'aune de la quatrième théorie de l'activité, où l'activité est à la fois collective, outillée, historique et en développement permanent. Ce texte aborde les opportunités créées par les nouveaux écosystèmes coopérants avec les collectivités territoriales pour la recherche en psycho-ergonomie et pour l'intervention ergonomique. Ces propos sont étayés à partir d'une recherche partenariale et d'une recherche-intervention menées sur deux territoires français. Elles illustrent comment ces villes ont pu créer des environnements capacitants et engager les élus, les agents des collectivités territoriales et les citoyens dans des projets en faveur des transitions. Ces travaux discutent les approches constructives et développementales des activités humaines menées au sein des collectivités territoriales.

MOTS-CLÉS

conduite du changement, recherche-intervention, laboratoire du changement, environnement capacitant, pouvoir d'agir

1 LA RECHERCHE FACE AUX RISQUES SYSTÉMIQUES

Face au dérèglement climatique et aux risques systémiques qu'il engendre, de nombreux scientifiques abordent les questions de la transformation des modes de production et de consommation (Brundtland, 1987), des transitions soutenables (Geels, 2002) et réinterrogent leur place en société. Certains soutiennent que le problème n'est plus un manque de connaissances, mais un manque de volonté politique et sociale (Merzaux, 2023 ; Masson-Delmotte, 2020). Cette position est défendue par des chercheurs reconnus dans des disciplines différentes qui, sous l'influence de leurs éco-émotions, se sont ensuite constitués en collectifs coopérants (Giec[21], Gieco[22], Labos 1point5[23], Scientifiques en rébellion[24]). Ensemble, ils réinterrogent leur neutralité académique et n'attendent plus pour passer à l'action en en bifurquant, en réalisant de la médiation scientifique, en

[21] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

[22] Groupe International d'experts sur les changements de comportement.

[23] Collectif de membres du monde académique, de toutes disciplines et sur tout le territoire, partageant un objectif commun : mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche scientifique sur l'environnement, en particulier sur le climat.

[24] Collectif de scientifiques de toutes disciplines, tous statuts et tous secteurs qui se mobilisent contre l'inaction face au dérèglement climatique et à l'effondrement de la biodiversité.

réinterrogeant l'éthique de la recherche et en lançant des alertes, en s'engageant politiquement voire en désobéissant lorsqu'ils considèrent que les voies institutionnelles ont échoué. En parallèle à ces actions, des organisations porteuses de discours opposés à la science et aux politiques climatiques viennent ralentir les transitions (Lamb & Mattila, 2025). Cette pluralité de postures alimente des controverses, des désaccords sur le rôle de la science en société et questionne la place de la recherche dans l'élaboration des politiques publiques.

La science n'a jamais été extérieure au pouvoir politique. L'histoire des sciences décrite par Canguilhem est marquée par une continuité et une succession de ruptures (Braunstein, 2007) : dès l'antiquité, la science rationnelle émerge et éclaire la décision publique, au moyen-âge elle devient scolastique et prépare la modernité, la renaissance est marquée par un retour à l'expérimentation et l'observation de la nature, la révolution scientifique et le siècle des lumières permettent de comprendre la nature par les mathématiques et l'expérience, ils contribuent à améliorer la condition humaine ; à partir du XX^{ième} siècle, la science devient une activité professionnelle, les savoirs se diversifient, ils sont alors cumulatifs et permettent la remise en question pour aboutir, au XXI^{ième} siècle, à une science contemporaine réflexive, technologique, participative et interdisciplinaire. Dans un monde complexe et globalisé, une question centrale demeure : La science doit-elle gouverner, conseiller ou rester séparée du pouvoir politique ? Les événements contemporains (phénomènes météorologiques extrêmes, pandémies, famines, guerres) et les controverses ultérieures attestent des limites des modèles technocratique et consultatif et favorisent le développement de recherche-action participatives (Cornish et al., 2023) qui contribuent à l'émergence de l'institutionnalisation du modèle délibératif où les politiques, les sciences et les citoyens échangent.

La sociologie des sciences illustre notre entrée dans une nouvelle phase de la modernité où les conflits sociaux ne portent plus principalement sur la distribution des richesses mais sur la distribution des risques et leur gestion de manière systémique (Beck, 1986). Les sociétés doivent gérer les dangers qu'elles ont elles-mêmes produits et les risques globaux transforment la politique, la science et la démocratie. Les concepts de risques systémiques et de limites planétaires ont été vulgarisées par les travaux du Giec. L'approche adoptée consiste, à l'échelle mondiale, à fixer des seuils que l'humanité ne devrait pas dépasser afin de préserver la stabilité des écosystèmes et des conditions de vie terrestre soutenables. Ceci permet de réinterroger les conséquences de l'activité humaine et, à l'aide d'une vision systémique, d'apporter un référentiel biophysique global permettant de fixer des objectifs mesurables pour penser, hiérarchiser et mettre en œuvre les politiques publiques de manière transversale. Ces dernières invitent ainsi à agir collectivement et de manière systémique en faveur des transitions et la gestion du facteur humain est ainsi au cœur des enjeux (Gieco, 2025) et les sciences humaines et sociales contribuent à étayer les débats et permettent de territorialiser et socialiser ces limites (Le bail et al, 2023 ; Guilbourdenche & Fréjus, 2023 ; Boccara et al, 2025). En observant le réel dans l'activité et le travail, elles contribuent à générer des connaissances scientifiques qui permettent de comprendre et changer la réalité sociale des individus et des systèmes sociaux (Roy et Prévost, 2013) et apportent de la réflexivité comme effet collectif de réseaux d'acteurs (Latour, 2005), de la politisation comme processus socialement construit (Bourdieu, 1984), de la justice sociale (Sen, 2009), de l'appropriation collective (Bourg & Whiteside, 2010) et des gouvernances alternatives (Ostrom, 1990) ; elles contribuent localement à une prise de conscience et permettent aux collectifs de développer leur pouvoir d'agir en vue de délibérer et opérer certains arbitrages (Mollo, 2023). Quelques villes ont opéré leur mue mais, faute de connaissances suffisantes sur ce enjeux collectifs, de nombreuses autres villes et pays entrent en résistance et le point de bascule social n'est pas atteint. Quels changements opérer pour accélérer les transitions ?

2 QUELLES RUPTURES CRÉER FACE À CES RISQUES ?

Selon Arthur Keller, ingénieur systémicien et conférencier, l'inertie sociale face aux risques systémiques reste un problème de perception, d'incitations et de pouvoir d'agir. Certains chercheurs ont compris qu'il était nécessaire d'intégrer les organisations pour diffuser la connaissance (Lamb & Mattila, 2025 ; Furuta & Bromley,2025), de s'immiscer dans les organisations politiques pour stopper

les discours de l'inaction climatique et soutenir les transitions en agissant sur les expédients neurospychologiques, épistémologiques, politologiques et sociologiques ; les obstacles au changement sont nombreux (cent-un ont été recensés par les chercheurs en impédimentologie) néanmoins chacun dispose de pistes d'action pour les contourner (Verhelst, 2025). Ainsi, pour faire progresser les connaissances, certains chercheurs sont appelés à accompagner les citoyens et les décideurs politiques afin que, collectivement, le défi des transitions soit relevé.

Le concept des limites planétaires permet de guider le passage à l'action pour aller vers des changements de comportements mais, à ce jour, le risque d'atteindre le point de bascule, ce seuil critique au-delà duquel les composantes du système terre verseront vers un nouvel état de façon rapide et potentiellement irréversible, perdure. Force est de constater que le passage à l'action bloque, et les mesures et nouvelles activités collectivement mises en œuvre ne sont pas encore à la hauteur des enjeux. L'humain et l'activité humaine demeurent au cœur des transitions et de nouvelles actions conjointes sont à mener pour transformer nos modes de vie et nos organisations (Gieco, 2025). Dans ce contexte, à l'échelle des territoires, de nouveaux écosystèmes de recherche se montent pour répondre à des besoins sociétaux complexes et de nouveaux types de recherche dites participatives car menées non plus sur les publics mais avec eux contribuent à transformer le travail de recherche et à redéfinir la place et la posture du chercheur (Cornish et al, 2023 ; Renaud, 2020). Ces collectifs forment de nouveaux réseaux d'apprentissage collectif qui mènent des expérimentations sociales, développent une expertise expérientielle et créent des infrastructures de transition sans que des ergonomes soient forcément présents ou représentés.

Dans ce papier à dimension positionnelle, ces nouveaux types de recherches territoriales sont abordées comme un possible élargissement des méthodologies génératives de nouvelles connaissances sur le travail et pour le travail futur. Comprendre, expliquer, vulgariser, démocratiser les connaissances sur la conduite du changement organisationnel et l'appropriation des dispositifs par les élus, les agents comme par les usagers représente un enjeu majeur pour l'ergonomie.

L'étude de la conduite du changement ne peut se réduire à l'analyse des intentions individuelles ou des prescriptions institutionnelles, dans la mesure où l'écart entre ce qui est prévu, compris ou décidé et ce qui est effectivement réalisé demeure un phénomène récurrent de l'action publique territoriale. Les régulations qui s'opèrent au sein des collectivités sont complexes et le modèle de la double régulation de l'activité, schéma aux cinq carrés, revisité en schéma au 10 carrés pour faire apparaitre le bénéficiaire du service interagissant avec le travailleur (Van Belleghem, 2019) mérite d'être étendu à trois carrés supplémentaires pour introduire l'élu.e municipal.e et décrire plus amplement les freins et facilitateurs au changement. L'ergonome dispose d'instruments conceptuels et méthodologiques qui permettent d'ouvrir le dialogue avec les acteurs des transitions et une réflexion sur les outils de l'intervention ergonomique territoriale méritent d'être menée. A ce jour, par exemple, le design de service pousse les transitions sans que leurs méthodes et résultats perfusent dans les organisations.

Dans cette perspective, il est fait l'hypothèse que la psychologie-ergonomique et l'ergonomie offrent des outils, méthodes et cadres théoriques complémentaires pour contribuer, au sein des collectivités territoriales, à la diffusion de l'innovation, à la constitution de minorités influentes pour atteindre, à terme, la contagion sociale et l'établissement de nouvelles normes dans ces phases de transitions.

3 APPORTS DE LA PSYCHO-ERGONOMIE ET L'ERGONOMIE À LA RÉSILIENCE DES SYSTÈMES SOCIO-ÉCOLOGIQUES

En psycho-ergonomie, le passage à l'action n'est pas envisagé comme l'exécution d'une intention préalable, mais comme un processus émergent de l'activité, résultant de l'interaction dynamique entre les buts et préoccupations de l'acteur, les contraintes et ressources de la situation, les artefacts, règles et collectifs impliqués (Theureau & Geffroy, 1994). Cette perspective permet de dépasser une lecture abstraite ou normative du passage à l'action, en le replaçant dans le cours réel de l'activité déployée dans le temps et l'espace et, ainsi, de poser les bases de la résilience systémique.

L'analyse de l'activité située rend visible des freins à l'action qui échappent aux approches déclaratives ou prescriptives : étude du système de valeurs, définition du style de conduite du changement, tableaux des craintes et attentes, des résistances, analyse du discours (Autissier & Moutot, 2016). Par l'observation, l'analyse de traces, les entretiens d'auto-confrontation sur l'activité réelle, la psycho-ergonomie met en évidence les microdécisions et arbitrages nécessaires pour agir, pour décrire la charge cognitive et attentionnelle associée à certaines tâches ainsi que les conflits entre prescriptions institutionnelles et exigences de la situation. Ces éléments permettent de comprendre pourquoi des acteurs peuvent adhérer à un objectif sans pour autant parvenir à le traduire en action effective.

L'analyse de l'activité située déplace le levier d'intervention. Dans la quatrième théorie de l'activité (Falzon, 2013), l'activité est collective, outillée, historique et en développement permanent. Il s'agit d'un processus constructif qui intègre le temps long. Le travail est vu comme un levier de développement et l'ergonomie devient interventionnelle, transformative et développementale (Vygotsky 1981 ; Engeström & Sannino, 2013 ; Clot, 2011). Ceci requiert de penser, à partir de recherche-action participative et de recherche-intervention (Guilbourdenche et Fréjus, 2023), de nouveaux outils et process qui soient compatibles avec les exigences de l'activité ordinaire et ainsi accompagner le changement pour soutenir le passage à l'action des acteurs locaux tout en tenant compte de la diversité des situations locales et des caractéristiques des collectifs de travail impliqués.

4 DEUX EXEMPLES D'INTERVENTION EN ERGONOMIE ET PSYCHOLOGIE-ERGONOMIQUE SUR DEUX TERRITOIRES FRANÇAIS

Sous l'impulsion conjointe d'agences de l'état (ADEME et ANCT) et des exécutifs locaux, la conduite du changement est menée dans deux villes au travers d'une recherche partenariale (implémentation d'un nouveau concept « la fabrique des transitions » associée à une intervention à l'intérieur d'un système d'activité) et d'une recherche-intervention ((centrée sur les processus d'apprentissage des participants et sur la résolution de problèmes locaux). La première recherche s'est installée sur plusieurs décennies et la seconde sur un demi mandat. Elles ont tous deux permis de travailler avec les citoyens et d'aborder des sujets systémiques. Parmi les points communs entre ces deux villes et les actions menées, il est à noter :

– Une échelle similaire (communes de moins de 9000 habitants ; des territoires de taille idéale pour expérimenter, travailler en proximité et mobiliser l'ingénierie de projet).
– L'existence d'une blessure qui met en mouvement l'exécutif.
– L'application d'une méthodologie à même de porter et piloter des enjeux de transition systémiques et quatre catégories acteurs complémentaires (élu, agent territorial, agent de l'état, acteur socio-économique impliqué),
– La présence d'universitaires et d'experts de terrain,
– Une stratégie progressive basée sur la réalisation de petits pas et la montée en puissance selon les forces du groupe en présence,
– Des dispositifs et environnements capacitants permettant un apprentissage expansif via la stimulation duale (conflit de motif se résolvant par une action volontaire générant de la contradiction, ce qui crée les conditions de l'apprentissage et installe une nouvelle culture). – Des activités de conception participative et de reconception de l'activité collective.
– La volonté de se mettre au service des citoyens pour aider les personnes à vivre pleinement leur vie locale en s'engageant en faveur des transitions attendues.

4.1 Vingt-cinq ans pour tracer la trajectoire d'une terre de transitions et passer d'hier à demain

Comment faire face aux conséquences de l'extraction minière et l'arrêt de cette activité ? Dans la région Haut-de-France, un territoire a été accompagné par l'Ademe pour mener des expérimentations et innovations. L'ambition du collectif était d'embarquer le plus grand nombre par la mise en récit, d'oser changer de regard en menant des opérations décalées, d'adopter collectivement les postures de facilitateur/médiateur/modérateur, de porter des projets

emblématiques permettant la capacitation individuelle et collective qui génère la massification et le développement économique. A l'aide d'une organisation en mode projet, le travail a été accompagné par différents laboratoires de recherche et a donné lieu à la publication d'un référentiel de la participation citoyenne (Carron et al., 2020). Il a commencé par une mise en récit qui a contribué à créer une culture commune et redonner leur fierté aux habitants, un code source a ensuite été élaboré s'appuyant sur quatre piliers stratégiques (implication habitante, pensée et action systémiques, innovation et mode projet, avoir recours à des symboles : étoile et cailloux blancs) et des bases fondatrices (valeurs communes et une vision). La trajectoire de la ville a ainsi suivi quatre grandes étapes :

1. La culture a été pensée comme un espace de mobilisation habitante. Dans cette ville profondément marquée par son histoire, les dix premières années ont permis de créer les conditions d'une mobilisation collective, de créer du commun autour du patrimoine via l'écoute, le dialogue, la dynamique culturelle transformant le cadre de pensée (https://fabriquedestransitions.net/histoire).
2. Un diagnostic social et environnemental a été mené avec les habitants et les acteurs du projet de ville et a conduit à l'élaboration d'une charte du cadre de vie (disponible en ligne) et la révision du plan d'occupation des sols.
3. Un effet d'entrainement a émergé avec l'implication habitante des acteurs de la transition via la création d'un écosystème d'entrepreneurs autour de l'écoconstruction, la transition énergétique et la valorisation de la culture commune locale (https://loos-engohelle.fr/ressources/ecoconstruction-et-transition-energetique/).
4. Ceci a conduite à un changement d'échelle par le rayonnement de la ville.

En 25 ans, l'implication citoyenne est devenue le moteur des politiques publiques, les citoyens ont été placés au cœur des transitions. La gestion de projets et les habitudes de coopération avec les citoyens sont maintenant ancrées chez les agents de la collectivité. Néanmoins, la charge et les bouleversements de l'organisation du travail induits par ce changement d'approche a généré des difficultés importantes au sein des services : burn-outs, sentiment de fatigue, d'usure. Ces alertes sur la santé et le bien-être au travail ont fait apparaître la question du travail, de la gouvernance interne et du management comme un enjeu singulier pour une collectivité qui nourrit l'ambition de mener une politique de transition systémique. Le laboratoire de recherche-intervention Atemis a mené une mission d'accompagnement pour réguler les tensions internes et contribuer par l'observation participante à la réorganisation du travail (De Gasparo, 2023). Les enseignements clés ont porté sur : les pratiques de conception de l'action publique, de coopération interpersonnelle et de management interne ; la nécessité de considérer les expériences des agents et des élus et de s'autoriser à expérimenter ; penser à recourir à l'expertise externe pour nourrir les dynamiques d'apprentissage et éclairer la décision, inscrire son intervention sur plusieurs échelles (du local au global), concevoir l'action publique grâce à des interactions continues en pensant systémique et global ; coconstruire et partager un récit, agir sur le cadre de vie, mettre en place des dispositifs de participation habitante, miser sur les groupes d'interconnaissances pour favoriser l'implication habitante. Le travail en cours vise à faciliter les apprentissages et intervenir auprès de la ville pour les aider à conduire les actions de changement de mobilité en installant un laboratoire du changement (Lemonie et Grosstephan, 2021) qui contribuera à consolider le mode coopératif au sein des systèmes d'activité en place sur la ville. Ce travail est mené en explorant les retombées d'un jumeau numérique co-construit et de la réalité virtuelle dans l'accompagnement au changement (Batistatou et al., 2021).

4.2 **Un accompagnement sur trois ans pour conduire le changement et accroitre la participation citoyenne**

En région Auvergne-Rhône-Alpes, l'Agence Nationale de Cohésion des Territoires et l'exécutif local ont mis en œuvre un accompagnement sur mesure à la conduite du changement via le dispositif Territoire d'Engagement afin d'instaurer une culture de la participation au sein de l'écosystème local pour faire

face au vieillissement de sa population, à la faible densité des acteurs de la solidarité, à l'accroissement des inégalités économiques et sociales, à l'augmentation de la précarité économique et à l'essoufflement de la participation.

L'accompagnement a débuté par une phase de diagnostic territorial qui a permis de partager les enjeux organisationnels et d'identifier les besoins locaux. Il a été constaté une forte appétence pour aller au-devant des habitants portés par plusieurs élus et agents, un bon accueil des habitants aux démarches de terrain engagées et un besoin de consolider les pratiques d'entretien et d'observations. La recherche-intervention, focalisée sur l'observation des rôles socio-relationnels, est venue en soutien pour faciliter les interactions, observer et décrire le développement de l'agentivité (capacité des individus à être agent de sa situation et à laisser place à ses envies et ses expertises, à agir en fonction de ce qui fait sens). Deux chocs culturels ont été constatés : 1) la nécessité de proposer de nouvelles instances de gouvernances afin qu'une place soit laissée pour l'action citoyenne et la proposition d'idées afin de tenter de dépasser les visions décisionnelles et négociatrices de l'action collective avant leur prise en compte dans les délibérations ; 2) le besoin de partager une vision élargie de la participation citoyenne qui ne soit pas réduite à l'activité « voisins vigilants ».

Six projets participatifs ont été mis en place avec, au total, une soixantaine de participants : une formation sur la participation et la coopération à destination des élus et responsables des services municipaux, un porte-à-porte outillé en faveur de la gestion des bio-déchets, la création d'un tierslieu, un accompagnement des acteurs de la vie associative, la création d'une bibliothèque sonore du souvenir et un accompagnement à la redynamisation d'un pédibus.

En observation participante durant les trois ans, au travers des projets menés, il a été observé une montée en compétences autour de l'écoute et du dialogue entre élus et avec les agents. Au fil des échanges la diminution de l'écoute de confirmation a été constatée pour aller vers de l'écoute factuelle et empathique ; des principes dialectiques ont émergé : art de formuler, contester, intégrer différents points de vue pour développer une meilleure compréhension des interactions et réaliser les ajustements organisationnels requis (répartition des missions, encadrement du partage d'activités, amélioration des circuits de communication, mise en place des outils collaboratifs). La montée en maturité coopérative, capacité à faire ensemble, a permis une confrontation des perceptions, un partage de connaissances et de compétences entre élus, agents et citoyens qui se sont accrues pour atteindre des objectifs fixés ensemble.

L'apparition de nouveaux habitus coopératifs a été constaté : séparation des temps de l'instruction, du débat et de la décision, organisation des étapes de la conception collective en pensant les conditions de réussite, réalisation de retours d'expérience sur chacun des projets participatifs. Ces transformations ont permis la gestion et la pérennisation d'un budget participatif, la montée en compétences dans la consultation habitante (amélioration des techniques d'enquête et mise en œuvre d'une plateforme de consultation), l'organisation d'ateliers participatifs pour penser le futur sur deux quartiers, et le lancement d'une série de réunions publiques. Ces différentes actions ont permis à la ville d'obtenir la labélisation Ville Citoyenne.

Le groupe d'élus a bénéficié d'une meilleure compréhension de la dynamique relationnelle conduisant à une réduction des rapports de force ; le langage de l'attention à soi et à l'autre en coopération a été travaillé et modélisé. En faisant référence aux approches phénoménologiques (Dépraz, 2014), neurocognitives et comportementales développées par Jacques Fradin (Depond, 2022), un modèle fonctionnel du langage de l'attention à soi et aux autres au sein d'un collectif coopérant a été décrit. Dans la relation ego-alter (opérationnalisée avec les usages du « je » et du « nous »), l'attention du coopérateur se porte en trois temps permettant de passer par les quatre modes de gouvernance mentale (instinctive, grégaire, émotionnelle et adaptative). Au temps un, l'attention immersive est un temps suspendu, une immersion dans la relation. L'écoute est ouverte et les jugements produits par les trois premiers modes mentaux sont repoussés pour écouter pleinement, comprendre la personne et adapter ses réactions. Dans le temps deux, l'attention est dirigée vers

l'expérience vécue25. Le temps trois est dédié à l'attention réceptive, un temps réflexif sur soi pour transformer les interactions ultérieures et être plus performant et robuste dans la relation à l'autre. Lorsque l'attention des coopérateurs est gérée aux niveaux individuels et collectifs, les échanges deviennent possibles et les résistances tombent. De la place est aussi laissée pour l'accueil des émotions et les mises en mouvement ultérieures venant avec les envies d'agir. De nouvelles compétences interactionnelles ont été mise en œuvre dans l'équipe municipale et l'enjeu du partage du pouvoir en coopération a été abordé. Les trois années d'accompagnement ont permis d'initier de nouvelles méthodes de coopération mais n'ont pas permis de pérenniser une culture locale de la participation citoyenne et de la coopération.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

Ces deux exemples d'interventions et de recherche-intervention en conduite du changement ont été menées à la demande des villes et ont contribué à faire évoluer les systèmes de travail. Elles ont nécessité une immersion à long terme pour, connaître les services, comprendre l'activité des acteurs et négocier leurs places dans l'action territoriale. Ces recherches permettent de décrire deux parcours d'apprentissage différents sur les temps long et court et les rapports d'intervention sont des sources d'information précieuses pour la recherche en ergonomie. Ces terrains d'observation et d'expérimentation permettent la production d'un capital immatériel et un apprentissage expansif au cours de la transformation du système d'activité en se situant dans zone proximale de développement (Lémonie et Grosstephan, 2021). Un travail reste à mener pour décrire, les montées en compétences, les stratégies des acteurs et leurs évolutions au fil des transitions.

Deux formes d'interventions complémentaires ont été décrites : l'une menée par des experts pour implanter un nouveau concept (la fabrique des transitions) et la seconde menée par des universitaires et portant sur le processus d'apprentissage des participants. Ces deux formes de recherche soulignent la nécessité de prendre soin des collectifs coopérants en leur offrant des espaces d'échange, de régulations chaudes et refroidies, de capitalisation des apprentissages et de l'évolution de l'organisation du travail pour mettre en œuvre les transitions. On retrouve, dans ces travaux de recherche, de nombreuses pistes pour créer de nouveaux modules d'enseignement sur le management des transitions. Une difficulté résiduelle est présente sur les deux territoires : comment arriver à travailler aux différentes échelles du territoire et à passer de la compétition à la coopération ? Le montage de laboratoires du changement (Lémonie & Grosstephan, 2021) et d'observatoires de l'implicite (permettant la collecte des difficultés rencontrées, des non-dits et des résignations/abandons) pourrait permettre de mieux comprendre les points de blocage et d'améliorer les systèmes d'activité aux différentes échelles de la ville.

Ce travail illustre les bénéfices et les difficultés rencontrées lorsque des recherches appliquées sont menées au sein des collectivités territoriales. Ces terrains d'étude s'avèrent source de sérendipité et ils contribuent à la montée en puissance de nouvelles formes de recherche (rechercheintervention et recherche action participative). Ce type d'études permet de vivre une « *décroiscience heureuse* »26 qui positionne la science dans le champ intellectuel et sociétal et qui relie science et politique dans les institutions.

6 BIBLIOGRAPHIE

Autissier, D. et Moutot, J.-M. (2016). Chapitre 8. La gestion des hommes et des résistances. Méthode de conduite du changement : Diagnostic, accompagnement, performance (p. 201-233). Dunod.

Batistatou, A., Vandeville, F., & Delevoye-Turrell, Y. N. (2022). Virtual reality to evaluate the impact of colorful interventions and nature elements on spontaneous walking, gaze, and emotion. Frontiers in Virtual Reality, 3, 819597.

[25] Comment suis-je entrée en relation avec la personne ? Qu'ai-je perçu dans le non verbal ? comment ma parole était-elle reçue ? Quels ont été mes pensées/actions/émotions ? Quelle place ai-je laissé aux idées nouvelles ?

[26] Concept décrit par Jacques Testart et Nicolas Chevassus-au-Louis

Beck, U. (1992). Risk Society, Towards a New Modernity. In Mark Ritter (Ed). London: Sage Publications, 1992, 260 p.

Boccara, V., Cerf, M., & Le Bail, C. (2025). Une intervention ergonomique dans une situation d'action publique territorialisée : des apprentissages à partager. Actes du 58e Congrès de la SELF, Ergonomie, communauté(s) et société : entre héritage et perspectives. Nanterre, 2 au 4 Juillet 2025.

Braunstein, J.-F. (2007). Canguilhem. Histoire des sciences et politique du vivant : Histoire des sciences et politique du vivant. Dans J.F. Braunstein (Ed). Presses Universitaires de France.

Bourdieu, P. (1984). Questions de sociologie. Les Éditions de Minuit, 277 Pages, 1984 [édition 1992].

Bourg, D., Whiteside, K. (2010). Vers une démocratie écologique. Le citoyen, le savant et le politique, Seuil octobre 2010. 103 p.

Carron, J.F., Pedrigeat, J., Mathon, G., Raynaud, A (2020). L'implication des citoyens : retour d'expérience de la commune de Loos-en-Gohelle. Rapport Ademe, 110p.

Clot, Y. (2011). Théorie en clinique de l'activité. Dans B. Maggi (Ed), Interpréter l'agir. Un défi théorique, 1739. Presses Universitaires de France.

De Gasparo, S. (2023). Coopération et transition : la place du travail réel dans la conduite d'un projet politique innovant, dispositif d'accompagnement de la coopération au service du projet de la ville de Loos-enGohelle, retour d'expériences de l'accompagnement auprès des services techniques. [en ligne].

Depond, L. (2022). Chapitre 4. L'approche neurocognitive et comportementale. L'intelligence relationnelle et inclusion : Un peu de neurosciences pour développer la diversité en entreprise (p. 75-90). Dunod.

Depraz, N. (2014). Attention et vigilance : À la croisée de la phénoménologie et des sciences cognitives. Presses Universitaires de France.

Engeström, Y., Sannino, A. (2013). La volition et l'agentivité transformatrice : perspective théorique de l'activité. Revue Internationale du CRIRES Innover Dans la Tradition de Vygotsky, 1(1), 4 19.

Falzon, P. (2013). Ergonomie constructive. Dans Pierre Falzon (Ed), Presses Universitaires de France, « Hors collection », p.254.Furuta, J., Bromley, P. (2025). Globalizing opposition to pro-environmental institutions: The growth of counter climate change organizations around the world, 1990 to 2018. PloS one, 20(1), e0315012.

Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study, Research Policy, 31 (8–9), 1257-1274.

Gieco (2025). The role of implicit cognition in the development of a pro-environmental organizational culture. IPBC GIECO Main Report #1, vol 1.

Guibourdenche, J., Fréjus, M. (2023). Concevoir pour l'activité de travail orientée vers l'action publique : le cas d'un Plan Climat Air Énergie Territorial. Activités, 2023, 20-2, ⟨10.4000/activites.8798⟩.

Lamb, W. F., Mattila, M. J. (2025). Intent in climate delay discourses. Global Sustainability, 8, e44, 1–8.

Latour, B. (2005). Reconstruire le social : une introduction à la théorie de l'acteur-réseau. Oxford, New York : Oxford University Press.

Le Bail, C., Chizallet, M., Prost, M., Boudra, L. (2023). L'ergonomie au prisme du développement durable : accompagner les transitions des organisations et les transformations de l'activité, Activités, 20-2, (10.4000/activites.8789).

Lémonie, Y., Grosstephan, V. (2021). Le laboratoire du changement, Revue d'anthropologie des connaissances, 15-2.

Masson-Delmotte, V. (2020). Réchauffement climatique : état des connaissances scientifiques, enjeux, risques et options d'action. Comptes Rendus. Géoscience, Facing climate change, the range of possibilities, Volume 352, no. 4-5, pp. 251-277.

Mollo, Vanina. (2023) Résumé d'HDR. "Cultiver la diversité pour développer l'agentivité. La réflexivité dans la démarche ergonomique". Activites, 20-1. DOI: 10.4000/activites.8476

Merzaux, J. (2023). Le GIEC, urgence climat. Le rapport incontestable expliqué à tous. Sylvestre Huet, Paris, Tallandier, 2023, 261 p. Revue internationale et stratégique, 132(4), 152-153.

Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action, Cambridge University Press.

Sen, A. (2009). The Idea of Justice. New York: Belknap Press (Harvard University Press). pp. 52–74.

Theureau, J., Jeffroy, F. (1994). Ergonomie des situations informatisées. Dans Jacques Theureau et François Jeffroy (Eds), La conception centrée sur le cours d'action de l'utilisateur, Toulouse, Octarès Éditions.

Van Belleghem, L. (2019). Un « schéma à 10 carrés » pour analyser le travail contemporain. 54ieme Congrès de la Self, Tours, France.

Verhelst, L. (2025). Manuel d'un monde en transition(s) : 101 obstacles au changement, 101 pistes d'action. In Pierre Viard, Editions de l'Aube, collection Monde en cours, 350p.

Vygotsky, L. S. (1981). The instrumental method in psychology. In The concept of activity in Soviet psychology (pp. 134-143). Routledge.

Concevoir pour agir : un jumeau numérique territorial au service des transitions touristiques

Kimberley VIARON
Lab-STICC (UMR CNRS 6285), Université Bretagne Sud
kimberley.viaron@univ-ubs.fr

Philippe RAUFFET
Lab-STICC (UMR CNRS 6285), Université Bretagne Sud
philippe.rauffet@univ-ubs.fr

Nathalie JULIEN
Lab-STICC (UMR CNRS 6285), Université Bretagne Sud
nathalie.julien@univ-ubs.fr

Christine PETR
Laboratoire LEGO, Université Bretagne Sud
christine.petr@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

L'inscription d'un site au patrimoine mondial transforme les conditions d'activité des acteurs chargés de réguler les flux touristiques. Pour s'adapter aux modifications de l'affluence, de nouveaux outils d'aide à la décision sont nécessaires. Ceci soulève des enjeux d'appropriation, de coordination et de robustesse organisationnelle. Cet article propose une analyse de l'activité humaine en transition à partir de cas d'usage issus d'un projet de jumeau numérique territorial. La formalisation des situations rencontrées permet d'objectiver les besoins, d'anticiper les tensions et de soutenir la conception de solutions adaptées. Il montre comment ces dispositifs reconfigurent les marges de manœuvre des gestionnaires et questionne leurs effets sur le pouvoir d'agir et la résilience collective. L'approche mobilisée s'inscrit dans les méthodologies d'analyse du travail, avec un accent sur la simulation de l'activité.

MOTS-CLÉS :

jumeau numérique, analyse de l'activité, cas d'usage, transitions territoriales, gestion des flux touristiques

1 INTRODUCTION

Le vécu et la surfréquentation touristique menacent l'équilibre de nombreux sites patrimoniaux et naturels (Ljubisavljević et al., 2025). Dans le Morbihan en Bretagne (France), l'inscription récente des paysages de mégalithes au patrimoine mondial (UNESCO, juillet 2025) exacerbe ce défi, car on compte environ 3 millions de visiteurs qui se répartissent chaque année sur plus de 120 sites, avec une forte concentration estivale sur quelques sites autour de Carnac. Les gestionnaires locaux doivent simultanément préserver le patrimoine, assurer la sécurité des visiteurs et soutenir l'économie touristique, le tout dans un contexte d'incertitude accrue (météo, crises sanitaires, etc.). Donner du « pouvoir d'agir » aux acteurs de terrain, c'est-à-dire renforcer leur capacité à anticiper, décider et coordonner leurs actions, devient un impératif pour des organisations capacitantes face à ces transitions. Comme le soulignent Clot & Simonet, le pouvoir d'agir au travail vise à permettre aux individus et aux collectifs « d'intervenir eux-mêmes sur les conditions de leur activité », condition essentielle d'une gestion durable et humainement viable (Clot et Simonet, 2015). Dans ce contexte,

les jumeaux numériques de territoire apparaissent comme des outils prometteurs pour comprendre et piloter les dynamiques de fréquentation. Un jumeau numérique (JN) est une réplique virtuelle d'un système réel, alimentée en continu par des données, qui se distingue d'un modèle numérique classique par sa contrainte de synchronisation temporelle : le JN doit refléter l'état courant du système à une fréquence suffisante pour servir l'aide à la décision ou à l'action (Wright & Davidson, 2020). Alors que les modèles numériques historiques permettaient déjà une aide à la décision, c'est précisément cette boucle de mise à jour continue, et les exigences organisationnelles qu'elle implique, qui fonde la spécificité du JN. Dans JUNITER, cette contrainte temporelle se décline différemment selon les cas d'usage : de la mise à jour quasi-temps réel pour le monitoring (CU2) à des actualisations quotidiennes ou hebdomadaires pour la prévision (CU3). Alors que le concept de JN est né de l'ingénierie industrielle, son transposé territorial reste émergent et souvent limité à de la visualisation 3D urbaine. Le projet JUNITER (JUmeau Numérique de TERritoire) vise à dépasser cette approche technocentrée en articulant étroitement les dimensions « socio », cyber et physique d'un territoire vivant. L'ambition est de co-concevoir, avec et pour les acteurs locaux, un jumeau numérique socio-cyber-physique qui devienne un outil d'aide à l'action dans la gestion quotidienne des flux touristiques.

Cet article adopte une posture de recherche-intervention (Daniellou, 2004), qui articule analyse théorique et documentation réflexive d'une démarche en cours. Le projet JUNITER étant en phase de conception active, les résultats présentés ne constituent pas une évaluation ex post d'un système déployé, mais une analyse systématique des cas d'usage co-construits avec les acteurs. Cette posture hybride, entre ergonomie prospective et étude de cas appliquée, explique la structure de l'article : la présentation du cadre conceptuel et de la méthodologie précède l'illustration par les cas d'usage, dont l'objectif est de montrer comment la méthode SAC opère dans ce contexte territorial, plutôt que d'en évaluer les effets à long terme. Par ailleurs, cet article opère une distinction entre aide à la décision et aide à l'action. L'aide à la décision vise à éclairer des choix stratégiques ou tactiques (par exemple : faut-il activer une navette supplémentaire ?), tandis que l'aide à l'action soutient directement l'exécution en situation, en fournissant des recommandations opérationnelles contextualisées (quel itinéraire proposer à ce visiteur, dans ces conditions de flux, à cet instant ?). JUNITER ambitionne les deux niveaux, en préservant la primauté du jugement humain : le système propose, les acteurs disposent. Cette articulation est particulièrement visible dans le CU4, où les recommandations générées par la simulation font l'objet d'une validation humaine avant toute mise en œuvre. Cet article s'inscrit dans cette démarche de conception orientée activité. Il mobilise la notion de Situations d'Action Caractéristiques (SAC) issue de l'ergonomie de conception pour formaliser les cas d'usage du jumeau et ancrer son développement dans la réalité opérationnelle. Après avoir présenté le cadre conceptuel du projet JUNITER (section 2) et la méthodologie de conception participative centrée sur les SAC (section 3), nous détaillons les cas d'usage élaborés avec les acteurs du territoire (section 4). Pour chacun, nous illustrons comment la méthode SAC a guidé la conception, en nous appuyant sur des extraits d'échanges terrain recueillis auprès du CRT Bretagne, de l'association Paysages de Mégalithes, de l'office de tourisme de Carnac et du service Développement touristique de Vannes Agglomération. La discussion (section 5) évalue les apports et limites de cette approche, notamment son effet sur l'intégration humain-système et le pouvoir d'agir collectif, avant de conclure sur les perspectives ouvertes par un tel jumeau numérique territorial (section 6).

2 CADRE CONCEPTUEL

Pour relever les défis de la gestion des flux touristiques, le projet JUNITER (JUmeaux Numériques de TERritoire) propose une approche fondée sur la conception d'un Jumeau Numérique (JN) « socio cyber–physique », visant à dépasser une vision purement technique du jumeau numérique (héritée de l'ingénierie) pour l'adapter à la complexité des territoires patrimoniaux en transition. Le JN territorial est conçu comme un écosystème qui reproduit virtuellement les dynamiques de fréquentation afin de mieux les comprendre et les piloter, en articulant infrastructures, acteurs et flux de visiteurs. Concrètement, JUNITER agrège des données hétérogènes (historiques, comptages temps réel par capteurs, météo, etc.) et les mobilise dans des scénarios simulés pour anticiper et discuter des options

de régulation. Dans une perspective d'ergonomie de conception, l'enjeu n'est pas seulement de produire un modèle « juste », mais de concevoir un dispositif appropriable qui soutienne la coordination, l'anticipation et le pouvoir d'agir des acteurs territoriaux. C'est pourquoi la démarche s'appuie sur la formalisation des cas d'usage (CU) et des Situations d'Action Caractéristiques (SAC), afin d'ancrer la conception dans les situations de travail réelles et futures.

2.1 **Le triptyque Socio-Cyber-Physique**

Le jumeau JUNITER repose sur le couplage étroit de trois dimensions interdépendantes :

- La dimension « socio » (humaine/organisationnelle), qui regroupe l'ensemble des acteurs humains comme les gestionnaires de site, opérateurs de surveillance, experts du patrimoine, visiteurs eux-mêmes, etc., et leurs logiques d'action respectives. Une caractéristique centrale du jumeau numérique de territoire est la multiplicité et l'hétérogénéité de ces acteurs (collectivités, opérateurs privés, associations, habitants, touristes), qui disposent souvent d'une maturité numérique limitée et de pratiques encore très hétérogènes. Il s'agit donc d'intégrer les rôles, les arbitrages, les capacités numériques et les interactions sociales dans le fonctionnement du jumeau numérique.
- La dimension « cyber » (numérique), correspondant aux dispositifs numériques et algorithmes formant le cœur technique du jumeau. JUNITER agrège en continu des données hétérogènes (comptages de capteurs en temps réel, historiques de visites, données météo, etc.) et les intègre à des modèles de simulation prédictive. Les interfaces logicielles (tableaux de bord, alertes, recommandations) rendent ces informations exploitables par les utilisateurs, facilitant la perception et la coordination sans se substituer au jugement humain.
- La dimension « physique » (terrain), qui renvoie aux caractéristiques du territoire, incluant la topographie, l'agencement des infrastructures (parkings, navettes) ainsi que les contraintes patrimoniales et juridiques (zones protégées UNESCO, RGPD, etc.). Cette composante garantit que les scénarios simulés restent ancrés dans la réalité du territoire ; le JN rapproche ainsi la décision numérique de la situation réelle d'activité.

Le JN territorial est ainsi un écosystème qui reproduit et actualise les dynamiques de fréquentation sur le terrain pour mieux les comprendre et les piloter, en articulant infrastructures, acteurs et flux de visiteurs. Concrètement, le projet JUNITER agrège ces données afin de reproduire, anticiper et analyser les comportements de visite sur les sites sensibles, et de fournir aux acteurs publics un système d'aide à la décision pour un tourisme plus durable et responsable.

La fréquence de rafraîchissement du modèle varie selon les profils d'acteurs et les cas d'usage. Pour les opérateurs de terrain (gardiens de site, agents de surveillance), le monitoring en quasi-temps réel (CU2) implique des mises à jour régulières. Pour les décideurs stratégiques (CRT Bretagne, Vannes Agglomération), les prévisions à moyen terme (CU3, horizon J+1 à J+90) font l'objet d'une actualisation quotidienne en période de haute saison. Les acteurs institutionnels (UNESCO, collectivités) s'appuient quant à eux sur des bilans hebdomadaires ou saisonniers. Cette différenciation temporelle a guidé la conception des interfaces du jumeau, en adaptant les tableaux de bord aux besoins et aux temporalités de chaque profil d'utilisateur.

Ce schéma (Figure 1) met en évidence le rôle central de la dimension cyber dans l'articulation entre les dimensions socio et physique.

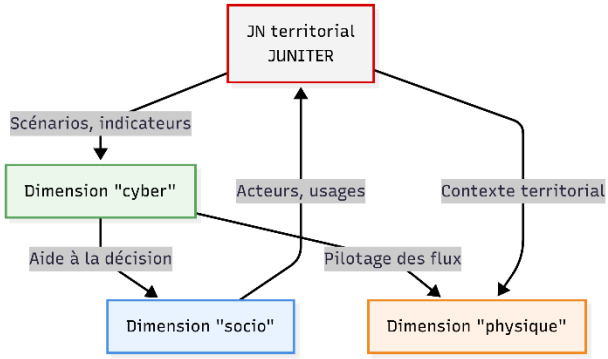


Figure 1 : architecture conceptuelle du jumeau numérique territorial JUNITER, articulant dimensions socio, cyber et physique

2.2 Fondement théorique : démarche d'ergonomie de conception

Le cadre conceptuel de JUNITER s'appuie sur les principes de l'ergonomie de conception et de la simulation prospective de l'activité. Historiquement, l'ergonomie s'est donnée pour objectif d'influencer la conception des systèmes de travail afin de les adapter aux humains (Daniellou, 2004). Dans notre approche, elle fournit un fil conducteur méthodologique : analyser le travail réel des gestionnaires de flux touristiques pour guider la conception du jumeau numérique qui transformera ce travail. Cette démarche s'inscrit dans une perspective d'organisation capacitante (Coutarel & Daniellou, 2007) où l'on cherche à concevoir des outils et processus augmentant le pouvoir d'agir des opérateurs au lieu de le réduire. En effet, une innovation technologique ne crée de la valeur que si elle est appropriée et utilisée par ses destinataires finaux : pour cela, elle doit leur laisser des marges de manœuvre, s'adapter à leurs compétences, et soutenir le sens de leur activité (Falzon, 2013). La notion de « pouvoir d'agir » renvoie à la capacité des individus et des collectifs à influencer le cours de leur travail et à se développer en résolvant les problèmes qu'ils rencontrent. En psychodynamique du travail, la perte de contrôle et d'autonomie dans le travail est identifiée comme une source majeure de souffrance et de désengagement (Dejours, 1998). À l'inverse, en clinique de l'activité, le déploiement du pouvoir d'agir passe par le dialogue sur le travail et la construction d'un collectif réflexif (Clot, 2008 ; Enel et al., 2019). « Le pouvoir d'agir collectif » se construit lorsque les travailleurs peuvent débattre des règles, négocier les moyens et intervenir eux-mêmes sur les déterminants de leur activité. Ce concept d'empowerment au travail a été récemment réinvesti dans des contextes de transition écologique ou organisationnelle : par exemple, Thiébaut-Rizzoni (2023) montre comment impliquer les pêcheurs dans la conception de filets biodégradables a permis de développer le pouvoir d'agir de ce collectif dans le changement de leurs pratiques. En synthèse, le fil conducteur conceptuel de JUNITER repose sur la conception d'un dispositif socio technique intégré visant à renforcer la capacité d'agir des acteurs du territoire. Cette orientation implique une démarche de co-conception ancrée dans l'analyse du travail réel et une mobilisation de la simulation non pas comme simple outil de validation technique, mais comme support d'anticipation du travail futur probable. La simulation devient ainsi un espace de développement de l'activité (Barcellini et al., 2013), permettant aux acteurs de débattre des évolutions possibles de leurs pratiques et de contribuer à la construction de nouvelles règles de métier avant le déploiement du système. Cette approche s'inscrit dans le courant de l'ergonomie prospective, où la simulation de l'activité constitue un levier de conception d'organisations plus souples, apprenantes et durables (Van Belleghem, 2018).

3 FORMALISATION DES CAS D'USAGE ET SITUATIONS D'ACTIONS CARACTÉRISTIQUES DANS LE PROJET JUNITER

3.1 Démarche participative

Afin de concrétiser les principes ci-dessus, nous avons adopté une démarche participative itérative de co-conception du jumeau JUNITER avec les parties prenantes du territoire. Cette démarche s'est structurée autour de plusieurs objets intermédiaires (Jeantet, 1998) servant de supports de dialogue entre les ergonomes, les concepteurs techniques et les acteurs de terrain. En particulier, trois niveaux d'intermédiation ont été utilisés (adaptés de Galey et al., 2022) :
Les cas d'usage (CU), qui définissent le cadre macroscopique des fonctionnalités envisagées. Un CU décrit qui fait quoi (objectif opérationnel) dans quel contexte. Ces CU ont été initialement proposés par l'équipe projet, puis discutés et affinés lors d'ateliers avec les acteurs opérationnels (gestionnaires de site, élus, etc.). Ils constituent un langage commun alignant les visions des experts du domaine et des développeurs du jumeau. Au total, quatre cas d'usage principaux ont émergé pour JUNITER.

Les Situations d'Action Caractéristiques (SAC) (Coutarel & Daniellou, 2007 ; Galey et al., 2022), qui déclinent chaque cas d'usage en situations de travail concrètes. Ce concept constitue une unité d'analyse centrale pour appréhender la variabilité de l'activité réelle (nominale, incidentelle ou critique) et les arbitrages complexes auxquels les acteurs sont confrontés (surfréquentation, aléas météo, etc.). Méthodologiquement, les SAC ont été identifiées à partir d'une double analyse : (a) l'analyse des situations de référence existantes (par entretiens et observations), et (b) des ateliers de projection pour anticiper comment le jumeau s'insérerait dans ces situations. Cette démarche permet de distinguer le travail prescrit du travail réel probable afin de concevoir un outil résilient aux variations du terrain.

Les scénarios de simulation, qui consistent à enchaîner plusieurs SAC pour former des histoires cohérentes simulées de bout en bout. Chaque scénario représente une séquence temporelle d'événements et d'actions. Selon Barcellini et al. (2013), ce type de simulation prospective sert non seulement à valider la solution technique, mais aussi d'espace de débat et d'apprentissage pour les utilisateurs. En confrontant les acteurs à des situations futures simulées, on les aide à construire mentalement de nouvelles façons d'agir et à élaborer collectivement leurs règles de métier futures en présence du jumeau. Finalement, ces scénarios jouent un rôle d'appropriation anticipée.

3.2 Formalisation des cas d'usages et des SAC

Le projet JUNITER étant actuellement en phase de conception, l'objectif de cette section n'est pas de décrire un système déjà stabilisé, mais de rendre compte de la démarche méthodologique mobilisée pour construire progressivement les CU et identifier les SAC servant de base à la conception du jumeau numérique territorial. La méthodologie suivie s'inscrit dans le courant de l'ergonomie de conception et de la simulation prospective de l'activité. Elle vise à ancrer le développement du jumeau numérique dans les situations réelles et futures de gestion des flux touristiques, en articulant analyse du travail, formalisation d'objets intermédiaires (CU, SAC) et construction de scénarios discutés avec les acteurs du territoire.

3.2.1 Analyse du travail existant : recueil des situations de l'existant

La première étape a consisté à recueillir des situations de l'existant auprès des principaux acteurs impliqués dans la gestion touristique des paysages mégalithiques du Morbihan (CRT Bretagne, association Paysages de Mégalithes, office de tourisme de Carnac, service Développement touristique de Vannes Agglomération). Ce recueil s'est appuyé sur des entretiens exploratoires, des échanges de terrain et des ateliers de discussion. Ces ateliers ont mobilisé des supports visuels adaptés à l'hétérogénéité des participants (cartographies annotées des sites, storyboards de scénarios papier, maquettes d'interface simplifiées), afin de rendre les concepts du jumeau numérique accessibles à des acteurs aux maturités numériques variables. Les échanges ont été structurés en alternant phases de projection (" que feriez-vous si... ") et retours critiques sur les scénarios proposés, permettant aux

participants de confronter leurs représentations initiales et d'affiner collectivement les exigences opérationnelles. L'objectif était d'identifier des épisodes typiques ou critiques de régulation des flux : journées de saturation estivale, périodes creuses, événements exceptionnels, contraintes patrimoniales ou logistiques. Ces récits ont permis de déterminer les variables structurantes de l'activité (saisonnalité, météo, événements, capacités d'accueil, disponibilité des ressources, etc.).

3.2.2 Identification des SAC

À partir de l'analyse précédente, une première liste de Situations d'Action Caractéristiques a été élaborée par l'équipe de recherche, puis discutée et ajustée lors de workshops de co-design avec les acteurs opérationnels. L'enjeu est de ne pas réduire un cas d'usage à une fonction abstraite, mais de représenter la variabilité du travail réel à travers plusieurs configurations situées. Ainsi, pour chaque cas d'usage envisagé, plusieurs SAC ont été retenues afin de couvrir des contextes contrastés, notamment en termes de conditions de fréquentation, de contraintes opérationnelles et d'incertitudes liées au contexte.

3.2.3 Formalisation des cas d'usage : articulation CU-SAC

En parallèle, les quatre cas d'usage centraux du projet JUNITER ont été consolidés en les reliant explicitement aux SAC identifiées. La formalisation retenue associe ainsi plusieurs SAC à chaque CU, de manière à éprouver dès la phase amont la robustesse des solutions envisagées dans une diversité de configurations. La Figure 2 présente l'articulation fonctionnelle entre ces quatre cas d'usage dans la boucle de pilotage du jumeau numérique territorial. Cette structuration constitue un support pour décliner chaque CU en variantes situationnelles discutées avec les acteurs du territoire.

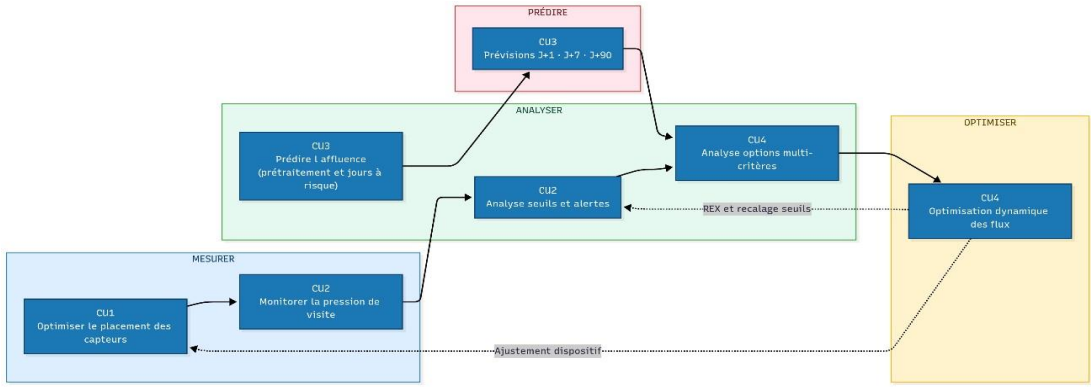


Figure 2 : articulation fonctionnelle des quatre cas d'usage du prototype JUNITER dans la boucle de pilotage des flux touristiques, de la mesure à l'optimisation dynamique

Le Tableau 1 (section 4) synthétisera la correspondance entre cas d'usage, SAC associées.

4 CAS D'APPLICATION : LES CAS D'USAGE DU PROJET JUNITER ET LEURS SITUATIONS CARACTÉRISTIQUES

Grâce à la démarche participative décrite ci-dessus, quatre cas d'usage principaux (CU1 à CU4) ont été co-définis pour le jumeau numérique JUNITER. Chacun correspond à une fonctionnalité clé pour la gestion des flux touristiques et s'inscrit dans la chaîne fonctionnelle globale du système (Figure 2). Pour chaque cas d'usage, nous avons analysé (i) son objectif et les moyens socio-techniques mobilisés, en référence au triptyque socio /cyber/physique, (ii) les Situations d'Action Caractéristiques associées et les scénarios de simulation construits, et (iii) les transformations de l'activité envisagées pour les acteurs, c'est-à-dire la manière dont ces dispositifs sont susceptibles de modifier le travail quotidien. Cette articulation entre registres techniques, sociaux et organisationnels, ainsi que l'anticipation des points de friction liés à la variabilité des situations, visent à soutenir une qualité de conception accrue, ancrée dans l'activité réelle. Avant d'illustrer plus

finement cette approche, le Tableau 1 synthétise la correspondance entre les cas d'usage, les principales Situations d'Action Caractéristiques identifiées et les types de contextes couverts (régime nominal, situations de forte affluence, incidents ou perturbations). Ce tableau met en évidence la diversité des configurations prises en compte afin de renforcer la robustesse du jumeau numérique face à des contextes d'usage contrastés.

Tableau 1 : structuration des cas d'usage du projet JUNITER

Cas d'usage	Objectif opérationnel	Situations d'Action Caractéristiques considérées	Variabilité de l'activité prise en compte	Apport des scénarios de simulation
CU1 Placement des capteurs	Concevoir un maillage de capteurs robuste, acceptable et réplicable	Déploiement initial sous contrainte budgétaire, renforcement ciblé en zone patrimoniale sensible, couverture d'un événement exceptionnel, extension à de nouveaux sites	Contraintes patrimoniales, afflux atypiques, hétérogénéité des sites et des données locales	Tester la robustesse du maillage, comparer des alternatives de pose, anticiper les effets de sous ou sur couverture
CU2 Monitoring de la pression de visite	Suivre la fréquentation en quasi-temps réel et déclencher des actions graduées	Pic journalier en haute saison, défaillance partielle de capteurs, négociation et ajustement des seuils	Variabilité temporelle, qualité des données, coordination entre acteurs	Simuler des dépassements prolongés, évaluer la réactivité du système et des opérateurs
CU3 Prévision de l'affluence	Anticiper la fréquentation à court et long terme	Prévision nominale multi horizon, intégration de variables exogènes, communication des résultats aux non experts	Incertitude exogène, horizon décisionnel, interprétation des prévisions	Comparer des scénarios avec ou sans variables externes, identifier des jours sensibles
CU4 Optimisation dynamique des flux	Soutenir la prise de décision opérationnelle en situation dynamique	Arbitrage sous incertitude terrain, activation de leviers de régulation, rééquilibrage spatial des flux	Acceptabilité des leviers, délais d'action, impacts différés sur le site et les visiteurs	Explorer des scénarios what if, soutenir l'arbitrage humain sans prescrire la décision

Le tableau montre que chaque cas d'usage comprend plusieurs SAC correspondant à des configurations contrastées de l'activité. On passe ainsi du régime de fonctionnement nominal à des situations particulières (forte affluence, incident technique, etc.). Les scénarios de simulation enchaînent ces SAC pour évaluer la robustesse du système. Cette formalisation permet de distinguer clairement plusieurs variantes de chaque CU, en lien direct avec la méthodologie (les SAC et leur paramétrage).

4.1 **Illustration de la démarche par les cas d'usage CU1 et CU4**

4.1.1 Cas d'usage 1 : placement optimal des capteurs sur le territoire

Ce cas d'usage consiste à concevoir la localisation des capteurs pour mesurer la fréquentation. L'équipe a identifié plusieurs SAC : par exemple, un déploiement initial sous contrainte budgétaire (couverture minimale acceptée pour un budget limité), un renforcement lors d'un événement local (p.ex. festival générant un afflux imprévu), et la couverture d'un événement exceptionnel. Chacune de ces SAC porte des logiques d'action spécifiques (zones prioritaires, plans de secours, critères de redondance). En combinant ces situations dans un scénario de simulation, on peut tester comment le réseau de capteurs peut être reconfiguré de façon dynamique. Par exemple, un scénario typique

enchaîne le SAC de déploiement normal avec le SAC d'afflux exceptionnel : on simule ainsi le passage d'une utilisation standard du dispositif à la gestion d'une crise de fréquentation. Cela a permis aux concepteurs d'intégrer des principes de redondance (p. ex. capteurs mobiles d'appoint) et des alternatives de mesure (drones, comptage manuel) dans la solution finale, afin que le jumeau reste fiable en cas de pic d'usage. Au final, cette approche a déplacé le centre de gravité de la conception vers l'activité réelle et renforcé le pouvoir d'agir des gestionnaires : au lieu de dicter un plan unique, le système propose des variantes qu'ils discutent et ajustent collectivement.

4.1.2 Cas d'usage 4 : optimisation dynamique des flux

Ce cas vise à conseiller en temps réel l'itinéraire des visiteurs et l'usage des moyens logistiques pour réguler les flux sur le site. Les SAC pertinentes identifiées comprennent des arbitrages terrain (par exemple, choix entre deux recommandations contradictoires du jumeau), l'activation de leviers de régulation (lancement d'une navette ou d'un message d'alerte) et le rééquilibrage spatial des flux. Ces SAC reflètent les incertitudes du contexte d'exploitation : acceptabilité sociale, réactivité des opérateurs, contraintes de trafic. Les scénarios de simulation construits servent à explorer ces arbitrages. Ils permettent de visualiser les effets différés de chaque action et de maintenir des marges de manœuvre décisionnelles. Cette mise en situation a montré que la méthodologie SAC facilite l'identification de points de blocage : par exemple, un scénario peut révéler que, malgré des recommandations automatiques, l'acceptation des solutions dépend fortement d'une phase de validation humaine, ce qui a conduit à intégrer dans le dispositif la possibilité de surseoir à une recommandation si le retour du terrain est négatif. Cette évolution illustre concrètement la plus-value des SAC : la conception initiale du CU4 envisageait une recommandation entièrement automatisée ; c'est la simulation de la SAC d'arbitrage terrain, confrontant les acteurs à des scénarios de recommandations contradictoires, qui a révélé la nécessité d'une validation humaine intermédiaire et conduit à revoir l'architecture décisionnelle du système. Dans l'ensemble, le CU4 illustre comment la formalisation en termes de SAC aide à conserver le contrôle des acteurs sur le système, en faisant de la simulation un support de prise de décision plutôt qu'un processus entièrement automatisé.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION POUR LA CONCEPTION DE JUMEAUX NUMÉRIQUES TERRITORIAUX

La démarche proposée apporte plusieurs contributions pratiques au projet JUNITER. Sur le plan opérationnel, elle fournit une documentation structurée des cas d'usage et des scénarios, servant de base commune au développement logiciel et à la formation des opérateurs. Les premiers tests fondés sur ces scénarios ont permis d'évaluer la faisabilité des algorithmes envisagés, notamment pour l'optimisation des navettes, l'orientation des flux ou la tarification dynamique, et ont conduit à des ajustements concrets, par exemple le recalibrage de certains seuils d'alerte. La démarche a également contribué à sensibiliser les partenaires aux enjeux ergonomiques. En manipulant les scénarios, les gestionnaires ont développé une compréhension plus fine du jumeau numérique et de leur rôle dans le dispositif, ce qui devrait faciliter son appropriation lors de la mise en service. Concrètement, plusieurs partenaires ont reformulé leurs besoins à l'issue des ateliers : là où ils exprimaient initialement des attentes en termes de tableau de bord global, la simulation des SAC les a conduits à privilégier des alertes contextualisées et graduelles, en distinguant les niveaux d'urgence adaptés à chaque profil d'utilisateur.

Sur le plan méthodologique, cette étude enrichit le retour d'expérience sur l'ergonomie de conception par simulation dans des contextes encore peu explorés, tels que le patrimoine et le tourisme. Elle confirme que cette approche, déjà mobilisée dans l'industrie (Galey et al., 2022) ou la formation (Van Belleghem et al., 2018), peut être transposée à la gestion territoriale. Les bénéfices observés, en particulier la prise en compte de la variabilité des situations, le renforcement du pouvoir d'agir des utilisateurs et la convergence entre registres technique et social, sont cohérents avec les résultats rapportés dans la littérature (par exemple Barcellini et al., 2013). En contrepartie, la démarche requiert un investissement important en temps et en analyse de la part des acteurs et demeure limitée pour la prise en compte d'aléas rares, comme une crise sanitaire, sans hypothèses

supplémentaires. Le caractère itératif de la simulation peut également ralentir la progression du projet par rapport à des approches plus classiques, ce qui impose une planification rigoureuse et une priorisation explicite des situations étudiées.

Dans ce cadre, l'étude de cas JUNITER montre que la formalisation des cas d'usage à travers les Situations d'Action Caractéristiques et les scénarios de simulation constitue à la fois un cadre opérationnel concret pour la conception d'un jumeau numérique dédié à la gestion des flux touristiques et un apport conceptuel pour l'ergonomie de conception participative. En s'appuyant sur les connaissances issues du terrain et sur la variabilité réelle des situations, la simulation du travail futur apparaît comme un levier pertinent pour accompagner le changement et soutenir l'activité des acteurs. Les perspectives de ce travail concernent une validation empirique in situ et l'exploration d'autres contextes d'application afin d'évaluer la généricité de la démarche dans une logique de recherche intervention évolutive.

6 BIBLIOGRAPHIE

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In P. Falzon (dir.), *Ergonomie constructive* (pp. 191–206). Presses Universitaires de France.

Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Presses Universitaires de France.

Clot, Y., & Simonet, P. (2015). Pouvoirs d'agir et marges de manœuvre. *Le travail humain*, *78*(1), 31–52.

Coutarel, F., & Daniellou, F. (2007, août). Construction sociale du changement en ergonomie et réseaux sociaux : vers une conduite de projet orientée « conception d'organisations capacitantes » [Communication]. Colloque Management et Réseaux Sociaux, Clermont-Ferrand, France.

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon (dir.), *Ergonomie* (pp. 359–373). Presses Universitaires de France.

Dejours, C. (1998). *Souffrance en France : la banalisation de l'injustice sociale*. Éditions du Seuil.

Enel, L., Millerand, F., & Aurousseau, C. (2019). Comment penser le pouvoir d'agir dans un contexte de travail médiatisé et à distance ? Le cas de deux collectifs de télétravailleuses. *Terminal*, (125-126).

Falzon, P. (dir.). (2013). *Ergonomie constructive*. Presses Universitaires de France.

Galey, L., Albert, M., Brossard, M., Noël-Suberville, C., & Garrigou, A. (2022). Industry 4.0 design project based on exposure situations: A case study in aeronautics. *Work*, *73*(s1), S223–S234. https://doi.org/10.3233/WOR211131

Jeantet, A. (1998). Les objets intermédiaires dans les processus de conception des produits. *Sociologie du travail*, *40*(3), 291–316.

Ljubisavljević, T., Vujko, A., Arsić, M., & Mirčetić, V. (2025). Digital Twins in Smart Tourist Destinations: Addressing Overtourism, Sustainability, and Governance Challenges. *World*, *6*(4), 148.

Thiébaut-Rizzoni, T. (2023). *Contribution à la conception d'équipements de travail durables : le cas des filets de pêche biodégradables* [Thèse de doctorat, Université Bretagne Sud].

Van Belleghem, L. (2018). La simulation de l'activité en conception ergonomique : acquis et perspectives. *Activités*, *15*(1).

Wright, L., & Davidson, S. (2020). How to tell the difference between a model and a digital twin. *Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences*, *7*(13). https://doi.org/10.1186/s40323-020-00147-4

Développement d'un questionnaire d'utilisabilité des sites publics : analyse qualitative de la compréhension des items

Guillaume Gronier
Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST)
guillaume.gronier@list.lu

Marie Pourcher
Direction interministérielle du numérique
marie.pourcher@numerique.gouv.fr

Ugo Dessertine
Direction interministérielle du numérique
ugo.dessertine@numerique.gouv.fr

Yvan Galea
Direction interministérielle du numérique
yvan.galea@numerique.gouv.fr

Lisa Liviabella
Université de Lorraine
lisa.liviabella8@etu.univ-lorraine.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

La dématérialisation des services publics soulève des enjeux importants d'utilisabilité et d'accessibilité des démarches administratives en ligne. Cette recherche présente une des étapes du développement d'un questionnaire dédié à l'évaluation de l'utilisabilité des sites publics français, selon une démarche inspirée de DeVellis (2017). L'étude porte plus particulièrement sur l'évaluation qualitative de la compréhension des items. Vingt-quatre focus groups ont été menés auprès de 107 participants. Les participants devaient évaluer la compréhension de 67 items puis réaliser un tri de cartes ouvert afin de regrouper les items selon leur proximité thématique. Les résultats montrent que les items les mieux compris renvoient principalement à des aspects fonctionnels et directement observables du site, tandis que les formulations abstraites ou anthropomorphiques apparaissent plus ambiguës. Les regroupements réalisés mettent également en évidence plusieurs catégories consensuelles, notamment la confiance et la sécurité, la lisibilité des contenus, l'accompagnement des démarches et l'aspect visuel des sites.

MOTS-CLÉS

questionnaire, focus groups, utilisabilité, sites publics, validation, approche qualitative

1 INTRODUCTION

La transformation numérique de l'action publique en France, engagée notamment dans le cadre du programme « Action Publique 2022 », a conduit à une dématérialisation progressive des principales démarches administratives. L'objectif est de rendre accessibles en ligne les 250 procédures les plus utilisées par les citoyens. Parallèlement, la direction interministérielle du numérique a mis en place un dispositif de suivi destiné à mesurer l'avancement de cette dématérialisation et à évaluer la qualité

des services mis en ligne. En effet, plusieurs rapports institutionnels rappellent que la dématérialisation peut générer des difficultés d'accès en raison de la complexité des procédures, de l'ergonomie ou des compétences numériques requises par les usagers. Le Défenseur des droits (Défenseur des droits, 2025) souligne que la dématérialisation des services publics continue d'éloigner certaines populations de leurs droits, en particulier les personnes les plus précaires, qui rencontrent des difficultés importantes dans leurs démarches administratives en ligne. Dans ce contexte, la qualité d'usage des sites publics constitue un enjeu majeur d'égalité et d'accès aux droits. Au-delà des indicateurs techniques ou des taux de satisfaction recueillis en fin de parcours, il apparaît nécessaire d'évaluer de manière plus détaillée et multidimensionnelle la perception des utilisateurs sur la facilité d'utilisation des services numériques de l'État.

Cette recherche s'inscrit dans cette perspective en proposant les premières étapes de développement d'un questionnaire dédié à l'évaluation de l'utilisabilité des sites publics, afin de disposer d'un outil structuré capable d'orienter leur conception et d'alimenter leur amélioration continue. Elle met en particulier l'accent sur une étape souvent sous-estimée dans la construction d'un instrument de mesure : l'évaluation de la compréhension des items par les utilisateurs cibles. Plusieurs travaux méthodologiques soulignent en effet que le développement de questionnaires privilégie davantage les analyses quantitatives psychométriques au détriment des approches qualitatives sur l'interprétation des items (voir par exemple Beatty & Willis, 2007; Boateng et al., 2018).

2 L'UTILISABILITÉ DES SITES PUBLICS

2.1 Principaux critères d'utilisabilité des sites publics

Traditionnellement en ergonomie des Interactions Humain-Machine (IHM), l'utilisabilité est définie comme le « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié » (ISO 9241-11:2018). Dans le cas des sites publics, cette définition pose quelques limites, d'une part parce qu'il n'existe pas à proprement parler d'« utilisateurs identifiés » puisque les sites s'adressent à tous les citoyens, quel que soit leur profil (en termes d'âge, de compétences numériques, de situation administrative, de besoin, etc.), et d'autre part parce que le contexte d'utilisation ne peut être « spécifié » en raison de la multiplicité des contextes d'usage, tant technologiques (dispositif utilisé ; type de navigateur ; système d'exploitation ; ancienneté du matériel, etc.), qu'environnementaux (physique et social).

Aussi, de nombreuses autres caractéristiques de l'utilisabilité doivent être prises en compte pour évaluer la qualité des sites publics. Parmi les facteurs fondamentaux axés sur l'utilisabilité propre à toute interface numérique, on peut relever la facilité d'apprentissage (Nielsen, 1993), la clarté des parcours (Krug, 2014), la prévention et la gestion des erreurs ou encore la charge de travail (Scapin & Bastien, 1997). D'autres facteurs davantage orientés sur les démarches administratives portent sur l'architecture de l'information et la navigation (Wimmer et al., 2007). Les usagers doivent en effet pouvoir identifier rapidement la démarche qui les concerne, comprendre les intitulés proposés et se repérer facilement dans la structure du site. Selon Tambouris et al. (2024), les problèmes de catégorisation ou de vocabulaire constituent des obstacles fréquents pour les utilisateurs des portails administratifs. La qualité de l'information constitue également un facteur central. Les contenus doivent être exacts, complets, à jour et rédigés dans un langage compréhensible (Wang & Liao, 2008). Enfin, plusieurs travaux récents soulignent l'importance de la confiance et du sentiment de sécurité. Les usagers doivent percevoir le site comme fiable, transparent et respectueux de leurs données personnelles (Carter & Bélanger, 2005). Plus largement, certaines recherches montrent que la qualité perçue du service en ligne contribue à la création de valeur publique et à la satisfaction des citoyens (Scott et al., 2016).

2.2 Les questionnaires d'évaluation de l'utilisabilité des sites publics

Malgré les nombreux questionnaires d'utilisabilité qui ont été développés pour l'évaluation des interfaces, il en existe très peu qui soient spécifiques aux sites gouvernementaux. Parmi eux le Website Evaluation Questionnaire (WEQ) (Elling et al., 2012), comprenant 25 items, repose sur l'idée que la qualité d'un site public dépend principalement de trois aspects : la facilité d'accès à l'information, la compréhension du contenu et la qualité de la mise en page. Sur cette base, le WEQ est structuré autour de sept dimensions : la facilité d'utilisation, les hyperliens, la structure de l'information, la pertinence, la compréhension, la complétude et la mise en page. Les auteurs soulignent que ces dimensions permettent d'évaluer à la fois le processus de recherche d'information et la qualité des contenus proposés aux usagers. Papadomichelaki et Mentzas (2012) proposent quant à eux le modèle e-GovQual, spécifiquement conçu pour évaluer la qualité des services d'e-gouvernement. Les auteurs considèrent la qualité des services publics numériques comme un construit multidimensionnel intégrant l'accès à l'information, les interactions avec le site et la confiance accordée au service. Le questionnaire comprend 21 items répartis en quatre dimensions : efficacité, confiance, fiabilité et support aux usagers.

Des échelles d'utilisabilité qui ne sont pas spécifiquement dédiées à l'évaluation des sites publics sont aussi parfois utilisées. Par exemple, Ilyas et al. (2022) ou Tambouris et al. (2024) se sont appuyés sur le System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996) pour évaluer un site gouvernemental grec ou pakistanais. Les auteurs soulignent l'intérêt d'utiliser ce type d'échelle générique car elles permettent d'obtenir une mesure globale de l'expérience d'utilisation et facilitent l'interprétation et la comparaison des scores entre plusieurs sites. D'autres échelles génériques pour l'évaluation des sites web, comme le Design-Oriented Evaluation of Perceived Usability (DEEP) (Yang et al., 2012) ou le Website Analysis and MeasureMent Inventory (WAMMI) (Kirakowski & Cierlik, 1998), peuvent aussi être des outils intéressants pour mesurer la qualité de certains aspects des sites publics.

3 PROBLÉMATIQUE

L'évaluation des sites publics numériques apparaît aujourd'hui comme un enjeu central. Toutefois, les questionnaires existants ne permettent pas toujours de prendre en compte l'ensemble des dimensions d'utilisabilité propres aux services administratifs en ligne. En effet, comme nous l'avons souligné, les questionnaires existants spécifiquement dédiés à l'évaluation des sites gouvernementaux (Elling et al., 2012; Papadomichelaki & Mentzas, 2012) ne s'accordent pas unanimement sur les dimensions à évaluer, et les questionnaires plus génériques risquent d'ignorer certaines spécificités de l'utilisabilité propres au sites publics, telles que la confiance vis-à-vis des informations présentées ou la compréhension des démarches administratives à suivre.

Afin de répondre à cette limite, la Direction interministérielle du numérique (DINUM) a initié en 2025 une étude visant à développer un questionnaire dédié à l'évaluation des sites publics français, en s'appuyant sur la démarche de construction d'échelles proposée par DeVellis (2017). Cet article décrit l'une des étapes essentielles de conception de ce questionnaire : l'évaluation des items sur leur niveau de compréhension. Plus précisément, cette étape s'intéresse à la clarté des formulations, à l'absence d'ambiguïté et à l'interprétation des items par les utilisateurs cible.

4 MÉTHODOLOGIE

La démarche proposée par DeVellis (2017) constitue l'un des cadres de référence les plus utilisés pour la construction d'échelles psychométriques. Elle repose sur un processus itératif qui vise à développer des instruments fiables et valides. Cette approche accorde une importance particulière à la formulation et à la compréhension des items par les futurs répondants (étape 5 de la figure 1).

Cette démarche a été appliquée par la Direction interministérielle du numérique (DINUM) afin de développer un questionnaire d'utilisabilité spécifiquement dédié à l'évaluation de l'utilisabilité des sites publics français. A noter que le développement de ce questionnaire est toujours en cours au moment de cette publication, et qu'il n'existe pas encore de version finale.

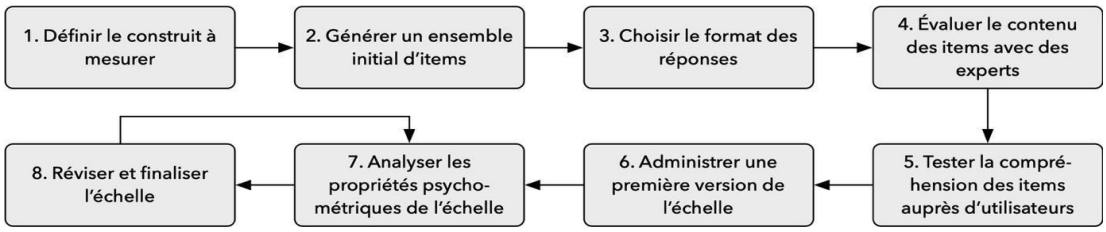


Figure 1 : étapes du processus de construction d'une échelle psychométrique proposé par DeVellis (2017)

4.1 Résumé des quatre premières étapes de construction de l'échelle

Dans une première étape, les dimensions constitutives de l'utilisabilité des sites publics ont été identifiées à partir d'une revue de la littérature, et au cours d'un travail collaboratif avec quatre experts en utilisabilité et expérience utilisateur (UX). À l'issue de cette phase, une première structuration théorique des dimensions à mesurer a été établie, reposant sur 6 grands axes : 1. l'utilité et l'efficacité du site ; 2. la compréhension, l'apprentissage et l'accompagnement ; 3. la fiabilité, la sécurité et la transparence ; 4. l'accessibilité et l'inclusivité ; 5. l'expérience utilisateur et les émotions ; 6. la compatibilité entre la logique de l'utilisateur et celle de la démarche en ligne.

Sur la base de ces dimensions, une liste de 67 items a été élaborée par les mêmes experts au cours de plusieurs sessions collaboratives (étape 2). Les items ont été formulés sous forme de phrases affirmatives, afin de faciliter leur compréhension et leur future utilisation avec une échelle de type Likert à 5 points allant de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord » (étape 3). Des ateliers avec des experts en utilisabilité sont prévus afin d'évaluer le contenu des items et vérifier leur pertinence théorique, leur redondance et la couverture du construit (étape 4).

4.2 Étape 5 : tester la compréhension des items auprès d'utilisateurs

Une phase d'évaluation qualitative a ensuite été conduite afin d'examiner la compréhension des items. C'est sur cette étape que se focalise cette étude.

4.2.1 Participants

24 focus groups ont été organisés, regroupant chacun entre 3 et 5 participants, pour un total de 107 participants. Les participants ont été recrutés grâce à un appel à volontaires diffusé dans deux universités françaises et sur les réseaux sociaux (LinkedIn et Facebook). Une attention particulière a été portée à recruter des participants de tout âge (entre 19 et 73 ans ; M = 27,6 ans ; ET = 9,7), de nationalité française mais aussi d'autres nationalités (italienne, espagnole et allemande), avec un équilibre des genres (58 hommes et 49 femmes).

4.2.2 Procédure

Les 24 focus groups ont été menées soit à distance (n = 8) à l'aide de l'outil collaboratif MIRO, soit en présentiel à l'aide de cartes physiques (n = 16).

Chaque session de focus groups comportait deux étapes :

1. Une évaluation de la difficulté de compréhension, durant laquelle les participants étaient invités à classer collectivement les 67 items selon leur difficulté de compréhension en utilisant trois catégories : « Facile à comprendre », « Ni facile ni difficile à comprendre », « Difficile à comprendre ». L'exercice en groupe nécessitait que les participants verbalisent et argumentent leurs choix. Ces échanges ont ainsi permis d'identifier les ambiguïtés lexicales, les formulations jugées trop techniques ou trop générales, et les items perçus comme redondants.
2. Dans un second temps, les participants devaient, toujours collectivement, réaliser un tri de cartes ouvert (Lallemand & Gronier, 2018) en regroupant les items selon les thèmes qu'ils estimaient identiques, puis en attribuant un nom à chaque groupe constitué. Cette procédure a permis d'explorer les similitudes dans la compréhension des items, et d'identifier d'éventuels regroupements alternatifs aux dimensions théoriques initiales.

4.2.3 Analyses

Les données issues des focus groups ont fait l'objet d'analyses descriptives non inférentielles. Les évaluations de compréhension des items ont été codées sur une échelle de 1 (« difficile à comprendre ») à 3 (« facile à comprendre »), puis des scores moyens ont été calculés pour chaque item afin d'identifier les formulations les plus claires ou les plus ambiguës. Les regroupements réalisés lors des tris de cartes ont été analysés à l'aide de l'outil en ligne UXtweak, qui offre des résultats détaillés via différentes visualisation, dont une matrice de similarité et différents dendrogrammes. Enfin, les verbatims issus des discussions collectives ont été analysés qualitativement, après retranscription automatique par Microsoft Teams, afin d'identifier les difficultés de compréhension, les ambiguïtés d'interprétation et les réactions suscitées par certaines formulations.

5 RÉSULTATS

5.1 Compréhensions des items

L'analyse globale des scores de compréhension met en évidence un niveau plutôt satisfaisant de compréhension des items (M = 2,56 ; ET = 0,40 sur une échelle allant de 1 = « difficile à comprendre » à 3 = « facile à comprendre »). Parmi les 67 items évalués, 47 obtiennent un score supérieur ou égal à 2,5, tandis que 14 items présentent des scores intermédiaires (score compris entre 2 et 2,5). En revanche, 6 items obtiennent un score inférieur à 2, indiquant des difficultés de compréhension plus marquées. Les items les moins bien compris concernent principalement des formulations abstraites, sujettes à interprétation ou anthropomorphiques, telles que « Ce site prend en compte ma situation de façon équitable » (M = 1,32), « Ce site prend des initiatives pertinentes pour me simplifier la vie » (M = 1,64) ou encore « Ce site me considère avec bienveillance » (M = 1,61).

Tableau 1 : moyennes et écart-types du score de compréhension d'une sélection d'items (les moins bien compris, les items intermédiaires, et les mieux compris) (N = 107)

Items	Moyenne	Ecart-type
Ce site prend en compte ma situation de façon équitable	1,32	0,72
Ce site me considère avec bienveillance	1,61	0,83
Ce site explique comment les décisions sont prises	1,61	0,79
Ce site prend des initiatives pertinentes pour me simplifier la vie	1,64	0,87
Ce site se limite aux fonctionnalités nécessaires	1,93	0,81
Ce site me donne le droit à l'erreur	1,93	0,86
Ce site assure la protection de mes données	2,50	0,75
Ce site demande seulement les informations utiles	2,50	0,58
Ce site me permet de corriger facilement mes erreurs	2,54	0,64
Ce site est aéré	2,54	0,69
Ce site est agréable	2,54	0,58
Ce site me permet de contacter un agent public facilement	2,57	0,63
Ce site m'est utile	2,93	0,26
Je trouve facilement ce que je cherche sur ce site	2,93	0,26
Les textes de ce site sont faciles à lire	2,93	0,26
Je comprends facilement ce qu'on me demande sur ce site	2,96	0,19
Ce site est facile à utiliser	2,96	0,19
Je comprends rapidement comment utiliser ce site	3,00	0,00

L'analyse des retranscriptions des focus groups montrent par exemple que la « bienveillance » est considérée comme « un trait humain », ce qui rend cet adjectif « bizarre quand il est associé à un site web ». Pour l'item « Ce site prend des initiatives pertinentes pour me simplifier la vie », plusieurs

participants jugent la formulation « un peu too much » pour un site web et déclarent ne pas comprendre « comment le site peut prendre de lui-même des initiatives ». De même, pour l'item « Ce site me donne le droit à l'erreur », l'expression « droit à l'erreur » présente beaucoup d'ambiguïté : certains participants l'associent à la possibilité de corriger un formulaire, tandis que d'autres à un droit citoyen fondamental, de niveau plus abstrait qui peut s'appliquer à n'importe quelle démarche administrative. Pour finir, plusieurs formulations sont perçues comme trop difficiles à évaluer. Par exemple, « Ce site se limite aux fonctionnalités nécessaires » met les utilisateurs dans l'embarras : certains expliquent qu'ils ne peuvent pas juger « si le site pouvait avoir plus ou moins de fonctionnalités », tandis que d'autres expliquent que les utilisateurs n'ont pas à évaluer ce genre de choses, « car cela relève des choix du concepteur ». À l'inverse, les items les mieux compris renvoient majoritairement à des aspects fonctionnels et directement observables du site, comme « Je comprends rapidement comment utiliser ce site » (M = 3,00), « Ce site est facile à utiliser » (M = 3,00) ou « Je comprends facilement ce qu'on me demande sur ce site » (M = 3,00) (Tableau 1).

5.2 **Regroupements des items**

L'analyse des regroupements des items met en évidence plusieurs catégories, dont quatre émergent de manière consensuelles avec des scores de similarité élevés entre les items. La première catégorie regroupe les items liés à la confiance et à la sécurité, tels que « J'ai confiance en ce site », « J'ai confiance dans les informations fournies par ce site » ou encore « Je me sens en sécurité quand j'utilise ce site ». La seconde associe les items relatifs à la lisibilité et à la compréhension des contenus (« Les textes de ce site sont faciles à lire » ou « Je comprends les textes de ce site » (Figure 2).

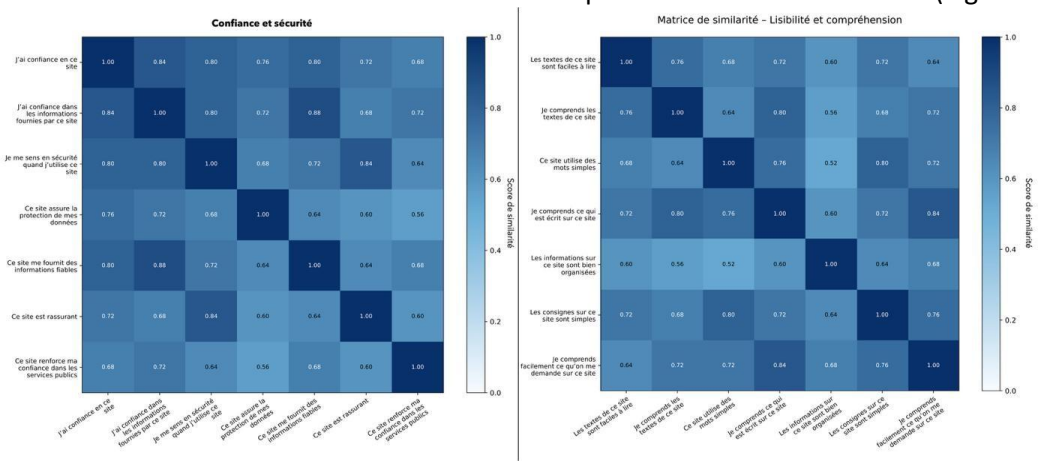


Figure 2 : matrices de similarité pour les catégories « Confiance et sécurité » et « Lisibilité et compréhension »

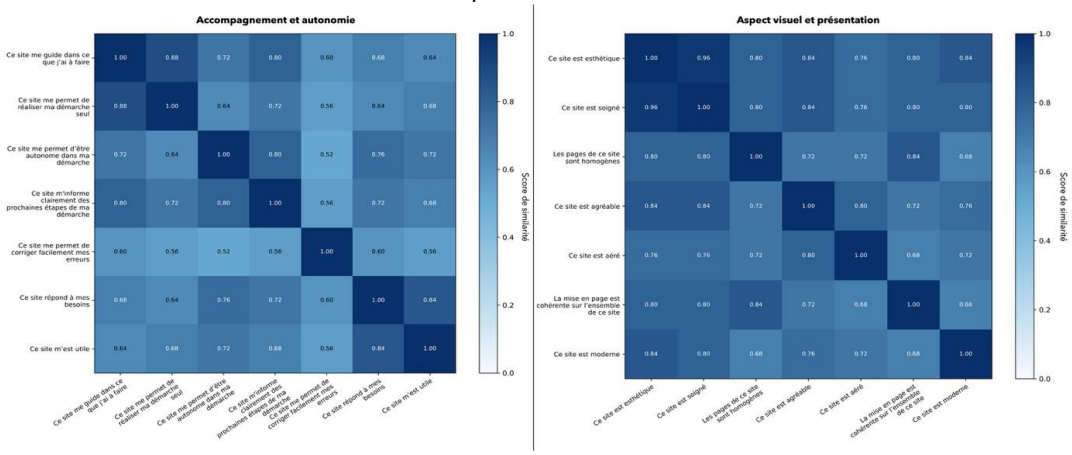


Figure 3 : matrices de similarité pour les catégories « Accompagnement et autonomie » et « Aspect visuel et présentation »

La troisième catégorie regroupe les items liés à l'accompagnement des démarches et à l'autonomie de l'usager, comme « Ce site me guide dans ce que j'ai à faire » ou « Ce site me permet de réaliser ma démarche seul ». Les participants ont enfin distingué une quatrième catégorie sur l'aspect visuel et la présentation du site (« Ce site est esthétique » ou « Ce site est soigné ») (Figure 3).

Enfin, les items plus abstraits ou sujets à discussion, notamment ceux relatifs à la bienveillance, à l'équité ou aux initiatives du site (« Ce site me considère avec bienveillance », « Ce site prend en compte ma situation de façon équitable », « Ce site prend des initiatives pertinentes pour me simplifier la vie »), apparaissent moins clairement associés à une catégorie uniforme, mais sont davantage dispersés dans la matrice de similarité.

6 CONCLUSION ET DISCUSSION

Cette étude avait pour objectif d'étudier la compréhension des items dans le cadre du développement d'un questionnaire dédié à l'évaluation de l'utilisabilité des sites publics français. Les résultats montrent tout d'abord que la majorité des items proposés présentent un bon niveau de compréhension, en particulier lorsqu'ils renvoient à des aspects concrets, directement observables et proches de l'expérience immédiate des utilisateurs, comme la facilité d'utilisation, la compréhension des consignes ou la lisibilité des contenus. Ces résultats corroborent les recommandations classiques en ergonomie qui soulignent l'importance de formulations simples, précises et peu ambiguës (Nielsen, 1993 ; Krug, 2014) À l'inverse, les items les moins bien compris concernent principalement des notions plus abstraites, sujettes à de multiples interprétations ou anthropomorphiques, telles que la bienveillance, l'équité ou les « initiatives » du site. Ces résultats confirment l'intérêt des approches qualitatives dans le développement d'échelles, notamment défendues par DeVellis (2017). Sans cette étape d'analyse de la compréhension des items par les utilisateurs cibles, le risque est d'altérer la validité du questionnaire, sachant que les analyses psychométriques ne suffisent pas à détecter les items mal interprétés (Boateng et al., 2018).

L'analyse des regroupements d'items met également en évidence plusieurs catégories fortement consensuelles, notamment autour de la confiance et de la sécurité, de la lisibilité des contenus, de l'accompagnement des démarches et de l'aspect visuel du site. Ces résultats convergent avec plusieurs dimensions déjà identifiées dans les questionnaires dédiés aux services publics numériques, comme le WEQ (Elling et al., 2012) ou le e-GovQual (Papadomichelaki & Mentzas, 2012).

Cette étude comporte néanmoins plusieurs limites. Tout d'abord, l'échantillon reste majoritairement composé d'étudiants et de personnes relativement à l'aise avec les outils numériques, malgré la volonté d'obtenir une diversité de profils. Certaines populations particulièrement concernées par les difficultés liées à la dématérialisation des services publics, comme les personnes âgées ou en situation de précarité numérique, sont sous-représentées. Par ailleurs, cette étude ne constitue qu'une étape préliminaire dans le développement du questionnaire. Les résultats présentés dans cet article portent essentiellement sur la compréhension des items, mais ne permettent pas encore de conclure à la validité de l'échelle.

Les travaux futurs viseront ainsi à poursuivre le processus de validation du questionnaire conformément aux recommandations de DeVellis (2017). Une phase de révision des items sera d'abord réalisée afin de reformuler ou supprimer les formulations ambiguës. Le questionnaire devra ensuite être administré à un échantillon plus large et diversifié afin de conduire des analyses factorielles et de cohérence interne. Enfin, il sera également pertinent d'étudier la validité nomologique du questionnaire en le comparant à d'autres échelles d'utilisabilité.

7 RÉFÉRENCES

Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quiñonez, H. R., & Young, S. L. (2018). Best Practices for Developing and Validating Scales for Health, Social, and Behavioral Research: A Primer. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 6). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00149

Brooke. (1996). SUS: A 'quick and dirty' usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). London: Taylor & Francis. http://hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf

Carter, L., & Bélanger, F. (2005). The utilization of e-government services: Citizen trust, innovation and acceptance factors. *Information Systems Journal*, *15*(1), 5–25. https://doi.org/10.1111/j.13652575.2005.00183.x

Défenseur des droits. (2025). *Rapport annuel d'activité 2024*. https://www.defenseurdesdroits.fr/rapportannuel-dactivite-2024

DeVellis, R. F. (2017). Scale Development Theory and Applications (Fourth Edition). *SAGE Publication*, *4*, 256.

Elling, S., Lentz, L., de Jong, M., & van den Bergh, H. (2012). Measuring the quality of governmental websites in a controlled versus an online setting with the "Website Evaluation Questionnaire." *Government Information Quarterly*, *29*(3), 383–393. https://doi.org/10.1016/j.giq.2011.11.004

Ilyas, A., Hamza Wajid, S., & Muhammad, A. (2022). Usability Evaluation of E-Government Website: A Use of System Usability Scale. *Pakistan Journal of Engineering and Technology (PakJET) Multidisciplinary & Peer Reviewed*, *5*(1), 11–15. www.ppsc.gop.pk

Kirakowski, J., & Cierlik, B. (1998). Measuring the usability of web sites. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, *1*, 424–428. https://doi.org/10.1177/154193129804200405

Krug, S. (2014). *Don't Make Me Think, Revisited: A Common Sense Approach to Web Usability* (New Riders). www.newriders.com

Lallemand, C., & Gronier, G. (2018). *Méthodes de design UX: 30 méthodes fondamentales pour concevoir des expériences optimales* (Eyrolles).

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Papadomichelaki, X., & Mentzas, G. (2012). e-GovQual: A multiple-item scale for assessing e-government service quality. *Government Information Quarterly*, *29*(1), 98–109. https://doi.org/10.1016/J.GIQ.2011.08.011

Scapin, D., & Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour & Information Technology*, *16*(4), 220–231. https://doi.org/10.1080/014492997119806

Scott, M., Delone, W., & Golden, W. (2016). Measuring eGovernment success: A public value approach. *European Journal of Information Systems*, *25*(3), 187–208. https://doi.org/10.1057/ejis.2015.11

Tambouris, E., Tarabanis, K., Bourmpoulias, S., Skiadas, M., Koutsona, V., Dimitriou, A., & Kontogiorgis, D.

(2024). Usability evaluation of eGovernment national portals: The case of gov.gr. *Proceedings EGOVCeDEM-EPart Conference, September 1-5, 2024, Ghent University and KU Leuven, Ghent/Leuven, Belgium*. https://www.gov.gr/en

Wang, Y., & Liao, Y. (2008). Assessing eGovernment systems success: A validation of the DeLone and McLean model of information systems success. *Government Information Quarterly*, *25*(4), 717–733. https://doi.org/10.1016/j.giq.2007.06.002

Wimmer, M. A., Scholl, H. J., Grönlund, A., Kunstelj, M., Jukić, T., & Vintar, M. (2007). Analysing the Demand Side of E-Government: What Can We Learn From Slovenian Users? In M. A. Wimmer, H. J. Scholl, & A. Grönlund (Eds.), *EGOV 2007, LNCS 4656* (Vol. 4656, pp. 305–317). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.

Yang, T., Linder, J., & Bolchini, D. (2012). DEEP: Design-Oriented Evaluation of Perceived Usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *28*(5), 308–346. https://doi.org/10.1080/10447318.2011.586320

L'adaptation des commerçants et hébergeurs restaurateurs à la suite d'une crue torrentielle en montagne

Déborah Gaudin
Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM)
deborah.gaudin@lecnam.net

Sandrine Caroly
Université Grenoble Alpes (PACTE)
sandrine.caroly@univ-grenoble-alpes.fr

Clément Soutoul
Université Grenoble Alpes (PACTE)
clement.soutoul@univ-grenoble-alpes.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Cette étude examine les effets d'une catastrophe naturelle sur des professionnels liés à certaines activités du tourisme en montagne (commerce alimentaire, hébergement-restauration). À partir d'entretiens semidirectifs, elle met en évidence une transformation de l'activité professionnelle, lors de l'événement luimême et à la suite de celui-ci. Les pertes sont importantes, que ce soit au niveau matériel (perte des bâtiments) et économique (perte de revenu, perte sur le chiffre d'affaires annuel) et les stratégies d'adaptation (réorganisation du travail, réduction d'effectifs) reposent largement sur des ressources individuelles. Malgré des aides financières perçues, provenant de services publics et des assurances, les coûts de l'adaptation des professionnels sont importants. La santé physique et mentale est fortement impactée, avec une fatigue et une usure s'installant dans la durée. L'étude révèle des adaptations face à une crise liée à des changements climatiques et qui transforme durablement un territoire.

MOTS-CLÉS
crise, TPE/PME, tourisme, changement climatique

1 INTRODUCTION

Cette communication vise à approfondir la transition opérée par des individus et des collectifs pour s'adapter et se réinventer après une situation de crise en lien avec les risques naturels et le contexte du changement climatique. Elle présente une étude exploratoire menée sur les conséquences d'une crue torrentielle sur les activités professionnelles de différentes TPE et de travailleurs indépendants liées à une économie du tourisme en montagne. Elle explore la transformation de leurs conditions de travail et les effets sur la santé de ces professionnels.

2 DES PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES EXTRÊMES QUI IMPACTENT DURABLEMENT LES PROFESSIONNELS

L'étude fait suite à un événement climatique sans précédent survenu dans un hameau du massif des Écrins, la nuit du 20 au 21 juin 2024. Ce hameau est dévasté par une crue exceptionnelle, lors de laquelle 200 000 m3 de sédiments ont provoqué un ensevelissement partiel du village. Une

rétroanalyse menée par une trentaine de scientifiques issus de différentes disciplines (en météorologie, hydrologie, glaciologie et géomorphologie) apporte des éléments de compréhension sur l'ampleur inédite de cet événement27. À l'échelle de ce territoire de montagne, différents acteurs doivent désormais faire face aux multiples conséquences de cet événement. De nombreux bâtiments sont détruits ou ensevelis, les voies d'accès sont coupées (route, sentiers), les réseaux d'eau et d'électricité sont endommagés. Au-delà de la réparation des dégâts matériels, de la prise en charge des coûts et des enjeux de sécurité des biens et des personnes, se posent plusieurs questions quant à la possibilité d'une reprise professionnelle dans la vallée. Comment faire pour être en mesure de retrouver sa clientèle et pouvoir à nouveau offrir des prestations, le tourisme étant une source de revenus pour une majeure partie des professionnels sur ce territoire ?

Le dernier rapport du GIEC (IPPC, 2023) indique que le changement climatique a accru le risque d'événements extrêmes combinés (p.ex. de fortes précipitations), augmentant entre autres les répercussions négatives sur la santé, les écosystèmes et les infrastructures. En outre, une analyse sur les risques naturels dans le département de l'Isère, où se trouve le hameau sinistré, montre que les impacts des crues torrentielles sont en constante augmentation (en nombre d'événements) et que ces phénomènes font plus de dégâts et de perturbations que d'autres (avalanches, chutes de bloc) (Bisquert et al., 2025). Comprendre les effets d'un tel événement sur l'activité de travail des professionnels à l'échelle d'un territoire de montagne vise à pouvoir les soutenir pour mieux anticiper et atténuer les effets de la crise provoquées par de nouveaux risques émergeant liés au changement climatique. À l'heure actuelle, peu d'études en ergonomie ont été menées sur les impacts des risques naturels sur le travail et en milieu de montagne (Caroly et al., 2024). Cette recherche s'inscrit pleinement dans les nouvelles questions posées à l'ergonomie pour accompagner les transitions des organisations et les transformations de l'activité avec une approche territoriale (Le Bail et al., 2023).

3 ÉTUDIER LES EFFETS DE LA CRISE APRÈS UN ÉVÉNEMENT LIÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cet événement provoque une situation de crise dans la vallée du Haut-Vénéon, où se situe le village enseveli par la crue, au sens où elle conduit à une rupture du fonctionnement normal pour les personnes habitant et travaillant dans cette dernière. Reprenant la définition de la crise par Rogalski (2004), nous considérons que les acteurs interrogés traversent des situations de crise en étant confrontés à : « un événement, en général inattendu, dont les conséquences vont se développer dans le temps avec une dynamique qui peut être très rapide, en produisant des risques importants, qui dépassent les ressources préexistantes en termes de procédures, d'action et d'acteurs. » (p.532). Cette étude s'intéresse aux adaptations et à l'improvisation développée par ces professionnels face aux perturbations engendrées par cet événement, constituant ce que Cuvelier et al. (2024) nomment une « résilience par l'action ». Autrement dit, il s'agit de comprendre l'activité de gestion de situations de crise (Leulier, 2025) de professionnels se trouvant dans des situations imprévues possibles ou impensées (Cuvelier, 2011). Notre intérêt porte aussi sur les effets de ces situations de crise sur la santé des professionnels et la survie de leurs établissements à court et long terme. Comme le souligne Oufi (2025), les crises s'inscrivent dans la durée, génèrent des coûts importants peu visibles et différés amenant à un paradoxe, celui d' « une résilience construite au prix de la vulnérabilité » (p. 194). A l'échelle du territoire étudié, ce constat interroge la capacité des acteurs, pour la plupart des professionnels indépendants, à soutenir leurs efforts sur le long terme, sans basculer dans « une résilience usante » (Oufi, 2025). Il s'agit aussi de questionner les possibilités de soutenir durablement une activité de gestion de situations de crise, qui soit efficiente pour la préservation de la santé des professionnels (Leulier, 2025) et la survie économique de leurs établissements. Cette contribution vise à amener des pistes de réflexion sur les possibilités de développement de marges de manœuvre pour des professionnels liés à l'économie du tourisme.

[27] Plus de détails dans le rapport de rétro-analyse de l'événement de la Bérarde, site web de l'ONF : https://www.onf.fr/vivre-la-foret/%2B/246e::rapport-de-retro-analyse-de-levenement-de-la-berarde.html

4 MÉTHODOLOGIE

Cette étude s'inscrit dans une recherche plus large, intitulée COCRI, financée par l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT), portant sur la transformation du travail et de la santé des professionnels à la suite de cette crise, ainsi que les apprentissages collectifs avec les acteurs institutionnels (collectivités locales et services de l'État en lien avec ce territoire) pour gérer des événements extrêmes sur un territoire et les anticiper. Dans le cadre de l'étude sur une partie de la population, une dizaine d'entretiens semi-directifs ont été menés auprès de professionnels travaillant dans les secteurs de l'hébergement-restauration et du commerce alimentaire. Le recueil de données a ciblé entre autres des éléments sur le parcours professionnel, l'activité professionnelle et les modifications engendrées par l'événement, la gestion de la situation au moment de la crue et les jours suivants, la définition de ce qui fait « crise » et les moyens de prévention pour mieux le gérer, la définition de la santé et les stratégies pour se préserver.

Les entretiens ont été intégralement retranscrits et une analyse thématique a été réalisée sur ces derniers. Les principaux résultats de cette analyse ont été restitués aux personnes interrogées (lors d'une séance avec les professionnels qui ont pu être présents). Les résultats présentés ici proviennent de l'analyse de 10 entretiens de ces professionnels, ainsi que des échanges qui ont fait suite à la restitution auprès de ce groupe professionnel.

5 RÉSULTATSPendant et après l'événement, deux situations de crise identifiées par les professionnels

Deux situations de crise avec une temporalité différente peuvent être distinguées dans les propos des professionnels : à court terme, l'événement en soi et la gestion de ses impacts dans les jours qui ont suivi ; à long terme, l'incertitude sur l'habitabilité et sur l'économie du tourisme par suite des impacts de la crue dans la vallée. La première situation de crise est marquée par l'ampleur de l'événement auquel ils doivent faire face, sa dangerosité et son caractère impensable. La seconde est caractérisée par de nombreux questionnements sur l'avenir et la sécurisation de la vallée, de même que par une incertitude prononcée quant à la possibilité et aux conditions d'une reprise de leurs activités professionnelles, en particulier concernant l'accès de la clientèle à la vallée.

5.1.1 Gérer les clients et la sécurité dans une situation imprévue impensable

Le 20 juin 2024, sur demande du maire, une partie de la clientèle se trouvant au camping du village est évacuée dans la matinée en raison de la montée des eaux et par anticipation de la coupure de la route principale sur une zone à risques identifiée. Il ne s'agit pas d'une situation inhabituelle pour les professionnels concernés, les coupures étant relativement fréquentes sur les routes de montagnes en raison des chutes de pierre. Une douzaine de clients décident de rester sur place car ils n'emprunteront pas la route dans les jours qui suivent, leur séjour étant planifié pour 3 à 4 semaines sur place. Mais la situation ne s'améliore pas et leur évacuation du camping vers un endroit plus sûr, une auberge dans le village, se fait vers 17h comme le déclare la responsable du camping : *« Alors, on a des systèmes de radar pour surveiller la montée du torrent au niveau du pont du camping (...) Enfin, on a un système qui nous dit, là, c'est le moment d'évacuer. Sachant que c'est déjà arrivé aussi (...) Du coup, [Raymond et Anita28], qui sont les gérants de l'auberge, les accueillent. Et moi, je repars pour fermer tout le camping* » (C4). La situation devient inhabituelle au moment où il faut quitter les lieux pour des raisons de sécurité au cours de la nuit (vers 1h30 du matin pour une partie du village ; vers 4h30 du matin pour les autres) alors que le hameau est dévasté par une crue torrentielle qui coupe le village en deux.

La coupure de la route et l'évacuation anticipée des touristes liées à la montée des eaux du Vénéon au bas du village est une situation imprévue mais possible pour la plupart des personnes interrogées, habituées à vivre en milieu montagneux, comme le souligne la personne qui a géré l'évacuation du camping : "*Enfin, je veux dire, on est en montagne, hein. On prend des routes de*

[28] Les prénoms ont été modifiés pour garantir l'anonymat.

montagne. Les éboulements, c'est souvent, très souvent. Des coupures de route, c'est régulier. Donc, on a l'habitude, ouais" (C4). Elle devient imprévue et impensable lorsque la crue du torrent des Étançons qui traverse le village se produit, comme le raconte cette commerçante qui tient un gîte : « *C'est inimaginable un truc pareil. Le village de mes grands-parents. Ils sont encore là les bâtiments, moi j'y ai passé tous mes étés. Jamais je n'aurais pu penser être en danger (…) Mais on savait qu'il y avait des gros événements, je le voyais, mais jamais j'aurais pensé un truc pareil (…) Mais on ne peut pas s'imaginer qu'il y ait autant de mètres cubes qui dévalent (…) non ça c'est impensable* » (C5). Sur place, les gérants de l'auberge vont prendre en charge les clients du camping jusqu'à ce qu'ils soient évacués par hélicoptère le matin du 21 juin, tandis que d'autres professionnels (C4, C6) vont, en collaboration avec les secours en montagne, participer à trouver de nouvelles solutions pour se mettre à l'abri et avertir les autres personnes présentes sur place de la nécessité de quitter le village pour se mettre en sécurité. Le plan d'évacuation, qui prévoit notamment une mise à l'abri des personnes à l'auberge ou à la salle communale, est devenu caduc puisque le torrent à proximité déborde, il faut donc trouver d'autres endroits sûrs (le bâtiment du CAF (C6), puis des champs et pierriers en amont (C4), ou encore une colline adjacente (C9)). Il s'agit d'improviser et de trouver des alternatives pour se protéger durant plusieurs heures, en attendant de pouvoir être évacués par voie aérienne, dans un contexte extrêmement menaçant comme le décrit cette personne qui était sur place : « *Puis c'était des trombes d'eau qui déferlaient (...) Enfin il y avait vraiment une atmosphère là, qui a été assez paniquant. Je sais pas estimer, [il y avait] entre 50 et 60 [personnes], tous réunis (...) Puisque du coup on voyait une vague d'eau qui nous arrivait dessus. Et on est monté au-dessus du [bâtiment du] CAF dans les champs, les pierriers. En plus il pleuvait encore, il y avait un peu du tonnerre, donc il ne fallait pas qu'on reste sous les arbres. (...) Je dirais qu'il est 7 heures, entre 7 et 8 heures, et l'évacuation vers 11 heures [par hélitreuillage]. Donc en fait on a le temps de voir notre village se faire dévaster* » (C4).

En pleine nuit, les professionnels sont amenés à gérer des clients « paniqués », « désorientés », « dépassés » dans une situation devenant de plus en plus dangereuse comme l'explique ce restaurateur : « *Je descends, j'ouvre la porte du restaurant, je vois l'une de mes clientes qui est en train de hurler. Il y a de l'eau qui rentre jusqu'où je suis, alors que je suis au premier étage. À ce moment-là, je vois de l'eau partout. Je descends dans la chambre où j'avais des clients dont les volets étaient fermés pour les réveiller, pour les évacuer (...) Alors, quand ils ouvrent la porte-fenêtre, il y a déjà une vague qui rentre, qui les pousse vers le fond. Donc, je les attrape pour les évacuer* » (C9). Il est à peu près 1h du matin, il faut agir vite et trouver un lieu pour protéger la famille et les clients. Avec un groupe d'alpinistes voisins, ils s'abritent dans un premier endroit et s'arrangent pour éclairer le torrent avec les phares d'une voiture pour pouvoir anticiper dans quelle direction s'enfuir : « *On va se mettre à l'abri, enfin, dans un abri rudimentaire au [bâtiment voisin] en mettant une voiture avec les phares dans la direction de la rivière (...) Et on est à l'affût, en se disant que peut-être cette colline de montagnes va péter avec de la flotte qui va tout balayer. Et qu'il faut qu'on le voie puisqu'on est en pleine nuit, pour qu'on ait le temps de courir dans la bonne direction, tout simplement* » (C9). Le restaurateur appelle ensuite les pompiers, il appelle un élu qui se trouve à la mairie [de l'autre côté du torrent, à ce moment-là le village est coupé en deux par la crue] et qui est en contact avec la préfecture en vue de l'évacuation. Le restaurateur, sa famille, les clients et le groupe d'alpinistes décident ensuite de se rendre sur une colline adjacente, avant d'être hélitreuillés vers 11h dans une station de montagne de la vallée voisine.

Dans les hameaux en contrebas, il s'agit aussi de gérer la clientèle dans une situation particulière car la route d'accès à la vallée est bloquée. La propriétaire d'un gîte (C5) explique la prise en charge d'un couple très angoissé, bloqué dans son établissement, la dame ayant un traitement médicamenteux à suivre. La restauratrice est aidée par d'autres clients, puis elle réussit à intercepter les secours pour évacuer en urgence le couple par hélicoptère. Une autre restauratrice (C1) décrit la gestion des clients en panique et les solutions logistiques à trouver pour évacuer les personnes en véhicule (aller jusqu'à tel point, traverser à pied, être récupéré par un autre véhicule ensuite, etc.). Ainsi, si la gestion des clients reste au cœur de l'action de ces professionnels, elle se déroule dans des conditions et un état émotionnel bien différents : elle mobilise leur savoir-être en situation d'urgence

et impose des réponses nouvelles pour se protéger et protéger les clients, en dehors des dispositifs de sécurité prévus et des situations anticipées.

La plupart des professionnels interrogés sont des indépendants qui ne travaillent habituellement pas les uns avec les autres. Dans cette situation, ils se sont toutefois concertés et entraidés comme le décrit cette restauratrice : « *On a fait à manger parce qu'on est les seuls à avoir la gazinière, le feu de bois (…) Parce que les gens dans les gîtes, tout est électrique, et bien voilà, on a fait le ravitaillement pour certaines personnes dans les gîtes qui pouvaient pas se faire à manger et qui étaient restés là (…) Après on est un petit village, on se retrouve tous, on discute, on est tous affolés, on est tous inquiets. Les clients sont inquiets (…) ils sont super inquiets de savoir comment ils vont faire [pour rentrer chez eux].* » (C10). L'interconnaissance de ces professionnels a aussi pu participer à collaborer et trouver des solutions communes à de nouveaux problèmes temporairement engendrés par l'événement. Les différents récits des professionnels révèlent que des ajustements pour gérer les clients ont été faits au niveau individuel et au niveau collectif (entre eux, avec l'aide d'autres clients, avec d'autres professionnels (les secours) et les autorités (les élus, le maire)) au cours de l'événement et dans les jours qui ont suivi.

5.1.2 S'adapter malgré une forte *incertitude sur l'avenir et la sécurisation de la vallée*

D'importants travaux sont entrepris par le département pour remettre en état des tronçons de route abimés et les lits des cours d'eau qui ont débordés. Un système de navette est mis en place pour les saisons d'été (en août-septembre 2024 ; puis en juin-septembre 2025 allant de Bourg d'Oisans au hameau de la Bérarde) par la région. Malgré ces efforts, de multiples pertes ressortent dans les récits des professionnels : la perte de leur lieu de travail, de leur emploi saisonnier ou encore de leur revenu sur la saison d'été.

Si les personnes interrogées reconnaissent que les services publics ont agi sur certaines conséquences de l'événement (p. ex. la reconstruction de la route, la sécurisation de parties de la rivière, etc.) elles sont toutefois déroutées par le manque de réponses données sur l'avenir de la vallée, comme le formule cette hébergeuse-restauratrice à la question Qu'est-ce qui fait crise pour vous ? : « *Ce qui a fait crise ? La gestion d'après. Moi j'en veux beaucoup au département, aux services de l'Etat (...) La route est passée secondaire. Les rigoles ne sont pas nettoyées. Moi j'ai l'impression qu'on n'a plus envie qu'on soit ici. C'est vraiment un sentiment que beaucoup de personnes ressentent dans la vallée. Ouais la manière dont on nous traite*. » (C5).

Parmi les personnes interrogées, certaines ont perdu intégralement ou une partie de leurs lieux de travail (p.ex. leurs bâtiments dans le hameau). Pour trois d'entre elles (propriétaires de ces lieux), l'activité professionnelle est mise au second plan et la priorité devient de sauver les biens, comme l'explique le propriétaire de cet hôtel, cuisinier de formation : « *Je ne suis pas allé travailler, parce que mon métier me permet d'aller travailler ailleurs. Il fallait quand même penser à sauver nos biens (…) Donc moi, je vais vous dire, du mois de juillet avec pelle-pioche-brouette jusqu'au mois de novembre. Voilà. Et je ne suis pas le seul dans ce cas-là. Donc ça a été très, très intense, très physique* » (C6). D'autres personnes ont pu poursuivre une activité professionnelle durant l'été 2024 : un cuisinier a trouvé un autre emploi saisonnier dans une vallée voisine ; une gestionnaire d'hébergement a pu maintenir son contrat saisonnier et être réaffectée à d'autres tâches par son employeur (public). Ces professionnels s'adaptent : pour le premier, à un changement du cadre de travail (lieu de travail, employeur) ; pour la seconde, à un ajustement dans le contenu du travail. Deux personnes employant des travailleurs saisonniers déclarent par ailleurs avoir été contraints de réduire l'effectif (passer d'une équipe de 8-10 personnes à 3) ou de diminuer le temps de travail de leurs salariés (mis au chômage partiel) pour pouvoir poursuivre avec leur équipe. Dans le premier cas, les types de prestations ont été réduites et ajustées aux clients les plus importants (en nombre, en ancienneté) pour réussir à répondre aux demandes en étant plus que trois contre huit à dix habituellement.

Il existe une forte disparité dans les parcours individuels de ces professionnels, ce qui influence leur rapport à la perte et à l'incertitude. Une partie d'entre eux, héritiers de biens dans le village depuis plusieurs générations, voient la saison d'été comme une occasion de compléter leur revenu

professionnel annuel, mais aussi de retrouver la famille et les amis pendant les 2-3 mois passés sur place. Si elles sont très impactées sur le plan affectif, elles parviennent cependant à s'ajuster économiquement à la situation. D'autres professionnels (C9, C10) venus s'installer dans le village au prix d'investissement de capital et d'emprunt bancaire rapportent la précarité économique liée à la perte de leur commerce, les fins de mois difficiles et les craintes d'arriver à nourrir sa famille : *« Nous, on se retrouve avec 10 ans de remboursement d'emprunt à la banque alors qu'on a plus de rentrée [d'argent], on n'a plus de travail tous les deux, on s'est retrouvé sans travail à 50 ans passés, tous les deux… Après, il y a toutes les incertitudes liées aux perspectives futures, puisqu'on ne sait pas ce qu'il va en être, combien de temps ça va durer, donc l'incertitude totale (…) avant de comprendre que ça allait prendre des années, il y a eu une première réunion au mois de décembre [2024] et c'est à ce moment-là que j'ai compris qu'on n'aurait pas de réponse avant 2 ans, 3 ans, 4 ans.* » (C9). Cette diversité dans les situations individuelles est source d'incompréhension et de tensions entre les différentes personnes interrogées.

Au cours de la saison d'été 2024, les professionnels dont les infrastructures ont été épargnées et qui ont pu poursuivent leur activité subissent une importante perte économique mise en lien avec la baisse générale de fréquentation des clients dans la vallée. Celle-ci est estimée entre 25-30% à 80% du chiffre d'affaires annuel selon les cas. Quelques personnes expliquent avoir reçu des aides de la communauté de communes de l'Oisans et/ou des indemnisations de leur assurance dans le cadre de catastrophes naturelles. Ce soutien financier ne couvre cependant pas l'ensemble des pertes financières imputables à l'événement. Les professionnels continuent de travailler, s'adaptent à la clientèle qui s'est modifiée (p.ex. les ouvriers et les scientifiques au lieu des touristes), Ils composent avec la nouvelle situation où la circulation routière est contrainte et les livraisons s'effectuent différemment. Si les livreurs ont l'autorisation de passer chaque semaine, certains produits ne sont plus acheminés (p.ex. le pain frais). Une restauratrice indique qu'elle a désormais un temps de préparation du pain (cuisson) qui s'ajoute aux tâches matinales. Les activités professionnelles sont transformées et à l'échelle individuelle, chaque professionnel s'ajuste en fonction de ses ressources. Les relations avec l'office du tourisme se sont dégradées pour certains hébergeurs, les informations relatives à l'accessibilité à la vallée et les disponibilités de logement n'étant pas indiquées de façon suffisamment claire sur le site d'information touristique.

5.2 Endurer les effets sur la santé

Dans la situation de crise à court terme, nous relevons non seulement des effets sur la santé des professionnels qui ont vécu l'événement en étant sur place, mais aussi sur les personnes qui n'étaient pas sur place et qui ont dû gérer les conséquences de l'événement, comme l'illustrent les deux exemples suivants. Le premier exemple concerne un restaurateur qui parle du traumatisme engendré par le vécu de la catastrophe : *« Mais vous êtes en état post-traumatique donc vous avez énormément de stress. En réalité, vous ne comprenez même pas l'étendue du désastre et les conséquences à un niveau large du désastre (…) Alors, concrètement, par rapport à ce qui s'est passé, j'ai l'impression d'avoir vieilli 10 ans, en fait. Je mets des lunettes alors que je n'en mettais pas avant, j'ai des cheveux blancs partout alors que j'en avais un peu, mais pas beaucoup. Voilà, c'est ça déjà, dans un premier temps. Vous ne dormez plus... Parce que les six premiers mois, enfin maintenant ça va, je dors normalement, mais les six premiers mois, vous êtes à des niveaux de tension qui sont très, très élevés.* » (C9). Le second exemple concerne une restauratrice qui mentionne la fatigue liée à l'intensité des sollicitations durant les 15 jours suivants la catastrophe. Elle reçoit beaucoup d'appels téléphoniques de personnes qui prennent des nouvelles, elle répond aux médias. Elle en perd la voix le soir : « *Moi, je sais que le soir, j'avais plus de voix. Alors à force de répondre au téléphone, même... Puis vous êtes obligés d'être à l'écoute quand même de tous ces gens qui soit demandent des renseignements, soit vous témoignent de leur sympathie, vous racontent qu'ils ont vu les images à la télé, qu'ils ont l'habitude de venir là-haut. Il y en avait même, ils pleuraient au téléphone (…) Enfin vraiment, c'était impressionnant, quoi.* » (C1).

Dans la situation de crise à long terme, outre les efforts physiques liés aux travaux dans les mois qui ont suivi, une usure mentale lié au manque de clarté sur l'avenir de la vallée et à la difficulté à pouvoir s'y projeter en tant que professionnel est exprimée par une majorité de personnes. Cette professionnelle souligne que sa capacité à exercer un contrôle sur sa vie est empêchée : « *On subit. En fait moi j'ai l'impression d'être pris en otage et ne pas avoir la main quoi. Mais là pour l'instant les réponses, on ne les a pas quoi. C'est ça qui est dur, c'est qu'on n'a pas la main. On aimerait reprendre notre vie en main.* » (C4), tandis que ce restaurateur mentionne la lenteur de la réponse et ce flou qui empêche de se projeter dans un futur professionnel stable : « *Mais moi, dans mon cas, si l'État avait statué sur le sort [du hameau dévasté] en deux mois, ça aurait été... Là ça aurait été l'avancée. Parce qu'après on arrive à se projeter aussi. Moi, je ne sais pas du tout… Pour l'instant, j'ai appris à affronter psychologiquement la situation mais on ne sait pas du tout quelles vont être les conséquences, en fait (…) On ne peut absolument pas se projeter dans l'avenir, en fait. On n'a aucun élément* » (C9).

6 DISCUSSION ET CONCLUSION

Nos résultats montrent que les professionnels interrogés distinguent deux situations qui « font crise » ; la période de l'évènement en lui-même et de la gestion de ses conséquences dans les jours qui suivent, puis la période correspondant aux saisons d'été suivantes avec de nombreuses interrogations sur la possibilité de reconstruire un avenir professionnel pérenne dans la vallée. Ils soulignent également l'existence de stratégies d'adaptation de la part des professionnels pour réorganiser leur travail (baisse des effectifs, changement de locaux, etc.) et ajuster leurs prestations à une clientèle qui se modifie.

Notre analyse révèle aussi que les professionnels commerçants étudiés ont subi des pertes économiques et matérielles conséquentes, créant une forte incertitude sur la possibilité de poursuivre leur activité professionnelle. Les professionnels de ce secteur exercent pour la plupart en libéral et répondent aux effets de la situation de crise de façon individualisée selon les impacts de celle-ci et leurs moyens personnels (notamment leur capital économique et social). Dans ce contexte, les différences entre les situations inter-individuelles sont aussi sources de tension, entre les pertes visibles (liées aux bâtiments) et moins visibles (économiques, liées aux chiffres d'affaires et aux revenus). Autrement dit, si certaines personnes interrogées ont réussi à se réinventer professionnellement, d'autres ont tout perdu, doivent retrouver une activité et se reconstruire professionnellement. Cet écart peut expliquer les divergences interpersonnelles sur les priorités d'action à soutenir pour une « résilience par l'action » qui soit collective à la suite de la catastrophe. Les propos des professionnels interrogés révèlent certes des situations de concertations et d'entraide pour faire face à certaines situations (gestion des clients, gestion de la coupure énergétique) mais elles semblent plutôt liées à des enjeux de gestion immédiate de l'événement qu'à une habitude de travailler ensemble dans ce groupe de professionnels, qui n'apparait pas structuré à un niveau collectif.

Si les professionnels interrogés font preuve de résilience, dans le sens où ils sont capables de réagir et de s'adapter à la situation de crise et à ses conséquences, cette adaptation a toutefois des coûts importants sur leur santé (fatigue physique et mentale, usure), qui s'installent sur la durée avec la gestion de l'incertitude qui pèse désormais sur leur capacité à pouvoir poursuivre leur travail et à se projeter sur un avenir professionnel sécurisant. D'une part, nous retrouvons des éléments correspondants à ce qu'Oufi (2025) nomme une « résilience usante ». D'autre part, cela évoque les travaux d'Yves Clot qui ont montré que la préservation de la santé mentale passe par le pouvoir d'agir (2008) des sujets. Or, celui-ci apparaît empêché par le manque de clarté des services publics de l'État sur la possibilité de maintenir un accès à la vallée et d'y poursuivre une activité professionnelle avec des prestations de service dans le tourisme. Plus largement, cette communication vise à alerter sur la nécessité d'un soutien de ces professionnels face aux formes de vulnérabilités engendrées par de tels événements, malgré leurs adaptations.

4. REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche n'aurait pu être mené sans le financement et le soutien de l'Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT) et des différents partenaires engagés : le Pôle alpin risques naturels (PARN), le Syndicat national des gardiens de refuge et gîtes d'étape (SNGRGE) et le Syndicat national des guides de montagne (SNGM).

5. BIBLIOGRAPHIE

Bisquert, A., Mainieri, R., Carladous, S., Robert, Y., Giacona, F., Verry, P., & Eckert, N. (2025). La base de données événementielles RTM pour la connaissance des risques naturels en montagne : L'exemple du département de l'Isère (France). *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne]. URL: http://journals.openedition.org/rga/13719 ; DOI : https://doi.org/10.4000/137kf

Caroly, S., Weissbrodt, R., Ravanel, L., & Bodin, X. (2024). Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost: quels enjeux méthodologiques en ergonomie? *Activités*, (21-2).

Clot, Y. (2008). Travail et pouvoir d'agir. Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.clot.2008.01.

Cuvelier, L. (2011). *De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité: étude de la résilience en anesthésie pédiatrique* [Thèse de doctorat en ergonomie, Conservatoire national des arts et métiers].

Cuvelier, L., Decortis, F., & Falzon, P. (2024). Sécurité, complexité, imprévisibilité: apports et perspectives des travaux de Leplat. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 26(3).

IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth. Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J.

Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Le Bail, C., Chizallet, M., Prost, M., & Boudra, L. (2023). L'ergonomie au prisme du développement durable : accompagner les transitions des organisations et les transformations de l'activité. *Activités*, 20-2, pp.1-12 ⟨10.4000/activites.8789⟩. ⟨hal-04403791⟩

Leulier-Blanchard, M. (2025). *Retour d'expérience de la crise Covid-19 dans les services hospitaliers: activité de gestion des situations de crise et apprentissages organisationnels* [Thèse de doctorat en ergonomie, Université Grenoble Alpes].

Oufi, N. (2025). *Au fil des vagues de la crise de COVID-19: dynamiques de résilience et de vulnérabilité organisationnelles à l'hôpital et dans le secteur nucléaire*. [Thèse de doctorat en ergonomie, Conservatoire national des arts et métiers].

Rogalski, J. (2004). 32. La gestion des crises. In *Ergonomie* (pp. 531-544). Presses Universitaires de France.

Réseaux de gouvernance des risques naturels : une réflexion conjointe en géoingénierie et ergonomie

Rafaël Weissbrodt
Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis
rafael.weissbrodt@hevs.ch

Eric Bardou
Haute école d'ingénierie, HES-SO Valais-Wallis
eric.bardou@hevs.ch

Jessica Marques Pisoeiro
Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis
jessica.marques@hevs.ch

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Cette communication propose une réflexion théorique sur la gouvernance des risques naturels en montagne, fondée sur un échange entre géoingénierie et ergonomie. À partir de discussions menées, en Suisse, dans le cadre d'un programme de recherche interdisciplinaire, elle montre comment la combinaison d'approches *bottom-up*, centrées sur l'analyse de l'activité réelle, et *top-down*, ancrées dans le cadre conceptuel de la gouvernance des risques, permet d'enrichir la compréhension de réseaux incluant de multiples acteurs. L'analyse d'un réseau territorial impliqué dans la gestion des risques liés au réchauffement du permafrost illustre comment ce regard croisé met en évidence les rôles, tensions et complémentarités entre acteurs institutionnels, professionnels et citoyens. Cette approche intégrée ouvre des perspectives pour développer des outils d'analyse plus génériques et soutenir les démarches collaboratives nécessaires face à des problèmes complexes.

MOTS-CLÉS
risques naturels ; gouvernance ; réseaux d'acteurs ; interdisciplinarité ; résilience

1 INTRODUCTION

En ergonomie, la gouvernance des risques naturels est un thème récent, abordé de manière hétérogène selon les équipes de recherche. Par exemple, aux Philippines, des ergonomes ont travaillé sur la préparation de la population face aux typhons (Gumasing et al., 2022). Aux Etats-Unis, des études ont porté sur la perception des alarmes en cas de catastrophe (Miran et al., 2017; Sanni et al., 2024), ou encore sur la littératie par rapport au risque d'inondation (Ramasubramanian et al., 2019). La recherche francophone inclut des publications sur la représentation opérative du risque dans la gestion de feux de forêts (Rogalski, 2016), la formation à la résilience pour du personnel d'intervention (Ketelaars et al., 2024), la gestion des risques en montagne (Caroly et al., 2024; Weissbrodt et al., 2024), ou encore la résilience lors d'un black-out électrique (Marques Pisoeiro et al., 2022).

Pour appréhender les risques naturels, l'ergonomie peut s'appuyer sur son expertise dans la sécurité des systèmes sociotechniques (Daniellou et al., 2010) ou la gestion de la pandémie de COVID-19 (Krsmanovic et al., 2024). Toutefois, la discipline s'est construite sur l'analyse de l'activité à des échelles micro ou méso : la situation de travail, le fonctionnement de l'organisation, la conduite d'un dispositif technique, etc. La gouvernance des risques naturels implique de prendre en compte, en plus, des éléments de niveau macroscopique : territoires, réseaux d'acteurs et environnement au sens large. Ces dimensions commencent à faire l'objet de travaux en ergonomie (Béguin et al., 2021; Le Bail et al.,

2021). Par ailleurs, la complexité de ces risques implique des interventions conjointes avec d'autres professions (Head, 2022). Or, si l'interdisciplinarité est abordée depuis longtemps en ergonomie (Pacaud, 1970), la collaboration avec des spécialistes des risques naturels reste encore rare.

Dans ce contexte, cette communication présente une réflexion théorique sur la collaboration interdisciplinaire en matière de risques naturels en montagne. Les trois auteur·trices coordonnent, depuis 2025, un programme thématique de recherche sur la « résilience systémique et sociétale face aux risques naturels », réunissant des spécialistes en géosciences, géographie, ingénierie, informatique, ergonomie, psychologie du travail, gestion et travail social, au sein d'une institution académique suisse. Ce programme offre l'occasion d'apprendre à se connaître, de créer un référentiel opératif commun et de développer une approche holistique, dans un but de production de connaissances et de soutien aux acteurs de terrain. Ce texte se concentre sur la manière dont deux disciplines, la géoingénierie et l'ergonomie, se complètent pour enrichir la compréhension de la gouvernance des risques. Pour illustrer les apports théoriques, axés sur les notions de gouvernance des risques et de réseaux d'acteurs, nous mobiliserons des éléments tirés de nos expériences professionnelles, ainsi que d'une étude sur le réchauffement du permafrost (Weissbrodt et al., 2024).

2 CADRE THEORIQUE

2.1 Origine et définition de la gouvernance des risques naturels

Le processus de réduction des risques naturels et de mise en place d'une société résiliente est un problème complexe – un wicked problem au sens de Head (2022) – qui préoccupe les autorités et les législateurs depuis longtemps. Dans les pays d'Europe et au Japon, des interdictions d'exploitation de la forêt à l'amont des villages ont été édictées dès le XVe siècle. Le développement des textes normatifs a été influencé par l'histoire et le contexte propre à chaque pays, avec des avantages – une prise en compte précoce des risques –, mais également des inconvénients, tels qu'un développement vernaculaire sans vision d'ensemble. Par exemple, en droit suisse, la protection des zones urbaines contre les dangers naturels est réglementée à la fois dans les lois sur les forêts et sur les cours d'eau.

Plusieurs catastrophes ont montré les limites d'une gestion purement nationale ; il s'agissait notamment des tremblements de terre de 1962 en Iran (12'000 morts) et de 1963 en ex-Yougoslavie (plus de 1'200 morts). Ces événements ont poussé l'ONU à développer une approche intégrale de la gestion du risque, aboutissant à la création, en 1971, de l'United Nations Disaster Relief Office (UNDRO). Cet organisme a proposé une approche dédiée et plus ordonnée, pour la prise en compte des dangers naturels. La conférence internationale de Hyogo, en 2005, a posé les bases d'une gestion intégrale du risque. Cette vision a été reconduite à la conférence de Sendai, en 2015, servant jusqu'en 2030 de paradigme pour la mitigation des risques (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, n.d.). Le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015 – 2030, abrégé SFA, définit quatre actions prioritaires (United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2015) : (1) comprendre les risques de catastrophe, (2) renforcer leur gouvernance pour mieux les gérer, (3) investir dans la réduction des risques de catastrophe pour renforcer la résilience, et (4) améliorer l'état de préparation pour une intervention efficace et pour « faire et reconstruire mieux ». Cette communication se concentre sur les deux premières priorités.

La gouvernance du risque peut être définie comme le processus permettant de faire fonctionner un système humain à niveaux multiples, dans un cadre réel complexe. Elle doit permettre de prendre les bonnes décisions, en temps et en heure, dans un cadre légal donné et à différentes échelles spatiales (Benz & Eberlein, 1999; Renn, 2008). Elle doit aussi définir les domaines de compétence et rendre compte des décisions auprès des bénéficiaires. La base de la gouvernance du risque est un cadre légal prenant en compte les phénomènes dangereux. L'une des actions du programme-cadre de Hyogo consiste d'ailleurs à transférer adéquatement la connaissance des risques dans la législation, incluant non seulement des interdictions, des obligations et des responsabilités, mais également un cadre fiscal assurant le financement des activités et des mesures de réduction du risque (service météo, formation et équipement des pompiers, etc.). La gouvernance intégrale du risque permet d'assembler des actions dans un ordre cohérent et d'assurer la prise en compte des risques sur le long

terme. En intégrant la société civile, elle favorise le partage de connaissances, l'adoption de comportements adéquats, une connaissance plus complète du système socioéconomique bénéficiaire, et une co-construction d'une partie des solutions.

2.2 Processus de gouvernance du risque

La gouvernance du risque comporte quatre étapes formant un cycle : l'estimation, l'évaluation, la gestion et le monitoring (Figure 1). La boucle doit être parcourue au moins trois fois, sous un angle un peu différent. A chaque étape sont associés des outils, des méthodes et des spécialistes différents.

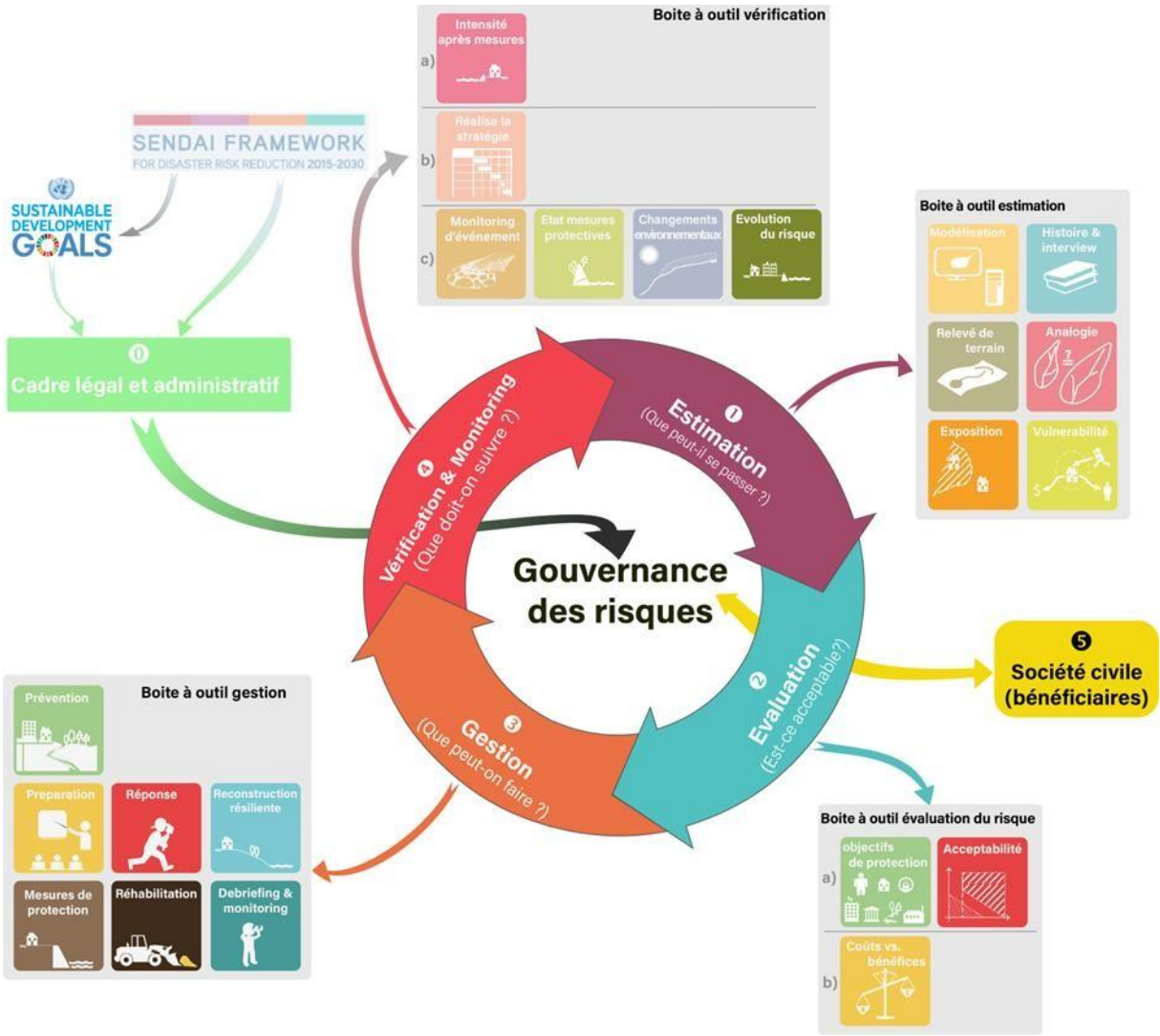


Figure 1 : gouvernance intégrale des risques. Les flèches représentent les flux d'information, avec l'indication de la boîte à outils pour chaque étape. Ce cycle se parcourt trois fois : i) positionnement du problème et ébauches des solutions ; ii) projet de réalisation de la solution retenue ; iii) opération de la solution sur le long-terme.

La première itération correspond à la priorité « Comprendre le risque », selon le SFA. Il s'agit d'identifier les phénomènes dangereux pouvant se produire, en incluant aussi les combinaisons et les effets en cascade sur les systèmes techniques. Selon l'étendue du danger et la connaissance de la vulnérabilité, le risque peut être quantifié. A partir de la connaissance des expositions et des coûts du risque, plusieurs combinaisons de solutions, permettant de couvrir tous les segments d'intensité, sont évaluées. La quantification permet de s'assurer que le coût de la variante retenue reste abordable et proportionné, afin d'en assurer la viabilité et la durabilité.

La deuxième itération représente la mise en œuvre de la variante retenue, dans un projet réalisable. Les impacts des phénomènes sont détaillés, sous la forme d'une simulation à l'échelle du territoire sur lequel on aura fictivement implanté les mesures. La présentation de cette solution auprès des acteurs politiques et industriels, ainsi que de la population, permet de travailler sur son acceptabilité. On entre ensuite dans une gestion classique de projet de réalisation. Finalement, on vérifie si la réalisation effective sur le terrain est conforme au projet, avec une réception des ouvrages et des exercices pour les forces d'intervention, afin de tester tous les éléments de la stratégie.

La dernière itération porte sur le suivi de la solution retenue. Elle consiste à surveiller l'évolution du risque, des phénomènes (p.ex. changements en lien avec le climat) et des aspects socioéconomiques (p.ex. construction d'une école dans la zone concernée). L'estimation de l'acceptabilité du risque peut ainsi changer et requérir des améliorations. Les composantes du système doivent être gérées sur le long terme, incluant une maintenance préventive des infrastructures, la formation des services d'intervention, ou encore l'information de la population. Enfin, un aspect crucial de la boîte à outils de gestion des risques repose sur le debriefing, lors d'événements (ayant causé des dégâts ou pas) survenant après la mise en œuvre des mesures, et lors des exercices de gestion et d'intervention. Leur évaluation dessine les adaptations nécessaires pour maintenir l'efficacité du système.

2.3 Analyse des rôles et activités dans la gouvernance des risques naturels

Face au changement climatique et à l'augmentation des catastrophes naturelles, les modes traditionnels de gestion des risques, fondés sur une approche hiérarchique et sectorisée, montrent leurs limites. Les autorités publiques s'orientent vers des formes de gouvernance en réseau, mobilisant une grande diversité d'acteurs publics et privés ; c'est en particulier le cas lorsque les risques relèvent de wicked problems, caractérisés par leur complexité, leur incertitude et l'absence de solutions définitives (Head, 2022). Au sein de ces réseaux, les acteurs présentent des profils, compétences et responsabilités variées : autorités locales, régionales et nationales, entreprises, milieux touristiques, éleveurs, citoyen.nes, etc. Leurs enjeux peuvent diverger, notamment entre impératifs économiques, sécurité des personnes et préservation de l'environnement, ce qui complique la coordination.

Dans cet esprit, le Cadre de Sendai recommande des modes de gouvernance hybrides, fondés sur la co-conception des solutions et l'apprentissage collectif. Toutefois, les connaissances restent limitées sur la manière dont les parties prenantes coopèrent concrètement. L'analyse ergonomique de l'activité apparaît dès lors particulièrement pertinente : elle permet d'étudier le travail réel des acteurs, leurs arbitrages, leurs contraintes et leurs interactions, et de mieux comprendre comment se construisent, au quotidien, la gestion et la prévention des risques. Dans une précédente publication (Weissbrodt et al., 2024), nous avons présenté une analyse de ce type, centrée sur la gestion des risques liés au réchauffement du permafrost alpin. Nous y avons montré comment l'analyse ergonomique pouvait mettre en évidence les rôles des acteurs impliqués dans la gestion des risques, leurs perceptions des phénomènes, leurs stratégies d'action et de collaboration, ainsi que leurs enjeux et champs de tensions. Dans la présente communication, nous reprenons une partie des résultats, comme base de discussion entre ergonomes et géoingénieur. Ensemble, nous avons cherché à répondre aux questions suivantes : Quels acteurs sont impliqués aux différentes étapes du cycle de gouvernance des risques ? Quels sont leurs rôles ? Au-delà de ces interrogations, l'objectif était d'amorcer un dialogue entre les deux disciplines, afin de comprendre comment elles peuvent se compléter.

3 METHODES ET MATERIAUX

Cette communication rend compte d'une démarche intellectuelle itérative, amenant les auteur-trices à expliciter leurs approches, à les comparer et à en identifier les complémentarités. Pour débuter, les ergonomes ont listé treize concepts, méthodes ou principes, qu'ils avaient mobilisés dans de précédents projets (Encadré 1). Dans un deuxième temps, ils ont formulé une question par élément,

et les ont adressées par écrit au géoingénieur. Par exemple, pour l'inter- et la transdisciplinarité, la question était la suivante : « En quoi la gestion des risques naturels nécessite-telle des collaborations interdisciplinaires entre ingénierie et sciences humaines, voire transdisciplinaires (c'est-à-dire impliquant aussi les collectivités locales, les habitants, etc., non seulement comme destinataires de mesures mais aussi comme co-producteurs du savoir) ?

Encadré 1 : concepts, méthodes ou principes mobilisés par les ergonomes

Concepts	(1) *Wicked problems* (2) Inter-et transdisciplinarité (3) Approche territoriale (4) Analyse de réseaux d'acteurs et de politiques publiques (5) Intérêt pour les acteurs de terrain (6) Relations entre niveaux micro, méso et macro (7) Résilience organisationnelle (8) Résilience communautaire (9) Approche sociotechnique
Méthodes	(10) Etudes prospectives versus rétrospectives (11) Méthodologie mixte (observations, questionnaires, entretiens, ateliers, simulation, etc.)
Principes et objectifs	(12) Approche développementale (13) Optimisation de la coopération dans des réseaux d'acteurs

Dans un troisième temps, le géoingénieur s'est approprié ces éléments et a répondu aux questions, à partir de son savoir disciplinaire et de ses expériences. Dans la phase suivante, les trois auteurs et autrice ont réuni des éléments proches, pour réduire la liste à cinq principes de collaboration interdisciplinaire en gestion des risques naturels : (1) modéliser les réseaux d'acteurs, (2) aborder une problématique territoriale aux niveaux micro-méso-macro, (3) considérer les interactions entre dimensions sociales et techniques, (4) soutenir le développement de processus de résilience, et (5) combiner approches bottom-up et top-down, en valorisant les savoirs de terrain. Ces principes sont décrits dans une autre communication du colloque (Marques Pisoeiro et al., 2026).

Pour terminer, nous nous sommes concentrés sur les principes 1 et 2, en analysant la gouvernance des risques naturels au travers des notions de réseaux d'acteurs et d'échelle. Dans ce but, nous avons repris des extraits du projet sur le permafrost alpin (Weissbrodt et al., 2024). Cette étude était fondée sur des entretiens avec 40 personnes – autorités, métiers de la montagne et population –, dans deux régions de France et en Valais (CH). Au travers de mises en situation concrètes via des objets intermédiaires (descriptions illustrées de plusieurs événements liés au permafrost et touchant diverses sphères d'activité en montagne), le guide d'entretien visait à identifier comment, dans leur activité, ces personnes étaient confrontées aux risques, quelles actions elles déployaient et avec quels acteurs elles collaboraient. Les données recueillies avaient été traitées de manière qualitative, en analysant les interactions entre les acteurs et en les articulant sous la forme de cartes de réseaux d'acteurs. Ces cartes indiquaient qui interagissait avec qui et sur quoi, offrant ainsi une compréhension fonctionnelle du réseau et une identification des champs de tension. Pour plus de détails, nous renvoyons les lecteurs et lectrices à la publication précitée.

Pour la présente communication, nous nous sommes concentrés sur la carte élaborée pour le Valais. Les ergonomes l'ont présentée au géoingénieur, qui l'a retravaillée à partir du cycle de gouvernance intégrale des risques (Figure 1). Le même code couleur a été utilisé, afin d'identifier les acteurs et les actions impliquées dans les quatre étapes du cycle. Par ailleurs, la représentation a été

simplifiée en réduisant le nombre d'acteurs et de flèches, et en enlevant les désignations des flèches, qui décrivaient les relations entre les acteurs.

4 RESULTATS

Le réseau du canton du Valais (Figure 2) montre le rôle central des administrations et, en particulier, de deux catégories d'experts. D'une part, les spécialistes du service cantonal en charge des dangers naturels (au centre, à droite) fournissent diverses formes de soutien (en partie en géoingénierie), suivi et supervision. D'autre part, les autorités communales en charge de la sécurité sur leur territoire reçoivent de nombreuses informations et demandes, symbolisées par des flèches entrantes, de la part de diverses parties. Ces deux catégories d'acteurs réalisent des tâches relevant des quatre étapes du cycle de gouvernance (estimation, évaluation, gestion et vérification/monitoring). De ce fait, ils disposent d'une vue d'ensemble sur la problématique. Autour de ces deux catégories gravitent d'autres experts, privés et publics : services cantonaux en charge des routes et de la sécurité civile, bureaux d'ingénieurs, scientifiques, services dédiés de la Confédération suisse, etc. Ces acteurs sont eux aussi impliqués aux quatre étapes, à quelques exceptions près (l'estimation des risques pour le service de la sécurité civile ; la gestion pour les chercheurs académiques).

Les professionnels de la montagne (guides, sauveteurs, gardiens de refuges) occupent une place secondaire ; ils jouent toutefois un rôle majeur dans la remontée d'informations, utile au monitoring. Des observateurs des dangers naturels (en haut à gauche), servent d'intermédiaires entre le service des dangers naturels et les autorités communales, qu'ils informent sur les phénomènes constatés sur le terrain (cf. la communication de Marques Pisoeiro et al., 2026, dans ce colloque). Les habitants et citoyens ont un rôle marginal ; ils ne se voient pas attribuer de fonction dans la gouvernance des risques, et n'estiment pas non plus en avoir une. Ils sont décrits comme des demandeurs et destinataires d'informations. Enfin, le schéma indique, en vert, quelques acteurs relevant de la dimension légale et administrative : les autorités judiciaires (enquêtes et jugements suite à des événements ayant fait des victimes), le service RH de l'administration cantonale (soutien juridique, assurantiel et psychologique au personnel confronté à des catastrophes) et les autorités politiques.

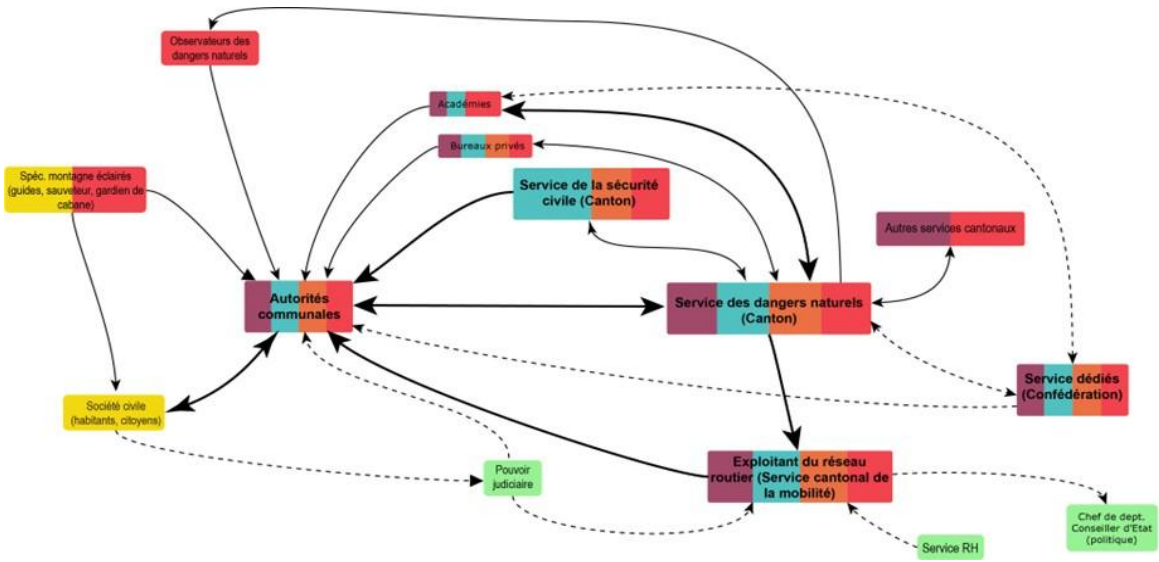


Figure 2 : réseau d'acteurs et leurs rôles dans la gouvernance intégrée des risques, simplifié et adapté de Weissbrodt et al. (2024). Vert = cadre légal et administratif ; jaune = société civile ; bordeaux = estimation ; bleu = évaluation ; orange = gestion ; rouge = monitoring. L'épaisseur des flèches renvoie à l'intensité des relations (du plus intense en trait continu épais, au plus faible en trait discontinu).

Au-delà de la modélisation graphique du réseau, la mise en commun des résultats de l'étude ergonomique et de la connaissance du géoingénieur a permis de compléter la description des collaborations et des tensions entre acteurs, en lien avec les caractéristiques du territoire et au-delà des seules questions liées au permafrost. Ainsi, dans le cas de deux communes dont la frontière passe au milieu d'un cours d'eau, la sécurisation de celui-ci nécessite la collaboration des deux autorités communales. Un autre exemple rapporté par le géoingénieur témoigne de la variabilité des situations : pour un même travail à réaliser dans deux communes de deux vallées à la géographie distincte, l'activité s'est avérée totalement différente. Dans un cas, il s'est agi d'un travail purement technique, conduit avec le service technique communal ; dans l'autre, l'activité a nécessité un accompagnement plus humain, en raison de tensions entre présidents de communes voisines. D'autres situations encore illustrent la pertinence de la notion de système sociotechnique, pour comprendre la gestion des risques naturels. Par exemple, la construction d'une plage de dépôt – ouvrage de génie civil visant la transformation du phénomène de crue – nécessite des mesures organisationnelles, telles que la surveillance par l'observateur des dangers naturels ou un technicien communal, et l'appel au service des travaux publics pour procéder à des vidanges. Dans le même ordre d'idées, la construction d'infrastructures de protection est à l'intersection d'enjeux contradictoires, par leurs coûts, leur emprise au sol, leur impact environnemental et la difficulté de modéliser des risques complexes.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette communication a rendu compte de la construction progressive d'un référentiel commun entre des ergonomes et un géoingénieur, en matière de gestion des risques naturels. Par une démarche itérative, des principes mobilisés par les ergonomes ont été mis en perspective avec un modèle de gouvernance des risques proposé par le géoingénieur. Des données issues d'un précédent projet de recherche ont été revisitées au travers de ce modèle et d'exemples tirés de l'expérience professionnelle de l'ingénieur. Les échanges ont conduit à formuler des principes qui, bien qu'ils aient été présentés dans la section « Méthodes et matériaux », constituent tout autant un résultat de cette collaboration. Ils ont illustré l'intérêt des notions décrites dans le cadre théorique, comme bases pour des projets interdisciplinaires entre ergonomie, ingénierie et, plus largement, géosciences : la complexité des wicked problems que l'Etat doit gérer (Head, 2022), la collaboration public-privé (Bezzola & Hegg, 2007), la gouvernance multi-niveaux (Renn, 2008), ou encore le cycle de gouvernance des risques. La représentation en « plat de spaghetti » (Figure 2) donne un aperçu de la diversité du réseau des acteurs impliqués dans la gouvernance d'un aléa naturel caractérisé par des événements rares, mais dont l'anticipation et la gestion nécessitent des interactions multiples et quotidiennes. Dans un contexte de restrictions budgétaires, mettre en évidence l'ampleur et la diversité des tâches de gouvernance des risques est une démarche porteuse de sens, pour les acteurs concernés.

L'analyse illustre la complémentarité des outils propres à chaque discipline. A partir d'entretiens fondés sur des mises en situation, les ergonomes ont cherché à rendre compte de l'activité, des rôles et des enjeux des différents acteurs, dans la gestion des risques naturels. Le géoingénieur a complété cette description en la reliant au cycle de gouvernance des risques et en l'illustrant par de nombreux exemples rencontrés sur le terrain. Ce regard croisé a permis de mieux décrire la problématique, première étape avant d'augmenter le niveau d'abstraction pour en faire une méthode d'analyse dans le cadre de la gouvernance des risques. L'approche multidisciplinaire nous a également conduits à adapter nos outils et concepts, dans les deux disciplines. L'approche bottom-up des ergonomes a amené le géoingénieur à modifier sa présentation générique de la gouvernance des risques, en mettant davantage en avant les bénéficiaires de cette gouvernance, soit les citoyens et la société civile en général. L'intégration de cette dernière, dans la Figure 1, résulte de ces échanges. En retour, les expériences du géoingénieur ont amené les ergonomes à nuancer leur vision de la participation des profanes à la gestion des risques. Il semble qu'il faille distinguer, d'une part, l'étude des phénomènes (chutes de pierres, laves torrentielles, etc.), qui relève des spécialistes et pour laquelle les tentatives de co-construction du savoir peuvent s'avérer contreproductives et, d'autre part, l'évaluation de la vulnérabilité et l'étude des solutions, pour lesquelles la transdisciplinarité est utile, voire nécessaire.

Bien entendu, cette démarche présente également des limites. Ainsi, il est difficile de représenter exhaustivement et de manière intelligible les interactions dans un réseau multi-acteurs, qui de plus diffère d'une région à l'autre (déjà à un niveau sub-national). L'analyse se fonde sur quatorze entretiens, et toutes les catégories d'acteurs n'ont pas été interrogées. Par ailleurs, il s'agit d'une première collaboration, qui a permis de construire un terrain commun, mais qui devra encore être développée. Du point de vue du géoingénieur, il s'agirait notamment de rendre le réseau d'acteurs plus générique, afin de disposer d'un canevas d'analyse applicables dans d'autres contextes. Dans une perspective ergonomique, analyser de manière plus précise les situations de travail permettrait d'accompagner les acteurs dans des démarches visant à renforcer leurs ressources et leur collaboration. Pour reprendre les termes de Béguin et Cerf (2024), le développement d'indicateurs pertinents, sur le travail des acteurs de terrain, servirait à mieux alimenter les prises de décisions sur le développement territorial. Enfin, cette collaboration s'inscrit dans une tendance, observée dans plusieurs universités alpines, à créer des groupes interdisciplinaires autour des risques ; c'est le cas, par exemple, de l'Institut des risques de l'Université Grenoble-Alpes ou d'Infra 2050 de l'Université Chambéry Savoie Mont-Blanc. Dans ce contexte, la réflexion présentée ici pourrait être transposée à d'autres disciplines ou d'autres activités complexes dans le domaine des infrastructures impactées par le réchauffement global. De l'avis du géoingénieur, la formulation de principes de collaboration interdisciplinaire, tels que présentés dans cette communication, pourrait faciliter le dialogue sur la gouvernance des risques, avec les autorités communales notamment. Les ingénieurs sont souvent seuls au front, auprès des acteurs locaux ; ils peuvent rencontrer des difficultés à traduire des notions d'ingénierie en éléments compréhensibles pour un public profane. Dans ce sens, la collaboration entre ingénierie, ergonomie et, plus généralement, sciences humaines et sociales, représente une voix prometteuse pour l'intermédiation avec les collectivités locales. Nous espérons que ces premières tentatives serviront de ferments à de futurs projets reliant nos disciplines.

6 BIBLIOGRAPHIE

Béguin, P., & Cerf, M. (2024). Developing ergonomic practices : From companies to territories. *WORK*, *77*(1), 317-320.

Béguin, P., Pueyo, V., & Casse, C. (2021). Réflexions sur les liens entre le travail humain et le développement durable. *Revue de Droit du Travail*, 307- 312.

Benz, A., & Eberlein, B. (1999). The Europeanization of regional policies : Patterns of multi-level governance. *Journal of European Public Policy*, *6*(2), 329- 348.

Bezzola, G. R., & Hegg, C. (2007). *Ereignisanalyse Hochwasser 2005 Teil 1* (Umwelt-Wissen Nr. 0707). Bundesamt für Umwelt BAFU.

Caroly, S., Weissbrodt, R., Ravanel, L., & Bodin, X. (2024). Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost : Quels enjeux méthodologiques en ergonomie ? *Activités*, (21- 2), Article 21- 2.

Daniellou, F., Simard, M., & Boissières, I. (2010). Facteurs humains et organisationnels de la sécurité. *Les Cahiers de la sécurité industrielle*, (2).

Gumasing, M. J. J., Prasetyo, Y. T., Ong, A. K. S., Nadlifatin, R., Persada, S. F., Gumasing, M. J. J., Prasetyo, Y. T., Ong, A. K. S., Nadlifatin, R., & Persada, S. F. (2022). Determining Factors Affecting the Perceived Preparedness of Super Typhoon : Three Broad Domains of Ergonomics Approach. *Sustainability*, *14*(19).

Head, B. W. (2022). *Wicked problems in public policy : Understanding and responding to complex challenges*. Springer International Publishing.

Ketelaars, E., Gaudin, C., Flandin, S., & Poizat, G. (2024). Resilience training for critical situation management. An umbrella and a systematic literature review. *Safety Science*, *170*, 106311.

Krsmanovic, B., Weissbrodt, R., Bürki, F., Fournier, C.-A., Glassey-Previdoli, D., Imboden, S., Pillet, L., Repetti, M., & Santos Mella, A. (2024). Developing good practices and organisational resilience during the COVID-19 pandemic : A retrospective qualitative case study in a higher education institution. *Safety Science*, *178*.

Le Bail, C., Cerf, M., & Yannou-Le Bris, G. (2021). La relocalisation des systèmes alimentaires dans les territoires : Quel cadre d'analyse en ergonomie ? *Activités*, (18- 2).

Marques Pisoeiro, J., Hannart, S., Krsmanovic, B., Piana, V., & Weissbrodt, R. (2022). Prévenir et gérer le risque de black-out électrique à l'échelle d'une région : Représentations et pratiques d'acteurs institutionnels et privés. *Actes du 56ème Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement. Genève, 6 au 8 juillet 2022*, 259- 265.

Marques Pisoeiro, J., Weissbrodt, R., & Bardou, E. (2026). Apports des savoirs de terrain dans un réseau expert : analyse interdisciplinaire de l'activité d'observateurs des dangers naturels. *13e Colloque EPIQUE : Agir en transition : les activités humaines entre ruptures et résilience*. Lorient, 7 au 10 juillet 2026.

Miran, S. M., Ling, C., James, J. J., Gerard, A., & Rothfusz, L. (2017). User perception and interpretation of tornado probabilistic hazard information : Comparison of four graphical designs. *Applied Ergonomics*, *65*, 277- 285.

Pacaud, S. (1970). L'ergonomie face aux grandeurs et aux difficultés de l'interdisciplinarité. *Le Travail Humain*, *33*(1- 2), 141- 158.

Ramasubramanian, M., Jinan, N., Retamero, R., Jenkins-Smith, H., & Cokely, E. (2019). Flood Risk Literacy : Communication and Implications for Protective Action. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *63*, 1629- 1633.

Renn, O. (2008). *Risk governance : Coping with uncertainty in a complex world*. Routledge.

Rogalski, J. (2016). Niveaux de représentation opérative du risque dans la gestion d'environnement dynamique (feux de forêt): *Bulletin de psychologie*, *Numéro 546*(6), 479- 484.

Sanni, T., Liu, Z., Lee, J., Song, W., Liu, J., & Shi, Y. (2024). Investigating the Impacts of Different Warning Modalities on Individual's Risk Perception and Response Behaviors Through a Virtual Reality Experiment. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. (Sage CA: Los Angeles, CA).

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). *Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe*. https://www.preventionweb.net/media/16177/download?startDownload=20260212

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (n.d.). *DRR and UNDRR's history*. https://www.undrr.org/ourwork/history

Weissbrodt, R., Caroly, S., Marques Pisoeiro, J., Ravanel, L., & Bodin, X. (2024). Roles and activities of local stakeholders facing Alpine permafrost warming : A comparative exploratory analysis of three contexts and networks of actors. *Climate Risk Management*, *44*, 100591.

SESSION THÉMATIQUE #5 :

TRANSFORMATION DES ACTIVITÉS COLLECTIVES

Les feedbacks d'équipe et leurs effets sur les dimensions affectives, cognitives et comportementales

Albane Pechard
Univ Rennes, LP3C (Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication)
albane.pechard@univ-rennes2.fr

Nicolas Michinov
Univ Rennes, LP3C (Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication)
nicolas.michinov@univ-rennes2.fr

Éric Jamet
Univ Rennes, LP3C (Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication),
eric.jamet@univ-rennes2.fr

Estelle Michinov
Univ Rennes, LP3C (Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication)
estelle.michinov@univ-rennes2.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

De nombreuses études ont étudié les effets du feedback individuel, mais beaucoup moins ont examiné les effets des feedbacks d'équipe. Cette étude vise donc à évaluer la sensibilité de l'échelle de perception du feedback d'équipe (*Team Feedback Perception Scale*) par les membres. Deux échantillons d'étudiant·es (psychologie et soins infirmiers) ont été mobilisés pour réaliser une tâche collaborative à partir d'une plateforme numérique et ont reçu un feedback qui portait sur la performance ou les processus de groupe. Les résultats montrent une perception globalement positive des feedbacks, avec des différences selon leur type : le feedback portant sur les processus est perçu comme plus utile que celui sur la performance. Les limites incluent l'absence de mesures comportementales, l'utilisation de questionnaires auto-rapportés et un échantillon déséquilibré concernant le genre. Des recherches futures devraient intégrer des mesures complémentaires et des échantillons plus diversifiés.

MOTS-CLÉS
feedback d'équipe, perception, travail de groupe, performance, processus

1 INTRODUCTION

Le développement des compétences collaboratives est aujourd'hui un enjeu majeur (Cherbonnier et al., 2024). Plusieurs recherches soulignent les bénéfices du travail collaboratif par rapport au travail individuel pour résoudre des tâches complexes. Toutefois, l'efficacité d'un groupe dépend de plusieurs facteurs comme le feedback délivré aux membres de l'équipe (Gabelica et al., 2012). Ce type de feedback qui fait suite à un travail en équipe a été peu étudié dans la littérature comparativement aux nombreux travaux sur le feedback individuel (Gabelica & Popov, 2020). Pour être efficace, le feedback doit être traité par l'individu (Lipnevich & Smith, 2022), et le fait qu'il soit perçu comme utile améliore les résultats (Brown & Zhao, 2023). La manière dont un feedback est perçu repose sur un modèle à trois dimensions : cognitive (compréhension et utilité perçue du feedback), affective (réaction émotionnelle au feedback) et comportementale (actions entreprises en réponse au feedback) (Lipnevich & Smith, 2022). Bien que des outils existent pour évaluer la perception du feedback

individuel, aucun ne couvre spécifiquement le feedback d'équipe, une absence soulignée dans la littérature (Gabelica et al., 2012; Popov et al., 2025). Deux types de feedback d'équipe existent : le feedback de performance, qui repose sur les résultats ; et le feedback sur les processus, qui concerne les dynamiques de groupe. L'impact de ces deux types de feedback peut dépendre de la manière dont ils sont perçus par les étudiant·es, et ils doivent être perçus comme positifs et utiles pour être efficace (Hagemann & Decius, 2024). Les deux études présentées visent donc à tester la sensibilité de l'échelle de perception du feedback d'équipe (Team Feedback Perception Scale) récemment conçue et validée (Pechard et al., 2025). L'objectif est d'examiner comment les deux types de feedback d'équipe (performance et processus) sont perçus par les apprenant·es, non seulement sur le plan cognitif, affectif et comportemental.

2 MÉTHODE

2.1 Participant·es

L'étude a impliqué deux échantillons d'étudiant·es. Le premier comprenait 166 étudiant·es en psychologie (147 femmes et 18 hommes) de 18 à 60 ans (Mâge = 20.69 ; E.T. = 4.46) réparti·es en 45 équipes de 3 ou 4 membres. Le second comprenait 128 étudiant·es en soins infirmiers (102 femmes et 26 hommes) de 18 à 49 ans (Mâge = 22.09 ; E.T. = 6.80) réparti·es dans 32 équipes de 4 membres.

2.2 Matériel et procédure

L'étude a été réalisée sur la plateforme ECC'IPE (Entraînement aux Compétences Collaboratives et Intervention sur PlateformE), durant laquelle les participant·es ont effectué une tâche de survie qui consistait à classer 15 objets par ordre d'utilité dans une situation de catastrophe. La procédure comprenait une phase individuelle (10 minutes maximum), où les participant·es réalisaient la tâche seul·e, suivie d'une phase collective (30 minutes maximum) où ils·elles travaillaient en équipe et échangeaient à l'aide d'une messagerie instantanée. Les participant·es étaient réparti·es aléatoirement dans deux conditions expérimentales. Dans la condition « feedback de performance », ils·elles recevaient un score d'erreur, correspondant à la comparaison entre leurs classements (individuel et d'équipe). Dans la condition « feedback sur les processus », les participant·es obtenaient des informations sur le niveau de participation de chaque membre, correspondant au nombre de messages envoyés dans la messagerie instantanée pendant l'activité collaborative. Les participant·es devaient ensuite répondre à un questionnaire en ligne sur la manière dont ils·elles avaient perçu le feedback et la session se terminait par un débriefing incluant la présentation du classement correct de la tâche et le feedback non reçu.

2.3 Mesures

La principale mesure concerne la perception du feedback d'équipe, mesurée à partir de l'échelle de perception du feedback d'équipe (Team Feedback Perception Scale ; Pechard et al., 2025) qui comprend 15 items à renseigner sur une échelle de Likert en 5 points (1 = Pas du tout d'accord à 5 = Tout à fait d'accord) répartis en 3 dimensions : affective (6 items, ex. « J'ai apprécié recevoir ce feedback »), cognitive (6 items, ex. « Ce feedback me donne des indications utiles sur la manière de progresser en équipe »), et comportementale (6 items, ex. « Je vais me resservir de ce feedback lorsque je devrais à nouveau travailler en équipe »). Certaines variables ont été contrôlées comme le score de performance obtenu lors de la tâche individuelle et le nombre de messages envoyés via la messagerie instantanée par chacun des membres du groupe pendant la phase collective.

2.4 Analyses statistiques

Les analyses ont été réalisées avec le logiciel Jamovi (version 2.3.28). Pour chaque participant·e, un score moyen a été calculé pour chaque dimension de la perception du feedback d'équipe. Des modèles linéaires mixtes (LMM) ont été réalisés pour comparer les perceptions du feedback d'équipe entre les deux conditions expérimentales (feedback de performance vs. processus). Des corrélations

entre variables ont été faites pour analyser les liens entre les différentes dimensions du feedback et la performance individuelle, d'une part, et le nombre de messages envoyés, d'autre part.

3 RÉSULTATS

3.1 Perception de l'efficacité de l'induction expérimentale

L'intervention expérimentale a été vérifiée dans les deux échantillons au travers d'une question au début du questionnaire, demandant aux participant·es le feedback reçu. Il apparaît que le type de feedback (performance vs. processus) a été correctement identifié, avec une différence significative entre les deux conditions dans les deux échantillons (test exact de Fisher, $p < .001$).

3.2 Perception des feedbacks d'équipe

Dans les deux échantillons, les résultats ont montré des perceptions globalement élevées pour les trois dimensions du feedback d'équipe (Tableau 1).

Tableau 1 : données descriptives pour les différentes dimensions de perception du feedback d'équipe reçu

	Perception affective	Perception cognitive	Perception comportementale
Premier échantillon			
Moyenne	3.38	3.20	3.21
Écart-type	0.71	0.85	0.77
Second échantillon			
Moyenne	3.15	3.48	3.28
Écart-type	0.65	0.90	0.72

Dans le premier échantillon, composé d'étudiant·es en psychologie, les résultats n'ont révélé aucun effet de la condition expérimentale sur les perceptions affective ($p = .428$) et comportementale ($p = .981$) du feedback d'équipe. En revanche, un effet significatif a été observé sur la perception cognitive ($p = .045$) avec des scores plus élevés dans la condition « feedback sur les processus » (EMM = 3.33) que dans la condition « feedback de performance » (EMM = 2.97). Par ailleurs, le nombre de messages échangés dans la messagerie instantanée a eu un effet positif sur la perception affective du feedback d'équipe ($p = .028$), mais pas sur la perception comportementale et cognitive.

Dans le second échantillon, composé d'étudiant·es en sciences infirmières, les résultats ont confirmé l'absence d'effet de la condition expérimentale sur les perceptions affective ($p = .140$) et comportementale ($p = .600$) du feedback d'équipe. Et ils ont également confirmé un effet significatif sur la perception cognitive ($p = .010$), avec à nouveau, des scores plus élevés dans la condition « feedback sur les processus » (EMM = 3.69) que dans la condition « feedback de performance » (EMM = 3.26). De plus, une relation négative a été mise en évidence entre le nombre de messages et la perception cognitive ($p = .005$), mais pas pour la perception affective et comportementale.

4 DISCUSSION

Cette étude a évalué la sensibilité de l'échelle de perception du feedback d'équipe (Team Feedback Perception Scale ; Pechard et al., 2025) chez deux populations, en explorant deux questions principales : comment les apprenant·es perçoivent les feedbacks d'équipe et cette perception diffère-t-elle selon qu'il s'agit d'un feedback d'équipe qui porte sur la performance ou sur les processus.

Les résultats révèlent que la perception cognitive d'un feedback d'équipe est plus élevée lorsque que le feedback porte sur les processus plutôt que sur la performance. La dimension cognitive de l'échelle évalue l'utilité perçue du feedback, nous pouvons donc supposer que les étudiant·es perçoivent le feedback sur les processus comme plus utile que le feedback de performance. Bien que ces observations confirment les travaux antérieurs (Hagemann & Decius, 2024; Harks et al., 2014)

suggérant que le feedback de performance est moins utile qu'un feedback sur les processus centrés sur les comportements, cette différence pourrait s'expliquer par une facilité de compréhension moindre dans l'interprétation du feedback sur les processus (basé sur le nombre de messages échangés), contrairement au feedback de performance, qui exige une comparaison complexe entre les classements individuel et collectif.

Plusieurs limites doivent être soulignées. L'absence de mesures comportementales limite l'évaluation du feedback sur les résultats ultérieurs. L'utilisation exclusive de questionnaires autorapportés, bien qu'indispensables pour mesurer la perception, peut introduire des biais. Enfin, la surreprésentation féminine dans les échantillons pourrait avoir influencé les résultats, en raison de compétences collaboratives généralement supérieures chez les femmes.

5 IMPLICATIONS PRATIQUES

Ces travaux suggèrent que, dans un contexte de travail collaboratif, il serait judicieux de ne pas se limiter à un feedback centré sur les résultats de l'équipe, mais d'accorder une attention particulière au feedback sur les processus en jeu. En effet, la perception de l'utilité d'un feedback influence directement la motivation des participant·es à traiter et agir sur les informations reçues (Hagemann & Decius, 2024). Des recherches futures devraient intégrer des indicateurs psychologiques (ex. stress, charge cognitive), enrichir le feedback sur les processus en fournissant des données sur la répartition temporelle ou la longueur des messages, ou à l'inverse, en simplifiant la présentation du feedback de performance. Ces approches permettraient d'affiner notre compréhension des mécanismes sous-jacents à la perception d'un feedback d'équipe pour en améliorer l'utilisation.

6 BIBLIOGRAPHIE

Brown, G. T. L., & Zhao, A. (2023). In defence of psychometric measurement: A systematic review of contemporary self-report feedback inventories. *Educational Psychologist*, *58*(3), 178–192. https://doi.org/10.1080/00461520.2023.2208670

Cherbonnier, A., Hémon, B., Michinov, N., Jamet, E., & Michinov, E. (2024). Collaborative skills training using digital tools: A systematic literature review. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1–19. https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2348227

Gabelica, C., Bossche, P. V. D., Segers, M., & Gijselaers, W. (2012). Feedback, a powerful lever in teams: A review. *Educational Research Review*, *7*(2), 123–144. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.11.003

Gabelica, C., & Popov, V. (2020). "one size does not fit all": Revisiting team feedback theories from a cultural dimensions perspective. *Group & Organization Management*, *45*(2), 252–309. https://doi.org/10.1177/1059601120910859

Hagemann, V., & Decius, J. (2024). Does feedback type matter? The superiority of process feedback over performance feedback in interdependent teamwork. *Learning and Instruction*, *93*, 101949. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101949

Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M., & Klieme, E. (2014). The effects of feedback on achievement, interest and self-evaluation: The role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, *34*(3), 269–290. https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785384

Lipnevich, A. A., & Smith, J. K. (2022). Student – feedback interaction model: Revised. *Studies in Educational Evaluation*, *75*, 101208. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101208

Pechard, A., Michinov, N., Jamet, E., Bouet, M., Mazenod, V., Zahouani, Z., Toumani, F., & Michinov, E. (2025). Development and validation of a scale to assess students' perceptions of team feedback in collaborative tasks. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1–19. https://doi.org/10.1080/02602938.2025.2536566

Popov, V., Gabelica, C., Tomaka, S., & Danciu, T. (2025). Making the invisible visible: How multisource feedback and guided facilitation affect team reflection. *Cognition, Technology & Work*. https://doi.org/10.1007/s10111-025-00835-4

« Transformation numérique » du travail judiciaire : quelle soutenabilité de l'activité collective dans un contexte de digitalisation du travail collectif ?

Morvan Noëmie
Le Cnam – CRTD
noemie.morvan@lecnam.net

Bobillier Chaumon Marc-Eric
Le Cnam - CRTD
marc-eric.bobillier-chaumon@lecnam.net

Gaudart Corinne
Le Cnam - LISE
corinne.gaudart@lecnam.net

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Cette communication s'appuie sur une recherche de thèse de doctorat, articulant psychologie du travail et ergonomie. Le contexte est une administration publique, dans laquelle le dialogue social est tendu sur les questions liées à la « *transformation numérique* ». Nous cherchons à explorer et à agir sur les enjeux de ces mutations informatiques, en termes de santé, de qualité et sens du travail, dans la perspective d'un travail soutenable (Docherty et al., 2002). Notre approche s'inscrit dans la clinique des usages (Bobillier Chaumon, 2016), qui vise à faire de la technologie un instrument d'expression, de transformation et de reconnaissance de l'activité, par une analyse située des conditions d'exercice du travail médiatisé. Des immersions ont été réalisées en juridictions, et les données recueillies ont été traitées par la méthode de l'étude de cas (Leplat, 2000) dans une approche qualitative et inductive. Les liens entre la digitalisation et les dimensions collective du travail, en particulier l'activité collective (Caroly, 2010) et son développement (Caroly & Barcellini, 2013), sont ici plus spécifiquement étudiés.

MOTS-CLÉS
numérique, digitalisation, administration publique, travail soutenable, activité collective

1 INTRODUCTION

Cette communication s'appuie sur les données d'une recherche-intervention réalisée dans le cadre d'une thèse de doctorat, articulant psychologie du travail et ergonomie. Le contexte est une administration publique, dans laquelle le dialogue social est tendu sur les questions liées à la « transformation numérique » - terme utilisé par l'institution - fortement accélérée ces dernières années. Nous cherchons à explorer et agir sur les enjeux de ces mutations informatiques, en termes de santé, de qualité et sens du travail, dans la perspective d'un travail soutenable (Docherty et al., 2002). Notre approche s'inscrit ainsi dans la clinique des usages (Bobillier Chaumon, 2016), qui vise à faire de la technologie un instrument subjectif d'expression, de transformation et de reconnaissance de l'activité et du métier, par une analyse située des conditions d'exercice du travail digitalisé.

2 PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE

2.1 Problématique

Dans cette communication, nous interrogeons en particulier les enjeux et les implications que font peser les dispositifs logiciels dits « métiers » sur l'activité de travail et le métier - selon sa conception modélisée par Clot (2008) - dans leurs dimensions collectives : dans quelle mesure ces dispositifs soutiennent-ils le travail et à quelles conditions peuvent-ils être des ressources pour le sujet et les collectifs de travail – de pairs ou inter-métiers - dans la perspective d'un travail soutenable. Autrement dit, dans quelle mesure ces instruments techniques participent au rayonnement, au développement et au renouvellement des pratiques et du métier (en rendant le travail vivant et protecteur), ou au contraire empêchent toute expression et émancipation subjective et intersubjective de l'individu au travail et par le travail (Bobillier Chaumon, 2026). En complément des autres études de cas composant la thèse, centrées sur le travail avec les concepteurs et mainteneurs des dispositifs informatiques, cette étude se centre sur les dimensions collectives du travail digitalisé des agents des services judiciaires : magistrat.es, greffières, adjointes administratives1, dans les différents collectifs de travail intra et inter-métiers que ces personnes composent.

2.2 Sélection des terrains

Dans une approche compréhensive et incarnée du travail, la question principale portant sur la santé des agents des juridictions, les analyses se devaient d'être centrées sur leurs activités de travail. Ainsi des immersions en juridiction ont été réalisées, auprès de professionnels exerçant les différents métiers cibles : magistrat.es, greffières, adjointes administratives. L'échantillonnage des juridictions a été discuté avec les commanditaires, afin de sélectionner les transformations de travail les plus avancées, et notamment celles visant une homogénéisation nationale.

Sur le type de procédure étudié, deux transformations digitales majeures ont été menées par l'administration centrale dans les quinze dernières années, avec une évolution progressive vers des procédures entièrement digitalisées, dites « nativement numériques ». La première visait à permettre un suivi numérique des actions sur les dossiers de procédures, par un applicatif national généralisé dans les juridictions, mais laissant cependant le dossier de procédure lui-même dans sa modalité papier. En complément, dix ans plus tard, la deuxième transformation a pour objectif de réaliser la transmission numérique du contenu des dossiers de procédures judiciaires entre tous les acteurs le long de la chaîne pénale (des services enquêteurs - police ou gendarmerie - qui reçoivent la plainte, aux services des greffes, puis au président du tribunal qui conduit les audiences, et enfin aux autres instances chargées de mettre en exécution les décisions de justice) avec l'utilisation de différents dispositifs logiciels métiers complémentaires. Les agents rencontrés et observés dans ces tribunaux ont été proposés par les chefs de juridiction, afin de comprendre les acteurs « maillons » de cette chaîne pénale, et d'appréhender comment les mutations numériques transforment leurs pratiques individuelles et collectives. La participation de ces agents s'est réalisée sur la base de leur volontariat, et en s'ajustant à leurs disponibilités temporelles, parfois fortement contraintes.

2.3 Méthodes de recueil et modes d'analyse des données

Lors des immersions en juridictions des recueils de données auprès des professionnels ont été réalisés, principalement par des entretiens (semi-directifs) et des observations (directes, de type papier-crayon en suivi immersif d'activité). Ces données ont ensuite été traitées par la méthode de l'étude de cas (Leplat, 2000), et complétées par des recueils complémentaires sur le terrain ou par de l'analyse documentaire, dans une approche qualitative et inductive. Dans ce contexte professionnel complexe qui mobilise de nombreux acteurs pour rendre les décisions de justice, nous cherchons à comprendre les incidences de la digitalisation sur les dimensions collectives et collaboratives du travail, ainsi que sur l'activité collective (Caroly, 2010) et son développement (Caroly & Barcellini, 2013).

[1] Ces deux professions étant très largement féminisées, nous utiliserons le genre féminin pour représenter ce fait.

La manière dont les dispositifs logiciels métiers soutiennent effectivement ces activités est analysée en situation, sur des cas de traitement de dossiers de procédures, en intégrant la réalité des fragilités, imperfections et dysfonctionnements de ces dispositifs technologiques. Les premiers résultats indiquent que les solutions logicielles répondent prioritairement à des préoccupations économiques, stratégiques et politiques, visant l'homogénéisation et l'accélération des décisions judiciaires, à destination des « justiciables », usagers de ce service public. Cependant le numérique apparait aussi comme un « irritant » (Morvan et al., 2025) pour nombre d'utilisateurs, avec ses dysfonctionnements récurrents qui empêchent, suspendent, déplacent l'activité (Clot, 1995), au risque d'incidences sur la santé de professionnels. De plus ces dispositifs sont susceptibles de générer des conflits d'articulations temporelles (Gaudart, 2016), car ils sont porteurs de leurs propres temporalités, dans un contexte déjà soumis aux fortes contraintes temporelles de la procédures pénale, et à la complexité des temporalités diverses des acteurs mobilisés. Les obstacles et « ennuis » sociotechniques liés aux fragilités de l'informatique (Denis & Pontille, 202) questionnent les possibilités d'agir des sujets, tant à travers l'organisation du travail déployée que par les instruments informatiques proposés (ou parfois imposés).

A l'inverse, Bobillier Chaumon (2026, à paraître) définit les conditions de la soutenabilité des dispositifs technologiques : ils devraient (i) offrir des conditions de travail respectueuses des individus et de leur modes de vie, leur permettant d'être acteur à part entière de leur activité (faire autorité dans son travail) ; (ii) doivent permettre au professionnel de prendre soin de son travail (qualité du travail), des autres (collectif soutenant et protecteur) et de son écosystème de vie (pouvoir agir en matière de transition écologique) ; (iii) être conçus pour s'inscrire dans la durée et être souples et évolutifs pour favoriser leur appropriation (durabilité des dispositifs) ; (iv) leur conception devrait reposer sur une approche anthropocentrée – fondée sur l'activité, inclusive et prospective. Ainsi, en référence à Clot (2008), une technologie soutenable devrait permettre à l'individu d'agir afin de « créer du milieu » pour y vivre et s'y affirmer. Le professionnel devrait pouvoir adapter / affecter son environnement sociotechnique afin d'éviter d'en être affecté négativement (en le subissant).

2.4 Résultats et discussion (non définitifs)

Le traitement des données est encore en cours pour cette troisième étude empirique de la thèse, qui cherche notamment à explorer le travail d'articulation mobilisé par les professionnels pour collaborer avec les dispositifs logiciels, pour permettre les articulations entre les dispositifs logiciels eux-mêmes, et entre ces dispositifs et les autres partenaires humains de travail, dans des temporalités multiples et potentiellement conflictuelles (Gaudart, 2016).

Les premiers résultats portent sur la compréhension des différentes formes de travail collectif et de collectifs de travail qui s'articulent le long de la chaîne pénale, par-delà la représentation fonctionnelle prescrite ne passant que par les magistrats successifs. En effet, remettre les agents des greffes à leur juste place dans le travail effectué sur les dossiers de procédures (numériques ou papiers) conduit à une perception plus large et plus complexe de la procédure pénale et permet d'appréhender la diversité des collectifs de travail : collectifs de pairs / de métier (notamment d'agents des greffes incluant greffières et adjointes administratives), collectifs inter-métiers larges (incluant plusieurs agents des greffes et plusieurs magistrats dans un même service appelé une « chambre »), collectifs inter-métiers restreints (binômes greffière-magistrat uniques, plutôt dans un « cabinet »).

Ensuite, nous soutenons que les dimensions collectives du travail – surtout pour les agents des greffes – se modifient profondément avec le passage du dossier de procédure papier au dossier numérique, dans l'ensemble de la chaîne judiciaire. En nous centrant sur l'activité des agents des greffes, nous avons pu repérer des modifications profondes du métier liées à la digitalisation du dossier. Celles-ci s'incarnent dans le développement de nouvelles règles de métier, plus ou moins partagées, ce qui conduit à des tensions dans les collectifs de pairs. Par ailleurs, l'appropriation des dispositifs numériques par les magistrats a des incidences sur le travail des agents des greffes, ceux-ci ayant pour missions de fiabiliser la procédure, de vérifier que le magistrat soit en possession du dossier complet et qu'il puisse communiquer les informations nécessaires aux autres partenaires, tâches qui

se sont complètement modifiées avec la digitalisation de la procédure. Dans ces collectifs inter-métiers des reconfigurations sont donc visibles, parfois au détriment des agents des greffes qui voient leurs préoccupations s'alourdir de celles de l'articulation du travail des magistrats à leurs outils numériques.

Enfin, nous questionnons l'amplification à venir de la transformation numérique et ses incidences sur le travail et la santé des agents. Ces analyses rejoignent la perspective transformatrice de la clinique des usages, abordant la technologie comme un levier d'analyse et d'intervention sur le travail et ses conditions d'exercice. L'ambition est de bien comprendre et corriger le travail actuel (celui qui se fait) pour mieux penser et se projeter dans le travail d'après (celui qui pourrait mieux se faire), en questionnant les conditions de la soutenabilité des technologies implantées.

3 BIBLIOGRAPHIE

Bobillier Chaumon, M.-É. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. Psychologie du Travail et des Organisations, 22(1), 4-21.

Bobillier Chaumon, M.-É. (2023). Psychologie du travail digitalisé : Nouvelles formes du travail et clinique des usages. Dunod.

Bobillier Chaumon, M. E., (à paraître, 2026) *De la soutenabilité des technologies à la vulnérabilité du/au travail : Une approche par la clinique des usages.* Dans C. Dalmaso, F. Debout-Cosme, & al. (dir.), *Le travail vulnérable.* Éditions de Cerisy.

Caroly, S. (2010). Activité collective et réélaboration des règles : Des enjeux pour la santé au travail [HDR].

Caroly, S., & Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. In *Ergonomie constructive* (p. 33-45). Presses universitaires de France.

Clot, Y. (1995). Le travail sans l'homme ? Pour une psychologie des milieux de travail et de vie. (La Découverte).

Clot, Y. (2008). Travail et pouvoir d'agir. Presses universitaires de France.

Denis, J., & Pontille, D. (2023). Fragilités matérielles. *Revue d'anthropologie des connaissances*, *17*(4). https://doi.org/10.4000/rac.31180

Docherty, P., Kira, M., & Shani, A. B. (Éds.). (2002). Creating sustainable work systems: Developing social sustainability (Second edition). Routledge.

Gaudart, C. (2016). Activity, time and itineraries: For the integration of multiple times in the ergonomic analysis of work. Le Travail Humain, 3(79), 209-232.

Leplat, J. (2000). L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie : Aperçu sur son évolution, ses modèles et ses méthodes. Octarès.

Morvan, N., Bobillier Chaumon, M.-É., & Gaudart, C. (2025). Les dysfonctionnements informatiques sont-ils seulement « irritants » ? Comment des bugs récurrents affectent l'activité et la santé d'agents d'une administration publique. *Activités, 22-1.*s

Analyser les situations de maintenance à distance dans un objectif de prévention. Questions théoriques et méthodologiques

Corinne Grusenmeyer
Institut National de Recherche et de Sécurité
Laboratoire de Recherche en Ergonomie Centrée sur les Activités et la Prévention
Département Sciences Appliquées au Travail et aux Organisations
corinne.grusenmeyer@inrs.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Sous l'influence conjointe de l'expansion d'un certain nombre de technologies et la volonté des entreprises de réduire leurs coûts et temps de maintenance, les situations que nous proposons de désigner sous l'expression de "maintenance à distance" se développent. Ces situations apparaissent peu définies et étudiées, alors qu'elles sont susceptibles de s'accompagner de modifications majeures de l'organisation du travail de maintenance, d'évolutions des métiers et pratiques des mainteneurs, et de leurs conditions de santé et sécurité. Aussi, cette communication vise, sur la base d'un examen de la littérature, à proposer une définition de ces situations de travail et un cadre d'analyse permettant de les appréhender. La problématique associée à l'une de ces situations, l'assistance d'un personnel à proximité de l'équipement à maintenir par un expert de maintenance à distance, est exposée. Enfin, un certain nombre de difficultés méthodologiques liées à l'analyse de telles situations, distribuées et distantes, sont discutées.

MOTS-CLÉS
maintenance à distance, organisation du travail, synchronisation, sécurité, prévention

1 INTRODUCTION

Les frontières spatiales, temporelles ou encore organisationnelles du travail d'aujourd'hui s'estompent, ce dont témoignent l'organisation réticulaire des entreprises (Le Coze & Dupré, 2022; Siemieniuch & Sinclair, 2014), le développement du travail nomade ou encore celui du travail à distance (Bobillier-Chaumon, 2023; Périssé et al., 2022; Ughetto et al., 2021). La fonction maintenance n'échappe pas à ces évolutions. Les situations que nous proposons de désigner sous l'expression de "maintenance à distance" se développent. Elles résultent :

- du souhait des entreprises de réduire leurs coûts et temps de maintenance et d'augmenter la disponibilité et la fiabilité d'équipements et installations de plus en plus onéreux et sophistiqués ;
- du développement d'outils, de capteurs, de technologies et de la digitalisation (internet des objets, capteurs dits "intelligents", visio-assistance augmentée…) ;
- des attentes de plus en plus fortes des clients en termes de rapidité, efficacité et transparence des interventions de maintenance ;
- mais aussi de la situation sanitaire liée à la Covid-19, et plus particulièrement de la période de confinement, cette dernière ayant précipité ces évolutions, puisqu'il s'agissait de continuer à maintenir les équipements et installations, tout en restreignant les interventions sur site.

En outre, les fortes tensions sur le marché du travail et les difficultés actuelles de recrutement des professionnels de maintenance pourraient accentuer cette tendance.

L'ampleur effective de ces situations reste difficile à appréhender. Il n'existe pas, à notre connaissance, de données relatives au nombre d'entreprises ou à l'effectif de salariés concernés par ces situations de maintenance à distance. Mais surtout, ces situations apparaissent peu définies et étudiées. La plupart des ressources sur le sujet sont issues d'articles de la presse professionnelle et grand public (par exemple, Weber, 2023), de webinaires ou sites web d'entreprises promouvant les solutions technologiques qu'elles ont mises en place ou qu'elles proposent à la vente. Des articles relevant de l'ingénierie traitent également de ce sujet. Néanmoins, ils sont généralement centrés sur les technologies mises en œuvre ou les modèles ou architectures qui leur sont sous-jacents (voir, par exemple, Li et al., 2022). Ces ressources utilisent des terminologies multiples (e-maintenance, data maintenance, maintenance connectée, prévisionnelle, etc.), dont les définitions ne sont pas toujours congruentes et généralement centrées sur un objectif de maintenance ou des technologies spécifiques, plutôt que sur les situations de travail elles-mêmes. Pour leur part, les études sur la digitalisation du travail ou le travail à distance (Bobillier-Chaumon, 2021; Pesole, 2023; Ughetto et al., 2021; Vayre, 2022) n'abordent pour ainsi dire pas ces situations de maintenance à distance. La littérature récente sur le travail à distance se focalise en effet fréquemment sur le télétravail (Organisation Internationale du Travail, 2020; Reader et al., 2023), notamment à domicile. Travail à distance et télétravail sont d'ailleurs souvent assimilés. Ainsi, les études scientifiques de ces situations de maintenance à distance, de l'organisation du travail de maintenance associée, des usages réels des technologies qui les soutiennent, ou encore, des ressources et des risques qui pourraient leur être associés, apparaissent rares.

Pourtant, si l'on peut anticiper que ces nouvelles situations de travail présentent certains avantages en termes de santé et de sécurité (réduction des déplacements professionnels, éloignement d'équipements et environnements dangereux, par exemple), elles sont également susceptibles de s'accompagner de modifications majeures de l'organisation du travail de maintenance, d'évolutions des métiers et pratiques des mainteneurs, et de leurs conditions de santé et sécurité. Il importe par conséquent de développer la connaissance des situations réelles de maintenance à distance, des organisations du travail associées, des ressources et risques qu'elles peuvent présenter, afin de proposer des mesures de prévention ad hoc.

Aussi, et sur la base d'un examen de la littérature, une définition de ces situations de maintenance à distance a été proposée. Elle sera, de même que le cadre théorique, évoquée dans un premier temps. Puis, la problématique associée à l'une de ces situations sera exposée. Enfin, un certain nombre de questions méthodologiques liées à l'analyse de telles situations de travail, distribuées et distantes, et aux modalités de l'intervention en entreprises dans de tels cas, seront soulevées.

2 ELEMENTS DEFINITIONNELS DE LA MAINTENANCE A DISTANCE ET CADRE THEORIQUE

A la lumière des éléments introductifs juste exposés, deux lignes directrices ont guidé l'élaboration de la définition des situations de maintenance à distance :

- une focalisation sur les tâches et activités des opérateurs, plutôt que sur le type de technologies utilisé. La perspective adoptée consiste à considérer qu'il n'y a pas de déterminisme technologique, i.e. les technologies ne sont pas intrinsèquement porteuses d'une organisation ou d'un modèle d'activité ; ce sont leur mise en œuvre, leurs usages organisationnels, collectifs et individuels en contexte qui sont déterminants (Bachellerie et al., 2022; Mias et al., 2020) ;
- la nécessité de considérer la distance dont il est question, i.e. les deux points qui définissent l'intervalle concerné (qui est à distance de quoi ?), ainsi que la nature de cet intervalle (de quelle distance s'agit-il ?). L'examen de la littérature sur le travail à distance révèle en effet que les deux points distants ne sont pas toujours clairement explicités et qu'ils peuvent varier en fonction des travaux. Il est tantôt question de la distance entre le travailleur et le site de son établissement employeur (cas du télétravail), entre les membres d'un groupe ayant une tâche à réaliser en commun (cas des équipes distribuées ou virtuelles), ou encore, entre le travailleur et l'objet de son activité (cas de la télémédecine ou du management à distance). Une grande diversité des acceptions du travail à distance est ainsi observée. Quant à la nature de cette distance, elle est le

plus souvent évoquée de façon implicite et réduite à la distance physique. Pourtant, la littérature fait état de distances de différentes natures.

Afin d'identifier la distance dont il était question et les tâches de maintenance susceptibles d'être concernées, les fonctionnalités des technologies décrites dans les ressources évoquées précédemment (articles de la presse professionnelle, d'ingénieurs, sites web d'entreprises, etc.) ont été examinées. En complément, un examen de la littérature scientifique sur les questions de distance et de proximité a été mené.

Les premières ressources permettent d'identifier différentes situations de maintenance à distance, dont le point commun est l'existence d'une distance physique entre les personnels assurant des activités de maintenance[30] et les machines, équipements ou installations à maintenir :

- le contrôle de l'état des équipements et la détection de défauts à distance. Des données sont acquises sur les équipements de travail, par exemple grâce à des capteurs. Elles sont transmises via un réseau vers des plateformes ou serveurs, dans lesquelles elles sont stockées et font l'objet de traitements grâce à différents modèles et techniques[31]. Les informations résultantes éventuellement complétées par des alertes (relatives à une valeur anormale d'une variable de l'équipement par ex), sont transmises via une application, un logiciel ou un SMS vers la tablette, le smartphone ou l'ordinateur des personnels de maintenance ;
- le diagnostic et pronostic à distance de l'état des équipements, grâce à des systèmes de maintenance prévisionnelle (Zwingelstein, 2019). Le principe est pour partie le même que le précédent, mais s'y ajoutent des modules de diagnostic, pour l'identification des causes de défaillances, et quelquefois des modules de pronostic (prévision de l'état futur de l'équipement et de sa durée de fonctionnement avant défaillance). Des recommandations, voire des prescriptions, des actions de maintenance à réaliser sont quelquefois adjointes. Ces différentes informations sont envoyées sur la tablette, le smartphone ou l'ordinateur des personnels de maintenance ;
- l'assistance par un expert de maintenance à distance. Des plateformes, applications de visioassistance ou technologies web d'assistance vidéo visent à permettre à un personnel sur place d'être assisté par un expert de maintenance, à distance physique de l'équipement en question. Ces technologies reposent sur une caméra communicante et le partage d'écran (sur smartphone, tablette, lunettes connectées…), auxquelles peuvent s'adjoindre différentes fonctionnalités (pointage, annotations, tchat, etc.). Les tâches de maintenance concernées sont susceptibles d'être variées, puisque dépendantes des demandes d'assistance de l'opérateur sur place.

La littérature relative aux concepts de distance et proximité fait pour sa part état, outre la distance physique, de distances de différentes natures, engendrées ou non par cette dernière, et susceptibles d'être pertinentes au regard des situations examinées ici. Ces différentes natures de distance sont présentées succinctement ci-dessous :

- la distance sensorielle. Elle a trait au fait que les différentes modalités sensorielles se distinguent selon qu'elles sont proximales ou distales (Trope & Liberman, 2010). Ainsi, tandis que l'odorat, le toucher et de surcroît le goût sont limités à l'environnement immédiat de la personne, la vue et l'ouïe sont des modalités sensorielles plus distales vis-à-vis des objets. La distance physique engendre ainsi de la distance sensorielle, i.e. elle ne permet plus, ou de façon partielle, l'usage des différentes modalités sensorielles[32], habituellement sollicitées par les mainteneurs ;
- la distance temporelle. Elle concerne le caractère synchrone ou asynchrone des interactions des individus avec un objet, un événement (Trope & Liberman, 2010) ou autrui (en référence à la notion de "dispersion temporelle" proposée par Michinov, 2008). Une importante asynchronie

[30] Il peut s'agir des techniciens, coordinateurs ou responsables de maintenance internes, contractants ou sous-traitants, ou encore personnels de production, de constructeurs ou concepteurs des équipements, dès lors qu'ils prennent en charge des activités de maintenance. Il est à noter que la réalisation de l'intervention elle-même (sa réparation, modification ou amélioration) nécessite, dans la plupart des cas, des interactions directes avec l'équipement.

[31] Techniques de traitement du signal, modèles statistiques, algorithmes de différente nature, par exemple.

[32] Cet usage est également déterminé par les possibilités offertes par la technologie.

est considérée amplifier les effets de la distance physique et nuire à une collaboration efficace, tandis qu'une importante synchronie atténuerait ces effets et faciliterait la coordination des différentes parties prenantes (Michinov, 2008) ;

- la distance interactionnelle. Evoquée sous des dénominations très variées selon les auteurs[33], cette notion se rapporte aux opportunités d'interactions avec autrui ou un objet, ainsi qu'à leur importance effective. Elle repose sur le constat, selon lequel un individu peut être physiquement proche d'un objet ou d'autrui, sans pour autant interagir avec lui. Elle est toutefois considérée dépendante de la distance physique, cette dernière ne favorisant pas la création de relations (Boschma, 2005). La distance interactionnelle nuirait à l'échange de connaissances tacites, aux savoirs mutuels et à l'action collective ;
- la distance organisationnelle. Elle renvoie à l'appartenance à des équipes, services ou entreprises différents, i.e. à la distance des acteurs d'un point de vue intra et inter-organisationnel (Rosanvallon, 2006). Il est ainsi question des liens organisationnels entre les différentes parties prenantes qui, lorsqu'ils ne sont pas étroits, entraveraient les interactions, du fait de règles, routines, objectifs différents, et contribueraient ainsi à exacerber les effets de la distance physique ;
- la distance fonctionnelle, encore appelée distance professionnelle ou cognitive. Elle fait référence à la diversité des connaissances, compétences, métiers, activités des personnels. Elle peut contribuer à des difficultés de communication ou de compréhension mutuelle (Boschma, 2005; Rosanvallon, 2006), rendre plus complexes les processus de synchronisation cognitive (Darses & Falzon, 1996) et, par conséquent, la constitution d'un référentiel opératif commun (De Terssac & Chabaud, 1990) ; et cela, d'autant plus que les personnels sont physiquement distants ;
- la distance psychologique. Ce concept, développé dans le cadre de la "*Construal Level Theory*" (Trope & Liberman, 2010), repose sur l'idée que les individus ne convoquent pas le même niveau de représentation d'un objet ou événement, selon qu'ils en sont proches ou éloignés. Lorsque les individus en sont proches sur les plans physique, temporel, social et au regard de leur probabilité d'occurrence, ces représentations seraient concrètes, détaillées et contextualisées, tandis qu'elles seraient abstraites, prototypiques, décontextualisées, lorsqu'ils en sont distants. À la lumière de ces travaux, les représentations des équipements de travail par les mainteneurs se différencieraient donc selon qu'ils en sont proches ou distants, physiquement, temporellement, selon la probabilité d'occurrence d'un événement relatif à cet équipement, mais aussi selon que l'intervention est menée par eux-mêmes ou un tiers et en fonction des caractéristiques de ce dernier ;
- la distance subjective ou vécue, i.e. l'appréciation subjective, la perception par chacun de sa propre distance à un objet, un événement ou à autrui.

Cet examen tend à souligner des relations entre distances de nature différente, de dépendance, compensation, accumulation. Il tend également à montrer que les effets de la distance physique peuvent être contrastés et dépendre de distances de nature différente.

À la lumière de ces éléments, la définition des situations de maintenance à distance proposée est la suivante : situations de travail dans lesquelles certaines activités de maintenance sont réalisées, alors que les personnels de maintenance ou assurant de telles activités se situent à une distance a minima physique[34] de l'objet de ces activités, c'est-à-dire les machines, équipements ou installations à maintenir, grâce à des moyens d'accès, d'action ou d'interaction à distance[35].

[33] "Distance fonctionnelle" (Michinov, 2008), "sociale" (Boschma, 2005), "communicationnelle" (Rosanvallon, 2006).

[34] La distance physique est considérée être plus qu'un éloignement des équipements ou une médiation des interactions : les salariés se trouvent dans des locaux ou sur des sites différents de ceux où se situent les équipements de travail et ne peuvent faire usage de leurs différentes modalités sensorielles, sans moyen d'accès, d'action ou d'interaction.

[35] La situation de référence (dite "par défaut") que l'Organisation Internationale du Travail (2020) préconise d'identifier pour définir le travail à distance, est ainsi ici celle où les activités de maintenance sont réalisées, alors que les personnels se situent à proximité physique des équipements à maintenir.

3 PROBLEMATIQUE. LE CAS DES SITUATIONS D'ASSISTANCE D'UN PERSONNEL SUR PLACE PAR UN EXPERT DE MAINTENANCE À DISTANCE

La problématique développée ici se focalisera sur un type de situations de maintenance à distance évoqué précédemment, celles où un personnel sur place est assisté pour la réalisation d'activités de maintenance par un expert de maintenance à distance. Ce choix résulte de différentes raisons, théoriques et relatives à la prévention des risques professionnels. Elles tiennent à :

- la nécessité d'une synchronisation cognitive, voire opératoire, entre l'expert de maintenance et le personnel sur place, pour assurer la sécurité de ce dernier ;
- l'opportunité qu'offrent ces situations d'examiner les effets de distances de nature différente, en fonction des interactants impliqués ;
- la possibilité d'appréhender la façon dont les risques liés à l'intervention sont gérés en fonction des situations d'assistance ;
- le fait que ces situations pourraient être particulièrement critiques pour la sécurité, puisque le personnel en mesure d'interagir directement avec l'équipement dispose a priori d'une expertise de maintenance moins importante, que celui qui l'assiste.

Nous nous proposons de nous focaliser plus spécifiquement ici sur les deux premiers points.

3.1 Nécessité d'une synchronisation cognitive, voire opératoire

Dans ces situations d'assistance, un personnel sur place, à proximité de l'équipement à maintenir, est donc assisté par un expert de maintenance à distance de ce personnel et de l'équipement, suite à une sollicitation du premier de ces personnels et grâce à une plateforme, application ou technologie web de visio-assistance, dont les fonctionnalités peuvent être plus ou moins perfectionnées.

L'opérateur sur place devrait ainsi disposer d'éléments de contexte relatifs à la situation de maintenance (environnement de l'équipement, manifestation de la panne, données du problème, personnels à proximité de l'équipement…). Sa proximité physique, et par conséquent sensorielle, de l'équipement lui permettent de prélever des informations sur ce dernier, sur la situation, et d'effectuer des actions sur l'équipement. En référence à la "Construal Level Theory" de Trope & Liberman (2010), sa représentation de la situation devrait être concrète, détaillée et contextualisée.

Au contraire, l'expert de maintenance à distance devrait disposer de peu d'éléments de contexte en début d'interaction avec le personnel sur place. Sa distance physique et, pour partie sensorielle de l'équipement, ne lui permettent de prélever que des informations partielles, essentiellement visuelles sur ce dernier (via la plateforme ou l'application), et n'autorisent pas d'actions de sa part. Il dispose par contre de connaissances sur ce type d'équipements, leurs pannes et leurs résolutions, et de compétences et savoir-faire de maintenance. Sa représentation de la situation devrait être, du moins au début de l'assistance, plutôt abstraite, décontextualisée et prototypique (distance psychologique ; cf. figure 1).

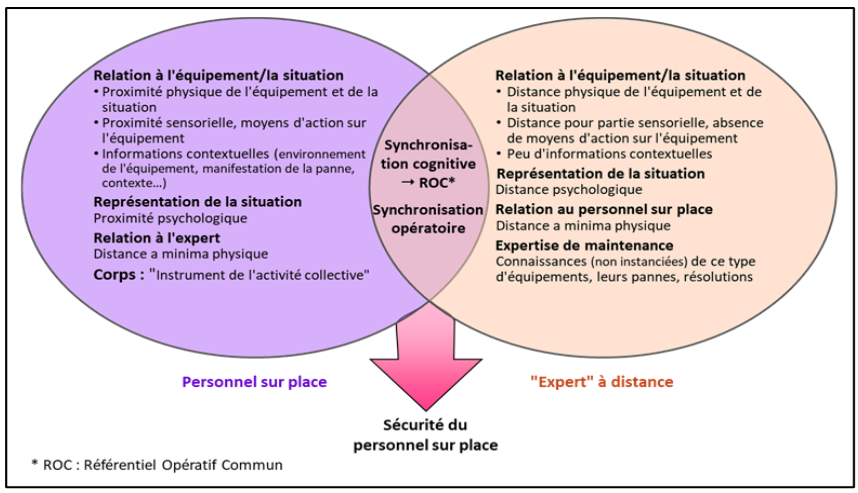


Figure 1 : représentation des situations d'assistance d'un personnel sur place par un expert de maintenance à distance

L'interaction entre ces deux personnels appelle par conséquent une synchronisation cognitive (Bachellerie et al., 2022; Caroly & Barcellini, 2013; Darses & Falzon, 1996), dont l'objectif est de construire un référentiel opératif commun (De Terssac & Chabaud, 1990). Cette synchronisation cognitive doit en particulier permettre aux parties prenantes "de s'assurer que chacun a connaissance des faits relatifs à l'état de la situation : données du problème, état de la solution, hypothèses adoptées, etc." (Darses & Falzon, 1996, p. 3). Dans le cas où l'assistance vise également à tester l'équipement dans le but, par exemple, d'effectuer un diagnostic, ou si elle conduit l'expert à accompagner la réalisation de l'intervention par le personnel sur place, une synchronisation opératoire devrait s'adjoindre à la synchronisation cognitive. La synchronisation opératoire vise notamment à se synchroniser sur le plan de l'action, à régler le séquencement, la coordination des actions à réaliser (Bachellerie et al., 2022; Caroly & Barcellini, 2013; Darses & Falzon, 1996). Elle donne lieu à des activités de coordination, qui peuvent être verbales ou non verbales. Le corps du personnel sur place est alors susceptible de devenir "l'instrument de l'activité collective" (Caroly, 2022, p. 15). De ces synchronisations cognitive et opératoire va dépendre la sécurité du personnel sur place, puisqu'à proximité de l'équipement et dans son environnement (cf. figure 1).

3.2 Adjonction de distances, processus de synchronisation et sécurité

En fonction des déclinaisons organisationnelles de ces situations dans les entreprises (assistance intra ou inter-entreprises, entre mainteneurs ou entre production et expert de maintenance, assistance d'un client ou d'un sous-traitant…), pourraient s'adjoindre aux distances physiques (assistéassistant, assistant-équipement/situation), des distances de nature différente. Par exemple, dans les cas où un technicien de maintenance serait assisté par un expert de son entreprise à distance (son responsable de maintenance ou un technicien expert), leurs interactions devraient se caractériser par une certaine proximité interactionnelle, une proximité organisationnelle et une proximité fonctionnelle. Ces personnels pourraient en effet être amenés à interagir fréquemment, ils appartiennent au même service ou département et à la même entreprise et devraient partager un certain nombre de compétences, savoirs et savoir-faire. Une certaine proximité psychologique de l'expert de l'équipement et de la situation pourrait être attendue, dans la mesure où ce dernier dispose probablement de connaissances relatives à cet équipement et à la situation, et a pu lui-même réaliser des interventions directes sur ce dernier. Par contre, dans les cas où un personnel de production serait assisté à distance par un expert d'une entreprise de maintenance ou du constructeur, des distances interactionnelle, organisationnelle et fonctionnelle sont attendues s'adjoindre aux distances physiques, et la distance psychologique de l'expert de la situation pourrait être importante. Ce dernier devrait disposer de connaissances sur ce type d'équipements, leurs pannes et résolutions, mais de peu d'éléments relatifs à cet équipement-là, dans ce contexte précis. Ces personnels ne devraient pas être amenés à interagir fréquemment, ils n'appartiennent pas aux mêmes entreprises, et disposent de fonctions, connaissances et savoir-faire différents.

Or, les activités de synchronisation cognitive varient en fonction du volume de connaissances partagées (Bachellerie et al., 2022; Darses & Falzon, 1996). La constitution du référentiel commun "est complexe et longue lorsque les opérateurs ont des modèles mentaux hétérogènes, c'est-à-dire s'ils ne partagent que peu de connaissances ou s'ils n'ont pas eu l'occasion de sédimenter des stratégies opératoires" (De Terssac & Chabaud, 1990, p. 124). Elle est d'autant plus difficile que les membres du groupe ont des spécialités ou des formations différentes. Aussi, lorsque s'ajoute à la distance physique, des distances interactionnelles, et surtout organisationnelle et fonctionnelle, la synchronisation cognitive et la constitution du référentiel opératif commun pourraient être plus délicates. Ce dernier est déterminant pour "interpréter plus facilement et plus correctement les actions et les communications de l'autre" (Leplat, 2001, p. 10), i.e. pour la synchronisation opératoire, et par voie de conséquence, pour la sécurité du personnel sur place. Dit autrement, alors que les proximités fonctionnelle, organisationnelle et interactionnelle sont susceptibles d'atténuer les effets de la distance physique, ces effets seraient accentués par de telles distances, et l'accumulation de ces

distances seraient délétères. Ces questions nous paraissent d'autant plus importantes que, si ces situations d'assistance peuvent présenter des avantages potentiels, elles conduisent néanmoins, comme souligné précédemment, à ce que ce ne soit plus le personnel le plus expérimenté, ou maîtrisant les gestes professionnels, qui intervienne, ce qui peut être source de risques.

Il importe, par conséquent, de développer la connaissance de ces situations réelles d'assistance, des organisations du travail associées, et des risques potentiels qu'elles pourraient présenter par des analyses sur le terrain ; mais aussi, eu égard aux déclinaisons organisationnelles diverses auxquelles ces situations peuvent donner lieu, d'appréhender les conséquences des différentes natures de distance sur les activités réelles des parties prenantes et leur sécurité, de façon à proposer des mesures de prévention adaptées.

4 QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES LIÉES À L'ANALYSE DES SITUATIONS DISTRIBUÉES ET DISTANTES

Les évolutions récentes des modèles organisationnels des entreprises, via la transformation numérique, le développement du travail à distance ou encore le fonctionnement en systèmes de systèmes, modifient les activités des salariés, celles-ci étant de plus en plus dématérialisées, dispersées, fragmentées, éphémères, déspatialisées ou encore distribuées (Lutumba et al., 2025). Elles interrogent par voie de conséquence les pratiques des ergonomes à double titre, du point de vue des modalités de l'intervention en entreprises et du point de vue de l'analyse de ces situations. C'est le cas des situations d'assistance à distance, examinées ici.

Pour ce qui est de la collecte des données sur le terrain, l'analyse de ces dernières situations est délicate, pour différentes raisons. D'une part, elles impliquent, par définition, deux locaux ou deux sites différents, voire deux entreprises ; en outre, l'un de ces deux sites ou entreprises (celui ou celle dont les observateurs seront distants) peut ne pas être connu à l'avance, si ce n'est dans le cas d'une assistance interne à l'entreprise exploitant les équipements, si les activités de certains salariés sont dédiées à l'assistance de leurs collègues. D'autre part, les besoins, et par conséquent les situations, d'assistance sont imprévisibles ; elles peuvent être très ponctuelles et relativement rares, selon le contexte particulier, les difficultés rencontrées, ou encore, l'expertise des personnels sur place. En outre, dans le cas d'une assistance d'un personnel par un expert de maintenance extérieur, un de ces salariés, de même que son établissement employeur, ne pourront être connus a priori. De plus, les interlocuteurs assistés par un même expert de maintenance sont susceptibles d'appartenir à de multiples entreprises.

Il résulte de ces éléments plusieurs difficultés. Par exemple, ces situations ne pourront être analysées à la fois du point de vue du personnel assisté et de celui l'assistant, sauf dans le cas de certaines assistances menées au sein du même établissement, si chacune des parties prenantes peut être identifiée en amont. Pourtant, ce double point de vue est garant de l'objectivité des analyses et important à considérer, lorsque les situations de travail relèvent de la coproduction. Pour pallier cette difficulté, une option consiste à tenter de collecter des données à la fois depuis le site d'entreprises ayant recours à de l'assistance et depuis le site d'entreprises ayant une mission d'assistance. Il n'en reste pas moins que cette collecte ne portera pas sur les mêmes situations et implique une multiplication des interventions en entreprise.

Concernant l'imprévisibilité des situations d'assistance, leur caractère ponctuel et possiblement rare, la recherche de terrains d'étude pourrait être orientée vers des entreprises ayant une mission d'assistance, par exemple des entreprises de maintenance ou des constructeurs d'équipements ayant un service d'assistance, de façon à favoriser l'opportunité d'observer de telles situations. Cette option conduit néanmoins à orienter la collecte de données plutôt vers les activités de l'expert à distance que vers celles du personnel assisté, alors même que c'est davantage la question de la sécurité de ce dernier qui se pose. Pour pallier au moins partiellement cette difficulté, il est envisagé de compléter, dans un deuxième temps, les analyses sur le terrain depuis le site d'entreprises ayant recours à de telles assistances, comme souligné précédemment.

L'analyse de ces situations soulève également des questions quant à l'intervention en entreprises elle-même et à la gestion de cette intervention. Par exemple, comment recueillir le consentement libre et éclairé de participation à l'étude des salariés distants de l'ergonome, alors même que ces derniers peuvent ne pas être connus a priori et que ces situations d'assistance en maintenance sont le plus souvent très fortement contraintes temporellement ? Dans le cas d'observations filmées des situations d'assistance, y compris de ces salariés distants, comment recueillir leur autorisation d'enregistrement de l'image et de la voix ? Les interventions en entreprises à l'initiative de l'INRS nécessitent la réalisation d'un accord de partenariat avec ces entreprises, fixant les modalités de l'intervention ou encore les conditions déontologiques et d'exécution du partenariat. Ces interventions sont en outre menées dans le respect de la réglementation relative à l'intervention d'entreprises extérieures sur site, nécessitant une coordination des mesures de prévention (visite préalable, plan de prévention…), dont l'objet consiste à prévenir les risques d'interférences entre les activités, les installations et matériels des différentes entreprises présentes sur un même lieu de travail. Dès lors que les situations d'analyse visées peuvent impliquer plusieurs entreprises, dont une partie est distante et susceptible de ne pas être connue a priori, comment gérer ces différents aspects ?

Ces différents éléments ont fait l'objet d'une première réflexion avec les juristes de l'INRS. Elle a entre autres permis d'élaborer un premier document allégé comprenant une présentation de l'étude et la note d'information sur les droits des participants à une recherche non biomédicale, ainsi qu'un second document synthétique, fusionnant le formulaire de consentement de participation à l'étude et l'autorisation d'enregistrement de la voix et l'image. Elle a également permis d'établir les grandes lignes d'un protocole d'observation de ces situations d'assistance, permettant de gérer ces aspects, notamment au regard des personnels distants des observateurs. Ce protocole sera à affiner en fonction des terrains d'étude, et notamment des spécificités des situations d'assistance en question (intra ou inter-entreprises, par exemple).

Les perspectives concernent les études sur le terrain. Il est envisagé de mener des études dans deux, voire trois, entreprises se distinguant selon le type de situations d'assistance, et par conséquence, selon les natures de distance en jeu. Les méthodes de collecte et recueil des données consisteront, dans une première phase, en des entretiens semi-directifs avec différentes parties prenantes. Ils porteront notamment sur les motivations du recours à ces situations d'assistance, l'organisation de la maintenance mise en place, ou encore, les avantages et inconvénients perçus de ces situations. Dans une deuxième phase, des observations instrumentées (enregistrements audiovisuels) de situations d'assistance, permettant de collecter les dialogues d'assistance, activités et actions de chacun des interactants, seront, autant que faire se peut, effectuées. À l'issue de chaque situation d'assistance, un débriefing avec le personnel de l'entreprise, sur le site de laquelle l'ergonome se trouvera, sera si possible mené. Ces débriefings viseront, d'une part, à recueillir des éléments d'explicitation de la situation d'assistance juste survenue, et chercheront, d'autre part à appréhender les différentes natures de distance qui étaient en jeu, notamment celles difficiles à saisir directement, telles que les distances interactionnelle ou subjective. Un tel debriefing sera, autant que faire se peut, réalisé a posteriori, avec le personnel distant de l'ergonome, dans le cas d'une assistance intraentreprise. Dans le cas d'une assistance inter-entreprises, un tel débriefing ne pourra pas, dans la plupart des cas, être réalisé (il nécessiterait un accord d'intervention avec chacune des entreprises distantes). Il pourra néanmoins être envisagé dans le cas d'interlocuteurs distants récurrents (client important par exemple).

5 CONCLUSION

Les questions théoriques et méthodologiques évoquées dans cette communication nous semblent importantes à soulever dans le cadre d'une étude de ces situations de maintenance à distance, mais aussi de façon plus générale, au regard des évolutions des modèles organisationnels des entreprises évoqués précédemment. Les analyses en situation devraient permettre de mettre à l'épreuve le cadre théorique, ou tout au moins, certaines composantes de ce cadre. Les questions méthodologiques, en vue de l'analyse des situations examinées ici, doivent donner lieu à une poursuite

de la réflexion menée en collaboration avec les juristes. Mais il nous semble qu'elles interrogent également de façon plus globale l'ergonomie, et plus particulièrement les interventions des ergonomes en entreprises, au risque que ces derniers s'éloignent de l'analyse des activités réelles de travail, notamment dans le contexte actuel, où les questions liées à l'éthique et à la réglementation (RGPD, droit à l'image, participation à une recherche non biomédicale…) se posent de façon accrue.

6 BIBLIOGRAPHIE

Bachellerie, C., Gaudart, C., Petit, J. (2022). L'analyse des usages de technologies digitales dédiées à la synchronisation : intérêts pour l'étude d'une transformation organisationnelle dans l'ingénierie de conception automobile. *Relations industrielles, 77*(3), 1-17. https://doi.org/10.7202/1094213ar

Bobillier-Chaumon, M.-É. (2021). *Les transformations digitales à l'épreuve de l'activité et du travail. Comprendre et accompagner les mutations technologiques émergentes*. ISTE Editions.

Bobillier-Chaumon, M.-É. (2023). *Psychologie du travail digitalisé. Nouvelles formes de travail et clinique des usages*. Dunod.

Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies, 39*(1), 61-74. https://doi.org/10.1080/0034340052000320887

Caroly, S. (2022). *Le corps et la gestion des risques dans l'activité collective*. Octarès.

Caroly, S., Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie constructive* (pp. 33-46). PUF.

Darses, F., Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. De Terssac & E. Friedberg (Eds.), *Coopération et conception* (pp. 123-135). Octarès.

De Terssac, G., Chabaud, C. (1990). Référentiel opératif commun et fiabilité. In J. Leplat & G. De Terssac (Eds.), *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes* (pp. 111-139). Octarès.

Le Coze, J.-C., Dupré, M. (2022). Safety as a network, digital and global reality. *Safety Science, 156*, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105896

Leplat, J. (2001). La gestion des communications par le contexte. *Perspectives Interdisciplinaires Sur le Travail Et la Santé, 3-1*. https://doi.org/10.4000/pistes.3755

Li, Q., Yang, Y., Jiang, P. (2022). Remote Monitoring and Maintenance for Equipment and Production Lines on Industrial Internet: A Literature Review. *Machines, 11*(1). https://doi.org/10.3390/machines11010012

Lutumba, P., Bobillier-Chaumon, M.-É., Miossec, Y. (2025). From Intervention to Research: Transforming to Understand and Produce Knowledge. *Le Travail Humain, nº 88*(2), 143-160. https://doi.org/10.3917/th.882.0143

Mias, A., Bouville, G., Gaudard, C., Hamraoui, E., Loriol, M., Thévenot, N., Rouat, S., Garner, P., Bourmaud, G., Prévot-Carpentier, M., Edey Gamassou, C. (2020). "Dé-libérer le travail ?". Compte rendu du colloque du GESTES. *Références en Santé au Travail, 162*, 79-89.

Michinov, E. (2008). La distance physique et ses effets dans les équipes de travail distribuées : une analyse psychosociale. *Le Travail Humain, 71*(1), 1-21. https://doi.org/10.3917/th.711.0001

Organisation Internationale du Travail. (2020). *COVID-19 : Orientations pour la collecte des données des statistiques du travail : Définir et mesurer le travail à distance, le télétravail, le travail à domicile et le travail basé à domicile. Note Technique du BIT*. https://www.ilo.org/global/statistics-anddatabases/publications/WCMS_751628/lang--fr/index.htm

Périssé, M., Vonthron, A.-M., Vayre, E. (2022). Travail nomade, informel, médiatisé et qualité de vie. In E. Vayre (Ed.), *La digitalisation du travail - Nouveaux espaces et nouvelles temporalités du travail* (Vol. 5, pp. 27-48). ISTE Editions.

Pesole, A. (2023). *Surveillance and Monitoring of Remote Workers: Implications for Occupational Safety and Health*. Report of the European Agency for Safety and Health at Work.

Reader, T. W., Katz-Navon, T., Grote, G. (2023). Safety Science in the new age of work. *Safety Science, 158*. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105970

Rosanvallon, J. (2006). Travail à distance et représentations du collectif de travail. *Interventions économiques, 34*. https://doi.org/10.4000/interventionseconomiques.706

Siemieniuch, C. E., Sinclair, M. A. (2014, Jan). Extending systems ergonomics thinking to accommodate the sociotechnical issues of Systems of Systems. *Appl Ergon, 45*(1), 85-98. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.017

Trope, Y., Liberman, N. (2010, Apr). Construal-level theory of psychological distance. *Psychol Rev, 117*(2), 440463. https://doi.org/10.1037/a0018963

Ughetto, P., Bourmaud, G., Haradji, Y. (2021). Analyser les mutations des espaces et des temps à l'ère de la digitalisation. *Activités, 18*(18-2). https://doi.org/10.4000/activites.6459

Vayre, E. (2022). *La digitalisation du travail. Nouveaux espaces et nouvelles temporalités de travail*. ISTE Editions. Weber, P. (2023). Entamer une démarche de maintenance à distance de son site industriel. *Production Maintenance*, *82*, 10-12.

Zwingelstein, G. (2019, 10 octobre 2019). La maintenance prédictive intelligente pour l'industrie 4.0. *Les techniques de l'Ingénieur*, Article MT9572 V1.

Apports des savoirs de terrain dans un réseau expert : analyse interdisciplinaire de l'activité d'observateurs des dangers naturels

Jessica Marques Pisoeiro
Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis
jessica.marques@hevs.ch

Rafaël Weissbrodt
Haute école de santé, HES-SO Valais-Wallis
rafael.weissbrodt@hevs.ch

Eric Bardou
Haute école d'ingénierie, HES-SO Valais-Wallis
eric.bardou@hevs.ch

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Cette communication interdisciplinaire analyse le rôle des observateurs des dangers naturels dans la gouvernance des risques en montagne. Cette activité professionnelle repose sur des savoirs ancrés localement, essentiels à l'interprétation des phénomènes naturels et à la vigilance quotidienne sur le territoire. L'étude s'appuie sur des entretiens réalisés avec des observateurs, des documents institutionnels et des observations, permettant de caractériser leur contribution à différents niveaux d'action. Les résultats montrent que ces acteurs occupent une position importante dans un réseau complexe de collaboration entre communes, services cantonaux, spécialistes et population. Leur activité articule dimensions techniques et sociales. Les observateurs contribuent également aux processus de résilience communautaire par la prévention, la sensibilisation et le soutien en cas de crise. La discussion souligne la valeur de leurs savoirs, complémentaires des connaissances expertes, et les enjeux d'attractivité et de transmission pour garantir la pérennité de cette fonction.

MOTS-CLÉS
savoirs de terrain, risques naturels, gouvernance, interdisciplinarité, réseaux d'acteurs

1 INTRODUCTION

Le changement climatique accroît la fréquence et l'intensité des catastrophes, en particulier dans les régions de montagne. Face à ces enjeux complexes, les autorités sont confrontées aux limites du modèle traditionnel de gestion des risques, hiérarchique et siloté. Elles cherchent à collaborer davantage avec divers acteurs incluant d'autres administrations, des entreprises, des associations et la population locale (Head, 2009). Toutefois, la gouvernance participative et décentralisée présente des défis considérables, liés à la multiplicité des parties prenantes, à la diversité de leurs rôles et de leurs visions, ainsi qu'à de potentielles divergences d'intérêts (Weissbrodt et al., 2024).

Du point de vue de l'ergonomie de l'activité, l'existence de conflits de logiques est consubstantielle à la division du travail et à la spécialisation, nécessaires dans tout système organisé ; c'est en débattant de ces divergences et en construisant ensemble des règles de travail, qu'un ensemble d'acteurs peut développer un référentiel opératif commun (Caroly & Barcellini, 2013). Dans le champ de la sécurité industrielle, la possibilité d'exprimer des désaccords, dans un esprit d'apprentissage collectif, est connue pour renforcer les capacités de prévention et de gestion de

l'incertitude (Abraçado et al., 2026). Nous postulons que ce principe est également valable dans le domaine des risques naturels. Dès lors, l'ergonomie peut utilement contribuer à leur gouvernance, en collaboration avec d'autres disciplines, en analysant les activités déployées par les diverses parties prenantes, en observant leurs modes de collaboration et en favorisant des échanges de pratiques.

Fondée sur la mise en évidence du travail réel, l'ergonomie accorde un intérêt particulier aux activités des opérateurs de première ligne, ainsi qu'à leurs stratégies de régulation face aux contraintes, imprévus et autres impensés de leur travail. En faisant remonter ces informations et en les croisant avec les perspectives d'autres acteurs, les ergonomes visent à favoriser une prise de conscience de savoir-faire de terrain souvent peu connus, mais néanmoins précieux (p.ex. Cunha et al., 2022). Ces savoirs sont désignés de diverses manières, selon les disciplines et les dimensions mises en lumière : savoir-faire de prudence visant à se protéger d'un danger (Cru, 2015), savoir-faire de production orienté sur la performance (Ouellet, 2009), savoir-faire de métier de manière plus générale (Jolly et al., 2024), savoirs d'usage de la personne qui utilise un objet ou un service (Sintomer, 2008), connaissances locales des personnes vivant sur un territoire (Dekens, 2007), etc.

Dans ce contexte, la communication présente une réflexion théorique sur la collaboration interdisciplinaire en matière de risques naturels en montagne, fondée sur un programme de recherche dédié à la « résilience systémique et sociétale face aux risques naturels ». Ce projet réunit des spécialistes en géosciences, géographie, ingénierie, informatique, ergonomie, psychologie du travail, gestion et travail social. Le texte est le fruit d'un croisement entre deux disciplines, la géoingénierie et l'ergonomie. Les apports théoriques, axés sur des principes de collaboration interdisciplinaire, seront illustrés par des extraits d'un projet de recherche-action sur la prévention des risques naturels en montagne. Nous nous concentrerons sur une catégorie spécifique d'acteurs impliqués dans la gouvernance de ces risques : les observateurs des dangers naturels. Nous nous intéresserons à leurs « savoirs de terrain », un terme qui nous semble approprié pour rendre compte de l'ancrage, dans une réalité géographique locale, des compétences et connaissances déployées par ces professionnels.

2 CADRE THEORIQUE

2.1 Enjeux des risques naturels pour l'ergonomie

Développer une expertise en matière de risques naturels soulève des questions épineuses pour les ergonomes (Caroly et al., 2024). Comment observer l'activité collective de gestion d'événements, compte tenu de leur caractère imprévisible et de la dimension des territoires concernés ? Comment développer une représentation d'ensemble de la gouvernance de ces risques, sans perdre de vue les activités de terrain, au vu du nombre élevé d'acteurs impliqués ? Sur quoi apporter des connaissances complémentaires à celles des nombreux spécialistes actifs dans ce domaine ? Quelles portes d'entrée emprunter pour agir sur le système de gouvernance des risques ? Pour structurer la réflexion et susciter des échanges, nous proposons ci-dessous cinq principes pouvant servir de base de collaboration entre ergonomes et spécialistes des risques naturels.

2.1.1 Modéliser les réseaux d'acteurs

La gouvernance des risques naturels implique de nombreux acteurs. Or, lorsque des personnes issues de milieux différents sont amenées à interagir, leurs visions peuvent diverger et occasionner des tensions. En ergonomie, l'analyse des activités et la confrontation des points de vue permet aux parties prenantes de prendre conscience de ces différences et de faire évoluer les pratiques de coopération (Caroly & Barcellini, 2013). En analysant le réseau d'acteurs et leurs interactions, il est possible de fournir des informations sur les modes de collaboration, sur la nature des liens au sein du réseau, sur les dilemmes et sur les sources de tension (Weissbrodt et al., 2024).

2.1.2 Aborder une problématique territoriale aux niveaux micro-méso-macro

Le concept de territoire est important pour analyser la gouvernance des risques naturels. Cette notion comporte des dimensions spatiales (la carte et les caractéristiques physiques), politiques (la

répartition des pouvoirs et responsabilités), culturelles (les liens entre la communauté et le lieu) et socioconstructivistes (l'espace comme construction sociale). Selon Béguin et Cerf (2024), l'intérêt des ergonomes pour le territoire s'explique par trois raisons : l'augmentation de la porosité entre le fonctionnement interne d'une organisation et son environnement ; la montée en puissance des activités de service, impliquant des interactions étroites avec la population ; et la prise de conscience des effets des activités productives sur la biosphère. En abordant des problématiques territoriales, l'ergonomie s'intéresse en particulier aux dynamiques entre acteurs, à leurs relations de pouvoir et de coopération, à leurs représentations mentales et aux ressources dont ils ont besoin pour agir. Ceci nécessite de relier les niveaux micro des actions individuelles et collectives, le niveau méso du fonctionnement des organisations, et le niveau macro des systèmes élargis.

2.1.3 Considérer les interactions entre dimensions sociales et techniques

L'ergonomie se fonde sur une approche holistique, incluant des variables matérielles – équipements, interfaces, etc. – et immatérielles – représentations, cognition, coopération, formes d'organisation, institutions, relations sociales, etc. (Béguin & Cerf, 2024). Toute organisation est formée d'éléments sociaux et techniques interdépendants, intégrés dans un environnement externe. Selon Clegg et al. (2017), les composantes sociales comprennent les missions et objectifs, les personnes, et la culture, tandis que les composantes techniques regroupent les processus et pratiques de travail, la technologie, ainsi que les infrastructures. Un changement dans l'une de ces composantes impacte les autres. Selon ces auteurs, la pensée sociotechnique, historiquement centrée sur l'introduction de nouvelles technologies, pourrait s'appliquer à d'autres phénomènes. Dans un domaine proche de la gouvernance des risques naturels, Davis et al. (2014) mentionnent ainsi la gestion des foules en cas de catastrophe, ou la durabilité environnementale dans les entreprises.

2.1.4 Soutenir le développement de processus de résilience

La notion de résilience se réfère aux processus et capacités permettant à des individus ou à des systèmes humains, techniques ou naturels de surmonter, résister, s'adapter ou récupérer de crises majeures. S'inspirant d'une approche salutogénétique, elle diffère des concepts plus traditionnels de vulnérabilité et de perte. Plus spécifiquement, la notion de résilience communautaire souligne la possibilité, pour une communauté, de tirer parti de ses ressources et capacités – deux notions centrales également en ergonomie – pour rétablir la situation. De nombreux facteurs y contribuent : des formes de gouvernance participative, une communauté soudée, des réseaux de soutien social, une économie diversifiée et innovante, l'existence d'infrastructures, le courage civique, la flexibilité, la pensée systémique, etc. (Berkes & Ross, 2013). Dans une perspective ergonomique, la résilience inclut des processus d'anticipation, de détection de signaux précoces, de gestion des ressources sur de longues périodes et d'apprentissage à partir de l'expérience (Cuvelier, 2011). Nous postulons que, dans la gouvernance des risques naturels, résilience organisationnelle et résilience communautaire se nourrissent mutuellement ; en effet, selon Hernantes et al. (2017), la résilience en cas de catastrophe dépend du degré de collaboration entre les communautés locales, les organisations et les institutions.

2.1.5 Combiner approches bottom-up et top-down, en valorisant les savoirs de terrain

L'ergonomie se fonde sur l'analyse située des activités. L'objectif est de comprendre comment se déroule le travail réel, en quoi il diverge des prescriptions, et ce que cet écart révèle sur le fonctionnement d'une organisation. Le but est également de découvrir les représentations individuelles et collectives sur l'objet d'étude ou d'intervention. En faisant participer les personnes concernées, l'intervention vise à leur donner la possibilité d'agir sur leurs situations de travail, tout en tirant parti de leurs connaissances. Cette approche remontante complète les processus de conception top-down, en les alimentant par une identification des besoins et par des retours d'expérience. L'analyse fait émerger les savoir-faire mobilisés pour garantir la performance du système, tout en limitant les effets délétères du travail sur la santé. La démarche ergonomique accompagne ainsi la co-conception entre des personnes caractérisées par des statuts et des savoirs différents (Dugué et al.,

2010) : dans le cas présent, il s'agit par exemple des savoirs scientifiques des spécialistes en ingénierie et en géosciences, et des savoirs de terrain développés par les observateurs des dangers naturels.

2.2 Rôle des observateurs des dangers naturels dans le système d'alerte rapide

En Suisse, comme dans de nombreux pays, la gestion des risques repose sur le principe de subsidiarité. Les municipalités sont en première ligne pour prévenir les situations dangereuses, les maîtriser lorsqu'elles surviennent et assurer le rétablissement de la situation. Les instances supérieures de régulation étatique interviennent en appui. Cette organisation décentralisée permet de réagir plus rapidement et de prendre des mesures adaptées. Dans le cas helvétique, l'expérience de plusieurs catastrophes survenues entre 1993 et 2005 (Bezzola & Hegg, 2007) a montré que, à l'échelon communal, l'expertise manquait pour interpréter les alertes et assurer l'évaluation en temps réel. Ces événements ont également révélé que l'apport des spécialistes n'était pas structuré et qu'il était difficile de les intégrer aux structures de décisions. En 1999, une série d'avalanches meurtrières a mis en lumière des lacunes organisationnelles : absence de services locaux de sécurité avalanche, manque d'expérience, et processus d'information et de communication déficients (Bründl & Stoffel, 2012). Cette prise de conscience s'est traduite par la promotion du concept de gestion intégrée des risques (Losey & Sandri, 2014), dont l'un des éléments est de disposer d'un interlocuteur local formé, connaissant le terrain et capable de conseiller l'exécutif communal. Des formations ont été mises en place dans ce but, avec en ligne de mire la création d'un réseau d'observateurs (ou conseillers) en dangers naturels, dans chaque commune (Bründl & Stoffel, 2012).

Ni experts scientifiques, ni simples citoyens, les observateurs sont des auxiliaires de l'action publique territoriale. Leur rôle consiste à apporter leur connaissance du terrain et à apprécier les phénomènes en cours. Ils contribuent à la prévention et à la protection, en favorisant l'adaptation des plans d'urgence communaux et une meilleure préparation locale. Ils transmettent de l'information, en assurant une interface entre les différentes instances de conduite et les autorités communales et cantonales. Ils exercent à la fois une surveillance générale continue, par leur présence sur le terrain, et une surveillance dédiée dans le cas où un danger se dessine. Ce groupe professionnel n'a été que peu étudié ; ils constituent toutefois un élément important des « systèmes d'alerte rapides ». Ce terme désigne des « système[s] intégré[s] de mécanismes et de processus de suivi, de prévision et d'évaluation des aléas, de communication et de préparation aux catastrophes permettant aux personnes, aux communautés, aux gouvernements, aux entreprises et à d'autres intervenants de prendre rapidement les mesures qui s'imposent pour réduire les risques de catastrophe en cas d'événements dangereux » (Assemblée générale des Nations Unies, 2016, p. 18).

L'implication des observateurs dans les systèmes d'alerte présente des enjeux professionnels, organisationnels et politiques, touchant notamment à leur reconnaissance institutionnelle, à leur responsabilité en cas d'alerte ou de non-alerte, et à l'attractivité de cette activité dans un contexte d'intensification des catastrophes naturelles. Dans ce contexte, la présente communication porte sur la manière dont on peut gérer les risques naturels, à l'échelle d'un territoire large et peu parcouru, dans une perspective de durabilité globale et de faisabilité financière. Plus spécifiquement, elle vise à répondre à la question suivante : quel place les savoirs de terrain des observateurs des dangers naturels occupent-ils dans la gouvernance des risques naturels, dans un territoire de montagne ?

3 METHODES ET MATERIAUX

Pour illustrer l'intérêt d'une collaboration entre géoingénierie et ergonomie, la communication se fonde sur plusieurs sources. Dans un précédent projet (Weissbrodt et al., 2024), nous avions cartographié les parties prenantes de la gestion des risques liés au réchauffement du permafrost alpin, à partir d'entretiens réalisés auprès de divers acteurs de la montagne. Les observateurs ayant été évoqués par d'autres personnes, nous avons souhaité étudier davantage leur rôle. Une première occasion nous a été fournie par un projet Interreg, consacré aux effets du changement climatique sur les activités en haute montagne. Entre autres, nous nous sommes entretenus avec deux observateurs des dangers naturels, en charge de communes du côté suisse de l'Espace Mont-Blanc. Ces personnes

ont été interviewées à deux reprises, en 2024 et en 2025. Le premier entretien a été retranscrit ; il portait sur la pertinence de développer un inventaire de parois rocheuses et de glaciers suspendus dangereux, sur la gestion des risques naturels, et sur l'utilité et l'utilisabilité de divers outils fournis par le Service cantonal des dangers naturels (SDANA). Le second entretien a fait l'objet d'une prise de notes, soumises à l'interviewé pour validation ; il visait à identifier les passages du Tour du MontBlanc exposés à chutes de pierres, crues et laves torrentielles, afin de renforcer la sensibilisation des pratiquants. Les entretiens ont été complétés par l'observation d'une journée de formation des observateurs en 2025, qui a donné lieu à une prise de notes et à un document de synthèse, et par des expériences de collaboration entre le géoingénieur et divers observateurs. Nous avons recueilli des informations sur le travail prescrit, en consultant la loi régissant l'activité des observateurs en Valais (art. 24 et 48 de la Loi cantonale sur les dangers naturels et l'aménagement des cours d'eau), ainsi que les descriptifs de fonction figurant sur les sites internet de trois cantons suisses : Berne, Fribourg et le Valais. Les données ont fait l'objet d'une analyse thématique ad hoc, réalisée spécifiquement pour cette communication, afin d'illustrer les principes théoriques présentés dans la section 2.1.

4 RESULTATS

4.1 Aperçu du travail prescrit

En Valais, les observateurs sont nommés et rémunérés par les communes, en collaboration avec le SDANA. Celui-ci subventionne à 70% leur frais de fonctionnement et de formation. Ils bénéficient d'un cahier des charges, d'une assurance-accidents, d'une protection juridique et d'une assurance responsabilité civile, via leurs communes. Ils font partie de la cellule dangers naturels des états-majors de conduite communaux ou régionaux. Il existe actuellement 27 services d'observation couvrant l'ensemble des communes concernées par les dangers d'avalanches. L'élargissement de leur champ d'activité à d'autres dangers (inondations, glissements de terrain, chutes de pierres, etc.) est en cours. Chaque service fait l'objet d'une convention entre le canton et les communes concernées. Les tâches des observateurs consistent à suivre l'évolution des dangers naturels sur le terrain, récolter des données, et fournir les informations et conseils nécessaires aux autorités communales et cantonales. Ils n'ont pas de responsabilité décisionnelle (fermeture ou réouverture de route, évacuation) ; ces décisions reviennent au voyer d'arrondissement (responsable de l'entretien des routes, rattaché au canton) et aux autorités communales. Les observateurs peuvent s'appuyer sur diverses sources d'informations : stations météo automatiques, plateforme fédérale d'information sur les dangers naturels, portail cantonal de surveillance des dangers naturels (qu'ils alimentent à partir de leurs observations), bulletins d'alerte de précipitations intenses et d'orages, etc. Leur formation (1 jour/an) est assurée par le SDANA et le Service de la sécurité civile et militaire.

Les données consultées pour le Canton du Valais ne précisent pas les prérequis à l'exercice de cette fonction. Dans le Canton de Berne, il est indiqué qu'ils doivent bien connaître les infrastructures locales et les secteurs à risques, être disposés à assumer des responsabilités et collaborer au sein de l'organe de conduite communal en cas d'événement, se montrer très disponibles, et être prêts à suivre une formation initiale de deux jours et des formations continues. Dans le cas du Valais, la quasi-totalité des observateurs sont des hommes d'un certain âge, exerçant une activité principale de guide ou d'accompagnateur de montagne, de forestier-bûcheron ou de responsable de la sécurité des pistes de ski. Par comparaison, dans le Canton de Fribourg, la fonction de conseiller local en matière de dangers naturels est habituellement exercée par des employés de l'administration cantonale, sous la supervision du Service des forêts et de la nature.

4.2 Place des observateurs dans le réseau d'acteurs

Lors de notre première étude sur la gestion des risques liés au permafrost, les observateurs ont été mentionnés principalement dans deux entretiens, menés avec un spécialiste du SDANA et un chargé de sécurité communal. Leur rôle a été décrit de manière succincte, comme celui d'intermédiaire entre le SDANA (qui les forme, les subventionne et les coordonne) et les autorités

communales, auxquelles ils transmettent les informations de leur surveillance de terrain. Toutefois, les entretiens menés ultérieurement avec des observateurs ont fait émerger des interactions bien plus variées.

Les observateurs jouent un rôle central au sein d'un réseau d'acteurs pluriel. Ils reçoivent ou transmettent des informations et collaborent avec plusieurs instances. Le SDANA apparait comme l'un de leurs principaux interlocuteurs. Un observateur affirme « On est bien coaché par le service des dangers naturels, c'est vrai, mais après c'est souvent le contraire... C'est nous qu'on… qu'on estime que… qu'il y a une zone un peu délicate, puis qu'on va leur… leur en parler. Mais c'est vrai qu'ils ont des… des… des… des fois des… des sources qu'on n'a pas nous et puis qui peuvent nous… nous dire bah voilà ici ça bouge machin... Ouais mais très souvent c'est… c'est nous qu'on a… qu'on… qu'on va vers eux en disant… Ouais c'est bizarre, là y a… y a quelque chose qui bouge et puis là, par contre, l'aide elle est… Bah c'est eux qui… qui vont plutôt nous informer sur ce qu'on pourrait faire et puis nous aider financièrement surtout… ». Les observateurs informent le SDANA sur les zones jugées délicates (par contact direct ou via le portail cantonal de surveillance des dangers naturels). Le SDANA subventionne également le matériel technique nécessaire au suivi. Les observateurs collaborent également avec d'autres services étatiques, notamment le Service de la mobilité par rapport à la gestion des ponts fusibles. En cas d'événement, les observateurs participent à la gestion de crise en collaboration directe avec la commune. Ils font remonter les informations au responsable de sécurité communal, et participent à la cellule de crise avec le président de commune (maire). Ils participent également à l'information auprès de la population : « On s'est rendu compte que dès qu'on ferme une zone, qu'on… qu'on a un événement, il faut informer la population le plus vite possible [...] le mieux qu'il y a, c'est de… de faire une séance, les réunir, les gens ». Finalement, les observateurs expliquent collaborer avec des géologues, glaciologues et bureaux d'études. De manière informelle, ils obtiennent des informations directement du terrain, que ce soit de leur propre pratique, de celle de leurs collègues, des guides de montagne, des pompiers ou d'entreprises régionales, ou encore de la part de pratiquants et habitants.

4.3 Une activité à différentes échelles

L'activité des observateurs se caractérise par des actions à plusieurs niveaux. Au niveau micro, ils initient des mesures de prévention, par exemple en installant des panneaux en lien avec les dangers naturels sur des sentiers. Ils s'appuient, pour cela, sur leur connaissance fine du terrain. Au niveau méso, ils participent à la gestion des événements, en collaboration avec les autorités communales. Finalement, ils jouent aussi un rôle au niveau macro, en récoltant des données et en les faisant remonter aux autorités cantonales, via des infrastructures ad hoc. En retour, ils sont informés par des systèmes d'alerte mis en place à l'échelle cantonale ou nationale. L'enjeu pour leur activité consiste à transformer ces alertes génériques, mises en place à l'échelle d'un territoire vaste, en actions concrètes sur le terrain, en tenant compte des réalités locales.

4.4 Au croisement de dimensions sociales et techniques

L'activité des observateurs les conduit à chercher un équilibre entre mesures purement techniques et dimensions sociales. Sur le plan technique, ils sont chargés d'effectuer un monitoring des phénomènes, de manière qualitative (inspections visuelles) et quantitative (analyse des données des stations). Ils utilisent également leur connaissance du territoire et leurs expériences passées pour interpréter les bulletins météo dédiés. Ils relèvent que la technique doit toujours être interprétée en prenant en compte les caractéristiques locales : « […] ces messages il faut les interpréter parce que…. à ma sauce ou à notre sauce, je ne sais pas ». Questionnés sur l'utilité de mettre à leur disposition des objets techniques tels que des inventaires de falaises ou glaciers dangereux, les observateurs soulignent qu'ils pourraient leur permettre d'orienter leur suivi. Toutefois, ces artefacts revêtent également une dimension sociale, liée à leur contexte de production et d'utilisation. En tant qu'objets intermédiaires entre spécialistes et observateurs, ils véhiculent les représentations de leurs concepteurs ; ces représentations peuvent diverger de celles des observateurs. Plus généralement,

l'interprétation des données sur les aléas peut varier d'un acteur à l'autre, indépendamment de leurs compétences et de leur expérience du terrain : « […] peut-être si vous donnez une étude à un autre bureau, il aura une autre façon de voir les choses, peut-être, je ne sais pas. Justement, c'est un peu l'inconnu pour moi, ce genre de chose, ce genre d'étude ». Par ailleurs, la dimension sociale de l'activité se manifeste par l'importance que les observateurs accordent aux interactions directes, avec les divers acteurs cités au paragraphe 4.2. Cette notion est ressortie notamment d'entretiens informels effectués au cours d'une journée de formation continue des observateurs. A la question « Est-ce que des outils pourraient être développés pour que vous puissiez mieux atteindre la population ? », un groupe de quatre observateurs répond : « Surtout pas plus d'informatique ! Très peu d'informatique ! Il faut que ce soit un contact tangible, il faut que ce soit humain et communautaire ». Les observateurs interrogés se montrent toutefois satisfaits de leurs outils informatiques, tels que le portail cantonal de surveillance des dangers naturels. La réaction susmentionnée témoigne plutôt de la nécessité de la collaboration sociale, en complément à la dimension technique située au cœur de la profession.

4.5 Le rôle des observateurs dans les processus de résilience

Les observateurs contribuent de manière proactive au développement de processus de résilience, dans leur communauté. En effet, ils décrivent leur rôle comme consistant à surveiller, signaler et sensibiliser les usagers de la montagne, afin de contribuer à la prévention. En pratique, leur contribution se concrétise, par exemple, par la transmission d'informations météo aux pratiquants, la remontée d'informations du terrain au SDANA, le détournement des randonneurs sur un itinéraire plus sûr en cas de fortes intempéries, l'étude de tracés alternatifs pour des sentiers exposés à des dangers naturels (adaptation aux changements environnementaux), la transmission d'informations entre acteurs concernés par la gestion des aléas via des groupes de messagerie instantanée, etc. Ils apportent également leur soutien pour gérer des événements, en collaboration avec les autorités communales, déchargeant ainsi les spécialistes des dangers naturels d'une partie de leur travail.

4.6 La valeur des savoirs de terrain

Une combinaison d'approches top-down et bottom-up apparait comme importante pour la gestion des aléas naturels. Dans le cadre de leur activité, les observateurs sont amenés à suivre des directives de la part des autorités, notamment en cas d'alarme ou de gestion de crise. Les informations fournies par l'Etat leur permettent également d'orienter leurs observations de manière efficiente, sur les zones à risque. De leur côté, les observateurs apportent un regard naturaliste et holistique, complémentaire aux données mesurées ou simulées. Leur connaissance fine de la région les aide à identifier et suivre des processus naturels qui, sinon, resteraient plus longtemps inaperçus. Leur proximité avec les pratiquants et les professionnels de la montagne est aussi un facteur clé d'une approche participative de gestion des aléas naturels. Elle leur permet de faire remonter aux autorités, dans les meilleurs délais, des informations identifiées dans ces réseaux informels. Leur ancrage local complète les divers outils de surveillance et d'information fournis par les autorités et les spécialistes : « On a besoin de la partie… de cette partie-là, nous, parce que… ouais, on a des jumelles et puis… et puis on se balade dans le terrain. Mais c'est vrai qu'on… on… a… on… on ne sait peut-être pas mettre les… les indices de risques au bon endroit, quoi… ». Globalement, c'est donc une combinaison entre les informations du terrain et les données provenant des spécialistes qui permet d'orienter les observations et de valoriser les informations et savoirs locaux.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

L'activité des observateurs a été analysée au travers de cinq principes théoriques pouvant servir de base de collaboration entre ergonomes et spécialistes des risques naturels. Cette analyse, réalisée « post-conception », c'est-à-dire en apportant un regard ergonomique et interdisciplinaire sur un système préexistant, a mis en évidence la richesse et l'importance du travail réel des observateurs. Leur connaissance du territoire et leurs savoirs de terrain les placent au centre d'un réseau

d'acteursclés pour la prévention et la gestion d'événements. Actifs aux niveaux micro, méso et macro, et s'inscrivant à la fois dans une approche *top-down* et *bottom-up*, les observateurs contribuent à la mise en place et au développement de processus de résilience. Les dimensions techniques et sociales sont au cœur de leur métier. Leurs savoirs de terrain diffèrent de ceux des experts avec qui ils collaborent. A l'image d'autres groupes sociaux peu médiatisés (Cunha et al., 2022; Dekens, 2007), les observateurs disposent de savoirs professionnels de haut niveau, mais dans un domaine différent, ancré localement. Ils participent proactivement à la gestion d'un territoire au sens large et collaborent avec les autres acteurs de terrain, les autorités communales et cantonales, et les spécialistes des dangers naturels.

Lors de nos échanges avec les autorités cantonales, deux enjeux pour l'avenir sont apparus : l'attractivité de la fonction d'observateur, au niveau macro, et la transmission des savoirs, au niveau micro. Dans certaines régions, cette fonction n'est pas assurée et le recrutement de nouveaux observateurs s'avère compliqué. De plus, la connaissance du terrain et l'expérience personnelle sont difficilement formalisables et transmissibles aux nouveaux observateurs, en particulier lors des départs à la retraite. Quant à l'attractivité de la profession, c'est un élément central pour assurer la relève et garantir une continuité de cette activité essentielle pour la gestion des aléas naturels.

Deux limites principales sont à soulever. D'une part, l'analyse porte sur une région géographique restreinte ; toutefois, nous pensons que les résultats peuvent être transposés à d'autres territoires montagneux en Europe. D'autre part, la communication se fonde sur un petit nombre d'entretiens exploratoires ; ils nous ont toutefois permis de poser les bases d'une nouvelle étude, qui vient de débuter et qui se fondera sur de l'observation systématique, des entretiens et de l'autoconfrontation collective. Elle abordera un enjeu important : le renforcement des conditions de travail des observateurs, afin d'améliorer l'attractivité de cette mission et d'en garantir la pérennité. Une analyse fine de l'activité des observateurs et la mise en place d'espaces d'échanges pourraient contribuer au renforcement d'un référentiel opératif commun, entre les partenaires (Caroly & Barcellini, 2013).

6 BIBLIOGRAPHIE

Abraçado, M. P., de Oliveira, E. P., Lima, F. de P. A., Rocha, R., Pereira, V. F. S. G., & Duarte, F. J. de C. M. (2026). Unfolding the debate on safety culture : Exploring a multi-thematic operational process sensitive to divergence. *WORK*, 10519815251412823.

Assemblée générale des Nations Unies (2016). *Rapport du groupe de travail intergouvernemental d'experts à composition non limitée chargé des indicateurs et de la terminologie relatifs à la réduction des risques de catastrophe* (A/71/644).

Béguin, P., & Cerf, M. (2024). Developing ergonomic practices : From companies to territories. *WORK*, *77*(1), 317- 320.

Berkes, F., & Ross, H. (2013). Community resilience : Toward an integrated approach. *Society & Natural Resources*, *26*(1), 5- 20.

Bezzola, G. R., & Hegg, C. (2007). *Ereignisanalyse Hochwasser 2005 Teil 1* (Umwelt-Wissen Nr. 0707). Bundesamt für Umwelt BAFU.

Bründl, M., & Stoffel, L. (2012). IFKIS – ten years of experience with the intercantonal early warning and crisis information system as a good-practice example for local capacity building. *Geophysical Research Abstracts*, *14*.

Caroly, S., & Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. In P. Falzon (Éd.), *Ergonomie constructive* (p. 33- 45). PUF.

Caroly, S., Weissbrodt, R., Ravanel, L., & Bodin, X. (2024). Changement climatique et risques associés à la dégradation du permafrost : Quels enjeux méthodologiques en ergonomie ? *Activités*, (21- 2), Article 21- 2.

Clegg, C. W., Robinson, M. A., Davis, M. C., Bolton, L. E., Pieniazek, R. L., & McKay, A. (2017). Applying organizational psychology as a design science : A method for predicting malfunctions in socio-technical systems (PreMiSTS). *Design Science*, *3*, e6.

Cru, D. (2015). Les savoir-faire de prudence : Un enjeu pour la prévention. Consignes formelles et pratiques informelles de sécurité. In *Les risques du travail* (p. 423- 426). La Découverte.

Cunha, L., Silva, D., Macedo, M., & Lacomblez, M. (2022). 'My whole body is at work' : The silence of gendered body techniques in cork industry in an era of automation. *Ergonomics*, *65*(11), 1456- 1468.

Cuvelier, L. (2011). *De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité : Étude de la résilience en anesthésie pédiatrique* [PhD thesis, Paris, CNAM]. https://www.theses.fr/2011CNAM0773

Davis, M. C., Challenger, R., Jayewardene, D. N. W., & Clegg, C. W. (2014). Advancing socio-technical systems thinking : A call for bravery. *Applied Ergonomics*, *45*(2), 171- 180.

Dekens, J. (2007). *Herders of Chitral : The lost messengers. Local Knowledge on Disaster Preparedness in Chitral District, Pakistan*. *11*(2- 3), 978- 992.

Dugué, B., Petit, J., & Daniellou, F. (2010). L'intervention ergonomique comme acte pédagogique. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (12- 3).

Head, B. W. (2009). Why adaptation matters – beyond the emissions trading debate. *Proceedings of the 2009 National Public Policy Network Conference, 29-30 January 2009*.

Hernantes, J., Labaka, L., Turoff, M., Hiltz, S. R., & Bañuls, V. A. (2017). Moving forward to disaster resilience : Perspectives on increasing resilience for future disasters. *Technological Forecasting and Social Change*, *121*, 1- 6.

Jolly, C., Garrigou, A., & Ledoux, E. (2024). Les pratiques professionnelles des pomiculteurs exposés aux pesticides : Des savoir-faire de métier aux pratiques stratégiques. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (26- 2).

Losey, S., & Sandri, A. (2014). Rôle de la forêt protectrice dans la gestion intégrée des risques. *Schweizerische Zeitschrift fur Forstwesen*, *165*(9), 284- 291.

Ouellet, S. (2009). *Acquisitions d'habiletés motrices à la découpe de viande et prévention des troubles musculosquelettiques : Apport de l'analyse ergonomique à la conception de formations*. Université du Québec à Montréal.

Sintomer, Y. (2008). Du savoir d'usage au métier de citoyen ? *Raisons politiques*, *31*(3), 115- 133.

Weissbrodt, R., Caroly, S., Marques Pisoeiro, J., Ravanel, L., & Bodin, X. (2024). Roles and activities of local stakeholders facing Alpine permafrost warming : A comparative exploratory analysis of three contexts and networks of actors. *Climate Risk Management*, *44*, 100591.

Cartographie des interactions multi-acteurs et médiation numérique en contexte BIM

Anabelle Rahhal
LUCID-ULiège
a.rahhal@uliege.be

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Cet article analyse les flux d'information entre acteurs lors des réunions de coordination BIM, en mettant l'accent sur l'influence de la maquette numérique. La méthodologie développée combine observation, codage et visualisation des flux pour analyser la coordination multi-acteurs. À partir de deux expérimentations de projets BIM, les échanges sont modélisés sous forme de réseaux, distinguant émetteurs, récepteurs visés et récepteurs exposés. Les résultats montrent que le coordinateur BIM reste le nœud central, tandis que certaines disciplines jouent un rôle stratégique de médiation. L'usage de la maquette BIM rend les interactions plus explicites, mieux ciblées et équilibrées, tout en favorisant des réponses spontanées entre disciplines. Ce travail souligne que la cartographie des flux réels fournit un outil opérationnel pour optimiser la communication et la prise de décision dans des projets complexes.

MOTS-CLÉS
collaboration multi-acteurs, flux d'information, coordination de projet

1 CONTEXTE

Le secteur de la construction se caractérise par une forte fragmentation organisationnelle et la multiplicité des acteurs impliqués à différentes phases du cycle de vie des projets. Cette pluralité, combinée à la complexité croissante des exigences techniques, réglementaires et environnementales, confère aux interactions un rôle déterminant dans la coordination et la cohérence des décisions (Skair, 2015 ; Malla et Delhi, 2022). La qualité des échanges d'information apparaît ainsi comme un enjeu central, conditionnant la construction d'une compréhension partagée du projet et la capacité des parties prenantes à agir de manière coordonnée (Ben Rajeb, 2012 ; Lello et al., 2023 ; Alsofiani, 2024)

L'émergence des technologies numériques, et en particulier du Building Information Modeling & Management (BIM), transforme les pratiques collaboratives en structurant l'information autour d'une maquette numérique partagée. Celle-ci sert d'objet commun, mobilisé par les acteurs pour produire, interpréter et négocier l'information nécessaire au projet (Succar, 2015 ; Sacks et al., 2018 ; Gregorio, 2023). Au-delà de sa dimension technique, le BIM reconfigure les pratiques communicationnelles, notamment lors des réunions de coordination, qui constituent des moments privilégiés d'échanges et de construction collective du projet. La collaboration BIM ne repose pas seulement sur des rôles prescrits, mais aussi sur des rôles réels qui émergent de l'activité même de coordination (Barcellini, 2015 ; Barcellini et al., 2014).

Cette étude propose ainsi d'analyser les interactions informationnelles médiatisées par la maquette numérique lors de ces réunions, en développant une méthodologie de visualisation des flux d'information.

2 QUESTION DE RECHERCHE

Dans ce cadre, la recherche s'articule autour de la question suivante : *Quelles sont les spécificités des interactions entre les acteurs, médiatisées par la maquette numérique, dans le cadre des réunions de coordination BIM ?*

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 Choix des cas d'étude et cadre expérimental

Cette recherche repose sur un protocole expérimental mené dans le cadre d'un dispositif pédagogique en Master 1 Ingénieur Civil Architecte à la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Liège. Au total, 35 participants, répartis en quatre groupes de projet, ont participé à deux expérimentations successives, dénommées SDC BIM 1 et SDC BIM 2 pour Studio Digital Collaboratif BIM. Les projets étudiés portent sur des bâtiments publics de grande envergure, d'une surface supérieure à 10 000 m², présentant un niveau élevé de complexité architecturale et technique. Le premier projet, intitulé *Maison de la Musique* et situé à Nîmes, correspond à un complexe dédié aux musiques actuelles, composé d'un bâtiment central entouré de structures périphériques. Le second projet, *Villa Massilia*, situé à Marseille, concerne un musée d'antiquités romaines structuré autour de plusieurs volumes monolithiques organisés autour d'un espace central ouvert. Ces projets, initialement conçus dans un cadre académique antérieur, ont servi de support à l'expérimentation collaborative BIM.

3.2 Organisation collaborative et attribution de rôles

La maquette numérique est ici considérée comme un objet intermédiaire collectif dont la manipulation soutient des processus cognitifs de négociation et de co-construction (Gronier, 2010 ; Rahhal, 2024). Le protocole expérimental repose sur une simulation de collaboration pluridisciplinaire structurée selon les principes du BIM. Chaque participant endosse plusieurs rôles complémentaires, relevant de trois catégories principales : (i) la modélisation de la maquette numérique, (ii) l'exploitation des données de la maquette et (iii) la coordination technique et organisationnelle. Les maquettes BIM sont produites par binômes, puis fédérées dans une maquette numérique commune, conformément à un protocole de collaboration défini. Cette organisation vise à reproduire les conditions réelles d'un projet BIM, en introduisant des interdépendances informationnelles entre les acteurs et en nécessitant des mécanismes explicites de coordination.

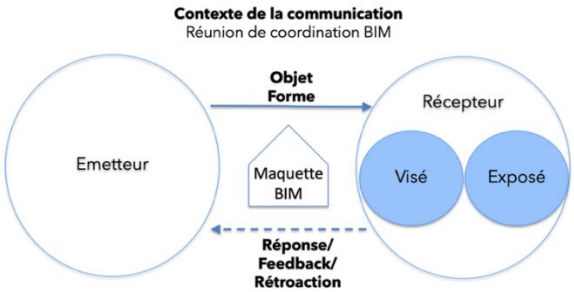


Figure 1 : proposition schématique illustrant la communication interactionnelle entre 3 types d'acteurs concernés par l'échange de groupe (adapté du modèle interactif de communication de Riley et Riley, 1951).

3.3 Collecte des données : observation des réunions de coordination BIM

Si certains modèles d'échange d'information traitent de la direction des communications (Specogna, 2013 ; Saint-Dizier de Almeida et al., 2016), y compris en contexte pédagogique, cadre qui est également celui de notre expérimentation, notre étude va plus loin en distinguant, parmi les destinataires, les récepteurs explicitement visés par l'émetteur. L'observation des interactions repose sur une grille d'analyse inspirée du modèle de communication de Shannon et Weaver (1949), enrichi par une approche interactionnelle intégrant la notion de récepteur exposé (Riley et Riley, 1951), comme le montre la figure 1. Ce modèle permet d'identifier trois types d'acteurs dans l'échange :

l'émetteur, le récepteur visé et le récepteur exposé, et d'analyser les dynamiques interactionnelles au sein du groupe.

La collecte des données repose sur l'observation directe de réunions hebdomadaires de coordination BIM, considérées comme des situations privilégiées d'interaction entre les acteurs. Au total, 16 réunions ont été observées et analysées, réparties équitablement entre les deux expérimentations. La périodicité hebdomadaire était fixe et les thèmes abordés suivaient une progression logique dictée par le calendrier du projet sur une période de 4 mois. Ces réunions, d'une durée moyenne de 60 minutes, sont animées par un coordinateur BIM et soutenues par des dispositifs techniques facilitant la visualisation et la manipulation de la maquette numérique (outils et plateformes BIM, collecticiels, studios digitaux augmentés, etc.). Ces réunions ont pour objectif d'identifier les conflits géométriques, de résoudre des incohérences techniques et d'assurer la coordination entre les disciplines.

L'adressage au groupe entier a été identifié sur la base d'indices verbaux explicites, tels que des formules ouvertes du type « Quelqu'un souhaite-t-il ajouter quelque chose ? C'est bon pour vous ? », sans prise en compte des indices non verbaux (regard, gestuelle). Seuls les échanges fondés sur le langage verbal ont été codés. Les énoncés n'appelant pas de réponse, qu'ils soient marqués par le silence (interprété comme une acceptation implicite) ou relevant d'actes de langage non interactifs (remerciements, annonces informatives), n'ont pas été comptabilisés comme échanges.

3.4 Traitement et analyse des interactions

Les interactions observées ont été codées et représentées sous forme de réseaux de communication, dans lesquels les acteurs constituent des nœuds et les échanges d'information des relations directionnelles, comme le montre le tableau 1. Afin de dépasser la seule analyse de l'intensité des flux, le codage intègre une approche fonctionnelle des verbalisations. Cette représentation permet d'identifier la structure des échanges, leur fréquence et leur intensité, en fonction des rôles des participants.

Un script informatique dédié a été développé afin de générer automatiquement ces visualisations à partir des données codées. Cette approche permet de quantifier les flux d'information, d'identifier les acteurs centraux dans les interactions et d'analyser le rôle spécifique de la maquette numérique dans la médiation des échanges. L'analyse est menée à deux niveaux : d'une part, une analyse intra-cas, permettant de caractériser les interactions au sein de chaque groupe, et d'autre part, une analyse comparative entre les différents groupes et expérimentations, afin d'identifier des régularités et des spécificités dans les dynamiques interactionnelles observées.

Tableau 1 : les trois composantes type de la légende de schématisation des échanges.

●	**Les nœuds (cercles) qui représentent des entités**, dans notre étude, une entité est chaque acteur du projet selon son rôle et sa discipline. CO : Coordinateur BIM MO : MOE - Maitre d'œuvre du projet MA : MOA - Maitre d'ouvrage du projet ST : Rôle de modélisation de la structure du bâtiment EN : Rôle de modélisation de l'enveloppe du bâtiment PI : Rôle de modélisation du partitionnement intérieur FL : Rôle de modélisation des réseaux des techniques spéciales DE : Deviseur, rôle d'exploitation des données PL : Planificateur des travaux, rôle d'exploitation des données FM : Facility Manager, rôle d'exploitation des données
⇄	**Les flèches indiquent des relations directionnelles**, elles montrent comment une entité se connecte à une autre, dans notre étude elle montre le flux de l'information échangé
%	**Les pourcentages et valeurs sur les flèches**, ils représentent une pondération, comme une probabilité, une influence, ou un flux entre les éléments. Dans notre étude, ils représentent le pourcentage des messages formulés entre les entités. Les pourcentages indiquent le poids ou la force d'influence d'une entité sur une autre.

4 RESULTATS

Grâce à une schématisation en réseau, nous représentons visuellement les échanges d'information, en modélisant les flux réels des échanges en réunion de coordination. Les schémas sont présentés et analysés séparément pour chacun des groupes. Une comparaison est ensuite réalisée au sein de chaque étude de cas de SDC BIM, puis entre les différentes études de cas. Nous avons présenté ci-après les échanges uniquement où les relations dans notre réseau présentent plus de 3%.

4.1 Analyse des flux « Émetteur vers Récepteur » médiatisés par la maquette BIM

L'analyse des flux d'information médiatisés par la maquette numérique souligne le rôle structurant du coordinateur BIM dans l'organisation des interactions. Dans le groupe 1, il occupe une position centrale, avec de nombreux flux sortants vers les disciplines et le maître d'œuvre, ainsi que vers le groupe dans son ensemble. Le flux dominant (CO → GR) illustre sa fonction de diffusion collective, tandis que le groupe sert de relais entre le coordinateur et le maître d'œuvre. L'apparition de nouvelles connexions, notamment entre l'enveloppe et le groupe, traduit une diversification des échanges liée à la maquette. En revanche, l'absence d'interaction directe avec le responsable du partitionnement intérieur indique une implication limitée de cette discipline.

Dans le groupe 2, le coordinateur BIM reste central, avec des échanges vers toutes les disciplines et le maître d'œuvre, mais sans diffusion collective via le groupe. Cette configuration traduit une structuration plus individualisée des interactions. La relation bidirectionnelle marquée avec le responsable des techniques spéciales révèle des échanges fréquents liés à la coordination technique et à la co-construction de l'information.

La comparaison des deux groupes (figure 2) montre des régularités et des variations. Certains flux, tels que CO → MO, CO → ST et CO → FL, restent stables, confirmant le rôle central de ces disciplines dans la coordination médiatisée par la maquette numérique. En revanche, les relations avec l'enveloppe (EN), le partitionnement intérieur (PI) ou le groupe dans son ensemble (GR) varient selon les groupes, révélant des différences dans l'organisation collective et les modes de coordination.

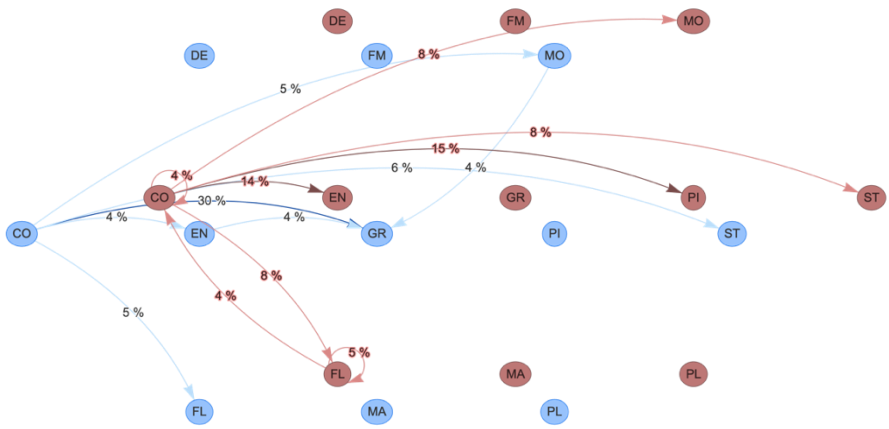


Figure 2 : illustration comparative des résultats des interactions « Émetteur vers Récepteur », quand la maquette BIM est utilisée, des groupes 1 et 2.

Enfin, l'analyse des flux dominants met en évidence une prédominance des interactions liées aux activités de modélisation. L'usage de la maquette ne conduit pas nécessairement à une distribution homogène des interactions, mais s'inscrit dans des configurations organisationnelles spécifiques, influencées par les rôles, les responsabilités et les besoins informationnels des acteurs.

4.2 Analyse des flux « Émetteur vers Récepteur visé » médiatisés par la maquette

L'analyse des interactions orientées vers un récepteur spécifiquement visé met en évidence des évolutions significatives dans la structuration des flux d'information entre les groupes 1 et 2. Dans les deux configurations, le coordinateur BIM (CO) occupe une position centrale, confirmant son rôle structurant dans l'orientation des demandes et la distribution des informations lors des réunions de coordination médiatisées par la maquette numérique.

La comparaison des deux groupes (figure 3) révèle une augmentation notable de certains flux vers des disciplines spécifiques. La relation CO → EN progresse de 24 % à 38 %, traduisant une sollicitation accrue du responsable de l'enveloppe dans la coordination. Le flux CO → GR augmente également de 4 % à 10 %, reflétant un recours plus fréquent aux communications adressées à l'ensemble du collectif. Par ailleurs, le flux FM → MO double, passant de 4 % à 8 %, indiquant une participation renforcée du facility manager aux échanges avec la maîtrise d'œuvre, en lien avec l'usage de la maquette numérique.

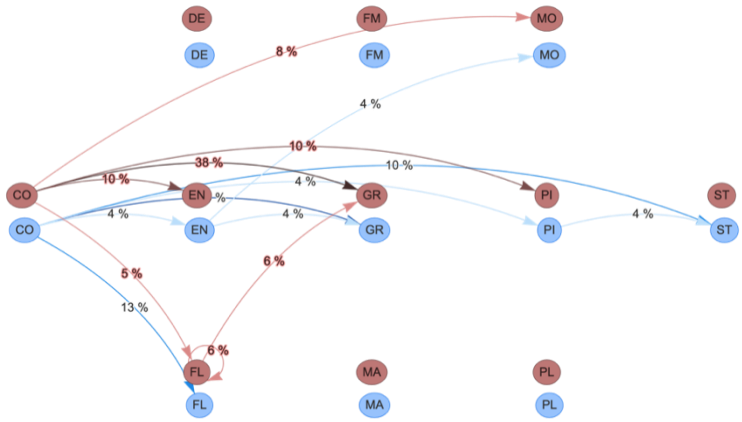


Figure 3 : illustration comparative des deux groupes 1 et 2, des résultats des interactions « Émetteur vers Récepteur visé», avec l'usage de la maquette BIM.

À l'inverse, certaines relations voient leur importance diminuer. Le flux CO → FL passe de 13 % à 5 %, traduisant une moindre centralité des techniques spéciales comme récepteur direct des demandes du coordinateur dans le groupe 2. L'apparition d'une boucle locale FL → FL (6 %) révèle toutefois des processus d'auto-coordination ou de vérification internes. Malgré ces variations, le coordinateur BIM reste le principal émetteur, confirmant sa fonction de régulation. L'analyse cumulée montre que les techniques spéciales (FL) sont globalement le récepteur le plus sollicité (18 %), suivies de l'enveloppe (EN) et du partitionnement intérieur (PI) à 14 % chacun, tandis que la structure (ST) apparaît moins visée (10 %). Cette sous-représentation reflète la rigidité des éléments structurels, dont les modifications sont généralement plus contraignantes que celles des réseaux techniques ou de l'aménagement intérieur. Ces résultats confirment que la maquette BIM agit comme un support de médiation orientant les interactions vers des acteurs spécifiques, liées aux degrés de flexibilité et aux contraintes associées aux différentes disciplines, en fonction des besoins de coordination et des caractéristiques techniques des objets modélisés.

4.3 Analyse des flux de réponse « Récepteur visé vers Émetteur » médiatisés par la maquette BIM

L'analyse des flux de réponse confirme à nouveau la centralité du coordinateur BIM dans les processus de rétroaction, tout en révélant des dynamiques différenciées selon les groupes. Dans le groupe 1, le responsable de la structure constitue le principal répondant, suivi par les techniques spéciales, puis par l'enveloppe et le partitionnement intérieur, soulignant le poids des enjeux structurels et techniques. Des échanges directs entre disciplines sont également observés, notamment de la structure vers l'enveloppe et le partitionnement intérieur, traduisant des mécanismes de coordination transversale facilités par la maquette numérique. Le maître d'œuvre participe activement aux échanges et entretient des relations bidirectionnelles avec le coordinateur, reflétant des processus

de régulation et de validation réciproques. Dans le groupe 2, la configuration diffère : le responsable du partitionnement intérieur apparaît comme le principal répondant, suivi par l'enveloppe et le maître d'œuvre, tandis que la structure et les techniques spéciales présentent des niveaux de réponse plus modérés. Des relations bidirectionnelles entre le coordinateur et les techniques spéciales, ainsi que des échanges directs entre disciplines, témoignent de processus de coordination distribuée et de co-construction de l'information.

La comparaison des deux groupes (figure 4) met en évidence plusieurs caractéristiques communes. Le coordinateur BIM constitue, dans les deux configurations, le principal destinataire des retours d'information, confirmant son rôle central dans la régulation des échanges. Toutefois, l'intensité des flux varie selon les disciplines et les configurations organisationnelles. La relation FL → CO apparaît relativement stable, tandis que les flux EN → CO, PI → CO et ST → CO présentent une variabilité plus importante entre les groupes. Par ailleurs, aucun flux de réponse n'est directement adressé à l'ensemble du groupe, ce qui indique que les interactions de rétroaction sont individualisées.

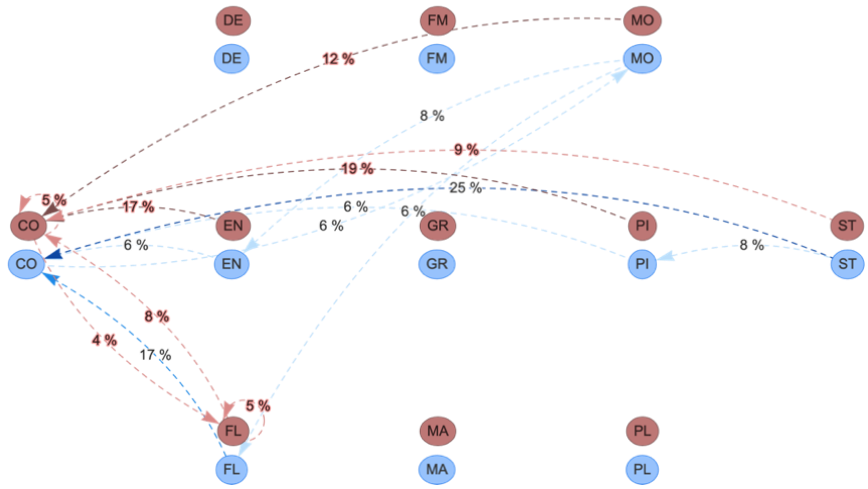


Figure 4 : illustration comparative des deux groupes 1 et 2, des résultats des interactions « Récepteur visé vers émetteur », avec l'usage de la maquette BIM.

En outre, les résultats indiquent que la coordination ne repose pas uniquement sur le coordinateur BIM. De nombreux échanges directs entre disciplines révèlent des mécanismes de coordination distribuée, où les acteurs ajustent mutuellement leurs productions sans médiation systématique. Le maître d'œuvre intervient également comme informateur, en fournissant des retours directs aux disciplines de modélisation. La maquette numérique favorise des interactions centralisées, autour du coordinateur, et des interactions distribuées entre disciplines, structurant un espace interactionnel hybride combinant coordination hiérarchique et coordination horizontale, typique des environnements collaboratifs sociotechniques.

4.4 Analyse des flux de réponse des récepteurs exposés « Récepteur exposé vers Émetteur » médiatisés par la maquette BIM

L'analyse des flux initiés par les récepteurs exposés, c'est-à-dire les acteurs répondant sans sollicitation explicite, révèle des dynamiques de coordination distribuée favorisées par la maquette numérique. Dans le groupe 1, le responsable de la structure apparaît comme le principal contributeur (ST → CO), avec des relations bidirectionnelles avec la maîtrise d'ouvrage et des échanges indirects via le responsable de l'enveloppe, qui joue un rôle de nœud intermédiaire. Les responsables de l'enveloppe et du partitionnement intérieur participent également à ces rétroactions, illustrant une coordination facilitée par la visualisation partagée. Dans le groupe 2, les réponses sont plus équilibrées entre disciplines, traduisant une régulation collective homogène. Les relations bidirectionnelles entre le coordinateur et les techniques spéciales, ainsi que les échanges directs entre disciplines et avec la

maîtrise d'ouvrage, montrent des mécanismes de coordination horizontale, d'auto-régulation et de circuits partiellement indépendants du coordinateur.
La comparaison des deux groupes (figure 5) confirme la stabilité des flux vers le coordinateur pour la structure, l'enveloppe et le partitionnement intérieur, tandis que les autres flux entre disciplines varient davantage (8-9 %). Ces résultats mettent en évidence que la maquette numérique favorise des réponses spontanées, densifiant le réseau d'interactions et agissant comme un support cognitif partagé, permettant aux acteurs d'anticiper, d'interpréter et de compléter les échanges. La coordination repose donc à la fois sur des interactions dirigées et sur des contributions spontanées. Par exemple, lors d'une séance de coordination dans le groupe 1, la détection d'un conflit géométrique entre les réseaux de fluides (FL) et la structure porteuse (ST) lors d'une manipulation de la maquette fédérée dans la plateforme de coordination a déclenché spontanément une prise de parole du responsable ST, non sollicité par le coordinateur, pour proposer une solution de repositionnement, générant ainsi un flux ST → CO non anticipé et illustrant le rôle de la visualisation partagée comme déclencheur d'auto-coordination.

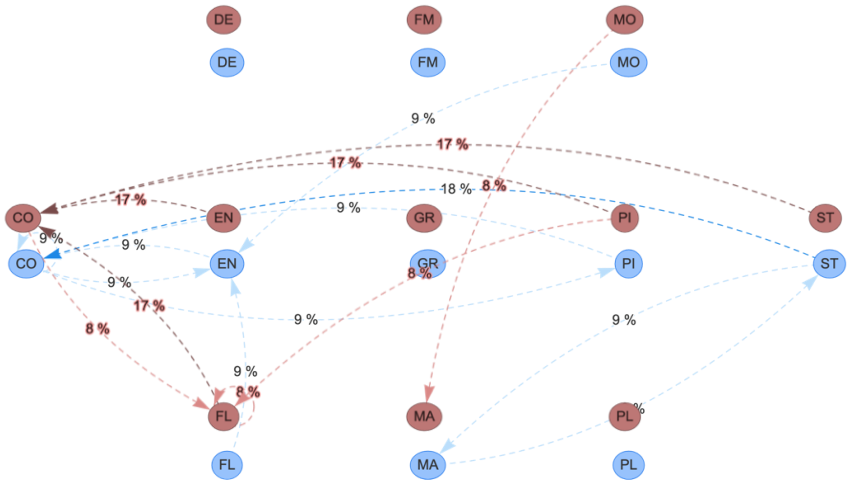


Figure 5 : Illustration comparative des résultats des interactions « Récepteur exposé vers Émetteur » avec l'usage de la maquette BIM, pour les deux groupes 1 et 2 de SDC BIM 1.

4.5 Patterns récurrents d'interaction entre acteurs en réunion de coordination BIM

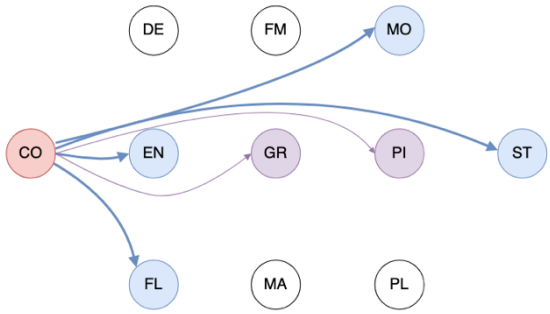
La comparaison des expérimentations SDC BIM 1 et SDC BIM 2, ainsi que l'analyse des flux au sein des quatre groupes, permet d'identifier des patterns récurrents de communication, synthétisés à la figure 6. Le premier pattern, « Émetteur vers Récepteur », met en évidence la prédominance des flux émanant du coordinateur vers le maître d'ouvrage et les modélisateurs de la structure (ST), de l'enveloppe (EN) et des réseaux techniques (FL). Des flux contradictoires apparaissent toutefois vers le groupe et le responsable de la modélisation des intérieurs.

Le deuxième pattern, « Émetteur vers Récepteur visé », montre que lorsque l'échange cible un acteur spécifique, le flux du coordinateur vers l'EN varie fortement selon les groupes, tandis que les flux vers ST et FL demeurent stables, traduisant des canaux de communication bien établis.

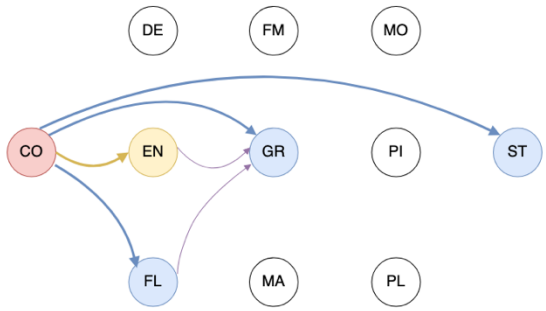
Le troisième pattern, « Récepteur visé vers Émetteur », indique que les acteurs ciblés (ST, FL, EN) renvoient de manière stable l'information vers le coordinateur (pointillés bleus). Toutefois, des flux contradictoires apparaissent entre MO et CO, MO et FL, CO et EN, ainsi qu'entre ST et PI selon les groupes.

Enfin, le quatrième pattern, « Récepteur exposé vers Émetteur », révèle que des acteurs non directement sollicités réagissent aux échanges. Le flux provenant de FL devient alors très variable, tandis que les autres demeurent relativement stables. Ce phénomène traduit un effet de « ricochet » : un échange entre le coordinateur et un tiers peut susciter une réaction imprévue d'un acteur simplement exposé à l'information.

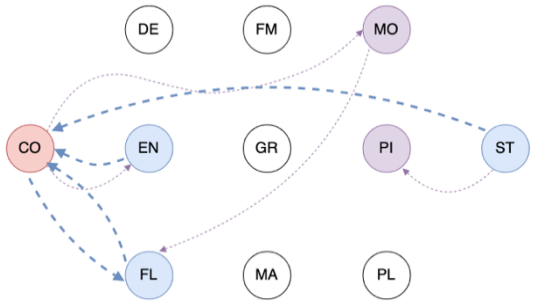
Pattern 1 : Émetteur vers Récepteur



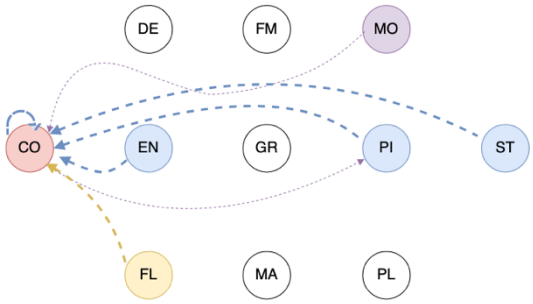
Pattern 2 : Émetteur vers Récepteur visé



Pattern 3 : Récepteur visé vers Émetteur



Pattern 4 : Récepteur exposé vers Émetteur



Légende:

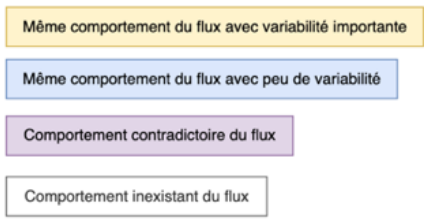


Figure 6 : patterns des flux d'information (émission et réponses) médiatisés par la maquette BIM lors des réunions de coordination SDC BIM 1 et 2.

5 CONCLUSION

Cet article visait à analyser les flux d'information lors des réunions de coordination BIM et à examiner l'influence de la maquette numérique sur la structuration des interactions. En mobilisant une approche de modélisation des échanges sous forme de réseaux, la recherche a permis d'identifier les rôles informationnels des acteurs, les configurations relationnelles dominantes et les variations entre groupes expérimentaux. Les résultats confirment le rôle central du coordinateur BIM comme nœud structurant et médiateur informationnel, tout en révélant que certaines disciplines jouent des rôles stratégiques comme récepteurs privilégiés, intermédiaires ou incontournables.

Méthodologiquement, cette étude propose une approche visuelle et relationnelle originale pour analyser les interactions multi-acteurs dans le contexte BIM, rendant visibles des dynamiques souvent implicites et identifiant les acteurs clés dans la coordination collaborative.

Enfin, ces résultats offrent des perspectives opérationnelles pour optimiser l'organisation des réunions, améliorer l'efficacité des échanges et soutenir une gestion intégrée de l'information.

6 BIBLIOGRAPHIE

Alsofiani, M. A. (2024). *Digitalization in infrastructure construction projects: A PRISMA-based review of benefits and obstacles*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.15174

Barcellini, F., Détienne, F., & Burkhardt, J.-M. (2014). A Situated Approach of Roles and Participation in Open Source Software Communities. Human-Computer Interaction, 29(3), 205-255. https://doi.org/10.1080/07370024.2013.812409

Barcellini, F. (2015). Développer des interventions capacitantes en conduite du changement : Comprendre le travail collectif de conception, agir sur la conception collective du travail [Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches].

Ben Rajeb, S. (2012). *Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale* (Doctoral dissertation, Université Paris-Est).

Gregorio, P. G. (2023). *La continuité informationnelle dans les projets BIM, de la conception à la gestion du bâtiment : Une analyse du système d'acteurs* (Doctoral dissertation, HESAM Université).

Gronier, G. (2010). Méthodes d'analyse des communications fonctionnelles en situation de travail collectif. *Recherches qualitatives*, 9, 151-169.

Lello, D., Huang, Y., Alananga, S., & Emuze, F. (2023). The impact of outbound collaboration behavior on service performance in Tanzania's construction projects: The mediating role of knowledge infusion. *International Journal of Construction Supply Chain Management, 13*(1), 92-111.

Malla, V., & Delhi, V. S. K. (2022). Determining interconnectedness of barriers to interface management in large construction projects. *Construction Economics and Building, 22*(2), 69-101.

Rahhal, A., Ben Rajeb, S. and Leclercq, P. (2025). Articulation of Verbalizations and Useful Information in BIM Coordination Meetings. *Le travail humain*, 88(4), 335-361. https://doi.org/10.3917/th.884.0335.

Riley, M. W., & Riley, J. W., Jr. (1951). A sociological approach to communications research. *Public Opinion Quarterly, 15*(3), 445-460.

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. John Wiley & Sons.

Saint-Dizier de Almeida, V., Colletta, J.-M., Auriac-Slusarczyk, E., Specogna, A., Simon, J.-P., Fiema, & G.Luxembourger, C. (2016). Study activities that take place in speech interactions: A theoretical and methodological framework. *International Journal Qualitative Studies in Education*, 29/5, 686-713. DOI: 10.1080/09518398.2016.1145277

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *A mathematical model of communication*. University of Illinois Press.

Skair, L. (2015). The transnational capitalist class and contemporary architecture in globalizing. *International Journal of Urban and Regional Research, 29*(3), 485-500.

Specogna, A. (2013). Énonciations d'élèves et tentative de construction collective de l'enseignante. *Cahiers du LRL*, 5, 95-114.

Succar, B., & Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction, 57*, 64-79.

SESSION THÉMATIQUE #6 :

RÉALITÉ ÉTENDUE ET COGNITION

Méthodologie de co-conception ergonomique d'une formation en réalité entendue basée sur le Modèle Dynamique de Sûreté étendu

Mathilde Viquesnel
LP3C - Université de Bretagne Sud
mathilde.viquesnel@univ-ubs.fr

Evan Diberder
LP3C - Université de Bretagne Sud - Motion Up
evan.diberder@univ-ubs.fr

Thibaut Le Naour
Motion Up
tlenaour@motion-up.com

Carine Fontaine
IFPS de Vannes
carine.fontaine@ifps-vannes.fr

Perrine Marquet-de Rougé
IFPS de Vannes
perrine.marquet@ifps-vannes.fr

Thierry Morineau
LP3C - Université de Bretagne Sud
thierry.morineau@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Les bénéfices d'un dispositif de réalité étendue (XR) pour l'apprentissage des gestes techniques complexes dépendent de la qualité de sa conception pédagogique et ergonomique. Dans la présente étude nous proposons une méthodologie combinant analyse ergonomique de la tâche (SRK, DSM étendu) et co-conception avec des experts, afin de guider la conception d'un dispositif de formation aux soins infirmiers en XR. Cette approche a permis de spécifier un dispositif XR intégrant des aides cognitives différenciées selon le niveau de contrôle cognitif requis, un suivi dynamique de la progression des phases de gestion de tâche et un marquage visuel des étapes à risque d'erreur. Ces premiers résultats ouvrent la voie à l'adaptation des outils XR à partir d'une analyse fine de la tâche et à la réalisation de nouvelles études dans le cadre d'autres procédures de soins.

MOTS-CLÉS
Modèle Dynamique de Sûreté étendu, gestion des tâches, niveau de contrôle cognitif, réalité étendue, co-conception

1 INTRODUCTION

L'utilisation de la réalité étendue (XR) (i.e., réalité virtuelle, augmentée et mixte) comme support de formation suscite un intérêt croissant par son potentiel à favoriser l'apprentissage de gestes techniques et complexes dans un environnement sûr, répétable et contrôlé. Cet intérêt est particulièrement marqué dans le domaine médical et paramédical, compte tenu des enjeux de sécurité

et l'impact direct sur la prise en charge des patients. De nombreuses études ont ainsi mis en évidence les bénéfices de la XR en formation médicale et infirmière, notamment en termes de validité écologique, d'auto-efficacité, de qualité de l'expérience d'apprentissage, de précision gestuelle et de rétention à long terme (Lin et al., 2024). Toutefois, le potentiel bénéfice des technologies immersives dépend en grande partie de la qualité de leur conception pédagogique (Oje et al., 2025). Bien que plusieurs travaux se basent sur des modèles cognitifs pour concevoir des dispositifs en XR (Cao et al., 2025), ces derniers sont souvent restreints à la théorie de la charge cognitive (Sweller, 1994), ou la théorie de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2024). Ces dispositifs sont alors davantage guidés par des principes généraux et transversaux pouvant s'appliquer à toute tâche ou activité, i.e., réduire la charge extrinsèque ou augmenter l'engagement actif dans l'apprentissage.

En comparaison, les modèles ergonomiques d'analyse de l'activité demeurent encore rarement mobilisés pour la conception de dispositifs de formation en XR. Or, dans des contextes médicaux caractérisés par des situations à haut risque, des gestes techniques complexes et de fortes contraintes temporelles, seule une analyse ergonomique approfondie de la tâche permet d'identifier des leviers pertinents pour réduire les erreurs, optimiser la performance et améliorer la sécurité et l'efficacité des pratiques professionnelles. Enfin, l'efficacité et l'appropriation de ces technologies restent limitées par une implication encore insuffisante des utilisateurs finaux, i.e., praticiens et spécialistes, dans les processus de conception des dispositifs de formation.

2 CADRE THÉORIQUE : ARTICULATION DES MODÈLES HCWA, DSM ET SKR

Dans le cadre de la version heuristique de l'Analyse Cognitive du Travail (hCWA), l'analyse du domaine de travail se base sur le modèle étendu de dynamique de sureté (Morineau & Flach, 2019). Elle permet l'analyse des comportements émergents des interactions dynamiques entre opérateurs, ressources et environnement en temps réel selon la logique des champs de forces caractéristiques du modèle Dynamique de sureté DSM (DSM) de Rasmussen (1997). Le modèle étendu du DSM se focalise ainsi sur l'identification des contraintes que les opérateurs doivent satisfaire pour maintenir les exigences de performance et de sécurité. Les comportements des opérateurs seraient gouvernés par 3 contraintes propres à l'urgence médicale : 1) Le soin du patient : les contraintes cliniques et techniques liées au soin direct du patient ; 2) la gestion des tâches : contraintes matérielles et organisationnelles ; 3) le traitement de l'information : contraintes de communication et de traitement de l'information. Ces trois contraintes définissent un espace dynamique dans lequel l'activité des professionnels s'ajuste en fonction des exigences de la situation. La performance et la sécurité reposent sur leur capacité à réguler cet équilibre, dont toute déviation excessive peut conduire à une migration vers la zone à risque caractérisée par une augmentation des erreurs et omissions.

Morineau et al., (2016) identifient trois étapes de gestion des tâches: 1) les prérequis, i.e., les conditions à réunir avant l'action principale (préparer le matériel, sécuriser l'environnement) ; 2) les corequis, i.e., les actions de contrôle et de supervision qui assurent le maintien des conditions d'exécution pendant l'action (surveillance, ajustement, coordination) ; 3) les postrequis, qui permettent de clore la tâche et d'assurer la disponibilité future des ressources (rangement, traçabilité, restitution). Pour toute tâche, il est ainsi possible d'identifier d'une part les actions techniques jugées strictement suffisantes pour atteindre le but, i.e., la séquence opératoire au cœur de la procédure et les conditions nécessaires à sa réalisation d'autre part (i.e., prérequis, corequis ou postrequis). L'hypothèse générale étant que les prérequis et postrequis, perçus comme périphériques, seraient davantage sujets à omission, tandis que les actions strictement nécessaires à la réalisation de la procédure seraient peu omises, mais plus sensibles à des malfaçons liées à leur complexité technique.

À côté de la gestion des tâches, la contrainte de traitement de l'information influence également la trajectoire de l'opérateur. Au sein du DSM étendu, nous suggérons que la contrainte du traitement de l'information est influencée par le niveau de contrôle cognitif SRK (Skill, Rule, Knowledge-based behavior) requis par les différentes étapes de la tâche (Rasmussen, 1983). Au cours de l'apprentissage de la tâche, un processus d'ajustement progressif du contrôle cognitif mise en place par l'apprenant vers le niveau requis par les contraintes de la tâche est nécessaire. En effet, le niveau de contrôle

cognitif effectivement mobilisé par l'apprenant ne coïncide pas généralement avec celui requis intrinsèquement par la tâche a contrario de l'expert qui dispose d'un niveau de contrôle cognitif ajusté aux contraintes de la tâche. Un objectif essentiel de l'apprentissage est donc d'amener l'apprenant à accéder au niveau de contrôle cognitif requis et ceci grâce à des aides cognitives mises à disposition dans l'environnement XR d'apprentissage. L'objectif de ces aides n'est pas « d'alléger » le raisonnement de l'opérateur, mais de structurer l'environnement informationnel afin de faciliter l'accès au niveau de contrôle cognitif requis.

Dans le cadre d'un projet avec l'Institut de Formation des Professionnels de Santé (IFPS) de Vannes et l'entreprise technologique MotionUp, nous souhaitons concevoir un dispositif immersif en XR intégrant des aides cognitives spécifiquement destinées à soutenir les étudiants infirmiers dans l'acquisition d'un geste central en soins infirmiers : la pose d'une voie veineuse périphérique (VVP). Dans cet objectif, nous proposons une méthodologie de conception fondée sur l'analyse ergonomique de la tâche et une démarche de co-conception avec les experts métier.

3 ANALYSE ERGONOMIQUE DE LA TÂCHE DE POSE DE VVP AVEC EXPERT DE LA TÂCHE

Une analyse ergonomique de la tâche de pose de voie veineuse périphérique (VVP) a été conduite avec des experts de la tâche, dans une démarche de co-conception, au cours de plusieurs entretiens.

Phase 1 : Définition des objectifs pédagogiques. En collaboration avec des experts du domaine infirmier (formateurs IFPS), les objectifs principaux identifiés sont : la maîtrise de la procédure, ainsi que la réduction des erreurs, par omission (étapes oubliées) ou malfaçons (gestes incorrects).

Phase 2 : Délimitation du périmètre de la tâche. L'objectif initial étant l'apprentissage de la procédure dans des conditions maîtrisées, les scénarios plus complexes (urgence, complications), ont été exclus. Il est également apparu que l'apprentissage des gestes techniques et la maitrise d'une procédure complète (phases préparatoires, techniques et post-acte) étaient indissociables.

Phase 3 : Recueil et formalisation des étapes de la procédure de pose de VVP. Des observations de la pratique experte ont été analysées de manière itérative lors d'entretiens, permettant de décomposer la procédure, d'arbitrer les divergences et aboutir à une description consensuelle.

Phase 4 : Analyse ergonomique de la tâche. La procédure a été décomposée en sous-tâches élémentaires, puis analysées selon les trois types de contraintes du DMS étendu :

- **Étapes propres à la procédure (domaine de travail) :** Il s'agit des éléments strictement nécessaires et suffisants à l'atteinte de l'objectif de la tâche, i.e., uniquement les étapes qui serait réalisées en situation d'urgence, de pression temporelle forte, ou de conditions dégradées.
- **Étapes de gestion de tâche (gestion des tâches) :** Pour les étapes n'ayant pas été identifiées comme faisant partie de la procédure, nous avons demandé aux experts de la tâche de les classer en fonction de leur appartenance aux prérequis, corequis, et post requis.
- **Niveau de contrôle cognitif requis SRK (traitement de l'information) :** Pour toutes les étapes, le niveau de contrôle cognitif requis dominant a été évalué selon le modèle SRK, avec comme objectif d'identifier les exigences cognitives intrinsèques de la tâche réalisée par un expert.
- **Identification et quantification des erreurs et omissions (migration potentielle) :** Les experts devaient évaluer pour chaque étape les erreurs potentielles (par omission ou malfaçon) et en évaluer la probabilité, sur une échelle de 0 (probabilité nulle) à 5 (extrêmement probable).

4 RÉSULTATS

L'analyse ergonomique réalisée a servi de base aux choix de conception de l'interface XR, des exemples de spécifications en fonction de l'étape de la procédure sont présentés dans le tableau 1.

Afin de soutenir les compétences en gestion de tâche au cours de la procédure, nous proposons l'intégration en réalité étendue, d'une barre de progression dynamique regroupant trois catégories complémentaires d'informations. Premièrement, un cadre dynamique indique à l'apprenant l'étape en cours de réalisation, tout en fournissant une vision globale de l'avancement de la procédure et des étapes restantes. Ce dispositif vise à renforcer la compréhension de la structure séquentielle de la tâche et à limiter les erreurs de désorientation ou d'omission. Deuxièmement, une structuration

explicite des étapes est proposée à l'aide d'un code couleur, permettant de distinguer les grandes phases de la procédure (les prérequis, la procédure, les corequis et postrequis). Cette organisation vise à soutenir la planification de l'action et la gestion temporelle de la tâche, en rendant explicites les relations entre les différentes phases de la procédure. Troisièmement, dans une perspective de réduction des erreurs, les étapes dont la probabilité d'omission a été évaluée par les experts à un niveau égal ou supérieur à 3/5 bénéficient d'une saillance renforcée à l'aide d'icônes colorées. Ce marquage visuel vise à attirer l'attention de l'apprenant sur les points sensibles de la procédure et à réduire le risque d'erreur par omission.

Pour soutenir le niveau de contrôle cognitif requis pour chaque étape, des aides cognitives sont également proposées. Pour les étapes exigeants un contrôle de type *rule* ou *knowledge,* les aides de type check-list favorisent un traitement explicite et la mobilisation directe de règles ou de connaissances. Pour les étapes *skill-based*, des aides perceptivo-motrices affordantes sont mises à disposition, soutenant l'ajustement sensorimoteur (e.g., de l'expert modeling, consistant en la visualisation des mains virtuelles d'un expert réalisant le geste enregistré par « Motion Capture »). Par ailleurs, identifier ces étapes *skill-based,* nécessitant pour l'utilisateur de disposer d'un maximum d'informations perceptives de l'environnement physique réel, permet de spécifier à quel moment de la procédure les étapes devaient être présentées en réalité mixte plutôt qu'en réalité virtuelle.

Tableau 1 : analyse ergonomique de la tâche de pose de voie veineuse périphérique

Étape de la pose de VVP	**Gestion de tâche**	**Niveau SRK dominant**	**Aide cognitive**
Étape 5.1 : Lavage des mains	Prérequis	***Skill***	*Expert modeling* + Minuteur 30s
Étape 8 : Insertion de l'aiguille entre 15° et 30°.	Procédure	***Skill***	*Expert modeling +* Guidage de l'angle par code couleur
Étape 16 : Élimination des déchets : Ordure ménagère/ DASRI/objet tranchant	Postrequis	***Rule***	Check-list

5 DISCUSSION

L'objectif de la présente étude est de proposer une démarche méthodologique de co-conception associant une expertise métier (praticiens infirmiers), une analyse ergonomique de la tâche et des objectifs pédagogiques explicites. Cette démarche vise à concevoir un dispositif de formation en XR qui ne se limite pas à la digitalisation de la procédure, mais qui intègre les exigences cognitives et contextuelles réelles de la tâche, afin de soutenir efficacement l'apprentissage. L'analyse ergonomique réalisée au regard du modèle DSM étendu a ainsi permis d'orienter les choix de conception du dispositif de formation en permettant de soutenir, pour chaque étape de la procédure, le développement du niveau de contrôle cognitif requis, tout en favorisant la maîtrise de la séquence opératoire, mais également des prérequis, corequis et postrequis qui en conditionnent la réalisation correcte, tout en veillant également à la réduction du risque d'erreur. Le dispositif XR issu de cette méthodologie fait actuellement l'objet d'une étude expérimentale en cours auprès d'étudiants de l'IFPS. Au-delà de ce premier cas d'étude, l'extension de cette démarche à d'autres tâches de soin constitue une perspective de recherche essentielle pour en évaluer la robustesse et la transférabilité.

6 BIBLIOGRAPHIE

Cao, H., Rivera, F. G., Söderlund, H., Berlin, C., Stahre, J., & Johansson, B. (2025). Human-centered design of VR interface features to support mental workload and spatial cognition during collaboration tasks in manufacturing. *Springer*, *27*(3), 467–485. https://doi.org/10.1007/S10111-025-00809-

Lin, M. Y., Huang, M. Z., & Lai, P. C. (2024). Effect of virtual reality training on clinical skills of nursing students: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. In *Nurse Education in Practice* (Vol. 81). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104182

Mayer, R. E. (2024). *The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning*. *36*(8). https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1

Morineau, T., Chapelain, P., & Quinio, P. (2016). Task management skills and their deficiencies during care delivery in simulated medical emergency situation: A classification. *Intensive and Critical Care Nursing*, *34*, 42–50. https://doi.org/10.1016/j.iccn.2015.11.001

Morineau, T., & Flach, J. M. (2019). The heuristic version of Cognitive Work Analysis: A first application to medical emergency situations. *Applied Ergonomics*, *79*(3), 98–106. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.07.008

Oje, A. V., Hunsu, N. J., & Fiorella, L. (2025). A systematic review of evidence-based design and pedagogical principles in educational virtual reality environments. *Educational Research Review*, *47*(1), 100676. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100676

Rasmussen, J. (1983). Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, *SMC-13*(3), 257–266. https://doi.org/10.1109/TSMC.1983.6313160

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, *27*(2–3), 183–213. https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, *4*(4), 295–312. https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5

Démarche systémique UX pour l'intégration de la technologie XR en fabrication de structure en bois

Raihana Allani
Université de Liège
r.allani@ulieg.be

Pierre Leclercq
Université de Liège
pierre.leclercq@uliege.be

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Les technologies de réalité étendue (XR) sont progressivement mobilisées dans les contextes industriels, mais de nombreux projets peinent à être adoptés en situation réelle, faute de prise en compte des contraintes physiques, cognitives et organisationnelles du travail réel. Cet article propose une démarche UX systémique pour l'intégration durable des technologies XR dans la transition industrielle 5.0, articulant le design centré utilisateur à une lecture systémique du système socio-technique et de l'activité. Cette approche est mise en œuvre dans une étude empirique menée dans une entreprise de préfabrication d'ossatures en bois. La méthodologie mobilise le "modèle des cinq phases" selon trois principes systémiques transversaux, et combine analyse de l'écosystème, observation in situ, entretiens et tests en situation réelle avec trois modalités XR (smartphone, laser projeté, casque). L'étude souligne le rôle central de l'UX et de l'implication des utilisateurs finaux, y compris les « non-utilisateurs », pour une intégration durable des technologies XR.

MOTS-CLÉS
analyse du travail et expérience utilisateur, interfaces et interactions innovantes, mutations du travail, des cadres sociotechniques et des organisations, transition industrielle 5.0

1 INTRODUCTION

Les technologies de réalité étendue (XR) s'inscrivent aujourd'hui dans les mutations profondes des contextes industriels. La réalité étendue regroupe la réalité virtuelle (VR), la réalité augmentée (AR) et la réalité mixte (MR). Elle désigne un continuum de technologies permettant de fusionner, à différents degrés, des environnements physiques et numériques, en modifiant la perception et l'interaction de l'utilisateur avec son environnement (Milgram & Kishino, 1994). Mobilisée comme levier d'automatisation, d'optimisation et de digitalisation des processus dans l'industrie 4.0 (Alhakamy, 2024), son intégration interroge encore peu les exigences plus récentes de l'industrie 5.0 qui appelle une industrie centrée humain, durable et résiliente (Breque et al., 2021). De nombreux projets XR peinent à dépasser le stade du démonstrateur ou rencontrent des difficultés d'adoption dans les environnements de production réels. Plusieurs travaux en Interaction Homme-Machine montrent que ces limites tiennent moins à des contraintes techniques qu'à un défaut d'intégration des technologies dans les pratiques de travail existantes (Voinea et al., 2023). Les dispositifs XR dépassent en effet leur fonction d'assistance et peuvent reconfigurer les pratiques de travail, transformant les modes d'action, de communication et de collaboration. Certaines tâches sont facilitées, d'autres se transforment ou se complexifient, introduisant de nouvelles exigences cognitives, motrices et organisationnelles (Byers et al., 2025). Or, les dispositifs XR sont fréquemment conçus ou sélectionnés sur la base de leurs capacités fonctionnelles ou de scénarios d'usage idéalisés, sans considération suffisante de ces exigences telles qu'elles se manifestent dans le travail réel.

L'Expérience Utilisateur (UX), définie par la norme ISO 9241-210 comme « les perceptions et réponses d'une personne qui résultent de l'usage ou de l'usage anticipé d'un produit, système ou service » (ISO, 2019), constitue précisément la démarche de référence pour concevoir des dispositifs centrés humain et adaptés à leurs conditions d'usage. Cette démarche connaît un changement de paradigme en XR (Xu, 2024). L'utilisateur n'interagit plus uniquement avec une interface mais évolue dans un environnement immersif où dimensions physiques et virtuelles sont étroitement imbriquées, son activité pouvant se déployer simultanément dans ces deux environnements, parfois au travers d'un avatar (Davari & Bowman, 2024). Les métriques d'évaluation traditionnelles, centrées sur l'utilité et l'utilisabilité restent pertinentes mais ne suffisent plus lorsqu'elles sont mobilisées de manière standardisée et déconnectée du contexte de l'activité. La littérature souligne la nécessité d'élargir les cadres d'analyse en intégrant les dimensions subjectives et expérientielles de l'activité (Hughes & Karwowski, 2025).

La démarche UX en XR fait par ailleurs face à deux limites. Bien qu'elle puisse être mobilisée dès les premières phases de conception, les préoccupations de développement technique ainsi que les budgétaires et de calendrier la réduisent souvent à une évaluation a posteriori, une fois les choix technologiques arrêtés. Elle reste également orientée vers le seul utilisateur final, sans tenir compte de la complexité organisationnelle ni des autres acteurs impactés par l'intégration du dispositif (Lee et al., 2025).

Face à ces constats, nous proposons dans cet article une démarche UX originale pour l'intégration durable et centrée humain(s) des dispositifs XR dans la transition industrielle 5.0. Nous présentons d'abord les fondements de cette démarche, puis le modèle méthodologique mobilisé et son application dans une entreprise de préfabrication d'ossature en bois, avant de tirer les enseignements de cette mise en œuvre.

2 FONDEMENTS THEORIQUES DE LA DEMARCHE

Les environnements industriels sont aujourd'hui largement appréhendés comme des systèmes sociotechniques dans une tradition issue des travaux du Tavistock Institute (Trist & Bamforth, 1951) et et prolongée en Interaction Homme-Machine par les approches socio-techniques contemporaines (Abdelnour-Nocera & Clemmensen, 2019). Un tel système se définit par l'interdépendance entre un sous-système technique (équipements, dispositifs, infrastructures) et un sous-système social (acteurs, pratiques, organisation du travail). Dans cette perspective, l'introduction d'une technologie ne constitue pas un simple ajout fonctionnel, mais engage une reconfiguration des pratiques et des rôles, dont les effets se diffusent à l'ensemble du système et peut renforcer ou contraindre le pouvoir d'agir des acteurs concernés (Rabardel, 1995 ; Rabardel & Pastré, 2005).

Cette compréhension du milieu industriel appelle une lecture systémique qui le considère comme un ensemble de relations interdépendantes plutôt que comme une somme de composants isolés. Cette lecture s'articule à deux échelles. À l'échelle macro, celle de l'organisation, de ses processus et des acteurs qu'elle mobilise. À l'échelle micro, celle de l'activité concrète des acteurs, qui se lit ellemême comme un système, formalisé par la théorie de l'activité (Engeström, 1987) à travers des outils, des règles et une communauté d'acteurs qui structurent son déroulement et ses évolutions. Les dimensions humaines, techniques et organisationnelles traversent ces deux échelles et structurent le système global par leur interdépendance.

Les démarches d'Expérience Utilisateur, traditionnellement ancrées dans le Design Thinking, se concentrent sur l'activité de l'utilisateur final dans son interaction avec un dispositif. Appliquées au contexte de la XR, elles ont fait l'objet d'un cadrage spécifique (Hillmann, 2025) qui intègre les dimensions spatiales, expérientielles et sociales propres aux environnements immersifs. Articuler cette démarche centrée utilisateur avec la pensée systémique constitue précisément l'objet du courant du Systemic Design (Sevaldson, 2013), qui prolonge le Design Thinking en intégrant la complexité des systèmes dans lesquels s'insèrent les artefacts conçus. Notre démarche s'inscrit dans cette perspective. Nous présentons sa mise en œuvre dans la section suivante.

3 METHODE ET APPLICATION AU CAS DE LA PREFABRICATION D'OSSATURE EN BOIS

Notre démarche est mise en œuvre dans le cadre d'une entreprise de construction spécialisée dans la préfabrication d'ossatures en bois, un domaine où l'AR commence à être expérimentée pour améliorer la précision et la productivité (Fazel & Adel, 2024). Notre travail se concentre exclusivement sur la phase de réalisation en atelier où les ossatures sont fabriquées avant d'être transportées et assemblées sur site. Cette mise en œuvre s'appuie sur le modèle de conception centrée utilisateur proposé par Lallemand & Gronier (2015). Ce modèle structure le processus de conception en cinq phases articulées (planification, exploration, mise en œuvre, génération et évaluation) et propose pour chacune un panel de méthodes mobilisables. Sa logique est itérative, permettant d'affiner les choix au fur et à mesure que la compréhension du contexte et de l'activité se précise.

Nous mobilisons ce modèle dans une démarche systémique qui oriente sa mise en œuvre selon trois principes méthodologiques transversaux aux cinq phases (figure 1). Le premier consiste à articuler le niveau macro du système socio-technique et le niveau micro de l'activité de l'utilisateur final, ces deux niveaux étant abordés comme deux échelles d'un même système qui se conditionnent mutuellement. Le deuxième consiste à saisir ensemble les dimensions humaines, spatiales, organisationnelles et techniques du système, dont les contraintes sont interdépendantes et ne peuvent être abordées de façon isolée. Le troisième consiste à ancrer la démarche dans l'activité réelle par des méthodes en contexte (observation in situ, entretiens, essais en conditions réelles) mobilisant les acteurs eux-mêmes dès les premières phases plutôt que par des méthodes supposant une mise à distance comme les personas ou les storyboards. Le présent article vise à exposer la mise en œuvre d'une démarche centrée utilisateur articulée à une lecture systémique, l'analyse détaillée de chaque étape du processus faisant l'objet d'un autre livrable (Bourdouch, 2025).

Figure 1 : représentation des cinq phases du processus de conception centrée utilisateur, adapté de Lallemand et Gronier (2015)

3.1 Planification

Cette phase initiale a été conduite pour situer l'intervention de la XR dans son contexte industriel et en définir les objectifs. L'entreprise cherche à optimiser les étapes de production en atelier afin de répondre à une demande croissante. Les opérateurs s'appuient aujourd'hui sur des plans de montage papier dont ils mesurent et reportent manuellement les dimensions, ce qui entraîne des risques d'erreurs et un ralentissement du processus. La réalité augmentée a été retenue comme piste technologique permettant de projeter directement des repères et des informations sur l'espace de travail. Cette demande a été appréhendée à travers des échanges avec les parties prenantes et une première immersion dans l'atelier, conduisant à une double lecture articulée du système, celle du processus global de production et celle de l'activité située en atelier. L'objectif retenu se situe à l'intersection de ces deux niveaux. Il s'agit de contribuer de répondre à la demande de la direction par l'amélioration de la performance de l'atelier tout en offrant une solution adaptée aux pratiques des opérateurs et sans dégrader les autres étapes du processus ni générer de contraintes pour les acteurs en amont ou en aval.

3.2 Exploration

Le cadre ainsi posé a guidé une exploration portant simultanément sur le processus industriel global et sur l'activité réelle des opérateurs. Elle a mobilisé des observations in situ en atelier, dans les conditions réelles, et des entretiens semi-directifs avec les différents acteurs (opérateurs, chef d'atelier, dessinateurs). Cette exploration a abouti à une cartographie du workflow et du dataflow identifiant les enchaînements d'activités, les flux de données associés, ainsi que les acteursutilisateurs de la XR et les acteurs-non-utilisateurs potentiellement impactés. À l'échelle de l'activité, elle a permis de préciser les étapes du processus de montage où la XR apporterait une réelle plusvalue, notamment l'affichage des emplacements sur la table de montage, la projection des points de fixation et l'assistance au vissage sur des éléments cachés. Elle a également mis en évidence des dimensions souvent absentes des spécifications technologiques initiales, comme l'occupation des mains, les postures contraignantes, changements d'attention et les exigences de sécurité qui s'ajoutent aux contraintes organisationnelles et matérielles propres à l'environnement industriel. Le croisement des observations et des entretiens a également révélé un point critique relatif à l'amont du processus de montage. Les dessinateurs sont responsables de fournir aux opérateurs les plans de montage à partir desquels les ossatures sont assemblées. Lorsque les demandes des opérateurs leur ont été transmises (ajout de repères visuels, hiérarchisation des traits et ajout d'annotations pouvant être projetés par le dispositif XR), une contrainte technique a été soulevée. Leur logiciel de modélisation, ici Cadwork, ne permet pas l'intégration aisée de ce type d'éléments dans les plans générés automatiquement à partir des modèles 3D. Cette contrainte cristallise une tension structurante au cœur de la démarche. Si la XR vise à faire gagner du temps aux opérateurs en atelier, elle ne doit pas, en contrepartie, alourdir le travail des dessinateurs.

3.3 Mise en œuvre

Les éléments recueillis ont été traduits en un ensemble d'exigences fonctionnelles et non fonctionnelles, intégrant des objectifs de performance, des contraintes ergonomiques, des exigences de sécurité et des considérations liées à l'acceptabilité par les opérateurs comme par les autres acteurs du processus global. La contrainte d'interopérabilité identifiée en exploration a été intégrée comme exigence structurante. Les exports actuels de Cadwork au format DXF imposent une adaptation manuelle des fichiers avant projection, ce qui n'est pas tenable à l'échelle d'une production en atelier ni pour les dessinateurs. Une réflexion a été menée avec ces derniers pour définir une méthode compatible avec leurs outils et leurs pratiques. La piste retenue consiste à automatiser le traitement des fichiers via un outil tiers (fonction développée par nos soins en Python) afin de filtrer et de hiérarchiser les informations à projeter sans surcharger les étapes amont. Cette piste constitue une direction de travail à poursuivre pour assurer la faisabilité d'une intégration durable du dispositif dans le processus global.

3.4 Génération

Sur la base des exigences ainsi formalisées, les protocoles d'expérimentation ont été établis pour trois dispositifs XR de différentes modalités d'assistance, à savoir une solution de réalité augmentée sur smartphone (figure 2), un système de projection laser ou réalité augmentée spatiale (figure 3) et un casque de réalité augmentée Microsoft HoloLens2 (figure 4). Pour chacun ont été définis un protocole de mise en œuvre, un protocole de test utilisateur et des critères d'évaluation UX permettant de comparer les technologies en contexte réel d'atelier. Le travail vise non à sélectionner une technologie unique mais à analyser les conditions d'usage, les contraintes et l'apport de chaque modalité dans le processus de montage.

3.5 Évaluation

Les dispositifs ont ensuite été confrontés à l'activité dans ses conditions réelles avec deux opérateurs de l'entreprise, dans un contexte de travail proche des modalités habituelles, afin d'assurer une validation écologique des usages observés. Cet effectif restreint est le corollaire de la démarche

qualitative adoptée, dont l'enjeu est de comprendre comment chaque dispositif s'inscrit dans le contexte d'activité étudié plutôt que de produire une généralisation statistique. Les critères d'évaluation UX ont été définis de manière contextuelle pour refléter les dimensions pertinentes pour l'activité de préfabrication. L'analyse comparative a porté sur des critères discutés avec la direction et avec chaque niveau d'intervention (ingénieur de production, contre-maître, opérateurs) qualifiant l'objectif de l'entreprise (productivité, retour sur investissement), les attentes des acteurs du workflow (qualité et quantité de données à exploiter), les évaluations des utilisateurs finaux (utilité, utilisabilité, affordance, précision, charge cognitive via des échelles de Likert), les contraintes du contexte industriel (sécurité, espace, temps) et les contraintes techniques propres à chaque dispositif (luminosité, stabilité, précision, autonomie).

Figure 2 : le smartphone, premier dispositif XR mis en œuvre pour les expérimentations : schéma de principe et vue augmentée du site sur le dispositif.

Figure 3 : le faisceau laser, second dispositif XR mis en œuvre pour les expérimentations : schéma de principe et projection sur la table de montage sur site.

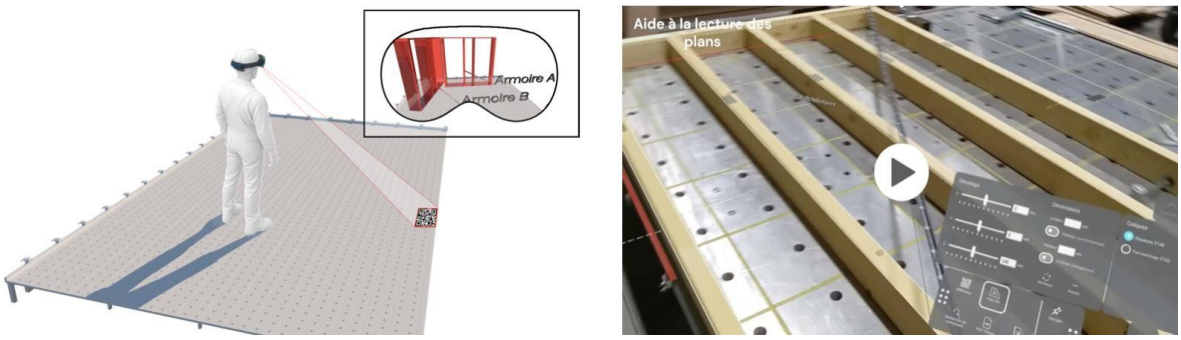


Figure 4. Le casque de réalité augmentée, troisième dispositif XR mis en œuvre pour les expérimentations : schéma de principe et vue augmentée de la table de montage sur site.

4 RESULTATS

4.1 Observations opérationnelles

Nos observations sont d'abord présentées qualitativement par dispositif XR, en analysant pour chacun leur adéquation aux exigences UX sans réduire l'analyse à une simple comparaison technologique.

1) Les tests utilisateurs montrent que la réalité augmentée sur smartphone présente une incompatibilité majeure avec les exigences de l'activité étudiée. L'utilisation du smartphone impose en effet aux opérateurs de mobiliser une main et de détourner leur attention de la tâche en cours, ce qui rompt la continuité de l'activité et compromet leur sécurité dans un environnement impliquant l'usage d'outils de coupe. Cette modalité génère également une charge cognitive élevée liée à l'alternance constante entre l'action manuelle et la consultation de l'écran. Elle limite en conséquence la fluidité des gestes et la coordination entre perception et action.

2) Le système de projection laser s'est révélé globalement compatible avec les exigences du travail manuel, notamment en raison de son caractère hands-free et de son intégration directe dans l'environnement physique. Les repères projetés sur les surfaces de travail permettent un guidage spatial intuitif, soutenant la précision des gestes sans modifier significativement les pratiques existantes. Du point de vue UX, cette modalité induit une faible charge cognitive supplémentaire. Elle est perçue comme ergonomiquement acceptable et compatible avec les exigences de sécurité, en particulier si elle est exploitée par plusieurs opérateurs simultanés. Toutefois, compte tenu du principe de balayage de sa projection, sa capacité de guidage reste limitée à des informations spatiales simples pour éviter l'effet visuel stroboscopique, ce qui restreint son potentiel pour des tâches nécessitant des informations plus complexes ou contextuelles.

3) Le casque de réalité augmentée offre également une modalité hands-free permettant un accès continu à des informations numériques tout en maintenant la continuité de l'activité. Les tests montrent qu'il peut soutenir des tâches nécessitant un guidage plus riche et contextuel, tout en préservant la précision des actions. Cependant, cette richesse informationnelle s'accompagne d'une augmentation potentielle de la charge cognitive, en particulier lorsque plusieurs éléments doivent être pris en compte simultanément dans le champ visuel. Du point de vue UX, l'acceptabilité du casque dépend donc fortement de la manière dont l'information est conçue et distribuée. Les opérateurs ont souligné la nécessité d'un ajustement fin du contenu et de son affichage afin d'éviter une surcharge attentionnelle et de garantir son intégration fluide dans l'activité.

4.2 Enseignements

1) Un premier enseignement majeur concerne les tensions entre les besoins exprimés au niveau managérial et les usages réels des opérateurs. Si l'objectif d'accélération de l'assemblage constitue un levier organisationnel clair, les observations de terrain ont mis en évidence des attentes spécifiques chez les opérateurs liées à la lisibilité des informations, à l'intégration des dispositifs dans les gestes existants, à la charge cognitive et au temps d'apprentissage. Ces éléments illustrent les enjeux de l'analyse des besoins utilisateurs, en montrant la nécessité de distinguer et d'articuler les besoins organisationnels-métiers, les besoins managériaux et les besoins des utilisateurs finaux de la XR.

2) Un second enseignement concerne les enjeux d'interopérabilité et de continuité de la chaîne de données entre les acteurs en amont du processus (les dessinateurs) et les acteurs en aval (les opérateurs). La tension révélée entre les attentes des opérateurs et les contraintes techniques des dessinateurs, déjà décrite en méthode, montre que certaines exigences relèvent moins de l'interface XR que de l'écosystème logiciel et organisationnel dans lequel elle s'inscrit. Cette tension touche au pouvoir d'agir des acteurs concernés. Si la XR vise à renforcer les capabilités des utilisateurs finaux, elle ne doit pas, en contrepartie, vulnérabiliser les autres acteurs du processus en alourdissant leur charge de travail ou en contraignant leurs pratiques. Le pouvoir d'agir se joue ici au niveau du système entier et non du seul utilisateur final.

3) Un troisième enseignement concerne les dimensions spatiales du milieu industriel, souvent absentes des spécifications initiales mais déterminantes pour l'inscription effective d'un dispositif XR dans l'activité. Lors de la mise en œuvre du système de projection laser, le dispositif est fixé à la charpente métallique de l'atelier. Le passage du pont roulant y provoque des vibrations du dispositif qui altèrent la précision de la projection. Cette situation révèle qu'un dispositif XR ne s'insère pas dans un espace neutre mais dans un environnement physique structuré par la disposition des équipements, les flux de déplacement des acteurs et la dynamique des autres machines. La démarche systémique doit donc intégrer les contraintes et ressources spatiales comme dimensions structurantes de la conception au même titre que les dimensions humaines, techniques et organisationnelles.

4) Un quatrième enseignement concerne l'importance d'intégrer une vision à moyen et long terme dans la démarche systémique. Le smartphone testé dans cette étude s'est révélé incompatible avec les exigences de l'activité, notamment en raison de la mobilisation des mains qu'il impose. Toutefois, la démocratisation de smartphones équipés de capteurs LiDAR ouvre des perspectives nouvelles. Couplée à un système de reconnaissance d'objet, une telle solution pourrait à terme permettre la prévisualisation de caissons complexes ou le guidage vers des éléments de structure non visibles, sans repositionnement manuel. Ce qui apparaît aujourd'hui comme une incompatibilité pourrait ainsi évoluer en réponse adaptée selon les évolutions technologiques. Cet enseignement souligne qu'une démarche systémique pour l'intégration durable de la XR ne peut se limiter à l'état présent du système socio-technique. Elle doit également intégrer les dynamiques d'évolution qui le traversent, qu'il s'agisse des évolutions technologiques, des transformations organisationnelles ou des mutations plus larges du contexte industriel.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

5.1 Apports

Ces résultats montrent que chaque modalité XR implique des compromis spécifiques en regard des exigences UX du travail réel. La réalité augmentée sur smartphone apparaît inadaptée dans un contexte de fabrication manuelle contraint, tandis que les dispositifs hands-free offrent une meilleure compatibilité avec l'activité, sous réserve d'un ajustement précis du niveau de détail de l'information et de la forme de l'assistance fournie. Ils confirment que la pertinence d'une technologie XR ne peut être réduite à un choix technologique fondé sur des performances ou des fonctionnalités isolées. Ils montrent que la pertinence d'un dispositif XR dépend de son alignement avec l'expérience utilisateur et du contexte d'activité, et soulignent le rôle central de l'UX comme cadre de conception et d'analyse pour orienter les décisions d'intégration technologique.

L'un des apports de notre étude réside dans la mise en évidence du rôle structurant de l'UX en amont de l'intégration technologique. Cette approche permet d'identifier des exigences qui ne sont pas toujours prises en compte dans les approches techno-centrées de la XR industrielle. Le rejet rapide de la solution de réalité augmentée sur smartphone illustre l'importance de ces exigences : ce rejet ne résulte pas d'un défaut technologique, mais d'une incompatibilité fondamentale avec l'activité et les conditions de travail des opérateurs.

De même, l'ajustement fin de l'information à afficher dans le casque de réalité augmentée intéresse l'opérateur qui doit la gérer dans son activité manuelle, mais est opérée par le dessinateur qui intervient en amont dans la composition des plans de montage. C'est donc celui-ci qui, bien que non concerné par le dispositif XR, doit modifier ses usages en fournissant un plan de montage différent de ceux qu'il a l'habitude de produire pour les montages manuels sans XR.

En structurant le processus d'intégration autour de l'activité réelle, l'UX déplace ainsi la question du « quel dispositif est le meilleur » vers « dans quelles conditions une technologie peut-elle soutenir l'activité sans la perturber ». Cette posture contribue à limiter les risques d'échec liés à une adoption insuffisante ou à une inadéquation entre la technologie et le métier.

D'un point de vue méthodologique, notre recherche propose une approche transférable combinant observation in situ, spécification des exigences utilisateurs, construction de critères UX

contextuels et validation écologique par des tests utilisateurs en situation réelle. Cette approche peut être mobilisée dans d'autres contextes de fabrication manuelle ou dans des environnements industriels comparables, afin d'accompagner l'intégration de technologies XR de manière plus située et plus durable.

Au-delà de ces résultats, la recherche rappelle l'importance de l'implication des utilisateurs finaux dès les premières phases du processus d'intégration. Cette implication ne constitue pas uniquement un moyen de recueillir des retours d'usage, mais un levier essentiel pour révéler des contraintes tacites, des savoir-faire incorporés et des critères de pertinence invisibles dans des approches topdown.

5.2 Limites

Les limites de notre étude tiennent principalement à son caractère exploratoire et à l'ancrage dans un seul contexte industriel. Des travaux futurs pourront approfondir cette démarche en intégrant des mesures quantitatives complémentaires, en élargissant l'échantillon d'utilisateurs et en étudiant l'appropriation des technologies XR sur le long terme.

5.3 Perspectives

Les résultats présentés ici soulignent l'importance de considérer l'UX non comme une étape finale d'évaluation, mais comme un levier central de conception et d'intégration des technologies XR dans les processus métier.

Notre travail participe à un projet de recherche d'envergure (WAL4XR 2024-2028) qui ambitionne l'élaboration d'un futur "modèle de capacité en XR" à destination des entreprises, visant à appuyer l'adoption de la réalité augmentée dans leurs processus de production. Notre étude permet déjà de souligner que ce modèle devra non seulement évaluer les technologies et les processus, mais aussi intégrer les dimensions spécifiques aux environnements XR et la gestion des impacts transversaux sur les acteurs «non-utilisateurs ».

6 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. Rodrigue Bourdouch, dont le travail expérimental a alimenté nos réflexions dans le cadre du projet WAL4XR. Ils remercient également l'entreprise SABEM qui a accepté d'accueillir nos expérimentations et qui qui y a consacré les nombreuses ressources nécessaires.

Le projet de recherche WAL4XR est financé par la Région wallonne, dans la cadre du programme Win4Excellence, Technologies immersives et interactives pour les industries du futur en Wallonie.

7 BIBLIOGRAPHIE

Abdelnour-Nocera, J., & Clemmensen, T. (2019). Theorizing about socio-technical approaches to HCI. In B. R.

Barricelli, V. Roto, T. Clemmensen, P. Campos, A. Lopes, F. Gonçalves, & J. Abdelnour-Nocera (Eds.), *Human Work Interaction Design. Designing engaging automation* (pp. 242–262). Springer https://doi.org/10.1007/978-3-030-05297-3_17

Alhakamy, A. (2024). Extended reality (XR) toward building immersive solutions: The key to unlocking Industry 4.0. *ACM Computing Surveys*, *56*(9), Article 237, 1–38. https://doi.org/10.1145/3652595

Bourdouch. (2025). Optimisation des processus de préfabrication des ossatures en bois grâce à la réalité augmentée : Impact sur l'efficacité et l'expérience utilisateur, thèse de master en sciences de l'ingénieur, Université de Liège.

Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2777/308407

Byers, B. S., Triantafyllidis, E., Menny, T., Schulte, M., & De Wolf, C. (2025). *Assessing the user experience of extended reality devices for (dis)assembly: A classroom study* [Preprint]. arXiv. https://arxiv.org/abs/2505.07154

Davari, S., & Bowman, D. A. (2024). *Towards context-aware adaptation in extended reality: A design space for XR interfaces and an adaptive placement strategy* [Preprint]. arXiv. https://arxiv.org/abs/2411.02607

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit.

Fazel, A., & Adel, A. (2024). Enhancing construction accuracy, productivity, and safety with augmented reality for timber fastening. *Automation in Construction*, *166*, Article 105596. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105596

Hillmann, C. (2025). *UX for XR: User experience design and strategies for immersive technologies* (2nd ed.). Apress.

Hughes, C. L., & Karwowski, W. (2025). Evaluating interaction design and user experience in augmented reality: A systematic review. *Frontiers in Virtual Reality*, *6*, Article 1710161. https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1710161

International Organization for Standardization. (2019). *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems* (ISO 9241-210:2019).

Lallemand, C., & Gronier, G. (2015). *Méthodes de design UX : 30 méthodes fondamentales pour concevoir et évaluer les systèmes interactifs*. Eyrolles.

Lee, S., Hwang, S., & Lee, K. (2025). Beyond individual UX: Defining Group Experience (GX) as a new paradigm for group-centered AI. In *Companion Publication of the 2025 ACM Designing Interactive Systems Conference* (pp. 357–362). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3715668.3736348

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *E77-D*(12), 1321–1329.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Rabardel, P., & Pastré, P. (Eds.). (2005). *Modèles du sujet pour la conception : Dialectiques activités développement*. Octarès.

Sevaldson, B. (2013). Systems oriented design: The emergence and development of a designerly approach to address complexity. In J. B. Reitan, P. Lloyd, E. Bohemia, L. M. Nielsen, I. Digranes, & E. Lutnæs (Eds.), *DRS//CUMULUS 2013: Design Learning for Tomorrow* (pp. 1–22). Oslo School of Architecture and Design. https://doi.org/10.21606/learnxdesign.2013.133

Trist, E. L., & Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting. *Human Relations*, *4*(1), 3–38. https://doi.org/10.1177/001872675100400101

Voinea, G.-D., Gîrbacia, F., Duguleană, M., Boboc, R. G., & Gheorghe, C. (2023). Mapping the emergent trends in industrial augmented reality. *Electronics*, *12*(7), Article 1719. https://doi.org/10.3390/electronics12071719

Xu, W. (2024). *A "User Experience 3.0 (UX 3.0)" paradigm framework: User experience design for humancentered AI systems* [Preprint]. arXiv. https://arxiv.org/abs/2403.01609

Effets du contexte et de la difficulté de la tâche sur le coût d'alternance de tâches

Anaïs Loiseau
Unité Ergonomie Cognitive des Situations Opérationnelles
Institut de Recherche Biomédicale des Armées
anais.loiseau@intradef.gouv.fr

Arnaud Rabat
Unité Ergonomie Cognitive des Situations Opérationnelles
Institut de Recherche Biomédicale des Armées
arnaud.rabat@def.gouv.fr

Sami Mecheri
Unité Ergonomie Cognitive des Situations Opérationnelles
Institut de Recherche Biomédicale des Armées
sami.mecheri@def.gouv.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Dans les environnements multitâches, l'activité cognitive humaine se déploie en réponse à de fortes exigences situationnelles, notamment induites par l'alternance de tâches. Cette alternance entraine un coût à la performance, appelé coût d'alternance, pouvant être affecté par le temps de préparation à la tâche (intervalle indice-stimulus) ou le contexte situationnel (impliquant des alternances rares ou fréquentes). La présente étude visait à analyser l'influence du contexte situationnel sur le coût d'alternance entre des tâches de discrimination perceptive dont la difficulté était manipulée. Deux temps de préparation (court et long) ont été testés. Les résultats ont montré que le contexte situationnel affectait significativement le coût d'alternance (celui-ci étant réduit lorsque les alternances étaient fréquentes), indépendamment de la difficulté des tâches, mais uniquement en présence d'un temps de préparation court. Ainsi, nos résultats indiquent que la sensibilité du contrôle cognitif au contexte est étroitement liée au temps de préparation, mais n'est pas modulée par la difficulté des tâches à exécuter.

MOTS-CLÉS

contrôle cognitif, situation multitâche, flexibilité cognitive, stabilité cognitive, inhibition

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

L'activité cognitive humaine finalisée prend souvent place dans des environnements multitâches, incertains, et changeants (Skaugset et al., 2016). Au plan cognitif, ces environnements complexes exercent de nombreuses contraintes, dont celle induite par la nécessité d'alterner entre deux ou plusieurs tâches (Chérif et al., 2018; Rubin & Meiran, 2005) qui nécessite le recrutement de processus de contrôle cognitif. Pour atteindre un but, nous devons sélectionner et traiter les informations environnementales pertinentes au regard de la tâche en cours, nécessitant le besoin d'un contrôle cognitif (Cohen, 2017). Cependant, nos buts pouvant changer au gré des exigences situationnelles, le système cognitif doit alors rester flexible pour s'adapter à ces changements. Dans les situations multitâches, le contrôle cognitif va notamment fluctuer entre flexibilité cognitive (capacité à déplacer

l'attention d'une tâche à une autre) et stabilité cognitive (capacité à inhiber les informations distractrices pour la tâche en cours) (Houghton & Grange, 2014; Musslick & Cohen, 2021).

Les paradigmes d'alternance de tâches ont été couramment utilisés pour étudier ces mécanismes de contrôle cognitif (Kock & Kiesel, 2022). Ces paradigmes consistent en la réalisation séquentielle de deux tâches (ou plus) au sein d'un même bloc de tâche. Il est établi que cette alternance entraîne un coût à la performance, appelé coût d'alternance. Il se traduit par une augmentation du temps de réponse et du taux d'erreurs comparativement à l'exécution répétée d'une seule tâche (Houghton & Grange, 2014). Deux principales théories peuvent expliquer l'origine de ce coût cognitif : la théorie de la reconfiguration (temps nécessaire pour la reconfiguration du système cognitif pour la nouvelle tâche ; Rogers & Monsell, 1995) et la théorie de l'interférence (temps nécessaire pour résoudre l'interférence de la tâche précédente ; Allport et al., 1994).

1.2 Facteurs influençant le coût d'alternance

Différents facteurs peuvent affecter le coût d'alternance. Il a par exemple été solidement établi qu'un temps de préparation permet de réduire le coût d'alternance (Kiesel et al., 2010) en permettant une reconfiguration du système cognitif vers la tâche nouvellement pertinente. Plus récemment, une série de travaux a montré que la manipulation du taux d'alternance (fréquence d'alternance au sein d'un bloc d'essais), autrement appelé contexte de la situation, affecte le coût d'alternance (voir Egner & Siqi-Liu, 2024). En effet, il a été démontré que les coûts d'alternance étaient plus faibles dans les conditions impliquant 70% d'alternance et plus importants dans les conditions impliquant 30% d'alternance (Siqi-Liu & Egner, 2020). Ces travaux montrent qu'il existe une sensibilité du contrôle cognitif au contexte permettant une plus ou moins grande flexibilité (SiqiLiu & Egner, 2020). Une exposition plus fréquente aux essais alternés améliorait la préparation à l'alternance de tâche en réponse aux exigences contextuelles, probablement grâce à la coactivation des deux représentations de tâches en mémoire de travail (Dreisbach & Fröber, 2019). Si la sensibilité au contexte est maintenant établie, une question encore ouverte concerne la possible influence de la difficulté des tâches en jeu sur cette sensibilité. La présente étude a tenté d'apporter une première réponse à cette question.

1.3 Question de recherche et hypothèses

Cette présente étude avait deux objectifs. Elle visait premièrement à évaluer l'influence du contexte (exigeant d'être flexible ou stable cognitivement suivant les blocs expérimentaux) et du temps de préparation (court ou long) sur le coût d'alternance. Deuxièmement, à déterminer si la difficulté des tâches affectait l'influence de ces facteurs sur ce coût. Par ailleurs, les tâches ont été choisies pour être plus représentatives des exigences de traitement visuel des situations complexes, en employant des stimuli dynamiques et complexes, nécessitant de prendre des décisions à partir d'informations « bruitées », c'est-à-dire incomplètes ou incertaines (Mecheri et al., 2026). Ces caractéristiques se rapprochent de certaines situations opérationnelles telles que les missions de surveillance ou de détection de menaces, dans lesquelles les opérateurs doivent alterner entre la recherche de différentes informations cibles pertinentes en présence de nombreux distracteurs. Ainsi, les tâches utilisées visaient à approcher certaines contraintes cognitives des environnements militaires.

Plusieurs hypothèses ont été formulées pour cette étude. H1 : il était attendu que la contrainte d'alternance de tâches affecte significativement la performance, en allongeant le temps de réponse et en engendrant davantage d'erreurs. H2 : Nous nous attendions également à observer une diminution du coût d'alternance quand le temps de préparation est long. H3 : Une autre hypothèse concernait le contexte situationnel, plus le contexte exigerait d'être flexible cognitivement (75% d'alternance) moins le coût d'alternance serait affecté par rapport au contexte exigeant d'être cognitivement stable (25% d'alternance). H4 : Il était attendu que la difficulté de la tâche affecterait la performance à la tâche, le coût d'alternance ainsi que l'effort mental ressenti.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 Participants

Quarante-six participants (31 femmes et 15 hommes) ont été volontaires et ont donné leur consentement libre et éclairé pour participer à cette étude. L'âge moyen était de 26 +/- 7 ans. Les participants réalisaient pour la première fois les tâches expérimentales présentées.

2.2 Tâches RSK

Un paradigme d'alternance de tâches indicé a été utilisé, impliquant des tâches de discrimination perceptive appelées RSK (Random Soldier Kinematogram ; Mecheri et al., 2026). Les stimuli correspondaient à une foule de soldats se déplaçant dans deux directions (une direction cohérente : vers la gauche ou la droite, ou une direction aléatoire) et portant deux couleurs d'uniforme (kaki ou blanc) (Figure 1-A).

Deux tâches pouvaient être requises. En fonction de l'indice présenté, les participants devaient soit discriminer la couleur de l'uniforme majoritaire dans la foule (tâche couleur : kaki ou blanc) soit discriminer la direction cohérente de la foule (tâche direction : gauche ou droite). Chaque essai commençait par la présentation d'une croix de fixation, suivie de la présentation de l'indice (DIRECTION ou COULEUR). La durée de présentation de l'indice (intervalle indice-stimulus, appelé CSI) correspondait au temps de préparation. Le stimulus était ensuite présenté (pour un maximum de 2000 ms) jusqu'à la réponse du participant. Après la réponse, un écran vide était présenté pour terminer l'essai (Figure 1-B). La durée de présentation de cet écran vide était déterminée de manière à rendre le délai séparant la réponse du participant et le moment d'apparition du prochain stimulus constant quel que fut le CSI. Cette tâche a été développée avec Unity®.

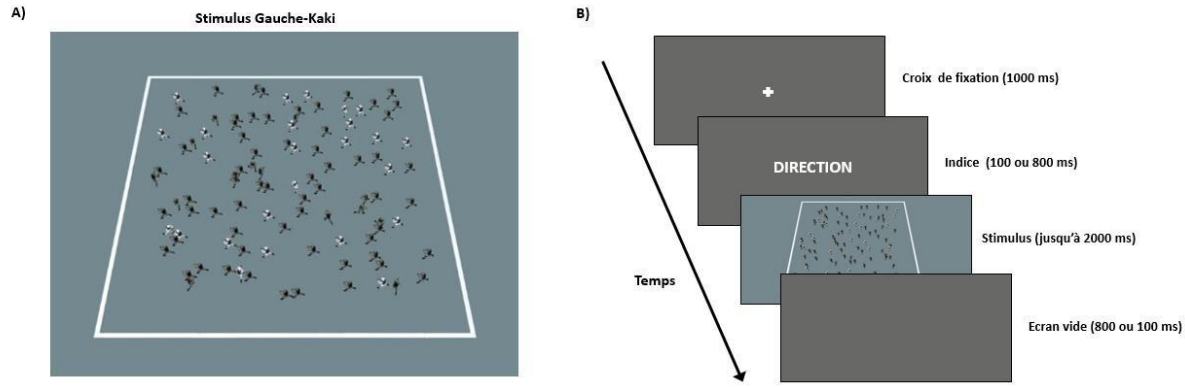


Figure 1 : A) Présentation d'un stimulus. B) Structure d'un essai.

Deux types d'essai ont été considérés : « répétés » (lorsque la tâche à réaliser était identique d'un essai à l'autre) et « alternés » (lorsque la tâche à réaliser différait d'un essai à l'autre). Le temps de préparation (CSI) pouvait être court (100 ms) ou long (800 ms). Deux niveaux de difficulté ont été définis en manipulant le rapport signal/bruit au sein de l'information pertinente pour la tâche. Dans la condition facile, la cohérence de direction (proportion de soldats allant vers la gauche/droite) était fixée à 80% et la cohérence de couleur (proportion de soldats portant la couleur d'uniforme majoritaire) était fixée à 80%. Dans la condition difficile, ces cohérences ont été fixées à 30% (cohérence de direction) et 60% (cohérence de couleur). Enfin le contexte situationnel a été manipulé en employant des taux d'alternance (proportion d'essai alternés au sein d'un bloc) de 25%, 50% et 75%.

2.3 Procédure

Avant les blocs expérimentaux, des blocs de familiarisation ont été réalisés afin de s'assurer de la compréhension des consignes et de la bonne exécution des tâches par les participants.

Les participants ont ensuite réalisé 24 blocs multitâche de 64 essais, présentés en deux séries de 12 blocs (une par niveau de difficulté). L'ordre de ces deux séries a été contrebalancé entre les participants. Au sein de chaque série, l'ordre de présentation des contextes situationnels a également été contrebalancé entre les participants. Le temps de préparation a été manipulé entre les blocs de manière aléatoire.

Chaque bloc exigeait des participants qu'ils exécutent séquentiellement et aléatoirement les tâches couleur et direction, en fonction de l'indice présenté en début d'essai. La durée moyenne de réalisation d'un bloc était 3 minutes, conduisant à une durée totale d'exécution des tâches d'environ 70 minutes. Les participants avaient l'opportunité de prendre une courte pause après la complétude de chaque bloc et ont ainsi enchainé les blocs à leur propre rythme. Deux pauses de 5 minutes ont été instaurées au cours de la session expérimentale, dont la durée totale avoisinait 2h.

Pour s'assurer que la durée totale de la session expérimentale n'induisait de fatigue cognitive susceptible de confondre les résultats, une échelle visuelle analogique visant à évaluer la fatigue ressentie a été présenté aux participants avant le début de l'expérimentation puis tous les 8 blocs. Les analyses menées sur les données recueillies au moyen de cette échelle (non présentées ci-après) ont montré une augmentation du niveau de fatigue ressenti entre la mesure initiale et les mesures réalisées pendant la tâche. Aucune augmentation significative n'a été observée entre les différentes mesures réalisées au cours de la tâche.

2.4 Variables dépendantes et analyses statistiques

Trois types de données ont été analysées : (i) performances à la tâche, (ii) coûts cognitifs induits par l'alternance de tâches, (iii) effort mental ressenti. Les performances à la tâche ont été analysées avec le temps de réponse (TR : temps séparant l'apparition du stimulus et la réponse du participant ; TR) et le taux d'erreur (TE : réponse incorrecte et absence de réponse). Les coûts cognitifs induits par l'alternance de tâches ont été analysés à deux niveaux : coût d'alternance (différence de temps de réponse entre les essais *« alterné »* et *« répété »)* et coût d'erreur (différence de taux d'erreur entre les essais *« alterné »* et *« répété »).* L'échelle *Rating Scale Mental Effort* (RSME, Zijlstra, 1993) a été utilisée afin d'évaluer la quantité d'effort mental ressentie au cours de l'exécution des tâches. Cette échelle cotait de 0 à 150.

Les données de performance à la tâche (TR et TE) ont été analysées suivant le plan factoriel suivant : Difficulté (Facile, Difficile) × Contexte (25%, 50%, 75%) × Temps de préparation (Court, Long) × Type d'essai (Répété, Alterné). Les coûts d'alternance et d'erreur ont été analysés selon le plan factoriel suivant : Difficulté (Facile, Difficile) × Contexte (25%, 50%, 75%) × Temps de préparation (Court, Long). Le score RSME a été analysé selon le plan factoriel suivant : Difficulté (Facile, Difficile) × Contexte (25%, 50%, 75%).

3 RESULTATS

3.1 Performance à la tâche

Un effet de la cohérence a été observé pour le TR ($F_{1,8724} = 6927$, $p < 0.001$), montrant une plus grande latence de la réponse dans la condition difficile. Une interaction Contexte × Type d'essai ($F_{1,8724} = 4.32$, $p < 0.05$) a montré une différence significative entre les TR aux essais *« alterné »* et *« répété »* dans toutes les conditions contextuelles (Figure 2A). Ces résultats démontrent l'existence d'un coût d'alternance. Une interaction entre le temps de préparation × type d'essai a également été observée. Les TR étaient significativement inférieurs lorsque le temps de préparation était long, quel que fut le type d'essai ($F_{1,8724} = 4.62$, $p < 0.05$).

Concernant le TE, les résultats ont montré un effet de la difficulté (: $F_{1,8752} = 527$, $p < 0.001$) et une interaction Contexte × Type d'essai ($F_{1,8752} = 7.47$, $p < 0.001$). Un coût d'erreur est donc également observé (Figure 2B). Aucune autre effet principal ou d'interaction n'a été observé.

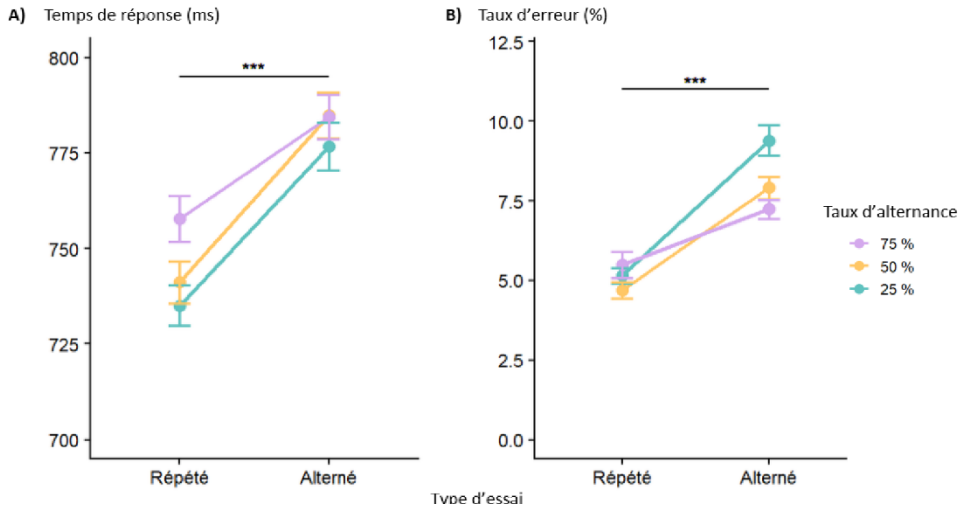


figure 2 : temps de réponse (A) et taux d'erreur (B) en fonction du taux d'alternance et du type d'essai.

3.2 Coûts cognitifs

Concernant le coût d'alternance, un effet de la difficulté a montré une augmentation significative de ce coût dans la condition difficile ($F_{1,1047}$ = 13.27, p < 0.001). Le coût d'alternance étaient significativement réduits avec un temps de préparation (CSI) long ($F_{1,1047}$ = 9.30, p < 0.01). L'interaction Contexte × Temps de préparation était également significative ($F_{2,1047}$ = 3.42, p < 0.05). Avec un temps de préparation court, le coût d'alternance était significativement plus important quand le contexte était de 25% et 50% que lorsqu'il était de 75% (Figure 3-A). Avec un temps de préparation long, le coût d'alternance était similaire entre tous les conditions contextuelles (Figure 3-A).

Le coût d'erreur a uniquement été affecté par le contexte ($F_{2,1047}$ = 9.29, p < 0.001). Ce coût était significativement plus important dans les conditions 25% et 50% que dans la condition 75% (Figure 3-B).

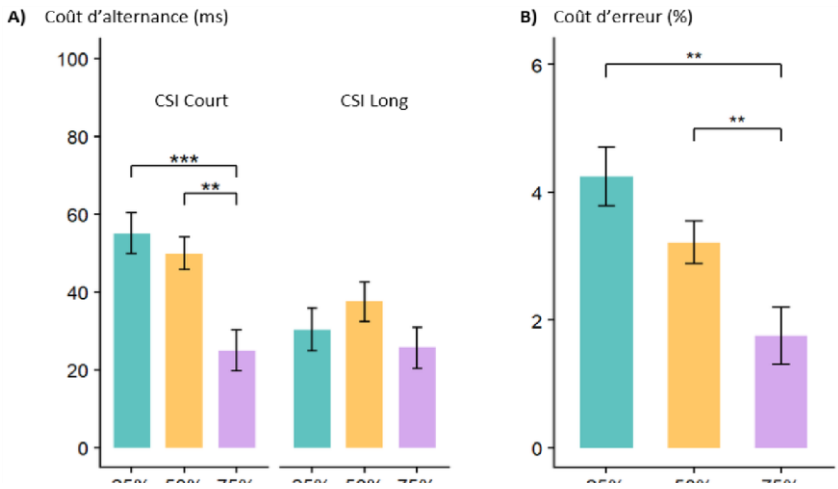


figure 3 : coûts d'alternance (A) et coûts d'erreur (B) exprimés en fonction du taux d'alternance.

3.3 Effort mental

Concernant l'effort mental ressenti, un effet de la difficulté des tâches a montré que le score RSME était significativement plus important dans la condition difficile ($F_{1,45}$ = 9.54, p < 0.001) que dans la condition facile (Figure 4). Aucun autre effet principal ou d'interaction n'a été observé.

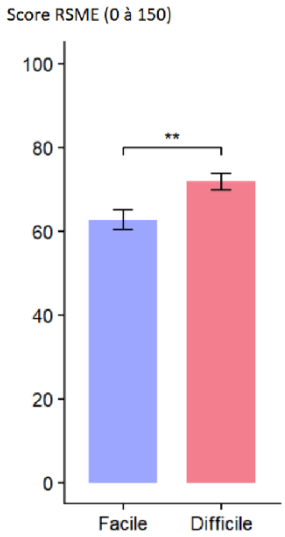


figure 4 : score RSME exprimé en fonction du niveau de difficulté des tâches.

4 DISCUSSION

4.1 Synthèse des résultats

Conformément à notre hypothèse H1, des coûts d'alternance et d'erreur ont été observés dans toutes les conditions contextuelles, résultats classiquement retrouvé dans la littérature (Houghton & Grange, 2014) et ce en impliquant des stimuli complexes plus représentatif des environnements militaires.

Le temps de préparation long (800 ms) a également permis de diminuer le temps de réponse et le coût d'alternance comme attendu dans notre hypothèse H2. Là encore ce résultat est en accord avec les données de la littérature qui montre que ce temps supplémentaire permet la reconfiguration mentale complète de la tâche (Kiesel et al., 2010). En revanche cet effet n'est pas retrouvé pour les taux d'erreur et le coût d'erreur. Cependant, de nombreuses études utilisent uniquement le temps de réponse pour étudier l'effet du temps de préparation, sans analyser les taux d'erreurs.

Le contexte a affecté le coût d'alternance uniquement quand le temps de préparation est court nous permettant de valider notre hypothèse H3. Plus le contexte implique d'être flexible mentalement et plus les coûts cognitifs sont diminués. Cette sensibilité au contexte reposerait sur un ajustement du *« seuil de mise à jour »* de la tâche active en mémoire de travail, qui régule l'intégration de nouvelles informations dans la mémoire de travail, facilitant ainsi la reconfiguration vers une nouvelle tâche (Egner & Siqi-Liu, 2024). Un contexte impliquant 75% d'alternances abaisserait ce seuil et favoriserait ainsi l'intégration plus rapide de la représentation sous-jacente à la tâche nouvellement requise. Toutefois, cet effet apparaît principalement lorsque le temps de préparation est court. Ces résultats ont déjà été observés dans la littérature (Siqi-Liu & Egner, 2020). L'intervalle indice-stimulus serait trop bref pour permettre une reconfiguration complète de la tâche à venir. Il faudrait donc davantage s'appuyer sur le contexte pour anticiper une prochaine alternance de tâche, conduisant à une plus grande flexibilité cognitive. À l'inverse, un temps de préparation long serait suffisant pour préparer la nouvelle tâche, ce qui limite l'influence du contexte sur le coût d'alternance. Ces résultats suggèrent ainsi que l'effet du contexte repose sur un apprentissage adaptatif et implicite permettant d'ajuster l'équilibre entre stabilité et flexibilité cognitive. Le coût d'erreur a également été affecté par le contexte mais indépendamment du temps de préparation.

Par ailleurs, la difficulté de la tâche a eu un effet sur le temps de réponse, le taux d'erreur et le coût d'alternance mais indépendamment du contexte. De même la difficulté a affecté le ressenti d'effort mental investi pendant la tâche indépendamment du contexte situationnel. La difficulté de la tâche ne semble donc pas affecter la sensibilité du contrôle cognitif au contexte ce qui, à notre connaissance, n'avait pas encore été montré dans la littérature.

4.2 Limites et perspectives

Dans les situations réelles, la contrainte d'alternance de tâches implique souvent l'exécution séquentielle d'un plus grand nombre de tâches, avec des changements non prédictibles (Chérif et al., 2018). L'étude du coût d'alternance dans des situations impliquant trois tâches permettrait ainsi de se rapprocher des contraintes rencontrées dans les environnements réels. De plus, le développement d'environnements expérimentaux plus immersifs, notamment en réalité virtuelle, pourrait permettre d'évaluer le coût d'alternance dans des conditions plus proches des situations opérationnelles, par exemple à travers des réponses motrices plus réalistes que des réponses sur clavier. Ces environnements pourraient aussi être utilisés pour étudier si une exposition répétée à des contextes sollicitant différemment la flexibilité et la stabilité cognitive favorise une meilleure adaptation en situation multitâche réel. Cette perspective rejoint plus largement la question du transfert des apprentissages cognitifs vers des situations nouvelles (Simons et al., 2016).

Enfin, une autre perspective intéressante pourrait être d'étudier la fatigabilité du contrôle cognitif au moyen d'une exécution d'une tâche prolongée, en fonction du contexte. En effet, si le contexte exigeant d'alterner fréquemment induit des coûts cognitifs moins importants, il implique en revanche une reconfiguration plus fréquente du contrôle cognitif, coûteux en ressources (Pessiglione et al., 2025). Ainsi, nous pouvons nous demander si ce contexte pourrait induire des états de fatigue mentale différenciés suivant le continuum flexibilité - stabilité cognitive.

5 BIBLIOGRAPHIE

Allport, D. A., Styles, E. A., & Hsieh, S. (1994). Shifting intentional set : Exploring the dynamic control of tasks. In Attention and performance 15 : Conscious and nonconscious information processing (p. 421- 452). The MIT Press.

Chérif, L., Wood, V., Marois, A., Labonté, K., & Vachon, F. (2018). Multitasking in the military : Cognitive consequences and potential solutions. Applied Cognitive Psychology, 32(4), 429- 439. https://doi.org/10.1002/acp.3415

Cohen, J. D. (2017). Cognitive Control. In The Wiley Handbook of Cognitive Control (p. 1- 28). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781118920497.ch1

Dreisbach, G., & Fröber, K. (2019). On How to Be Flexible (or Not) : Modulation of the Stability-Flexibility Balance. Current Directions in Psychological Science, 28(1), 3- 9. https://doi.org/10.1177/0963721418800030

Egner, T., & Siqi-Liu, A. (2024). Insights into control over cognitive flexibility from studies of task-switching. Current Opinion in Behavioral Sciences, 55, 101342. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2023.101342

Garner, K. G., & Dux, P. E. (2015). Training conquers multitasking costs by dividing task representations in the frontoparietal-subcortical system. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(46), 14372- 14377. https://doi.org/10.1073/pnas.1511423112

Houghton, G., & Grange, J. A. (2014). Task Switching and Cognitive Control. Oxford University Press.

Kiesel, A., Steinhauser, M., Wendt, M., Falkenstein, M., Jost, K., Philipp, A. M., & Koch, I. (2010). Control and interference in task switching—A review. Psychological Bulletin, 136(5), 849- 874. https://doi.org/10.1037/a0019842

Koch, I., & Kiesel, A. (2022). Task switching: Cognitive Control in Sequential Multitasking. In A. Kiesel, L. Johannsen, I. Koch, & H. Müller (Eds.), Handbook of Human Multitasking (pp. 85–143). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04760-2_3

Mecheri, S., Gouasmi, W., Dozias, B., & Lobjois, R. (2026). The Random Soldier Kinematogram : A novel tool for task-switching research in military context. Frontiers in Psychology, 17, 1678090. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1678090

Musslick, S., & Cohen, J. D. (2021). Rationalizing constraints on the capacity for cognitive control. Trends in Cognitive Sciences, 25(9), 757- 775. https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.06.001

Pessiglione, M., Blain, B., Wiehler, A., & Naik, S. (2025). Origins and consequences of cognitive fatigue. Trends in Cognitive Sciences, 29(8), 730- 749. https://doi.org/10.1016/j.tics.2025.02.005

Rogers, R., & Monsell, S. (1995). Costs of a Predictable Switch Between Simple Cognitive Tasks. Journal of Experimental Psychology: General, 124, 207- 231. https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.2.207

Rubin, O., & Meiran, N. (2005). On the Origins of the Task Mixing Cost in the Cuing Task-Switching Paradigm. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31(6), 1477- 1491. https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.6.1477

Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., & Stine-Morrow, E. A. L. (2016). Do "Brain-Training" Programs Work? Psychological Science in the Public Interest, 17(3), 103- 186. https://doi.org/10.1177/1529100616661983

Siqi-Liu, A., & Egner, T. (2020). Contextual Adaptation of Cognitive Flexibility is driven by Task- and Item-Level Learning. Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience, 20(4), 757- 782. https://doi.org/10.3758/s13415-020-00801-9

Skaugset, L. M., Farrell, S., Carney, M., Wolff, M., Santen, S. A., Perry, M., & Cico, S. J. (2016). Can You Multitask? Evidence and Limitations of Task Switching and Multitasking in Emergency Medicine. Annals of Emergency Medicine, 68(2), 189- 195. https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.10.003

Zijlstra, R. (1993). Efficiency in work behavior: A design approach for modern tools. Delft, The Netherlands: Delft University Press.

Influence de l'usage de la réalité étendue sur la mémoire épisodique et les erreurs de source

Isabelle Milleville
LS2N CNRS UMR6004, Nantes Université, Centrale Nantes
isabelle.milleville@ls2n.fr

Anne-laure Gilet
Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL), UR 4638, Nantes Université, Univ Angers
anne-Laure.Gilet@univ-nantes.fr

Christelle Evrard
Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL), UR 4638, Nantes Université, Univ Angers,
Christelle.Evrard@univ-nantes.fr

Jean-Marie Normand
LS2N CNRS UMR6004, Nantes Université, Centrale Nantes
Jean-Marie.Normand@ls2n.fr

Malek Boukadida
Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL), UR 4638, Nantes Université
mlk.boukadida@gmail.com

Imene Belbecir
Laboratoire de psychologie des Pays de la Loire (LPPL), UR 4638, Nantes Université
ibelbecir@yahoo.fr

Hugo Lecrubier
LS2N CNRS UMR6004, Nantes Université, Centrale Nantes

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

L'utilisation accrue de la réalité étendue (XR; allant de la réalité mixte [RM] à la réalité virtuelle [RV]) questionne sur ses conséquences sur les utilisateurs dans le réel. Dans cette étude, nous nous interrogeons sur la nature du souvenir des évènements vécus en XR et leur intégration potentielle dans le monde réel notamment à travers la création de faux souvenirs par erreur de source (attribution erronée d'un souvenir à la mauvaise source). Pour cela nous avons développé un protocole de recherche permettant d'immerger les participants dans un environnement virtuel ou mixte identique à un environnement réel existant. Ces environnements proposent la réalisation de différentes activités réalistes, plus ou moins similaires entre les environnements. Ce protocole permet de tester la mémoire dans un contexte plus écologique que les études menées jusqu'à présent sur la question. Les résultats de l'étude exploratoire, réalisée pour tester notre protocole, indiquent que la nature des erreurs de source diffère selon le type de XR considéré et le type d'actions réalisées durant l'immersion

MOTS-CLÉS

réalité étendue, mémoire épisodique, faux souvenirs, erreurs de source, paradigme expérimental

1 INTRODUCTION

En reproduisant des scénarios de la vie réelle de façon plus contrôlée et configurable, la réalité étendue (XR) permet de confronter les individus à un large éventail de situations et de les entraîner à les gérer (formation, prévention, remédiation, etc.). La XR rassemble toutes les configurations possibles qui combinent des éléments virtuels et la réalité. Cela va de la réalité virtuelle (RV), où les utilisateurs sont immergés dans un environnement entièrement virtuel, à la réalité mixte (RM), où des éléments virtuels sont superposés, à la vue de l'utilisateur, sur la réalité physique (Skarbez et al., 2021). En RV comme en RA, des interactions avec les éléments virtuels sont souvent possibles, donnant lieu à des stimulations multisensorielles. A travers cette technologie, il devient donc possible d'envisager un nombre considérable d'applications, dont l'utilité est indéniable pour l'humain. Cependant, cela ne doit pas occulter que l'exposition fréquente à la XR peut affecter une personne au-delà de la simulation. Il peut s'agir d'impacts comportementaux, comme en attestent les travaux réalisés dans le domaine de la formation, démontrant des apprentissages effectifs en RV, transférables aux situations réelles (Casutt et al., 2014). Il est aussi possible d'observer, en RV, des réactions physiologiques en lien direct avec l'appropriation du corps virtuel (processus d'incarnation ; e.g., Yuan & Steed, 2010). On peut également observer la modification de normes et de valeurs sociales sur un plus ou moins long terme (Yee & Ballenson, 2006). Enfin, l'action de la RV a été démontrée dans la remédiation des troubles mentaux (e.g., troubles anxieux, stress post-traumatique [Emmelkamp & Meyerbröker, 2021]) avec des conséquences positives dans le réel sur le long terme.

Si l'expérience vécue en XR peut impacter les processus cognitifs et perceptifs dans le réel, qu'en est-il du souvenir qui lui sera associé ? La XR peut induire chez l'individu une expérience sensorielle, émotionnelle et cognitive intense et réaliste, susceptible de favoriser un ancrage en mémoire proche de celui observé dans le réel. Pourrait-on alors envisager que les utilisateurs puissent confondre des événements vécus dans le monde virtuel avec des expériences vécues dans le réel, par exemple à travers la création de faux souvenirs ? La mémoire épisodique est par nature reconstructive et donc sujette à des distorsions et à la création de faux souvenirs, c'est-à-dire des souvenirs d'événements qui ne se sont jamais produits, ou des souvenirs déformés d'événements qui se sont produits (Roediger & McDermott, 1995). Ce phénomène résulte parfois d'une défaillance du contrôle de source (Johnson, 1997), c'est-à-dire de l'attribution à un souvenir d'une source d'acquisition erronée (e.g., virtuelle versus réelle). Jusqu'à présent, la question de la gestion de la mémoire des événements vécus en XR et de leur intégration potentielle dans le monde réel a très peu été abordée et les quelques études qui y ont été consacrées ne l'ont pas fait dans un contexte écologique. La plupart d'entre elles ont été réalisées dans le domaine de la réalité virtuelle (Bonnail et al., 2024 ; Hoffman et al., 1995 ; Hoffman, 2001 ; Mizuho et al., 2023 ; Rubo et al., 2021 ; Wiesing et al., 2025 ; Petiot et al., 2025) et quelquesunes dans le domaine de la réalité augmentée (Fernandes et al., 2015). La majorité de ces études (Bonnail et al., 2024 ; Fernandes et al., 2015 ; Hoffman et al., 1995 ; Hoffman, 2001 ; Rubo et al., 2021 ; Petiot et al., 2025) comportaient des tâches dans lesquelles les participants étaient exposés à des stimuli (plus ou moins réalistes selon le contexte ; e.g., une figurine de girafe sur un bureau, des mots sur un écran). Après des intervalles de temps variables, ils devaient effectuer des tâches de reconnaissance consistant à identifier les stimuli qu'ils avaient précédemment rencontrés parmi des distracteurs et à indiquer s'ils les avaient vus dans un environnement réel ou virtuel. Les erreurs de source sont courantes dans ce type de procédure, dans les deux sens : du virtuel vers le réel et du réel vers le virtuel. Par exemple, dans l'étude de Bonnail et al., 2024, lors d'une tâche de reconnaissance du contenu, environ 20 % des objets virtuels reconnus ont été attribués à tort à l'environnement réel et 27 % des objets réels reconnus ont été attribués à tort à l'EV. Plusieurs facteurs influençant la probabilité d'erreurs de source ont été identifiés dans ces études, notamment le degré d'immersion (Rubo et al., 2021), la richesse perceptuelle et le réalisme des stimuli (Bonnail et al., 2024 ; Fernandes et al., 2015), l'interactivité avec les stimuli (Fernandes et al., 2015) et l'intervalle de temps entre l'encodage et la reconnaissance (Bonnail et al., 2024). Cependant, ces résultats sont basés sur des configurations expérimentales basiques dans lesquelles les stimuli sont des objets simples. Wiesing et al. (2025) ont proposé un scénario expérimental plus écologique, utilisant un environnement virtuel

modélisé d'après une pièce réelle et mettant en scène un expérimentateur virtuel avec lequel les participants pouvaient interagir. Les résultats ont montré qu'une semaine plus tard, lorsqu'ils se trouvaient dans la pièce réelle correspondante, 45 % des participants s'attendaient à trouver une tablette à l'endroit où l'expérimentateur virtuel l'avait placée dans l'EV. Ces résultats soulignent l'importance d'étudier les erreurs de sources entre XR et réalité dans des environnements écologiquement valides.

Partant de ce constat, nous avons conçu un protocole expérimental dans lequel les participants ont à réaliser un certain nombre d'actions plus ou moins similaires, dans la réalité et dans des environnements en RV ou en RM reproduisant à l'identique la réalité. Nous espérons ainsi générer des souvenirs suffisamment proches dans les différentes conditions pour induire des erreurs de sources. En outre, le test de mémorisation ne porte pas sur des objets (comme c'est très majoritairement le cas) mais sur les actions réalisées durant l'exposition aux différents environnements, afin d'accroitre à la fois la richesse des informations mémorisées et le caractère écologique de la situation testée. Nous nous attendons à observer des faux souvenirs par erreur de source (confusion entre XR et réalité ; hypothèse **H1**). En outre, la RM, se caractérise par une moins grande homogénéité entre le visuel des objets (virtuels) et les interactions qui leurs sont associées par rapport à la RV et au monde réel. Cela devrait induire un codage en mémoire, des objets impliqués dans l'action, sur la base de critères visuels ou comportementaux spécifiques à la XR, et ainsi permettre de mieux fixer ces objets dans la bonne source. Ainsi, il devrait y avoir plus de bonnes reconnaissances en RM (**H2a**) et les erreurs de source devraient être plus fréquentes en RV qu'en RM, (**H2b**). Enfin, la confusion sur la source d'un objet en RM, viendrait du fait que cet objet ne comporterait pas assez de traces en mémoire permettant de l'associer à la XR (alors que l'on s'attend à ce que ce soit le cas pour les objets virtuels). Dans ce cas, la confusion devrait donc se traduire par un biais d'attribution vers le réel en RM (**H3**).

Le degré de similarité des actions effectuées dans les différents environnements devrait également impacter les erreurs de source. Ces dernières devraient être plus nombreuses lors d'actions partageant beaucoup de similarités en réel et en XR (**H4**). La RV ayant une cohérence interne identique à la réalité on peut supposer que dans cette condition les actions similaires entre les deux environnements induisent plus de confusion dans le souvenir que les actions différentes (**H5**).

Grâce à ce paradigme expérimental, nous entendons mieux comprendre les mécanismes soustendant les faux souvenirs, mais également mieux cerner les facteurs susceptibles d'induire l'attribution au réel du souvenir d'expériences vécues dans le virtuel et, par là même, mieux contrôler le ratio bénéfices/risques induit par l'usage de la XR en accord avec le rapport de 2021 de l'ANSES (Burkhardt et al., 2021). Nous présentons dans cet article, les résultats de la première étude exploratoire que nous avons menée à l'aide du paradigme que nous proposons.

2 METHODOLOGIE

2.1 Participants

24 participant.e.s (5H et 19F), âgé.e.s de 19 à 34 ans ont pris part à l'étude . Les participant.e.s étaient issu.e.s de Nantes Université et de Centrale Nantes. Tou.t.e.s présentaient un niveau de vue correcte (avec ou sans correction), parlaient couramment français et ont signé un formulaire de consentement éclairé pour la participation à l'étude et l'exploitation des données.

2.2 Matériel

Un casque de réalité virtuel Quest3 et une caméra go-pro (destinée à créer une sensation identique à celle du port du casque en XR) ont été utilisés. L'environnement virtuel (Figure 1) a été développé sous Unity (version 2022.3.23). Il pouvait être en RM ou en RV. En RM, différents objets virtuels étaient superposés à l'environnement réel de la salle d'expérimentation (e.g., des post-it à manipuler, une lampe à allumer, un ordinateur à éteindre, etc.). Cette dernière était aménagée de façon à ressembler à un bureau de commissariat de police afin d'être cohérente avec le scénario expérimental (cf. Section 2.3). En RV, la salle virtuelle reproduisait fidèlement la salle

d'expérimentation et son contenu et incluait les éléments virtuels présents en RM. Les différentes actions à réaliser en XR portaient sur les objets virtuels disposés sur une table tangible afin d'obtenir un retour pseudo-haptique réaliste lors du déplacement de ces objets sur la table.

Figure 1 : environnements de réalité mixte et virtuelle.

2.3 Scénario expérimental

Les participant.e.s étaient invité.e.s à aider la police à résoudre une enquête. Deux scénarios différents de type "escape game" étaient proposés pour situation réelle et la XR, de façon contrebalancée entre les participants (cf. 2.4). Les scénarios étaient conçus sur la même trame de succession d'événements, de façon à être équivalents et ils reposaient sur 11 actions à réaliser sur des objets. Comme dans un escape game, la réalisation d'une action entrainait un résultat pouvant mener à la réalisation de l'action suivante. Entre chaque action, une voix off commentait les avancées de l'enquête et donnait des indications sur l'action suivante à réaliser. Les actions pouvaient présenter des similarités ou être différentes entre le XR et le réel. Les actions avec similarité consistaient à : trier des cartes chiffrées (ordre décroissant vs. croissant), arroser une plante (avec un vaporisateur vs. une gourde), actionner une lampe (l'éteindre vs. l'allumer), déplacer un objet dans un pot à crayon (enlever un crayon vs. mettre une règle), reformer le puzzle d'un visage (féminin vs. masculin), reformer une carte (d'un parc vs. d'une ville). Le reste des actions était spécifique à chaque environnement.

2.4 Procédure

L'étude a été réalisée dans la salle de XR de Centrale Nantes. Chaque participant.e.s réalisait deux sessions expérimentales : 1 session dans la réalité et une session en XR (soit en RV soit en RM). L'ordre de passation des environnements (Réel vs XR) était contrebalancé sur l'ensemble des participant.e.s. Chaque session était espacée d'une journée de la suivante. Pour chaque type d'environnement (Réel ou XR), les participant.e.s devaient réaliser les 11 actions présentées en 2.3. Une période d'entraînement était systématiquement effectuée avant la condition en XR (5 à 10 minutes de manipulation d'objets de forme géométrique placés sur une table). Au début de la première session, les participant.e.s devaient répondre au questionnaire Participant (version papier : âge, genre, situation professionnelle, expérience en RV et jeux vidéo). A la fin de chaque session les participant.e.s devaient répondre aux questionnaires de Présence (SAM; Weibel et al 2015) et de mal des simulateurs (SSQ; Kennedy et al., 1993), tous deux en version papier.

Chaque session durait environ 60 minutes : 10 min d'accueil du participant et complétion du questionnaire Participant, 5 min d'équipement du participant (avec le casque RV pour les sessions en XR ou avec la caméra Go-pro fixée sur la tête, dans les sessions en réel), 15 minutes de réalisation des actions dans l'environnement, 10 minutes de réponse à la SSQ et à la SAM. A cela étaient ajoutées 10 min d'entrainement pour les sessions en XR et 10 min de repos après ces mêmes sessions.

Une semaine après la dernière session expérimentale, un test de mémoire, portant simultanément sur les deux sessions expérimentales, était réalisé auprès des participant.e.s. Ce test consistait en un questionnaire de reconnaissance des actions réalisées. Les participants devaient indiquer pour chacune des 11 actions réalisées en XR et des 11 actions en réel, plus 22 actions "leurres"

(qui n'avaient pas été réalisées durant l'étude), si elles avaient été effectuées en XR, dans le Réel, ou non effectuées. A partir de ce questionnaire, les mesures suivantes étaient obtenues :

- Taux de reconnaissances correctes (actions réalisées et reconnues dans la bonne source) : nombre de reconnaissances correctes/ nombre total d'actions réalisées.
- Taux d'actions non reconnues (actions réalisées mais indiquées comme non réalisées lors du rappel) : nombre d'actions non reconnues/ nombre total d'actions réalisées.
- Taux d'erreurs de source pour chaque condition (actions réalisées et reconnues mais attribuées à la mauvaise source) : nombre d'erreurs de source/ nombre total d'actions réalisées.
- Niveau de confiance dans le rappel de chaque action (allant de 1 "pas du tout confiant" à 4 "tout à fait confiant").

Dans cette étude trois facteurs expérimentaux ont été manipulés : le Type de XR (RV ou RM) en intergroupe, le Type d'environnement (réel ou virtuel) en intragroupe et la Similarité des actions entre les environnements réel et XR (proches ou différentes) en intragroupe. Les données ont été analysées sur JASP (version 0.18.3 ; JASP Team, 2024) à l'aide du t de Student pour les inférences sur une moyenne (différence par rapport à la valeur nulle) d'une ANOVA à 3 facteurs (S<Type de XR>*Environnement*Type d'action), et de tests t(t- Holm) pour les comparaisons spécifiques entre certaines modalités de facteurs.

Cette étude a reçu l'accord du CEDIS, comité d'éthique de Nantes Université (n° 27052024-1).

3 RÉSULTATS

3.1 Evaluation subjective des environnements en XR

Le score total de présence mesuré par la SAM n'est pas influencé par le type de XR ($t(22) = 1,81$, $p = 0,08$) et est assez élevé (respectivement 22,83 et 20,58 pour la RM et la RV), comparativement au score maximal possible sur cette échelle, qui est de 30. Le score total de cybersickness n'est pas influencé par le type de XR ($t(22) = 0,24$, $p = 0,82$) et aucun des participants n'a signalé de malaise pendant ou après l'expérience.

3.2 Reconnaissances correctes des actions

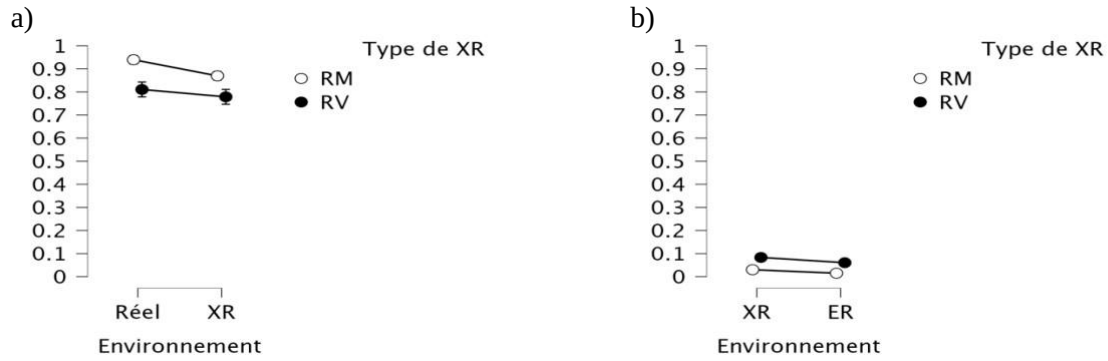


Figure 2 : a) Taux de reconnaissances correctes des actions et b) Taux d'actions non reconnues, en fonction du type d'environnement et du type de XR. Les barres représentent l'erreur standard.

La Figure 2a montre que le taux de reconnaissances correctes est élevé pour les groupes RM et RV. Les analyses statistiques indiquent qu'il n'y a pas d'effet statistiquement significatif du type d'environnement sur les réponses correctes ($F(1:22)=3.76$; $p=0.06$). Ainsi, l'action n'est pas mieux reconnue quand elle a été réalisée dans le réel que dans la XR. Par contre, on observe un effet significatif, de grande taille, du type de XR ($F(1:22)=10.23$; $p<0.05$ et $\omega^2=0.17$). Ainsi, les actions réalisées par le groupe RM sont mieux reconnues que celles réalisées par le groupe RV, ce résultat confirme l'hypothèse H2a. Il n'y a pas d'interaction statistiquement significative entre le type d'environnement et le type de XR ($F(1:22)=0.52$; $p=0.47$).

3.3 Actions non reconnues

Le taux d'actions non reconnues n'est pas influencé par l'environnement dans lequel elles ont été réalisées (Réel ou XR), par contre il est significativement influencé par le type de XR (respectivement $F(1:22)=2.89$; $p=0.10$ et $F(1:22)=7.78$; $p<0.05$ et $\omega^2=0.20$), ce dernier effet étant de grande taille. Ainsi, on observe un taux plus élevé d'actions non reconnues pour les actions réalisées en RV, bien que celui-ci reste très faible (Figure 2b). Il n'y a pas d'interaction statistiquement significative entre le type d'environnement et le type de XR ($F(1:22)=0.12$; $p=0.74$).

3.4 Erreurs de source

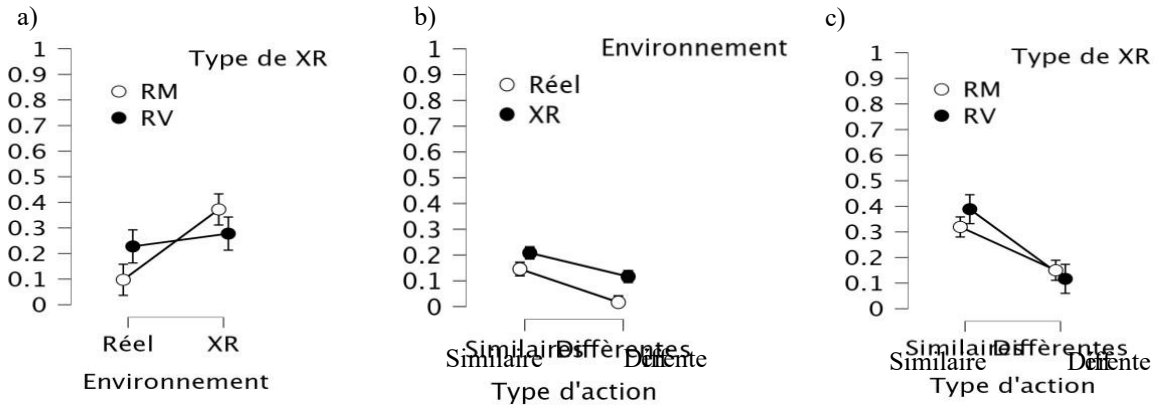


Figure 3 : taux d'erreurs de source selon a) le type d'environnement et le type de XR, b) le type d'environnement et le type d'action, c) le type de XR et le type d'action. Les barres représentent l'erreur standard.

On observe des erreurs de source, que les actions aient été réalisées dans le réel (attribution de l'action au virtuel au lieu du réel ; $t(23) = 4.70$; $p<0.001$ et d de Cohen= 0.95) ou dans le virtuel (attribution de l'action au réel au lieu du virtuel $t(23) = 5.26$; $p<0.001$ et d de Cohen= 1.08). Les effets observés sont de grande taille. Ce résultat confirme l'hypothèse H1.

Une ANOVA à trois facteurs a ensuite été réalisée : S<Type de XR>*Environnement*Type d'action (cf. table 1). Cette analyse indique qu'il n'y a pas d'effet statistiquement significatif du type de XR. Ce résultat tend à mitiger la réponse à l'hypothèse H2. Ainsi, même si la RM induit moins d'erreurs que la RV (H2a, cf. section 3.2), cela ne semble pas associé à plus d'erreurs de source en RV par rapport à la RM (H2b).

On note un effet statistiquement significatif, de grande taille, du type d'actions Ce résultat confirme l'hypothèse H4. Ainsi, les actions similaires entre les deux types d'environnement (réel vs XR) induisent davantage d'erreurs de source que les actions différentes.

On observe également un effet statistiquement significatif, de taille moyenne, du type d'environnement dans lequel l'action a été réalisée sur le taux d'erreurs de source (Figure 3a), celui-ci étant plus élevé lorsque les actions ont été réalisées en XR.

On ne note pas d'effet d'interaction significatif entre les différents facteurs. Cependant, afin de répondre spécifiquement à nos hypothèses, l'analyse des interactions n'est pas la meilleure façon de procéder puisque l'interaction regarde de façon globale si les écarts entre les modalités d'un facteur sont différents d'une modalité à l'autre d'un autre facteur et inversement. Ce qui nous intéresse pour répondre à nos hypothèses concerne des comparaisons spécifiques entre certaines modalités des facteurs. Ce que nous allons considérer dans la suite de l'analyse à l'aide du t (Holm)

Concernant l'hypothèse H3, relative au biais d'attribution vers le réel en RM : la comparaison, pour le groupe RM, indique qu'il y a davantage d'erreurs de source quand les actions sont effectuées en XR par rapport aux actions réalisées dans le réel ($t(22) = -3.10$; $p<0.05$ et d de Cohen= -1.13, cet effet étant de grande taille). Ainsi, les actions réalisées en RM sont davantage attribuées au réel lors de la tâche de reconnaissance. Ce résultat est en faveur de l'hypothèse H3.

Enfin, concernant l'hypothèse H5, relative à l'influence de la similarité des actions sur les erreurs de source en RV : la comparaison, pour le groupe RV, entre les actions similaires et différentes, indique qu'il y a plus d'erreurs de source pour les actions similaires que pour les actions différentes ($t(22)=3.95$; $p<0.005$ et d de Cohen= 1.21), cet effet étant de grande taille. Ce résultat tend à confirmer l'hypothèse H5.

Tableau 1 : résultats de l'ANOVA à trois facteurs (S<Type de XR>*Environnement*Type d'action). Les résultats statistiquement significatifs sont indiqués en gras.

Comparaisons intragroupes

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	ω^2
Environnement	**0.158**	**1**	**0.158**	**6.699**	**0.017**	**0.089**
Environnement ✻ Type de XR	0.076	1	0.076	3.211	0.087	0.037
Residuals	0.520	22	0.024			
Type d'action	**0.293**	**1**	**0.293**	**20.570**	**< .001**	**0.194**
Type d'action ✻ Type de XR	0.016	1	0.016	1.114	0.303	0.001
Residuals	0.313	22	0.014			
Environnement ✻ Type d'action	0.008	1	0.008	2.359	0.139	0.005
Environnement ✻ Type d'action ✻ Type de XR	9.375×10^{-4}	1	9.375×10^{-4}	0.262	0.614	0.000
Residuals	0.079	22	0.004			

Comparaisons intergroupes

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	η^2
Type de XR	0.004	1	0.004	0.054	0.818	0.001
Residuals	1.587	22	0.072			

3.5 Confiance dans les réponses

Il n'y a pas de différence statistiquement significative concernant le niveau de confiance dans les réponses correctes ainsi que les erreurs de source en fonction de l'environnement dans lequel a été réalisée l'action ou du type de XR (respectivement pour les réponses correctes $F(2;44)=0,72$, $p=0.50$ et $F(1;22)=0,57$, $p=0,46$ et pour les erreurs de source $F(1;8)=0,64$, $p=0.45$ et $F(1;8)=4,00$, $p=0,08$).

Cependant, une analyse descriptive des résultats (Figure 4) semble indiquer un niveau de confiance plus bas pour les erreurs de source dans le groupe RM, par rapport aux réponses correctes. Cette différence ne s'observe pas dans le groupe RV pour lequel les erreurs de sources ont un niveau de confiance assez élevé et proche de celui des réponses correctes.

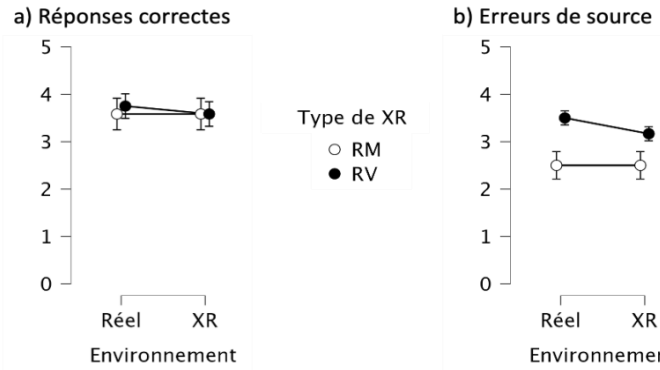


Figure 4 : niveau de confiance moyen (a) dans les réponses correctes et (b) les erreurs de source, en fonction du type d'environnement et du type de XR. Les barres représentent l'erreur standard.

4 DISCUSSION

L'objectif de cette étude était de mieux comprendre les mécanismes sous-tendant les faux souvenirs, mais également mieux cerner les facteurs susceptibles d'induire l'attribution au réel du souvenir d'expériences vécues dans le virtuel et, par la même, mieux contrôler le ratio bénéfices/risques induit par l'usage de la XR.

Nous avons pu montrer que la mémoire des évènements réalisés dans les différents environnements est plutôt bonne (80 à 95% de reconnaissances correctes après une semaine), notamment en RM, cette dernière semblant faciliter la mémorisation des actions. Cependant, des confusions sont néanmoins observées entre les environnements. Ces dernières se traduisent par des erreurs de sources dont la nature diffère selon le type d'environnement (réel vs virtuel) où les actions ont été réalisées mais également selon la nature de la XR utilisée et les caractéristiques des actions réalisées. La nature de ces confusions nous apporte des éléments de discussion intéressants, tant du point de vue des mécanismes à l'œuvre en mémoire épisodique que de l'effet de la XR sur cette dernière.

4.1 Effet de la similarité des actions et cohérence des environnements sur les erreurs de sources

Le taux de réponses correctes particulièrement élevé en RM tend à confirmer l'hypothèse que l'hétérogénéité des éléments dans cette condition (objets réels et virtuels) induit une moins grande cohérence de l'environnement qui favoriserait un meilleur ancrage du souvenir dans la source d'origine. Ceci s'explique par le fait que chaque souvenir serait associé à une source externe ou interne qui correspond aux conditions dans lesquelles il a été stocké (Johnson, 1997). Lorsqu'un souvenir est récupéré, sa source est attribuée en fonction de la récupération ou de la disponibilité des caractéristiques liées à ses conditions d'encodage. Les processus d'attribution de la source se basent sur l'analyse des indices contextuels présents à l'encodage et leur correspondance avec ceux attendus pour un souvenir donné. Par conséquent, la facilité et la précision avec lesquelles la source d'un souvenir est attribuée dépendent de la quantité et de la spécificité des caractéristiques disponibles et de l'efficacité des processus décisionnels. En cohérence avec ce modèle, la RM, riche en détails contextuels plus spécifiques (du fait de son hétérogénéité), est susceptible d'induire un encodage plus distinctif des éléments dans cet environnement et de faciliter la reconnaissance de ces éléments.

L'effet de la similarité des actions sur l'occurrence des erreurs de source, observé dans notre étude, est un argument supplémentaire (bien qu'indirect) en faveur de l'hypothèse du rôle de l'hétérogénéité des éléments contextuels dans l'ancrage dans la bonne source. En effet, si de précédents travaux ont montré qu'augmenter la similitude perceptuelle ou sémantique entre deux souvenirs provenant de sources externes augmente le risque de confusion entre les sources (Lindsay et al., 1991), notre étude a permis de montrer que cet effet est observé pour la condition en VR. Dans ce dernier cas, on peut supposer que l'absence d'éléments visuels saillants permettant d'attribuer l'action au virtuel rend sa distinction dans la mémoire épisodique plus difficile à faire par rapport à une action présentant les mêmes caractéristiques dans le réel.

4.2 Effet du type d'environnement sur les erreurs de sources

Notre étude exploratoire a révélé un effet du type d'environnement dans lequel l'action a été effectuée sur la nature des erreurs de source observées. Ainsi, les participant.e.s ont davantage tendance à attribuer un souvenir réalisé dans la XR au réel plutôt que l'inverse. Ce résultat est cependant à nuancer. La nature des erreurs de source observée semble, de fait, relativement différente en RM et en RV.

Ainsi, la condition RM induit davantage d'erreurs de source pour les actions effectuées en XR par rapport aux actions réalisées dans le réel, cela se traduisant par un biais d'attribution des actions vers le réel lorsqu'il y a un doute sur leur réalisation. Cette interprétation est concordante avec l'analyse descriptive de la confiance qui tend à montrer un niveau de confiance plus faible pour les erreurs de source en RM. On peut supposer que le réalisme de certains objets virtuels rencontrés en RM soit parfois confusant en mémoire et, mélangé aux souvenirs des éléments réels de l'environnement,

induise ainsi plus d'incertitude sur la source du souvenir et une tendance à l'attribuer au réel, par défaut. Ainsi, la RM faciliterait l'encodage et la récupération de l'information dans la bonne source à condition que les éléments 3D ajoutés à l'EV ne soient pas d'un réalisme trop confondant avec le réel. Cette hypothèse repose cependant sur des preuves statistiques encore relativement faibles (notamment du fait du nombre assez peu élevé de participants) et reste à vérifier dans de futures investigations sur la question.

Concernant la RV, il semble que la confusion vers l'une ou l'autre des sources soit moins différenciée, induisant des erreurs dans les deux sens. Ici à nouveau, la notion d'hétérogénéité vs homogénéité des éléments présents dans l'environnement où l'action a été réalisée peut-être évoquée pour expliquer ce résultat. Si l'on considère l'environnement réel et celui créé en RV, tous deux présentent une grande homogénéité des éléments qui les composent, laissant moins de traces identifiables dans la mémoire épisodique permettant d'attribuer plus facilement un souvenir à un environnement plutôt qu'un autre. De fait les confusions de source sont davantage indifférenciées, sans pour autant impacter le niveau de confiance.

5 CONCLUSION

Cette étude exploratoire nous a permis de mieux cerner la façon dont la XR peut impacter nos souvenirs. Nous avons pu avancer des arguments en faveur de l'hypothèse que la cohérence d'un EV (composé d'éléments homogènes) ainsi que la similarité des actions réalisées dans cet EV par rapport à celles réalisées dans le réel peuvent impacter l'occurrence et la direction des erreurs de source. Cela nous oriente vers des pistes prometteuses de recherche. Ainsi, dans une étude en cours dans notre laboratoire, nous étudions l'impact de la similarité des actions réalisées ainsi que du réalisme de certaines de ces actions en RM (visuel très réaliste augmenté d'une stimulation multisensorielle) sur la création de faux souvenirs. Il serait également intéressant de définir si la façon dont les objets de l'EV sont explorés peut aider à comprendre la génération de faux souvenirs (au moyen de l'oculométrie, par exemple).

Cette étude présente cependant quelques limites, notamment le faible nombre de participants. D'autres passations sont actuellement en cours pour en augmenter le nombre.

6 REMERCIEMENTS

Ce projet a bénéficié d'aides de l'ANR et de la Région des Pays de la Loire au titre du Programme d'Investissements d'Avenir (référence ANR-16-IDEX-0007). Nous remercions également E. Provot et A. Gaborieau, dont le travail rigoureux et l'inventivité ont permis de poser les premières bases qui ont conduit à la réalisation de cette étude.

7 BIBLIOGRAPHIE

Bonnail, E., Frommel, J., Lecolinet, E., Huron, S., & Gugenheimer, J. (2024, May). Was it Real or Virtual? Confirming the Occurrence and Explaining Causes of Memory Source Confusion between Reality and Virtual Reality. In Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 117).https://doi.org/10.1145/3613904.3641992

Burkhardt, J.M., Behar-Cohen, F., Grynszpan, O., Klinger, E., Lobjois, R. et al. (2021). Effets sanitaires liés à une exposition aux technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée. [0] Saisine n° 2017-SA-0076, Anses, 293 p. ⟨anses-03788395⟩.

Casutt, G., Theill, N., Martin, M., Keller, M. & Jäncke, L. (2014). The drive-wise project: driving simulator training increases real driving performance in healthy older drivers. Frontiers in aging neuroscience vol. (6)85. DOI: 10.3389/fnagi.2014.00085

Emmelkamp PMG, Meyerbröker K. (2021). Virtual Reality Therapy in Mental Health. An Rev Clin Psychol, 7; 17:495-519. doi: 10.1146/annurev-clinpsy-081219-115923

Fernandes, A. S., Wang, R. F., & Simons, D. J. (2015). Remembering the physical as virtual: Source confusion and physical interaction in augmented reality. I Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Applied Perception (pp.127-130).

Hoffman, H. G., Hullfish, K. C., & Houston, S. J. (1995). Virtual-reality monitoring. In Proceedings Virtual Reality Annual International Symposium'95 (pp. 48-54). IEEE.

Hoffman, H. G., Garcia-Palacios, A., Thomas, A. K., & Schmidt, A. (2001). Virtual reality monitoring: Phenomenal characteristics of real, virtual, and false memories. CyberPsychology & Behavior, 4(5), 565572.https://doi.org/10.1089/109493101753235151 JASP Team (2024). JASP (Version 0.18.3)[Computer software].

Johnson, M. K. (1997). Source monitoring and memory distortion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *352*(1362), 1733-1745.

Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. The International Journal of Aviation Psychology, 3(3), 203-220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3

Lindsay, D. S., Johnson, M. K., & Kwon, P. (1991). Developmental changes in memory source monitoring. Journal of Experimental Child Psychology, 52(3), 297-318. https://doi.org/10.1016/0022-0965(91)90065-Z

Mizuho, T., Narumi, T., & Kuzuoka, H. (2023). Effects of the visual fidelity of virtual environments on presence, context-dependent forgetting, and source-monitoring error. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 29(5), 2607-2614.

Petiot, L., Sauzéon, H., & Dragicevic, P. (2025, April). Using Visual Cues to Prevent Memory Confusion Between the Virtual and the Real in Augmented Reality. In Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1-7).

Rubo, M., Messerli, N., & Munsch, S. (2021). The human source memory system struggles to distinguish virtual reality and reality. Computers in Human Behavior Reports, 4, 100111.

Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *JEP: Learning, Memory and Cognition*, *21*(4), 803.

Skarbez R, Smith M and Whitton MC (2021) Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. Front. Virtual Real. 2:647997. doi: 10.3389/frvir.2021.647997

Weibel, D., Schmutz, j., Pahud, O., & Wissmath, B. (2015). Measuring Spatial Presence: Introducing and Validating the Pictorial Presence SAM. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 24, 44- 61.

https://doi.org/10.1162/PRES_a_00214

Wiesing, M., Comadran, G., & Slater, M. (2025). Confusing virtual reality with reality–An experimental study. iScience, 28(6).

Yee, N., & Bailenson, J.N. (2006). Walk a mile in digital shoes: The impact of embodied perspective-taking on the reduction of negative stereotyping in immersive virtual environments. Proceedings of PRESENCE 2006: The 9th Annual International Workshop on Presence. August 24 – 26, Cleveland, Ohio, USA.

Yuan, Y. &. Steed, A. (2010). Is the rubber hand illusion induced by immersive virtual reality? IEEE Virtual Reality Conference (VR), Boston, MA, USA, pp. 95-102, doi: 10.1109/VR.2010.5444807

SESSION THÉMATIQUE #7 :

NOUVELLES MÉTHODES ET DÉMARCHES EN ERGONOMIE DE CONCEPTION

Le brainwriting prémortem pour favoriser la créativité en groupe et le changement organisationnel

Nicolas Michinov
Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication, Université Rennes 2
nicolas.michinov@univ-rennes2.fr

Servane Guillemette-Bellec
Université Rennes 2 (Master de Psychologie sociale, du travail et des organisations)
servane.guillemette@gmail.com

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Les organisations doivent innover face à des défis complexes en encourageant la collaboration et la créativité en groupe. Parmi les nombreuses techniques de créativité existantes, le *brainwriting premortem* reste peu exploré empiriquement. Cette technique consiste à anticiper les causes d'un échec potentiel avant la mise en œuvre d'un projet. L'objectif de cette étude est de comparer son efficacité à un *brainwriting* classique qui consiste à produire par écrit des idées en groupe. Quarante-huit cadres d'une banque française, diversifiés en termes de genre, d'âge, de fonction et d'ancienneté, ont participé à des sessions de génération d'idées dans le cadre d'un projet de refonte des entretiens professionnels. Les résultats montrent que le *brainwriting premortem* favorise une production d'idées plus nombreuse et plus diversifiée et entraîne moins de résistance perçue face à un changement. En revanche, les participants ont tendance à être moins satisfaits après l'utilisation de cette technique. Ces résultats soulignent l'intérêt du *brainwriting premortem* comme outil de créativité et d'anticipation dans les contextes de changement organisationnel.

MOTS-CLÉS

créativité, brainwriting, changement organisationnel, innovation

1 INTRODUCTION THEORIQUE

Les organisations sont confrontées à des environnements complexes et changeants qui exigent des solutions innovantes. Dans ce contexte, les techniques de créativité en groupe jouent un rôle clé pour soutenir la génération d'idées et accompagner les processus de transformation (Paulus et al., 2023). Parmi ces techniques, le brainwriting se distingue par une production écrite et silencieuse des idées afin de limiter certains biais associés aux interactions verbales dans les groupes (Michinov & Jeanson, 2023). Une variante de cette technique, le brainwriting premortem (Klein, 2007), issue de la théorie de la rétrospection prospective (Mitchell et al., 1989), part du principe qu'une décision ou un jugement ne dépend pas uniquement des expériences passées, mais également de la manière dont les individus se projettent dans des scénarios futurs plausibles. Ainsi, le brainwriting premortem consiste à se projeter dans un futur hypothétique où un projet a échoué pour en analyser rétrospectivement les causes en produisant en groupe et par écrit des idées susceptibles de rendre compte de cet échec (Gilmartin et al., 2019). L'objectif de cette étude est de comparer expérimentalement ces deux techniques de génération d'idées dans un contexte de changement organisationnel.

La technique du *brainwriting premortem* peut être étayée par la théorie des perspectives (Prospect Theory, Kahneman & Tversky, 1979). Celle-ci postule que nous prenons nos décisions en fonction de ce que nous risquons de perdre ou de gagner par rapport à notre situation présente,

laquelle sert de point de référence. D'après cette théorie, perdre nous affecte beaucoup plus que gagner et conduit à une peur de l'échec, et plus un projet est important, plus il est difficile de parler de ses failles car cela active la peur de l'échec. En déplaçant le point de référence dans le futur, la technique du premortem réduit la peur de l'échec car il est supposé être déjà arrivé. Il devient le nouveau point de référence où les causes de l'échec sont perçues comme des gains qui offrent des opportunités d'amélioration par de nouvelles idées. Ce changement de perspective est susceptible de favoriser une levée des inhibitions et encourager l'expression de critiques et de scénarios négatifs rarement exprimés dans les contextes organisationnels (Kahneman & Klein, 2009).

Ainsi, le *brainwriting* classique demande de réfléchir à la manière de réussir un projet, suscitant une peur d'échouer, une moindre prise de risque et, par conséquent, la proposition d'idées moins nombreuses et peu diversifiées. A l'inverse, le brainwriting premortem demande de réfléchir aux raisons qui ont conduit à l'échec, suscitant une moindre peur d'échouer, une plus grande prise de risque et, par conséquent, la proposition d'idées plus nombreuses et diversifiées par une exploration plus large de l'espace des idées critiques et prospectives. Dans la mesure où cette technique élargit l'espace de réflexion en autorisant l'expression de contenus critiques souvent inhibés, nous nous attendions que, comparativement au *brainwriting* classique, il favorise une production plus importante d'idées (**H1a**), une plus grande diversité des idées produites en mobilisant des registres variés (organisationnels, humains, techniques, etc.) (**H1b**). A titre exploratoire, nous nous attendions également à une moindre résistance perçue face au changement (**H2**) ainsi qu'à une plus grande satisfaction perçue (**H3**).

2 METHODE

2.1 Participants

L'étude a été menée dans une grande banque française confrontée à un projet de changement organisationnel concernant une pratique fortement ancrée dans la culture de l'entreprise et génératrice d'inquiétudes chez les salariés : la refonte intégrale des entretiens professionnels. L'étude a été réalisée auprès de 48 cadres (29 femmes et 19 hommes), âgés de 23 à 60 ans (M = 43,4, ET = 16,5) concernés par le projet et qui occupaient des fonctions variées dans l'organisation (management, fonctions support, fonctions opérationnelles). Leur ancienneté dans l'entreprise variait entre 1 et 40 ans (M = 16,5, ET = 10,2).

2.2 Design, tâche et procédure

Les participants volontaires ont été répartis en huit groupes de cinq à sept personnes. Ces groupes ont ensuite été assignés aléatoirement à l'une des deux conditions : brainwriting premortem ou brainwriting classique. Dans la condition premortem, les participants devaient imaginer que le projet de refonte des entretiens professionnels était en place depuis trois ans et qu'il avait conduit à un échec ; l'objectif était de produire des idées sur les causes possibles de cet échec. Dans la condition classique, il était rappelé aux participants que le projet de refonte des entretiens professionnels allait être mis en place ; l'objectif était de produire des solutions pour améliorer la mise en œuvre de ce projet. Bien que la nature des contributions diffère entre les conditions (causes d'échec ou solutions), les contributions sont ici considérées comme des unités d'idées comparables dans la mesure où elles participent à l'exploration de l'espace des possibles autour d'un projet. Nous adoptons ici une conception élargie de la créativité en groupe qui intègre à la fois l'identification des causes d'un problème et la découverte de solutions, et où les causes d'un échec sont des idées « critiques » qui contribuent à la créativité globale.

La tâche consistait à générer individuellement, pendant 15 minutes, un maximum d'idées par écrit sur des feuilles, qui étaient ensuite déposées sur la table. Conformément aux principes du brainwriting, l'activité se déroulait en silence, sous la supervision d'une assistante de recherche. Les membres de chaque groupe avaient pour consigne de consulter les idées produites par les autres participants au fur et à mesure, afin de favoriser l'enrichissement et la stimulation des productions individuelles.

2.3 **Mesures**

2.3.1 Contrôle de l'induction expérimentale

Il s'agissait de vérifier si les participants avaient bien perçu le projet comme un échec sur une échelle de 1 (le projet a échoué) à 7 (le projet n'a pas échoué).

2.3.2 Créativité en groupe

Le nombre total d'idées produites et leur diversité étaient mesurées. La diversité a été mesurée à partir du nombre de catégories d'idées mobilisées par participant. Pour ce calcul, une approche thématique inductive a été utilisée où les 355 idées produites ont été examiné par une spécialiste du secteur bancaire afin de dégager des thèmes (ou catégories). Au total, huit catégories ont été identifiée (organisation, communication, outils, formation, etc.) et chaque idée a été assignée à une catégorie. Quelques exemples d'idées produites dans la condition *premortem* (ex. « *les salariés n'ont pas été assez préparés* », « *il n'y avait pas de suivi des entretiens dans le temps* », « *l'entretien annuel était trop long* ») et dans la condition *classique* (ex. « *il faut une grille de lecture précise du niveau de compétences de nos collaborateurs* », « *il faut conserver la phase de préparation* », « *il est important de définir une durée d'entretien maximale à ne pas dépasser* »).

2.3.3 Résistance perçue au changement

Elle a été mesurée à l'aide d'un item (« *Je pense que ce projet va se heurter à une certaine résistance au changement* »), sur une échelle de Likert allant de 1 (*pas du tout d'accord*) à 7 (*tout à fait d'accord*).

2.3.4 Satisfaction perçue

Elle a été mesurée à l'aide d'un item (« *Je suis satisfait du travail en groupe* ») sur une échelle de Likert de 1 (*totalement insatisfait·e*) à 7 (*totalement satisfait·e*). Le choix de mesures brèves en un seul item administrées à la fin de la séance visait à limiter la charge des participants dans un contexte de passation contraint.

3 **RESULTATS**

Des modèles mixtes linéaires (ou généralisés), réalisés sous Jamovi 2.6.44, ont été utilisés pour analyser chaque variable dépendante en fonction de la distribution des données. Cette approche permet de tenir compte de la non-indépendance des observations liée au travail en groupe, en distinguant les effets individuels et intra-groupes. La condition de brainwriting a été modélisée comme un effet fixe, et l'appartenance au groupe comme un effet aléatoire. Les hypothèses de normalité et d'homogénéité des variances ont été vérifiées, et les modèles ajustés si nécessaire.

Comme indiqué dans le Tableau 1, les résultats montrent que les participants de la condition de *brainwriting premortem* ont bien perçu le projet comme un échec comparativement à ceux de la condition de *brainwriting* classique. Conformément aux hypothèses *H1a* et *H1b*, les analyses révèlent que les participants engagés dans une séance de *brainwriting premortem* ont généré plus d'idées que ceux ayant participé à une séance de *brainwriting* classique. De plus, les idées produites dans la condition de *brainwriting premortem* étaient plus diversifiées, mobilisant un plus grand nombre de catégories. Conformément à l'hypothèse H2, les participants ont perçu que le projet de refonte des entretiens professionnels se heurterait à moins de résistance au changement après une séance de *brainwriting premortem* qu'après une séance de *brainwriting* classique. En revanche, contrairement à l'hypothèse *H3*, la satisfaction des participants est légèrement inférieure dans la condition de *brainwriting premortem*, bien que la différence ne soit pas statistiquement significative.

Tableau 1 : moyennes et écarts-types sur les différentes mesures utilisées en fonction des conditions de brainwriting (Premortem vs. Classique)

Type de brainwriting	**Percep-on de l'échec du projet**		**Nombre d'idées**		**Diversité des idées**		**Résistance perçue au changement**		**Satisfaction perçue**	
	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET	M	ET
Premortem (*N* = 24)	2,17	1,99	8,25	3,33	4,33	1,34	3,54	1,88	4,79	1,47
Classique (*N* = 24)	6,00	0,93	6,04	1,80	3,33	1,13	4,67	1,40	5,83	1,17
Sig.	*p* <.001		*p* = .042		*p* = .008		*p* = .024		*p* = .068	

4 DISCUSSION

Cette étude met en évidence l'intérêt du *brainwriting premortem* pour stimuler la créativité en groupe dans un contexte organisationnel réel. Les résultats suggèrent que cette technique favorise à la fois la quantité et la diversité des idées produites. En invitant les participants à envisager un scénario d'échec face à un projet, cette technique permet d'exprimer des préoccupations souvent inhibées dans les démarches plus classiques orientées vers la réussite d'un projet. Il est raisonnable de penser que cette technique contribue, d'une part, à lever les inhibitions en légitimant l'expression de critiques et de scénarios négatifs et, d'autre part, à encourager une exploration plus systématique des problèmes potentiels en enrichissant les représentations du projet. Ce changement de perspective peut faciliter l'anticipation des obstacles et conduire à la perception d'une moindre résistance des salariés face à un projet de changement organisationnel. Cependant, cette efficacité s'accompagne d'une tendance à l'insatisfaction chez les participants. Même si cette différence n'est pas statistiquement significative, plusieurs explications peuvent être envisagées pour en rendre compte comme le caractère inhabituel de la démarche, le temps limité ou encore l'activation d'émotions négatives liées à l'éventualité d'un échec.

Ces résultats suggèrent que le *brainwriting premortem* pourrait être particulièrement pertinent lorsqu'il est intégré dans une démarche plus large, incluant une phase orientée vers la recherche de solutions. Ces résultats peuvent être mis en perspective, d'une part, avec l'ergonomie prospective (Robert & Brangier, 2012), qui visent à anticiper les conditions futures d'usage d'un produit ou de transformations d'activités et, d'autre part, avec les variantes de la technique du brainstorming dans la conception (Bonnardel & Didier, 2020), orientées sur l'évocation de solutions ou de problèmes de conception. Dans cette optique, cette technique peut être considérée comme un outil facilitant l'identification précoce des obstacles potentiels à un changement organisationnel en donnant accès à des contributions généralement peu exprimées. Parmi les limites de cette étude on peut noter la courte durée des sessions et l'utilisation de mesures à item unique.

5 CONCLUSION

Le *brainwriting premortem* apparaît comme une technique prometteuse pour soutenir la créativité et accompagner un changement organisationnel. En favorisant l'expression des risques et des difficultés, cette technique permet d'enrichir l'analyse des projets et de mieux anticiper leur mise en œuvre.

6 BIBLIOGRAPHIE

Bonnardel, N., & Didier, J. (2020). Brainstorming variants to favor creative design. *Applied Ergonomics, 83*, 102987. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102987

Gilmartin, H., Lawrence, E., Leonard, C., McCreight, M., Kelley, L., Lippmann, B., Coy, A., & Burke, R. E. (2019). Brainwriting premortem: A novel focus group method to engage stakeholders and identify preimplementation barriers. *Journal of Nursing Care Quality, 34*(2), 94–100. https://doi.org/10.1097/ncq.0000000000000360

Kahneman, D., & Klein, G. (2009). Conditions for intuitive expertise: A failure to disagree. *American Psychologist, 64*(6), 515–526. https://doi.org/10.1037/a0016755

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica, 47*(2), 263. https://doi.org/10.2307/1914185

Klein, G. (2007). Performing a project premortem. *Harvard Business Review, 85*(9), 18–1

Michinov, N., & Jeanson, S. (2023). Creativity in scientific research: Multidisciplinarity fosters depth of ideas among scientists in electronic "brainwriting" groups. *Human Factors, 65*(7), 1542–1553. https://doi.org/10.1177/00187208211048301

Mitchell, D. J., Edward Russo, J., & Pennington, N. (1989). Back to the future: Temporal perspective in the explanation of events. *Journal of Behavioral Decision Making, 2*(1), 25–38. https://doi.org/10.1002/bdm.3960020103

Paulus, P. B., Baruah, J., & Kenworthy, J. (2023). Brainstorming: How to get the best ideas out of the "group brain" for organizational creativity. In R. Reiter-Palmon & S. Hunter (Eds.), *Handbook of organizational creativity: Individual and group level influences* (pp. 373–389). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91840-4.00019-0

Robert, J.-M., &, Brangier, E. (2012). Prospective ergonomics: Origin, goal, and prospects. *Work, 1*, 5235–5242. https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0012-5235

Le tutoriel comme espace de conception soutenable : vers une approche ergonomique des low-techs

Rémi Duhamel
Univ. Bordeaux, Estia-Recherche et ADEME,
remi.duhamel@estia.fr

Jérémy Legardeur
Univ. Bordeaux, Estia-Recherche
j.legardeur@estia.fr

Carine Lallemand
Eindhoven University of Technology
c.e.lallemand@tue.nl

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Dans un contexte de crise environnementale, la diffusion de systèmes soutenables dits « low-tech » invite l'ergonomie à explorer de nouvelles modalités d'intervention. Parmi celles-ci, les tutoriels apparaissent comme une situation de conception pertinente, qui médiatise la relation entre artefact, activité et utilisateur. Cependant, les formats de tutoriels dominants héritent de logiques de design rigides, peu adaptées à la diversité des contextes d'usage et des profils d'utilisateurs de systèmes low-tech. Nous proposons d'examiner le tutoriel comme un espace susceptible de soutenir l'agentivité des utilisateurs-constructeurs dans le processus de conception. À travers la reconception d'un tutoriel de douche à brumisation, nous explorons un format de tutoriel low-tech innovant, visant à améliorer la compréhensibilité de l'information, à encourager l'adaptation située et à développer les compétences techniques. Ce travail interroge la place de l'ergonomie de conception dans le contexte de la soutenabilité, pour laquelle le tutoriel constitue un levier pour diffuser plus largement les pratiques low-tech.

MOTS-CLÉS
low-tech, soutenabilité, autonomisation, tutoriel, ergonomie de conception

1 INTRODUCTION

Face à l'urgence d'une crise environnementale liée aux activités humaines (Kitzmann et al., 2025), l'ergonomie est amenée à interroger ses pratiques afin d'élargir le champ et la portée de ses interventions. Le défi est systémique et les solutions technologiques ne suffiront pas à enclencher les changements nécessaires sans une réflexion sur notre manière de faire société (Morozov, 2014). Dans ce contexte, la démarche low-tech propose, à travers des artefacts techniques et des initiatives variées, un projet de société soutenable fondé sur la recherche du juste niveau technologique, résolument ancré dans une perspective techno-critique (Gaillard, 2023). Si la communauté low-tech bénéficie aujourd'hui de relais médiatiques auprès du grand public (par ex. les initiatives de C. de Chatelperron ou le site du Low-tech Lab), elle suscite également un intérêt croissant dans les milieux de la recherche et institutionnels (Martin et al., 2024 ; Bloquel et al., 2022), notamment pour le renouveau des pratiques de conception pour l'environnement qu'elle esquisse. Dans le champ de l'ergonomie, des travaux récents ont amorcé un dialogue avec les principes low-tech (Colin et Martin, 2024 ; Duhamel et al., 2025). Ce rapprochement tient à des convergences fortes : la low-tech vise à concevoir des usages soutenables en questionnant les paradigmes de la commodité et de l'efficacité,

tandis que l'ergonomie s'intéresse à l'activité réelle, aux conditions d'appropriation et aux marges de manœuvre des acteurs. Néanmoins, les modalités concrètes d'une intervention ergonomique orientée low-tech restent encore peu formalisées. Cet article examine le tutoriel Do It Yourself (DIY) comme une situation de conception susceptible de constituer un levier d'intervention privilégié pour une ergonomie lowtech. Le tutoriel occupe une place centrale dans la diffusion des pratiques low-tech : il ne se contente pas de transmettre une procédure mais esquisse la forme de l'artefact, médiatise les conditions de son accès, structure l'activité d'auto-construction et ouvre des possibilités d'appropriation.

1 ETAT DE L'ART

1.1 L'auto-construction low-tech

Les systèmes low-tech se distinguent par leur simplicité, leur accessibilité et leur utilité, autant du point de vue des matériaux que des gestes et routines associées. Un des moyens d'accès par les utilisateurs à des systèmes low-tech est l'auto-construction (Duhamel et al., 2025). Cette pratique, inspirée des approches du logiciel libre (Meyer, 2022) et de la communauté des Makers et Fab-Labs, se veut politisée, présentant la montée en compétence technique des usagers comme défi systémique ancré dans la soutenabilité. En effet, la low-tech s'inscrit dans un écologisme égalitaire et social, visant à promouvoir les capacités de chacun plutôt qu'une écologie descendante orientée solution. Son objectif n'est pas (uniquement) de diffuser des objets, qui seraient des solutions "écologiques" par essence, mais plutôt les pratiques et compétences liées à ces objets. Comme le notent Goulet et al. (2022), le développement des pratiques d'auto-construction dans la paysannerie favorise la diffusion des compétences de réparation, ce qui contribue à la transition vers une « société de la maintenance », une culture où faire durer, réparer et remanufacturer serait la norme et non l'exception (Bihouix, 2024). Au niveau individuel, la pratique de l'auto-construction low-tech peut être considérée comme porteuse de sens, car alignée avec des valeurs écologiques et une critique de la consommation (Duhamel et al., 2026b) : s'impliquer dans la construction permet aux makers de se réapproprier une étape de production, et d'écarter un processus manufacturier, souvent opaque, polluant, énergivore ou exigeant des chaînes d'approvisionnement complexes. L'auto-construction est également perçue comme une expérience positive : elle renforce la confiance en soi, comme observé dans les contextes de fab-labs et repair-cafés (Goyon, 2016). De plus, l'effort fourni et la fierté liée au travail accompli favorisent un attachement émotionnel à l'objet construit (cf. l'effet IKEA décrit par Norton et al., 2012).

1.1 Le tutoriel comme situation de conception

Le tutoriel constitue aujourd'hui le principal moyen d'accès à l'auto-construction d'artefacts lowtech. Les tutoriels sont des ressources de connaissances qui permettent d'expliquer un procédé pour répliquer un objet, à travers un séquencement d'actions et une présentation des outils et matériaux nécessaires, et qui remplissent quatre fonctions dans les projets des makers —représenter un projet, réutiliser des connaissances, réfléchir, communiquer (Rigaud et al., 2023). Les tutoriels DIY se distinguent d'autres types de documentation technique, comme les manuels ou les instructions d'assemblage, dont la compréhension et la production ont été abondamment étudiées par l'ergonomie (Ganier, 2013). Ces dernières postulent que tous les matériaux et outils nécessaires sont disponibles et identiques pour les constructeurs. À l'inverse, les pratiques des makers révèlent une activité plus ouverte : ils remplacent fréquemment des matériaux et adaptent les outils à leur contexte (Kuznetsov et Paulos, 2010 ; Torrey et al., 2009), utilisant une "logique du bricoleur", plus prône à composer avec l'environnement matériel local qu'à suivre un script rigide (Lévi-Strauss, 1962). Ainsi, le tutoriel DIY constitue une forme unique de ressource de connaissances et nécessite un formatage spécifique (Wakkary et al., 2015). Plusieurs travaux en IHM ont identifié des principes de conception pour des tutoriels DIY plus compréhensibles et propices à la réplicabilité des artefacts (Dalton et al., 2014 ; Dalton, 2016 ; Wakkary et al., 2015 ; Lahaye et al., 2023 ; Rigaud et al., 2023).

Ces travaux montrent qu'au-delà de la mise à disposition d'informations techniques, la création d'un tutoriel implique une compréhension fine des caractéristiques des utilisateurs et du contexte de construction et d'usage de l'artefact (Wakkary et al., 2015). Ainsi, le tutoriel DIY joue un rôle performatif majeur : il médiatise les relations entre concepteur, utilisateur et objet, tout en déléguant à l'utilisateur une partie des tâches traditionnellement associées au design. L'utilisateur n'est plus seulement consommateur, mais devient en partie producteur (Knott, 2013). Le tutoriel crée les conditions d'une montée en capacité : il soutient les capabilités, nourrit l'identification à la pratique et accompagne la transformation de l'utilisateur en véritable « maker » (Aguila, 2016). Wakkary et al. (2015) proposent que les ergonomes se positionnent comme des concepteurs « hybrides », se concentrant sur la conception de ressources pour l'action future et non uniquement sur des systèmes ou des artefacts finis. De ce point de vue, la rédaction de tutoriels devient une situation de conception privilégiée pour l'ergonomie et une occasion de faire progresser les pratiques DIY en façonnant le contenu, la forme et, par conséquent, la réception de tutoriels, orientés processus plutôt que produit (Tseng et Resnick, 2014).

1.2 Outiller le tutoriel low-tech : un enjeu pour l'ergonomie soutenable ?

Si les travaux existants identifient de bonnes pratiques de conception des tutoriels DIY, leurs conclusions ne se transfèrent que partiellement aux enjeux low-tech. À la différence des pratiques DIY, souvent peu attentives aux aspects écologiques (Vinodrai et al., 2021), les systèmes low-tech sont ancrés dans une forte exigence environnementale et profondément situés (Tanguy et al., 2023) : leur utilité dépend du contexte local, des infrastructures disponibles ou des compétences et besoins des utilisateurs. Ainsi, le dimensionnement d'un bac de bioponie[36] ne saurait être identique en milieu rural ou urbain, ni répondre de la même manière aux besoins d'une personne seule ou d'une famille. Une approche « one-size-fits-all » du tutoriel, prescrivant une solution unique, risque dès lors de générer insatisfaction et inadéquation (Duhamel et al., 2026b). Dans une perspective de diffusion élargie des pratiques d'auto-construction low-tech, la multiplicité des profils d'utilisateurs, la diversité des contextes d'usage et leur évolution rendent illusoire l'idée qu'un tutoriel puisse spécifier une solution pour chaque situation (Dix, 2007). Même si un concepteur était en mesure d'anticiper l'ensemble des situations d'usage, la production de tutoriels est chronophage (Duhamel et al., 2025), et des tutoriels adaptés à chaque situation dépassent les capacités réalistes d'un designer.

Ces constats invitent à penser une conception plus ouverte et adaptable. de Laet et Mol (2000) attribuent le succès de la « Zimbabwe bush pump » à sa *fluidité (des limites, du fonctionnement, du fabricant),* plus adaptée aux contextes imprévus et difficiles que des objets rigides. Dans une idée similaire, Grimaud et al. (2017) proposent l'idée de « wild-tech » en démontrant les manières dont les technologies s'hybrident et se transforment au gré des usages, des détournements et des contextes. Les détournements des objets par leurs utilisateurs sont encouragés par Enzo Mari (1974), et sa proposition du « self-design », qui reconnaît aux utilisateurs la capacité d'adapter les systèmes par le bricolage. En suivant ces idées de *fluidité*, de détournement et d'adaptation par les utilisateurs de la conception, un objectif de l'innovation low-tech n'est plus de prescrire une solution unique, mais plutôt de proposer des alternatives de solutions appropriables, qui pourront être adaptées par les utilisateurs en fonction de leurs contextes. Or, les formats actuels de tutoriels low-tech demeurent largement prescriptifs et rigides. *Comment, alors, concevoir des tutoriels qui dépassent le simple guide technique pour devenir de véritables infrastructures sociotechniques soutenant l'adaptation située des artefacts low-tech ?*

[36] Par exemple : https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Sciences_Participatives_:_Bioponie_d%27int%C3%A9rieur

2 INTERROGER LES PRINCIPES DE CONCEPTION DES TUTORIELS FACE AUX ENJEUX LOW-TECH

La contribution de cet article réside dans une réflexion conceptuelle incarnée par la reconception d'un tutoriel, mobilisé comme artefact exploratoire pour explorer les formes d'une intervention ergonomique low-tech. Dans une logique de recherche par le design (Zimmerman, 2007), la conception constitue ici un mode de production de connaissances : en matérialisant des hypothèses dans un artefact, elle en éprouve la cohérence, révèle des tensions et permet de formuler de nouveaux cadres d'action, appelés à être confrontés ultérieurement à l'usage. Bien que le tutoriel n'ait pas encore été évalué empiriquement, il ouvre l'espace de conception en rendant explicites et discutables des modalités pour soutenir l'adaptation située des artefacts low-tech. L'adaptation située désigne ici le processus de reconfiguration d'un artefact lors de sa construction par son utilisateur en fonction de son contexte d'usage spécifique.

Tableau 1 : principes de rédaction d'un tutoriel de qualité identifiés dans la littérature (Dalton et al., 2014 ; Wakkary et al., 2015 ; Dalton, 2016 ; Rigaud et al., 2023)

Catégorie	Principe	Description	Sources
Connaissance des utilisateurs	Profil de l'utilisateur	Identifier à qui s'adresse le tutoriel et l'adapter aux compétences visées.	Wakkary et al., 2015 ; Dalton, 2016
	Contexte	Adapter le tutoriel au contexte local (social, culturel, matériel).	Wakkary et al., 2015
	Personnalisation	Identifier les informations pertinentes selon les profils et contextes.	Rigaud et al., 2023 ; Dalton, 2016
	Difficulté du tutoriel	Adapter le niveau de difficulté (inconnus, amateurs, experts).	Dalton, 2016
Facilitation de la construction	Ressources supplémentaires	Développer les compétences via des ressources complémentaires.	Wakkary et al., 2015 ; Dalton et al., 2014
	Conseils	Permettre le recours à des experts ou à de l'aide extérieure.	Wakkary et al., 2015
	Expression individuelle	Autoriser une liberté d'adaptation et d'expression dans le projet.	Dalton, 2016
	Approvisionnement	Faciliter l'accès et l'identification des matériaux nécessaires.	Wakkary et al., 2015
Format de l'information	Format riche	Encourager des supports multimodaux (images, vidéos).	Rigaud et al., 2023
	Information contextuelle	Fournir du contexte et des légendes explicatives.	Rigaud et al., 2023 ; Wakkary et al., 2015
	Cohérence du placement	Associer spatialement texte et images correspondants.	Wakkary et al., 2015
	Concision	Favoriser des tutoriels succincts.	Carroll, 1984
Structuration des tâches	Séquencement	Décomposer clairement les tâches et informations requises.	Wakkary et al., 2015
	Séparation des tâches	Diviser les activités en étapes gérables.	Wakkary et al., 2015
	Aperçu de la structure	Offrir une vue d'ensemble tout en conservant une structure simple.	Dalton et al., 2014
Dimension communautaire	Contrôles communautaires	Permettre la vérification, la correction et l'amélioration collective.	Wakkary et al., 2015
	Partage et discussions	Autoriser les annotations, questions et ajouts de ressources.	Rigaud et al., 2023
	Stimuler les échanges	Faire du tutoriel un support d'inspiration et d'interaction.	Rigaud et al., 2023
	Respect des codes	Se conformer aux normes et valeurs de la communauté cible.	Rigaud et al., 2023
Précision technique	Explicitation des prérequis	Détailler les compétences nécessaires à la réalisation.	Dalton et al., 2014 ; Wakkary et al., 2015
	Liste des matériaux	Fournir une liste précise des matériaux et outils.	Wakkary et al., 2015 ; Rigaudet al., 2023
	Problèmes courants	Identifier les difficultés fréquentes et proposer des solutions.	Dalton et al., 2014

L'expérimentation citoyenne liée au projet Biosphère Urbaine[37] a servi de terrain d'ancrage empirique. De juillet à novembre 2025, 235 participants ont testé dans leurs foyers des systèmes

[37] https://biosphere-experience.org/biosphere-urbaine

lowtech auto-construits sur la base de tutoriels. Des questionnaires et entretiens ont permis d'explorer l'usage et les freins expérientiels. Les résultats sont présentés dans un rapport grand public[38] et deux publications scientifiques (Duhamel et al., 2026a ; Duhamel et al., 2026b). Parmi les cinq dispositifs testés, la douche à brumisation[39] a été retenue comme cas de reconception, en raison de la richesse des données collectées sur son usage et des pistes d'amélioration proposées par les participants. Simple à construire et présentant un fort potentiel de réduction des impacts environnementaux — environ un dixième de la consommation d'eau d'une douche classique —, l'activité de toilette constitue par ailleurs un objet emblématique de l'escalade du paradigme social de la commodité et du confort (Shove, 2003). Les analyses ont également révélé un clivage entre les utilisateurs sensibles au confort thermique et ceux qui l'étaient moins. Ce cas offre un cadre réaliste de reconception, permettant d'articuler réflexion conceptuelle et enjeux réels.

Notre processus de conception a commencé par une revue de littérature sur les bonnes pratiques de conception de tutoriels, complétée par un objectif central : soutenir l'adaptation située de l'artefact. La liste proposée dans le Tableau 1 n'est pas exhaustive et les principes ont été catégorisés librement par une analyse thématique. L'importance relative de chaque critère pour la qualité d'un tutoriel dans une situation donnée n'est pas documentée dans la littérature. Ces principes ont été traduits en exigences fonctionnelles formalisées dans un cahier des charges, décliné en un premier zoning d'interface sur papier par le premier auteur. Ce zoning a servi de base pour développer une maquette interactive, enrichie itérativement : ajout de fonctionnalités, affinement de l'architecture de l'information, amélioration de la présentation et de l'interactivité. Les tensions apparues au fur et à mesure du processus ont nourri de nouvelles hypothèses structurantes pour les différentes itérations. S'il existe une grande diversité de formats de tutoriel (Dalton, 2016), nous avons restreint l'espace de conception au format de page web, privilégié par la communauté low-tech (Meyer, 2022). Dans un souci de cohérence avec les pratiques existantes, nous nous sommes inspirés des codes graphiques et de l'architecture de l'information des tutoriels du wiki du Low-tech Lab, qui intègrent déjà plusieurs recommandations issues de la littérature.

2.1 Principes guidant la rédaction d'un tutoriel DIY de qualité

La littérature en IHM, en ergonomie et en design converge vers un ensemble de principes généraux guidant la rédaction d'un tutoriel de qualité (Tableau 1).

Deux dimensions structurantes émergent : le format de l'information et son adaptation aux utilisateurs. Sur le plan formel, les travaux recommandent l'usage de médias riches (images, vidéos, schémas) intégrés de manière cohérente, avec un texte placé à proximité immédiate des éléments visuels (Rigaud et al., 2023 ; Wakkary et al., 2015). Les contenus doivent rester concis (Carroll et Mazur, 1984) et expliciter les prérequis, la liste des matériaux et outils (Wakkary et al., 2015 ; Rigaud et al., 2023), et les problèmes courants accompagnés de pistes de résolution (Dalton et al., 2014). Un tutoriel doit être adapté à l'expertise du constructeur. Les besoins varient entre experts et novices, ces derniers recherchant davantage de ressources et une dimension ludique de l'activité (Dalton, 2016). L'adaptation au contexte matériel et culturel est tout aussi essentielle pour garantir la pertinence de la ressource. Wakkary et al. (2015) illustrent ce point par les recettes asiatiques nécessitant, en Europe, une reformulation en fonction des ingrédients disponibles localement. L'approvisionnement en matériel est d'ailleurs une étape critique, que le tutoriel peut faciliter (Wakkary et al., 2015). Sur le plan de la structuration, il est recommandé de séquencer clairement les étapes, de les diviser en unités gérables et de préciser, pour chaque tâche, les intrants, sortants et dépendances (Wakkary et al., 2015), tout en proposant une vue d'ensemble (Dalton et al., 2014). Enfin, les dimensions communautaires jouent un rôle central dans les environnements DIY. Le tutoriel peut devenir un support d'échanges, d'annotations, de partage d'alternatives et de corrections collectives, contribuant ainsi au développement d'une communauté active. Il doit pour cela respecter les codes et valeurs de celle-ci (Rigaud et al., 2023 ; Wakkary et al., 2015). Génériques, ces principes sont pertinents pour

[38] https://biosphere-experience.org/downloads/Rapport-Biosphere-Urbaine.pdf

[39] https://wiki.lowtechlab.org/wiki/Sciences_Participatives_:_La_douche_%C3%A0_brumisation

concevoir un tutoriel de qualité, mais insuffisants pour soutenir l'adaptation située des artefacts lowtech. Notre démarche ne se limite donc pas à appliquer ces recommandations : elle les reconfigure à partir des principes low-tech afin d'ancrer le tutoriel dans un objectif d'adaptation située.

2.2 Encourager l'adaptation située

Pour encourager l'adaptation située de l'artefact directement par les utilisateurs, une de nos hypothèses de conception consiste à autoriser la publication de plusieurs déclinaisons d'un même système, avec des qualités et compromis qui répondront à des utilisateurs et besoins distincts. Cette démarche suppose d'identifier les différents contextes et catégories d'utilisateurs, de concevoir et proposer une version pertinente pour chacun, puis d'accompagner l'utilisateur dans le choix du modèle qui correspond le mieux à son profil et contexte. En raison de l'aspect chronophage d'une telle démarche, la proposition des déclinaisons pourrait également être réalisée et évaluée par la communauté elle-même. Notre tutoriel repose donc sur une logique de déclinaisons et de choix guidés. La page d'accueil propose différentes variantes du système de douche à brumisation, conçues à partir du modèle testé dans l'expérimentation citoyenne et des données utilisateurs récoltées. Chacune reprend le principe technique de dispersion de l'eau sous forme de brume, mais varie dans ses caractéristiques : dimensionnement, degré de confort, consommation d'eau. La version « standard » est à présent déclinée en une version « confort » (plus confortable mais moins écologique) pensée pour ceux qui valorisent la douche comme moment de relaxation et une version « experte » (Figure 1), plus exigeante techniquement, avec un design épuré, plus écologique et confortable. L'orientation de l'utilisateur parmi ces versions s'appuie sur différents outils d'aide à la décision. Le *score d'usage* synthétise une note sur cinq dimensions clés (confort, efficacité, écologie, économies, facilité d'usage), permettant de comparer rapidement les versions. Cette note est basée sur un système de feedback communautaire, permettant à chaque utilisateur d'évaluer la version qu'il a construite. Une *description du contexte d'usage* "idéal" aide l'utilisateur à identifier la version la plus adaptée à ses besoins. Enfin, *l'indication du niveau de difficulté de la construction* (compétences nécessaires, temps estimé, budget) permet un choix réaliste et aligné avec les capacités du constructeur. Si les 3 versions du système ont ici été réalisées par notre équipe, sur la base des retours de l'expérimentation citoyenne Biosphère Urbaine, on peut aisément envisager une extension communautaire, permettant aux utilisateurs les plus motivés de publier et de partager leurs propres variantes. Cette approche apparaît d'ailleurs comme la plus cohérente vis-à-vis d'une philosophie low-tech critique des rapports de domination liés à l'expertise technique (Illich, 1973), mais aussi la plus pragmatique : il est peu probable qu'un même acteur dispose du temps ou de la motivation nécessaires pour concevoir plusieurs versions d'un même système.

Cette sélection initiale est ensuite complétée par un second niveau de *personnalisation paramétrique* : après la sélection d'une version, l'utilisateur peut cocher ou décocher certaines options (finitions, nombre de buses, fonctionnalités facultatives), ce qui ajuste dynamiquement la version choisie. Sur la troisième page du tutoriel, la *nomenclature interactive* soutient également l'adaptation située, à un degré plus fin au sein de chaque version. Pour chaque matériau, plusieurs alternatives sont proposées, et le choix de ces alternatives adapte les étapes ultérieures pour faciliter l'exploration des options compatibles avec ses ressources ou préférences. Cette logique se prolonge à certaines étapes qui proposent des chemins alternatifs, permettant de choisir entre différentes manières de procéder (par ex. selon son outillage, degré d'habileté ou l'esthétique souhaitée).

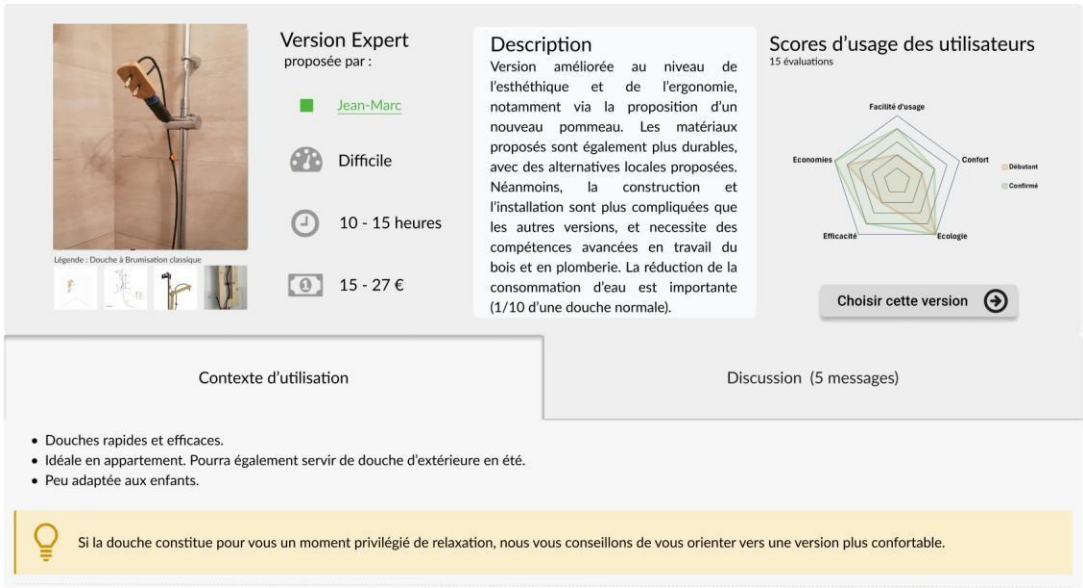


Figure 1 : présentation de la version « experte » de la douche à brumisation

2.3 Soutenir l'agentivité des utilisateurs-constructeurs

Nous avons montré comment l'adaptation située peut faciliter la construction d'un artefact lowtech plus adapté au contexte de l'utilisateur, en soutenant un choix parmi différentes variantes d'un même système. Toutefois, ces variations restent limitées face à la diversité des profils et contribuent peu au développement des compétences des utilisateurs. Nous nous sommes donc demandé *comment plus largement impliquer les utilisateurs dans l'adaptation située des objets auto-construits ?* La volonté de s'approprier un projet est une caractéristique marquante de l'activité des makers, souvent adeptes du bricolage, qui préfèrent s'inspirer et transformer des projets plutôt que de les reproduire à l'identique (Tseng et Resnick, 2014). Or, cette activité d'appropriation est peu soutenue par les tutoriels, souvent trop prescriptifs pour accompagner les détournements. De plus, dans le contexte low-tech, les utilisateurs-constructeurs peuvent être moins familiers avec le bricolage (Duhamel et al., 2026b), donc moins en capacité d'adapter des tutoriels prescriptifs. D'où l'importance accrue de soutenir explicitement l'agentivité des makers dans la construction, afin de favoriser une adaptation située plus fine de leurs projets. L'agentivité désigne la capacité des sujets à exercer un contrôle intentionnel et réflexif sur leurs conduites, leur fonctionnement et l'environnement (Jézégou, 2022). Elle renvoie au pouvoir de dépasser ses propres déterminismes et conditions d'existence. Comprise dans le paradigme de la théorie sociale cognitive (Bandura, 1986), l'agentivité se manifeste lorsque des personnes formulent des intentions et exécutent des actions qui vont au-delà de leurs habitudes et des conditions données de l'activité dans laquelle elles s'inscrivent, pour ensuite les transformer (Engeström et Sannino, 2013). Pour cela, notre proposition repose sur deux idées principales.

La première est de proposer des éléments indéterminés, aux contours volontairement fluides, pour encourager l'interprétation. Selon Dix (2007), l'appropriation d'un artefact par les utilisateurs repose en grande partie sur la possibilité d'interpréter librement les éléments du design. Dalton (2016) pointe l'importance de laisser la possibilité aux makers d'exprimer leur créativité, notamment dans les projets où la dimension personnelle est importante. Pour cela, Wakkary et Maestri (2007) suggèrent de laisser des marges d'adaptation dans le design. Suivant ces principes, plusieurs aspects de notre tutoriel sont volontairement maintenus ouverts. Cette indétermination partielle crée un espace propice à l'ajustement créatif et permet aux utilisateurs d'interpréter le design pour y inscrire leur propre intention. Par exemple, le tutoriel explique le principe de confinement de la brume dans l'espace de la douche pour améliorer le confort et l'efficacité, mais laisse libre la forme. Cette latitude laisse aux utilisateurs ajuster, ou non, l'installation à leurs contraintes spatiales, leurs préférences esthétiques ou leurs matériaux disponibles.

La deuxième idée est d'encourager le partage des appropriations afin d'inspirer de nouvelles modifications, tout en valorisant l'acte de personnalisation et en soutenant la montée en compétence. Pour Dix (2007), les gens sont fiers des manières dont ils s'approprient leurs technologies, et les astuces des uns peuvent être utiles à d'autres. Conformément à l'esprit communautaire low-tech, notre tutoriel peut être enrichi par les contributions des utilisateurs. Cette idée se retrouve dans trois fonctionnalités. L'encart « inspirations », composé de photos réalisées par d'autres utilisateurs, expose dès l'introduction la diversité des interprétations possibles du système. L'objectif est d'ouvrir aux utilisateurs un espace de médiatisation des variantes, contournements, simplifications et améliorations. En plus du partage, cette fonctionnalité a pour vocation d'alimenter la créativité nécessaire à l'appropriation : les makers recherchent en ligne autant l'inspiration créative que des éclaircissements techniques (Torrey et al., 2009). Cette ouverture visuelle élargit le répertoire d'actions imaginables et installe l'idée que la personnalisation est non seulement possible mais attendue. Ensuite, un système de commentaires localisés permet d'annoter n'importe quel point du tutoriel. Les commentaires, associés au profil de leur auteur, apparaissent sous forme de bulles (pouvant être masquées pour limiter la charge cognitive). Cette granularité permet à la communauté d'ajouter des précisions, de questionner des ambiguïtés ou de partager des retours d'expérience concrets. Poser des questions et y répondre est, chez les makers, au cœur du processus de propagation des compétences et des idées (Kuznetsov et Paulos, 2010). La communauté peut aussi enrichir chaque étape par deux catégories de contenus : des astuces (optimisations, alternatives pratiques, solutions à des problèmes courants) et des problèmes courants. Ces éléments transforment les difficultés individuelles en ressources et nourrissent une documentation qui évolue au fil des usages. Néanmoins, le développement d'un aspect communautaire amène certaines exigences : le partage d'information par les utilisateurs appelle à l'identification des émetteurs du message. En effet, l'expertise et la fiabilité de l'émetteur influencent considérablement l'utilité et la crédibilité perçue d'un message (Ismagilova et al., 2020). Ainsi, à la manière des forums de discussion, notre tutoriel indique le profil des contributeurs sur chaque élément collaboratif : code couleur du statut de séniorité, nombre de projets réalisés et proposés, ou encore nombre de messages envoyés. Cette contextualisation a pour objectif de favoriser la confiance dans les échanges et permet de situer les contributions en fonction du degré d'expertise.

3 CONCLUSION : LE TUTORIEL, LEVIER D'INTERVENTION D'UNE ERGONOMIE LOW-TECH

La reconception de la douche à brumisation a constitué un terrain d'exploration pour esquisser les contours d'un tutoriel low-tech favorisant l'adaptation située. En déplaçant le centre de gravité de la conception — de l'usage vers l'activité d'auto-construction — il ne s'agit plus d'optimiser l'expérience d'un artefact figé, mais de concevoir les conditions permettant aux utilisateurs d'ajuster l'objet à leur contexte et à leurs usages futurs. Nous invitons ainsi à considérer le tutoriel non comme une documentation périphérique, mais comme un objet de conception à part entière, ouvrant ou restreignant des usages possibles à travers des choix guidés, des variantes, des matériaux substituables, des zones volontairement indéterminées et des espaces de contribution communautaire. Le tutoriel apparaît alors comme une infrastructure sociotechnique soutenant l'adaptation située des artefacts low-tech. Bricoler, adapter, détourner ou hacker deviennent les moyens d'expression des utilisateurs, qui ne sont plus simples exécutants d'un script, mais acteurs d'un processus de conception aux frontières élargies. Cette montée en agentivité s'inscrit dans les principes fondamentaux de la low-tech : redonner prise sur la technique, développer les compétences et encourager l'autonomie et la convivialité des technologies (Illich, 1973).

Ainsi, notre proposition contribue à préciser les finalités possibles d'une intervention ergonomique low-tech : accompagner la création de ressources pour l'action future, soutenir la montée en compétence et encourager l'adaptation située des systèmes. L'ergonome, spécialiste des usages, contextes et mécanismes cognitifs, apparaît alors comme un acteur légitime pour intervenir dans la conception de tutoriels low-tech, qui deviennent un levier stratégique pour renouveler les modalités d'intervention de l'ergonomie en contexte de recomposition socio-écologique.

Des prolongements sont toutefois nécessaires pour incarner pleinement les principes d'agentivité et d'adaptation située. Notre tutoriel n'a pas été évalué empiriquement : sa compréhensibilité, sa capacité à soutenir la construction située d'un système et à encourager l'agentivité restent à démontrer. Par ailleurs, la question de la production du tutoriel demeure ouverte (Rigaud et al., 2023). L'intégration de variantes, chemins alternatifs et nomenclatures dynamiques complexifie sa structure. Concevoir un tutoriel modulaire est chronophage et suppose une décomposition fonctionnelle fine. Des recherches futures pourraient également approfondir la mise en visibilité des arbitrages écologiques et des compromis entre confort, complexité et impacts, intégrer une dimension réflexive sur les besoins eux-mêmes, et mieux documenter les trajectoires d'usage dans le temps. Une analyse plus nuancée des freins réels à la construction et à l'usage de systèmes low-tech dans le quotidien pourrait également consolider la proposition des tutoriels. Enfin, l'intégration de pratiques de sobriété numérique (Nova et Roussilhe, 2020) est essentielle pour assurer la cohérence du support avec les principes low-tech. L'utilisation d'images encodées en diffusion d'erreur (*dithering*) pour réduire leur poids, de serveurs d'hébergement hors réseau et fonctionnant à l'énergie solaire, ou de programmation adaptée aux réseaux lents et aux appareils anciens sont autant de pistes proposées par Abbing (2021) pour penser une interface numérique alignée avec les ambitions low-tech.

4 BIBLIOGRAPHIE

Abbing, R. R. (2021). 'This is a solar-powered website, which means it sometimes goes offline' : A design inquiry into degrowth and ICT. LIMITS Workshop on Computing within Limits. https://doi.org/10.21428/bf6fb269.e78d19f6

Aguila, U. D. V. (2016). The subversive capacity of do-it-yourself instructions. Design Studies, 46, 1–23. https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.04.003

Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Bihouix, P. (2024). Pour une sobriété systémique. Constructif, 69(3), 48-50.

Bloquel, M., Bonjean, A.-C., Fangeat, E., Marry, S., ADEME, Forget, A., ... (2022). État des lieux et perspectives des démarches « low-tech » (p. 48). ADEME. (Rapport Technique).

Carroll, J. M., & Mazur, S. A. (1984). *Learning to Use an Office System with an Online Tutorial* (Technical report). IBM.

Colin, C., & Martin, A. (2024). How to create sustainable artefacts? Towards a user-centered design guide for low-tech/appropriate technologies. Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2024, 1-5. https://doi.org/10.1145/3673805.3673842

Dalton, M. A. (2016). Breaking Tradition: Recreating Tutorials with Unconventional Techniques (Master's thesis).

Dalton, M. A., Desjardins, A., & Wakkary, R. (2014). From DIY tutorials to DIY recipes. CHI EA '14, 1405-1410. https://doi.org/10.1145/2559206.2581238

de Laet, M., & Mol, A. (2000). The Zimbabwe bush pump: Mechanics of a fluid technology. Social Studies of Science, 30(2), 225–263. https://doi.org/10.1177/030631200030002002

Dix, A. (2007). Designing for Appropriation. Proceedings of HCI 2007. https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2007.53

Duhamel, R., Legardeur, J., & Lallemand, C. (2025). Sustainable innovation in practice : Documenting the processes, methods, and perspectives of low-tech designers. DIS '25, 1584-1602. https://doi.org/10.1145/3715336.3735701

Duhamel, R., Bousquet-Pasturel, E., Hefti, M., Vuille, S., Legardeur, J., & Lallemand, C. (2026a). The Experiential Trade-Offs of Low-tech Systems: Evidence from a Large-Scale Citizen Experiment. (Preprint). https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.6578341 Duhamel, R., Legardeur, J., & Lallemand, C. (2026b). Engaging with Low-tech: Temporal User Experience of Self-Built Low-Tech Systems in the Home. (In Press).

Engeström, Y., & Sannino, A. (2013). La volition et l'agentivité transformatrice: perspective théorique de l'activité. Revue internationale du CRIRES: innover dans la tradition de Vygotsky, 1(1), 4-19.

Gaillard, C. (2023). Une anthologie pour comprendre les Low-Tech. T&P Publishing.

Ganier, F. (2013). Comprendre la documentation technique. PUF.

Goulet, F., Meyer, M., & Cardinael, C. (2022). Politicizing equipment, equipping autonomy. Ethnologie française, 52(2), 397–412. https://doi.org/10.3917/ethn.222.0397

Goyon, M. (2016). L'obsolescence déprogrammée… Techniques & Culture. https://doi.org/10.4000/tc.7983

Grimaud, E., Tastevin, Y. P., & Vidal, D. (2017). Low-tech, high tech, wild tech. Techniques & Culture, (67), 12-29. https://doi.org/10.4000/tc.8464

Illich, I. (1973). La convivialité. Paris, France : Éditions du Seuil.

Ismagilova, E., Slade, E., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2020). The effect of characteristics of source credibility on consumer behaviour: A meta-analysis. Journal of Retailing and Consumer Services, 53. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.01.005

Jézégou, A. (2022). Agentivité. In Dictionnaire des concepts de la professionnalisation (Vol. 2, pp. 41-44). De Boeck Supérieur.

Kitzmann, N., Caesar, L., Sakschewski, B., Rockström, J., Andersen, L., Bechthold, M., ... & Wunderling, N. (2025). Planetary Health Check 2025: A Scientific Assessment of the State of the Planet. https://doi.org/10.48485/PIK.2025.017

Knott, S. (2013). Design in the age of prosumption. Design and Culture, 5(1), 45-67. https://doi.org/10.2752/175470813X13491105785587

Kuznetsov, S., Paulos, E. (2010). Rise of the expert amateur. NordiCHI '10, 295-304. https://doi.org/10.1145/1868914.1868950

Lahaye, M., Reinartz, V. I., Sahabi, S., & Borchers, J. (2023). Towards authoring tools for DIY tutorials: From tutorial user strategies to guidelines (free template included!). In Proceedings of Mensch und Computer 2023 (MuC '23) (pp. 380–386). ACM. https://doi.org/10.1145/3603555.3608530 Lévi-Strauss, C. (1962). La pensée sauvage. Plon.

Mari, E. (1974). Autoprogettazione? Corraini Mantova.

Martin, A., Durieux, R., & Colin, C. (2024). Recherche & low-tech, premiers éléments de réflexion. ADEME. (Rapport Technique)

Meyer, M. (2022). Expérimenter et rendre désirables les low-tech. Une pragmatique de la documentation. Réseaux : communication, technologie, société, 219-249.

Morozov, E. (2014). To save everything, click here: The folly of technological solutionism. New York, NY: PublicAffairs.

Norton, M. I., Mochon, D., & Ariely, D. (2012). The IKEA effect. Journal of Consumer Psychology, 22(3), 453–460. https://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.08.002

Nova, N. et Roussilhe, G. (2020). Du low-tech numérique aux numériques situés. Sciences du Design, 11(1), 91-101. https://doi.org/10.3917/sdd.011.0091.

Rigaud, C., Bailly, G., & Jansen, Y. (2023). Ressources de connaissances dans les ateliers de fabrication. IHM '23. https://doi.org/10.1145/3583961.3583974

Shove, E. (2003). Comfort, cleanliness and convenience: The social organization of normality. Oxford, UK: Berg.

Tanguy, A., Carrière, L., & Laforest, V. (2023). Low-tech approaches for sustainability. Sustainability: Science, Practice and Policy, 19(1), 2170143. https://doi.org/10.1080/15487733.2023.2170143

Torrey, C., Churchill, E. F., & McDonald, D. W. (2009). Learning how. CHI '09, 1371-1380. doi:10.1145/1518701.1518908

Tseng, T., & Resnick, M. (2014). Product versus process : Representing and appropriating DIY projects online. Proceedings of the 2014 conference on Designing interactive systems, DIS '14, 425-428. https://doi.org/10.1145/2598510.2598540

Vinodrai, T., Nader, B., & Zavarella, C. (2021). Manufacturing space for inclusive innovation. Local Economy, 36(3), 205-223.

Wakkary, R., & Maestri, L. (2007). The resourcefulness of everyday design. C&C '07, 163-172. Doi:10.1145/1254960.1254984

Wakkary, R., Schilling, M. L., Dalton, M. A., Hauser, S., Desjardins, A., Zhang, X., & Lin, H. W. J. (2015). Tutorial authorship and hybrid designers. CHI '15, 609-618. https://doi.org/10.1145/2702123.2702550

Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07) (pp. 493–502). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/1240624.1240704

Modélisation de la Coopération Humain-Machine : proposition d'un outil formatif intégrant compétences, contrôle et transparence

Marie-Pierre Pacaux-Lemoine
LAMIH UMR CNRS 8201, Université Polytechnique
marie-pierre.lemoine@uphf.fr

Loïck Simon
LS2N UMR CNRS 6004, Centrale Nantes
loick.simon@ls2n.fr

Philippe Rauffet
Lab-STICC UMR CNRS 6285, Université Bretagne Sud
philippe.rauffet@univ-ubs.fr

Clément Guérin
Lab-STICC UMR CNRS 6285, Université Bretagne Sud
clement.Guerin@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

L'objectif de cette communication est de proposer une aide à la conception pour la mise en œuvre d'une coopération entre un agent humain et un agent machine sur le contrôle d'un procédé. Pour expliciter cette approche, les auteurs vont exploiter l'exemple du démantèlement d'un sac composé de matières nobles en proposant une coopération entre un opérateur humain et un robot. La réflexion s'appuie sur les travaux menés sur la définition de la coopération, définition revisitée et exploitée pour construire un outil qui pourrait être partagé dans le cadre d'une conception participative. Celui-ci se présente sous forme de grilles descriptives des compétences des agents, qu'ils soient humains ou machines. Les compétences se déclinent en termes de « savoir-faire » et de « savoir-coopérer » et de leurs croisements.

MOTS-CLÉS
modélisation, méthodologie, coopération humain-machine

1 INTRODUCTION

Alors que de nombreuses méthodes existent pour aider à la conception de systèmes humainsmachines (Draper & van Diggelen, 2025; Stanton et al., 2017) rares sont celles qui permettent d'identifier les interactions fines entre les agents (humain, machine ou logiciel) pour s'assurer de leur complémentarité dans la réalisation de la tâche et dans leur communication. Des méthodes comme le Cognitive Work Analysis (Rasmussen et al., 1994), avec notamment la phase SOCA et l'outil Context Activity Template, permettent de mener une analyse globale des organisations et tâches réalisées par les différents acteurs d'un système socio-technique en fonction de différentes situations de travail (Simon et al., 2021), mais ces éléments de modélisation ne permettent pas de représenter l'évolution de l'allocation des fonctions entre les agents, ni l'impact des compétences de communication de chaque agent sur l'activité de coopération.

Pour parfaire la coopération entre les agents il est pourtant nécessaire de comprendre les opérations que peuvent faire les agents pour avancer dans la réalisation de l'activité (*e.g.*, visser, tirer, etc.), mais également les opérations que font les agents pour soutenir la coopération (*e.g.*, informer, répartir les opérations, etc.). Cette distinction permet ainsi d'appréhender la coopération au travers des éléments « observables » de l'activité du système humain-machine, en suivant la dichotomie établie par McNeese et al. (2021). Ceux-ci différencient en effet d'une part les opérations orientées vers le procédé supervisé par l'équipe socio-technique (relevant du « taskwork »), et d'autre part les actions dédiées au maintien de la coopération (relevant du « teamwork »).

Dans cette perspective, la modélisation de la coopération pourrait ainsi être approchée selon trois niveaux interdépendants : a) **les activités observables,** englobant actions de réalisation sur le procédé (taskwork) et de coordination au sein de l'équipe (teamwork) ; b) **les compétences des agents,** conditionnant les activités observables, et faisant écho aux travaux de Pacaux-Lemoine (2020) sur les prérequis cognitifs, physiques et interactionnels, distinguant le savoir-faire (KnowHow-to-Operate ou KHO) du savoir-coopérer (Know-How-to-Cooperate ou KHC) ; et c) **le contrôle de la coopération,** centré sur l'organisation occurrente des activités, définissant la dynamique de partage de travail (sur le taskwork et le teamwork, que cela soit dans les opérations sur le procédé, la communication entre agents, etc.), ainsi que le partage de l'autorité décisionnelle. Dès lors, la qualité de la coopération humain-machine dépend autant de déterminants structurels et organisationnels, que des compétences intrinsèques des agents, éléments qu'il faut pouvoir considérer ensemble.

La compréhension fine de ces éléments lors de la phase de conception permettrait d'aider à proposer des agents adaptés aux besoins réels de l'activité et de soutenir la coopération avec des solutions adéquates. Afin de palier à ce manque actuel nous proposons un outil d'aide à la conception permettant la prise en compte de l'allocation des fonctions d'une part, mais également de la prise en compte de la transparence des agents. Cette méthode permet également de définir la phase de contrôle de l'allocation des fonctions et de la transparence.

2 EXEMPLE D'APPLICATION

La méthode va être illustrée tout au long du papier par des exemples de coopération relatifs à un cas d'application spécifique, celui d'une équipe humain-machine dont l'objectif est de pouvoir recycler des sacs souples en matières nobles, en optimisant la qualité et la quantité de produit recyclé. La complexité de traiter des produits souples, associée à la haute qualité désirée pour le processus de démantèlement, nécessite de proposer une coopération entre un opérateur humain et un robot deux bras, au lieu d'une automatisation totale du procédé.

Concrètement, la situation de coopération prise en exemple portera sur une activité opérationnelle conjointe, où le robot maintient un sac de cuir par sa partie rigide pendant que l'opérateur humain découpe le cuir à recycler. Il est supposé que le robot est capable de percevoir le sac à l'aide d'une caméra, ainsi que de percevoir les mains de l'opérateur humain dans son champ de travail. L'opérateur humain a reçu une formation sur l'interaction avec le robot, notamment les mouvements que le robot est amené à réaliser. Il est donc supposé que l'opérateur humain dispose d'un modèle du robot, même s'il est restreint ; le robot n'aurait pas contre aucun modèle de l'opérateur humain, il n'aurait connaissance que des tâches que les deux agents auraient à réaliser.

3 KHO ET KHC : 2 COMPETENCES AU CŒUR DE LA COOPERATION HUMAIN-MACHINE

Les auteurs considèrent que l'agent humain, comme l'agent machine, disposent d'un savoirfaire, *i.e.* d'un ensemble de compétences (*e.g.* connaissance, habileté) et de capacités (*e.g.* charge de travail, énergie) leur permettant de contrôler un procédé (*e.g.* cellule de fabrication) ou un environnement physique (*e.g.* zone géographique), appelés respectivement KHO_h et KHO_m (KHO : Know-How-to-Operate). Mais ils disposent également d'un savoir-coopérer, *i.e.* d'un ensemble de compétences leur

permettant de coopérer avec le partenaire, appelés respectivement KHC_h et KHC_m, (KHC : Know-How-to-Cooperate). Les KHO et KHC constituent deux processus qui permettent aux agents de se construire une représentation de la situation occurrente (Endsley & Kaber, 1999), mais aussi une représentation de la situation de l'équipe (Salmon et al., 2008). Ces représentations sont nécessaires à une prise de décision commune ou individuelle sur les actions à implémentées pour contrôler le procédé, ou sur les actions de coopération à réaliser pour gérer l'organisation de l'équipe humain-machine.

L'agent peut utiliser uniquement son propre savoir-faire, KHO, pour gérer seul une situation (une situation étant un état du procédé ou de l'environnement). Dans ce cas, selon son expertise et son expérience sur la situation en cours, il déroule l'ensemble ou une partie de quatre fonctions principales que sont : — **la prise d'information** (Information Gathering – IG) **sur la situation** guidée par un but ou suite à la détection d'une nouvelle information *(ex. le robot détecte le sac sur son plan de travail)*, — **l'analyse des informations** (Information Analysis - IA) perçues et récupérées en mémoire pour réaliser un diagnostic de l'état de la situation *(ex. le robot analyse la position du sac et conclut qu'il est bien positionné)* ou un pronostic en projetant l'état futur de la situation, — **la prise de décision** (Decision Selection – DS) pour répondre à un besoin détecté pour contrôler la situation *(ex. le robot décide qu'il peut saisir le sac)*, puis — **l'action** (Action Implementation - AI) qui implémente la décision *(ex. le robot saisit le sac)*. Ces 4 fonctions sont une version simplifiée de l'ensemble des processus qui pourraient être déployés par un agent humain tels que ceux présentés par Rasmussen et Goodstein (1987). Ces 4 fonctions de base, proposées entre autres par Parasuraman et al. (2000) ne permettent cependant pas d'étudier la façon avec laquelle la coopération pourrait se mettre en place.

Pour avoir la possibilité de coopérer, un agent a besoin d'une autre compétence que celle liée à la gestion d'une situation, il a besoin de ce qui a été appelé le savoir-coopérer, ou KHC (PacauxLemoine, 2020). Cette compétence s'applique non pas à la situation directement, mais aux interactions avec un ou plusieurs autres agents impliqués dans la gestion de cette situation. De même que pour le savoir-faire, selon leur expertise et expérience, pour coopérer les agents disposent de l'ensemble ou partie de 4 fonctions que sont : — **la prise d'information sur l'autre agent** (Information Gathering on the other - IGO) ou la récupération d'informations fournies par l'autre agent *(ex. l'humain reçoit l'information du robot sur sa décision de saisir le sac)*, — **la détection d'interférence** (Interference Detection – ID), *i.e.* un processus d'analyse de la coopération notamment si une action ou une décision de l'autre agent peut avoir un impact sur la réalisation de ses propres tâches *(ex. l'humain considère que cette décision lui permettra de découper le cuir à recycler)*, — **la gestion d'interférence** (Interference Management – IM), *i.e.* la façon avec laquelle les agents vont comprendre l'interférence et tenter de la résoudre soit par négociation soit en acceptant ou imposant la solution *(ex. l'humain valide la décision du robot)*, puis — **l'action de coopération** (Action for Cooperation – AC) mise en œuvre pour contrôler la coopération qui peut être par exemple l'allocation d'une fonction particulière ou d'une tâche (ensemble de fonctions)*(ex. L'organisation préétablie est validée).* Cette action de coopération est au cœur de la réflexion que les auteurs souhaitent proposer. En effet, la proposition s'appuie sur l'identification de 4 actions de coopération principales : - **un changement d'allocation des fonctions** sur le contrôle du procédé (*e.g.* l'humain reprend le contrôle sur la fonction « prise de décision »), - **une révision de la structure d'autorité**, *e.g.* quel agent a l'autorité pour allouer une fonction (*e.g.* l'humain garde l'autorité sur l'allocation des « prises de décision » et « implémentations d'action »), - **un changement de la communication**, *i.e.* qui gère l'accès aux informations du procédé (observabilité), de même qu'au contrôle du procédé (contrôlabilité), et - **un changement de réglage de la communication**, *i.e.* qui gère l'accès aux informations sur les agents eux-mêmes (« observabilité des agents »), de même qu'à l'implication des agents dans le contrôle (« contrôlabilité des agents »).

Les agents ont accès à ce qui est appelé un Espace de Travail Commun (CWS pour Common Work Space), pour disposer d'informations sur le procédé, potentiellement sur l'autre agent et pour communiquer. Si les deux agents sont humains et s'ils partagent le même environnement physique, le CWS peut ne pas être numérique mais présent dans les modèles mentaux des agents. Lorsqu'un des

deux agents est une machine, *i.e.* un logiciel ou un robot, alors le CWS est digital, *e.g.* une interface visuelle, pour permettre les échanges entre l'agent humain et l'agent machine. Le CWS est donc alimenté par les entrées issues de l'environnement, les données liées au contrôle du procédé et donc aux sorties des fonctions du KHO des agents et celles liées aux échanges entre les agents pour coopérer, *i.e.* aux sorties des fonctions du KHC des agents.

Une modélisation a été proposée par Pacaux-Lemoine (2020) de façon à proposer une représentation générique de la coopération humain-machine. Cette représentation, appuyée des définitions associées, a été exploitée pour étudier l'impact de la transparence de la machine sur l'acceptation et les décisions de l'humain (Simon et al., 2024). Cette représentation ne permet cependant pas d'extraire facilement l'ensemble des interactions possibles entre toutes les fonctions, de même qu'entre ces fonctions et le CWS. C'est pour cette raison qu'une méthode a été proposée pour mettre en place une démarche de conception rigoureuse pour identifier ou définir ces interactions.

4 PRESENTATION DE LA METHODE

4.1. Principe général

Les grilles peuvent être utilisées à plusieurs étapes de la méthode proposée. La conception participative implique souvent les concepteurs et les futurs utilisateurs du système à développer ou à faire évoluer, mais des référents de différents services d'une entreprise peuvent également participer à la réflexion (sécurité, financier, ressources humaines, production, …). Les domaines de l'ergonomie prospective et de la créativité développent une variété de méthodes (persona, storyboard, crazy 8, entretien prospectif, design fiction, storytelling, etc.) favorisant la projection dans une activité future et permettant l'anticipation des usages (Robert & Brangier, 2026). Ces outils sont utiles pour identifier des activités futures autour d'un système technologique ainsi que les rôles à tenir par les opérateurs humains, mais de façon très générale. Les grilles proposent de compléter les méthodes existantes en tentant de structurer la réflexion autour des notions de savoir-faire et de savoir-coopérer (Kamoise, Guerin, et al., 2024; Kamoise, Guérin, et al., 2024; Pacaux-Lemoine, 2020). Les grilles sont dans un premier temps complétées par du texte dans une démarche descriptive, suivie par une identification précise des fonctions des agents impliqués, humains ou machines. La dernière étape consiste à transformer les fonctions identifiées en programmation du système, des interfaces et par la formation des futurs utilisateurs (Habib, 2019).

4.2. Présentation des grilles

La méthode proposée repose sur l'utilisation de grilles pour analyser l'interaction entre les fonctions individuelles (KHO) et coopératives (KHC) de deux agents (cf. Figure 1). Chaque cellule de la grille permet de se poser des questions quant aux compétences acquises ou à développer de chaque agent, concernant son savoir-faire et son savoir-coopérer. Elle croise en effet les savoir-faire de chaque agent (zone 1 de la Figure 1), les savoir-coopérer de chaque agent (zone 4 de la Figure 1), de même que le savoir-faire d'un agent avec le savoir-coopérer de l'autre agent (zone 2 et 3 de la Figure 1). Chaque zone croise les 4 fonctions de chaque compétence. Chaque grille se compose donc de 16 cellules qui posent des questions telles que : — Ex.1 (cellule IG-IA de la figure 1), *l'agent humain analyserait l'information acquise par lui-même et par le robot et constaterait que le sac est mal positionné ?*; — Ex. 2, *l'agent humain gèrerait l'interférence qu'il a détecté (par envoi de message) concernant l'analyse d'information réalisée par l'agent machine, à savoir que pour le robot le sac est bien positionné ?* ; — Ex. 3, *l'agent machine implémenterait une décision de coopération concernant l'analyse de l'information réalisée par l'agent humain, le robot saisirait le sac suite à la validation de l'humain ?* ; Ex. 4, *l'agent humain gèrerait une interférence concernant l'information que l'agent machine a transmise sur lui-même ou une information que l'agent machine a perçu de lui-même, le robot n'aurait pas détecté les mains de l'humain sur son plan de travail ?*.

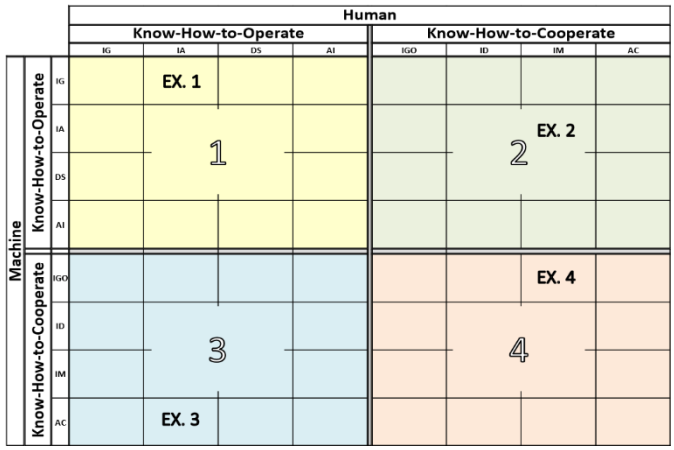


Figure 1 : grille d'analyse de la coopération

Cette grille a été utilisée dans plusieurs cas d'étude : la conduite automobile, le transport ferroviaire, la recherche et le sauvetage robotisés (Gadmer et al., 2021; Nissoul, 2025 ; PacauxLemoine & Grislin-Le Strugeon, 2025). Elle a permis aux divers acteurs de ces études de se confronter au remplissage, si besoin, de chaque cellule. L'exercice de questionnement et de remplissage de cette grille oblige l'équipe de conception à se poser des questions auxquelles il n'aurait peut-être pas pensé sans ce support. Au cours des différentes utilisations de la grille, une évidence est cependant apparue, certaines situations de coopération sont difficiles à décrire. Un exemple type de difficulté est la communication entre les agents. Les agents détectent une interférence, ils la communiquent ou la gèrent sans interaction avec l'autre agent s'ils ont la compétence et l'autorité pour le faire. L'interférence peut concerner l'activité individuelle de l'autre (savoir-faire), *e.g.* une analyse différente de la situation. Mais elle peut aussi concerner son activité coopérative (savoir-coopérer), *e.g.* un désaccord sur leur façon de communiquer. Cette difficulté a conduit à revoir le contenu de la grille et à différencier deux types de grille (0). La première grille développe les activités de coopération autour du savoir-faire des agents. La seconde grille présente les activités de coopération autour du savoir-coopérer des agents. La seconde grille est surtout utile lorsque la coopération est médiatisée et non directe, *i.e.* lorsque les agents ne partagent pas le même environnement physique.

Quatre zones de contrôle de la coopération se distinguent sur la diagonale de la Figure 2 : KHOP pour le contrôle du Procédé, KHO-F pour le contrôle Fonctionnel de l'autorité (allocation de fonctions), KHC-O pour le contrôle Opérationnel de l'autorité (interface de pilotage du procédé) et KHC-T pour le contrôle de la Transparence (interface de communication sur le procédé et les agents). KHO-P permet d'identifier les compétences et capacités des agents à réaliser une fonction en général ou pour une situation en particulier. Suite à cette identification, la zone KHO-F permet de définir l'agent qui a l'autorité pour allouer les fonctions en général ou pour une situation en particulier. Des critères de coopération ou des patterns de coopération (schémas pré établis de coopération) peuvent être identifiés, notamment lorsque c'est la machine qui décide de cette allocation. Des règles de coopération à l'utilisation du système sont proposées au cours de la formation de l'humain. KHO-F contrôle l'allocation des fonctions de KHO-P sur la base des échanges coopératifs entre l'humain et la machine en s'appuyant sur les grilles adjacentes descriptives des représentations mutuelles (modèle de l'autre). Cette première grille qui vise l'opérationnalisation du contrôle du procédé peut cependant être contrôlée par une seconde grille dont l'objectif est le contrôle de la communication entre les agents eux-mêmes et entre les agents et le procédé. KHC-O gère l'accès au pilotage du procédé depuis une interface de commande, *i.e.* par quel moyen un agent perçoit une information, analyse une situation, prend une décision et implémente une action. KHC-O peut notamment empêcher un agent d'envoyer une commande s'il n'est pas autorisé à le faire. KHC-T contrôle les informations présentées

sur l'Espace de Travail Commun, qu'elles concernent l'interaction d'un agent avec le procédé, ou l'agent lui-même sur son KHO ou sur son KHC.

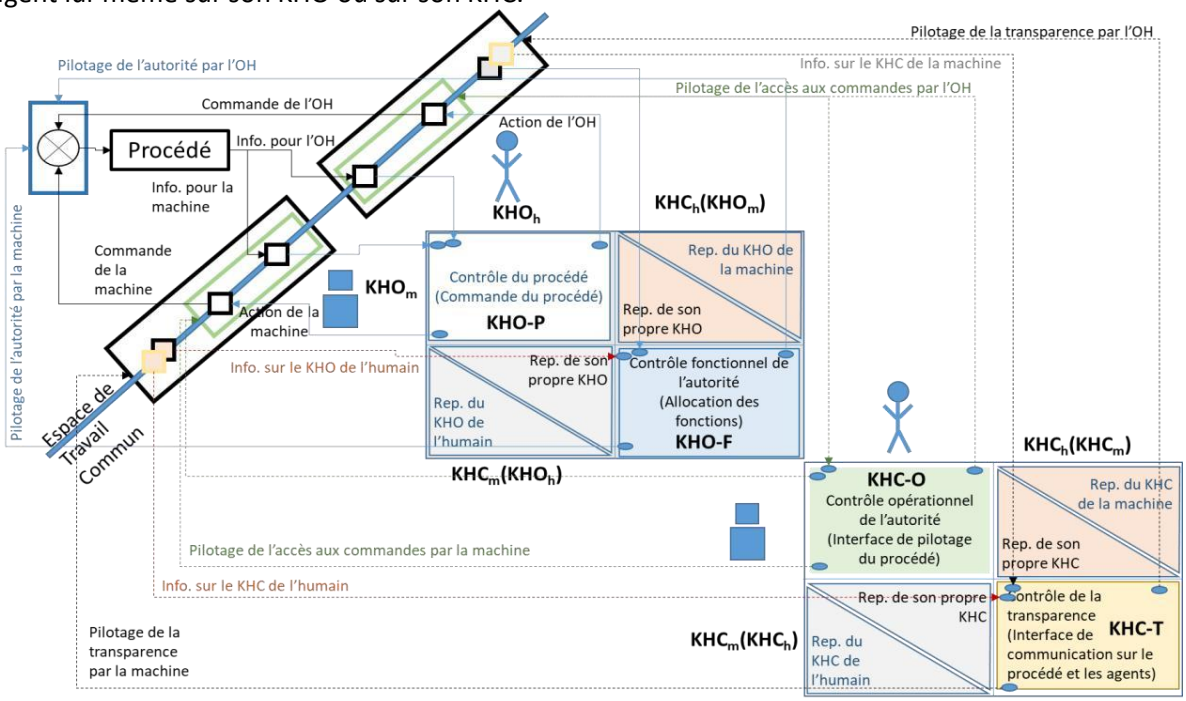


Figure 2 : grilles d'analyse de la coopération entre un opérateur humain et une machine

Les activités coopératives autour du savoir-faire ($KHC_h(KHO_m)$, $KHC_m(KHO_h)$) et celles autour du savoir-coopérer ($KHC_h(KHC_m)$, $KHC_m(KHC_h)$) se composent de 2 parties qui constituent des transitions entre les zones de contrôle. Les agents peuvent être amenés à avoir une représentation de leur propre savoir-faire et une représentation du savoir-faire de l'autre agent, construites à partir de KHO-P, *i.e.* les compétences et capacités pour réaliser une fonction ou une tâche. Ces représentations peuvent être actualisées par la coopération via KHO-F, suite aux échanges coopératifs sur le savoir-faire et aux décisions d'allocation de fonctions.

De même que pour le savoir-faire, les grilles adjacentes de la seconde grille permettent de construire une représentation que peut avoir un agent de son propre savoir-coopérer et une représentation du savoir-coopérer de l'autre agent. Ces représentations sont construites à partir de KHC-O, *i.e.* les compétences et capacités pour communiquer sur une tâche, puis actualisées par la coopération via KHC-T, suite aux décisions de contrôle de transparence.

Ces grilles permettent de mettre en exergue 8 types de communication entre les agents, en fonction de l'agent à l'initiative de la communication (humain ou machine) et du contenu de la communication, i.e. une information sur lui-même ou sur l'autre agent sur le savoir-faire ou sur le savoir-coopérer. Le principe et le formalisme de ces types de communication sont basés sur les propositions des travaux de Lyons (2013) mais étendus sur les contenus. Les 8 fonctions coopératives se déclineraient de la façon suivante :

- hTOm (IG, -, -, -) : l'humain communique sa perception, *ex. l'humain communique sa vision du sac sur le plan de travail au robot* (Figure 2 : carré rose pâle contour noir sur l'ETC),
- mTOh (-, IA, -, -) : le robot communique à l'humain son analyse, *ex. le sac est bien positionné* (Figure 2 : carré gris contour noir sur l'ETC),
- hOFm (-, -, DS, -) : l'humain communique au robot sa compréhension de ce que le robot a décidé, *ex. il va saisir le sac* (Figure 2 : carré gris contour noir sur l'ETC),

- mOFh (-, -, -, AI) : le robot communique à l'humain sa compréhension de l'action qu'il implémente, *ex. l'humain retire ses mains du plan de travail* (Figure 2 : carré rose pâle contour noir sur l'ETC),
- hTOm (IGO, -, -, -) : l'humain communique au robot sa prise d'information concernant le KHC du robot, *ex. l'humain détecte un mauvais fonctionnement de la caméra du robot* (Figure 2 : carré gris contour jaune sur l'ETC),
- mTOh (-, ID, -, -) : le robot communique à l'humain une détection d'interférence sur le KHC de l'humain, *ex. le robot attend une validation de l'humain* (Figure 2 : carré rose pâle contour jaune sur l'ETC),
- hOFm (-, -, IM, -) : l'humain communique au robot une gestion d'interférence sur le KHC robot, *ex. l'humain propose de redémarrer la caméra* (Figure 2 : carré gris contour jaune sur l'ETC),
- mOFh (-, -, -, AC) : le robot communique à l'humain une action de coopération sur le KHC de l'humain, *ex. le robot mémorise la décision de l'humain d'attendre son diagnostic* (Figure 2 :

  carré rose pâle contour jaune sur l'ETC)

Ces types de communication n'ont pas détaillé les 4 fonctions définissant les savoir-faire et savoir-coopérer dans le but de simplifier la présentation. Les contenus des communications peuvent cependant être nuancés relativement à ces fonctions. Une gradation peut effectivement être proposée selon le nombre de fonctions communiquées ou du type de fonction communiqué. Cette précision du contenu sur les fonctions fait notamment référence aux travaux de Chen et al. (2014) sur les niveaux de transparence SAT (Situation Awareness–Based Agent Transparency), *i.e.* SAT 1 portant sur la décision et l'action à implémenter, SAT 2 portant sur la prise d'information et l'analyse qui ont conduit à prendre la décision et à réaliser l'action associée et SAT 3 portant l'évaluation des fonctions précédentes (Simon et al., 2024).

Suivant les domaines d'application, il peut ne pas être nécessaire de définir l'ensemble des fonctions. Cependant, cette approche méthodologique incite l'équipe de concepteur à se poser la question de l'intérêt de ces fonctions. De même, la seconde grille est souvent nécessaire quand la coopération dispose d'un support pour communiquer et coopérer. Lorsque deux agents partagent un espace pour coopérer, tels un humain et un robot pour travailler ensemble sur le désassemblage d'une pièce, une interface de communication peut ne pas être nécessaire pour certaines tâches. Les agents se connaissent suffisamment et ont une bonne représentation de l'autre, par leur formation et leur expérience commune, pour agir sans devoir échanger d'information. Par contre, cette interface est nécessaire en début de coopération ou lorsque le procédé augmente en complexité et en incertitude. Dans ce cas, les ajustements entre agents deviennent fréquents.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Cette communication présente une méthode d'aide à la conception de systèmes sociotechniques complexes, illustrée par un cas de recyclage collaboratif impliquant un opérateur humain et un robot. L'approche proposée, fondée sur l'utilisation de grilles analytiques, permet de structurer la réflexion des concepteurs autour des compétences fondamentales des agents.

Sur le plan méthodologique, cette contribution s'inscrit résolument dans une démarche formative. Contrairement à une approche normative, qui chercherait à définir « l'unique bonne façon » de coopérer, ou à une approche descriptive qui se contenterait de relater l'activité existante, cette méthode exploratoire permet de modéliser ce que le système *pourrait* faire. Elle offre ainsi un espace de conception des possibles, permettant d'identifier les contraintes et les possibilités du système socio-technique. En ce sens, elle complète les méthodes d'analyse du travail telles que le *Cognitive*

Work Analysis, en apportant une granularité supplémentaire sur la mécanique interne des interactions, là où le CWA se concentre davantage sur les contraintes du domaine de travail.

La pertinence des grilles proposées réside dans sa compétence à lier de manière cohérente les trois niveaux de modélisation de la coopération identifiés en introduction :

- **Les compétences des agents :** En modélisant les grilles adjacentes (telles que $KHC_i(KHO_j)$ ou $KHC_i(KHC_j)$), la méthode ne se limite pas à lister des compétences isolées. Elle précise comment les savoir-faire et les savoir-coopérer s'articulent pour assurer la complémentarité des agents. C'est à ce niveau que se construit la compréhension mutuelle, permettant à chaque agent de se forger une représentation précise des compétences de son partenaire, prérequis indispensable à la confiance et à la fluidité de l'interaction.

- **Le contrôle de la coopération :** Les grilles diagonales (KHO-P, KHO-F, KHC-O, KHC-T) permettent de définir formellement les « états de contrôle » de la coopération. Elles déterminent les règles régissant l'interaction : qui a l'autorité pour allouer une fonction ? Qui gère la transparence des informations ? Ce niveau de modélisation est crucial car il définit le cadre dynamique dans lequel les compétences KHO et KHC vont pouvoir, ou non, être mobilisées efficacement.

- **Les activités observables de la coopération :** Enfin, la méthode permet de faire le lien avec la réalité opérationnelle. Les flux sortants des grilles vers l'Espace de Travail Commun et vers le procédé (matérialisés par les flèches dans le modèle) correspondent à l'instanciation des compétences en actions concrètes. C'est ici que le modèle théorique rejoint l'activité observable, qu'il s'agisse d'opérations sur la tâche (taskwork) ou d'actions de coordination (teamwork).

Enfin, d'un point de vue pratique, l'apport de cette proposition est de fournir un cadre opérationnel pour la conception participative. En obligeant les acteurs (concepteurs, futurs utilisateurs, experts métier) à renseigner explicitement les intersections entre savoir-faire et savoircoopérer, l'outil peut révéler des impensés de la conception, notamment sur les besoins en communication et de transparence. Il permet de passer d'une vision techno-centrée (ce que la machine sait faire) à une vision anthropocentrée et systémique (comment l'équipe humain-machine fonctionne), garantissant ainsi une coopération plus robuste et résiliente face aux imprévus.

6 BIBLIOGRAPHIE

Chen, J. Y. C., Procci, K., Boyce, M., Wright, J., Garcia, A., & Barnes, M. (2014). Situation Awareness-Based Agent Transparency (ARL-TR-6905). Army Research Lab Aberdeen Proving Ground MD Human Research and Engineering Directorate. https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA600351

Draper, M., & van Diggelen, J. (2025). Human systems integration for meaningful human control over AI-based systems, HFM Panel, NATO STO-TR-HFM-330, 10.14339/STO-TR-HFM-330-ALL-PDF.

Endsley, M. R., & Kaber, D. B. (1999). Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. Ergonomics, 42(3), 462- 492.

Gadmer, Q., Pacaux-Lemoine, M.-P., & Richard, P. (2021). Human-Automation-Railway remote control : How to define shared information and functions? IFAC-PapersOnLine, 54(2), 173- 178.

Habib, L. (2019). Niveaux d'automatisation adaptables pour une coopération homme-robots. Université Polytechnique Hauts-de-France.

Kamoise, N., Guérin, C., Hamzaoui, M., Julien, N., Dupont, J., & Forestier, L. (2024). Comparing prospective methods to identify latent needs. Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2024, 1- 4.

Kamoise, N., Guerin, C., Hamzaoui, M., Julien, N., Dupont, J., & Forestier, L. (2024). Using prospective ergonomics to design cooperative digital twin. Congress of the International Ergonomics Association, 168- 174.

Lyons, J. B. (2020), Being Transparent about Transparency: A Model for Human-Robot Interaction, in 2013 AAAI Spring Symposium Series, Mar. 2013. Accessed: Jan. 30, 2020. [Online]. Available: https://www.aaai.org/ocs/index.php/SSS/SSS13/paper/view/5712.

McNeese, N. J., Demir, M., Cooke, N. J., & She, M. (2021). Team situation awareness and conflict : A study of human–machine teaming. Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 15(2- 3), 83- 96.

Nissoul, S., Pacaux-Lemoine, M.-P., Chaabane, S. (2025). Enhancing Human-Cyber-Physical System Cooperation:

A Grid-Based Modeling Approach. 11th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control (IFAC MIM2025), June 2025, Trondheim, Norway, janvier

Pacaux-Lemoine, M.-P. (2020). HUMAN-MACHINE COOPERATION : Adaptability of shared functions between

Humans and Machines - Design and evaluation aspects [Habilitation à diriger des recherches, Université Polytechnique Hauts-de-France]. https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02959402

Pacaux-Lemoine, M.-P., & Grislin-Le Strugeon, E. (2025). Human digital twin : From a skillful manipulator to a trusted cooperative partner. IFAC-PapersOnLine, 59(10), 2628- 2633.

Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, 30(3), 286- 297. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans.

https://doi.org/10.1109/3468.844354

Rasmussen, J., & Goodstein, L. P. (1987). Decision support in supervisory control of high-risk industrial systems. Automatica, 23(5), 663- 671.

Rasmussen, J., Pejtersen, A. M., & Goodstein, L. P. (1994). Cognitive systems engineering. Wiley.

Robert, J.-M., & Brangier, E. (2026). Prospective ergonomics for the design of future things. Ergonomics, 69(1), 4- 21.

Salmon, P. M., Stanton, N. A., Walker, G. H., Baber, C., Jenkins, D. P., McMaster, R., & Young, M. S. (2008). What really is going on ? Review of situation awareness models for individuals and teams. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 9(4), 297- 323.

Simon, L., Guerin, C., Pacaux-Lemoine, M.-P., & Rauffet, P. (2024). Integrating agent transparency adaptation mechanisms into Human-Machine Cooperation. IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics. https://cnrs.hal.science/hal-04676886/

Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P., & Lassalle, J. (2021). Using cognitive work analysis to develop predictive maintenance tool for vessels. 31st European Safety and Reliability Conference.

Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L. A., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2017). Human factors methods : A practical guide for engineering and design. CRC Press.

Améliorer la prédictibilité des déplacements d'un agent autonome : quels gains pour l'humain observateur ?

Sophie Lemonnier
Université de Lorraine, PErSEUs
sophie.lemonnier@univ-lorraine.fr

Salomé Lepers
Université de Lorraine, CNRS, Inria, LORIA
salome.lepers@inria.fr

Maelle Juilliot
Université de Lorraine, CNRS, Inria, LORIA
maellejuilliot@gmail.com

Vincent Thomas
Université de Lorraine, CNRS, Inria, LORIA
vincent.thomas@loria.fr

Olivier Buffet
Université de Lorraine, CNRS, Inria, LORIA
olivier.buffet@loria.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

Cette contribution s'inscrit dans le champ de l'ergonomie cognitive et des facteurs humains appliqués aux systèmes intelligents. Elle vise à analyser l'impact de la lisibilité d'un agent autonome sur la performance d'anticipation d'un observateur humain et sa charge de travail. À partir d'un dispositif expérimental contrôlé, nous comparons une stratégie décisionnelle classique fondée sur un processus décisionnel markovien (MDP) à une stratégie intégrant explicitement la prise en compte de l'observateur humain et la réduction de l'incertitude perçue (p-OAMDP). Les résultats montrent que la stratégie plus lisible, donc plus prédictible, améliore la précision des prédictions, réduit le temps nécessaire à l'anticipation et diminue significativement l'exigence mentale et la frustration rapportées. Ces résultats soulignent l'intérêt d'intégrer des critères de lisibilité dans la conception des agents autonomes destinés à être observés, supervisés ou compris par des humains.

MOTS-CLÉS

interaction humain-machine, planification, incertitude, lisibilité, charge de travail

1 INTRODUCTION

Dans de nombreux systèmes sociotechniques contemporains, les humains interagissent avec des agents autonomes sans exercer de contrôle direct sur leurs décisions. Ils sont alors amenés à observer leurs comportements et à anticiper leurs actions afin d'adapter leur propre activité. Dans ces situations, la capacité à comprendre le fonctionnement de l'agent et à prédire ses décisions futures constitue un déterminant majeur de la performance humaine et du vécu subjectif de l'interaction (Endsley, 1995).

Un comportement difficilement anticipable peut entraîner une augmentation de la charge cognitive, un sentiment d'incertitude et une diminution de la confiance envers le système (Lee & See, 2004), tandis qu'à l'inverse, des comportements lisibles et cohérents facilitent la construction d'un modèle mental adéquat, réduisent les coûts cognitifs et soutiennent la prise de décision humaine (Wickens et al., 2015 ; Tokadlı et al., 2022). De nombreux travaux visent ainsi à améliorer la conscience situationnelle – la compréhension de l'environnement – afin de faciliter la prise de décision dans des situations d'interaction humain-robot, via différents facteurs tel que la conception, les interfaces, le niveau de contrôle … (Endsley, 1995 ; Chen et al., 2010). À un niveau de collaboration plus faible, sans interaction directe entre le robot et l'humain, un des moyens est de rendre plus prédictible ou lisible/transparent la planification des déplacements du robot (Dragan et al., 2013 ; MacNally et al., 2018 ; Chakraborti et al., 2019).

Ces enjeux de planification et interprétabilité sont particulièrement saillants dans le contexte de la robotique collaborative, et sont de plus en plus présents dans des domaines tels que le milieu industriel, la logistique ou encore les systèmes autonomes (Bejaoui et al., 2025). Dans ces environnements, l'opérateur humain peut endosser des rôles différents, dont celui de supervision, et doit pouvoir anticiper les actions du système pour coopérer efficacement, sans en maîtriser directement le processus décisionnel (Salotti, 2017).

Cette étude vise à analyser la prédictibilité d'agents autonomes du point de vue de l'observateur humain. Elle examine dans quelle mesure une stratégie décisionnelle conçue pour réduire l'incertitude perçue améliore les capacités d'anticipation et diminue la charge de travail associée à la tâche.

2 CADRE THÉORIQUE

La prédictibilité est un des trois piliers de la collaboration humain-machine, avec l'observabilité et la directabilité (Modèle OPD, Johnson et al., 2014). La prédictibilité d'un système peut être définie comme la facilité avec laquelle un observateur humain peut anticiper ses actions futures à partir d'informations partielles. En ergonomie cognitive, cette notion est étroitement liée à la charge mentale, à la compréhension du système et à la confiance dans l'automatisation (Endsley, 1995 ; Parasuraman et al., 2000). En effet, des comportements ambigus ou difficiles à interpréter mobilisent davantage de ressources cognitives et augmentent l'incertitude, ce qui peut nuire à la performance et au confort de l'utilisateur (Sweller, 1988). À l'inverse, des comportements structurés et interprétables facilitent la formation de modèles mentaux appropriés, essentiels à une interaction humain–machine efficace (Norman, 1988).

La question de l'interprétabilité des comportements se pose aussi dans le domaine de la planification dans l'incertain. Ce domaine permet de modéliser des problèmes de prise de décision séquentielle dans lesquels un agent doit résoudre une tâche en effectuant des actions et en calculant une politique optimale (c'est à dire une stratégie de l'agent maximisant sa performance à l'exécution). Un des cadres les plus utilisés est le cadre des processus de décision markoviens (MDP - *Markov Decision Process*), visant à maximiser au cours du temps la somme des récompenses représentant la tâche à résoudre (Puterman, 1994). Bien que proposant de nombreux algorithmes performants, ce cadre formel ne prend pas en compte la présence d'un observateur humain et les comportements peuvent parfois être complexes à interpréter.

D'autres critères ont ainsi été proposés dans la littérature pour caractériser la politique d'un agent cherchant à se faire comprendre par un observateur extérieur (Chakraborti et al., 2019). Ces critères reposent sur l'idée d'introduire un modèle de l'observateur au sein de l'agent et de représenter explicitement les raisonnements que l'observateur peut faire sur le comportement de l'agent. De manière plus précise, cela consiste à considérer que : 1/ l'observateur modélise l'agent comme prenant des décisions (quasi-rationnelles à partir d'un modèle de la tâche à résoudre) ; 2/ l'observateur utilise l'inférence bayésienne pour construire une croyance sur l'état interne de l'agent (but à atteindre, intention, futures actions, ...) à partir de ce qu'il observe.

Sur cette base, il est possible de formuler un nouveau problème de prise de décision dont l'objectif est d'agir pour contrôler la croyance de l'observateur. Le cadre des OAMDP (*Observer Aware MDP*) a

été proposé pour formaliser ces problèmes (Miura & Zilberstein, 2021) ainsi que différentes variantes comme les p-OAMDP (*Predictable Observer-Aware Markov Decision Process*). Dans ce dernier cadre, l'agent cherche à diminuer l'incertitude concernant ses actions futures, afin d'améliorer la prédictibilité de sa trajectoire pour un observateur (Lepers et al., 2025).

Les premières études associées à ce modèle reposaient sur des environnements simples induisant une faible charge cognitive. Afin d'évaluer plus finement l'intérêt de cette approche pour l'humain observateur, le présent travail propose une situation expérimentale plus exigeante, dans laquelle les participants doivent prédire la trajectoire d'agents reposant sur des politiques MDP et pOAMDP, en situation multi-tâche.

3 MÉTHODE

3.1 Participants

Dix-huit participants (5 femmes et 13 hommes) ont pris part à cette étude. Ils faisaient tous partie de la population active, et étaient employés du Loria (i.e., étudiant en stage ou en thèse, chercheur ou enseignant chercheur, personnel administratif). Ils avaient donc tous une certaine expérience du numérique, et a priori aucune expérience conséquente de travail à l'usine, notamment de supervision. Leur vision était normale ou corrigée à la normale.

3.2 Matériels

Sur un ordinateur portable, un agent virtuel évolue dans une grille de 9×9 cases et doit se déplacer pour atteindre son objectif. La grille contient des cases vides (accessibles), des buissons et des pots de miel (inaccessibles). L'agent peut se déplacer dans les quatre directions ou rester immobile. Son objectif est de vider tous les pots de miel : un pot est vidé dès que l'agent se trouve sur une case adjacente. L'agent a une position de départ définie et n'est soumis à aucune autre contrainte.

Un essai comprend six grilles différentes, chacune avec un agent réalisant cette tâche. Le participant doit prédire l'ordre dans lequel les pots de miel seront vidés, pour chacune des grilles, en cliquant dessus tant qu'ils sont encore pleins. Pendant les 40 premières secondes, les agents restent immobiles, puis se déplacent d'une case toutes les 3,5 secondes, ce qui laisse le temps de planifier sur les six grilles. Lorsque le participant est sur la page d'accueil (voir Figure 1), il voit les six grilles simultanément avec les positions initiales de l'agent, des buissons et des pots, mais aucune information concernant la position actuelle de l'agent, ses déplacements, ou l'état des pots. Pour voir toutes ces informations pour une grille, il doit cliquer dessus. Ainsi, à tout moment le participant peut cliquer sur une grille au cours de l'expérimentation pour voir la situation actuelle dans l'environnement (position de l'agent, trajet effectué et état actuels des pots), mais lorsqu'il est sur une grille, il renonce à suivre l'état courant des 5 autres grilles. La tâche repose donc sur l'anticipation plutôt que sur la rapidité. L'essai se termine lorsque tous les pots ont été vidés.

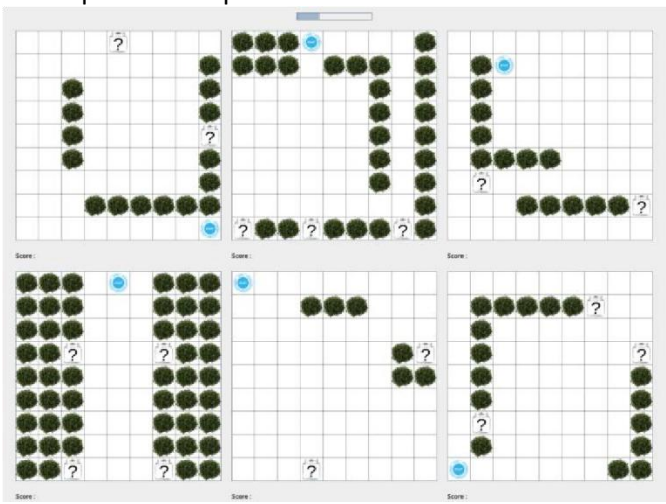


Figure 1 : exemple de page d'accueil vu par les participants, avec les six grilles

Il y avait trois essais, que chaque participant passait deux fois, une par politique / agent. Nous avions donc conçu 18 grilles, 6 par essai. Toutes les grilles faisaient la même taille (9x9) et mettaient en jeu entre deux et quatre pots de miel. L'objectif étant de déterminer si l'observateur humain perçoit différemment la prédictibilité des deux types de politique, nous avons choisi des grilles pour lesquelles les trajectoires des deux politiques variaient de manière importante. Après avoir ainsi sélectionné 18 grilles qui nous semblaient être les plus intéressantes, nous les avons réparties dans les trois essais en mettant les grilles qui se ressemblaient et celles qui avaient un pot vidé dès les premières actions de l'agent dans des essais différents.

L'agent virtuel peut être guidé soit par une politique MDP, il est alors représenté par le personnage Winnie, soit par la politique p-OAMDP, il est alors représenté par le personnage Bourriquet. Les 6 agents des 6 grilles d'un même essai sont toujours guidés par une même politique.

Une politique MDP classique vise à optimiser son trajet afin d'atteindre son ou ses objectifs le plus rapidement possible. Une politique p-OAMDP apporte une modification dans la fonction de récompense d'un MDP classique, en l'incitant à éviter les zones d'incertitude. Ainsi, si pour des longueurs de trajets relativement proches, l'agent a la possibilité de soit longer un mur ou entrer dans un couloir (incertitude très faible, il va continuer à longer le mur ou à avancer dans le couloir, donc dans une même direction), soit entrer dans une grande salle (incertitude forte, les déplacements dans deux directions différentes étant à chaque pas de temps tous autant probables jusqu'à ce qu'il atteigne un mur), il va choisir la première option. Avec la politique MDP, l'incertitude est donc plus grande, la trajectoire étant a priori moins prévisible, et donc, l'ordre des pots à vider plus difficile à anticiper. C'est ce qui est illustré dans la Figure 2 où à gauche la politique MDP préfère entrer dans la grande salle pour optimiser son trajet, tandis qu'à droite la politique p-OAMDP préfère rallonger son trajet de deux cases pour passer par le couloir.

La performance à la tâche est évaluée selon deux mesures :

- Nombre moyen de bonnes prédictions émises par le participant au cours de l'expérimentation : une bonne prédiction est définie comme une prédiction qu'un pot de miel sera vidé en n-ième position et que ce pot de miel a effectivement été vidé en n-ième position.

- Durée moyenne d'un essai : correspond au nombre de secondes entre le début d'un essai et le moment où le participant a cliqué sur son dernier pot de miel.

Afin d'évaluer la charge de travail, nous avons fait passer un NASA-TLX (Cegarra & Morgado, 2009). Ce questionnaire se focalise sur 6 facteurs (Exigence mentale, physique et temporelle, Effort, Performance et Frustration), et s'effectue en deux temps : 1/ estimer l'impact de chaque facteur grâce à six échelles ; 2/ comparer les facteurs deux à deux.

Ce questionnaire a été complété par quatre questions auxquelles les participants répondaient sur une échelle de Likert allant de 1 – Pas du tout d'accord – à 5 – Tout à fait d'accord. Les quatre questions étaient les suivantes : « J'ai souvent hésité avant de cliquer sur des pots » [Hésitation] ; « Le personnage a un comportement logique » [Logique] ; « Le personnage est simple à anticiper » [Anticipation] ; « Je pense avoir compris la logique de déplacement utilisée » [Compréhension]. L'objectif de ces questions était d'approcher la manière dont les participants se représentent ce que nous appelons prédictibilité.

3.3 Protocole expérimental

Chaque participant commence par signer un formulaire de consentement. Les consignes sont ensuite lues, puis le participant commence une phase d'apprentissage avant de passer à la phase de test. Durant la phase test, il y a deux sessions d'évaluation, une pour chaque politique. En effet, il est important que le participant comprenne qu'il y a deux agents distincts et qu'ils ont des comportements différents (c'est également pour cela que les politiques sont incarnées par deux personnages distincts : Winnie et Bourriquet). Une évaluation commence par une image montrant un chemin que peut emprunter l'agent sur une grille d'exemple. Montrer cette image permet deux choses : elle donne une

première idée sur le type de déplacements que peut suivre un agent, et lors du passage à la deuxième politique, elle accentue le fait que l'agent est un agent différent. Ensuite, le participant a trois essais sur chaque politique. Un essai est constitué de 6 grilles. Pour les deux politiques, les trois essais se font avec les mêmes grilles et dans le même ordre. Une fois que les trois essais sont terminés, le participant répond au questionnaire NASA-TLX ainsi qu'aux quatre questions complémentaires. Il réalise ensuite la phase de test avec la deuxième politique. L'ordre des deux politiques est contrebalancé. Une passation complète dure en moyenne 35 minutes.

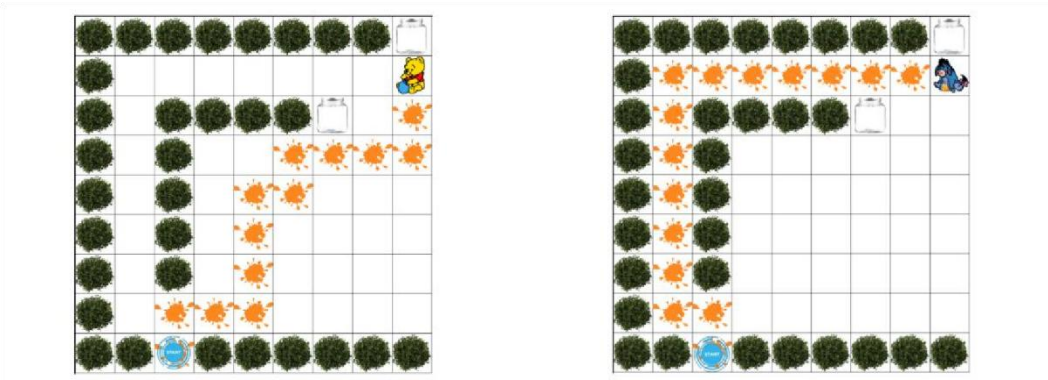


Figure 2 : pour une même grille, exemple de déplacement des deux politiques : à gauche la politique MDP, incarnée par Winnie ; à droite la politique p-OAMDP, incarnée par Bourriquet.

3.4 Analyse des données

Un test *t* de Student pour échantillons appariés est conduit afin de comparer les deux politiques (MDP et p-OAMDP) sur les mesures de performance à la tâche (Nombre moyen de bonnes prédictions et Durée moyenne d'un essai), ainsi que sur le score global du NASA-TLX (calculé à partir des scores bruts pondérés par dimensions). Une analyse simplement descriptive sera conduite sur les scores du NASA-TLX par dimension (scores bruts uniquement) et pour les quatre questions complémentaires.

4 RÉSULTATS

4.1 Performances

Nombre moyen de bonnes prédictions : Les résultats montrent une différence significative ($t_{(17)}$ = 4.31, p < .001) avec un nombre plus élevé de bonnes prédictions pour la politique p-OAMDP (M = 43.9, ET = 4.03) que pour la politique MDP (M = 38.6, ET = 5.07).
Durée moyenne d'un essai : Les résultats montrent une différence significative ($t_{(17)}$ = 2.61, p < .05) avec une durée moyenne plus courte pour la politique p-OAMDP (M = 87.7, ET = 8.91) que pour la politique MDP (M = 95.3, ET = 11.28).

4.2 Questionnaire NASA-TLX et questions complémentaires

Score global au NASA-TLX : Les résultats montrent une différence significative ($t_{(17)}$ = 4.19, p < .001) avec un score moyen plus faible pour la politique p-OAMDP (M = 47.7, ET = 15.9) que pour la politique MDP (M = 63.6, ET = 13.3).

Scores bruts du NASA-TLX par dimensions : Les résultats sont illustrés dans la Figure 3. Aucune analyse statistique n'a été conduite sur ces données, étant donné le faible nombre de participants. Nous pouvons néanmoins observer que les résultats par dimensions sont cohérents avec les résultats précédents. L'exigence physique est très faible et l'exigence temporelle élevée, ce qui est cohérent avec la tâche sur ordinateur réalisée par les participants, avec une pression temporelle importante. En effet, même si les participants bénéficiaient d'un délai de 40 secondes avant que l'agent commence à se déplacer, ce délai restait très court pour étudier les 6 grilles, anticiper les déplacements des agents,

mettre en place une stratégie pour la suite, et commencer éventuellement à répondre pour certains pots. De plus, la durée moyenne d'un essai était de 91.5 secondes, donc plus de la moitié des essais étaient soumis à une pression plus soutenue encore du fait des 6 agents qui se déplaçaient simultanément toutes les 3.5 secondes. Les scores semblent toujours supérieurs pour la politique MDP, avec une différence particulièrement marquée pour l'exigence mentale et la frustration, ainsi que pour l'effort. La différence est inverse uniquement pour la performance, un score plus élevé étant ici positif, et donc les réponses sont en faveur de la politique p-OAMDP, en accord avec les performances réelles.

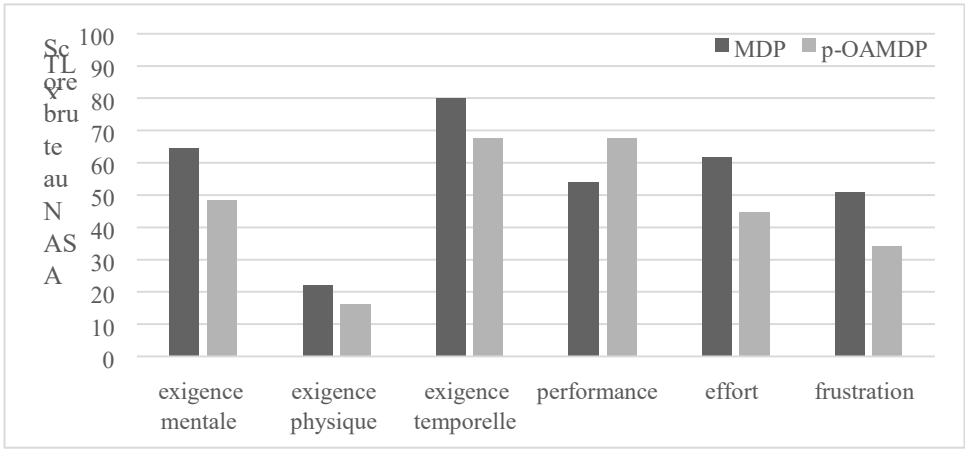


Figure 3 : score brut moyen obtenu pour chacune des six dimensions du NASA-TLX, pour chacune des deux politiques : MDP et p-OAMDP

Questions complémentaires : Les résultats sont illustrés dans la Figure 4. Au vu des quatre questions complémentaires posées, il semblerait que les différences observées entre les deux politiques soient principalement liées aux hésitations plus importantes pour la politique MDP, et à l'anticipation plus aisée pour la politique p-OAMDP.

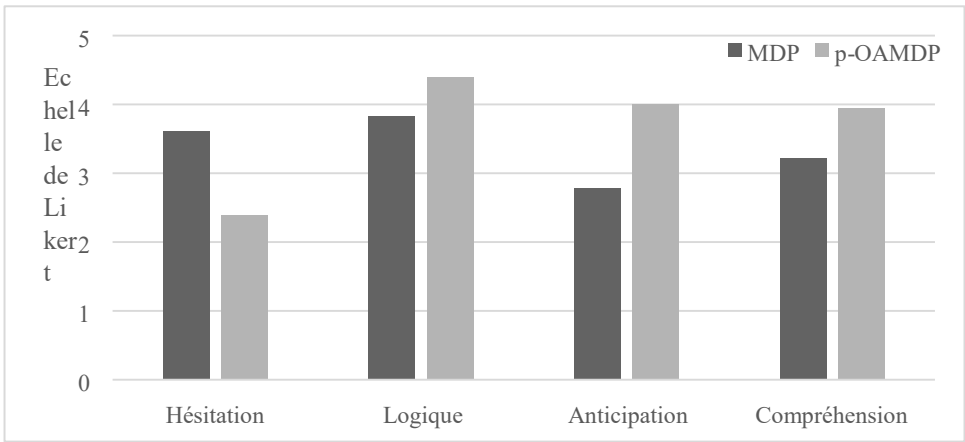


Figure 4 : résultats moyens pour chacune des quatre questions complémentaires, exprimés sur une échelle de Likert, de 1 – Pas du tout d'accord, à 5 – Tout à fait d'accord

5 DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent que l'intégration d'un critère explicite de réduction d'incertitude dans la politique décisionnelle de l'agent (p-OAMDP) améliore significativement la performance d'anticipation des observateurs humains. Les participants produisent davantage de prédictions correctes et terminent les essais plus rapidement lorsque l'agent adopte une trajectoire plus lisible.

Par ailleurs, la charge de travail globale mesurée par le NASA-TLX est significativement plus faible, en particulier sur les dimensions d'exigence mentale, d'effort et de frustration. En effet, un comportement ambigu génère une charge extrinsèque supplémentaire liée au traitement de l'incertitude. En contraignant légèrement l'espace des trajectoires possibles, la politique p-OAMDP réduit cette charge inutile et libère des ressources pour la tâche principale d'anticipation.

Ces résultats confirment que la prédictibilité comportementale constitue un déterminant central de l'efficacité de l'interaction humain–agent. En réduisant l'ambiguïté des trajectoires possibles, la stratégie p-OAMDP facilite l'anticipation. L'hypothèse sous-jacente repose sur le fait que cette politique aurait permis la construction d'un modèle mental cohérent du fonctionnement de l'agent, condition essentielle à une bonne anticipation (Norman, 1988). De même, en diminuant l'incertitude sur les états futurs du système, l'agent facilite le niveau de la conscience de la situation, et donc la prise de décision humaine (Endsley, 1995).

Il est important de souligner que la modification algorithmique introduite reste relativement légère. Contrairement aux approches complètes d'Observer-Aware Planning (Chakraborti et al., 2019), l'agent ne modélise pas explicitement un humain particulier ; il intègre simplement un critère pénalisant les situations génératrices d'incertitude élevée. Malgré cette simplification, l'impact sur l'humain observateur est significatif, tant sur le plan objectif (performance) que subjectif (exigence mentale et frustration). Cela suggère qu'une amélioration modérée de la lisibilité peut produire des gains ergonomiques importants.

Comme indiqué en introduction, cette étude proposait une situation expérimentale plus exigeante que nos travaux précédents (Lepers et al., 2024), afin d'intégrer la dimension centrale du multitâche en robotique mobile collaborative. Inspiré de contextes industriels de supervision (écran central et zoom sur des grilles), le dispositif demandait d'anticiper simultanément l'évolution de six grilles. Afin de simplifier la compréhension pour des participants non familiers avec l'industrie, nous avons privilégié un environnement visuel cohérent et épuré, centré sur les processus cognitifs d'attention, d'anticipation et de décision. Certains travaux sur la coopération humain–machine montrent que l'efficacité de la coordination repose sur la capacité des acteurs à anticiper les actions du partenaire (Hoc, 2000). Plus récemment, d'autres travaux soulignent que la sécurité et la performance en robotique collaborative dépendent fortement de la prévisibilité des comportements robotiques et de la transparence des intentions (Villani et al., 2018). Nos résultats sont cohérents avec cette littérature, en montrant que la prédictibilité influence directement la charge cognitive et la performance d'anticipation.

Une limite de notre étude concerne le fait que l'agent se comporte comme s'il était observé en permanence, alors que l'humain ne dispose que d'un accès partiel à l'information. En effet, il ne peut observer qu'une grille à la fois parmi les six en cours. Une perspective prometteuse consisterait à intégrer explicitement l'observabilité partielle du point de vue de l'agent, dans la continuité des travaux récents sur les OAMDP et l'observabilité partielle (PO-OAMDP ; Lepers, 2025). Un tel modèle permettrait à l'agent d'adapter dynamiquement sa stratégie en fonction des moments où il est effectivement observé, ouvrant la voie à une véritable co-adaptation humain–agent.

Enfin, la taille modeste de notre échantillon invite à la prudence dans la généralisation des résultats. Des études futures pourraient examiner l'effet de la prédictibilité dans des tâches plus écologiques, avec des opérateurs experts, et analyser plus finement les mécanismes cognitifs sousjacents (temps de fixation, stratégies attentionnelles, confiance dans l'automatisation).

Dans une perspective de conception, ces résultats plaident pour un élargissement des critères d'optimalité en planification autonome. L'optimisation purement utilitariste (minimisation du coût ou du temps) ne suffit pas dans les systèmes sociotechniques où les agents sont observés, supervisés ou interprétés. Intégrer des critères de lisibilité et de réduction de l'incertitude perçue constitue une voie prometteuse vers une automatisation cognitivement compatible, favorisant une confiance calibrée et une coopération plus fluide.

6 CONCLUSION

Cette étude montre que la prise en compte explicite de la prédictibilité dans la conception des agents autonomes permet de réduire la charge de travail de l'observateur humain et d'améliorer la performance d'anticipation. Elle souligne l'importance d'une conception centrée sur l'humain, intégrant des critères de lisibilité cognitive aux côtés des critères d'optimalité algorithmique.

7 REMERCIEMENTS

Nous remercions Chad Lepecuchelle dont le travail durant un projet tutoré a permis d'initier ce travail.

8 BIBLIOGRAPHIE

Bejaoui, A. A., Hachicha, M. J., & Azzouna, N. B. (2025, July). Explainable AI Planning: literature review. In *11th International Conference on Control, Decision and Information Technologies* (pp. 1502-1507).

Cegarra, J., & Morgado, N. (2009, September). Étude des propriétés de la version francophone du NASATLX. In *EPIQUE 2009 : 5ème Colloque de Psychologie Ergonomique* (pp. 233-239). France : Nice.

Chakraborti, T., Kulkarni, A., Sreedharan, S., Smith, D. E., & Kambhampati, S. (2019, July). Explicability? legibility? predictability? transparency? privacy? security? the emerging landscape of interpretable agent behavior. In *Proceedings of the international conference on automated planning* (Vol. 29, pp. 86-96).

Chen, J. Y., Barnes, M. J., & Harper-Sciarini, M. (2010). Supervisory control of multiple robots: Humanperformance issues and user-interface design. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 41*, 435454.

Dragan, A. D., Lee, K. C., & Srinivasa, S. S. (2013, March). Legibility and predictability of robot motion. In *8th IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 301-308).

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors, 37*(1), 32–64.

Hoc, J.-M. (2000). From human–machine interaction to human–machine cooperation. *Ergonomics, 43*(7), 833–843.

Johnson, M., Bradshaw, J. M., Feltovich, P. J., Jonker, C. M., Van Riemsdijk, M. B., & Sierhuis, M. (2014). Coactive design: Designing support for interdependence in joint activity. *Journal of Human-Robot Interactio*n, *3*(1), 43-69.

Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human factors, 46*(1), 50-80.

Lepers, S., Lemonnier, S., Thomas, V., & Buffet, O. (2024). How to exhibit more predictable behaviors. *The European Journal on Artificial Intelligence*, 30504554251353513.

Lepers, S., Thomas, V., & Buffet, O. (2025, May). Observer-Aware Probabilistic Planning under Partial Observability. In *24th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems* (pp. 26092611).

MacNally, A. M., Lipovetzky, N., Ramirez, M., & Pearce, A. R. (2018, July). Action selection for transparent planning. In *17th international conference on autonomous agents and multiagent systems* (pp. 1327-1335).

Miura, S., & Zilberstein, S. (2021, December). A unifying framework for observer-aware planning and its complexity. In *Uncertainty in Artificial Intelligence* (pp. 610-620). PMLR.

Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York, NY: Basic Books.

Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, 30*(3), 286-297.

Puterman, M. L. (1994). *Markov decision processes: Discrete stochastic dynamic programming.* New York, NY: John Wiley & Sons.

Salotti, J. M., Ferreri, E., Ly, O., & Daney, D. (2018). Classification des systèmes cobotiques. *Ingénierie cognitique, 1*(1).

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science, 12*(2), 257285.

Tokadlı, G., & Dorneich, M. C. (2022). Autonomy as a teammate: Evaluation of teammate-likeness. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 16*(4), 282-300.

Villani, V., Pini, F., Leali, F., & Secchi, C. (2018). Survey on human–robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications. *Mechatronics, 55*, 248-266.

Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banbury, S., & Parasuraman, R. (2015). *Engineering psychology and human performance* (4th ed.). New York, NY: Routledge.

Evaluer l'efficacité d'une démarche ergonomique centrée activité à partir de la représentation mentale des concepteurs

Mélanie Colcanap
SHAKER-FHOOX, Lab-STICC
melanie.colcanap@univ-ubs.fr

Loïck Simon
PACCE team, LS2N (UMR 6004), Centrale Nantes
loick.simon@ls2n.fr

Naomi Kamoise
FHOOX, Lab-STICC
naomi.kamoise@live.fr

Fanny Guennoc
FHOOX, Lab-STICC (UMR 6027), ENSIBS
fanny.guennoc@univ-ubs.fr

Clément Guérin
FHOOX, Lab-STICC (UMR 6027), ENSIBS
clement.guerin@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution longue

RÉSUMÉ

A ce jour, peu d'indicateurs ne démontrent qu'une démarche ergonomique à visée de conception de systèmes sociotechniques et d'artefacts favorise la prise en compte de l'activité par les concepteurs. Pour pouvoir être convoquée et accompagner les transitions actuelles des activités humaines, prouver son efficacité apparaît comme un enjeu fort pour la discipline. Peu de travaux dans le domaine des facteurs humains et de l'ergonomie s'intéressent à la conception du jumeau numérique. Dans un contexte de projet de conception de jumeau numérique et de robot d'impression 3D, nous proposons une méthode d'évaluation de notre démarche en ergonomie, avec des entretiens répétés avec les concepteurs. Le but est de caractériser la représentation mentale individuelle à propos de l'activité future. Deux critères sont utilisés : la fluence des tâches et leur complétude. Les résultats montrent une augmentation de la fluence des tâches au fur et à mesure des entretiens et une augmentation de leur complétude.

MOTS-CLÉS
démarche centrée activité, prospective, concepteurs, représentation mentale, complétude

1 INTRODUCTION

A l'ère Anthropocène et, avec l'émergence de l'industrie 5.0, les ergonomes ambitionnent de soutenir les transformations de l'activité humaine. Pour cela, l'ergonomie développementale propose d'équiper ses interlocuteurs d'une vision « centrée activité ». Les buts sont d'ancrer des changements au sein des organisations pour centrer les projets de transformation autour de l'activité (Barcellini et

al., 2025). Or, quels que soient les contextes d'intervention, une question demeure : comment évaluer les effets des démarches ergonomiques sur la prise en compte de l'activité humaine ? Dans un contexte de prévention des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS), Coutarel et Récopé (2022) pensent que « *les interventions ergonomiques ne sont pas efficaces parce que nous ne savons pas les évaluer.* » (p.6). Une évaluation centrée sur les résultats n'est pas pleinement satisfaisante car les ergonomes ne sont pas décideurs de la mise en place des solutions. De plus, les résultats tels que l'amélioration des indicateurs d'efficacité ou de santé (augmentation de la production ou diminution des accidents du travail par exemple) dépendent de multiples variables, pas toujours maîtrisables par une démarche ergonomique seule (Albert et al., 2017). Pour contourner ces limites, dans un contexte de prévention des TMS, certains auteurs proposent un modèle d'évaluation du processus d'intervention ergonomique (Albert, 2018; Albert et al., 2017). Dans le cadre d'un projet d'automatisation d'une usine de transformation chimique, Lecoester (2015) s'est intéressée à l'activité de concepteur afin de mieux comprendre le processus de conception organisationnelle et la fonction de l'ergonome, avec pour but de mieux l'outiller. Pour pouvoir être convoquée et accompagner les transitions actuelles, prouver son efficacité apparaît comme un enjeu fort pour la discipline. Dans un contexte de projet de recherche et développement de technologies émergentes (un jumeau numérique et un robot d'impression 3D), cette communication propose d'évaluer l'efficacité d'une démarche ergonomique à partir des représentations mentales de concepteurs à propos d'une activité de travail future projetée.

2 PROPOSITION METHODOLOGIQUE

2.1 Contexte : le projet GEMINI 3D

Le projet GEMINI 3D est un projet de recherche et développement financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-23-INDF-0001). Il vise à concevoir une cellule constituée d'un robot d'impression 3D et de son jumeau numérique. Ce projet est mené conjointement entre des acteurs publics (Lab-STICC, IRDL et ComposiTIC) et une entreprise privée (Edgemind). La cellule est implantée au sein du plateau technique ComposiTIC. L'impression 3D (ou fabrication additive) produit des objets en déposant des couches de matériau les unes sur les autres. Défini comme la représentation virtuelle dynamique d'un objet (produit, processus ou service) (Julien & Martin, 2021), le jumeau numérique est une technologie peu implantée au sein des entreprises (Fett et al., 2025). L'objectif du projet est d'anticiper les défauts de fabrication en cours d'impression et de proposer des actions correctives à l'expert-métier. GEMINI3D est donc un projet de conception de produits (un jumeau numérique et une cellule de production) mais aussi de situations de travail inédites. Ce projet présente des situations de co-conception et de conception distribuée, selon les définitions de Falzon et Darses (1996). Pour nos travaux, nous nous concentrons sur les situations de co-conception. Pour GEMINI 3D, ces dernières concernent la conception et le développement de l'architecture du jumeau numérique, de ses bases de données, des modèles de simulation et de l'interface humain-machine (IHM). Les concepteurs du projet sont des ingénieurs et des chercheurs dans les domaines de l'Intelligence Artificielle (IA), des bases de données, de l'informatique, de la robotique, des sciences des matériaux, de l'électronique et des ergonomes. Les décideurs du projet sont la pilote de projet, également chercheuse, et le directeur des projets de ComposiTIC. Les futurs utilisateurs, ou experts-métier, de la cellule sont des ingénieurs spécialisés en science des matériaux ou en fabrication additive composite.

La conception pour GEMINI 3D implique donc la participation d'une grande diversité d'acteurs susceptibles d'exprimer une multitude points de vue différents (Charrier, 2016). Or, la co-conception nécessite une synchronisation opératoire et cognitive (Falzon & Darses, 1996). La synchronisation cognitive est permise par « *des représentations mentales et des connaissances mutuelles au sein du même groupe de concepteurs.* » (p.3) (Arab, 2024). Une représentation (ou modèle) mentale est une représentation interne d'une réalité externe telle qu'une situation, un système ou un dispositif (Mayr et al., 2016). Nous proposons d'évaluer les effets d'une démarche en ergonomie à partir de l'intégration d'une activité future dans la représentation mentale des concepteurs. Peu de travaux

dans le domaine des facteurs humains et de l'ergonomie s'intéressent à la conception du jumeau numérique (De Angelis et al., 2025). Les approches techno-centrées restent dominantes. Ainsi, mettre en œuvre une démarche ergonomique dans ce contexte paraît pertinente.

2.2 Une démarche ergonomique centrée activité pour créer les conditions de la co-conception

L'objectif, pour les ergonomes impliqués dans le projet, est d'orienter la conception, et donc les représentations mentales des concepteurs à propos du jumeau numérique et des futures situations de travail, vers une intégration de l'activité réelle actuelle et future projetée des experts-métier. Nous nous positionnons donc, soutenus par les deux décideurs du projet, en maîtrise d'usage, au sens de Folcher (2015), pour intégrer l'activité de travail dans les prises de décisions du projet. Pour notre démarche, l'ergonomie prospective est combinée à des outils et méthodes issus de l'ergonomie de conception. L'ergonomie prospective permet d'anticiper des besoins, des usages ou des comportements futurs pour créer des processus, produits ou services adaptés (Brangier & Robert, 2014). L'objectif est « *le développement de futurs souhaitables tout en évitant le développement de futurs indésirables* » (p.6) (Lauton et al., 2025). Pour GEMINI 3D, les buts sont d'extraire et de discriminer des besoins qui peuvent être satisfaits à court, moyen ou long terme. Il s'agit aussi de donner des marges de manœuvre aux concepteurs pour anticiper des variabilités de situations de production de la fabrication additive et des évolutions de besoins ou d'usages de cette activité. Notre démarche repose sur quatre phases (figure 1) : 1) L'analyse du projet, de l'activité réelle de fabrication additive et la co-construction des cadres d'usage (Nelson et al., 2012) et des cas d'usage (Guennoc et al., 2026) ; 2) La projection de l'activité future avec les experts-métier ; 3) L'analyse des besoins anticipés des experts-métier, (Brangier & Robert, 2014) ; 4) Le prototypage (Lallemand & Gronier, 2015).

La démarche proposée repose sur la nécessité de créer les conditions de la co-conception et la synchronisation opératoire et cognitive au sein de l'équipe. Pour cela, des sessions de « partage d'informations » formalisées sont réalisées. Ces sessions partagent les résultats des analyses ou des projections de l'activité (observations, entretiens, groupes de travail). Elles sont considérées comme un support à la synchronisation opératoire et cognitive nécessaire à la co-conception. Les supports présentés sont validés en amont par un ou plusieurs experts-métier. Un temps de questions, ou d'échanges, est intégré à chaque session. Ces sessions sont réalisées en visioconférence pour permettre un enregistrement pour les concepteurs éventuellement absents. Des partages informels, avec ou sans support, sont également réalisés de façon individuelle ou en groupe restreint en fonction des demandes spontanées ou des besoins au cours de la vie du projet. L'analyse de l'activité de fabrication additive robotisée et non robotisée a été réalisée au sein du plateau technique ComposiTIC et d'autres sites de production et de recherche, considérés comme situations de références, selon la définition de Leplat (2015). L'activité analysée concerne la prise de décision des experts-métier en cours d'impression. Les décisions sont, entre autres, l'ajustement des valeurs de consigne du programme d'impression pour permettre un produit fabriqué conforme au cahier des charges. Sept experts-métier ont participé aux groupes de travail. Afin de s'assurer d'une convergence entre les besoins de l'activité future projetée et la conception mais aussi comprendre les apports de la démarche ergonomique dans ce projet, il convient de caractériser les effets de cette démarche.

2.3 Méthode d'évaluation de la représentation mentale des concepteurs

Nous proposons d'évaluer l'efficacité de notre démarche à partir de la représentation mentale individuelle des concepteurs. La construction de représentations mentales individuelles repose en partie sur des « référentiels communs » (Visser, 2001). Ces référentiels communs, à l'intersection des différentes représentations individuelles (Darses, 2009), servent d'outil de communication pour partager différentes connaissances et mieux se comprendre autour d'un langage commun (Charrier, 2016). Ils permettent ainsi aux acteurs de compléter leurs représentations individuelles (De Terssac & Chabaud, 1990). L'objectif de l'évaluation est donc de caractériser, à différents moments du projet, le

contenu de la représentation mentale individuelle des concepteurs à propos de l'activité de travail future possible et souhaitée avec la cellule GEMINI 3D. Le contenu de la représentation mentale des concepteurs est donc évalué de façon individuelle, répétée et à l'identique, au cours du cycle du projet. A ce jour, nous n'avons recensé aucuns travaux sur l'analyse de l'évolution de la représentation mentale individuelle des concepteurs ou des experts-métier à propos d'une activité future. La figure 1 présente notre démarche (4 étapes) en ergonomie d'accompagnement du projet GEMINI 3D et notre méthode d'évaluation de la démarche (5 temps d'entretiens T0, T1, T2, T3, T4).

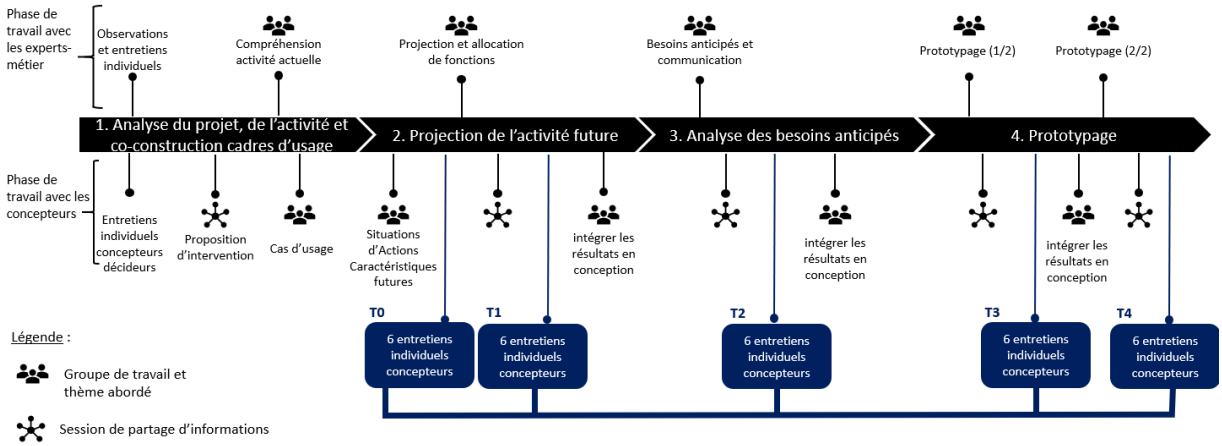


Figure 1 : schéma général de la démarche centrée activité et des temps d'évaluation de la représentation mentale des concepteurs

Pour caractériser le contenu d'une représentation mentale, différentes techniques existent : l'entretien semi-dirigé, le tri ou la comparaison par paires par exemple (Mayr et al., 2016). L'entretien semi-directif est choisi comme outil de recueil car il permet de recueillir les opinions, les points de vue, les hypothèses sans restreindre les avis récoltés. Le contenu de la représentation mentale est caractérisé à partir de son niveau de complétude. Dean et al. (2006) ont utilisé la complétude, entre autres, comme critère qualitatif pour évaluer une idée. Ils définissent la complétude comme « *The number of independent subcomponents into which the idea can be decomposed, and the breadth of coverage with regard to who, what, where, when, why, and how.* » (p.663). Le nombre de sous-composantes d'une idée permet alors de refléter un niveau de complétude.

Tableau 1 : schème de codage de l'activité future exprimée lors des entretiens

Sous-composante	Description Exemple : *extrait des verbatims recueillis en entretiens*
Quoi	La tâche + le ou les objets sur le(s)quel(s) la tâche est appliquée Exemple : « *je lancerais l'impression* »
Qui	Agent qui réalise la tâche (expert-métier ou jumeau numérique/assistant virtuel) Exemple : « *l'assistant virtuel* »
Pourquoi	Le but de la tâche Exemple : « *pour voir si tout se passe bien* »
Comment	La manière de réaliser la tâche, les outils qui permettent de réaliser la tâche Exemple : « *à l'œil nu* »
Quand	Les conditions ou l'événement qui déclenchent la tâche Exemple : « *si le jumeau voit que la matière est un peu trop chaude* »
Où	Lieu de réalisation de la tâche Exemple : « *dans la cellule* »

Six concepteurs du projet ont été interrogés, individuellement, en cinq entretiens (T0 à T4 – figure 1). Le guide d'entretien est identique pour chaque concepteur et pour chaque temps d'entretien. Les participants, 5 hommes et 1 femme, sont âgés de 27 à 45 ans. Les durées d'ancienneté sont de 3 à 20 ans avec une ancienneté au poste actuel de 1 à 12 ans. Les décideurs du projet sont exclus de ces entretiens en raison de leur implication dans le déploiement de la méthode. Les résultats présentés dans cette communication concernent les temps T0, T1 et T2. Les temps T3 et T4 sont actuellement en cours d'analyse. Les verbatims des différents entretiens sont transcrits par un logiciel de retranscription puis corrigés manuellement. Pour chaque entretien, le nombre de tâches est compté. Le nombre de tâches est considéré comme un critère d'évaluation de la fluence. La fluence est le critère d'évaluation le plus mobilisé en ergonomie prospective (Kamoise, 2025). Les verbatims qui ne correspondent pas à des tâches sont exclus du codage. Les sous-composantes QUOI et QUI (tableau 1) sont considérés comme des éléments minimaux pour qu'une tâche soit codée. Les sous-composantes de chaque tâche sont codées : QUOI, QUI, POURQUOI, COMMENT, OU, QUAND (tableau 1). Puis, le niveau de complétude des tâches et les différentes combinaisons de ces tâches sont formalisés selon un schème de codage (tableau 2).

Tableau 2 : schème de codage du niveau de complétude des tâches exprimées lors des entretiens

Niveau de complétude	Description des combinaisons de sous-composantes possibles en fonction du niveau de complétude (Exemples : *extraits des verbatims recueillis en entretiens)*
0	- QUOI – QUI Exemple : « *je stoppe* »
1	- QUOI – QUI – POURQUOI *ou* - QUOI – QUI – COMMENT *ou* - QUOI – QUI – QUAND *ou* - QUOI – QUI – OÙ Exemple de QUOI – QUI – COMMENT : « *Je lance une pièce avec l'ID spécifique »*
2	- QUOI QUI POURQUOI COMMENT *ou* - QUOI QUI POURQUOI OÙ *ou* - QUOI QUI POURQUOI QUAND *ou* - QUOI QUI COMMENT OÙ *ou* - QUOI QUI COMMENT QUAND *ou* - QUOI QUI OÙ QUAND Exemple de QUOI – QUI – COMMENT – OÙ : « *Je lancerais l'impression 3D grâce au modèle 3D que j'aurai développé, depuis la cellule*. »
3	- QUOI QUI POURQUOI COMMENT OÙ *ou* - QUOI QUI POURQUOI OÙ QUAND *ou* - QUOI QUI POURQUOI COMMENT QUAND *ou* - QUOI QUI COMMENT OÙ QUAND Exemple de QUOI – QUI – POURQUOI – COMMENT – OÙ : « *J'observerais l'impression à l'œil nu pour voir si tout se passe bien, directement dans la cellule* »
4	- QUOI QUI POURQUOI COMMENT QUAND Exemple : « *dès que c'est lancé, il observe visuellement ce qui se passe sur la pièce, sur son logiciel et sur son interface, en utilisant tous ses sens, pour voir si la pièce est conforme »*

3 TRAITEMENT DES RESULTATS

Le schème de codage vise à évaluer si des traces de l'activité apparaissent au sein des verbatims des concepteurs, en mettant en avant toutes les situations d'activité futures possibles (souhaitées ou non). Pour cette communication, les résultats concernent le nombre de tâches évoquées pour les temps d'entretien T0, T1 et T2 et leur niveau de complétude. Les analyses statistiques sont réalisées avec RStudio. Nous testons la différence entre deux groupes appariés (les groupes étant définis selon

le temps d'entretien). Les données ne satisfaisant pas les conditions requises pour les analyses paramétriques, nous avons recours à des tests de comparaison de Wilcoxon. La figure 2 montre le nombre de tâches évoquées par les concepteurs, par niveau de complétude en fonction des temps d'entretiens (T0, T1, T2). Les analyses concernent la différence du nombre de tâches évoquées (tout concepteur confondu) entre les différents temps, la différence entre le nombre de tâches évoquées par niveau de complétude (de complétude 0 à complétude 4) entre les différents temps.

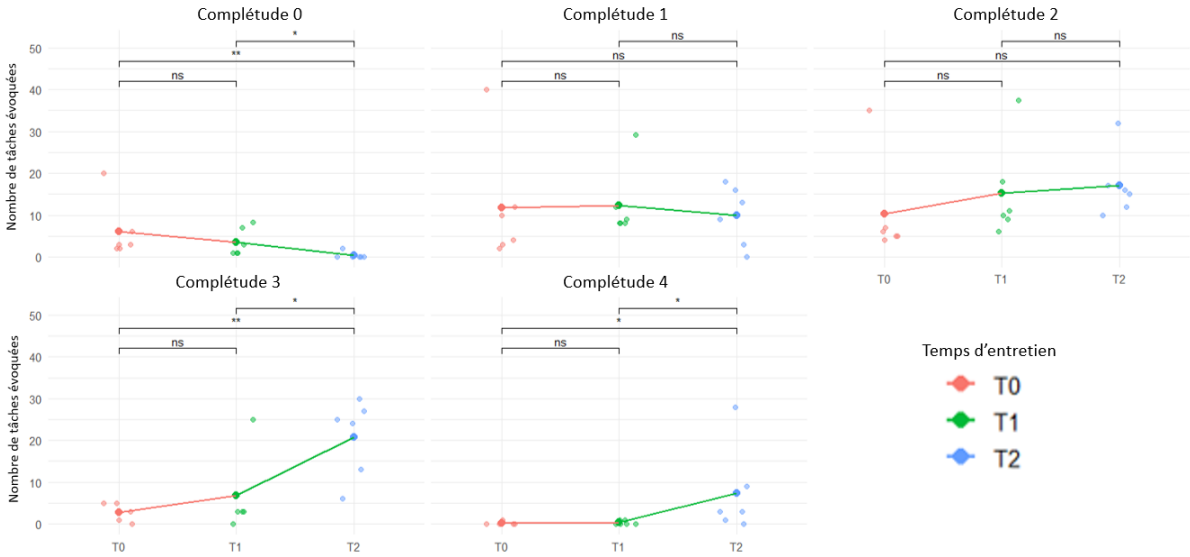


Figure 2 : nombre de tâches évoquées par niveau de complétude (0 à 4) en fonction des temps d'entretiens (T0, T1, T2), tout concepteur confondu

Nombre de tâches évoquées par temps (tout concepteur confondu)
Le nombre de tâches évoquées diffère selon le temps de mesure. Une différence significative est observée entre T0 (*M*=17, *ET*=3) et T1 (*M*=25, *ET*=5), *W*=3, $p < .05$, ainsi qu'entre T0 et T2 (*M*=42, *ET*=14), *W*=0.50, *p* =.01. En revanche, la différence entre T1 et T2 n'est pas significative, *W*=5.50, *p*=.05.

Nombre de tâches par niveau de complétude 0 (tout concepteur confondu)
Le nombre de tâches évoquées en complétude 0 diffère selon le temps de mesure. La différence est significative entre T0 (*M*=6, *ET*=7) et T2 (*M*=0.3, *ET*=0.8), *W*=35, $p < .01$) et entre T1 *(M*=3, *ET*=3) et T2, W=33, *p*<0.05. La différence n'est pas significative entre T0 et T1, *W*=23, *p*=0.46.
Nombre de tâches par niveau de complétude 1 (tout concepteur confondu)
Il n'y a pas de différence significative du nombre de tâches évoquées en complétude 1 entre T0 (*M*=11, ET=14) et T1 (*M*=12, *ET*=8), *W*=14.5, *p*=0.63, T0 et T2 (*M*=9, *ET*=7), *W*=16.5, *p*=0.87 et T1 et T2, *W*=17.5, p=1.

Nombre de tâches par niveau de complétude 2 (tout concepteur confondu)
Il n'y a pas de différence significative du nombre de tâches évoquées en complétude 2 entre T0 (*M*=10, *ET*=12) et T1 (*M*=15, SD=11), *W*=6.5, *p*=0.08, T0 et T2 (*M*=17, *ET*=7), *W*=6, *p*=0.06 et T1 et T2 pas significatif, *W*=12.5, *p*=0.42.

Nombre de tâches par niveau de complétude 3 (tout concepteur confondu)
Le nombre de tâches évoquées en complétude 3 diffère au fur et à mesure des temps d'entretiens. La différence est significative entre T0 (*M*=2, *ET*=2) et T2 (*M*=20, *ET*=9), *W*=4, $p < .05$ et entre T1 (*M*=6, *ET*=9) et T2, *W*=4.5, $p < .05$. La différence n'est pas significative entre T0 et T1, *W*=14.5, *p*=0.68.

Nombre de tâches par niveau de complétude 4, tout concepteur confondu :
Le nombre de tâches évoquées en complétude 4 diffère au fur et à mesure des temps d'entretiens. La différence est significative entre T0 (*M*=0, *ET*=0) et T2 (*M*=7, *ET*=10), *W*=0, *p*< .01 et entre T1 (*M*=0, *ET*=0) et T2, *W*=5, *p*< .05. La différence n'est significative entre T0 et T1, *W*=15, *p*=0.59.

Le traitement des résultats montre qu'au fur et à mesure des temps d'entretiens, de l'avancement du projet et des sessions de partage d'informations (figure 1), la fluence des tâches évoquées augmente. Les concepteurs projettent donc des tâches qui seront réalisées, par le jumeau numérique ou par les experts-métier, dans le cadre des situations futures de travail de la cellule GEMINI 3D. De plus, au fur et à mesure des entretiens, les tâches évoquées évoluent. Elles deviennent plus complètes, c'est-à-dire plus riches en détails à propos des buts de la tâche (sous-composante POURQUOI), des manières ou des outils qui permettent de la réaliser (sous-composante COMMENT), des conditions ou d'événements de déclenchement de la tâche (sous-composante QUAND) et des lieux possibles de réalisation (sous-composante OÙ). On peut donc faire l'hypothèse que la projection des situations de travail futures de la cellule se précise dans les représentations mentales individuelles des concepteurs.

4 DISCUSSION - CONCLUSION

Cette communication propose une méthode pour rendre compte de l'efficacité d'une démarche ergonomique centrée activité dans un projet de conception de produits (un jumeau numérique et une cellule de production) et de nouvelles situations de travail. La méthode vise à caractériser l'intégration de l'activité future dans les représentations individuelles des concepteurs à plusieurs étapes du déroulement du projet. Les résultats mettent en avant une augmentation du nombre de tâches évoquées par les concepteurs. De plus, ces tâches sont évoquées par les concepteurs de façon de plus en plus complètes au fur et à mesure de la vie du projet. Ces résultats permettent de constater d'une évolution de la projection de l'activité future d'impression 3D à travers le prisme de la représentation mentale individuelle des concepteurs. La démarche proposée semble donc avoir permis de créer les conditions de la co-conception et la synchronisation opératoire et cognitive (Falzon & Darses, 1996) au sein de l'équipe. Cette synchronisation permettra la conception d'un jumeau numérique adapté aux besoins réels de l'activité immédiate et future. Toutefois, aucun lien de causalité ne peut actuellement être établi avec la démarche en ergonomie. Pour cela, les analyses devraient être poursuivies pour analyser, au sein des verbatims, l'évolution des sous-composantes liées spécifiquement aux thèmes des sessions précédentes de partage d'informations. Cela apporterait des données pour imputer les résultats à la démarche ergonomique de façon spécifique (et pas à l'effet de l'avancement du projet par exemple). L'augmentation de la sous-composante « pourquoi » peut signifier une projection plus importante des conduites ou des logiques d'action possibles et donc une projection plus proche du réel en situation d'activité. L'augmentation de la sous-composante « comment » attribuée à une tâche peut montrer une augmentation, au sein de la représentation mentale, des manières possibles d'utiliser un outil signifiant une projection plus proche du réel de la future activité.

Il a été choisi de caractériser le contenu des représentations mentales individuelles. Or, le contenu d'une représentation mentale d'équipe n'est pas une simple agrégation de constituants individuels (Kozlowski & Klein, 2000 cité par Dong et al., 2013). La représentation mentale d'équipe émerge à partir de connexions entre les modèles mentaux de chaque membre de l'équipe (Dougherty & Takacs, 2004). Le partage de connaissances entre les membres d'une équipe permet de créer ces connexions et de relier leurs représentations individuelles (Dong et al., 2013). Ainsi, il serait donc intéressant d'analyser l'évolution du chevauchement des projections de l'activité future des concepteurs au fur et à mesure du projet et de l'avancée de la démarche ergonomique. Puis, il pourrait être intéressant d'ajouter à ce protocole d'entretiens individuels, des entretiens de groupes pour caractériser la représentation mentale de l'équipe de conception, à propos de l'activité future

projetée, à divers moments du projet. Des entretiens individuels auprès des experts-métier ont également été réalisés, en parallèle des entretiens auprès des concepteurs. Les résultats, présentés lors d'une communication ultérieure, permettront d'évaluer la convergence entre les besoins de l'activité future projetée par les experts-métier et les représentations mentales individuelles de cette activité par les concepteurs.

Enfin, l'intégration de l'activité dans la conception est-elle un résultat attendu et suffisant d'une démarche ergonomique ? Tuesta (2026) établit un lien entre les usages réels d'une technologie déployée, les modalités de conduite du projet et les choix de conception. L'intégration de l'activité au sein de la représentation mentale des concepteurs permet-elle de guider leurs choix de conception ? Pour discriminer les démarches développementales et durables efficaces, il pourrait être intéressant de mesurer l'intégration de l'activité dans la représentation mentale des concepteurs, à distance de la démarche ergonomique et les effets sur les conceptions futures des concepteurs participants. Silveira (2012) propose un modèle d'ergonomie fondé sur des données probantes pour une « Evidence-Based Ergonomics » au sens de l'« Evidence-Based Practice » (EBP), utilisé en psychologie clinique, dont l'objectif est de prendre les décisions cliniques en utilisant les données de la recherche scientifique (Youngstrom et al., 2017). Produire des indicateurs fiables d'efficacité de la démarche en ergonomie de l'activité, quels qu'ils soient, pourrait orienter la pratique de l'ergonomie de l'activité vers une pratique orientée vers les preuves au sens de l'EBP.

5 REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du financement de l'Agence National pour la Recherche (ANR) au titre de France 2030 portant la référence ANR-23-INDF-0001.

6 BIBLIOGRAPHIE

Albert, V. (2018). Développement d'un modèle d'évaluation des processus d'interventions ergonomiques visant à prévenir les troubles musculosquelettiques et améliorer les situations de travail. Université du Québec à Montréal.

Albert, V., Vézina, N., Bilodeau, H., & Coutarel, F. (2017). How and Why : A Process Evaluation Proposal to Assess the Development Phase of Ergonomic Interventions. Perspectives Interdisciplinaires Sur Le Travail et La Santé, (19-3). https://doi.org/10.4000/pistes.5492

Arab, N. (2024). La conception collective avec des usagers : Organiser la synchronisation cognitive des co-concepteurs dans le processus de projet. URBIA. Les Cahiers du développement urbain durable, (24), 39-57.

Barcellini, F., Cerf, M., & Lacomblez, M. (2025). Developmental foundations of Activity-Centered Ergonomics : Knowledge encounters to construct both a critical analysis of work and developmental set-ups. Ergonomics, 68(6), 813-831. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2415965

Brangier, É., & Robert, J.-M. (2014). L'ergonomie prospective : Fondements et enjeux: Le travail humain, Vol. 77(1), 1-20. https://doi.org/10.3917/th.771.0001

Charrier, M. B. (2016). Ergonomie et design dans une démarche de conception de produits centrée sur les besoins des personnes.

Coutarel, F., & Récopé, M. (2022). L'évaluation des interventions ergonomiques : Pourquoi et comment questionner les interventions sous l'angle d'une ontologie relationnelle? Activités, (19-2).

De Angelis, M., San Román Niaves, M., & Pietrantoni, L. (2025). Applications of digital twin in human factors, ergonomics and organisational dynamics. International Journal of Human Factors and Ergonomics, 12(5), 10074824. https://doi.org/10.1504/IJHFE.2025.10074824

De Terssac, G., & Chabaud, C. (1990). Référentiel opératif commun et fiabilité. In Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes (Octares Editions, p. 111-139).

Dean, D., Hender, J., Rodgers, T., & Santanen, E. (2006). Identifying Quality, Novel, and Creative Ideas : Constructs and Scales for Idea Evaluation. Journal of the Association for Information Systems, 7(10), 646-699. https://doi.org/10.17705/1jais.00106

Dong, A., Kleinsmann, M. S., & Deken, F. (2013). Investigating design cognition in the construction and enactment of team mental models. Design Studies, 34(1), 1-33. https://doi.org/10.1016/j.destud.2012.05.003

Dougherty, D., & Takacs, C. H. (2004). Team play. Long Range Planning, 37(6), 569-590. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2004.09.003

Falzon, P., & Darses, F. (1996). La conception collective : Une approche de l'ergonomie cognitive. Coopération et conception, Octarès, 123-135.

Fett, M., Wilking, F., Goetz, S., Wartzack, S., & Kirchner, E. (2025). Practical insights into the perception of digital twins : An analysis of surveys. Forschung Im Ingenieurwesen, 89(1), 99. https://doi.org/10.1007/s10010-025-00879-y

Folcher, V. (2015). Journal of Human Mediated Interactions. 16.

Guennoc, F., Colcanap, M., Simon, L., Julien, N., & Guérin, C. (2026). From use-case to scenario : A proposal for an Ergonomical methodology facilitating an interdisciplinary dialogue in a digital twin design process. ESREL.

Julien, N., & Martin, E. (2021). How to characterize a Digital Twin : A Usage-Driven Classification. IFAC-PapersOnLine, 54(1), 894-899. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.106

Kamoise, N. (2025). Proposition d'une modalité prospective pour penser la coopération du futur entre l'agent humain et le jumeau numérique : Application à l'activité de planification de la maintenance. Université Bretagne Sud.

Lallemand, C., & Gronier, G. (2015). Méthodes de design UX: 30 méthodes fondamentales pour concevoir et évaluer les systèmes interactifs (Eyrolles).

Lauton, J.-P., Loup-Escande, E., Kujawa, L., & Nelson, J. (2025). What to expect from task models in prospective ergonomics? A theoretical review. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 1-17. https://doi.org/10.1080/1463922X.2025.2597927

Lecoester, A. (2015). De l'analyse de l'activité à la conception organisationnelle négociée : Le cas d'un projet industriel (Numéro 2015LIL30051) [Theses, Université Charles de Gaulle - Lille III]. https://theses.hal.science/tel-01304955

Leplat, J. (2015). Repères pour l'analyse de l'activité en ergonomie. Humensis.

Mayr, E., Schreder, G., Smuc, M., & Windhager, F. (2016). Looking at the Representations in our Mind : Measuring Mental Models of Information Visualizations. Proceedings of the Sixth Workshop on Beyond Time and Errors on Novel Evaluation Methods for Visualization, 96-103. https://doi.org/10.1145/2993901.2993914

Nelson, J., Buisine, S., & Aoussat, A. (2012). A methodological proposal to assist scenario-based design in the early stages of innovation projects. Le travail humain, 75(3), 279-305.

Silveira, D. M. (2012). Evidence-based ergonomics : A model and conceptual structure proposal. WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation, 41(S1), 487-495. https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0201-487

Tuesta, M. F. M. (2026). Résumé de thèse. « Du facteur à l'acteur humain en conception. Interroger la digitalisation au sein de l'industrie 4.0 par l'analyse des usages ».

Visser, W. (2001). Conception individuelle et collective. Approche de l'ergonomie cognitive.

Youngstrom, E. A., Van Meter, A., Frazier, T. W., Hunsley, J., Prinstein, M. J., Ong, M., & Youngstrom, J. K. (2017). Evidence-based assessment as an integrative model for applying psychological science to guide the voyage of treatment. Clinical Psychology: Science and Practice, 24(4), 331-363. https://doi.org/10.1111/cpsp.12207

SYMPOSIUM #1 :

REGARDS CROISÉS SUR LA PRISE DE DÉCISION DANS DES CONTEXTES DYNAMIQUES, INCERTAINS ET RISQUÉS ENTRE STAPS ET ERGONOMIE

Symposium
Regards croisés sur la prise de décision dans des contextes dynamiques, incertains et risqués : entre STAPS et Ergonomie

Organisatrice

Géraldine Rix-Lièvre, Laboratoire ACTé, Université Clermont Auvergne
Campus des Cézeaux, 3 rue de la Chebarde, 63170 Aubière
geraldine.rix@uca.fr

OBJECTIFS

Depuis le début des années 2000, les Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) mobilisent des théories et des méthodes issues d'approches ergonomiques s'intéressant à l'activité *en train de se faire*. Les deux disciplines étudiant des pratiques effectives dans leurs contextes quotidiens, articulant des visées épistémiques et transformatives, puisant dans des ancrages scientifiques pluriels, ce rapprochement n'a *in fine* rien d'étonnant. Leurs terrains pourraient pourtant apparaître très différents : le travail vs le sport - souvent associé aux loisirs. Un regard plus aiguisé conduit à montrer que les STAPS comme l'ergonomie s'attachent de concert au développement de la santé et de la performance. Par ailleurs, certains terrains de sport s'avèrent également être des milieux de travail. Enfin, le sport offre à certains égards des contextes privilégiés pour l'étude de l'activité humaine : largement réglementés, souvent standardisés, aux multiples enjeux, au sein desquels la performance est éminemment corporelle, affective, cognitive, inscrite dans un environnement culturel et social instrumenté. Ce faisant, les STAPS contribuent aux évolutions et aux développements théoriques et méthodologiques de différents modèles issus de l'ergonomie.

Si cette fécondation croisée concerne plusieurs objets -activité collective, mobilisation d'artefacts, articulation prescrit-réel, dilemmes et normes de l'activité…-, le symposium se focalise sur les prises de décisions dans des contextes dynamiques, incertains et risqués. Les recherches présentées mobilisent différents chercheurs en STAPS et en ergonomie et s'intéressent à différents terrains -course au large, alpinisme, ski de randonnée, expéditions polaires, médecine d'urgence-, chacun.e déployant ses travaux sans se limiter à ce qui pourrait être considéré comme son domaine de prédilection. A partir de ces travaux, le symposium vise à discuter les théories et les méthodologies déployées pour étudier et soutenir la prise de décision dans des contextes dynamiques, incertains et risqués. Il s'agit notamment d'éclairer l'expérience vécue pour comprendre le processus de prise de décision. Celui-ci peut alors ne plus être considéré comme ponctuel mais inscrit dans un cours d'activité invitant à réenvisager les modèles de prise de décision dite « intuitive » d'un côté, « délibéré » de l'autre ainsi que leurs articulations. Cette perspective invite également à distinguer ce qui est de l'ordre du contexte d'une part, de la situation d'autre part. L'ensemble des terrains présentés sont socialement considérés comme dynamiques, incertains et risqués : en mer, en montagne, dans l'environnement polaire ou pire face à la guerre ou à une épidémie, il est possible d'identifier certains aléas, de projeter leurs conséquences… mais il est impossible de prédire l'évolution de l'environnement ou de déterminer LA bonne décision pour assurer à la fois la sécurité et la performance. Pourtant, du point de vue émic, les situations des acteurs ne sont pas toujours vécues comme risquées ou n'apparaissent pas comme également incertaines. Pour la plupart, ils sont confrontés depuis longtemps à ce type de contexte et y vivent parfois de manière quotidienne ; certaines de leurs prises de décision pourraient être largement « transparentes », inscrites dans un cours d'activité ordinaire ou se présenter comme une application du prescrit, des règles ou principes anticipant certaines caractéristiques du contexte. D'autres moments sont probablement vécus plus fondamentalement comme dynamiques, incertains et risqués, il s'agit alors de mieux comprendre comment cette situation émerge et de spécifier les modalités de prise de décision à l'œuvre. Enfin, partir des pratiques effectives des acteurs et de leur expérience vécue soulève un certain nombre de défis méthodologiques : quelle(s) place(s) peut construire le.la chercheur.e ? Comment investiguer les prises de décision dans des situations dynamiques, incertaines et risquées alors même que ces dernières ne sont ni souhaitables, ni anticipables ? En exposant leurs méthodes, les différentes présentations permettront de discuter

les intérêts et les limites de chaque option en vue d'investiguer les prises de décision inscrites dans un cours d'activité qui se déploie dans un contexte dynamique, incertain et risqué.

In fine, plus que des regards croisés, ce symposium pourrait mettre en évidence à la fois la perméabilité des terrains et la plus-value de l'intégration interdisciplinaire de l'ergonomie et des STAPS.

STRUCTURATION

Après une brève introduction, 5 interventions se succèderont :

Analyse synchronique et diachronique de l'état d'un skipper engagé dans une course autour du monde en solitaire.
Mael Lhelgoualch, Gael Morel, Christine Chauvin

La prise de décision de leaders en situation d'urgence sanitaire.
Thibault Kerivel, Cyril Bossard

Produire un travail scientifique en expérience d'hivernage en antarctique : les contextes extrêmes sur place face aux protocoles anticipés ici.
Aude Villemain, Fabien Coutarel

« Plus jamais ça » : analyse processuelle d'une expérience difficile en haute montagne
Antoine Girard

Concevoir des outils de formation à la prise de décision, un espace de confrontation des conceptions des risques.
Tilia Barnola, Nadège Rochat, Géraldine Rix-Lièvre

Chaque intervenant disposera de 10 minutes d'intervention suivies de 5 minutes permettant de répondre aux questions de compréhension et de relever les questionnements théoriques et méthodologiques.

Un temps de débat entre les intervenants et avec la salle viendra clôturer le symposium. Il sera organisé en plusieurs temps :
(1) Mise en perspective des travaux présentés : discussions théoriques et méthodologiques sur les prises de décision et l'activité des parties-prenantes en contexte vs situation extrême ainsi que leurs implications pratiques
(2) STAPS et Ergonomie : quelles contributions croisées ?

Analyse synchronique et diachronique de l'état d'un skipper engagé dans une course autour du monde en solitaire.

Maël L'HELGOUALCH
Université de Bretagne-Sud / Lab-STICC UMR CNRS 6285 - F-56321 Lorient Cedex - FRANCE
mael.lhelgoualch@univ-ubs.fr
Gaël MOREL
Université de Bretagne-Sud / Lab-STICC UMR CNRS 6285 - F-56321 Lorient Cedex - FRANCE
gmorel@univ-ubs.fr

Christine CHAUVIN
Université de Bretagne-Sud / Lab-STICC UMR CNRS 6285 - F-56321 Lorient Cedex - FRANCE
cchauvin@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Cette communication étudie les arbitrages entre sécurité et performance réalisés par un skipper engagé dans une course autour du monde en solitaire, à partir d'une approche combinant deux analyses complémentaires. L'analyse diachronique examine l'évolution de l'état du skipper au fil des tronçons de course, tandis que l'analyse synchronique identifie les déterminants des décisions en distinguant facteurs internes et externes. L'état du skipper est caractérisé à l'aide de l'indice de Hooper. Les résultats montrent une dégradation non linéaire de cet état au cours de la course et confirment son influence significative sur les arbitrages : un état plus dégradé est associé à des décisions davantage orientées vers la sécurité. Le poids relatif des facteurs internes et externes varie selon le type de décision : les décisions stratégiques reposent principalement sur l'état interne, tandis que les décisions tactiques et opérationnelles résultent d'une interaction plus étroite avec les contraintes contextuelles.

MOTS-CLÉS
Analyse synchronique et diachronique, prise de décision, résilience, arbitrage, sécurité.

1 INTRODUCTION

En course au large en solitaire, le skipper doit arbitrer en permanence entre les objectifs de performance et de sécurité dans un environnement incertain, contraint et risqué. Ses décisions s'inscrivent dans un contexte marqué par la variabilité des conditions, la complexité technique et la mobilisation prolongée des ressources physiques et psychologiques. Dans cet environnement – comme dans tous les environnements dynamiques - la prise de décision doit donc être appréhendée comme un processus situé, évolutif et sous contraintes (Klein, 1993 ; Orasanu & Connolly, 1993 ; Hoc & Amalberti, 1994 ; Rasmussen, 1997).

Cette étude analyse les arbitrages en distinguant l'influence des facteurs externes et internes, à partir d'une double approche diachronique (évolution de l'état du skipper) et synchronique (rôle de cet état en situation).

2 CADRE THEORIQUE

2.1 Résilience, arbitrages et régulation dans les systèmes sociotechniques

Les systèmes sociotechniques complexes évoluent dans des environnements caractérisés par l'incertitude, la variabilité et des contraintes multiples. Les approches traditionnelles de la sécurité centrées sur l'analyse des défaillances (Safety-I) se sont révélées insuffisantes pour comprendre le fonctionnement ordinaire de ces systèmes (Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006). L'ingénierie de la résilience propose un changement de perspective (Safety-II) en s'intéressant à la manière dont les systèmes parviennent à maintenir un fonctionnement acceptable malgré les perturbations (Hollnagel, 2018).

La résilience est ainsi définie comme la capacité d'un système à ajuster son fonctionnement avant, pendant ou après des événements perturbateurs afin de préserver une performance satisfaisante (Hollnagel, 2016). Elle repose sur des ajustements continus de l'activité et sur quatre capacités fondamentales : anticiper, surveiller, répondre et apprendre. Dans cette perspective, sécurité et performance ne constituent pas des propriétés intrinsèques du système, mais des résultats émergents de l'activité réelle (work-as-done), dont la variabilité représente une ressource d'adaptation autant qu'un facteur de risque (Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006).

L'activité décisionnelle dans ces systèmes est structurée par des tensions permanentes entre des objectifs partiellement contradictoires, notamment entre sécurité et performance. Rasmussen (1997) montre que les organisations tendent à évoluer à proximité des frontières de sécurité sous l'effet de pressions multiples, rendant les arbitrages inévitables. Ces arbitrages ne doivent pas être interprétés comme des déviations, mais comme des mécanismes ordinaires de régulation permettant la continuité de l'activité en environnement contraint (Hollnagel, 2018 ; Woods, 2015). Ces arbitrages peuvent être analysés à la lumière des travaux menés dans le domaine de l'ingénierie de la résilience, qui mettent l'accent sur la capacité des systèmes sociotechniques à ajuster leur fonctionnement face à la variabilité des situations (Bergström, van Winsen, & Henriqson, 2015 ; Patriarca et al., 2018).

2.2 États internes et prise de décision

Si les arbitrages sont influencés par les contraintes contextuelles externes, ils sont également modulés par les états internes des opérateurs. La littérature en psychologie de la performance montre que des états internes tels que la fatigue, le stress ou la charge cognitive modifient l'allocation des ressources attentionnelles, les mécanismes de contrôle et les performances en situation exigeante (Hockey, 1997 ; Matthews, Davies, Westerman, & Spammeurs, 2000). Dans les contextes d'activité prolongée ou extrême, ces états évoluent au cours du temps et peuvent conduire à des stratégies d'adaptation différenciées. L'ergonomie souligne à cet égard que l'activité ne peut être comprise indépendamment de l'état de l'opérateur, qui constitue une ressource centrale du système de travail (Leplat, 2000).

Dans le champ du sport de haut niveau, des indicateurs synthétiques ont été développés afin de caractériser l'état subjectif des athlètes et d'en suivre l'évolution dans des contextes d'activité exigeants. L'indice de Hooper, intégrant la fatigue perçue, le stress, les douleurs musculaires et la qualité du sommeil, est ainsi utilisé pour quantifier les fluctuations de l'état psychophysiologique et examiner leurs relations avec la performance, la récupération et le risque de surmenage (Hooper & Mackinnon, 1995 ; Saw, Main, & Gastin, 2015 ; Clemente et al., 2017 ; Philippe et al., 2022). Les travaux cités montrent que les mesures auto-rapportées constituent des indicateurs sensibles des contraintes subies par les athlètes et permettent un suivi longitudinal de l'évolution de leur état interne.

Dans le prolongement des travaux qui conçoivent la résilience comme une capacité d'adaptation dynamique des systèmes sociotechniques (Hollnagel, 2018), l'analyse peut être envisagée selon deux perspectives temporelles complémentaires. La perspective diachronique considère l'évolution des ressources et des contraintes au cours de l'activité, ainsi que les effets cumulés des ajustements passés (Hollnagel, Woods, & Leveson, 2006 ; Woods & Branlat, 2011). La perspective synchronique porte sur

l'activité en situation et sur les arbitrages opérés face à des contraintes immédiates (Rasmussen, 1997).

3 METHODE

3.1 Contexte et dispositif

L'étude a été menée lors de l'Arkéa Ultim Challenge Brest, course autour du monde en solitaire disputée sur des trimarans Ultim 32/23 (N = 6). En raison de la complexité technique et des risques associés, un soutien à terre était autorisé (routage météo, suivi de navigation, assistance technique à distance).

Le skipper étudié évoluait dans un projet aux ressources limitées (bateau le plus ancien de la flotte et non volant, budget et équipe réduits). Dans ces conditions, l'objectif principal n'était pas de remporter la course, mais de la terminer dans des conditions de sécurité maîtrisées.

Le protocole visait à garantir une forte validité écologique tout en limitant l'interférence avec l'activité (Mondon & Marchais-Roubelat, 2017), au moyen d'une collecte longitudinale multimodale couvrant l'ensemble de la course.

3.2 Recueil et structuration des données

Le dispositif de collecte combinait plusieurs sources complémentaires : des traces communicationnelles (échanges Telegram entre le skipper et l'équipe à terre), un suivi de trajectoire associé à des données instrumentales (performance polaire via le logiciel Adrena), ainsi que des auto-évaluations quotidiennes consignées dans un carnet de bord incluant l'indice de Hooper (fatigue, stress, douleurs musculaires et qualité du sommeil). Ce dernier était renseigné quotidiennement par le skipper.

En raison des contraintes opérationnelles liées à la navigation en solitaire, aucun moment fixe n'était imposé pour ce recueil. Le skipper complétait ces informations lors de phases compatibles avec son activité, généralement à des moments de moindre sollicitation (souvent avant les périodes de repos), bien que des variations puissent exister selon les conditions rencontrées.

Le recueil des données qualitatives reposait sur plusieurs dispositifs complémentaires. Le skipper renseignait son carnet de bord quotidiennement sur son état interne (Indice Hooper), l'état du bateau et de l'environnement externe. Un dispositif de communication à distance via un réseau Telegram dédié à la recherche a également été mis en place entre le skipper et les chercheurs. Ce canal permettait de relancer ponctuellement le skipper afin de compléter certaines informations lorsque cela était nécessaire, tout en limitant les interactions afin de ne pas interférer avec l'activité en course.

Par ailleurs, pour un sous-ensemble de décisions jugées saillantes (N = 17), un même questionnaire structuré a été adressé au skipper via ce réseau pendant la course ; ceci afin de mieux comprendre le contexte et les déterminants de ces décisions. Enfin, un entretien d'explicitation approfondi a été réalisé à l'issue de la course afin de consolider, compléter et mettre en cohérence l'ensemble des données recueillies.

L'unité d'analyse retenue est la décision (N = 1 031). Les décisions ont été identifiées à partir des échanges communicationnels et des trajectoires de navigation, puis classées selon trois niveaux inspirés de Michon (1985) : stratégique (N = 95), tactique (N = 528) et opérationnel (N = 408). Chaque décision a été horodatée et synchronisée avec les variables contextuelles et subjectives correspondantes, permettant une analyse des arbitrages en situation (analyse synchronique).

Dans une perspective diachronique, la course a été segmentée en legs et tronçons. Les legs correspondent à quatre grandes phases géographiques délimitées par le passage des caps majeurs. Les tronçons désignent neuf segments intra-legs reflétant des séquences stratégiques distinctes de navigation.

3.3 Variables et analyses

Les variables ont été regroupées en quatre catégories : (1) structuration spatio-temporelle (leg, tronçon), (2) facteurs externes (moment de la journée, état météorologique, performance du bateau, courant), (3) facteur interne (état du skipper), et (4) variables résultantes, dont l'arbitrage sécurité/performance.

L'état du skipper est appréhendé à partir de l'indice de Hooper, qui constitue un indicateur synthétique fondé sur des auto-évaluations de la fatigue, du stress, des douleurs musculaires et de la qualité du sommeil. Cet indice est couramment utilisé dans le champ du sport de haut niveau pour le suivi longitudinal de l'état psychophysiologique des athlètes. Son choix repose sur sa simplicité de mise en œuvre en contexte écologique, sa sensibilité aux variations de l'état interne dans des situations d'activité prolongée, ainsi que sur le fait que les dimensions qu'il intègre sont directement liées aux ressources mobilisables en situation.

L'arbitrage sécurité/performance constitue la variable dépendante centrale de l'étude. Il correspond à l'orientation de chaque décision du skipper vers la préservation de la sécurité ou vers la recherche de performance. Une décision a été considérée comme orientée vers la sécurité lorsqu'elle visait prioritairement à préserver l'intégrité du skipper, du bateau ou les marges de manœuvre du système. Elle a été considérée comme orientée vers la performance lorsqu'elle visait prioritairement le maintien ou l'augmentation du potentiel de vitesse, de placement ou de rendement en course.

Le codage de cette variable a été réalisé à partir d'une analyse croisée de plusieurs sources de données. Les décisions ont été identifiées et caractérisées à partir des traces communicationnelles et des données de navigation, permettant d'objectiver le contexte technique (vitesse, trajectoire, conditions de navigation). Ces éléments ont été complétés par la prise en compte du contexte de course (conditions météorologiques, position relative, contraintes environnementales).

Les données qualitatives issues du carnet de bord, du questionnaire structuré (N = 17) et de l'entretien final ont été mobilisées afin de préciser les logiques d'action associées à certaines décisions, notamment pour examiner les cas ambigus et affiner l'interprétation de l'orientation des arbitrages.

Les relations bivariées ont été examinées par corrélations de Spearman, tests de Mann–Whitney, χ^2 et Kruskal–Wallis selon la nature des variables, avec estimation des tailles d'effet. Une régression logistique binaire a été conduite afin d'identifier les facteurs associés à l'arbitrage entre sécurité et performance.

4 RESULTATS

Cette section présente les résultats issus des analyses conduites afin d'examiner les arbitrages entre sécurité et performance réalisés par le skipper au cours de la course. Conformément au cadre analytique retenu, les résultats sont organisés selon une double perspective complémentaire. Dans un premier temps, une analyse diachronique permet d'examiner l'évolution de l'état interne du skipper et des facteurs contextuels au fil des tronçons de course. Dans un second temps, une analyse synchronique explore les déterminants des arbitrages en situation, en distinguant le rôle respectif des facteurs internes et externes, puis en différenciant les résultats selon le niveau décisionnel (stratégique, tactique et opérationnel).

L'ensemble vise à identifier les dynamiques temporelles et les mécanismes situés qui structurent les décisions prises en environnement extrême.

4.1 Résultats globaux : arbitrages sécurité / performance

La figure 1 met en évidence des dynamiques distinctes entre l'état interne du skipper et les facteurs externes. L'indice de Hooper demeure relativement stable sur les premiers tronçons (T1 à T5), puis présente une dégradation marquée culminant au tronçon T7 (retour vers Brest), avant une amélioration relative. Cette évolution suggère une accumulation progressive des contraintes au cours de la course.

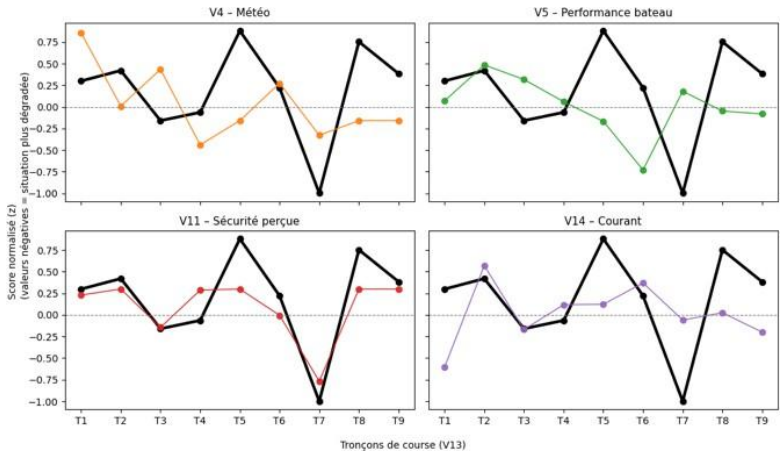


Figure 6 : Variation de l'indice de Hooper (courbe en noir) selon les tronçons de course et comparaison avec les variables : « météo », « performance du bateau », « niveau de sécurité estimé » et « courant ».

À l'inverse, les facteurs externes présentent des variations plus modérées. Les conditions météorologiques varient sans rupture associée au pic de dégradation du skipper. La performance du bateau montre une dégradation au tronçon T6, suivie d'un rebond au T7, précédant la dégradation maximale de l'état du skipper et suggérant un décalage temporel entre contraintes techniques et réponse humaine. Le courant présente des fluctuations locales sans dynamique structurante comparable. Le niveau de sécurité estimé suit partiellement l'évolution de l'état du skipper, avec une dégradation au T7, sans en reproduire l'ensemble des variations.

Ces observations sont confirmées par les analyses statistiques. Un effet significatif du tronçon est observé sur l'état du skipper, $H(8) = 215.28$, $p < .001$, ainsi que sur les variables contextuelles (météo : $H(8) = 185.21$, $p < .001$; performance : $H(8) = 95.04$, $p < .001$; courant : $H(8) = 88.68$, $p < .001$), indiquant des variations systématiques selon les segments de course.

L'état du skipper est significativement associé à l'arbitrage ($\rho = -.24$, $p < .001$) ; un état plus dégradé étant lié à des décisions davantage orientées vers la sécurité. Cette relation est confirmée par un test de Mann–Whitney ($U = 126\,561.5$, $p < .001$).

La performance du bateau est positivement associée à des arbitrages orientés vers la performance ($\rho = .20$, $p < .001$; $U = 69\,398.5$, $p < .001$). Enfin, l'arbitrage varie significativement selon le leg ($\chi^2(3, N = 1031) = 33.01$, $p < .001$) et les tronçons ($\chi^2(8, N = 1031) = 50.08$, $p < .001$), traduisant une structuration spatio-temporelle des décisions.

4.2 Modélisation multivariée globale

La régression logistique binaire confirme le rôle central de l'état interne du skipper dans l'arbitrage entre performance et sécurité. L'indice de Hooper apparaît comme le prédicteur le plus robuste du modèle ($\beta = -0.47$, $p < .001$, $OR = 0.62$), indiquant qu'une dégradation de l'état du skipper diminue la probabilité d'un arbitrage en faveur de la performance au profit de décisions orientées vers la sécurité.

La performance du bateau exerce un effet positif significatif ($\beta = 0.28$, $p < .001$, $OR = 1.33$), indiquant que de meilleures performances techniques augmentent la probabilité d'arbitrages orientés vers la performance. Le courant présente un effet négatif faible mais significatif ($\beta = -0.19$, p

$= .02$, $OR = 0.83$), suggérant que des conditions de courant plus contraignantes favorisent des arbitrages plus prudents.

Les conditions météorologiques ne présentent pas d'effet direct significatif dans le modèle multivarié, suggérant une influence indirecte. Le niveau de sécurité estimé n'a pas été intégré au modèle en raison de son statut de variable émergente étroitement liée à l'arbitrage.

Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que l'arbitrage entre performance et sécurité repose principalement sur l'état interne du skipper, modulé par les performances techniques du bateau et,

dans une moindre mesure, par certaines contraintes environnementales.

4.3 Relation entre l'état interne du skipper et type de décision

Une analyse synchronique a été conduite afin d'examiner le rôle différencié des facteurs internes (état du skipper) et des facteurs externes (contraintes contextuelles) selon le niveau décisionnel.

Les décisions stratégiques correspondent à des choix de trajectoire à grande échelle (par exemple contourner une zone météorologique). Les décisions tactiques concernent des ajustements intermédiaires (empanner pour exploiter une bascule de vent, adapter l'allure). Les décisions opérationnelles renvoient à la mise en œuvre concrète des actions à bord (changer de voile, réduire la toile, effectuer une manœuvre).

4.3.1 Décisions stratégiques

Le skipper a déclaré 95 décisions stratégiques, dont 75 % orientées vers la performance. L'état du skipper est négativement associé à la probabilité d'un arbitrage en faveur de la performance ($\rho = -.22$, $p = .030$), indiquant qu'un état plus dégradé est associé à des arbitrages plus fréquemment orientés vers la sécurité. La régression logistique montre que l'indice de Hooper constitue le seul prédicteur significatif ($\beta = -0.60$, $p = .040$, $OR = 0.54$), les autres variables n'exerçant pas d'effet significatif.

4.3.2 Décisions tactiques

Le skipper a déclaré 528 décisions tactiques, dont 77 % orientées vers la performance. Un état plus dégradé est associé à des arbitrages plus fréquemment orientés vers la sécurité ($\rho = -.25$, $p < .001$), tandis qu'une meilleure performance du bateau est associée à une augmentation des arbitrages orientés vers la performance ($\rho = .22$, $p < .001$).
La régression logistique confirme cette dynamique conjointe : l'état du skipper ($\beta = -0.46$, $p < .001$, $OR = 0.63$) et la performance du bateau ($\beta = 0.28$, $p = .021$, $OR = 1.33$) contribuent à l'arbitrage. Le courant n'exerce pas d'effet significatif une fois les autres variables prises en compte.

4.3.3 Décisions opérationnelles

Le skipper rapporte 408 décisions opérationnelles, portant sur trois types d'actions : abattre ou lofer (36 %), changer de voile (37 %) et empanner ou virer de bord (24,7 %).

Un état plus dégradé est fortement associé à des arbitrages orientés vers la sécurité ($\rho = -.25$, $p < .001$). La régression logistique confirme que l'état du skipper demeure un prédicteur significatif ($\beta = -0.46$, $p < .001$, $OR = 0.63$), tandis qu'une meilleure performance du bateau augmente la probabilité d'arbitrages orientés vers la performance ($\beta = 0.33$, $p = .012$, $OR = 1.39$). Contrairement au modèle global, le courant n'exerce pas d'effet significatif dans les décisions opérationnelles, ce qui suggère un rôle contextuel dépendant du niveau décisionnel.

Des analyses complémentaires montrent une relation significative entre conditions météorologiques et type d'action ($\chi^2(14) = 15.80$, $p < .01$). Le changement de voile est surreprésenté lorsque la météo est jugée dégradée ou particulièrement favorable. Le niveau de sécurité estimé est également associé au type d'action ($\chi^2(2) = 14.73$, $p < .01$), le changement de voile étant surreprésenté en situation perçue comme dégradée.

Ces résultats indiquent que, dans les décisions opérationnelles, la régulation de l'activité se manifeste également dans le choix des actions mises en œuvre.

5 DISCUSSION

Cette étude visait à analyser les arbitrages entre sécurité et performance réalisés par un skipper engagé dans une course autour du monde en solitaire, en distinguant l'influence des facteurs internes et externes. L'approche combinant analyses diachronique et synchronique permet d'éclairer les mécanismes décisionnels en environnement extrême.

5.1 L'état du skipper comme déterminant central des arbitrages

Les résultats montrent que l'état du skipper constitue le facteur le plus régulièrement associé aux arbitrages. L'indice de Hooper apparaît comme le prédicteur le plus robuste, un état plus dégradé étant associé à une diminution des décisions orientées vers la performance au profit de la sécurité.

Ce résultat est cohérent avec les travaux en facteurs humains montrant que la dégradation des ressources internes modifie les processus de contrôle mobilisés dans l'activité (Hockey, 1997 ; Matthews et al., 2000). Dans une perspective de résilience, ces arbitrages peuvent être interprétés comme des ajustements visant à maintenir la viabilité du système lorsque les ressources se réduisent.

Les données qualitatives (carnet de bord, questionnaire pour les décisions saillantes, entretien final) permettent d'éclairer ces résultats. Elles suggèrent que l'état du skipper participe à une régulation volontaire de l'activité : les phases de dégradation sont associées à des stratégies visant à préserver les marges de manœuvre (limitation de la prise de risque, adaptation ou report de certaines actions).

L'état du skipper apparaît ainsi comme une ressource dynamique orientant les arbitrages en fonction des capacités disponibles.

5.2 Rôle des facteurs externes et dynamique contextuelle de la décision

Les facteurs externes exercent également une influence sur les arbitrages, mais de manière plus variable et moins systématique que l'état interne du skipper. Parmi eux, la performance du bateau est associée à une augmentation de la probabilité d'arbitrages orientés vers la performance, suggérant qu'elle reflète des marges de manœuvre techniques mobilisables dans le processus décisionnel.

À l'inverse, certaines contraintes environnementales, telles que des conditions de courant plus contraignantes, sont associées à des arbitrages plus prudents dans le modèle global. Toutefois, cet effet apparaît différencié selon le niveau d'analyse. Il ne se retrouve pas de manière systématique dans les modèles spécifiques aux différents types de décision, et notamment pas dans les décisions opérationnelles une fois les autres variables prises en compte.

Ces résultats suggèrent que l'influence du courant s'exerce de manière indirecte ou contextuelle, en interaction avec d'autres variables, plutôt que comme un déterminant direct et stable des arbitrages.

Les conditions météorologiques, bien qu'elles varient significativement selon les tronçons de course, ne présentent pas d'effet direct significatif dans les modèles multivariés. Ce résultat indique que la météo ne constitue pas, en tant que variable isolée, un déterminant direct des arbitrages, mais participe plus largement à la configuration des situations de décision.

L'analyse diachronique met en évidence une structuration temporelle de la sollicitation des ressources, avec l'identification de tronçons particulièrement exigeants. L'observation d'une dégradation maximale de l'état succédant à une baisse ponctuelle de la performance du bateau suggère une dynamique séquentielle compatible avec l'hypothèse d'effets cumulatifs, cohérente avec les modèles de résilience soulignant l'interdépendance entre environnement, système technique et opérateur (Woods & Branlat, 2011).

5.3 Différenciation des arbitrages selon le type de décision

Les résultats montrent des différences selon le type de décision. Dans les décisions stratégiques, l'arbitrage est principalement associé à l'état interne du skipper, les facteurs externes apparaissant secondaires.

À l'inverse, les décisions tactiques et opérationnelles apparaissent, dans certains cas, associées à une combinaison de facteurs internes et externes. L'état du skipper demeure un déterminant majeur, tandis que certaines contraintes contextuelles, comme la performance du bateau, peuvent également contribuer à l'arbitrage.

Ces effets ne sont toutefois pas systématiques, certaines variables n'apparaissant pas

significatives selon les modèles, ce qui souligne le caractère situé et variable des processus décisionnels.

Ces résultats sont cohérents avec les modèles de régulation en systèmes dynamiques, mettant en évidence l'ajustement conjoint des ressources internes et des contraintes du contexte (Rasmussen, 1997 ; Hollnagel, 2018).

6 CONCLUSION

Pris dans leur ensemble, ces résultats contribuent à mieux comprendre la résilience dans des systèmes fortement individualisés, comme la navigation en solitaire. Ils montrent que celle-ci repose sur la capacité du skipper à ajuster ses décisions en fonction de l'évolution de son état et des contraintes rencontrées. Les arbitrages entre sécurité et performance apparaissent ainsi comme un mécanisme central de la résilience opérationnelle.

L'approche combinant analyses diachronique et synchronique met en évidence la dimension dynamique de ces processus, en montrant que les décisions prises en situation sont indissociables de l'évolution récente de l'activité et de l'état du décideur.

Cette perspective ouvre des pistes pour le développement de dispositifs de suivi de l'état humain et de soutien à la décision dans des contextes où l'opérateur constitue à la fois la principale ressource et la principale vulnérabilité du système.

7 LIMITES ET PERSPECTIVES

Cette étude repose sur un cas unique, ce qui limite la généralisation des résultats. Toutefois, le caractère longitudinal du corpus et la diversité des sources mobilisées permettent une analyse fine des arbitrages en situation réelle.

L'état du skipper est appréhendé à partir de l'indice de Hooper, qui, bien qu'il constitue un indicateur pertinent des contraintes psychophysiologiques, ne permet pas de rendre compte de l'ensemble des dimensions influençant l'activité décisionnelle, notamment la motivation et les états émotionnels.

Par ailleurs, certaines données reposent sur des auto-évaluations susceptibles d'introduire des biais liés au contexte de recueil. En particulier, la variabilité du moment de renseignement du carnet de bord peut influencer les auto-perceptions.

Des recherches futures pourraient étendre l'analyse à plusieurs skippers et intégrer des mesures complémentaires, notamment physiologiques ou psychologiques, afin d'affiner la caractérisation de l'état interne et de mieux comprendre les mécanismes d'arbitrage.

8 BIBLIOGRAPHIE

Bergström, J., van Winsen, R., & Henriqson, E. (2015). On the rationale of resilience in the domain of safety: A literature review. *Reliability Engineering & System Safety*, *141*, 131–141.

Clemente, F. M., Mendes, B., Nikolaidis, P. T., Calvete, F., Carriço, S., & Owen, A. L. (2017). Internal training load and its longitudinal relationship with seasonal player wellness in elite professional soccer. Physiology & Behavior, 179, 262–267.

Hockey, G. R. J. (1997). Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload: A cognitive–energetical framework. *Biological Psychology*, 45(1–3), 73–93.

Hollnagel, E. (2016). The four cornerstones of resilience engineering. In E. Hollnagel, J. Pariès, D. D. Woods, & J. Wreathall (Eds.), *Resilience engineering perspectives, volume 2: Preparation and restoration* (pp. 139–156). CRC Press.

Hollnagel, E. (2018). *Safety-I and safety-II: The past and future of safety management*. CRC Press.

Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (Eds.). (2006). *Resilience engineering: Concepts and precepts*. Ashgate.

Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1994). Diagnostic et prise de décision dans les systèmes dynamiques. *Psychologie Française, 39*(2), 177–192.

Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes. *Sports Medicine*, 20(5), 321–327.

Klein, G. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. In G. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C. E. Zsambok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 138–147). Ablex.

Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie: aperçu sur son évolution, ses modèles et ses méthodes*. Octarès.

Matthews, G., Davies, D. R., Westerman, S. J., & Stammers, R. B. (2000). *Human performance: Cognition, stress and individual differences*. Psychology Press.

Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety* (pp. 485–524). Springer.

Mondon, S., & Marchais-Roubelat, A. (2017). Decision processes in action at sea, a methodological challenge for real world research. In *Proceedings of the 13th Naturalistic Decision Making Conference (NDM13).*

Orasanu, J., & Connolly, T. (1993). The reinvention of decision making. In G. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C. E. Zsambok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 3–20). Ablex.

Patriarca, R., Bergström, J., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2018). Resilience engineering: Current status of the research and future challenges. *Safety Science*, *102*, 79–100.

Philippe, K., Paillard, T., Maurelli, O., Moody, J., & Prioux, J. (2022). Effects of an offshore sailing competition on anthropometry, muscular performance, subjective wellness, and salivary cortisol in professional sailors. International Journal of Sports Physiology and Performance, 17(8), 1205–1212.

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Science, 27*(2–3), 183–213.

Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2015). Monitoring athletes through self-report: Factors influencing implementation. *Journal of Sports Science & Medicine, 14*(1), 137–146.

Woods, D. D. (2015). Four concepts for resilience and the implications for the future of resilience engineering. *Reliability Engineering & System Safety*, *141*, 5–9.

Woods, D. D., & Branlat, M. (2011). Basic patterns in how adaptive systems fail. In E. Hollnagel, J. Pariès, D. D. Woods, & J. Wreathall (Eds.), *Resilience engineering in practice* (pp. 127–143). CRC Press.

La prise de décision de leaders en situation d'urgence sanitaire

Kérivel Thibault
Centre de Recherche sur l'Education, les Apprentissages et la Didactique (CREAD) – Université de Brest
Thibault.kerivel@univ-brest.fr

Bossard Cyril
Centre de Recherche sur l'Education, les Apprentissages et la Didactique (CREAD) – Université de Brest
Cyril.bossard@univ-brest.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

L'objectif de cette communication est de présenter une étude exploratoire sur la prise de décision complexe de leaders dans le contexte des urgences sanitaires. La méthode utilisée pour déterminer les exigences décisionnelles articule l'analyse cognitive des tâches et la méthode des décisions critiques. Cinq entretiens rétrospectifs semi-structurés ont été conduits auprès de leaders déployés sur la zone AFRO afin d'identifier des expériences détaillées de contextes décisionnels difficiles. Vingt-cinq situations ont ainsi été analysées pour identifier les éléments clés des situations d'urgence et les aspects cognitifs qui soutiennent le processus décisionnel, tant expérientiels (« intuitifs ») que délibérés (« analytiques »). Les résultats montrent un enchevêtrement des prises de décisions intuitives et délibérées au cours de la gestion de l'urgence sanitaire. Ces premiers résultats ouvrent la voie à des discussions théoriques et méthodologiques pour mieux comprendre l'articulation des processus de décision en situation critique que de futurs travaux devraient consolider.

MOTS-CLÉS
prise de décision ; interactions ; dynamique ; méthode décision critique ; urgences sanitaires

1 INTRODUCTION

La prise de décision en situation d'urgence sanitaire est difficile du fait des contraintes organisationnelles, du temps, de l'incertitude et de la dynamique d'environnements multiniveaux (Launder et Penney, 2023). Ces situations vont des urgences hospitalières aux crises de santé publique à grande échelle impliquant de multiples acteurs institutionnels (Qaf'an et al., 2024). Notre étude se situe à cette dernière échelle, en ciblant des leaders déployés en zone AFRO, à l'interface entre organisations internationales de santé et autorités locales. Une revue systématique récente (Reale et al., 2023) montre que la santé est l'un des principaux domaines étudiés pour la prise de décision en environnements à risque, avec le militaire, le sauvetage, les installations pétrolières et l'aviation. Les résultats mettent en évidence une mobilisation alternée de processus intuitifs et analytiques, médiée par la pression temporelle, le stress et l'incertitude, soutenant l'hypothèse d'un continuum décisionnel (Kahneman, 2011). Si certaines études observent un enchevêtrement des deux voies, ces interactions restent peu documentées. De plus, les décideurs institutionnels de haut niveau, notamment en contexte humanitaire à l'échelle d'un pays ou d'une région, sont peu étudiés par rapport aux professionnels de première ligne. Plusieurs travaux alimentent l'hypothèse d'un enchevêtrement (Moxley et al., 2012 ; Gyles et Bearman, 2026). Empiriquement, Okoli & Watt (2018) montrent que les experts mobilisent d'abord l'intuition, puis l'analyse pour valider ou ajuster leur décision. Plus

récemment, Okoli & Ogwu (2024) identifient des « points de tension » entre ces deux modes au cours d'une même intervention, suggérant une articulation plus complexe qu'une simple alternance. Ces travaux, encore peu nombreux, restent majoritairement conceptuels et fondés sur des contextes contrôlés. A partir des avancées de la littérature et en cherchant à se rapprocher des situations que vivent les acteurs de terrain (Anderson et al., 2019 ; Bossard, 2025), l'objectif de cette étude exploratoire est d'investir la dynamique d'enchevêtrement des prises de décisions intuitives et délibérées prises par des leaders au cours de la gestion d'une urgence sanitaire pour en améliorer la conduite.

2 MÉTHODOLOGIE

Les participant·es sont des « leaders », des professionnel·les en charge de faire le lien entre les organisations internationales de santé (OMS) et les spécificités locales de différents territoires de la zone AFRO. Les cinq participant·es présentent des profils expérimentés, avec une pratique significative de la gestion de crises sanitaires sur le terrain africain. La méthode des décisions critiques (Crandall, Klein et Hoffman, 2006) a été exploitée pour déterminer les exigences décisionnelles liées à un contexte opérationnel spécifique de gestion sanitaire. Les entretiens menés auprès de cinq leaders comprenaient quatre jalons principaux : 1) la sélection d'un incident critique ; 2) l'élaboration de la chronologie de l'incident (début, évènements, évaluations, décisions, fin) ; 3) l'approfondissement de chaque événement, point d'évaluation et point de décision ; 4) l'identification des évolutions dans les évènements, évaluations et décisions.

L'analyse des données a permis d'identifier vingt-cinq situations d'urgence sanitaire spécifiques. Une catégorisation descendante issue de l'approche méthodologique de Militello et Hutton (1998) a ensuite été utilisée pour caractériser chacune des situations à partir du défi qu'elle représente, des exigences cognitives associées, des indices pertinents relevés, et des processus décisionnels effectivement mobilisés. Une analyse thématique inductive a ensuite été scindée en deux parties : (1) une première pour catégoriser les éléments clés et identifier les types de défis rencontrés et (2) une seconde pour mettre à jour des dynamiques d'enchevêtrement des processus décisionnels en fonction des défis. Pour cette analyse nous avons conçu une grille pour coder le continuum décisionnel (Kahneman, 2011) et discriminer si les décisions sont plutôt soutenues par des modalités intuitives ou délibérées. Ces catégorisations ont été soumises à une procédure d'accord inter-juges avec un premier codage indépendant et un échange sur les désaccords jusque l'obtention d'un consensus.

3 RÉSULTATS

Les résultats obtenus à partir de l'analyse inductive thématique révèlent 4 types de défi en situation d'urgence sanitaire : a) Assurer la continuité de la mission dans un arbitrage sécurité–service ; b) Mettre en œuvre un leadership d'équipe en s'assurant de la sécurité psychosociale des membres du collectif ; c) Coordonner les relations multi-acteurs et communiquer ; et d) Développer les capacités et l'autonomie d'un territoire cible.

Les données concernant les dynamiques d'enchevêtrement des processus décisionnels en fonction des défis sont en cours d'analyse et pourront être présentées lors de la communication orale. A titre d'exemple nous présentons ici une analyse à l'échelle d'un incident évoqué par une participante. L'incident relate le retournement d'une partie de la population contre l'équipe chargée de gérer la situation sanitaire. Nous avons observé 3 défis : (1) continuer ou suspendre les activités liées à l'urgence sanitaire ; (2) gérer les équipes sur le terrain, donner du temps pour protéger, souffler, rebondir ; (3) coordonner l'interface avec les différentes parties prenantes (politiques, média, population, ...). Dans cette situation nous pouvons observer une alternance entre différentes modalités.

Tableau 2: illustration de l'analyse pour les modalités de prise de décision

Défis	Analyse	Résultats
Continuer ou suspendre les activités liées à l'urgence sanitaire	P1 sait tout de suite ce qu'il faut faire (i) mais pour confirmer / faire accepter sa décision P1 passe par une stratégie plus délibérée (d) P1 s'appuie sur des procédures pour reconnaitre la situation (i) P1 analyse une grande quantité d'information (d), P1 garde un œil sur la réputation de la structure (anticipe) (i) P1 s'adapte au cours de l'action (i)	Modalité principalement intuitive avec un détour par des éléments de la modalité délibérée
Gérer les équipes sur le terrain, donner du temps pour protéger, souffler, rebondir	P1 explique "c'est un réflexe" au regard de la situation (i), P1 prend quelques infos et décide rapidement (i) - dans un contexte d'insécurité / urgence / danger (i) - excès de complexité niveau macro VS niveau micro ce qui la pousse à s'appuyer seulement sur quelques informations (i)	Modalité intuitive
Coordonner l'interface avec les différentes parties prenantes (politiques, média, population, …)	P1 explique devoir gérer les interactions avec parties prenantes et son activité montre que P1 prend du temps pour écouter, gérer les médias, échanger avec la sécurité (d) – P1 évoque une activité cognitive intense (d) – P1 explique avoir plein d'info à analyser (d)	Modalité délibérée

Pour cet incident, trois défis sont identifiables et chaque défi fait émerger des modalités de prise de décision singulière : une modalité hybride, une modalité intuitive et une modalité délibérée. Nous pouvons représenter ce défi de la façon suivante (figure 1) où l'enchevêtrement des modalités se donne à voir à deux échelles : 1) à l'échelle de l'incident et 2) à l'échelle d'un défi. Cette représentation est directement inspirée d'une proposition de Bossard (2025).

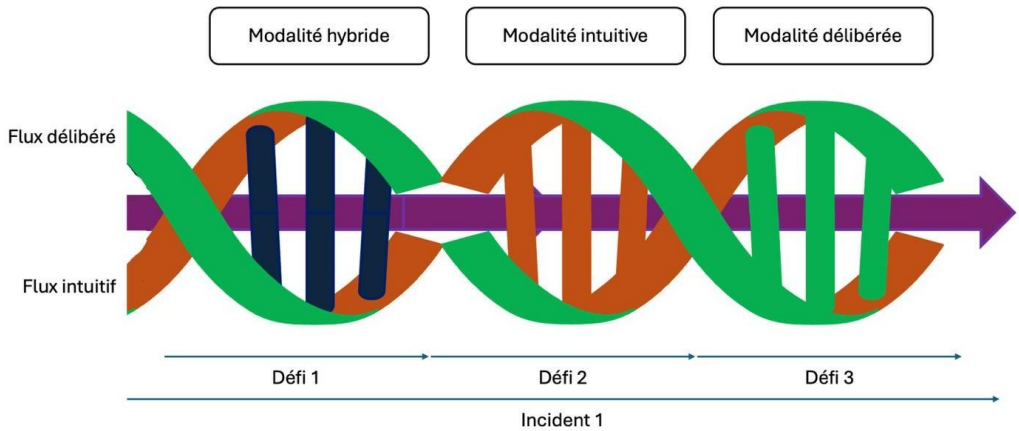


Figure 7 : modélisation de l'enchevêtrement des modalités de prise de décision pour P1 et pour l'incident

4 DISCUSSION

La discussion porte sur deux points principaux. Le premier renvoie aux éléments constitutifs des situations d'urgence sanitaire à partir d'une comparaison entre les défis typiques identifiés dans notre étude et ceux de la littérature sur la gestion des situations à risques (Reale et al., 2023). Cette comparaison permet notamment de mettre en regard nos observations avec les séquences décisionnelles décrites dans la littérature. Al-Moteri (2022) propose ainsi un modèle en cinq temps (prise de conscience, présomption rapide, actions de première ligne, réflexion délibérée, actions de deuxième ligne) qui résonne avec la dynamique hybride observée dans notre étude, où une décision

initialement intuitive est ensuite consolidée ou ajustée par un retour délibéré. Le second met en tension les dynamiques d'enchevêtrement des processus décisionnels relevées dans notre travail avec des propositions théoriques récentes dans le domaine (Gyles & Bearman, 2026). La littérature empirique identifie trois variables principales qui modulent la bascule entre modes intuitif et délibéré : le type de situation (routinière versus non-routinière), le temps disponible, et le niveau d'expertise du décideur (Okoli & Watt, 2018). Nos données permettent de discuter ces trois variables dans un contexte jusqu'ici peu investigué. Les résultats de cette étude ouvrent plusieurs perspectives d'application. Ils pourraient contribuer à la conception de modules dédiés à la prise de décision en situation critique (Babamiri & Karimiankakolaki, 2025). La connaissance fine des défis décisionnels propres aux urgences sanitaires en zone AFRO et des modalités d'enchevêtrement qui les caractérisent permettrait de concevoir des exercices de simulation écologiquement valides, ainsi que des grilles d'analyse pour accompagner les retours d'expérience (retex, débriefing, post-mortem) au plus près des situations vécues.

5 BIBLIOGRAPHIE

Al-Moteri, M. (2022). Mental model for information processing and decision-making in emergency care. *PLoS ONE*, *17*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269624

Anderson, N. E., Slark, J., & Gott, M. (2019). Unlocking intuition and expertise: using interpretative phenomenological analysis to explore clinical decision making. *Journal of Research in Nursing, 24*(1-2), 88-101.

Babamiri, G., & Karimiankakolaki, Z. (2025). Investigating the impact of crisis management training on clinical decision-making and management of stress factors in the personnel of emergency medical services: randomized controlled trial. *BMC Medical Education*, *25*. https://doi.org/10.1186/s12909-025-07730-6

Crandall, B., Klein, G. A., & Hoffman, R. R. (2006). *Working minds: A practitioner's guide to cognitive task analysis*. MIT press.

Bossard, C. (2025). *Documenter l'expérience vécue pour comprendre la prise de décision intuitive et l'activité collective : De l'analyse de la situation à des perspectives de performances sportives durables*. Habilitation à Diriger les Recherches. Université de Bretagne Occidentale.

Gyles, D., & Bearman, C. (2026). An integrated intuitive and deliberative model of expert decision-making in air traffic control. *Cognition, Technology & Work*, 1-25.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow.* Macmillan.

Launder, D., & Penney, G. (2023). Towards a common framework to support decision-making in high-risk, low-time environments. *Journal of Contingencies and Crisis Management, 31*(4), 862-876.

Militello, L. G., & Hutton, R. J. (1998). Applied cognitive task analysis (ACTA): a practitioner's toolkit for understanding cognitive task demands. *Ergonomics*, *41*(11), 1618-1641.

Moxley, J. H., Ericsson, K. A., Charness, N., & Krampe, R. T. (2012). The role of intuition and deliberative thinking in experts' superior tactical decision-making. *Cognition, 124*(1), 72-78.

Okoli, J., & Ogwu, I. J. (2024). Untangling the mystery of intuitive-analytic interactions in crisis response operations: A dual-process perspective. *Management Revue*, *35*(3), 383. https://doi.org/10.5771/0935-9915-2024-3-383

Okoli, J., & Watt, J. (2018). Crisis decision-making: The overlap between intuitive and analytical strategies. *Management Decision*, *56*, 1122-1134. https://doi.org/10.1108/md-04-2017-0333

Al Qaf'an, E., Alford, S., Porteous, K., & Lim, D. (2024). Healthcare decision-making in a crisis: a qualitative systemic review protocol. *Emergency medicine international*, *2024*(1), 2038608. https://doi.org/10.1155/2024/2038608

Reale, C., Salwei, M. E., Militello, L. G., Weinger, M. B., Burden, A., Sushereba, C., ... & Anders, S. (2023). Decision-making during high-risk events: a systematic literature review. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, *17*(2), 188-212.

Produire un travail scientifique en expérience d'hivernage en Antarctique : les contextes extrêmes sur place face aux protocoles anticipés ici

Villemain Aude
Université d'Orléans Laboratoire SAPRéM
aude.villemain@univ-orleans.fr

Coutarel Fabien
Université Clermont-Auvergne Laboratoire Acté
Fabien.coutarel@uca.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

En Antarctique, la recherche biomédicale subit des biais de recueil : les protocoles élaborés en amont des hivernages ne sont pas respectés. Les conditions de vie transforment l'activité des hivernants : les décisions, construites dans l'imprévisible, dépassent le travail scientifique et ne sont pas celles anticipées hors situation. L'expérience d'hivernage doit retrouver une place centrale dans la conception des conditions de travail, étroitement liées aux conditions de vie. Une approche développementale de l'ergonomie doit construire une coopération pluriprofessionnelle : les hivernants deviennent co-concepteurs des protocoles, et les chercheurs rencontrent leur monde. Cette rencontre fiabilise les recherches et soutient le développement.

MOTS-CLÉS
Antarctique ; ICE ; protocole de recherche ; démarche participative, ergonomie

1 PRESENTATION D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE MENE EN ANTARCTIQUE

PAHPA ICE (Physical Activity and Health, Pluridisciplinarity Approach in Isolated, Confined Environment) est un programme de recherche pluridisciplinaire conduit à la station franco-italienne Concordia (Antarctique) sur la période 2021–2025, avec l'appui de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et de l'Institut Polaire Français, Paul-Emile Victor (IPEV). Douze hivernants (six français et six italiens) hivernent douze à quatorze mois sur la base, en tant que soit techniciens, soit scientifiques. Le programme actuel vise à documenter les effets psychologiques, physiologiques et cognitifs d'un hivernage en environnement isolé, confiné et extrême, et à tester l'hypothèse d'un « third-quarter time » (TQT), classiquement décrit comme une période de vulnérabilité/altération survenant au troisième quart d'une mission longue (Bechtel & Berning, 1991).

Concordia n'est pas seulement un "site" de recueil de données scientifiques : c'est un système de vie et de travail où les décisions se prennent en contexte d'incertitude, de contraintes fortes et d'arbitrages permanents (entre exigences scientifiques, charge opérationnelle, rythmes collectifs, ressources individuelles). Autrement dit, la science y est elle-même "mise à l'épreuve" par l'écart entre le protocole prescrit et le protocole effectivement réalisé et donc réalisable. Ce constat rejoint les débats internationaux sur le TQT (existence ou non du TQT, liée à des différences interindividuelles, ou des effets du contexte ou des événements de mission, le poids non négligeable des méthodologies impactant le recueil du TQT).

2 CONTEXTES ICE ET SUIVI DES PROTOCOLES

La problématique développée ici peut être qualifiée d'exploratoire : nous n'avons pas développé à ce jour d'étude précise du phénomène que nous caractérisons. Ceci est l'enjeu du projet actuellement en cours de dépôt. C'est l'expérience accumulée par plusieurs années d'immersion dans ce contexte de recherche, des interpellations régulières sur la qualité des matériaux de la recherche produits dans ces contextes qui nous conduit aujourd'hui à partager notre interrogation. Dans la continuité d'une démarche méthodologique fondée sur un recueil en immersion totale et à visée exploratoire, l'analyse des contextes ICE permet de saisir les conditions réelles de mise en œuvre des protocoles et les dynamiques d'ajustement des acteurs en situation.

Les protocoles scientifiques sont majoritairement conçus depuis des contextes ordinaires, comme si les conditions de mise en œuvre restaient comparables, alors que l'entrée dans un milieu ICE (Isolated and Confined Environment) transforme profondément le rapport au monde, aux priorités et aux valeurs. À mesure que le séjour se prolonge, les protocoles perdent une partie de leur sens opérationnel pour ceux qui les mettent en œuvre, ce qui impacte directement les décisions prises sur le terrain. Un premier axe de la communication concerne la prise de décision du point de vue des hivernants, et plus particulièrement des techniciens assurant la survie de la base (mécaniciens, chauffagistes, plombiers ….). Leur activité est marquée par des contraintes temporelles extrêmes, des enjeux vitaux immédiats et une multiplicité d'injonctions parfois contradictoires : maintenir les systèmes critiques tout en participant à des protocoles de recherche. Dans ce contexte, la recherche tend à être reléguée au second plan au profit de la survie collective. Une anecdote, non anodine, repose notamment autour du remplissage d'un questionnaire : lors d'un entretien, l'hivernant indiquant le remplir en cherchant à réaliser des figures et des dessins différents du dernier remplissage réalisé le mois précédent, sans lire les questions. Cet exemple permet d'illustrer concrètement comment ces arbitrages se traduisent en décisions non conformes aux attentes protocolaires des chercheurs.

Un second axe interroge la prise de décision du point de vue des chercheurs, c'est-à-dire de ceux qui conçoivent les protocoles à distance. L'expérience accumulée sur plusieurs années de programme met en évidence une faible complétude et une qualité inégale des données recueillies, souvent inférieures aux standards attendus. Cette situation, loin d'être anecdotique, questionne les choix méthodologiques initiaux, la sous-estimation des contraintes du milieu et, plus largement, les décisions scientifiques qui président à l'élaboration des protocoles. Elle invite donc à considérer ces limites non comme de simples biais techniques, mais comme des phénomènes intrinsèques à l'activité en contexte ICE.

Ce matériau ne relève pas de simples contraintes de terrain, mais constitue un résultat en soi. Le programme PAHPA ICE peut ainsi être considéré comme un cas particulièrement révélateur, mettant en évidence les conditions concrètes de déploiement des protocoles en contexte extrême. Il donne à voir, de manière accentuée, les écarts entre conception et réalisation, les arbitrages des acteurs, ainsi que les facteurs organisationnels qui influencent la qualité des données produites. À ce titre, ces environnements offrent un cadre pertinent pour questionner plus largement la robustesse et la faisabilité des recherches en situation ICE. Plus largement encore, ce terrain particulier permet d'interroger avec un « effet loupe », la question de la « participation » des acteurs de terrain aux recherches qui sont menées « sur eux », « avec eux », parfois « pour eux ». Il permet de ré-interroger les rapports entre sciences et sociétés et pose avec force l'importance d'engager les acteurs dans les recherches qui les concernent, s'inscrivant de fait dans les débats actuels autour de « la recherche avec et pour la société » (Savourin et Pelletier, 2025).

3 CO-CONCEVOIR LES RECHERCHES EFFICACES ET SOUTENABLES EN ICE

Dans le cadre du symposium, nous proposons d'argumenter une extension du programme PAHPA ICE, articulant biomédecine et ergonomie de l'activité, avec un objectif double. D'une part, consolider les enseignements scientifiques déjà produits sur l'hivernage et l'adaptation (par exemple à travers les publications récentes issues de PAHPA ICE, dont Collomp et al., 2025, et Paret et al., 2025) via un

protocole de recherche biomédicale. D'autre part, traiter de front un enjeu méthodologique et épistémologique : comment concevoir des recherches réellement soutenables et fiables dans les ICE, quand les "opérateurs" du protocole sont aussi des travailleurs engagés dans une microsociété polaire, avec ses contraintes, ses imprévus et ses régulations collectives ? Une part de la variabilité (et parfois de la dégradation) des données ne se réduit pas seulement à un manque de conformité des participants, mais relève aussi d'un processus d'adaptation situé, où la participation au protocole devient elle-même une activité à organiser, négocier, ajuster et rendre soutenable dans la durée compte tenu des problématiques spécifiques. Dès lors, renforcer la qualité scientifique suppose de transformer le design de la recherche, non pas en ajoutant des mesures, mais en construisant une coopération effective entre disciplines et avec les hivernants. L'ergonomie à visée développementale et les approches participatives offrent ici un cadre opératoire : elles visent à concevoir avec les acteurs les conditions de leur propre activité future, et à développer une "communauté de recherche élargie" où l'expérience du terrain devient une ressource de conception, plutôt qu'une variable perturbatrice. En conclusion, la prise de décision en contexte ICE devient un objet central, à la croisée de l'activité des acteurs de terrain et de celle des chercheurs. Elle ouvre des pistes de réflexion sur la fiabilité des données produites dans ces environnements, sur les cadres théoriques mobilisables pour en comprendre la plausibilité, et sur la nécessité de repenser les choix scientifiques à l'aune des réalités vécues sur le terrain.

Concrètement (en restant volontairement généraux à ce stade, puisque le projet est en cours de dépôt), l'approche défendue repose sur (1) une préparation du protocole intégrant des boucles de co-conception avec les futurs hivernants, (2) un pilotage pendant mission fondé sur des retours structurés permettant d'identifier ce qui, dans l'organisation réelle, facilite ou empêche la tenue du protocole, et (3) une exploitation post-mission qui valorise la réflexivité des acteurs sur leurs propres données et sur leurs arbitrages. L'enjeu n'est pas seulement d'augmenter le volume de données, mais de qualifier les conditions dans lesquelles elles sont produites, afin de mieux interpréter les signaux (y compris ceux attribués au TQT) et de produire des recommandations opérationnelles utiles aux agences (ESA/IPEV) pour des dispositifs de recherche plus robustes en milieux extrêmes.

4 BIBLIOGRAPHIE

Barcellini, F., Cerf, M., & Lacomblez, M. (2025). Developmental foundations of Activity-Centered Ergonomics: knowledge encounters to construct both a critical analysis of work and developmental set-ups. Ergonomics, 68(6), 813–831. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2415965

Bechtel, R. B., & Berning, A. (1991). The Third-Quarter Phenomenon: Do People Experience Discomfort After Stress Has Passed? In A. A. Harrison, Y. A. Clearwater, & C. P. McKay (Eds.), From Antarctica to Outer Space.
Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3012-0-24

Collomp, K., Paret, K., Prieur, F., Vibarel-Rebot, N., Schiano-Lomoriello, S., Rieth, N., Miguet, M., & Villemain, A. (2025). Cortisol, testosterone and body composition changes during overwintering at Concordia in Antarctica. Steroids, 221, 109654. https://doi.org/10.1016/j.steroids.2025.109654

Haines, H., Wilson, J. R., Vink, P., & Koningsveld, E. (2002). Validating a framework for participatory ergonomics (the PEF). Ergonomics, 45(4), 309–327. https://doi.org/10.1080/00140130210123516

Kanas, N., Gushin, V., & Yusupova, A. (2021). Whither the third quarter phenomenon? Aerospace Medicine and Human Performance, 92(8), 689–691

Palinkas, L. A. (2001). Psychosocial issues in long-term space flight: overview. Gravitational and Space Biology Bulletin, 14(2), 25–33

Paret, K., Collomp, K., & Villemain, A. (2025). The Third-Quarter Time phenomenon: State of Research, Findings, and Perspectives in Isolated, Confined, and Extreme environments. Polar Science, 101354. https://doi.org/10.1016/j.polar.2025.101354

Savourin, F., & Pelletier, L. (2025). La "recherche avec", vers de nouveaux savoirs pour l'éducation et les sociétés inclusives. Cépaduès Editions.

« Plus jamais ça » : analyse processuelle d'une expérience difficile en haute montagne

Antoine GIRARD
Géolithe
Laboratoire Pacte, Université Grenoble Alpes antoine.girard@geolithe.com

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Cette contribution s'inscrit dans une recherche portant sur la sécurité dans le métier de guide de haute montagne. La course en montagne y est appréhendée comme un contexte de travail dynamique, incertain et risqué, pouvant être qualifié d'« extrême ». Pourtant, ce contexte constitue un cadre d'activité quotidien pour les guides, conduisant à distinguer le contexte extrême de la situation extrême, vécue comme une rupture avec l'expérience ordinaire de l'acteur. À partir d'un récit d'expérience qualifiée par un guide comme « l'expérience la plus difficile de ses saisons », cette contribution propose une analyse processuelle de la dynamique décisionnelle ayant conduit à cette rupture expérientielle. L'analyse montre que cette situation ne résulte ni d'un événement isolé ni d'une augmentation brutale du danger, mais d'une transformation progressive des conditions permettant de maintenir une situation acceptable au cours de l'activité. Le cas met en évidence une course caractérisée par de faibles marges initiales, une forte variabilité de la situation et une difficulté progressive à maintenir des compromis acceptables.

MOTS-CLÉS

Situation extrême ; Arbitrage sous contraintes ; Sécurité ; Guide de haute montagne ; Ergonomie

> « Il nous faut apprendre à prendre des décisions du type OUI/NON sur la base d'informations incertaines, lacunaires et contradictoires, et les prendre de telle sorte qu'elles s'avèrent être le plus souvent les bonnes. »
>
> Werner Munter, *3x3 avalanches : la gestion du risque dans les sports d'hiver*, 2006.

1 DE L'EXTRÊME BANAL AUX SITUATIONS EXTRÊMES EN TERRAIN MONTAGNEUX

Cette contribution s'inscrit dans une recherche portant sur la sécurité dans le métier de guide de haute montagne. Ces derniers assurent, contre rémunération, l'encadrement et la conduite de personnes dans des courses[1] en terrain montagneux. Cette activité de service exercée en milieu naturel constitue à la fois une profession sportive, technique et relationnelle. Elle exige une excellente condition physique, une solide expérience du milieu ainsi qu'une forte capacité d'adaptation et de prise de décision[2].

La course en montagne constitue un contexte de travail dynamique, les conditions de réalisation de l'activité évoluant en permanence, incertain car ces évolutions demeurent partiellement imprévisibles, et risqué enfin parce qu'elles exposent les acteurs à des accidents potentiellement

[1] Le terme de « course » désigne ici la réalisation d'un itinéraire de montagne dans des conditions données (météo, état du terrain, composition de la cordée, etc.).

[2] D'après la présentation du métier proposée par l'École Nationale des Sports de Montagne (ENSM) : https://www.ensm.sports.gouv.fr/formation-de-guide-haute-montagne/

mortels (Vanpoulle et al., 2021). Ce type de contexte peut être qualifié d'« extrême » (Hällgren et al., 2018 ; Lièvre, 2016).

Toutefois, il représente un contexte de travail ordinaire pour les guides de haute montagne (Girard, 2024), qui s'incarne dans l'idée d'un « extrême banal » (Rix-Lièvre, 2019). Pour marquer ce paradoxe apparent, il est dès lors pertinent de distinguer le contexte extrême, appréhendé du point de vue de l'observateur, de la situation extrême, vécue par un acteur comme sortant du cadre ordinaire de son expérience au cours du projet dans lequel il est engagé (Rix-Lièvre, 2019).

Ainsi, la polysémie du terme « extrême », parfois pointée comme problématique en raison du flou qu'elle introduit (Soulé, 2007), nous semble ici au contraire heuristique en ce qu'elle soulève deux questions complémentaires : comment des acteurs évoluant quotidiennement dans des contextes dynamiques, incertains et risqués parviennent-ils à construire la sécurité de leur activité, au point que ces contextes deviennent pour eux banaux ? Comment certaines situations de travail en viennent-elles malgré tout à être vécues comme sortant du cadre ordinaire de l'expérience ?

Si l'objet principal de cette contribution est de répondre à cette seconde question, nous proposerons au préalable un cadre théorique – inscrit dans une perspective ergonomique – portant sur les modalités de construction de la sécurité, et plus particulièrement dans l'activité des guides de haute montagne.

2 LA CONSTRUCTION DE LA SÉCURITÉ DANS LE MÉTIER DE GUIDE DE HAUTE MONTAGNE

Le métier de guide de haute montagne, qui figure parmi les plus accidentogènes en France (Girard, 2024), constitue un archétype des systèmes artisanaux décrits par Amalberti (2013). La sécurité y repose moins sur l'application stricte de règles prescrites que sur la compétence experte des acteurs, leur expérience accumulée et leur capacité à s'adapter en permanence aux évolutions de la situation (Morel et al., 2008). La construction de la sécurité repose dès lors sur des arbitrages permanents entre contraintes, ressources et objectifs au cours de l'activité (Falzon, 2019).

Nous avons montré dans des travaux précédents qu'une course en montagne s'organise autour de deux grandes modalités (Girard, 2023, 2024) : sa phase de préparation et sa phase de réalisation.

La première peut être analysée comme une activité de conception (Darses, 1991) visant à construire une solution — la course envisagée — compatible avec les ressources disponibles, les contraintes de l'activité et les objectifs poursuivis (conditions du terrain, capacités des acteurs, attentes des clients, contraintes propres au guide).

La seconde phase peut être appréhendée comme une activité de gestion de situations dynamiques (Amalberti, 2001 ; Hoc et al., 2004), dans laquelle le guide cherche à maintenir ses marges de manœuvre dans l'action (Valot et al., 1993). Pour cela, il s'appuie sur une lecture continue de la situation, fondée sur l'identification et l'interprétation d'indices jugés pertinents, afin d'anticiper les évolutions possibles de la course et d'ajuster son action en conséquence (Irwin et al., 2023).

Dans les deux cas, le guide cherche à construire puis à maintenir une situation « acceptable ». Cela implique d'arbitrer en permanence entre différentes options comportant chacune des avantages, des inconvénients, ainsi qu'une part de risque et d'incertitude (Girard et al., 2025). Dès lors, les décisions prises par le guide constituent toujours des paris sur l'avenir et la sécurité repose moins sur l'évitement total du risque que sur des prises de risques situées et régulées (Girard, 2024).

3 MÉTHODOLOGIE

La recherche conduite s'appuie d'une part sur un travail d'immersion de trois années auprès des deux principales institutions du métier et partenaires du projet — l'École Nationale de Ski et d'Alpinisme (ENSA) et le Syndicat National des Guides de Montagne (SNGM) — et, d'autre part, sur un recueil systématique de données fondé sur des entretiens semi-dirigés ainsi que sur des observations participantes filmées suivies d'autoconfrontation. La présente contribution s'appuie sur une partie limitée de ce matériau empirique : l'analyse de récits d'expériences vécues et racontées par les guides lors des entretiens semi-dirigés.

3.1 Le recueil de récits d'expériences vécues

Dans le cadre de notre recherche, 17 entretiens semi-dirigés ont été réalisés auprès de professionnels aux profils variés (âge, ancienneté, sexe, provenance). D'une durée moyenne de 77 minutes, ils portaient sur le thème de la gestion des risques en lien avec les parcours professionnels, l'organisation du travail, la perception des risques, la relation de service et le travail collectif.

Ces entretiens ont permis de recueillir de nombreux récits d'expériences vécues. Ceux-ci faisaient souvent apparaître des déterminants du cadre de travail à différentes échelles (macro, méso, micro), la dynamique spatio-temporelle des situations, ainsi que des décisions explicitement commentées et évaluées par les acteurs eux-mêmes. Certains de ces récits pouvaient alors être analysés selon deux perspectives complémentaires. D'une part, comme des incidents critiques (Flanagan, 1954), c'est-à-dire des situations concrètes, significatives pour l'acteur et clairement circonscrites dans le temps, porteuses d'un potentiel analytique sur le travail réel. D'autre part, comme de véritables récits professionnels (Beaujouan & Daniellou, 2012), structurés autour d'une situation-problème, d'actions entreprises et d'une évaluation finale, révélateurs de la manière dont les professionnels donnent sens à leur pratique. Ces récits, bien que n'étant que des reconstructions a posteriori, offraient ainsi un premier accès à certaines logiques d'action des interviewés.

3.2 L'analyse du récit d'une expérience difficile

L'analyse des récits recueillis visait à reconstruire la dynamique décisionnelle des situations décrites. Elle a porté, lorsque ces éléments étaient explicités par le guide, sur :

- les moments nécessitant des arbitrages au cours de la course ;
- les différentes options envisagées à ces moments ;
- les avantages, inconvénients et risques associés à ces options selon le guide ;
- les éléments contextuels décrits par celui-ci ;
- les jugements portés *a posteriori* sur les décisions.

La présente contribution s'appuie sur l'analyse processuelle approfondie d'un récit issu de ce corpus, retenu pour sa complétude chronologique et la richesse des arbitrages explicités par le guide. Il peut dès lors être considéré comme un cas heuristique en ce qu'il rend particulièrement visibles des dynamiques décisionnelles repérables dans d'autres situations. Il se distingue également par la qualification d'« expérience la plus difficile de ses saisons » par le guide, que nous considérons comme le signe d'une rupture avec le cadre ordinaire de son expérience (Rix-Lièvre, 2019). Or, comprendre la dynamique par laquelle cette rupture se construit constitue précisément l'objet de notre question.

La suite de cette contribution présente d'abord synthétiquement ce récit, avant d'en proposer une analyse processuelle centrée sur la dynamique des arbitrages et de l'acceptabilité au cours de l'activité.

4 UNE DESCENTE DE LA VALLÉE BLANCHE EN RAQUETTES : PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DU RÉCIT

Le récit débute par l'acceptation d'un travail d'agence de dernière minute, en partie motivée par une activité professionnelle limitée dans la région. L'objectif consiste à réaliser sur trois jours une descente de la Vallée Blanche en raquettes. Le guide qualifiera rétrospectivement cette course d'« expérience la plus difficile de [ses] saisons » et de situation « affreuse du point de vue de la sécurité ».

Dès le premier contact avec les clients, des difficultés apparaissent. Ceux-ci, en lien uniquement avec l'agence jusqu'au jour du départ, présentent des niveaux d'expérience et d'équipement très hétérogènes : « Certains ne savaient pas du tout où ils allaient », explique le guide. Certains n'avaient jamais utilisé de crampons et une cliente disposait de chaussures inadaptées à une évolution en haute montagne. Le guide doit alors arbitrer entre annuler la sortie ou maintenir le projet en adaptant certaines modalités techniques. Il choisit de poursuivre.

La première journée révèle rapidement les limites physiques du groupe. Le guide décrit une progression difficile : « Le peu de montées qu'on faisait, il y en avait pas mal qui n'avaient pas trop la frite, c'était déjà la mission ». Lors de la planification de la suite de la course, il doit choisir entre maintenir le plan malgré une dégradation météorologique annoncée pour le troisième jour ou modifier l'itinéraire au prix d'un effort supplémentaire pour des clients déjà éprouvés. Il décide de maintenir le plan initial, considérant que l'alternative exigerait des ressources physiques dont le groupe ne dispose pas.

La deuxième journée confirme ces difficultés. Une fois arrivé au refuge du Requin, le guide envisage plusieurs options : descendre jusqu'à la vallée tant que les conditions sont favorables, préparer l'itinéraire du lendemain en réalisant une trace GPS, ou attendre au refuge. La fatigue des clients, les contraintes temporelles ainsi que sa propre lassitude interviennent alors dans la décision de ne pas anticiper davantage la traversée prévue le lendemain : « Grosse erreur de ma part, j'ai eu un peu la flemme ». Cet décision sera ensuite regrettée par le guide.

Le troisième jour, les conditions météorologiques se dégradent nettement : neige récente, brouillard et absence de visibilité compliquent fortement la progression. Face à la perspective d'une traversée exposée à un risque d'avalanche et à des zones crevassées sans visibilité, le guide choisit finalement de renoncer momentanément et de revenir au refuge : « Si je tombe dans une crevasse, ça va être la grosse panique, personne nous voit ». Cette décision entraîne toutefois des conséquences organisationnelles importantes pour les clients, avec une journée supplémentaire au refuge et des retards sur leur retour.

Le quatrième jour, les conditions météorologiques s'améliorent mais deux options seulement s'offrent encore au groupe pour terminer la course : traverser une zone fortement crevassée ou évoluer sous des pentes avalancheuses. Sur les conseils du gardien de refuge, le guide choisit finalement la seconde option, décision qu'il regrettera également a posteriori : « Mieux vaut tomber dans une crevasse, vu qu'on est encordé, que de se faire prendre par une avalanche ».

À l'issue de la course, le guide ne désigne pas uniquement un moment particulier comme problématique, mais interroge plus largement les conditions mêmes de son engagement dans cette course : « Raquettes, Vallée Blanche, agence : plus jamais ça ».

5 ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DÉCISIONNELLE

L'analyse du récit met en évidence une dynamique décisionnelle structurée autour de trois dimensions complémentaires : l'engagement initial dans une configuration déjà contrainte, la reconfiguration progressive des marges et des possibles au fil de l'activité, et enfin l'évolution des conditions d'acceptabilité des arbitrages réalisés par le guide.

5.1 L'engagement initial dans une configuration déjà contrainte

Il est tout d'abord pertinent de constater que le premier moment structurant que le guide identifie *a posteriori* dans son récit ne coïncide ni avec la dégradation des conditions environnementales, ni avec l'apparition des premières difficultés techniques, ni même avec le constat de l'insuffisance du niveau de préparation des clients. Ce moment les précède et renvoie à l'engagement initial, soit l'acceptation du travail proposé par l'agence. Accepter de descendre la Vallée Blanche en raquette sur trois jours, ce qu'il qualifiera rétrospectivement de « plan foireux », constitue le premier engagement structurant du processus décisionnel.

Cette acceptation ne constitue pas un simple point de départ neutre. Elle engage le guide dans une configuration déjà fortement contrainte : réaliser un itinéraire donné, selon une temporalité déjà engagée – impliquant certaines conditions environnementales et météorologiques – avec ces clients-là, leurs capacités, leur équipement et leurs attentes.

À partir de cet engagement initial, les arbitrages ultérieurs ne seront jamais réalisés dans un espace totalement ouvert. Les possibilités d'adaptation – choix des techniques, du rythme de progression ou d'itinéraires alternatifs – se construiront à partir de cette configuration initiale et de l'espace des possibles qu'elle ouvre.

Lorsque le guide rencontre ses clients le premier jour, il n'apparaît pas naïf vis-à-vis de leurs possibilités effectives. Il semble au contraire relativement conscient de leurs limites et des difficultés qu'elles pourraient engendrer pour la suite de la course : il envisage déjà la possibilité de renoncer. À ce stade, ce n'est donc pas à une impossibilité physique ou technique de renoncer qu'il se confronte, mais davantage à une difficulté sociale, relationnelle et organisationnelle à le faire. Les engagements pris auprès de l'agence et des clients, son propre investissement pour se rendre sur les lieux de la course, ainsi que les pertes économiques et symboliques potentielles associées à un renoncement semblent alors peser dans son arbitrage.

5.2 Une reconfiguration progressive des conditions d'arbitrage

À partir de cette configuration initiale, la course se déploie selon une double dynamique (Girard, 2024) – endogène, par la succession des arbitrages du guide et des actions de la cordée, et exogène, par l'évolution propre à l'environnement de haute montagne – reconfigurant en permanence les contraintes, ressources et objectifs structurant l'activité. Le récit met en évidence trois propriétés majeures de cette dynamique.

1. **La situation demeure fondamentalement incertaine.** Le guide doit continuellement interpréter la situation sur la base d'indices partiels, ambigus et évolutifs. Les conditions nivologiques ou météorologiques, l'état des clients ou encore les capacités effectives du groupe ne sont jamais totalement connus ni stabilisés, tandis que leurs évolutions futures ne peuvent être totalement prédites. Les décisions reposent ainsi moins sur des certitudes que sur des paris concernant l'évolution de la situation, les possibilités d'action disponibles et la survenue potentielle d'événements aléatoires. Le choix de maintenir le plan initial malgré la dégradation météorologique annoncée, ou encore la décision de ne pas préparer la trace GPS en considérant qu'« autant ça passait », illustrent ainsi davantage les conditions d'arbitrage dans l'incertitude qu'une erreur d'interprétation de la situation par le guide. Celui-ci anticipe ici une possible dégradation future de la situation, mais considère simultanément que l'alternative — imposer un effort supplémentaire au groupe pour modifier l'itinéraire — comporte, quant à elle, des difficultés immédiatement certaines au regard des ressources physiques disponibles. L'arbitrage ne porte donc pas simplement sur différents niveaux de risque, mais sur différentes formes d'incertitude et de contrainte.
2. **Les arbitrages sont interdépendants.** Le maintien du plan initial face au risque météorologique repose, par exemple, sur la volonté de ne pas imposer un effort supplémentaire à un groupe déjà épuisé. De même, la décision de ne pas préparer la trace GPS le deuxième jour, prise dans un contexte de fatigue et de fortes contraintes temporelles, influe directement sur la gestion de la traversée le lendemain. Chaque arbitrage s'inscrit ainsi dans une chaîne où les situations futures – et les options qui leur sont associées – sont reconfigurées par les choix passés.
3. **Les engagements présentent un caractère partiellement irréversible.** Chaque option choisie engage le guide dans une nouvelle configuration ne présentant plus exactement les mêmes paramètres ni les mêmes possibilités d'action. Même en cas de retour en arrière, des ressources temporelles, cognitives et physiques ont été consommées ; l'environnement a évolué ; les conditions du groupe se sont modifiées. La situation se transforme ainsi arbitrage après arbitrage, sans jamais redevenir totalement identique à ce qu'elle était auparavant. Lorsque, le troisième jour, les conditions environnementales rendent la traversée particulièrement incertaine et exposée, le guide peut faire demi-tour et patienter un jour supplémentaire au refuge. Toutefois, ce retour en arrière ne ramène pas la situation à son état antérieur : il consomme du temps, accroît les contraintes organisationnelles et réduit potentiellement encore les marges disponibles pour les arbitrages ultérieurs. Ce retour correspond également à une reconfiguration de la situation reposant sur un nouveau pari : celui d'une amélioration significative des conditions le lendemain.

La progression dans la course ne correspond donc pas à une simple succession de décisions, mais à une reconfiguration continue des conditions d'arbitrage, dans laquelle chaque engagement transforme partiellement les contraintes, les ressources et les possibilités d'action des situations ultérieures. Au fil des arbitrages, certaines options disparaissent, d'autres apparaissent, tandis que certaines deviennent progressivement trop coûteuses ou trop incertaines.

4. Enfin, la dynamique globale de la course analysée conduit à une réduction progressive des marges de manœuvre. Le quatrième jour, les alternatives ne se résument plus qu'à deux options toutes deux perçues comme fortement risquées : traverser une zone crevassée ou évoluer sous des pentes avalancheuses. Le guide se trouve alors confronté à une situation dans laquelle les possibilités d'action restantes apparaissent toutes porteuses de risques ou de coûts importants. Le commentaire rétrospectif du guide — « Mieux vaut tomber dans une crevasse, vu qu'on est encordé, que de se faire prendre par une avalanche » — montre que le jugement porté sur la décision ne concerne pas l'existence même d'une prise de risque (qui est ici de fait acceptée), mais le type de risque auquel le groupe s'est trouvé exposé. Le regret exprimé par le guide porte ainsi moins sur le fait d'avoir pris un risque que sur le choix rétrospectivement jugé le moins récupérable entre deux prises de risque devenues difficilement évitables.

5.3 Une dynamique de l'acceptabilité des arbitrages

Au-delà de la réduction des marges, c'est l'acceptabilité des arbitrages qui se transforme. En effet, la reconfiguration des possibles ne suffit pas à expliquer l'ensemble des arbitrages observés, notamment le fait que certaines options, bien que techniquement envisageables, cessent d'être considérées. Il est par exemple frappant d'observer que le quatrième jour, l'option retenue la veille — faire demi-tour et rester une journée supplémentaire au refuge en attendant une amélioration des conditions — n'est plus réellement envisagée.

La comparaison entre le troisième et le quatrième jour est alors éclairante. Le troisième jour, le niveau d'incertitude associé à la traversée — absence de visibilité, difficulté d'évaluer les conditions et impossibilité d'un secours rapide — conduit le guide à considérer le renoncement temporaire comme le compromis le plus acceptable, malgré les coûts organisationnels et relationnels qu'implique une journée supplémentaire au refuge. Le quatrième jour, les conditions météorologiques se sont améliorées et une partie de cette incertitude a disparu, même si les risques demeurent importants. Simultanément, les contraintes organisationnelles, relationnelles et temporelles accumulées deviennent plus fortes. La décision bascule alors vers la poursuite de l'itinéraire.

Ce déplacement ne s'explique donc pas par le seul niveau de risque pris isolément. Il traduit une modification de la position d'équilibre entre plusieurs dimensions contradictoires que le guide doit tenir conjointement : exposition au danger, fatigue du groupe, attentes des clients, temporalité de la course, enjeux relationnels, etc. L'acceptabilité relative des différentes options, envisagées et envisageables, dépend ainsi du compromis dynamique qu'elles permettent encore de maintenir entre ces contraintes hétérogènes au cours de la course.

6 DISCUSSION

L'analyse de ce récit met tout d'abord en évidence qu'une situation vécue comme extrême peut émerger progressivement au cours de l'activité. Cette « rupture » vis-à-vis du cadre de l'expérience ordinaire (Rix-Lièvre, 2019) décrite par le guide ne correspond paradoxalement ni à un événement unique ni à une brusque augmentation du danger, mais davantage à une transformation progressive des conditions dans lesquelles les arbitrages doivent être réalisés. À partir d'un engagement initial dans une configuration déjà contrainte, les marges de manœuvre se réduisent progressivement : certaines options disparaissent et d'autres deviennent difficilement acceptables. Le niveau de risque auquel le guide et son groupe se trouvent finalement exposés apparaît alors comme la conséquence d'une forte variabilité de la situation dans un contexte de faibles possibilités de récupération.

Les arbitrages exprimés reposent ainsi moins sur une logique d'évitement systématique du risque que sur la recherche d'un compromis acceptable entre plusieurs contraintes hétérogènes. Ce résultat rejoint plus largement les réflexions d'Amalberti (2013) sur les modalités de gestion du risque des systèmes artisanaux, dans lesquels l'exposition au risque ne peut être totalement supprimée. Ce cas rappelle ainsi qu'une prise de risque ne peut être évaluée indépendamment du compromis global qu'elle permet de maintenir entre différentes contraintes de l'activité. Le jugement porté par le guide sur ses décisions a posteriori concerne moins le niveau de risque engendré que la pertinence du compromis réalisé. Certaines prises de risque élevées peuvent ainsi apparaître pertinentes lorsqu'elles permettent de maintenir, de manière jugée acceptable, plusieurs contraintes concurrentes — temporalité de la course, relation de service, sécurité, satisfaction des clients, etc. Inversement, certaines situations peuvent conduire à requalifier rétrospectivement ces arbitrages lorsqu'elles rendent visible la non-tenue d'une des contraintes du compromis initialement recherché. L'accident apparaît alors comme une modalité particulière de rupture de ce compromis à travers la contrainte de sécurité, de la même manière qu'un abandon de la course ou un fort mécontentement des clients peuvent manifester la non-tenue d'autres contraintes de l'activité.

Enfin, ce récit souligne l'importance des déterminants systémiques de l'activité dans la configuration des marges de manœuvre disponibles. Les difficultés rencontrées par le guide ne trouvent pas uniquement leur origine dans l'environnement de haute montagne, elles apparaissent également liées aux modalités d'organisation de l'activité : engagement de dernière minute, préparation limitée, faible connaissance préalable des clients, logique commerciale de l'agence, dépendance économique du guide, etc. Ces éléments renvoient plus largement à des dimensions organisationnelles et culturelles structurant en profondeur les conditions d'exercice du métier : travail indépendant, forte concurrence, enjeux territoriaux, valorisation de l'engagement dans des environnements risqués héritée de la culture de l'alpinisme, etc. Il est d'ailleurs notable que ce qui est remis en cause rétrospectivement par le guide n'est pas uniquement une décision particulière ou un moment spécifique de la course, mais plus largement la configuration générale de son engagement dans cette prestation : « Raquettes, Vallée Blanche, agence : plus jamais ça ». Le cas étudié invite ainsi à considérer que certaines structures d'activité pourraient favoriser des configurations à faibles marges initiales dans des contextes fortement variables, rendant plus difficile le maintien d'une situation acceptable au cours de la course.

7 CONCLUSION

L'analyse présentée dans cette contribution ne permet évidemment pas de définir de manière générale ce que sont les situations extrêmes. Elle permet néanmoins d'illustrer une configuration possible de leur émergence. L'« expérience difficile » analysée ne peut être réduite ni à une augmentation ponctuelle du risque ni au résultat d'une mauvaise décision. Elle résulte d'un processus au cours duquel les possibilités d'action — tant sur le plan de leur mise en œuvre que de leur acceptabilité — se trouvent progressivement limitées. Certaines situations vécues comme extrêmes pourraient ainsi émerger lorsque les acteurs continuent à devoir arbitrer alors même que les compromis acceptables entre contraintes, ressources et objectifs de la course deviennent progressivement de plus en plus difficiles à maintenir.

Ce cas invite ainsi à déplacer le regard porté sur les activités exercées en contexte dynamique, risqué et incertain. Comprendre les situations vécues comme difficiles ne consiste pas uniquement à analyser des causalités ou des erreurs, mais également à saisir la manière dont les acteurs évaluent l'acceptabilité relative des différentes options disponibles, arbitrent entre leurs avantages et leurs inconvénients, puis jugent rétrospectivement ces arbitrages. En d'autres termes, cela revient notamment à interroger les conditions de construction des compromis et arbitrages sous contraintes.

8 BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R. (2001). La maîtrise des situations dynamiques. Psychologie française, 46(2), 105–117.

Amalberti, R. (2013). Piloter la sécurité : Théories et pratiques sur les compromis et les arbitrages nécessaires. Springer. https://doi.org/10.1007/978-2-8178-0369-2

Beaujouan, J., & Daniellou, F. (2012). Les récits professionnels dans une formation d'ergonomes. Le Travail humain, 75(4), 353–376. https://doi.org/10.3917/th.754.0353

Darses, F. (1991). The constraint satisfaction approach to design: A psychological investigation. Acta Psychologica, 78(1–3), 307–325. https://doi.org/10.1016/0001-6918(91)90016-S

Falzon, P. (2019). Développer la sécurité : Synthèse des travaux du groupe de travail D. Autorité de sûreté nucléaire ; Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH).

Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. Psychological Bulletin, 51(4), 327–358. https://doi.org/10.1037/h0061470

Galey, L., Nascimento, A., Cuvelier, L., Mollo, V., Albert, M., Brossard, M., & Garrigou, A. (2024). Developmental approach of safety in ergonomics/human factors: Insights of constructed safety in six work environments. Ergonomics, 68(6), 791–812. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2390127

Girard, A. (2023). Représentations de la mise en œuvre d'une course en montagne : De la résolution de problèmes de conception à la gestion dynamique de situations à risques dans le métier de guide. Communication présentée au colloque DESCRIT : Décider en situations critiques. Conversations croisées entre chercheurs et professionnels.

Girard, A. (2024). De la perception des risques à la construction de la sécurité dans le métier de guide de haute montagne : Prendre et faire prendre des risques en sécurité [Thèse de doctorat, Université Grenoble Alpes]. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31089.80485

Girard, A., Caroly, S., & Falzon, P. (2025). Safety issues and strategies for outdoor activities. In S. Jin, J. H. Kim, Y. K. Kong, J. Park, & M. H. Yun (Eds.), Proceedings of the 22nd Congress of the International Ergonomics Association, Volume 5. IEA 2024. Springer Series in Design and Innovation (Vol. 57). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-9334-4_72

Hällgren, M., Rouleau, L., & de Rond, M. (2018). A matter of life or death: How extreme context research matters for management and organization studies. Academy of Management Annals, 12(1), 111–153. https://doi.org/10.5465/annals.2016.0017

Hoc, J. M., Amalberti, R., Cellier, J. M., & Grosjean, V. (2004). Adaptation et gestion des risques en situation dynamique. Dans J. M. Hoc & F. Darses (dir.), Psychologie ergonomique : Tendances actuelles (pp. 15–48). Presses universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.hocj.2004.01.0015

Irwin, A., Thacker, J., Brame, G., & Hamlet, O. E. D. (2023). 'Having a grand view of what the day entails': A qualitative investigation of the non-technical skills utilised by mountain guides. Journal of Outdoor Recreation and Tourism, 43, 100688. https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100688

Lièvre, P. (2016). État et développement d'un programme de recherche : Management des situations extrêmes. Revue française de gestion, 257(4), 79–94. https://doi.org/10.3166/rfg.2016.00045

Morel, G., Amalberti, R., & Chauvin, C. (2008). Articulating the differences between safety and resilience: The decision-making process of professional sea-fishing skippers. Human Factors, 50(1), 1–16. https://doi.org/10.1518/001872008X250683

Nascimento, A., Cuvelier, L., Mollo, V., Dicioccio, A., & Falzon, P. (2013). Construire la sécurité : Du normatif à l'adaptatif. Dans P. Falzon (dir.), Ergonomie constructive (pp. 103–116). Presses universitaires de France.

Rix-Lièvre, G. (2019). Ethnographier l'extrême : Mise en perspective épistémologique et méthodologique de l'usage de la vidéo. Dans P. Lièvre, M. Aubry, & G. Garel (dir.), Management des situations extrêmes : Des expéditions polaires aux organisations orientées exploration. Colloque de Cerisy. ISTE Group.

Soulé, B. (2007). « Sports à risque » et « sports extrêmes » : De quoi parle-t-on ? Loisir et Société / Society and Leisure, 29(2), 321–345.

Valot, C., Grau, J. Y., & Amalberti, R. (1993). Les métaconnaissances : Des représentations de ses propres compétences. Dans A. Weill-Fassina, P. Rabardel, & D. Dubois (dir.), Représentations pour l'action. Octarès.

Vanpoulle, M., Lefevre, B., & Soulé, B. (2021). Mountaineering incidents in France: Analysis of search and rescue interventions on a 10-year period (from 2008 to 2018). Journal of Mountain Science, 18(2), 446–461. https://doi.org/10.1007/s11629-020-6208-y

Concevoir un outil de formation à la prise de décision, un espace de confrontation des conceptions des risques

Tilia BARNOLA
Laboratoire ACTé, Université Clermont Auvergne
tilia.barnola@doctorant.uca.fr

Nadège ROCHAT
Laboratoire ACTé, Université Clermont Auvergne
nadege.rochat@uca.fr

Géraldine RIX-LIEVRE
Laboratoire ACTé, Université Clermont Auvergne
geraldine.rix@uca.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Les contextes devenant de plus en plus incertains et risqués, l'École nationale de ski et d'alpinisme (ENSA) a conçu un outil destiné à la formation à la prise de décision en conditions hivernales. Notre étude s'intéresse à l'élaboration de cet outil, aux conceptions des risques et de la prise de décision constitutives de celui-ci et aux ressources mobilisées. Six entretiens semi-directifs ont été menés avec les personnes ayant participé à la conception, complétés par une observation participante lors de réunions de travail ou de présentation de l'outil aux guides-formateurs. Deux conceptions semblent se confronter : l'une centré sur la gestion des risques par anticipation des aléas, l'autre considérant que la prise de décision est irréductible à un calcul délibératif et devant intégrer une verbalisation continue des ressentis du groupe.

MOTS-CLÉS
Activité ; guide de haute montagne ; incertitude ; intuition ; sécurité

1 INTRODUCTION

Le métier de guide de haute montagne s'exerce dans des milieux évolutifs, incertains et risqués, c'est-à-dire pouvant causer des dommages humains ou matériels (Lièvre & al., 2020). Ces conditions de pratique sont amplifiées par d'importantes transformations environnementales et sociales. D'une part, le changement climatique entraine la multiplication des aléas naturels, l'augmentation de l'imprévisibilité, la diminution des périodes propices de pratique et l'accroissement de la difficulté globale des courses (Mourey et al., 2020). D'autre part, les attentes sociales en matière de prévention et de réduction des accidents évoluent et se renforcent, augmentant la pression sur la responsabilité professionnelle des guides en charge de la sécurité de leurs clients (Girard & al., 2019). Ces caractéristiques obligent les acteurs de la profession à s'adapter continuellement, tant dans leurs pratiques de terrain que dans leurs démarches d'évaluation des risques, ce qui constitue un défi majeur pour la formation des aspirants-guides.

Pour répondre à ces enjeux et soutenir ces évolutions, l'École Nationale de Ski et d'Alpinisme (ENSA) a développé des outils pédagogiques, proposés aux formateurs, visant à transformer la formation à la prise de décision des futurs guides en conditions hivernales. Cette transformation envisage de passer d'une démarche de prise de décision analytique basée sur des éléments dits « factuels » et « objectifs », à la prise en compte, tout au long des courses de montagne, les « ressentis » du guide et des membres du groupe afin d'adapter la progression en temps réel. Le premier outil, le « Winter

Journal », structure une analyse « factuelle » en quatre étapes : Danger – Conséquences – Mesures – Risque (DCMR), appliquée à la préparation, au départ et à chaque passage clé de la course. Le principe consiste à définir les dangers locaux, anticiper leurs conséquences possibles, proposer des mesures de limitation et juger l'acceptabilité du risque. Le second outil, « Guidoss », instaure des pauses visant à interroger le ressenti individuel et collectif dans la démarche de prise de décision, en complément de la démarche DCMR. Ces outils pédagogiques visent à structurer la formation tout en ayant vocation à disparaître progressivement. Ils s'inscrivent également dans une volonté d'instaurer un vocabulaire commun aux différents acteurs de la montagne (e.g., guides de haute montagne, pisteurs, sauveteurs, pratiquants).

La présente étude s'inscrit au démarrage d'un travail de thèse s'intéressant à la formation à la prise de décision des guides de haute montagne évoluant dans des milieux évolutifs, incertains et risqués. Inscrit dans une anthropologie cognitive, ce travail de thèse repose sur une approche située de la cognition dans ses dimensions incarnées, culturellement inscrites et instrumentées (Rix-Lièvre et al., 2024 ; Theureau, 1992). Notre intérêt porte alors sur les pratiques effectives des acteurs en milieu écologique. Pour autant, avant de décrire les usages effectifs de ces outils de prise de décision en formation, il semblait nécessaire de les décrire et de comprendre leur genèse, d'autant qu'ils cristallisent et donnent à voir les connaissances et les attentes des professionnels engagés dans leur conception (Beguin, 2007). Le travail de thèse débutant au moment de la finalisation des outils, nous avons conduit une analyse rétrospective de la conception des deux outils pédagogiques Winter-journal et Guidoss à partir des points de vue des différents concepteurs. Elle nous permet d'approcher les concepts et les principes sous-jacents à la conception de ces outils.

2 METHODE

2.1 Contexte de la formation à l'ENSA

L'ENSA est l'organisme de formation des guides de haute montagne. Les formateurs qui y exercent sont eux-mêmes guides de haute montagne, recrutés notamment pour leur appétence pour la formation, ainsi que leurs qualités relationnelles dans des démarches collectives et d'enseignement. Les apprenants sont des pratiquants amateurs engagés dans un processus de professionnalisation. Ils accèdent à la formation après la réussite d'un examen d'entrée, puis suivent cinq unités de formation (UF) réparties entre les périodes estivales (alpinisme, via ferrata, canyoning, etc.) et hivernales (ski de randonnée, hors-piste, cascade de glace, etc.).

2.2 Participants

Les participants à notre étude sont les membres d'un groupe de travail chargé de concevoir les deux outils pédagogiques étudiés. Ce groupe est composé de sept membres, dont six ont participé à l'étude (5 hommes et une femme). Il est composé presque exclusivement de guides de haute montagne (5 sur 6), rattachés à différentes institutions.

Quatre membres appartiennent à l'ENSA, trois exercent en tant que formateurs dans la formation initiale des guides de haute montagne. Parmi eux, deux sont formateurs à l'ENSA depuis plus de 20 ans, et le troisième depuis 5 ans. Le quatrième intervient davantage en qualité de nivologue lors des formations initiales, en lien avec ses compétences reconnues à l'international et son rôle de formateur en nivologie au sein d'autres structures. Ces quatre membres exercent le métier de guide de haute montagne depuis 18 à 30 ans.

Deux membres sont rattachés à l'unité de prévision des avalanches de Météo-France. L'un est coordinateur adjoint pour la prévision avalanche, mais également chercheur au sein du Centre d'Etude de la Neige (CEN). Il est guide de haute montagne depuis plus d'une dizaine d'année. Le second est prévisionniste et nivologue chez Météo France, seul membre à ne pas être guide de haute montagne. Ces deux personnes participent aux travaux sur les formations de l'ENSA depuis cinq ans.

Le septième membre est responsable des formations au sein de l'ANENA, association dédiée à la formation des pratiquants de la montagne, amateurs comme professionnels. Il intervient également occasionnellement en qualité de nivologue dans les formations initiales depuis 5 ans à l'ENSA, et

exerce le métier de guide de haute montagne depuis plus de 20 ans.

2.3 **Procédure**

2.3.1 Observation participante

Une observation participante a été menée durant la période précédant le début des formations hivernales auxquelles sont destinés les outils. La première auteure a intégré le groupe de travail en tant qu'observatrice. Elle a assisté à deux réunions de travail sur les outils, l'une en distanciel et une seconde en présentiel dans les locaux de l'ENSA, faisant suite à sept réunions déjà réalisées, dont nous avons pu consulter les comptes-rendus. Elle a également été intégrée aux échanges de mails relatifs aux outils et aux supports associés, notamment ceux destinés aux formateurs. Enfin, son intégration au groupe WhatsApp du groupe de travail nous a permis de suivre en temps réel l'avancement des missions attribuées à chacun des membres.
L'observation participante a occupé une place centrale dans notre démarche, en structurant aussi bien la construction des entretiens que le traitement des matériaux.

Tableau 3: Éléments questionnés lors des entretiens, avec un exemple de question posée et la justification de sa présence dans les entretiens

Éléments interrogés	Question(s) posée(s)	Justifications, Objectifs
Processus chronologique de création des outils	*« Comment tu en es arrivé à travailler sur Winter Journal et Guidoss ? » ; « je vais te demander de découper pour toi en grandes phases la création de ce Winter Journal-Guidoss »*	Comprendre le processus chronologique de création des outils, son inscription dans le dispositif de formation ainsi que la contribution de chacun des membres.
Objectif(s) et rôle(s) dans le groupe	*« Comment tu définirais ton rôle en fait, ce que t'apportais au groupe, entre gros guillemets, mais enfin vraiment ton rôle dans ce groupe-là ? »*	Questionner le rôle et les objectifs des membres du groupe permettait de comprendre les divergences d'opinions et de mieux saisir l'organisation du groupe
Débat(s) au sein du groupe de travail	*« Est-ce qu'y avait des sujets en particulier où y avait vraiment des désaccords pas forcément négatifs mais des points de vue différents ? »*	Questionner les divergences permettait d'interroger ce qui, sans faire consensus, semblait important pour chacun, afin de saisir comment une même notion pouvait être conçue différemment au sein du groupe.
L'incertitude	*« Est-ce que toi tu pourrais me dire comment tu considères l'incertitude ? Est-ce que ça existe ? Est-ce que, enfin voilà, ce que tu en penses quoi finalement ? »*	Cette question a été abordée suite à un échange de mails entre les membres du groupe, qui semblaient se questionner sur la notion et son intégration aux outils. Elle n'a été abordée qu'à partir du 3ème entretien, les deux premiers ayant été réalisés avant l'envoi des mails.
Le ressenti	*« Dans Guidoss, on parle du ressenti, mais alors encore une fois, le ressenti, toi, comment tu le définirais ? Qu'est-ce que c'est le ressenti ? »*	Cette notion, centrale dans l'outil Guidoss, a été retenue car les exemples mobilisés par les différentes personnes lors de mon observation participante semblaient illustrer des conceptions différentes au sein du groupe.

2.3.2 Entretiens

Un entretien semi-directif d'une heure environ a été mené avec chacun des participants à l'étude. Chaque entretien débutait par une présentation de la personne interrogée, puis une seconde partie visait à documenter le processus chronologique de création des outils, l'objectif et le rôle du participant dans le groupe, les débats ayant eu lieu au sein du groupe de travail, ainsi que les notions d'incertitude

et de ressenti. Ces éléments ont été interrogés car ils semblaient, au regard de l'observation participante, sous-tendre la conception des outils. Le Tableau 1 présente les éléments questionnés lors des entretiens, avec des exemples de questions posées ainsi que les éléments justifiant de leur questionnement.

Tous les entretiens ont été enregistrés puis intégralement retranscrits.

2.3.3 Traitement des matériaux

La première partie des entretiens visait à appréhender le fonctionnement du groupe de travail à partir des positionnements respectifs de ses membres et de la reconstruction chronologique de l'élaboration des outils. Cette chronologie a été synthétisée sous forme d'une frise temporelle. Les objectifs et les rôles de chacun ont permis d'identifier les relations entre membres. Les divergences relatives à leur matérialité (e.g., couleurs, formats) ont constitué une récurrence dans les entretiens, suite au questionnement concernant les débats internes au groupe. Bien que ces éléments demeurent utiles à l'ensemble du travail de thèse pour appréhender les outils dans leur globalité, ils ne permettent pas d'éclairer les concepts et les principes sous-jacents à la conception de ces outils.
La seconde partie des entretiens a quant à elle fait l'objet d'une analyse thématique, construite à partir des éléments interrogés et présentés précédemment ainsi que des thématiques soulevées spontanément par les participants. Tout d'abord, nous avons catégorisé les différents éléments relatifs aux usages projetés des outils et les fonctions qui leurs sont attribués.
Par la suite, le traitement des matériaux s'est centré sur les conceptions des participants au sujet des notions sous-jacentes aux outils et à leurs démarches. Ainsi, les thématiques issues des éléments de débats ont été traitées systématiquement lorsqu'elles concernaient des concepts inhérents aux outils, notamment les définitions attribuées au danger et au risque. Enfin, l'incertitude et le ressenti ont également fait l'objet d'un traitement systématique. Le Tableau 2 présente les thématiques traitées dans notre étude ainsi que les modalités de traitement de celles-ci.

Tableau 4: Thématiques issues des entretiens et de leurs modalités de traitement

Thématiques	Traitement
Usages projetés des outils	Catégorisation des rapports entre les outils et de leurs fonctions dans la formation *Exemples : superposition des outils (complémentaire) ; limiter les biais (WJ > Guidoss)*
Définitions du danger et du risque	Lien entre les définitions évoquées par les participants et des modèles théoriques existants (le cas échéant) *Exemple : « Risque : Croisement du danger et les conséquences, donc la probabilité des dommages » (analyse quantitative du risque)*
Incertitude	Regroupement inductif visant à identifier différentes manières d'appréhender l'incertitude *Exemples : « probabilité d'incertitude dans le Winter journal […] là c'est vraiment l'expression probabiliste quoi, t'es entre 0 et 100% quoi » (probabiliste) ; « des milieux pleins d'incertitude » (inconnu)*
Ressenti	Identification d'une valence attribuée à la notion de ressenti. *Exemples : « biais cognitifs » (valence négative) ; « feeling » (valence neutre)*

3 RÉSULTATS

3.1 Danger et risque : des conceptions convergentes

Les notions de danger, de conséquences et de risque s'inscrivent largement, pour les membres du groupe, dans les principes qui fondent ces outils. Les définitions et les relations entre ces notions sont plutôt convergentes entre les discours des membres interrogés. Elles peuvent être illustrées à partir du verbatim suivant : *« Si tu voulais mettre une petite formule mathématique, tu dirais risque égal :*

Danger x conséquences. » (extrait d'entretien). Cette définition se retrouve dans le glossaire élaboré au sein du groupe présenté dans la Figure 1), et ancré dans une conception quantitative et probabiliste du risque. Le danger y désigne la probabilité qu'un aléa survienne, les conséquences les dommages qui en résultent, et ainsi le risque la probabilité que ces dommages se réalisent.

Danger	une cause possible de dommage liés aux conditions nivologiques sur une entité géographique (par ex. un massif)
Consequences	Gravité des dommages;
Risque	Croisement du danger et les conséquences, donc la probabilité des dommages

Figure 8 : Extrait d'un glossaire rédigé par le groupe travaillant sur les outils, destiné au formateur de l'ENSA

3.2 L'incertitude : une probabilité ou une caractéristique inhérente au milieu ?

L'incertitude, évoquée par les membres du groupe, notamment dans un échange de mails, puis questionnée lors des entretiens, semble être conçue selon deux acceptions différentes : une première tendance s'orientant vers une dimension probabiliste, une seconde vers un rapport à l'inconnu.
Pour certains membres, l'incertitude se concrétise à partir de l'analyse DCMR portée par le Winter Journal. L'outil vise, par le calcul, à formaliser et objectiver des risques par identification des dangers ainsi que leurs conséquences de la manière la plus exhaustive possible. L'incertitude découle donc du caractère probabiliste de l'analyse, toujours relative à l'estimation de la survenue des aléas identifiés. L'extrait de mail présenté dans la Figure 2 permet d'illustrer nos propos.

On cherche donc à estimer plusieurs incertitudes : l'une sur les dangers et leur réalisation, les autres sur les conséquences et leur gravité. Et pour reprendre les termes d [redacted] les « limites fonctionnelles de la situation » vont donc être dépendantes de l'estimation (probabiliste donc, comme on vient de le voir) des dangers et des conséquences. Ensuite, tout est affaire d'acceptation du risque, qui se base nécessairement sur la justesse de cette estimation ! Et la marge de sécurité que l'on prendra en sera également dépendante, et sera certes subjective, mais aura également un caractère objectif de par le choix des variables d'incertitude entrant dans mon estimation initiale (le degré de pente, la couche fragile, la plaque, mais également le BERA, etc.).

Donc à mes yeux, lorsqu'on évalue le risque local d'avalanche avec le WJ, on travaille de manière cohérente sur une estimation de la probabilité de non-réalisation du risque d'avalanche.

Figure 9 : Extrait de mail portant sur l'incertitude (probabiliste) lors d'un échange entre les membres du groupe

Cette incertitude, dès lors quantifiable, ne revêt pas de caractère inconnu ou imprévisible. Dans ce même échange de mails, l'un des membres la définit comme *« une probabilité d'occurrence de la réalité »*. Conçue ainsi, elle est objectivable et toujours potentiellement connaissable. La Figure 2 illustre également cette dimension en soulignant la *« justesse de cette estimation ».*
Une autre partie des membres du groupe a davantage défini l'incertitude comme liée à quelque chose de jamais entièrement connaissable et toujours complexe. L'extrait de mail présenté en Figure 3 illustre la manière dont certains membres s'éloignent d'une définition probabiliste, « *en revanche la probabilité a une définition mathématique… mais ce n'est pas vraiment ça dont on parle* », pour s'orienter vers une incertitude liée à une connaissance toujours partielle de la situation et de sa dynamique. Cet extrait évoque une impossibilité à déterminer les implications de ses propres actions : *« on n'a pas souvent de vrais retours sur ses actions »,* et que la complexité des situations, rend l'incertitude irréductible malgré des estimations et tentatives de réduction de celle-ci.

En ce qui concerne la discussion sur la probabilité... je pense que parler de l'incertitude est très important pour les stagiaires. C'est justement dans ce milieu de la neige ou on n'a pas souvent des vrais retours sur ses actions (were we good or did we get lucky??). En revanche, la probabilité a une définition mathématique... et ce n'est pas exactement ça dont on parle, nous sommes plutôt dans l'estimation (le terme anglais likelihood est plus adapté) surtout dans on réduit la zone concernée à l'échelle d'une pente.
L'idée d'incertitude ou d'estimation est pour moi très connecte voire intrinsèque au mot "danger".

Figure 10 : Extrait de mail portant sur l'incertitude (inconnu) lors d'un échange entre les membres du groupe

Un autre membre évoque également l'incertitude comme inhérente au milieu montagnard lui-même, décrit comme *« des milieux pleins d'incertitudes »* ou encore des *« contextes d'incertitudes »* (extraits d'entretien). Dans ces différentes propos, l'incertitude est présentée de différentes manières mais

semble toujours se référer à une approche complexe de la situation, intégrant le fait qu'on ne peut jamais tout savoir dans les pratiques en milieu montagnard.

3.3 Le ressenti : délétère ou complémentaire à une analyse « factuelle » ?

Enfin, le ressenti apparaît comme un élément majeur structurant ces outils. Lors des entretiens et de l'observation participante, nous avons constaté que les exemples donnés pour évoquer ce terme renvoyaient à des définitions assez divergentes.

Certains membres du groupe considèrent le ressenti comme un élément délétère à l'analyse « factuelle ». Des exemples tels que « *une trop forte envie* », « *une peur disproportionnée* », *« un problème sur la route* », *« une mauvaise nuit* » (extraits d'entretiens), sont utilisés pour définir les éléments sous-entendus derrière le terme ressenti. Ces différents éléments possèdent systématiquement une valence négative, décrits comme néfastes et considérés comme faussant l'analyse « objective » du Winter Journal. Dans ce cas, la prise en compte du ressenti est jugée importante afin de pouvoir s'en défaire. Cette considération peut être illustrée par le verbatim suivant : *« Si bien sûr, bien sûr, ça fonctionne à double sens. Tu peux très bien avoir une envie qui dépasse le risque raisonnable d'accord, […] et puis tu peux très bien être aussi inhibé. Tu te fais peur avec quelque chose qui, on va dire, n'est pas, comment dire en soi, quelque chose de dangereux ».* Ces mêmes membres du groupe positionnent le questionnement du ressenti du groupe comme l'opportunité d'une adaptation *« au plus faible psychologiquement* » (note ethnographique).

D'autres membres du groupe ont évoqué le *ressenti* comme une intuition, un « *feeling dans le ventre* » (extraits d'entretiens) face à une situation. Cette sensation, dont les ressorts sont difficilement descriptibles, est décrite comme pouvant soit confirmer une analyse « factuelle » positive, soit conduire un professionnel à renoncer même après une analyse factuelle positive. Dans ce cas, le ressenti est à considérer car il est décrit comme relevant de l'expertise et doit donc être pris en compte. Le verbatim suivant permet d'illustrer à la fois une manière de définir le ressenti et l'intérêt de l'intégrer dans la formation : *« il y a un truc que j'appellerais l'intuition. […] ils ont déjà un vécu sur la neige, ils ont peut-être déjà vu des avalanches ou bien ont été confrontés à des choix à faire sur des pentes et tout, du coup. En fait, l'expliciter, en parler, ça permet de mieux le créer. Tu as l'intuition donc ça je pense ça c'est une bonne raison pour en parler dans l'outil. »* (extrait d'entretien*).*

3.4 Mise en perspective des conceptions aux fonctions attribuées aux outils

Cette première analyse de nos matériaux fait émerger une cohérence entre les conceptions de l'incertitude et du ressenti, et la manière dont les outils et leurs fonctions sont envisagés.

Une conception négative du ressenti, perçu comme délétère à la prise de décision, tend à s'associer à une conception de l'incertitude comme construite au cours de la démarche probabiliste d'analyse du risque portée par le Winter Journal. Dans ce cadre, Guidoss est décrit comme un outil de support au Winter Journal, permettant de prendre en compte le ressenti pour s'en défaire afin de valoriser une démarche probabiliste se voulant objective. Le verbatim suivant permet d'illustrer nos propos : *« Et donc c'est hyper important que ça soit pour Guidoss, que ça soit le Winter Journal, d'intégrer ce côté affectif* [le ressenti], p*arce que si tu l'intègres pas dans ta décision, si tu apprends pas, si tu veux à reconnaître tes émotions, à reconnaître les moments où tu es trop dans l'émotif, pas assez dans la réflexion ou le contraire, c'est là que tu peux potentiellement louper des choses et que ça peut devenir très grave »*. Ainsi, la démarche du Winter Journal est, dans cette conception, l'outil principal de la formation, tandis que Guidoss en est un élément plus périphérique.

À l'inverse, une conception du ressenti comme sentiment tacite, intuitif orientant la décision s'associe davantage à une conception de l'incertitude comme inhérente à toute activité dans le milieu montagnard. Guidoss et Winter-Journal sont dans ces conceptions des outils complémentaires, s'enrichissant dans leurs utilisations conjointes. Le verbatim suivant permet d'illustrer cette complémentarité par superposition des démarches des outils : *« c'est même presque superposé et ça, me convient bien parce que pour moi, l'approche Guidoss, l'intégration des ressentis des personnes, ça c'est quelque chose qui se résume difficilement à des étapes précises du coup de l'avoir sous les yeux en*

même temps que qu'on fasse une démarche analytique, je trouve ça très bien […] Pour vraiment, avec les stagiaires, utiliser la partie ressenti humain du Guidoss dans la démarche WJ, DCMR, c'est super. Parce que en fait pour moi ça peut aller dans les deux sens tu vois, moi je le je le vois comme des bulles qui coexistent » (extrait d'entretien). Un autre membre décrit ainsi le rôle du ressenti dans Guidoss comme un « *veto* » à la prise de décision. Non seulement complémentaire à l'analyse probabiliste du Winter Journal, le ressenti peut dans certains cas s'y substituer entièrement. Nous identifions chez ces membres une complémentarité des démarches des deux outils dans la formation et dans l'activité des guides de haute montagne.

Le Tableau 3 illustre la manière dont semblent s'agencer les différentes conceptions évoquées jusqu'alors chez les différents membres du groupe de travail ainsi que le rapport entre les outils.

Tableau 5 : Cohérence entre les conceptions des notions sous-jacentes aux outils et rapport entre les outils de formation chez les membres du groupe de travail interrogés

Membres	Conception de l'incertitude	Conception du ressenti	Rapport entre les outils
1	Pas interrogé	Perturbateur – négatif	WJ > Guidoss
2	Pas interrogé	Perturbateur – négatif	Pas documenté
3	Probabilité – objectivation	Perturbateur – négatif	WJ > Guidoss
4	Complexité – imprévisibilité	Intuition – sentiment tacite	Complémentaire
5	Complexité – imprévisibilité	Intuition – sentiment tacite	Complémentaire
6	Complexité – imprévisibilité	Intuition – sentiment tacite	Complémentaire

4 DISCUSSION

Nos résultats mettent en évidence une hétérogénéité dans les conceptions émiques de la sécurité, du risque et de la prise de décision. En effet, nous constatons la coexistence, au sein du groupe travaillant sur les outils, de deux conceptions faisant écho aux concepts théoriques de « Safety I » et Safety II » développés par Hollnagel (2018) et aux approches du guidage mises en évidence par Løland et Hällgren (2022) et Løland et al. (2023). Ces résultats suggèrent également que ces différentes conceptions appellent à des usages différenciés des outils pédagogiques en situation.

La Sécurité I considère la sécurité comme l'absence d'accidents ou d'erreurs sur le terrain. Selon cette approche, les défaillances sont identifiées puis éliminées. Lorsqu'elles persistent, des procédures doivent être mises en œuvre selon des conditions préalablement anticipées. Il s'agit d'une approche normative de la sécurité (Nascimento et al., 2014), dans laquelle l'individu constitue la principale source d'erreur au sein d'un système dont les autres défaillances ont été éliminées. Cette approche fait écho et étaye la manière dont certains membres du groupe caractérisent le ressenti comme un élément délétère à l'analyse objectivée du terrain et à l'application des procédures adéquates. Nos résultats révèlent également une tendance de ces mêmes individus à considérer l'incertitude comme maitrisable par la démarche et l'analyse si elle est effectuée fidèlement et de manière objective. La variabilité humaine apparaît ainsi comme un obstacle à une analyse standardisée des conditions. Cette conception décrite fait référence au guidage considéré comme la réalisation d'une bonne prise de décision, à un moment donné, basée sur une vérité du terrain objectivable et objectivée, permettant de limiter le risque (Løland et al., 2023). Par ce premier point, nous faisons l'hypothèse d'une considération du monde comme possédant une réalité objective, à analyser le plus fidèlement possible.

La Sécurité II envisage davantage la sécurité comme une capacité d'ajustement permettant une adéquation avec la situation, partiellement imprévisible. Nous évoquons une approche adaptative de la sécurité (Falzon, 2011). Dans cette perspective, la sécurité n'est pas définie par l'absence de dysfonctionnement mais plutôt comme la capacité à faire en sorte que les choses se passent bien, même face à la variabilité du milieu (Hollnagel, 2018). Les résultats concernant la conception de certains membres sur le ressenti comme une ressource à prendre en compte pour s'ajuster et s'adapter dans un milieu incertain, fait directement référence à cette approche de la sécurité II. Dans cette perspective, le ressenti n'est pas un biais à éliminer mais une forme d'expertise incarnée permettant

au guide de capter des signaux faibles de la situation et d'ajuster sa progression en temps réel. En cohérence avec cela, le guidage est envisagé comme une co-construction itérative et continue entre le guide, les clients et l'environnement, à partir de l'identification d'indices observables mais également incarnés à chaque instant (Løland & Hällgren, 2022 ; Løland et al., 2023). Ce second point nous amène à faire l'hypothèse d'une incertitude dépendante du couplage entre l'individu et son environnement, tant dans ce qui est perçu comme incertain par l'individu que dans les actions qu'il met en œuvre pour la réduire. L'expertise, dans une temporalité beaucoup plus large, constitue alors le produit et le socle de ce couplage.

Les résultats présentés ici restent exploratoires. Une analyse des discours dans d'autres contextes et une étude située de leur activité au cours de la formation nous permettront d'affiner la manière de formaliser les conceptions de chacun en relation avec les fonctions attribuées aux outils et leurs usages. La suite du travail de thèse s'y attachera.

Enfin, nos résultats suggèrent que la distinction entre Sécurité I et Sécurité II pourrait s'enrichir d'une conceptualisation de l'incertitude. D'un côté, inhérente à des démarches probabilistes de calcul de risque visant à éliminer l'incertitude, dans une considération d'une réalité objective et objectable en totalité. De l'autre, inhérente à l'activité en milieu montagnard et plus largement en considérant qu'elle émane d'un couplage entre un individu et son environnement. Ainsi, ce travail interroge sur la manière dont les guides de haute montagne et leurs formateurs perçoivent ou non l'incertitude en situation, dans des milieux décrits comme évolutifs, incertains et risqués (Lièvre & al., 2020).

5 BIBLIOGRAPHIE

Béguin, P. (2007). Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *Activités, 4*(2), 107–114. https://doi.org/10.4000/activites.1719

Falzon, P. (2011, juin). *Rule-based safety vs adaptive safety: An articulation issue*. [Communication présentée au 3rd International Conference on Health Care Systems, Ergonomics and Patient Safety] (HEPS), Oviedo, Espagne.

Girard, A., Caroly, S., & Falzon, P. (2019, septembre). *La formation des guides de montagne : Un enjeu de sécurité*. [Communication présentée au 54e congrès de la SELF], Tours, France.

Hällgren, M. (2022). 'Where to ski?': An ethnography of how guides make sense while planning. *Leisure Studies, 42*(6), 866–882. https://doi.org/10.1080/02614367.2022.2153905

Hollnagel, E. (2018). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. CRC Press.

Lièvre, P., Mérour, E., Récopé, M., & Rix-Lièvre, G. (2020, juillet). *What's the extreme? Toward an integrative framework*. [Communication présentée au 36th EGOS Colloquium], Hambourg, Allemagne.

Løland, S., Søreide, M. N., Hällgren, M., & Hetland, A. (2023). Updating in the mountains: A sensemaking perspective on ski guiding. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism, 44*, Article 100660. https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100660

Mourey, J., Perrin-Malterre, C., & Ravanel, L. (2020). Strategies used by French Alpine guides to adapt to the effects of climate change. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *29*, 100278. https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100278

Nascimento, A., Cuvelier, L., Mollo, V., Dicioccio, A., & Falzon, P. (2014). Constructing safety: From the normative to the adaptive view. In P. Falzon (Ed.), *Constructive ergonomics* (pp. 111–125). CRC Press.

Rix-Lièvre, G., Cahour, B., & Guibourdenche, J. (2024). Partir de l'« expérience vécue » pour comprendre l'activité humaine. *Revue d'anthropologie des connaissances, 18*(1). https://doi.org/10.4000/rac.32271

Theureau, J. (1992). *Le cours d'action : Analyse sémiologique. Essai d'une anthropologie cognitive située*.

SYMPOSIUM #2 :

PROSPECTIVE ET CRÉATIVITÉ L'ERGONOMIE POUR IMAGINER LES FUTURS DU TRAVAIL ET DE LA VIE QUOTIDIENNE

Prospective et Créativité : l'ergonomie pour imaginer les futurs du travail et de la vie quotidienne

Organisateurs

Nathalie Bonnardel,
Aix Marseille Université

Eric Brangier
Université de Lorraine

L'ergonomie s'est donnée pour mission de concilier les êtres humains avec les objets qu'ils fabriquent, les machines qu'ils inventent et les organisations qu'ils subissent… et cela n'est pas une mince affaire. Qui plus est, notre environnement change sans cesse et à toute allure, voire perturbe … L'intelligence artificielle s'invite à la table, la transition écologique frappe à la porte, les formes du travail se métamorphosent avec une désinvolture qui confine à l'insolence. Analyser ce qui existe ne suffit plus ! Il faut anticiper et même imaginer ce qui n'existe pas encore. Il faut se risquer dans des futurs possibles, dans des scénarios prospectifs, dans des voyages mentaux dopés à l'imagination afin de rendre le monde de demain plus humain.

« Prospective et Créativité » : ces deux mots pourraient sembler se connaître depuis toujours. Pourtant, leur rencontre reste une aventure qui vaut bien une série de communications à Epique'2026. Cette rencontre invite l'ergonomie à quitter le confort du diagnostic pour s'aventurer vers l'inconnu. Anticiper, imaginer, composer avec l'incertain : voilà des activités qui exigent autant de rigueur que d'audace.

La créativité ressemble à une conversation avec soi, les autres et le futur qui n'existe pas encore. C'est aussi une conversation stimulante entre chercheurs, praticiens, concepteurs et utilisateurs. Chacun y apporte son ignorance, ses savoirs, ses désirs et ses inquiétudes. De ce désordre naissent parfois des idées. Les plus intéressantes ne sont pas forcément les plus spectaculaires : ce sont celles qui permettent aux humains de continuer à habiter le monde qu'ils sont en train de transformer avec, espérons-le, une certaine sagesse. Pour en discuter lors de ce symposium, les communications suivantes permettront d'aborder des aspects complémentaires :

1. Avec **« Prospective en ergonomie et prospective pour l'ergonomie »**, Eric Brangier part de l'idée que les mutations sociotechniques actuelles amènent l'ergonomie à renforcer sa dimension prospective, à la fois pour anticiper les usages futurs et pour réfléchir à l'évolution de ses propres concepts et méthodes. Il distingue la prospective en ergonomie qui porte sur les objets et activités émergents, de la prospective pour l'ergonomie qui interroge l'avenir de la discipline elle-même. Ces deux approches participent d'un même déplacement, faisant évoluer l'ergonomie d'une discipline principalement diagnostique vers une discipline plus stratégique.
2. Avec **« La conception-fiction comme résolution de problème »**, Hamid Bessaa, Justine Brun et Charles Tijus assurent que la création des objets, techniques ou pratiques du futur relève d'une résolution de problèmes où les objectifs se précisent progressivement, favorisant ainsi une innovation véritablement inventive. Leur démarche vise à encadrer, évaluer et superviser la faisabilité des solutions imaginées.
3. Avec **« Plonger les usagers dans l'idéation : modéliser la participation par les niveaux épistémiques de l'exploration des concepts »**, Stéphane Safin, Aliénor Morvan, Tomás Dorta et Françoise Détienne analysent la manière dont usagers et concepteurs construisent collectivement des idées lors d'ateliers de co-idéation participative. À partir des niveaux épistémiques du discours, ils proposent une grille permettant de mettre en évidence les dynamiques de conception, les stratégies de médiation et les tensions qui émergent dans les échanges. Cette approche ouvre des perspectives pour développer des outils favorisant une meilleure complémentarité des connaissances en conception participative.
4. **« Comment se projette-t-on imaginairement dans un usage futur ? Dimensions, processus et profils »** est la question abordée par Sonia Adelé et Béatrice Cahour. Ici, l'imagination permet de dépasser le présent pour créer des mondes possibles et envisager de nouveaux usages. À partir d'entretiens d'explicitation

projetés dans l'usage d'un véhicule inédit, leur étude met en évidence les dimensions perceptives, cognitives, émotionnelles et motrices de l'imaginaire. Elle révèle également les processus qui structurent cette activité mentale, tels que les comparaisons avec le connu, les incohérences ou les fragmentations spatio-temporelles. Ces résultats ouvrent des pistes pour mieux mobiliser l'imagination dans les méthodes de conception.

5. Avec **« Personas et créativité : effet des profils motivationnels sur la performance créative »**, Wanji Li, Andréa Boisadan, Céline Viazzi, Cynthia Lopez-Bagousse et Stéphanie Buisine proposent d'enrichir les personas en y intégrant des profils motivationnels afin de mieux représenter les mécanismes psychologiques qui orientent les comportements. Fondés sur des théories de la motivation et des données relatives à la mobilité écologique, ces profils devraient favoriser l'identification, l'empathie et la créativité des concepteurs. Présentée et discutée avant la phase expérimentale, cette démarche ouvre une réflexion sur les outils en ergonomie prospective.

6. Avec **« Le 'design-fiction effect' : dépasser l'effet de fixation et les biais cognitifs liés à l'activité de conception orientée futur »**, Cynthia Lopez-Bagousse, Thomas Arciszewski et Nathalie Bonnardel examinent les limites cognitives de la conception du futur, notamment les effets de fixation et les biais liés à l'expérience passée. Ils montrent que le design-fiction, à travers la narration, les artefacts fictionnels et les scénarios inattendus, constitue un levier pour stimuler une conception plus exploratoire. L'observation d'ateliers d'écriture et de jeux de prospective met en évidence le rôle médiateur et réflexif de ces dispositifs.

7. **« Le critère complétude pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives et guider le déploiement des technologies futures »** s'intéresse au critère de complétude des besoins futurs, encore peu utilisé dans les démarches prospectives. Naomi Kamoise et Clément Guérin proposent de l'évaluer à partir des différentes composantes d'un besoin, dans le contexte d'une coopération entre un responsable de maintenance et un jumeau numérique. Cette approche vise à mieux comparer les méthodes prospectives et à faciliter la traduction des besoins futurs.

8. **« Penser et créer les futurs du travail : apports de l'analyse de l'activité dans un contexte de développement technologique »** montre comment l'analyse de l'activité peut servir de point d'appui pour anticiper les transformations du travail liées aux évolutions technologiques. Mélanie Biencourt, Irène Gaillard et Béatrice Barthe présentent une étude menée dans des centres de tri des déchets, qui articule observation du travail réel, compréhension systémique des situations et réflexion prospective. Cette démarche vise à penser le travail futur à partir des activités concrètes, en tenant compte des variabilités et des marges de manœuvre des opérateurs.

9. Avec **« L'ergonomie pour imaginer les futurs du travail et de la vie quotidienne : le cas des stades de sommeil chez les nouveau-nés prématurés »**, Clara Auvrouin-Zaragoza, Julien Nelson et Sylvia Pelayo présentent une méthode d'ergonomie prospective destinée à accompagner l'introduction d'un système d'intelligence artificielle pour l'identification des stades du sommeil chez les nouveau-nés prématurés. En tant qu'aide à la décision médicale, cette technologie est susceptible de modifier le sens et les pratiques du travail des soignants. L'approche proposée vise à anticiper ces transformations et à coconstruire des formes d'activité future jugées acceptables par les acteurs concernés.

Prospective en ergonomie et prospective pour l'ergonomie

Eric Brangier
Université de Lorraine – Metz, Perseus, Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience Utilisateurs. EA 7312
Eric.Brangier@univ-lorraine.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Face à l'accélération des transformations sociotechniques et à l'incertitude croissante des contextes de conception, l'ergonomie est amenée à repenser ses cadres d'intervention, son rapport au temps et ses modes de production de connaissances, en renforçant ses visions pour le futur, en se donnant des moyens de mieux anticiper les transformations, bref, en devenant prospective. Mais cette orientation prospective peut être appréhendée sous deux angles différents et complémentaires : la prospective EN ergonomie et la prospective POUR l'ergonomie. La première renvoie à l'apparition de nouveaux objets, à l'intégration de cadres, données et résultats issus de la prospective afin d'anticiper des activités, des besoins et des usages non encore stabilisés, et d'orienter des choix stratégiques en amont des projets. Cela montre que l'ergonomie évolue avec les sociétés où elle intervient. La seconde mobilise la prospective comme outil méthodologique pour penser l'avenir de la discipline elle-même, ses compétences et ses paradigmes. Cela invite à des ajouts et des glissements notionnels, ainsi qu'à la production de nouvelles méthodes. Cette communication soutient que ces deux formes de prospective participent d'un même déplacement disciplinaire, transformant l'ergonomie d'une discipline principalement diagnostique en une discipline plus prédictive, projective et stratégique.

MOTS-CLÉS :
Prospective, méthodes, paradigme scientifique, glissement notionnel, cadre évolutionnaire.

1 INTRODUCTION : L'ERGONOMIE FACE À L'INCERTITUDE DU FUTUR

Les transformations contemporaines (numérisation, automatisation, mutation énergétique, transitions environnementales, reconfigurations organisationnelles…) confrontent l'ergonomie à des objets de plus en plus instables et évolutifs. Dans ce contexte, l'activité humaine ne peut plus être appréhendée uniquement à partir de situations existantes ou de projets déjà spécifiés, mais doit être pensée à travers l'incertitude, la créativité et la projection (Robert & Brangier, 2012 ; Stanton, Salmon & Walker, 2017).

La prospective s'impose alors comme une ressource importante pour l'ergonomie. Toutefois, cette intégration recouvre au moins deux réalités distinctes. D'une part, une prospective en ergonomie, centrée sur l'anticipation des usages et des activités futures dans les projets qui correspondent à de nouveaux thèmes d'intervention. D'autre part, une prospective pour l'ergonomie, tournée vers une réflexion stratégique et épistémologique sur l'avenir de la discipline elle-même et ses méthodes et moyens. Cette communication propose une synthèse réflexive soutenant que ces deux orientations ne doivent pas être pensées séparément, mais comme des composantes interdépendantes.

Pour développer cette idée, une première partie reviendra sur les contours de l'ergonomie prospective, pour aborder dans une deuxième partie la prospective en ergonomie, une troisième la prospective pour l'ergonomie, et enfin, la quatrième partie proposera une articulation de ces deux orientations complémentaires.

2 L'ERGONOMIE PROSPECTIVE (EP) : ANTICIPER ET INVENTER DES FUTURS… LA CONCEVABILITE COMME OBJET DE RECHERCHE ET D'INTERVENTION

L'EP désigne un mode d'intervention situé en amont des projets de conception, à un stade où les problèmes, les solutions et parfois même les objets techniques restent indéterminés. Brangier et Robert (2014) proposent de la distinguer de l'ergonomie corrective, centrée sur l'analyse de situations existantes, et de l'ergonomie de conception, qui intervient dans des projets déjà cadrés.

Cette orientation prospective repose sur un postulat central : les besoins futurs ne peuvent être inférés par simple extrapolation des usages présents. Le futur n'est donc pas réductible à une interprétation des activités actuelles, mais fait intervenir des anticipations des besoins futurs. Pour répondre à cette difficulté, l'EP mobilise et revisite des méthodes issues des « *future studies* » et du design orienté futur : scénarios d'usage, exploration de signaux faibles, analyse de tendances, design fiction, personas ou dispositifs de projection guidée (Robert & Brangier, 2024). L'EP est donc traversée par des orientations conceptuelles et méthodologiques qui permettent de penser les conditions de possibilité du futur des activités et usages, donc visant à définir et caractériser la « concevabilité » des produits, services et systèmes futur. Avec la concevabilité, il ne s'agit plus seulement pour l'ergonome de concevoir ou de participer à la conception, mais de devenir un acteur stratégique, contribuant à structurer les possibles plutôt qu'à optimiser des solutions déjà définies. Il passe d'acteur de la conception à organisateur de ce qui est concevable. Cela a pour devoir de mieux :

- Comprendre où la concevabilité s'exerce et s'exercera (les champs de la prospective),
- Étayer les représentations de la concevabilité (la validité des méthodes prospectives),
- Partager les résultats justifiant la concevabilité (participation aux décisions stratégiques).

La concevabilité désigne le degré selon lequel un artefact, un système, une organisation ou une situation de travail ou d'usage peut être pensé, projeté et transformé en solution de conception pertinente, au regard de l'activité humaine réelle ou anticipée, de ses contraintes, de ses ressources et de ses valeurs. Autrement dit, ce qui est concevable est ce qui peut raisonnablement faire l'objet d'une conception qui tienne, pour les humains, dans l'usage, le temps et le réel. La concevabilité ne se confond pas avec la faisabilité technique (ce qui peut être fabriqué), ni avec la viabilité économique (ce qui peut être rentable), ni plus avec l'utilisabilité (ce qui est facile à utiliser une fois conçu), ni encore avec l'acceptabilité (ce qui est socialement ou éthiquement recevable). La concevabilité précède souvent ces dimensions : elle conditionne ce qu'il est pertinent d'imaginer et d'explorer pour une conception ultérieure.

Du point de vue ergonomique, la concevabilité repose sur une hypothèse centrale selon laquelle on ne conçoit jamais un produit ou un système « en soi », mais toujours une transformation possible de l'activité humaine, rappelant ainsi que l'usage est le plus puissant maître en toute chose. La concevabilité ne porte pas seulement sur ce qui est concevable aujourd'hui (ergonomie de conception), mais sur ce qui pourrait devenir concevable demain. La concevabilité devient alors (a) un outil de délimitation des futurs plausibles de l'activité et (b) un pont entre imagination (scénarios, fictions, méthodes de créativité) et conception orientant des activités et usages possible dans le futur. La concevabilité est donc une propriété des futurs envisagés, et non pas des objets conçus. Elle alimente la décision stratégique, dans le sens où elle oriente des décisions relevant des moyens financiers et humains.

3 LA PROSPECTIVE EN ERGONOMIE : ANTICIPER LE FUTUR AFIN D'ETENDRE LES DOMAINES D'INTERVENTION DE L'ERGONOMIE ET DE REPONDRE AUX DEMANDES NOUVELLES

La prospective en ergonomie s'intéresse à la manière dont l'ergonome peut anticiper les évolutions des systèmes sociotechniques pour concevoir aujourd'hui des dispositifs viables demain. Elle suppose un déplacement temporel de l'analyse ergonomique dans le sens où il ne s'agit plus seulement d'adapter le travail existant, mais d'imaginer les conditions futures d'usage, les métiers émergents, les nouvelles formes d'activité, les risques inédits et les compétences à venir… Ici, les résultats et données issues de la prospective (projections par secteur économique, construction de scénarios, analyses de tendances, identification de signaux faibles, modélisation morphologique…)

permettent à l'ergonome de comprendre et simuler des futurs plausibles. Ainsi, la prospective en ergonomie élargit la temporalité de la discipline : elle prépare l'intervention ergonomique à des contextes instables, hybrides et anticipatoires, tels que l'anthropocène, les migrations, les systèmes autonomes, etc. La prospective en ergonomie, c'est donc s'inspirer de la prospective pour cadrer « ce qui que va se faire ? où cela va-t-il se faire ? ».

Tableau 6 : Domaines de prospective à intégrer à l'ergonomie : « ce qui commence à se faire et se fera plus en encore dans l'horizon temporel des 20 prochaines années et dans quels domaines d'activité ?».

Domaine	**Enjeux 2030–2050**	**Exemples de thématiques pour les interventions EN ergonomie prospective**
Sociétale & démographique	Adapter protection sociale, santé, gouvernance	Population et dynamiques sociales : natalité, vieillissement, migrations, urbanisation, inégalités sociales. Éducation et culture : évolution des compétences, des valeurs, des comportements collectifs. Santé et bien-être : systèmes de soins, prévention, transitions épidémiologiques, bioéthique. Modes de vie et consommation : changements générationnels, loisirs, alimentation, mobilités.
Technologique & numérique	Éthique, souveraineté, cohabitation et collaboration humain–machine	Innovation et rupture technologique : IA, robotique, nanotechnologies, biotechnologies, quantique, etc. Transformation numérique : données massives, automatisation, cybersécurité, plateformes, métavers. Interaction humain–technologie : ergonomie, expérience utilisateur, technosymbiose. Éthique et régulation technologique : gouvernance des IA, souveraineté numérique, transparence algorithmique.
Économique & industrielle	Modèles productifs durables, soutenables & résilients	Modèles productifs et travail : automatisation, télétravail, économie des plateformes, Industrie 5.0. Systèmes économiques mondiaux : globalisation, relocalisation, capitalismes alternatifs. Prospective de l'emploi et des compétences : métiers émergents, obsolescence des savoir-faire. Innovation sociale et économie circulaire : modèles coopératifs, durabilité, inclusion.
Environnement & énergie	Décarbonation, sécurité énergétique, réchauffement climatique.	Changements climatiques : scénarios de réchauffement, adaptation des sociétés. Transition énergétique : mix énergétique, sobriété, stockage, hydrogène, nucléaire. Ressources naturelles et biodiversité : gestion durable, agriculture, eau, forêts. Aménagement des espaces futurs : urbanisme durable, mobilités douces, ruralité du futur.
Politique & géostratégique	Coopération, prévention des conflits, stabilité	Relations internationales : multipolarité, conflits, alliances, souverainetés. Institutions et gouvernance : évolution des États, démocratie, gouvernance mondiale. Sécurité et défense : cyberdéfense, menaces hybrides, sécurité énergétique et sanitaire. Prospective européenne ou régionale : intégration, territoires, coopérations frontalières.
Travail & organisations	Sens du travail, compétences, performance soutenable	Évolution des organisations : management, gouvernance, intelligence collective. Qualité de vie au travail : santé, charge cognitive, sens du travail. Transformation des métiers : hybridation homme–machine, compétences augmentées. Ergonomie et conception anticipée des environnements de travail futurs.
Scientifique & éthique	Cadres éthiques, responsabilité, acceptabilité sociétale.	Sciences du vivant : génétique, neuroscience, biologie synthétique. Sciences cognitives et intelligence artificielle : cognition augmentée, coévolution humain–IA. Éthique des technologies : valeurs, responsabilité, acceptabilité, justice cognitive. Philosophie du futur : anthropotechnique, humanisme numérique, post et transhumanisme.
Territoriale & urbaine	Villes sobres, inclusives, résilientes	Aménagement du territoire : équilibre des régions, développement local, infrastructures. Villes intelligentes : smart cities, mobilités, inclusion numérique. Résilience territoriale : adaptation aux crises, circuits courts, autonomie énergétique.
Institutionnelle & éducative	Compétences futures, équité d'accès, modèles hybrides	Universités du futur, IA éducative. Éducation du futur : hybridation, apprentissage adaptatif, IA pédagogique. Prospective des politiques publiques : anticipation des besoins sociétaux, gouvernance par scénarios.

L'EP se situe à l'amont des situations existantes. Elle ne se limite plus à analyser *ce qui se fait*, mais interroge explicitement *ce qui se fera* et *où cela va se faire*. Dans cette perspective, la prospective constitue un cadre indispensable pour la concevabilité des produits, services et systèmes relatifs aux transformations sociétales, technologiques, organisationnelles et environnementales qui façonneront les activités humaines à l'horizon 2030-2050.

Le tableau 1[40] propose une cartographie des grands domaines de prospective pertinents pour l'ergonomie, en mettant en évidence les enjeux majeurs à venir et les thématiques susceptibles de nourrir des interventions ergonomiques anticipatrices. Il s'agit moins de prédire l'avenir que de structurer des hypothèses sur les futurs possibles de l'activité, afin d'orienter la concevabilité des

[40] Tableau librement inspiré de la consultation de nombreuses sources, parmi lesquelles (a) *Structures de réflexion* : https://nearfuturelaboratory.com; https://www.futuribles.com; https://www.nesta.org.uk/, https://www.iftf.org/ (b) *Institutions internationales* : https://www.un.org/fr; https://www.weforum.org; https://www.unesco.org/en/futures-literacy ; https://www.ilo.org; https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/strategic-foresight/2025-strategic-foresight-report_en; https://www.oecd.org/en/about/programmes/strategic-foresight.html ; https://www.ecologie.gouv.fr; et (c) *Cabinets de conseils* : https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/mckinsey-global-institute-2025-in-charts ; https://www.deloitte.com/insights

situations de travail et d'usage. Ceci dit, ce tableau 1 invite incidemment à une remarque sur l'évolution de l'ergonomie.

Historiquement, l'ergonomie s'est structurée autour de deux grands champs d'intervention : l'analyse et la transformation des situations de travail, principalement industrielles et organisationnelles, et la conception des situations domestiques et de consommation, à travers l'ergonomie des produits, des services et des interfaces. Ces deux ancrages ont largement contribué à la reconnaissance scientifique et sociale de la discipline, en permettant d'améliorer la santé, la sécurité, l'efficacité et le confort des individus dans des contextes relativement bien circonscrits. Mais, les transformations contemporaines des sociétés, des technologies et des organisations rendent aujourd'hui ce périmètre insuffisant. Les frontières entre travail et hors-travail se brouillent, les activités humaines s'hybrident, et les usages se déploient dans des écosystèmes sociotechniques distribués, connectés et évolutifs. Les plateformes numériques, l'intelligence artificielle, les environnements automatisés, les villes intelligentes ou encore les dispositifs de santé connectée produisent des situations d'activité qui ne relèvent ni exclusivement du travail industriel, ni du cadre domestique traditionnel. Elles engagent des formes d'action, de décision et de responsabilité nouvelles, souvent diffuses, intermittentes et partagées entre humains et systèmes techniques. Dans ce contexte, limiter l'ergonomie à l'analyse de postes de travail ou à l'évaluation de produits finis reviendrait à intervenir trop tard, sur des situations déjà fortement contraintes par des choix technologiques, organisationnels ou politiques antérieurs. L'enjeu n'est plus seulement d'adapter l'existant, mais bien d'anticiper des formes d'activité en devenir, encore instables, parfois invisibles, et pourtant déterminantes pour la santé, le sens du travail, l'autonomie et la qualité de vie des individus…

La prospective en ergonomie invite l'ergonomie à élargir son champ d'intervention vers des situations émergentes, situées à l'interface du travail, de la vie quotidienne, de la citoyenneté et à toutes les infrastructures sociotechniques. Elle ne s'intéresse plus uniquement à des tâches ou à des usages isolés, mais à des trajectoires d'activité, des collectifs distribués, des environnements hybrides et des régulations à long terme. Pour autant, cet élargissement ne constitue pas un renoncement aux fondements de la discipline. Au contraire il en prolonge les principes centraux, en maintenant l'activité humaine comme unité d'analyse, tout en l'inscrivant dans des temporalités plus longues et des domaines plus larges.

En somme, introduire la prospective en ergonomie conduit à un élargissement positionnel qui apporte un capital scientifique et symbolique nouveau à la discipline tout en ouvrant la voie à des interventions capables d'éclairer les choix de conception en amont, de questionner la concevabilité des futurs envisagés et de contribuer à l'orientation des transformations sociotechniques contemporaines. La prospective a sans doute favorisé l'émergence de nouvelles sous-disciplines pour l'ergonomie (ie. Ergonomie verte) tout en sécrétant des disputes scientifiques internes à la discipline entre les approches vues comme légitimes et d'autres vues comme périphériques.

4 LA PROSPECTIVE POUR L'ERGONOMIE : PENSER L'AVENIR DE LA DISCIPLINE AVEC DE NOUVEAUX MOYENS D'ETUDE DU CONCEVABLE

Parallèlement à ces élargissements sectoriels (Tab 1), la prospective s'impose aussi comme un outil de réflexion sur l'avenir des moyens -théoriques et méthodologiques- de l'ergonomie elle-même. Sur le plan théorique, les fondements de l'EP s'appuient sur les recherches en sciences cognitives portant sur la projection de soi dans le futur (cognition orientée future, activité future probable, créativité). Plusieurs travaux montrent que l'imagination d'événements futurs mobilise des processus cognitifs spécifiques, proches mais non équivalents à ceux de la mémoire autobiographique (Arzy et al., 2009 ; D'Argembeau, Renaud & Van der Linden, 2012 ; Colin et al., 2022). Ces résultats soutiennent l'hypothèse d'une cognition prospective, entendue comme une capacité à simuler mentalement des situations futures pertinentes pour l'individu et pour l'activité. Cela implique de recourir à des méthodes favorisant la mise en situation, la projection, la simulation future, la narration du futur, le guidage prospectif, la stimulation de la créativité, l'expression des valeurs, attentes et affects associés aux futurs imaginés… Il s'agit donc pour l'ergonome de maitriser des méthodes (Tab. 2) qui relèvent

de (Robert & al., 2020) : l'ergonomie (analyse de l'activité…), la créativité (brainstorming, design fiction…), la prospective (future studies) et la cognition orientée futur (projection, figuration…).

Dans un objectif de visualisation des méthodes, le tableau 2 propose, de manière non exhaustive, une articulation en quatre types de méthodes : (a) anticipation des besoins, activités et usages futurs, (b) génération et de structuration de scénarios futurs, (c) créativité orientée ergonomie prospective, et (d) matérialisation et de validation des futurs. Ces méthodes constituent de nouveaux leviers de robustesse et de crédibilité des démarches d'EP.

La valeur de ces méthodes ne réside pas dans leur capacité à prédire l'avenir, mais dans leur fonction heuristique et réflexive. Elles permettent de rendre le futur discutable, de faire émerger des enjeux latents (acceptabilité, risques, valeurs, soutenabilité…) et d'organiser des arbitrages précoces des futurs processus de conception.

La prospective pour l'ergonomie interroge, en miroir, la manière dont la discipline elle-même doit évoluer pour demeurer pertinente dans les décennies à venir de manière à envisager les mutations de la profession, de ses compétences, de ses référentiels et de ses champs d'action.

Tableau 7 : Quelques méthodes POUR l'ergonomie prospective. « comment faire pour anticiper le futur et favoriser les projections ? »

	Exemples de méthode	Type	Données produites	Valeur ajoutée pour l'Ergo Prospective	Limites / points de vigilance	Exemples de références
Méthodes d'anticipation des besoins, activités et usages futurs	Analyse de l'activité future	Descriptive et projective	Modèles d'activité future, invariants, ruptures	Permet de transformer l'existant en levier d'innovation	Risque de projection trop conservatrice	Daniellou (2007)
	Entretien prospectif	Projective et verbale	Récits, attentes, valeurs, affects	Accès à la cognition prospective des acteurs	Dépend de la capacité d'abstraction	Brangier et al. (2018)
	Observation critique des usages	Descriptive	Dysfonctionnements, contournements, irritants	Identification de besoins latents	Ne suffit pas seule pour projeter	Prévost et al. (2014)
	Analyse des frustrations / plaintes	Descriptive et projective	Besoins non satisfaits, opportunités	Fécond pour l'innovation incrémentale	Focalisation possible sur le négatif	Stanton, et al. (2017).
	Cartographie conceptuelle	Projective et verbale	Réseaux de concepts, représentations	Structuration des visions futures	Peut rester abstraite sans scénarisation	Nelson et al. (2014)
	Card sorting prospectif	Projective et verbale	Structuration cognitive d'options futures	Clarifie les préférences émergentes	Nécessite stimuli bien conçus	Kuric et al. (2025)
	Probing (sondes culturelles et prospectives)	Projective et mixte	Traces, récits, objets médiateurs	Favorise l'expression indirecte du futur	Analyse longue et interprétative	Moget et al. (2014)
	Projection imagination guidée	Projective verbale	Narrations situées, affects	Mobilise la projection incarnée	Forte dépendance au cadrage	Allain et al. (2019)
Méthodes de génération et de structuration de scénarios futurs	Scénarios d'usage	Projective narrative	Séquences d'actions futures	Méthode centrale de l'EP	Risque de scénarios trop idéaux	Nelson et al. (2013).
	Personas prospectifs	Projective figurative	Archétypes d'usagers futurs	Incarnation des futurs utilisateurs	PB de réduction à des archétypes	Brangier, et al. (2011).
	Créativité par lead users	Projective analytique	Récits longs, trajectoires	Créativité dépendant des domaines	Facteur personnalité et émotion	Boisadan, et al. (2023).
	Storytelling prospectif	Projective narrative	Récits longs, trajectoires	Appropriation collective du futur	Peu formalisé. Grande variété de domaine	Chautard, et al. (2019)
	Analyse de tendances	Projective	Visualisation graphique.	Facilite les représentations à moyen terme	Réduction possible des facteurs explicatifs	Nelson, et al.. (2025).
	Storyboards	Projective figurative	Séquences visuelles	Facilite le dialogue interdisciplinaire	Risque de simplification excessive	Martin et al. (2018)
	Scénarios stratégiques	Projective analytique	Futurs plausibles, contrastés	Lien avec la décision stratégique	Peu centrés utilisateur sans adaptation	Nelson, J et al. (2014).
Méthodes de créativité orientées prospective	Brainstorming orienté usage	Créative et verbale	Idées d'usages, fonctions	Production rapide d'hypothèses	Qualité dépend du cadrage	Nelson (2011)
	Analogies, contraintes et métaphores	Créative et cognition	Transferts conceptuels	Sortir des cadres existants	Risque de déconnexion de l'activité	Bonnardel (2009)
	Jeux de rôles prospectifs (Lego)	Créative et incarnée	Comportements simulés	Mobilise le corps et l'émotion	Exige animation experte	Lesage, et al. (2025).
	Design fiction	Projective narrative	Récits longs à interpréter. Idées de solution.	Exploration d'espace narratifs inédits, à long terme	Problème de validation	Lopez-Bagousse, et al. (2025)
Méthodes de matérialisation des futurs	Prototypes prospectifs	Projective et matérielle	Interactions simulées	Rend le futur "testable"	Coût et réalisme	Wang, et al. (2024).
	Simulations d'activité	Projective et dynamique	Performances, stratégies	Anticipe l'appropriation dans la durée	Forte dépendance aux hypothèses	Ruault et al. (2014)
	Immersion virtuelle	Projective et représentative	Performances, stratégies	Tangibilité	Forte dépendance aux hypothèses	Guegan, et al. (2017).

5 DISCUSSION : ARTICULER « PROSPECTIVE EN » ET « PROSPECTIVE POUR » L'ERGONOMIE

La prospective EN et POUR ergonomie entretiennent une relation de codétermination (tab 3). La première amène à intervenir très en amont des projets. La seconde permet de conceptualiser et de légitimer une transformation disciplinaire : (a) la prospective en ergonomie modifie les cadres d'intervention, et (b) la prospective pour l'ergonomie fournit les outils pour penser ces interventions.

Tableau 8 :Synthèse comparative des deux formes de prospective en ergonomie

Dimensions	Prospective en ergonomie	Prospective pour l'ergonomie
Finalité principale	Identification et production des facteurs rendant possible le fonctionnement d'une connaissance du futur.	Anticiper activités, besoins et usages en vue d'interventions. Penser l'avenir de la discipline
Objet central	Futurs usages, activités, systèmes. Réflexion sur les sciences et les systèmes.	Paradigmes, compétences, rôle social. Réflexion sur les méthodes et les pratiques.
Méthodes	Cartographie prospective et représentation des évolutions, tendances. Prospective et veille.	Analyse réflexive, enrichissement et élargissement disciplinaire.
Type de connaissances	Épistémologiques, théories de la production des connaissances du futur. Stimulantes, orientées futures.	Méthodologiques, inférables, hypothético-déductives, abductives, projectives.
Effet principal	Orientation pour le concevable (et pas seulement pour la conception)	Légitimation et transformation disciplinaire par un enrichissement théorique et méthodologique

L'articulation entre prospective en et pour l'ergonomie conduit également à un déplacement majeur. L'ergonomie ne se limite plus à une fonction diagnostique fondée sur l'analyse de l'activité existante, mais assume une fonction d'orientation stratégique enrichie par des connaissances produites visant moins à décrire le réel qu'à structurer des choix et des trajectoires possibles.

Ce déplacement pose la question du statut de la preuve et de la validité scientifique. En effet, dans un cadre prospectif, la rigueur repose sur la transparence des hypothèses, la cohérence des scénarios, la traçabilité des choix méthodologiques et la capacité à articuler différents registres de savoirs, plutôt que sur la seule reproductibilité empirique. La prospective pour l'ergonomie fournit ici un cadre critique permettant d'éviter à la fois la spéculation déconnectée de l'activité humaine et l'instrumentalisation de la prospective au service de discours d'innovation non questionnés.

Il ne s'agit plus seulement d'observer et corriger, mais de préfigurer et orienter : concevoir des environnements de travail soutenables, accompagner la transformation numérique, anticiper les tensions éthiques et organisationnelles. La prospective devient alors un instrument réflexif pour l'ergonomie, lui permettant de contribuer à la construction d'un avenir du travail et des usages centrés sur l'humain, tout en préservant les valeurs fondatrices de la discipline : la santé, la performance et le développement des personnes au travail. Inversement, l'ergonomie fournit à la prospective une épaisseur humaine et concrète, en ancrant l'anticipation dans l'analyse fine des activités et des contraintes réelles. L'EP peut être comprise comme une évolution contemporaine des sciences de l'activité, caractérisée par une conversion du regard.

Pour analyser cette évolution, un cadre théorique intégrateur s'avère nécessaire, combinant des apports issus de l'épistémologie des sciences. Cette combinaison permet de rendre compte à la fois des dynamiques internes des savoirs, des rapports de pouvoir institutionnels, des transformations sociotechniques et des apports des études du futur.

Une dynamique interne : noyau et périphérie.

Du point de vue épistémologique, le noyau dur de l'ergonomie réside dans l'analyse de l'activité, la prise en compte du réel, la conception centrée sur l'humain. Mais, malgré la stabilité de ce noyau, la ceinture protectrice évolue fortement. Le tableau 1 souligne l'apparition massive de nouveaux objets et terrains, et le tableau 2 met en exergue de nouvelles méthodes. La prospective ne constitue donc pas une rupture paradigmatique au sens strict, mais plutôt une reconfiguration progressive du programme, rendue nécessaire par l'anticipation de situations de travail et d'usage non encore stabilisées. Il s'agit d'une évolution, dans le sens où les concepts ergonomiques (activité, charge, coopération, autonomie...) subissent des variations sémantiques selon les dynamiques contextuelles.

Un champ institutionnel en tension : légitimation et dispute scientifique.

L'émergence de la prospective ne peut être comprise sans une analyse du champ scientifique (au sens de Bourdieu ou de Latour). Cette réorientation de l'ergonomie se développe dans un espace structuré par des rapports de force disciplinaires : entre ergonomie académique et ergonomie de projet, entre sciences expérimentales et approches qualitatives... L'EP y occupe souvent une position intermédiaire, mobilisant des objets et des méthodes encore partiellement légitimés (scénarios de futurs, design fiction, signaux faibles). Sa reconnaissance dépend alors de sa capacité à accumuler du capital scientifique (publications, projets, cadres théoriques stabilisés) tout en répondant à des attentes institutionnelles et sociétales croissantes liées grandement à l'innovation. Cette tension structurelle explique à la fois son dynamisme et les résistances qu'elle rencontre.

Une réponse à une transformation.

Les disciplines ne se transforment pas uniquement par des idées, mais aussi par des réseaux d'acteurs humains et non humains (artéfacts techniques). L'EP émerge précisément dans les zones où les objets techniques précèdent les usages stabilisés, obligeant les ergonomes à intervenir en amont de l'expérience réelle. De ce point de vue, la production des savoirs scientifiques est indissociable de leurs organes techniques. L'EP apparaît alors comme une réponse à la transformation des milieux de travail et d'usage par des technologies qui reconfigurent l'activité future et la capacité de projection des acteurs humains. Elle vise à éviter une technicisation et une normalisation de l'ergonomie en réintroduisant de la réflexivité, du débat et de la délibération dès les phases amont de conception.

Penser les futurs avant leur stabilisation dans le présent.

Enfin, l'EP se distingue par l'intégration explicite d'une couche prospective, issue des « *Future Studies* ». En parallèle des approches prédictives, il s'agit d'explorer des futurs possibles, plausibles ou souhaitables, à l'aide de scénarios, de visions, d'analyses de tendances... Cette couche prospective ne remplace pas l'analyse de l'activité, mais la déplace temporellement, en cherchant à anticiper des formes d'activité encore inexistantes. Cette orientation confère explicitement à l'ergonomie un rôle stratégique : en plus d'adapter les systèmes aux humains, il convient d'orienter les trajectoires sociotechniques, en identifiant précocement les opportunités, les risques et les conditions d'acceptabilité. L'EP devient ainsi un mode d'intervention distinct, situé à l'interface entre science, application et gouvernance des systèmes.

En résumé, l'EP peut être comprise comme une configuration disciplinaire émergente de l'ergonomie, résultant de la recomposition simultanée d'un noyau épistémique, d'une position institutionnelle, des dynamiques transformationnelles et du rapport au futur.

6 CONCLUSION

En articulant prospective en et pour l'ergonomie, cette synthèse met en évidence un déplacement disciplinaire profond : l'ergonomie tend à se constituer comme une discipline de l'anticipation raisonnée. L'enjeu n'est pas de prédire l'avenir, mais de rendre visibles, discutables et orientables les futures sociotechniques possibles, en y inscrivant les valeurs qui fondent historiquement l'ergonomie (Bartlett, 1962). La prospective opère alors deux apports majeurs : des méthodes d'action anticipative et un horizon stratégique de développement disciplinaire.

Cette orientation assume une dimension politique qui pose la question de ce que l'ergonomie souhaite devenir et des valeurs qu'elle entend défendre pour construire le futur.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Allinc, A., Cahour, B., Burkhardt, J.M. (2019). The Guided Imaginary Projection, a New Methodology for Prospective Ergonomics, in S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, and Y. Fujita (Eds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018), Vol. 824, 1340-1347. Florence, Italy: Springer International Publishing.

Arzy, S., Collette, S., Ionta, S., Fornari, E., & Blanke, O. (2009). Subjective mental time: the functional architecture of

projecting the self to past and future. European Journal of Neurosciences. 2009 Nov;30(10):2009-17. doi: 10.1111/j.1460-9568.2009.06974.x.
Bartlett, F. C. (1962). The future of ergonomics. Ergonomics, 5(4), 505–511.
Boisadan, A., Buisine, S. (2023). Who are lead users? Creativity. Theories – Research – Applications, vol. 10(2).
Bonnardel, N. (2009). Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créative. Le Travail humain, 72, 5-22.
Brangier, E., & Robert, J.-M. (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. Le Travail Humain, 77(3), 231–252.
Brangier, E., Bornet, C. (2011). Persona: A method to produce representations focused on consumers' needs, in W. Karwowski, M. Soares, N. Stanton (Eds.), Human Factors and Ergonomics in Consumer Product design. Taylor & Francis.
Brangier, E., Brangier, B., Marache-Francisco, C., Kopp, S., Clausse, J. (2018). An Interview Process to Anticipate Future Needs, in S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association* (IEA, 2018), Florence. Int. Ergon. Assoc. Vol. 824, 718-729.
Chautard, T., & Collin-Lachaud, I. (2019) Introduction de la méthodologie d'analyse du storytelling en marketing : principes, apports et mise en œuvre. Recherche et Applications en Marketing. 34 (3), 33-53.
Colin, C., Martin, A., Bonneviot, F., & Brangier, E. (2022). Unravelling future thinking: A valuable concept for prospective ergonomics. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 23(3), 347–373.
D'Argembeau, A., Renaud, O., Van der Linden, M. (2011). Frequency, Characteristics and Functions of Future-Oriented Thoughts in Daily Life. Applied Cognitive Psychology, 25 (1), 96-103.
Daniellou, F. (2007). Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie. @ctivités, 4(2), 77–83.
Guegan, J., Nelson, J., & Lubart, T. (2017). The relation between contextual cues in virtual environments and creative processes. Cyberpsychology, Behavior and Social Networking, 20(3), 202–206.
Kuric E., Demcak P., Krajcovic M. (2025) Card Sorting Simulator: Augmenting Design of Logical Information Architectures with Large Language Models. Consulté en ligne: https://www.arxiv.org/pdf/2505.09478
Lesage, A., Bourdeau, S., Caron, B. C., & Léger, P. M. (2025). Empowering non-designers with tangible tools for divergent thinking. Ergonomics, 1-16.
Lopez-Bagousse, C., Arciszewski, T., & Bonnardel, N. (2025). Design-fiction approach as a support for creative design activities in prospective ergonomics: an exploratory study. Ergonomics, 1-17.
Maniga, E., Adelé, S., & Cahour, B. (2024). How to catch prospective use? A comparative study of virtual environment movie and guided imaginary for projecting future users in a public space. Ergonomics, 1-14.
Martin, B., Harrington, B. (2021). The Pocket Universal Methods of Design: 125 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions. Rockport Publishers Inc.
Moget C., Bonnardel, N., & Galy-Marie, E. (2014)., « Ergonomie prospective et âge : proposition de méthodes nouvelles pour la conception d'un système de maintien à domicile », Le travail humain, 2014/3 Vol. 77, p. 231-255.
Nelson, J. (2011). Contribution à l'analyse prospective des usages dans les projets d'innovation. Thèse de doctorat, Sciences des Métiers de l'Ingénieur ? Arts et Métiers ParisTech, Paris.
Nelson, J., Buisine, S., & Aoussat, A. (2012). A methodological proposal to assist scenario-based design in the early stages of innovation projects. Le Travail Humain, 75(3), 279.
Nelson, J., Buisine, S., & Aoussat, A. (2013). Anticipating the use of future things: Towards a framework for prospective use analysis in innovation design projects. Applied Ergonomics, 44(6), 948–956.
Nelson, J., Buisine, S., Aoussat, A., & Gazo, C. (2014). Generating prospective scenarios of use in innovation projects. Le Travail Humain, 77(1), 21. https://doi.org/10.3917/th.771.0021
Nelson, J., van Ooteghem, A., & Bourmaud, G. (2025). Analysing trends in the use of technical systems in prospective ergonomics: the case of the phone. Ergonomics, 1-15.
Prévost, M.C., & Spooner, D. (2014). Concevoir rapidement des produits et services innovateurs en utilisant une approche itérative proactive: le cas d'une entreprise d'aide posturale. Le Travail humain, 77 (3), 207-230.
Robert, J.-M., Brangier, E. (2012). Prospective ergonomics: origin, goal, and prospects. Work, 41, 5235-5242.
Robert, J.-M., Brangier, E. (2024). Prospective ergonomics for the design of future things. Ergonomics. 2026 Jan; 69(1):4-21. doi: 10.1080/00140139.2024.2409939. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39413029.
Robert, J.-M., Martin, A., Taraghi, M., Colin, C., Masood, M., Bonneviot, F., & Brangier, E. (2020). Prospective ergonomics at the service of technological innovation, in M.E. Bobillier Chaumon (Ed.). Digital transformations to the test of activity and employees: Understanding and supporting emerging technological changes. ISTE-John Wiley, pp. 114-136.
Ruault, J-R., Gardinetti, E., Kolski, C., Vanderhaegen, F. (2014) Adaptation de l'ergonomie prospective aux systèmes à longue durée de vie. Le travail humain, 77 (3), pp.257-280. 10.3917/th.773.0257. hal-03280629
Stanton, N. A., Salmon, P. M., & Walker, G. H. (2017). Editorial New paradigms in ergonomics. Ergonomics, 60(2), 151–156. https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1240373
Wang, J., Ranscombe, C., & Eisenbart, B. (2024). An integrated prototyping tool to enhance interdisciplinary communication in smart product design. Ergonomics, 1-19.

La conception-fiction comme résolution de problème

Hamid Bessaa
CHArt, Campus Condorcet, 93322 Aubervilliers, France
hamid.bessaa@gmail.com

Justine Brun
CHArt, Campus Condorcet, 93322 Aubervilliers, France
justine.brun88@gmail.com

Charles Tijus
CHArt, Campus Condorcet, 93322 Aubervilliers, France Institut Fredrik Bull Institute, 78340 Les Clayes-sous-Bois, France
Charles.tijus@gmail.com

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Créer, concevoir et inventer de futurs objets, techniques, pratiques est une activité de résolution de problème de conception pour lesquels le but se révèle à mesure de la résolution ; ce qui permet « l'innovation inventive » en évitant la découverte de ce qui existait (Hadamard, 1959). Ayant l'ergonomie prospective comme contrainte, dans le cadre d'une conception fictive (Lopez-Bagousse, Arciszewski & Bonnardel, 2025) en jeu sérieux, considérant les différents modes de résolution de problème, nous définissons à la fois comment concevoir et animer des sessions d'idéation en modifiant les conditions habituelles de participation (méthodes, outils) pour permettre l'innovation, mais aussi l'évaluation et la supervision de sa faisabilité.

MOTS-CLÉS
Conception fictive, ergonomie prospective, expérience utilisateur, serious game, résolution de problèmes

1 INTRODUCTION

A la différence de la science-fiction qui décrit un état futur du monde en extrapolant les données de la science et de la technologie, le design-fiction extrapole les futurs possibles des systèmes existants ; ceci contrairement au design spéculatif qui vise à les perturber et à les critiquer. Dans le cadre de l'ergonomie prospective qui vise l'anticipation de futurs besoins et corrélativement la création de futurs procédés, produits et de services (Brangier & Robert, 2014), nous présentons une approche du *Design-Fiction* (Lopez-Bagousse, Arciszewski & Bonnardel, 2026). Cette approche en Sciences Cognitives de la résolution de problème (Richard, Poitrenaud, & Tijus, 1993 ; Lang et al., 2024 ; Poitrenaud et al., soumis) est basée sur l'analyse de la tâche de l'expérience utilisateur (UXT).

L'UXT est importante en ce qu'elle guide la sélection des critères à considérer pour le design-fiction des activités quotidiennes (*jouer, apprendre, travailler, etc.*) en correspondant de près aux besoins des utilisateurs. À ce titre, les Living Labs (LL) sont des structures permettant de reproduire les contraintes et les opportunités du monde réel (Rosetti & Navarette Hernandez, 2025), réunissant PME, citoyens et chercheurs, afin de convenir d'innovations qui soient aptes à satisfaire les besoins des potentiels utilisateurs, considérant leur utilité, acceptabilité, accessibilité, apprenabilité et utilisabilité ; ceci pour en évaluer l'impact attendu (Barcenilla & Tijus, 2012 ; p. 5262).

Toutefois, la question de recherche dans le domaine de la conception est celle de la détermination d'un produit ou système technique qui soit, à la fois, apte à répondre aux besoins des utilisateurs au

regard de leur expérience, tout en étant une innovation : « *différenciante de l'existant tout en étant UXT compatible* ». En ergonomie prospective, cette question peut être résumée de la manière suivante : « *que peut-on faire (en innovation) en respectant les règles (les contraintes de l'UXT)* ». La question relève du domaine de la résolution de problèmes de conception pour laquelle le but se révèle à mesure de la résolution ; permettant « *l'innovation inventive* » (Hadamar, 1959).

Contrairement à la *découverte* qui concerne ce qui existait déjà mais dont l'existence était jusqu'alors inconnue, l'innovation inventive, telle que définie par Hadamard en 1959, est l'introduction d'une invention, c'est-à-dire « *le fruit d'un comportement original qui concerne une combinaison d'éléments qui n'a pas été réalisée auparavant* » (Tijus, 1988). Ce comportement qui est, selon nous, celui d'une résolution inventive de problème, qui gagne à être collaborative et réalisée dans le cadre d'un Serious Game dédié (Bontoux et al., 2016 ; Lopez-Bagousse, Arciszewski & Bonnardel, 2026).

Préalablement aux validations en LL, l'objectif de cet article concerne l'étude de l'apport du *Serious Game* à la créativité et à l'innovation en permettant la résolution du problème de conception dont relève l'innovation inventive. Pour cela, la première partie qui porte sur la résolution de problème de conception comprend deux sections : une section sur ce qu'est la résolution de problème et la résolution inventive de problème et une section qui spécifie l'apport du Living Lab à l''innovation inventive à partir de ses deux dimensions que sont l'Expérience Utilisateur (UX) et la démarche participative et collaborative à l'innovation. Dans la deuxième partie, nous présentons le Jeu Sérieux comme méthode de mise en situation de la résolution collective de l'innovation inventive. Cette mise en situation, qui comprend les données et les contraintes du problème à résoudre, est présentée avec un cas concret d'innovation : celle du projet Culte. Enfin, la discussion-conclusion présente la synthèse de cette mise en œuvre d'un Serious Game dedié à l'innovation inventive.

2 LA RESOLUTION DE PROBLEME DE CONCEPTION EN LIVING LAB

2.1 Résolution de Problème et Résolution Inventive de Problème

Fondement théorique et pratique de l'innovation inventive, la résolution de problème est, selon nous, trop souvent restreinte aux problèmes de transformation d'états ou d'arrangements. Pour ce type classique de problèmes, il faut trouver comment procéder pour atteindre le but. Il s'agit typiquement de la résolution d'une tâche pour laquelle il y a un but bien défini à atteindre (*e.g., acheter du pain*), des moyens pour y parvenir (*e.g., trouver une boulangerie*), des conditions d'application de ces moyens (e.g., *être dans les heures d'ouverture des boulangeries*), des prérequis (*e.g., avoir le moyen d'acheter le pain*) et des post-requis (e.g., *quitter la boulangerie et rapporter le pain*) qui sont connus. La situation est problématique lorsqu'on ne sait pas (ou ne comprend pas) comment réaliser le but (*e.g., ne pas savoir où trouver une boulangerie*). Autrement dit, lorsqu'on ne connaît pas la procédure à mettre en œuvre pour atteindre le but qu'on s'est donné, étant donné les contraintes à respecter (Richard, Poitrenaud & Tijus, 1993).

Deux autres types de problèmes se distinguent des problèmes de transformation d'états ou d'arrangements : les problèmes de contrôle de processus et les problèmes de conception. Les premiers sont des problèmes pour lesquels le but et les moyens d'y parvenir sont bien définis et connus et il s'agit de veiller à bien les respecter. A l'opposé, les problèmes de conception sont des problèmes pour lesquels le but est inconnu. Dans ce cas, la manière d'y parvenir ne l'est pas non plus. La représentation du but et la procédure à mettre en œuvre se construisent alors de concert se révèlant à mesure de la résolution (Tijus, Ganet & Brézillon, 2006), tenant compte des contraintes licites tout en éliminant les contraintes illicites contredisant la résolution. Ce mode est celui de « *l'innovation inventive* », préconisé en Living Lab, avec néanmoins le risque qu'il s'agisse de la découverte de ce qui existait déjà (Hadamard, 1959).

2.2 Le Living Lab pour l'innovation comme Résolution Inventive de Problème

Le Living Lab (LL) est un lieu d'observation et d'expérimentation installé dans des tiers-lieux (e.g., un musée) pour être au plus près des utilisateurs concernés. Adapté à l'UXT, il permet de faciliter

leur participation aux études ergonomiques concernant l'existant. Il permet ainsi de simuler des solutions existantes qui serait à évaluer du point de vue de leur utilité et praticité (e.g., *l'utilisation d'un nouveau type de four dans une cuisine comme chez soi* ; *celle d'un assistant d'I.A. Générative en conduite automobile ou encore un dispositif permettant de dialoguer avec une œuvre muséale*).

S'agissant de l'innovation inventive de la conception prospective fictive (Lopez-Bagousse, Arciszewski & Bonnardel, 2026) qui vise l'anticipation des futurs besoins et corrélativement la création de futurs procédés, produits et de services, le LL est également bien adapté. Dans le cadre de l'UXT, il permet de construire et de simuler rapidement des environnements propices à l'accueil de possibles innovations résultant de la résolution inventive de problèmes de conception (*e.g., aider à concevoir ce qui n'existe pas encore : un nouveau type de four* ou *un nouveau type d'assistant*) par la participation et la collaboration à l'innovation. Ce qui peut se faire par idéation et cocréation en séance de Brainstorming, mais aussi en simulant les solutions obtenues par la méthode du Magicien d'Oz (Salber & Coutaz, 1993) ; voire en demandant aux utilisateurs participants de réaliser cette simulation à leur convenance (Poitrenaud et al., soumis).

Le Living Lab permet de mettre en œuvre cette conception fictive, une fiction de design, à partir de la réalisation d'un *Serious Game* dédié à l'innovation en mode d'une « *résolution de problème de conception pour laquelle le but se révèle à mesure de la résolution* ».

3 UN SERIOUS GAME DEDIÉ A L'INNOVATION

3.1 Le Jeu Sérieux pour l'innovation en Conception Fictive

Un serious game est un jeu dont la finalité première est autre que le simple divertissement et qui a l'innovation comme finalité (Wittenzellner, Kriz, & Wardaszko, 2025). Pour ce faire, le Serious Game a une mécanique de jeu (sa ludification) dans un contexte sérieux à des fin productives ou professionnelles. L'intérêt du serious game est de fournir les dimensions stimulantes, plaisantes et engageantes du jeu : il n'y a pas à opposer « *jeu ludique* » à « *jeu sérieux* », mais à mesurer l'intérêt l'apport du jeu au sérieux (Brougère, 2021 ; Tijus, Bessaa & Jouen, 2023). En effet, selon Natkin (Constant et al., 2015) « *ce qui fait l'identité du jeu sérieux et son esthétique n'est ni la narration, ni la mécanique de jeu à proprement parler, mais le fait que le joueur se sente responsable de la situation dans laquelle il se trouve et que le jeu sérieux puisse mettre l'apprenant dans une posture plus critique et réflexive en permettant de viser un méta-apprentissage selon l'approche de Shaffer*[41] [1] ».

Pour un jeu sérieux visant l'innovation, il faut en définir les contraintes qui sont celles d'une mécanique spatio-temporelle des objets du jeu et d'une mise en œuvre des fonctions par les actions des joueurs engagées dans une compétition-collaboration. Les actions respectant les règles visent alors à mettre en valeur les compétences des joueurs, prédites supérieures en compétition-collaboration qu'en seule collaboration[42]. Ceci en maintenant l'immersion dans un jeu bien conçu du point de vue du « flow » (Csikszentmihalyi, 1975) comme « *sentiment d'être complètement concentré et plein d'énergie dans une activité, avec un niveau élevé de plaisir et d'épanouissement qui ne dépend pas de ce que nous faisons, mais plutôt de la manière dont nous le faisons*. »

3.2 La Conception Fictive Innovante avec le Jeu Sérieux

Quelle sera la meilleure innovation évaluée en ergonomie, originalité, fonctionnalités ? Pourquoi et comment ? Pourquoi telle processus de résolution innovante de problème aboutit à une réalisation inventive ? Quel mode d'interaction entre joueur aura été plus coopératif et le plus disruptif ?

---

[41] *« Imaginez un système dans lequel les étudiants apprennent à travailler (et donc à penser) comme des médecins, des avocats, des architectes, des ingénieurs, des journalistes et d'autres praticiens qui réfléchissent comme il faut – non pas pour se former à ces professions au sens traditionnel de l'enseignement professionnel, mais plutôt parce que le développement de ces cadres épistémiques offre aux étudiants l'occasion de voir le monde de diverses manières qui sont fondamentalement ancrées dans une activité significative et bien alignées sur les compétences, les habitudes et les compréhensions fondamentales » (Shaffer, 2005).*

[42] *La possibilité d'agents artificiels de l'I.A. Générative est envisagée en veillant à ce que les historiques de conversation ne soient pas collectés et enregistrés.*

Outre ces challenges qui sont des défis motivants, car très ouverts, le jeu sérieux cognitif (Tijus, Bessaa & Jouen, 2023) dédié à l'innovation est basé sur un problème de conception à résoudre tenant compte d'un ensemble de règles et de contraintes à respecter pour produire des événements successifs liés avec un objectif à réaliser selon un processus déterminé par des procédures de mises en œuvre liées via la construction de récits. C'est le cas du Serious Game pour l'Innovation (SEGAI), un jeu plaisant en ce qu'il stimule l'imagination en combinant plusieurs dimensions (*règles comme contraintes, espace – temps - objets, fonctions – procédures - actions, expertises - compétences*) et fournit en objectif une issue plaisante, utile et originale ; entendu et attendu comme objet de fierté.

SEGAI a la forme d'un jeu de plateau où les participants sont répartis en deux ou trois équipes de trois à quatre personnes pour favoriser les échanges en jeu de rôle et les évaluations de l'originalité des propositions intra et inter-équipes. Chaque équipe doit chercher et trouver une solution au problème de conception, les solutions fournies par les équipes pouvant être absolument différentes ou partager des traits en commun ; voire n'en faire qu'une. Pour cela, les participants ont comme objectif et consigne de trouver la meilleure solution du point de vue de trois critères que sont l'utilité, la praticité et l'originalité.

Au cours de la session, l'idéation a lieu en succession d'étapes. Chaque étape consiste pour chaque équipe à produire des propositions concernant l'innovation, à les argumenter en les discutant pour aboutir à une unique proposition qui est alors partagée avec tous les joueurs des autres équipes. Chacune des propositions par équipe est alors évaluée.

Pour chacune des étapes, chaque proposition émise par un joueur dans son équipe est d'abord évaluée individuellement par chacun des joueurs de cette équipe en notant sur une échelle de Likert à 7 points, la proposition en termes d'utilité, praticité et originalité (*3 scores*). La proposition retenue par chacune des équipes est alors pareillement évaluée par tous les joueurs : celle d'une équipe adverse ou celle de sa propre équipe. A la fin du temps imparti pour cette session de conception, chacune des solutions finales des équipes est évaluée par tous les participants sur 7 dimensions : le degré d'avancement et de finalisation de la solution (*1 score*), l'évaluation de la solution en termes d'utilité, praticité et originalité, (*3 scores*) et enfin de la sommation des évaluations successives données aux propositions à chacune des étapes (*3 scores*). De la sorte, il n'y a pas de gagnant ou de perdant : l'objectif étant de proposer sa solution au regard des 7 critères ; chaque participant est également juge des solutions proposées et leur avancée.

3.3 La mise en œuvre du Jeu Sérieux pour la conception d'une Interface Humain-Œuvre

Une première version du Jeu sérieux pour l'Innovation a été utilisée au Living Lab du laboratoire CHArt dans le cadre de l'ANR CULTE[43]. Avec l'objectif de concevoir un système de dialogue intelligent et personnalisé entre une œuvre et ses visiteurs, cette version vise la stimulation de l'engagement et la collaboration pour un design créatif et innovant (Tableau 1). Dans le contexte du musée, les contraintes à respecter ont été considérées. Il s'agit des catégories de jeu de rôle comme visiteur (*scolaire, familial, artiste, historien, géographe ...*) et des trois composantes du dialogue que sont le format (*pragmatique*), les motifs (*métacognition*) et le contenu (*cognition-émotion/appréciation*). Le rôle des participants consistait à jouer à imaginer comment les œuvres exposées dans un musée pourraient interagir avec leur public (Bessaa, Levillain & Tijus, 2020).

[43] *Le projet CULTE (Cultural Urban Learning Transmedia Experience - https://anr.fr/Project-ANR-13-CORD-0018) a été mené en collaboration avec le Musée du Quai Branly - Jacques Chirac, le Centre d'études et de recherche en informatique et communications (CEDRIC) du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM), le laboratoire Cognitions Humaine et Artificielle (CHArt) de l'Université Paris 8 et MAZEDIA, société spécialisée dans la conception et la réalisation de dispositifs audiovisuels et multimédia.*

Tableau 9 : Déroulé du Serious game SEGAI et un exemple d'application

DÉROULÉ GÉNÉRAL DU SERIOUS GAME	EXEMPLE D'INNOVATION : 1 - CULTE
OBJECTIFS DE CONCEPTION	
Définition du problème de conception à résoudre tenant compte des contraintes à respecter.	Concevoir un système dédié aux interactions Humain-Œuvre devant favoriser la découverte de l'œuvre muséale.
CONSIGNE AUX PARTICIPANTS	
Définition de ce qu'est la résolution inventive du problème, la participation individuelle et collective en équipe, la cotation en ligne des éléments de propositions énoncés (*utilité, praticité, originalité*), mode d'évaluation de la proposition finale des équipes.	Pour la résolution inventive, un jeu de rôle en choisissant quel personnage incarner, soit comme visiteur (*enfant, lycéen, enseignant avec ses élèves, parent ...*), comme professionnel du Musée (*gestionnaire, guide, Médiateur culturel, scénographe*) ou comme développeur d'applications (*ingénieur logiciel, UX Manager, Ergonome ...*) ...
RÈGLES ET CONTRAINTES	
Respecter les règles et contraintes relatives à la prise de parole et à la notation : chaque joueur exprime une proposition qui est d'abord évaluée dans l'équipe d'appartenance, l'idée choisie par une équipe est ensuite divulguée à tous les participants qui élisent ensuite une des propositions émises par les équipes. Cette idée peut être reprise ou non par les participants dans leur équipe.	Une partie des règles et contraintes données concerne le dispositif à concevoir. Ainsi, ce qui concerne un type de personnage peut être retenu par une équipe qui ne comprend pas ce personnage parmi ses joueurs.
DÉROULÉ DE LA RÉSOLUTION INVENTIVE	
A chaque étape, qui a comme résultat un apport à la résolution du problème de conception, les joueurs participants sont en interaction intra puis inter-équipes. L'évaluation d'une proposition émise est argumentée au regard de ses apports et de ses inconvénients.	Lors de ce jeu sérieux, des propositions ont été abandonnées suite à des arguments pratiques (*échanges vocaux entre œuvres et visiteur ne conviennent au musée*), ergonomiques (*utiliser des cabines est d'une lourde charge cognitive*) et ces deux propositions qui n'ont pas notées comme très originales.
SYNTHÈSE DE LA RÉSOLUTION INVENTIVE DU PROBLÈME DE CONCEPTION	
La synthèse de la séance de conception comprend la présentation de son déroulé, étape par étape, suivie d'un débat post-session. Que dire des solutions innovantes trouvées ? Que dire du mode de résolution intra et inter-équipe ? Que dire de ce serious game ?	En laboratoire, les critères et contraintes propres au contexte muséal ont été tardivement considérés. En situation Living Lab, la visite du Musée suite à la présentation des objectifs de conception a grandement favorisé l'obtention d'un dispositif optimal.

Pour une conception innovante, il y a une ou plusieurs séances de jeu. Plusieurs séances peuvent être prévues pour un même groupe de participants. Néanmoins, il peut aussi être prévu que si un jeu n'a pu aboutir avec un groupe de participants, qu'il puisse être poursuivi avec un autre groupe, reprenant la résolution inventive du problème dans l'état laissé par le groupe précédent. Dans l'exemple du tableau 1, deux résolutions successives ont été nécessaires pour aboutir à la solution complète de l'innovation. La première résolution a fourni la conception d'une WebApp pour l'échange de messages textuels entre le visiteur et l'œuvre qui se présente elle-même et répond aux questions.

La seconde résolution a concerné des utilisations dans et hors le musée, pour une personne ou un groupe ; ce qui a donné lieu à de nouvelles fonctions qui n'étaient pas prévues dans la demande de solution : préparer la visite en amont, rester en contact avec l'œuvre pour d'éventuelles nouvelles informations à demander ou à fournir.

Pour innover dans le cadre de Résolution Inventive de Problème de Conception, les joueurs débattent entre eux, puis entre équipe. Pour cela, ils avancent des propositions et des arguments qui sont « *autant de cartes à abattre* » pour avancer vers la description de l'invention. Le débat peut être mathématiquement et logiquement formalisé à partir de l'indexation et de la classification des propositions et de leurs arguments (Sassi et al., 2024). Ceux-ci peuvent être extraits des débats pour en fournir la trame temporelle argumentative et, de la sorte, avoir une représentation du mode de résolution de l'invention.

En attendant l'utilisation d'un algorithme qui puisse synthétiser les débats qui ont lieu entre participants, et ici entre joueurs, lors du processus de résolution des problèmes de conception, nous essayons de formaliser la production des propositions émises au regard du problème posé. Une telle formalisation pouvant aider la formulation de l'énoncé du problème de conception à résoudre.

Ainsi, en demandant aux participants[44] aux sessions d'innovations dédiées à la conception du système permettant aux visiteurs du musée de dialoguer avec les œuvres exposées, les premières propositions des participants, partant de la reformulation de la consigne, étaient du type « *En fait, comme visiteur, il s'agit de trouver comment je pourrais discuter avec la sculpture comme avec une personne lorsque je suis face à elle* » (P1), « *et lorsqu'on est plusieurs ensemble, il faut trouver comment on fait* » (P2), « *oui, mais le musée, il a les moyens de faire cela ? Ce qu'il fait, c'est afficher des textes et donner des catalogues* » (P3), « *quand je visite un musée avec des enfants, on prend des écouteurs pour entendre ce qui est dit lorsqu'on s'approche d'une œuvre, mais on ne peut pas parler* » (P4), « *d'ailleurs, on n'a le droit d'utiliser le téléphone dans les musées* » (P5), « *il faudrait des salles où on est tout seul avec les œuvres* » (P6), « *on pourrait avoir un écran tactile près de l'œuvre pour écrire ce qu'on veut lui dire : mais ce n'est pas possible, il faut respecter l'hygiène* » (P7), « *avant de venir au musée, on pourrait envoyer nos questions au musée* » (P8), « *lorsqu'on est nombreux dans un amphithéâtre, il y a un animateur qui donne la parole à tour de rôle pour que l'orateur réponde. Ici, l'orateur c'est la sculpture* » (P9), « *comme collégien, on pourrait avoir un écran une liste de questions écrites préparées à l'avance par le musée et quand on choisit une question, on a la réponse et il est écrit que c'est la sculpture qui nous répond* » (P10), ...

En termes d'expression, les propositions des participants sont soit des reformulations du problème à résoudre (*P1, P2*), soit un rappel des faits (*P3, P4, P5, P7*), soit des analogies à d'autres situations (*P1, P7, P9*) ou encore des hypothèses de solutions (P6, P7, P8, P10). Ces types de propositions qui énoncées dans le cadre du jeu de rôle, sont en outre conçues selon trois points de vue. Le premier point de vue est le point de vue spécifique Bottom-Up qui consiste à partir d'une catégorie spécifique à la situation concrète (*P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P10*) invitant à généraliser. Le second point de vue est le point de vue générique Top-down qui consiste à partir d'une catégorie générale invitant à spécifier (*P5, P6, P7, P9*). Le troisième point de vue est celui d'une composition mixte Bottom-Up / Top-Down (*P1, P7, P9*).

L'étape suivante du développement du Jeu Sérieux SEGAI est d'avancer dans la réalisation du jeu de plateau pour aider les joueurs, en cours de partie, à concevoir l'innovation. Cette aide pourrait être composite : une aide au suivi du débat (Sassi et al., 2024), une aide à l'expression du contenu (*reformulations du problème à résoudre, rappel des faits, analogies à d'autres situations et surtout d'hypothèses de solutions*) et une aide à la prise du point de vue (*spécifique, générique et mixte*).

L'objectif de cette prochaine étape est d'obtenir un jeu sérieux qui soit un orchestrateur de l'innovation en permettant d'analyser l'impact de la gamification sur l'idéation innovante. Pour ce faire, il s'agira d'évaluer son apport selon plusieurs points de vue : (i) le point de vue du jeu, à la fois ludique et collaboratif, (ii) le point de vue des résultats obtenus en résolution de problème de

[44] *Les participants ont été recrutés via https://expestest.risc.cnrs.fr/*

conception, en comparaison expérimentale des méthodes alternatives existantes, (iii) le point de vue de l'évaluation de la motivation à innover et, enfin, (iv) le pont de vue de son apport à la théorie de l'innovation.

4 CONCLUSION : MISE EN ŒUVRE D'UN SERIOUS GAME DEDIÉ A LA CRÉATIVITÉ

SEGAI, le Serious Game dédié à l'innovation a aussi pour objectif de mettre les designers, ingénieurs, concepteurs de l'industrie qui utilisent des méthodes d'idéation en situation de jouer à innover et à innover en jouant. Pour cela, le jeu sérieux doit permettre des situations d'idéation en conception qui soient potentiellement créatives tout en étant réalistes, permettant entre autres de mettre à l'épreuve les contraintes implicites qui restreignent la représentation mentale des possibilités comportementales, fonctionnelles, procédurales et structurales qui sont à distinguer des propriétés de surface (*Figure 1*). Ainsi, pouvoir dialoguer avec l'œuvre (*cf., Tableau 1*) est un comportement du dispositif, qui va dépendre de la réalité ce qu'il pourra faire (*fonctions*) lorsqu'il est utilisé (*procédures de mise en œuvre*) ; ce qui dépendra de sa conception (*structure*). La résolution inventive du dispositif à concevoir a conséquemment un espace problème à parcourir d'une manière efficiente pour obtenir un résultat souhaité (Richard, Poitrenaud & Tijus, 1993 ; Rahimi et al., 2024). Celui-ci sera suivi une phase d'évaluation pour contrebalancer l'imagination à la réalisation du dispositif innovant.

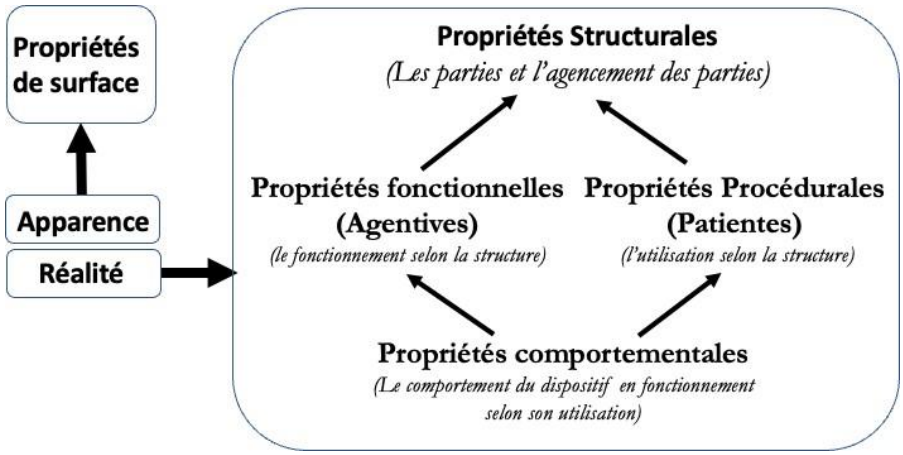


Figure 11 : Organisation des propriétés de surface, structurales, fonctionnelles, procédurales et comportementales du dispositif à concevoir.

Jouer au Serious Game SEGAI permet d'associer le brainstorming qui permet la collecte en groupe d'idées innovantes (Lang et al., 2024) à l'atelier de créativité qui suscite l'éveil, le maintien et l'évolution de la motivation et de l'attention au jeu. SEGAI permet de libérer la pensée exécutrice (*c'est un jeu*) ; tout en fournissant un challenge à une créativité solutionnante : une proposition pertinente est celle qui a finalement un haut degré de faisabilité et d'innovation : utilité, praticité et originalité.

Quand un nouveau produit est en train d'être conçu de la sorte, la compétition idéative a lieu entre des propositions innovantes et concrètes qui augmentent le score individuel et celui de l'équipe. Un score peut ne plus augmenter en cas d'impasse dans la résolution du problème de conception, par exemple suite à la violation d'une contrainte importante.

Notre prochaine étape vise l'évaluation expérimentale de l'innovation par le Serious Game. Le paradigme est celui de la résolution de problème de conception en comparant ce jeu de plateau aux méthodes standard (*Brainstorming, Design Thinking, ...*). Des comparaisons qui seront faites pour un domaine donné (e.g., l'*automobile*), pour divers dispositifs à concevoir (e.g., *rehausseur de siège auto qui serve de valise vs. siège bébé qui serve à ranger les jouets*), selon différents modes de participation (*individuelle vs. équipe*) ; en contrastant la fonction réelle et la fonction jouée (*Ingénieur, Designer, Marketeur: est-on plus innovant en ayant comme rôle sa propre fonction ou celle d'une autre personne?*) et encore le degré d'implication des joueurs au regard de l'attribution des scores à la production d'une idée : évaluer ou non les scores, être ou ne pas être dans l'ignorance de l'attribution des points.

5 BIBLIOGRAPHIE

Anzai, Y., & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological review, 86(2),* 124-140.

Barcenilla, J., & Tijus, C. (2012). Ethical issues raised by the new orientations in ergonomics and living labs . *Work, 41(S1)*, 5259-5265.

Bessaa, H., Levillain, F., & Tijus, C. (2020). The making of Museum works as Smart Things. *Proceedings of the 2019 Human Factors and Ergonomics Society Europe Annual Conference*. Pp 229-237.

Bontoux, L., Bengtsson, D., Rosa, A., & Sweeney, J. A. (2016). The JRC scenario exploration system-from study to serious game. *Journal of Futures Studies*, *20*(3), 93-108.

Brangier, É., & Robert, J. M. (2014). Ergonomie prospective : fondements et enjeux. *Le travail humain*, *77*(1), 1-20.

Brougère, G. (2021). Paradoxes of gamification. In Le Lay, S., Savignac, E., Lénel, P. (Eds), *The Gamification of Society.* Wiley: Hoboken, NJ, USA, Volume 2, pp. 3–18.

Constant, T., Buendia, A., Rolland, C., & Natkin, S. (2015). Enjeux et problématiques de conception d'un jeu sérieux pour la prise de décision. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information - Série ISI : Ingénierie des Systèmes d'Information, 20 (1)*, 107-131.

Csikszentmihalyi, M. (1988). The flow experience and its significance for human psychology. *Optimal experience: Psychological studies of flow in consciousness, 2,* 15-35.

Gimenez-Fernandez, E., Abril, C., Breuer, H., & Gudiksen, S. (2021). Gamification approaches for open innovation implementation: A conceptual framework. *Creativity and Innovation Management*, *30*(3), 455-474.

Hadamard, J. (1959). *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*. Paris : Blanchard.

Lang, J., Jouen, F., Tijus, C., Uzan, G. (2024). Design of a Virtual Assistant: Collect of User's Needs for Connected and Automated Vehicles. In Krömker, H. (eds) *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems*. HCII 2024. Lecture Notes in Computer Science, vol 14732. Springer, (pp 157 – 170).

Lopez-Bagousse, C., Arciszewski, T., & Bonnardel, N. (2026). Design-fiction approach as a support for creative design activities in prospective ergonomics: an exploratory study. *Ergonomics*, *69*(1), 75-91.

Poitrenaud, S., Bessaa, H., Jouen, F. & Tijus, C. (soumis). Possibilités et limites de l'IA Générative : le cas de la conduite automobile avec DEVA, chauffeur de maître.

Rahimi, I., Gandomi, A. H., Nikoo, M. R., Mousavi, M., & Chen, F. (2024). Efficient implicit constraint handling approaches for constrained optimization problems. *Scientific Reports*, *14*(1), 4816.

Richard, J. F., Poitrenaud, S., & Tijus, C. (1993). Problem-solving restructuration: Elimination of implicit constraints. *Cognitive Science*, *17*(4), 497-529.

Rosetti, I., & Navarrete Hernandez, T. (2025). Modelling Cultural Living Labs: A Process-based Review:[Special Issue on Living Labs and Collaborative Innovation]. *Journal of Innovation Management*, *13*(1), 218-242.

Salber, D., & Coutaz, J. (1993). Applying the wizard of oz technique to the study of multimodal systems. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 219-230). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Sassi, I. B., Guenoune, H., Bazin, A., Huchard, M., Lafourcade, M., & Sallantin, J. (2024). Dispositif d'apprentissage automatique collaboratif pour la pratique du débat. In *JADT 2024-17th International Conference on Statistical Analysis of Textual Data*.

Shaffer, D. W. (2005). Epistemic games. *Innovate: journal of online education*, *1*(6), 2.

Tijus, C. (1988). Cognitive processes in artistic creation: Toward the realization of a creative machine. *The M.I.T. press: Leonardo*, 167-172.

Tijus, C., Bessaa, H. & Jouen, F. (2023). *Cognition*. In E. Savignac & G. Brougere (Eds), *Dictionnaire des sciences du Jeu. Paris* : ERES Editeur.

Tijus, C., Ganet, L., & Brézillon, P. (2006). Neuf motifs de révision des textes procéduraux: l'apport de la catégorisation et des graphes contextuels à l'explication du savoir-faire. *Langages*, *164*(4), 86-97.

Wittenzellner, H. W., Kriz, W. C., & Wardaszko, M. (2025). Designing innovation games for turbulent times. *Studies in Simulation and Gaming*, *35*(1), 26-33.

Personas et créativité : effet des profils motivationnels sur la performance créative

Wanji Li

CESI LINEACT
wli@cesi.fr
Andréa Boisadan
CESI LINEACT
absoisadant@cesi.fr
Céline Viazzi
CESI LINEACT
cviazzi@cesi.fr
Cynthia Lopez-Bagousse
PsyCLÉ /InCIAM
cynthia.bagousse@univ-amu.com
Stéphanie Buisine
CESI LINEACT
sbuisine@cesi.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Malgré leur usage répandu en conception centrée utilisateur, les personas mettent rarement en avant les mécanismes psychologiques des utilisateurs, en particulier les logiques motivationnelles qui sous-tendent leurs comportements. Notre proposition repose sur l'hypothèse que l'intégration de profils motivationnels pourrait améliorer la capacité des personas à soutenir la conception. Nous proposons de tester cette hypothèse dans une démarche de prospective, et d'évaluer l'impact des profils motivationnels sur l'identification aux personas, l'empathie et la créativité des concepteurs. Les profils motivationnels ont été générés sur la base de la théorie de l'autodétermination, de la théorie Valeur-Croyance-Norme, et à partir de données empiriques appliquées au domaine de la mobilité écologique. Les ateliers n'ont pas encore été menés à ce stade du Projet. Cette contribution vise à initier une discussion méthodologique sur les outils de l'ergonomie prospective et intervient en amont de la passation de l'expérimentation présentée.

MOTS-CLÉS
Créativité ; Persona; Profils motivationnels ; Prospective ; Mobilité durable

1 INTRODUCTION

Les personas sont des outils clés de conception centrée utilisateur permettant de représenter des profils types pour guider les décisions de conception, soutenir l'empathie et explorer les usages futurs. Ils sont largement mobilisés dans des démarches prospectives et constituent, à ce titre, des supports pour la créativité en conception (Bornet & Brangier, 2013 ; Cooper et al., 2014 ; Pruitt & Adlin, 2006). Traditionnellement, les personas sont construits à partir d'approches qualitatives (observations, entretiens, etc.) offrant une compréhension fine des pratiques et des expériences des utilisateurs, incluant leurs interprétations, leurs émotions et leurs besoins sous-jacents, mais reposant sur des échantillons restreints et restant soumis à l'interprétation du chercheur. Ils incluent aussi parfois des approches quantitatives, fondées notamment sur des données démographiques, empiriques et des techniques de segmentation, comme par exemple le clustering. Ces approches offrent davantage

de robustesse et de reproductibilité, mais elles répondent principalement à des questions de type « quoi », en permettant d'identifier quels profils existent, quels comportements sont observés ou quelle taille représente un segment, plutôt qu'à des questions de type « pourquoi » relatives aux motivations, aux besoins ou aux logiques d'action sous-jacentes des utilisateurs (Jansen et al., 2021). Lorsque les méthodes quantitatives sont utilisées seules, elles tendent ainsi à produire des personas davantage descriptifs, parfois superficiels, peinant à rendre compte de ces dimensions profondes, ce qui peut également limiter leur appropriation par les concepteurs, dans la mesure où des profils perçus comme insuffisamment riches ou crédibles sont moins mobilisés dans les décisions de conception (Chapman & Milham, 2006 ; Pruitt & Adlin, 2006).

Une autre limite concerne le manque de cohérence dans la validation empirique des effets des personas dans les processus de conception. Si des études montrent des bénéfices sur des dimensions opérationnelles telles que l'utilisabilité ou la communication (Long, 2009), ou encore sur l'engagement et l'empathie des participants (Salminen et al., 2023), les résultats restent plus contrastés concernant la performance créative. En effet, des recherches suggèrent que les personas peuvent améliorer l'originalité des idées en facilitant la mobilisation de connaissances sur les utilisateurs, la récupération d'expériences pertinentes et la réduction de la fixation cognitive (So & Joo, 2017). À l'inverse, d'autres travaux montrent que, bien que les personas basés sur des données quantitatives réduisent la charge cognitive et améliorent l'identification, ils ne conduisent pas à une amélioration significative de la performance créative (Salminen et al., 2020). Par ailleurs, les mécanismes expliquant ces effets sont encore peu clairs, notamment quant au rôle potentiel de l'empathie et de l'identification aux personas dans la créativité. À ce jour, peu de travaux démontrent que l'empathie constitue un mécanisme explicatif reliant l'usage des personas à l'amélioration de la créativité ; certaines études attribuent plutôt cet effet à des mécanismes d'amorçage (So & Joo, 2017), tandis que d'autres ne confirment pas le rôle médiateur de l'empathie (Meeuwesen, 2022). Il reste ainsi incertain que l'empathie et l'identification constituent des leviers explicatifs de la performance créative à travers les personas.

Cette incertitude sur les mécanismes explicatifs invite à interroger non seulement les effets des personas, mais aussi leur création même, notamment les types d'informations mises en avant pour les concepteurs. Dans cette perspective, les limites observées pourraient s'expliquer par une faible prise en compte des mécanismes psychologiques dans la conception des personas, dans la mesure où leur absence est susceptible de limiter la compréhension des déterminants du comportement des utilisateurs. Cette lacune pourrait également réduire les processus d'empathie et d'identification aux profils proposés, qui pourraient pourtant jouer un rôle dans la mobilisation de connaissances pertinentes et dans la génération d'idées en conception. C'est pourquoi nous proposons d'utiliser une approche complémentaire basée sur les théories comportementales (Jansen et al., 2017) comme le modèle COM-B (Farhat-ul-Ain et al., 2024), permettant d'enrichir les personas avec des déterminants liés aux capacités, opportunités et freins motivationnels. Toutefois, cette approche appréhende la motivation de manière relativement agrégée et renseigne peu sur sa qualité, ses tensions internes ou son degré d'autodétermination, ce qui limite la prise en compte de dynamiques motivationnelles plus fines susceptibles d'éclairer l'identification au persona ou les processus créatifs. Dans ce contexte, il convient d'interroger dans quelle mesure une prise en compte plus fine de ces dynamiques motivationnelles permettrait d'enrichir la compréhension des utilisateurs et de soutenir l'usage des personas en conception.

Les profils motivationnels issus de la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2000*)* offrent ici une extension pertinente en distinguant des configurations psychologiques fondées sur les besoins fondamentaux, les formes de régulation motivationnelle. Cet apport apparaît d'autant plus intéressant que, comme le soulignent Farhat-ul-Ain et al. (2024), les personas mobilisés en conception représentent fréquemment un état actuel de l'utilisateur et prennent encore peu en compte les besoins dynamiques susceptibles d'orienter, dans le temps, les intentions, attitudes et comportements futurs. Une structuration fondée sur des mécanismes dispositionnels permet d'aborder davantage cette cohérence interne. Dans cette lignée, Jansen et al. (2017) proposent de structurer les personas à partir de tels profils motivationnels. L'accès à ces dimensions moins visibles permet d'enrichir la

compréhension du fonctionnement interne du persona et de rendre explicites les besoins et motivations des utilisateurs, contribuant ainsi à des profils plus nuancés et réalistes. Même si l'effet de tels profils sur les processus de conception, notamment sur la performance créative reste à tester empiriquement, cette profondeur explicative est susceptible de soutenir une interprétation plus cohérente des logiques d'action par les concepteurs et de favoriser une incorporation plus consistante du persona dans l'activité de conception, et pourrait ainsi contribuer à renforcer l'identification, l'empathie et la créativité.

Dans ce contexte, la présente étude propose une contribution méthodologique consistant à structurer des personas à partir de profils motivationnels identifiés empiriquement. Cette proposition articule une approche quantitative, fondée sur des techniques de clustering, et une approche reposant sur la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2000). Appliquée au domaine de la mobilité écologique des étudiants, elle vise à représenter les utilisateurs non seulement à partir de caractéristiques observables, mais aussi à partir de mécanismes psychologiques sous-jacents. Étant donné la spécificité des comportements pro-environnementaux, l'intégration de la théorie Valeur-Croyance-Norme (Stern et al., 1999) permet de compléter l'analyse motivationnelle en prenant en compte la dimension morale. L'articulation entre motivation autodéterminée et système de valeurs et de croyances permet ainsi de construire des personas offrant une représentation plus complète et cohérente des déterminants du comportement. Cette orientation rejoint les propositions de Brangier et Bornet (2013), qui soulignent l'intérêt d'intégrer dans les fiches persona des données personnelles telles que croyances, attitudes, motivations ou objectifs de vie, tout en allant au-delà d'un simple enrichissement descriptif. L'objectif est d'évaluer l'effet de ces profils motivationnels, utilisés comme supports dans des ateliers de prospective, en comparaison de personas traditionnels. Plus précisément, nous nous posons la question : Quel est l'impact des profils motivationnels des personas sur l'empathie, l'identification aux profils utilisateurs et la performance créative ? Les hypothèses sont les suivantes : **H1,** les profils motivationnels suscitent un niveau d'empathie plus élevé que les personas classiques ; **H2,** ils favorisent une identification plus forte ; **H3,** ils conduiraient à une plus grande créativité des participants à travers de l'identification et l'empathie envers les personas.

2 METHODOLOGIE

2.1 Participants

L'étude n'a pas encore été menée. Elle adoptera un plan expérimental intergroupes avec 96 participants, répartis en 32 groupes de 3 personnes. Huit sessions seront organisées, chacune comprenant 4 groupes. Tous les groupes d'une même session seront exposés à une seule condition expérimentale (profils motivationnels vs. personas traditionnels) et travailleront avec un persona. Chaque condition comprendra 4 personas appariés, correspondant à des profils d'intentions et de comportements de mobilité écologique équivalents, seule la structuration du persona variant entre conditions.

2.2 Matériels

Personas motivationnels : ils sont issus d'une étude préalable visant à identifier les déterminants dispositionnels de l'adoption de la mobilité écologique en s'appuyant sur les théories de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2000) et Valeur-Croyance-Norme (Stern et al., 1999) pour laquelle une analyse en clusters (k-means clusters) a été réalisée à partir des trois formes de motivation (i.e., amotivation, motivation contrôlée, motivation autodéterminée). Cette analyse a permis d'identifier quatre profils distincts (i.e., amotivé, ambivalent, modérément motivé et motivé), présentant des patterns différenciés et significatifs en termes de besoins psychologiques, de valeurs, de croyances, de normes et d'intention d'adoption des mobilités écologiques, correspondant respectivement à des dynamiques de désengagement, de conflit motivationnel, d'engagement pragmatique et d'engagement internalisé

Personas traditionnels : ils reposent sur les mêmes quatre individus fictifs, également dérivés de

l'étude précédente, mais ils sont décrits uniquement à partir de caractéristiques observables, incluant leur environnement de vie, leurs activités hors campus, leurs habitudes quotidiennes, leurs pratiques de déplacement et leur organisation sociale. Ces dimensions permettent de représenter différents patterns comportementaux et contextes d'usage sans expliciter les mécanismes psychologiques sous-jacents.

Les deux types de personas partagent des informations identiques (informations personnelles, pratiques de mobilité et intentions d'usage), seule la structure de l'information est manipulée : descriptive pour les personas traditionnels et motivationnelle pour les personas expérimentaux afin de se distinguer des faits observables par des variables dispositionnelles liées à la mobilité.

Speech d'immersion : le scénario s'inspire de celui proposé par l'ADEME (2021) dit « Génération frugale », qui décrit une société fondée sur des modes de vie sobres et une réduction des déplacements. Adapté à la mobilité étudiante, il projette les participants dans un campus en 2050 conçu comme un lieu de proximité, où la mobilité verte devient la norme, avec un recul des moyens de transport individuels au profit des modes actifs, collectifs et de solutions low-tech. Utilisé comme support d'immersion, il vise à ancrer les participants dans une projection future cohérente.

Speech de contextualisation : il a été conçu selon une approche de design-fiction (Lopez-Bagousse, 2025) pour favoriser la projection dans une expérience future située et incarnée. Cela mettait l'accent sur le vécu quotidien du Persona à travers un artefact inscrit dans une logique low-tech. La mobilité y était présentée non plus uniquement sous l'angle de l'efficacité spatio-temporelle, mais également en termes de bien-être psychologique, d'équilibre émotionnel et de responsabilité environnementale.

Échelles de mesure : nous utiliserons trois questionnaires : 1) Pour mesurer *l'empathie ressentie* envers le persona nous nous appuierons sur l'échelle de prise de perspective (So & Joo, 2017) ; 2) *le niveau d'identification* aux personas sera mesuré par l'échelle picturale en 7 niveaux d'inclusion de l'autre dans le soi (Aron et al., 1992) ; 3) enfin nous évaluerons *la créativité* du groupe par des indicateurs de fluence, de flexibilité et de rareté statistique qui permettent de mesurer la divergence des idées. Concernant les fiches d'idées produites durant la phase de convergence, la méthode d'évaluation consensuelle de la créativité (Hennessey & Amabile, 2010) sera appliquée afin d'obtenir un score d'élaboration (niveau de détail des idées), ainsi qu'un score de respect de la consigne.

2.3 Procédure

Les ateliers prospectifs se dérouleront en cinq phases successives : (1) Une phase d'immersion et de projection en 2050 ; (2) Une phase de contextualisation à travers le récit spéculatif la présentation d'un des personas et la question de prospective : « *A quoi ressemble le campus idéal de 2050, capable de vous amener à utiliser, ou à continuer d'utiliser, des modes de mobilité dits durables et peu technologiques ? »* ; (3) Une phase de pensée divergente ; (4) Une phase de pensée convergente comprenant un tri des idées par catégories, puis le développement collectif d'une proposition sous la forme d'une fiche d'idée représentant un campus idéal en 2050 adapté au Persona du groupe ; (5) Une phase de post-tests durant laquelle les participants répondront auxquestionnaires (Figure 1).

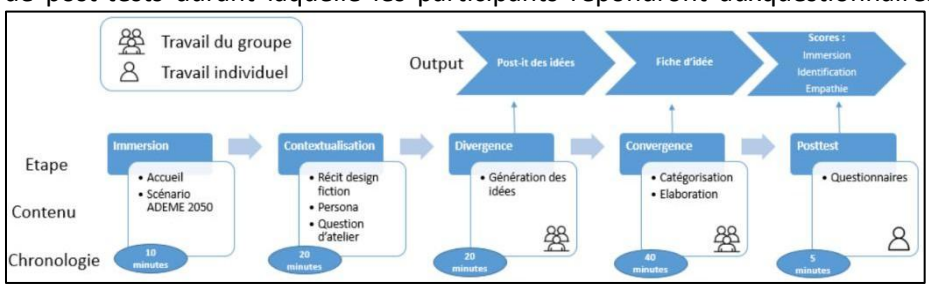


Figure 12: Le schéma de la procédure des différentes étapes d'atelier.

3 CONCLUSION

Cette contribution propose un protocole expérimental visant à examiner si des personas fondés sur des profils motivationnels peuvent renforcer l'empathie, l'identification et la créativité pendant un atelier prospectif. L'apport de cette recherche réside dans l'hypothèse qu'une représentation plus

explicative des mécanismes psychologiques des utilisateurs peut contribuer à la performance créative des concepteurs. En examinant le potentiel de personas fondés sur des profils motivationnels, cette recherche vise à ouvrir une piste méthodologique pour renouveler les outils de l'ergonomie prospective, notamment dans le champ de la mobilité écologique.

4 BIBLIOGRAPHIE

Aron, A., Aron, E. N., & Smollan, D. (1992). Inclusion of other in the self scale and the structure of interpersonal closeness. *Journal of personality and social psychology*, *63*(4), 596.

Bornet, C., & Brangier, E. (2013). La méthode des personas: principes, intérêts et limites. *Bulletin de psychologie*, *524*(2), 115-134.

Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D., & Noessel, C. (2014). *About face: the essentials of interaction design*. John Wiley & Sons.

Green, M. C., & Brock, T. C. (2000). The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of personality and social psychology*, *79*(5), 701.

Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (2010). Creativity. *Annual Review of Psychology*, 61, 569–598. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100416

Jansen, A., Van Mechelen, M., & Slegers, K. (2017). Personas and Behavioral Theories: A Case Study Using Self-Determination Theory to Construct Overweight Personas. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2127–2136. https://doi.org/10.1145/3025453.3026003

Jansen, B. J., Jung, S.-G., Salminen, J., Guan, K. W., & Nielsen, L. (2021). *Strengths and Weaknesses of Persona Creation Methods: Guidelines and Opportunities for Digital Innovations*. Hawaii International Conference on System Sciences. https://doi.org/10.24251/HICSS.2021.604

Long, F. (2009, May). Real or imaginary: The effectiveness of using personas in product design. In *Proceedings of the Irish Ergonomics Society annual conference* (Vol. 14, pp. 1-10).

Lopez-Bagousse, C. (2025). Ergonomie prospective et design-fiction : De la spéculation créative de futurs inédits au développement de la littératie des futurs. [Doctorat en psychologie]. Aix-Marseille Université.

Pruitt, J., & Adlin, T. (2010). *The persona lifecycle: keeping people in mind throughout product design*. Elsevier.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. American Psychologist, 55(1), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

Salminen, J., Jung, S.-G., Chowdhury, S., Sengün, S., & Jansen, B. J. (2020). Personas and Analytics: A Comparative User Study of Efficiency and Effectiveness for a User Identification Task. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. https://doi.org/10.1145/3313831.3376770

Salminen, J., Santos, J. M., Jung, S., & Jansen, B. J. (2023). How does an imaginary persona's attractiveness affect designers' perceptions and IT solutions? An experimental study on users' remote working needs. *Information Technology & People*, *36*(8), 196–225. https://doi.org/10.1108/ITP-09-2022-0729

So, C., & Joo, J. (2017). Does a Persona Improve Creativity? *The Design Journal*, *20*(4), 459–475. https://doi-org.ezproxy.u-paris.fr/10.1080/14606925.2017.1319672

Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., & Kalof, L. (1999). A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. Human ecology review, 81-97.

Ul-Ain, F., Akhmetzyanova, D., Matias, I., & Tomberg, V. (2024). Behaviour Models-Enriched User Personas for Digital Behaviour Change Interventions. *Proceedings of the 17th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*, 140–146. https://doi.org/10.1145/3652037.3652069

Plonger les usagers dans l'idéation : modéliser la participation par les niveaux épistémiques de l'exploration des concepts.

Stéphane Safin
PsyTC – Université Libre de Bruxelles Stephane.safin@ulb.be

Aliénor Morvan
CRD – ENSCI Les Ateliers alienor.morvan@ensci.com

Tomás Dorta
Hyvbridlab – Université de Montréal tomas.dorta@umontreal.ca

Françoise Détienne
i3 – CNRS – Télécom Paris /Institut Polytechnique de Paris francoise.detienne@telecom-paris.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Dans la conception participative, l'étape de co-idéation vise à définir les options principales d'un projet. Pour engager pleinement les usagers dans cette étape, il apparaît nécessaire d'œuvrer à soutenir la complémentarité entre leurs connaissances et celles des concepteurs professionnels. Cette communication, en se basant sur l'analyse d'un atelier de co-idéation participative, propose de modéliser le processus de construction des idées par l'intermédiaire d'une analyse des niveaux épistémiques du discours. Nous décrivons la grille d'analyse et montrons comment elle permet de modéliser des mouvements de conception, des tactiques de médiation et des frictions dans la construction collective des propositions. Nous concluons en proposant des ouvertures pour faire évoluer la grille vers un outil pragmatique de médiation en conception participative.

MOTS-CLÉS
Participation ; idéation ; collaboration ; niveaux épistémiques

1 INTRODUCTION

La conception participative occupe aujourd'hui une place essentielle dans les démarches de développement de produits, de services et de transformations. Elle répond à un besoin croissant d'associer les acteurs concernés à l'élaboration des solutions qui structurent leur activité, dans un contexte où les environnements techniques et organisationnels se complexifient, et où les attentes en termes de démocratie directe s'intensifient. Les approches participatives reposent sur l'hypothèse que la qualité et la pertinence d'un dispositif dépendent non seulement de l'expertise professionnelle des concepteurs, mais également de la prise en compte des savoirs situés des usagers, souvent tacites et difficilement accessibles. De nombreuses méthodes participatives ont été mis en œuvre et étudiés, avec des degrés d'implication diversifiés (Arnstein, 1969 ; Sanders & Stappers, 2008 ; Steen, 2013). En particulier, parmi les différentes formes de participation, la co-idéation participative vise à impliquer les usagers au cœur de la construction des idées initiales et créatives d'un projet, en collaboration avec les concepteurs professionnels et sur un plan d'égalité. Cette étape d'idéation est caractérisée par une activité intense de génération d'idées et la prise des principales décisions (Dorta *et al.* 2019). L'usager n'est plus un sujet qu'il convient de convoquer comme source d'information, mais un acteur impliqué dans l'essence même de la conception. L'enjeu est alors, pour les scientifiques et praticiens, d'une part

de soutenir la rencontre entre ces deux formes de connaissance par des propositions méthodologiques de médiation socio-technique et, d'autre part, de mieux comprendre les activités de conception participative telles qu'elles se déroulent réellement.

Cette communication se base sur le retour d'expérience projet de conception participative portant sur l'aménagement intérieur du hall d'entrée d'une institution d'enseignement supérieur. Notre recherche s'inscrit dans le cadre du soutien socio-technique à la conception participative par le biais de l'analyse d'activités réelles de participation. En particulier, nous cherchons à comprendre comment identifier et rendre compte des formes du discours dans la conception participative, et modéliser les rapports entre les différents savoirs convoqués par les acteurs de ce processus. Pour répondre à cette interrogation, nous analysons les pratiques collaboratives des usagers, concepteurs et médiateurs sur le plan de l'argumentation et de la construction de connaissances, en mobilisant une grille d'analyse des niveaux épistémiques du discours.

2 COMPLEMENTARITE DES COMPETENCES EN CONCEPTION PARTICIPATIVE

La co-idéation participative repose sur une complémentarité entre deux régimes de connaissance. D'un côté, les concepteurs professionnels disposent d'un ensemble de compétences, qu'on peut décrire en trois catégories. Premièrement, ils disposent de connaissances disciplinaires (architecture, design industriel, design d'interaction, etc.) et de savoirs techniques qui rendent possible la transformation d'un problème flou en artefacts spécifiables, fabricables et évaluables. Deuxièmement, ils maitrisent des méthodes de conception implicite ou explicites déjà largement documentés dans la littérature. Il s'agit notamment de construire conjointement le problème et ses solutions (Dorst & Cross, 2001), par l'alternance d'explorations divergentes et de structurations convergentes (Goldschmidt, 2016), et par des des mouvements conceptuels à la fois latéraux (glissement d'une proposition vers une alternative) et verticaux (approfondissement des différents aspects d'une même proposition) (Goel, 1995 ; Goldschmidt, 1991). Troisièmement, les concepteurs professionnels maitrisent les outils et techniques de représentation de l'artefact en cours de conception. Cette *activité de représentation*, consistant à produire, interpréter et transformer des représentations intermédiaires de l'artefact en cours de conception (Mer, Jeantet & Tichkiewitch, 1995), constitue l'essence même de l'activité de conception (Visser, 2006, Safin, 2025). Pour autant, la production de plans, maquettes, croquis et modèles relève d'une grande technicité et constitue un ensemble de compétences explicitement enseignées dans les formations initiales des concepteurs professionnels.

De l'autre côté, il est largement reconnu que les usagers contribuent à la conception par des connaissances tacites, situées et incarnées des situations d'usage et de travail qu'ils vivent au quotidien. Ces connaissances ont une valeur épistémique particulière : elles témoignent de ce qui est effectivement pertinent, utile, acceptable et signifiant dans l'environnement réel. Ainsi, certains usagers ayant l'habitude de fréquenter des espaces, et d'en observer implicitement les usages, peuvent proposer des solutions originales pour soutenir certains comportements, pallier à certaines difficultés ou proposer des opportunités d'activités pertinentes. La co-idéation participative peut ainsi être comprise comme un travail de co-construction par l'articulation entre des savoirs techniques et des bonnes pratiques portés par les concepteurs d'une part, et un ancrage dans le réel, des savoirs pratiques, des usages et des habitudes portés par les usagers d'autre part.

Pour autant, cette complémentarité suppose que le pouvoir d'agir en conception soit partagé. Or, les professionnels étant dépositaires des méthodes de conception et des capacités de représentation, les usagers participants courent le risque d'être mis à l'écart de la production des idées, constitutive de la conception. Un support socio-technique apparait dès lors indispensable pour soutenir la contribution active de ces derniers dans la définition du projet.

3 MEDIATION SOCIO-TECHNIQUE

Si la co-idéation participative vise à faire concevoir de manière collaborative un ensemble d'individus, professionnels de la conception et usagers au sens large, cette collaboration se doit d'être outillée. La médiation vise à opérer une transformation sur une situation initiale par l'intervention d'un

tiers entre différentes parties. Elle désigne l'apport de deux types d'assistance : 1) faciliter l'échange d'information entre ces parties et 2) soutenir leur action conjointe (Reunkrilerk, 2022). En conception participative, cette médiation est sociotechnique (Fougeres et Ospina, 2010), c'est-à-dire qu'elle mobilise à la fois des dispositifs sociaux, à savoir un accompagnement humain assuré par des professionnels de la conception et/ou de la participation, et des dispositifs techniques, en l'occurrence des outils de représentation appropriées pour leur prise en main par des usagers, non nécessairement formés à l'expression graphique.

La médiation repose aussi sur l'articulation de stratégies et de tactiques (Lee, 2008). La stratégie définit les paramètres du processus de conception en amont afin de prescrire l'activité d'un futur dispositif participatif, tandis que les tactiques sont des régulations mises en œuvre au fur et à mesure du processus de conception, en fonction de l'activité effective pendant l'atelier.

4 OBJECTIFS ET CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Cette étude propose de comprendre, au sein d'une activité d'idéation participative, comment les usagers construisent collectivement leurs idées, et quelles tactiques de médiation sont mises en œuvre par les médiateurs professionnels de la conception et les participants eux-mêmes. Pour aborder ces questions, nous nous reposons sur la mobilisation d'une grille d'analyse des niveaux épistémique du discours développée dans Morvan *et al.* (2024). Elle permet de s'interroger sur la complémentarité des contributions entre designers et usagers, pour répondre à deux principales critiques régulièrement adressées aux dispositifs de conception participative : soit d'être majoritairement ou exclusivement centrés sur des problématiques concrètes et individuelle, soit, à l'inverse, de n'exprimer des idées ou besoins que sur un plan très abstrait, des intentions générales, sans proposition ou contrainte spécifique.

Le terrain empirique est un projet d'aménagement du hall d'entrée de Télécom Paris, une école d'ingénieurs située sur le Plateau de Saclay. Il s'agissait de demander à trois groupes, chacun composé de 6 ou 7 étudiants ingénieurs de première année (niveau bac+2), sur deux journées entières (format « *Hackathon* »), de réinventer l'aménagement de l'espace, sans contraintes spécifiques. La stratégie de médiation comprend l'usage d'un dispositif de maquettes en kit (Morvan, 2024) et un dispositif de réalité virtuel collectif, le Hyve-3D (Dorta, Kinayoglu & Hoffmann, 2016), installés dans l'espace réel à concevoir (figure 1), ainsi que la présence de plusieurs médiateurs : un médiateur-designer par groupe, chargé d'aider le groupe à structurer ses idées et à contribuer aux propositions, et trois médiateurs-chercheurs mobiles dont la tâche est de gérer le dispositif global. Les groupes alternent leur travail entre leur maquette propre, et des sessions dans le dispositif de réalité virtuelle. L'ensemble des activités est filmé pour analyser la construction des idées et des connaissances par les usagers dans le dispositif. L'intégralité du dispositif est décrite dans Morvan (2024). L'angle d'analyse choisi porte sur la caractérisation des niveaux épistémiques sur lesquels se situent les contributions des différents individus dans la construction des propositions.

Figure 13 : dispositifs de co-idéation

5 GRILLE D'ANALYSE DES NIVEAUX EPISTEMIQUES

Pour caractériser la contribution des usagers et les tactiques de médiation en co-idéation, nous avons développé une grille d'analyse des niveaux épistémiques du discours basée sur l'échelle d'abstraction de Rasmussen (1983), adaptée aux spécificités du projet en cours, et intégrant un niveau portant sur les valeurs en conception, reconnu comme étant structurant, particulièrement pour les activités de conception participative (Détienne, Baker & Le Bail, 2019) (voir Morvan *et al*., 2024 pour une description complète de la méthode). Nous entendons par « niveaux épistémiques » les différentes natures de connaissances mobilisées ou construites pendant l'activité de co-idéation : des valeurs aux techniques de fabrication, en passant par l'usage. Nous les structurons en sept niveaux verticaux, du pourquoi au comment, de l'abstrait au concret.

Tableau 10 : niveaux épistémiques

Fins, buts, abstrait. Pourquoi ?	Niveaux épistémiques	Définitions
	7- Valeurs	Valeurs, identité, raison d'être
	6- Buts, Intentions de contenu	Objectif général, contenu symbolique et sémantique, allégories véhiculées par l'artefact à concevoir
	5- Usages et fonctionnements spécifiques	Activité réelle et activité projetée, fonctionnement
	4- Typologies d'équipement	Nature d'un bâtiment, du mobilier, d'objets ou d'un composant.
	3- Apparences générales	Famille de formes (organique/géométrique), de couleurs (couleur chaude, rouge), de matériaux (bois, pierre, métal), proportions.
	2- Apparences spécifiées	Formes (triangle équilatéral arrondis), dimensions (côté 32cm, angle 60°, congé rayon 5cm), nuance (vermillon, RAL 2002), matériaux (contre-plaqué de hêtre, mousse PU, inox).
Moyens, concret. Comment ?	1- Techniques de fabrication	Procédés de mise en forme de l'artefact à concevoir : fraisage numérique.

Pour l'analyse, le corpus est d'abord retranscrit et découpé en *énoncés*, correspondant à une unité de sens, c'est-à-dire une contribution portant sur une thématique unique, et émise par un locuteur propre. Un énoncé peut contenir un ensemble de phrases et d'actions portant sur une thématique, et une même phrase, si elle aborde plusieurs sujets, est découpée en plusieurs énoncés. Chacun de ces énoncés est ensuite caractérisé sur un des niveaux épistémiques décrits dans la grille.

L'analyse des mouvements de conception est ensuite opérée par *proposition.* Chaque énoncé est en effet lié à une proposition de conception spécifique, et le découpage du corpus en propositions est réalisé au terme de l'atelier, quand les projets finaux sont connus. L'articulation des différentes contributions pour une même proposition, sur les différents niveaux, peut permettre d'identifier et de caractériser des mouvements de conception. Pour ce faire, seuls les énoncés relatifs à une proposition sont pris en compte, en excluant de l'analyse les autres énoncés portant sur d'autre sujets pouvant s'interposer dans le déroulement de l'atelier. La figure 2 montre un exemple de modélisation d'une proposition sur les niveaux épistémiques.

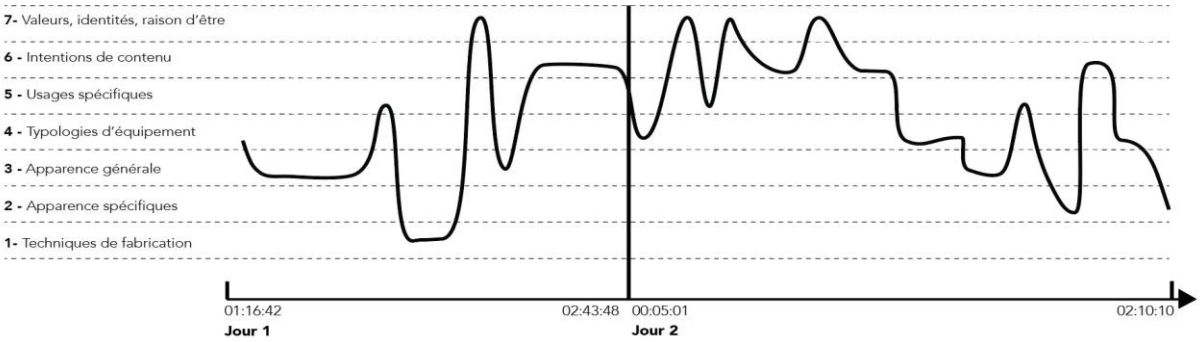


Figure 14: modélisation de la proposition « représentation des flux » sur les niveaux épistémiques, tout au long de l'atelier. La UNE MODELISATION DES ATTENDUS DANS LA CONCEPTION PARTICIPATIVE SUR LE PLAN DES NIVEAUX ÉPISTEMIQUES DE CONCEPTION

5.1 Mouvements caractéristiques de la conception

L'analyse en termes de niveaux épistémiques permet de caractériser plusieurs mouvements en conception. D'une manière générale, il est reconnu que les concepteurs professionnels élaborent des projets en adressant les problématiques globalement du général au particulier et de l'abstrait au concret, sans que ces mouvements soient entièrement linéaires ni réguliers (figure 3).

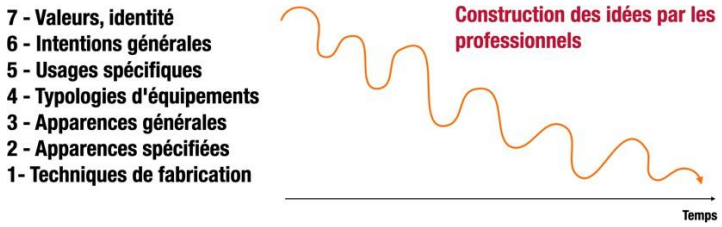


Figure 15 : construction des idées par les professionnels

D'autre part, les mouvements latéraux (exploration de nouvelles idées) et verticaux (approfondissement d'une idée) caractéristiques de la conception (Goldschmidt, 1991), ainsi que les processus d'argumentation propres à ces mouvements, peuvent être modélisés de la façon suivante (figure 4) ;

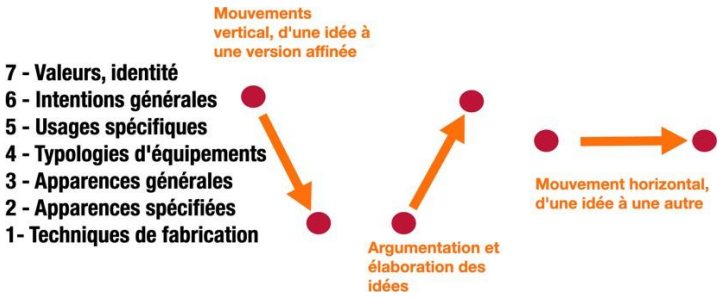


Figure 16 : Principaux mouvements caractéristiques de la conception

En se basant sur ces modélisations, on peut attendre de propositions complètes et argumentées qu'elles couvrent l'ensemble des niveaux épistémiques : une proposition solide est à la fois argumentée sur le plan des valeurs et des intentions générales, s'ancre dans des usages et se décline jusqu'à des détails de fabrication qui permet sa mise en œuvre et l'exécution du projet.

5.2 Complémentarité des connaissances en conception participative

La grille d'analyse des niveaux épistémiques permet aussi de situer les contributions attendues des uns et des autres. D'une part, les critiques formulées précédemment sur les limites de l'implication des usagers portent sur les niveaux auxquels ils ont tendance à s'adresser exclusivement (figure 5): soit à des questions d'un haut niveau d'abstraction qui ne donnent pas de pistes pour leur instanciation concrète ; soit au contraire des pistes très précises pour résoudre des problèmes locaux.

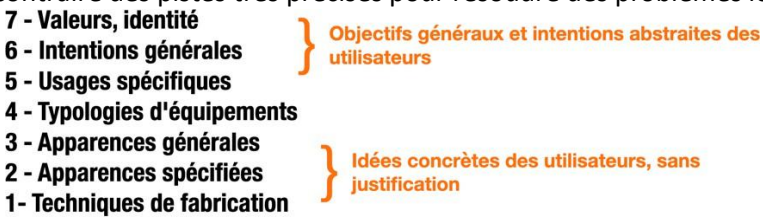


Figure 17 : critique de l'implication des usagers en conception

Or, l'enjeu de la co-idéation participative est de précisément mettre en correspondance les connaissances et compétences spécifiques des acteurs professionnels de la conception et des usagers, et d'identifier les éléments qui sont généralement attendus d'une contribution des usagers aux processus participatifs (figure 6)

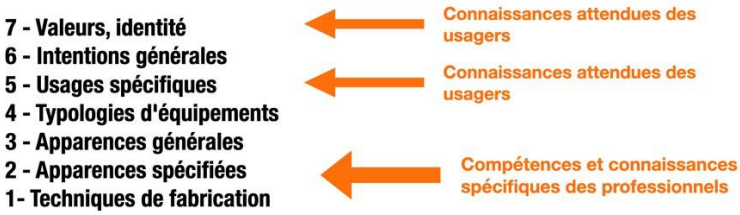


Figure 18 : Complémentarité des connaissances

Modélisé comme tel, on comprend aussi que l'enjeu de la co-construction des connaissances est précisément d'élargir le spectre des niveaux épistémiques de co-construction des idées, pour tirer le meilleur parti des compétences des uns et des autres et pour co-construire des propositions cohérentes et acceptées par tous.

6 RETOURS D'EXPERIENCE DU PROJET PARTCIPATIF

Appliqués à l'atelier de co-idéation participative, la modélisation par niveaux épistémiques permet de faire ressortir plusieurs observations, relatives aux modes de médiation, et aux tensions entre participants relativement à la construction des idées.

6.1 Construction d'une propositions et modes de médiation

En analysant par le biais des niveaux épistémiques la construction d'une proposition dans le fil de l'activité, on peut directement voir à quel point ces propositions sont construites et argumentées en profondeur. En reprenant la proposition de représentation des flux présentée dans la figure 2 (complétée d'une analyse exhaustive de la fréquence des énoncés sur les différents niveaux), on peut faire le constat que les échanges autour de cette proposition, bien qu'ayant un large spectre d'argumentation, s'inscrivent majoritairement dans les niveaux intermédiaires. Les niveaux les plus concrets (apparence spécifiée et techniques de fabrication) sont peu abordés, ceci est probablement dû au caractère préliminaire de ce projet : il est demandé aux participants d'explorer sans contraintes, et aborder des éléments techniques est sans doute largement prématuré. Le niveau supérieur, des valeurs, est aussi quantitativement peu abordé, mais une compréhension fine de l'activité nous permet d'identifier son caractère extrêmement structurant : ce niveau de débat fait relativement consensus, mais une mise en perspective des explorations conceptuelles à l'aune des valeurs permet de valider ou invalider les éléments préalables, et pousse à chercher des éléments pertinents. Les décisions prises

à ce niveau structurent très fortement les prises de décisions futures sur d'autres niveaux.

La modélisation nous permet aussi d'identifier assez nettement que le pattern de construction des idées ne suit pas le modèle attendu de la conception professionnelle : le projet démarre de propositions à un niveau intermédiaire (en l'occurrence de typologies d'équipement), qui sont d'abord explorées dans leurs formes concrètes avant d'être questionnées dans les valeurs qui les sous-tendent. On observe néanmoins une « pente descendante » dans la deuxième moitié de l'activité, témoignant d'une structure de dialogue plus conventionnelle, qui aboutit à un débat sur les plans plus abstraits en fin d'activité.

S'agissant de la médiation, la figure 7 montre le même schéma mais complété par les tactiques de médiation spontanément mises en œuvre, que nous avons pu identifier, représentées par des flèches. Ces tactiques sont de deux ordres : une tactique « ascendante » consistant à interroger le « pourquoi » de la proposition et visant à déplacer le débat vers des niveaux épistémiques supérieurs (ex : proposition dans le groupe 2 d'afficher le logo de l'université dans le hall : « ***En quoi*** *avoir le logo de *l'université* (…) Enfin ça va profiter à l'image de *l'université* pour les gens de l'extérieur qui visitent mais nous on va juste avoir de la pollution lumineuse.* ***Qu'est-ce que*** *ça nous* ***apporte*** *à nous en tant qu'élèves ?* ») ; et une tactique « descendante » consistant à explorer le « comment ? » en descendant dans les niveaux épistémiques (ex : proposition du groupe 1 sur une fresque murale d'histoire de la technologie : « *Ça continue avec une fresque accrochée au mur ?* ***Comment*** *ça continue ? Mais du coup tu fais* ***comment*** *? Plus c'est vieux plus c'est à droite ?* »). A noter que ces deux mouvements peuvent être conjoints, comme en fin de processus, pour valider la cohérence de la proposition sur l'ensemble des niveaux.

De manière surprenante, on peut aussi observer que ces tactiques de médiation ne sont pas l'apanage exclusif des médiateurs – concepteurs professionnels – mandatés pour faciliter le processus. Les participants usagers, eux aussi, prennent en charge l'initiation des mouvements ascendants et descendants.

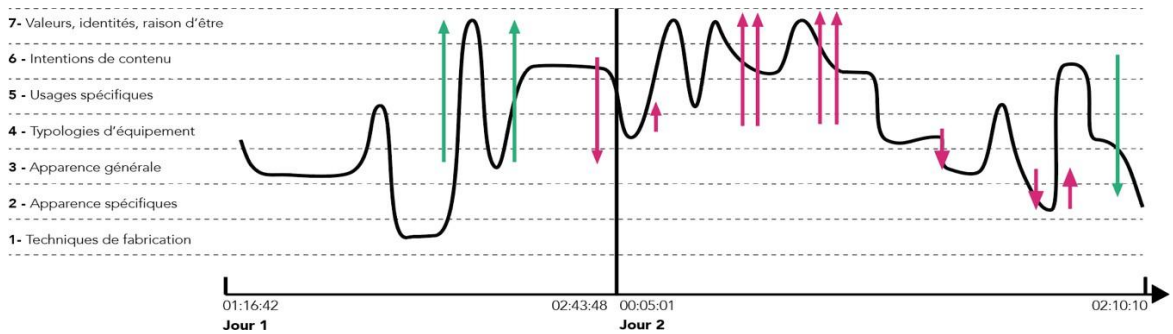


Figure 19 : modélisation de la proposition « représentation des flux » dans laquelle sont intégrés les tactiques de médiation (flèches) colorées en fonction de leurs auteurs (rose : médiateurs professionnels ; vert : participants usagers).

6.2 Frictions dans la construction collective

Enfin, l'analyse en niveau épistémiques permet d'identifier deux types de frictions dans les groupes (modélisées dans la figure 8).

Les premières sont relatives à la cohérence des idées. Elles apparaissent quand une idée est déclinée sur plusieurs niveaux épistémiques, et que des contradictions apparaissent, au sein de la même idée, entre les énoncés portant sur plusieurs niveaux. Il peut s'agir par exemple d'une proposition d'usage (niv. 5) qui n'est pas alignée aux valeurs (niv. 7) qui la sous-tendent, un choix d'équipement (niv. 4) qui ne supporte pas les activités projetées (niv.5) ou encore, de manière a priori plus anodine, un choix de couleurs (niv.2) qui ne correspond pas à l'image que l'on souhaite projeter (niv. 6). L'analyse par niveaux épistémiques permet de mieux identifier ces frictions et leurs sous-bassements. Par exemple, dans le groupe 2, la proposition de mettre un aquarium au centre du hall (niv. 4) provoque assez rapidement des débats autour des questions de maintenance (niv. 5), des arrivées d'eau et de l'alimentation en électricité (niv.1) remettant en question la faisabilité technique du concept, qui invite à repenser les intentions initiales (niv. 6) « : « *Quel est le* ***lien*** *entre les poissons*

et Télécom ? ».

Le deuxième type de frictions est relatif à la fidélité des idées. Au cours du projet, les propositions évoluent naturellement et il peut arriver que le lien entre une proposition et son « histoire » (c'est à dire l'état de la proposition telle qu'elle était définie dans une version précédente) pose problème. Ce lien peut manquer de clarté (on ne comprend plus bien en quoi la proposition s'inscrit dans la continuité des versions précédentes), sembler rompu (la nouvelle version de la proposition semble « sortir de nulle part ») ou même être contradictoire (la nouvelle version semble être l'opposé de la version précédente). Nous avons notamment pu observer ces frictions à la suite du processus participatif, lorsque les projets des étudiants ont été reformulés par un groupe de travail avec des membre du personnel et des concepteurs professionnels pour l'adapter aux contraintes spécifiques du lieu, du budget et des réglementations. Ainsi, dans la figure 8 schéma de droite, les deux états A et B de la proposition peuvent semblées non reliés ou non cohérents (flèche (x)). Pour autant, il apparaît que la justification de la proposition, sur un plan plus abstrait, est cohérente (flèche (z)) : les deux contre-propositions sont sous-tendues par la même logique. Il peut même s'avérer que la proposition A déclenche un débat sur un plan épistémique plus élevé, qui donne lieu à une contre-proposition plus adaptée. Par exemple, dans la proposition « représentation des flux » notre atelier, une idée initiale d'aquarium au centre du hall a été abandonné au profit d'une fontaine, par l'intermédiaire de la notion de flux, représentant l'identité du lieu et de l'école pour les participants.

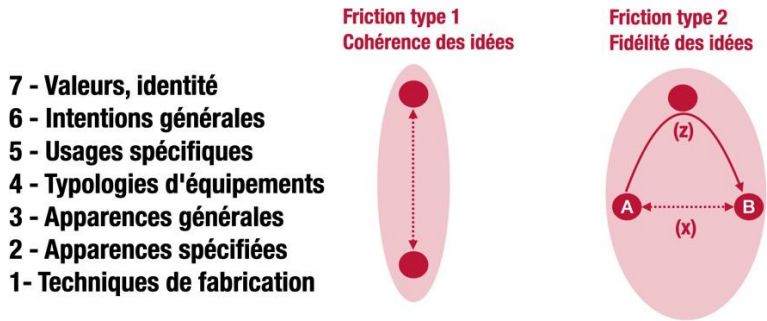


Figure 20 : frictions dans la construction participative des idées

7 PERSPECTIVES

La description des contributions de l'atelier en termes de niveaux épistémiques nous fournit un outil puissant pour l'analyse rétrospective d'un processus participatif. Non seulement il permet d'analyser la complétude du processus de construction des idées, mais il permet aussi de retracer le fil temporel de cette construction, et d'identifier des actions de médiation pertinentes. Le cadre d'analyse est aussi mobilisable pour comparer des propositions différentes ou des contextes différents (notamment en termes d'outils d'expression graphique).

Il fournit aussi un modèle normatif du design participatif : une activité efficace serait liée à une exploration large des concepts sur l'ensemble des niveaux épistémiques. À ce stade, nous n'avons pas encore pu établir de lien entre le processus de production des idées et leurs pertinence/qualité, ce dernier critère étant particulièrement délicat à adresser dans des situations réelles, singulières et évolutives de conception participative.

Enfin et surtout, les perspectives de cette recherche visent à décliner cet outil d'analyse en ressource pour l'action. La prise de conscience des niveaux épistémiques de l'activité collaborative devrait permettre de soutenir une exploration large et cohérente des idées, et notamment aider les usagers, généralement peu formées aux méthodes de conception, de création et d'idéation, à mieux élaborer et argumenter leurs idées. Il permet aussi de supporter et rendre explicite les tactiques de médiation spontanément mises en œuvre par les participants, s'inscrivant ainsi plus globalement dans les stratégies de médiation d'ateliers participatifs. La mobilisation des niveaux épistémiques devrait pouvoir aussi constituer un guide pour l'évaluation des idées et pour l'émergence de ces critères d'évaluation par le groupe. Cette élaboration de critères est une des caractéristiques des activités des concepteurs professionnels, mais est souvent ardue pour des usagers, et une grille telle que celle-ci pourrait permettre de soutenir cette activité. Il s'agit aussi de supporter la mise en cohérence des idées, et

l'exploration de propositions alternatives (parfois aussi peu naturelle pour les non-professionnels). Enfin, la grille de niveaux épistémiques permet de retracer l'historique des idées dans un projet de conception, pour rendre explicites les liens et filiations entre différentes contre-propositions ou évolutions. Une perspective est de structurer ces niveaux épistémiques non pas sous forme de tableau, mais de cible, avec une portion de cercle par proposition afin de visualiser le niveau d'avancement du projet en général. Cela permettrait d'une part de voir comment chaque proposition est élaborée, et de se fixer des objectifs pour les compléter, par exemple : « *Comme vous le voyez, tous les énoncés précédents se concentrent au milieu de cible. Cela veut dire que nous sommes majoritairement restés à des niveaux assez abstraits. Il faut maintenant se concentrer à concrétiser les propositions en complétant les niveaux en périphérie de la cible* ». D'autre part, une telle représentation permettrait aussi de mieux comparer les degrés d'élaboration des propositions les uns aux autres, par exemple, "*la majorité des énoncés de la proposition 1 sont situés au centre, dans les niveaux les plus abstraits. Il s'agirait de mobiliser le temps restant à compléter ses niveaux les plus complets afin qu'elle soit aussi développée que les propositions 2, 3 et 4 qui, elles se déploient plus uniformément sur la cible*". Ces différentes perspectives constituent autant de chantiers pour nos futurs travaux.

8 BIBLIOGRAPHIE

Arnstein, S. R. (1969). A Ladder Of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, *35*(4), 216-224. https://doi.org/10.1080/01944366908977225

Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process : Co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, *22*(5), 425-437. https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00009-6

Dorta, T., Kinayoglu, G., & Hoffmann, M. (2016). Hyve-3D and the 3D Cursor : Architectural co-design with freedom in Virtual Reality. *International Journal of Architectural Computing*, *14*(2), 87-102. https://doi.org/10.1177/1478077116638921

Dorta, T., Safin, S., Boudhraa, S., & Beaudry Marchand, E. (2019). *Co-Designing in Social VR - Process awareness and suitable representations to empower user participation*. 141-150. https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2019.2.141

Fougeres, A.-J., & Ospina, V. E. (2010). A mediation system to facilitate cooperation in a co-design platform. *2010 10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 664-669. https://doi.org/10.1109/ISDA.2010.5687189

Goel, V. (1995). *Sketches of Thought*. MIT Press.

Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal*, *4*(2), 123-143. https://doi.org/10.1080/10400419109534381

Lee, Y. (2008). Design participation tactics : The challenges and new roles for designers in the co-design process. *CoDesign*, *4*(1), 31-50. https://doi.org/10.1080/15710880701875613

Mer, S., Jeantet, C., Tichkiewitch, S. (1995). Les objets intermédiaires de la conception : modélisation et communication. In *Le communicationnel pour concevoir*, Caelen, J. and Zreik, K. (eds). Europia Productions, Paris, 21–41.

Morvan, A. (2024). Soutenir la contribution des parties-prenantes en conception participative avec des systèmes de médiation socio-technique : analyse des niveaux épistémiques et de la fidélité des propositions. These de doctorat, Institut Polytechnique de Paris. ⟨tel-05272490⟩

Morvan, A., Safin, S., Dorta, T. & Détienne, F . (2024). La contribution des usagères dans un atelier de co-idéation : une médiation sociotechnique pour l'exploration des niveaux épistémiques d'un projet. *Activités*, 21-1.

Reunkrilerk, D. (2022). La force du signal faible : Rôle des médias pour l'intégration du design au sein des organisations : Une contribution sémio-pragmatique de la médiation au design. Thèse de doctorat de l'Institut Polytechnique de Paris.

Safin, S. (2025). Les représentations graphiques en conception et participation. in S. Safin (Ed.). *Les activités cognitives de conception en architecture.* ISTE : Collection Sciences

Sanders, E. B. N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, *4*(1), 5-18. https://doi.org/10.1080/15710880701875068

Steen, M. (2013). Co-Design as a Process of Joint Inquiry and Imagination. *Design Issues*, *29*(2), 16-28. https://doi.org/10.1162/DESI_a_00207

Comment se projette-t-on imaginairement dans un usage futur ? Dimensions, processus et profils

Sonia ADELÉ
Univ Gustave Eiffel, COSYS-GRETTIA, F-77454 Marne-la-Vallée, France
sonia.adele@univ-eiffel.fr

Béatrice CAHOUR
C.N.R.S. i3 Institut Interdisciplinaire de l'Innovation, Télécom Paris SES/IPP, 91120 Palaiseau, France
beatrice.cahour@telecom-paris.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

L'imagination renvoie à la capacité mentale à transcender le temps, l'espace et les circonstances pour créer des mondes fictionnels ou considérer des alternatives des expériences actuelles. La littérature renseigne peu la génération dynamique des imaginaires. Nous avons exploré ce processus à partir d'une étude par Entretien d'Explicitation (Vermersch, 2014) auprès de 11 personnes ayant l'habitude de décrire leurs vécus. Ces entretiens portaient sur une activité préalable de projection imaginaire où les participants étaient invités à s'imaginer utiliser un type de véhicule nouveau (tricycle électrique carrossé) lors d'un trajet de leur choix. Nos résultats mettent en avant les dimensions de l'imaginaire (perception, action, pensées et émotions) ainsi que les processus mis en œuvre (contrôle et non-contrôle, incohérence/invraisemblance, fragmentation temporelle et spatiale, comparaisons avec le connu) et certaines différences interindividuelles. Ce travail permet de renseigner le processus imaginaire dans une situation d'usage pour le favoriser dans des méthodologies visant la conception.

MOTS-CLÉS
Quasi-expérience vécue, projection, imagination, méthode, conception

1 INTRODUCTION

Depuis un peu plus d'une vingtaine d'année, l'ergonomie s'est engagée dans la conception pour le futur (Brangier & Robert, 2014). Cette ouverture a nécessité de réfléchir à de nouvelles méthodes pour imaginer le futur et les usages qui lui sont associés, au côté des méthodes déjà inventées par l'ergonomie de conception, comme les scénarios, la simulation (Daniellou, 2004), le prototypage et les tests utilisateurs.

Dans ce but, la majorité des travaux existant dans la recherche a visé à rendre des experts (designers, ergonomes...), plus rarement des utilisateurs futurs probables, plus créatifs ; c'est-à-dire capables de générer des idées originales et adaptées à la situation. (Bonnardel & Lubardt, 2019). Si cette centration sur la créativité a des avantages notables, comme de permettre d'ouvrir totalement le champ des possibles, elle n'en est pas moins une manière d'éloigner la conception d'usages réels ou réalistes et de perdre en validité écologique.

D'autres travaux plus minoritaires, débutés à la fin des années 2010, se sont centrés sur l'implication exclusive des utilisateurs futurs probables à la conception de systèmes futurs. Ils reposent notamment sur la projection des utilisateurs futurs probables dans une situation future inconnue d'eux, par l'intermédiaire de leur imagination, en vue de recueillir une expérience imaginée qui sera exploitable pour la conception (Allinc et al., 2019). Cette expérience aurait toutes les caractéristiques de l'expérience vécue (Cahour et al., 2016) mais par l'imagination. Elle est nommée quasi-expérience

(Hoarau & Cahour, 2021 ; Maniga et al., 2026). L'utilisation de ce terme souligne l'aspect multidimensionnel et incarné d'une expérience vécue imaginairement. Dans cette quasi-expérience, les participants imaginent des situations dans lesquelles ils agissent, pensent, perçoivent et ressentent des émotions.

Cette richesse de l'imaginaire et ses caractéristiques phénoménologiques ont été étudiés de façon expérimentale par la psychologie autour de la notion de pensée orientée future (D'Argembeau & Van der Linden, 2004). Les nombreuses études renseignent sur les caractéristiques de cette pensée et notamment sur son appui sur les expériences passées et son ancrage dans le contexte de l'histoire de vie de l'individu (D'Argembeau, 2016). Elles éclairent aussi les ressemblances et les écarts qu'il peut y avoir entre le vécu réel et l'imagination. La quasi-expérience est semblable à l'expérience réelle en ce qu'elle implique un contexte spatio-temporel précis, des sensations riches, des émotions ayant une valence et une intensité et une vue à la première personne (De Brigard & Giovanello, 2012). Elle peut être différente car elle peut être floue, imprécise, à la troisième personne, narrativement fragmentée et composée d'images disparates, mais aussi idéalisée (D'Argembeau & Van der Linden, 2006).

Enfin, les recherches sur les images mentales (utilisées pour la réhabilitation dans le sport et la psychothérapie) se sont intéressées à un paramètre qui peut nous concerner dans le cadre de l'usage de l'expérience vécue imaginaire pour la conception : la contrôlabilité. La contrôlabilité est « *la facilité et la précision avec lesquelles une image peut être transformée ou manipulée dans l'esprit de quelqu'un* » (Moran, 1993, p. 158) de façon intentionnelle.

Les études existantes sur l'imagination visaient à comprendre les mécanismes qui sous-tendent les processus de pensée ou à les utiliser dans un but de réhabilitation. Leurs résultats doivent être réexplorés à la lumière des buts de conception de l'ergonomie. L'objectif de cette étude est d'explorer de façon approfondie une activité d'imagination, dans le but de valider l'intérêt d'utiliser l'imaginaire pour la conception. En particulier, nous soulignerons les ressemblances et différences entre l'expérience imaginaire et l'expérience réelle. Notre second objectif sera de mettre au jour des différences interindividuelles. Nous conclurons sur des préconisations de protocole méthodologique.

2 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie qualitative vise à amener les participants à vivre une quasi-expérience d'usage grâce à leur imaginaire, en les aidant à verbaliser ce qu'ils ont imaginé et comment. L'analyse du corpus porte sur les processus cognitifs et les dimensions de l'expérience imaginée.

2.1 Participants

L'étude compte 11 participants volontaires sachant rouler à vélo, tous experts de l'Entretien d'Explicitation (Vermersch, 2014). Ce choix a été fait en raison de la difficulté de la tâche qui leur a été demandée d'imaginer un trajet avec un tricycle électrique carrossé qu'ils n'ont jamais utilisé puis retrouver et décrire ce moment imaginé pendant un Entretien d'Explicitation. Cela garantit que les reconstructions seront limitées et que la description du vécu sera fine.

L'expertise des participants est garantie par le fait d'être membre du Groupe de Recherche sur l'explicitation (GREX 2). Tous pratiquent l'entretien d'explicitation en tant qu'interviewé et intervieweur depuis 4 ans à plus de 20 ans. Ils ont été contactés par le président de cette association suite à notre sollicitation. Les volontaires qui se sont manifestés ont reçu une notice d'information puis, après un délai de réflexion, un formulaire de consentement auquel ils ont répondu par mail.

Nos 11 participants sont âgés de 40 à 80 ans, 3 sont des hommes, 7 ont une pratique nulle ou occasionnelle du vélo. 4 ont imaginé un trajet urbain sur route, 5 un trajet en zone rurale sur route et 2 un trajet sur une infrastructure séparée de la route.

2.2 Procédure, matériel et analyse

La procédure complète comprend 5 étapes successives et dure entre 35 min et 1h20 (M = 60 min). Elle a été réalisée dans le respect des règles d'éthique et de gestion des données à caractère personnel[45], et menée en septembre et octobre 2024 en visioconférence.

Etape 1 : L'objectif de l'étude est présenté oralement et les participants sont interrogés sur leur âge, leur profession et leur pratique de l'entretien d'explicitation et du vélo.

Etape 2 : La présentation du véhicule, est faite par le biais d'images affichés en plein écran sur l'ordinateur du participant (Figure 1) et d'explications techniques orales. Ces images ont été sélectionnées pour permettre une représentation complète de l'objet (différents points de vue intérieurs et extérieurs, détails techniques, éclairage de nuit). Nous apportons ensuite des réponses à leurs questions, le cas échéant.

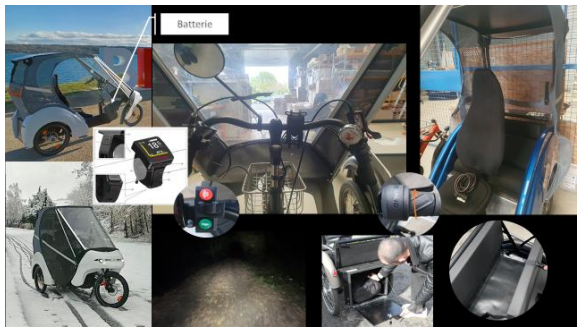


Figure 21 : Images de présentation du véhicule

Etape 3 : Les participants sont invités à réfléchir à un trajet court qu'ils connaissent et à son contexte (avec qui, pour aller où, dans quel but), sur lequel ils pourraient utiliser ce véhicule. Puis, ils passent 1 à 2 minutes à visualiser globalement ce trajet et ses différentes étapes sans trop de détails.

Etape 4 : Les participants choisissent ensuite un moment d'environ 1 minute de ce trajet selon leurs propres souhaits. Il leur est alors demandé « D'imaginer de façon détaillée ce moment pendant 2-3 minutes. » Chez nos participants, la durée de cette étape est comprise entre 15 secondes et 4 min 46 (M = 1 min 45). Il leur est préalablement précisé qu'il est possible, durant cette phase, de poser toutes les questions techniques qui pourraient gêner leur imagination.

Etape 5 : Un Entretien d'Explicitation est ensuite mené pour faire décrire ce qui s'est passé pour la personne pendant le moment d'imagination. L'entretien d'explicitation est une méthode d'inspiration phénoménologique nécessitant une formation spécifique. Il permet d'accéder au vécu subjectif en première personne d'un moment situé (Vermersch, 2014) de façon chronologique. La consigne introductive utilisée est la suivante : « Maintenant, si vous en êtes d'accord, j'aimerais que vous décriviez ce moment que vous venez d'imaginer et la manière dont cette expérience imaginaire vous est apparue, vous a traversé ; dites-moi si vous reviennent des pensées, des actions, des perceptions sensorielles, des émotions ou tout autre chose ; des souvenirs peut-être, des images, des sons, des sensations corporelles ou autre… Prenez le temps qu'il vous faudra pour laisser revenir ce moment et quand vous êtes prêt.e faites-moi signe [silence et attente d'un signe]. Qu'est-ce qui vous revient de ce qui s'est passé pour vous durant ce moment d'expérience imaginaire ? ». Les relances, produites après vérification que l'interviewé.e a un souvenir vivace du vécu, portent sur ce qui a été fait, pensé, perçu ou ressenti. Ce sont des relances non inductives du type « Est-ce qu'il vous revient des pensées ou des souvenirs peut-être qui sont venus dans votre expérience imaginaire, à ce moment-là? ». Certaines relances sont inspirées par l'exploration des sous-modalités sensorielles de la PNL[46] et permettent de détailler les caractéristiques des images, sons, odeurs, sensations corporelles

[45] Le protocole a fait l'objet d'un avis favorable du comité d'éthique de l'Université Gustave Eiffel en date du 15 juillet 2024 sous le numéro N°2024-014. Il a été établi dans le respect du RGPD.

[46] La PNL, ou Programmation Neurolinguistique est utilisée ici uniquement sur le plan du questionnement des sous-modalités sensorielles. « Par exemple, une image visuelle peut être décrite suivant les oppositions

imaginées. Par exemple : « Est-ce que cette vue est plutôt en couleur ? Plutôt en noir et blanc ? », « Comment c'est, quand vous le sentez ce dos d'âne ? ». Les relances aident la personne à rester en contact avec son souvenir et à accéder à certains éléments qui ne sont pas immédiatement accessibles à la conscience réfléchie et verbalisable. Les entretiens sont enregistrés puis retranscrits. Ils sont d'une durée comprise entre 15 et 50 min (M = 33 min).

L'analyse des entretiens comporte deux temps. Concernant l'analyse des processus cognitifs de l'expérience imaginée, les informations intéressantes ont été codées manuellement dans le logiciel de traitement de texte à partir du corpus et en s'inspirant de la littérature. Ces processus sont analysés de façon qualitative et présentés avec des exemples dans les résultats. Nous avons identifié (1) les marques de contrôle ou d'absence de contrôle sur l'imaginaire, (2) les incohérences/invraisemblances, (3) les fragmentations temporelles et spatiales, (4) les comparaisons entre le mode de transport imaginé et les modes connus. Concernant les différentes dimensions de l'expérience vécue, les actions, perceptions sensorielles, pensées, émotions (Cahour et al., 2016) sont surlignées dans le corpus, en différenciant les descriptions du vécu des discours métacognitifs où le participant décrit par exemple ce qui n'a pas été vécu. Dans le cas des perceptions, des sous-catégories ont été créées pour chaque sens. Pour les actions, pensées et émotions, des sous-catégories sont créées de façon inductive à partir du contenu des entretiens. Ces sous-catégories sont décrites dans la partie résultats et leur expression est quantifiée par participant. Chaque élément décrit n'est comptabilisé qu'une fois. Par exemple, si la personne parle plusieurs fois d'un élément perçu, celui-ci n'est compté qu'une seule fois. Toutes ces informations sont collées et organisées dans un tableur.

3 RÉSULTATS

Nos résultats mettent en avant les processus mis en œuvre ainsi que les dimensions de l'imaginaire (perception sensorielle, action, pensées et émotions) et certaines différences interindividuelles (profils).

3.1 Processus cognitifs de l'expérience imaginée

Les processus dégagés du corpus sont le contrôle/non contrôle de l'imaginaire, l'incohérence/invraisemblance, la fragmentation temporelle/spatiale et la comparaison avec le connu.

3.1.1 Contrôle vs. absence de contrôle de l'imaginaire

Le contrôle est l'un des paramètres fréquemment identifiés dans la littérature sur l'imagerie mentale (Moran, 1993). Dans nos entretiens, les participants verbalisent une forme de contrôle (6 participants) ou de non-contrôle (5 participants) sur ce qu'ils imaginent.

Le contrôle est présent lorsque le participant déclare avoir choisi spécifiquement le déroulement de l'imaginaire, parfois vers des moments agréables ou faciles. On peut voir des marqueurs langagiers tels que « je me dis que », « je l'ai chassée [cette image] », « j'ai construit mes images », « on peut imaginer que… ». Contrairement à l'expérience réellement vécue, les personnes peuvent s'arranger avec l'expérience imaginée.

P4 : « Dans mon imaginaire, je me dis qu'il n'y a pas de voiture. »

P8 : – « Donc, j'ai eu une image avec de la buée qui était assez gênante, en fait. Et puis, du coup, après, je l'ai chassée. Et j'ai juste vu de la pluie sur le plexiglas.

I (Intervieweuse) : – Vous l'avez chassée ?

P8 : « vu que j'étais gênée, je me suis dit, ben, non, il n'y a pas de buée, quoi, du coup [rire]. J'ai construit mes images, en fait, avec les questions que je me posais. Et après, je me suis arrêtée sur une image en fait de plexiglas qui reste assez clair, avec un peu de gouttes d'eau, mais qui n'est pas gênant.»

P7 : « Même si j'ai eu quelques doutes sur les dimensions de la roue, je ne les connais pas. Mais je me suis dit que ça ferait bien l'affaire [que la roue rentrerait dans le parking à vélo]. »

proche/lointaine, nette/floue, brillante/mate, colorée/non colorée, petite/grande, statique/en mouvement, etc. » (Vermersch, 2014, p.201)

Inversement l'absence de contrôle se manifeste par l'irruption d'images involontaires ou par des choix qui ne sont pas faits. Les marqueurs langagiers indiquent que ce qui est imaginé est indépendant de la personne, ça lui échappe.

P1 : « C'est marrant parce que j'ai l'impression que […] mon imagination s'occupe plus de ce qui se passe à gauche que de ce qui se passe à droite. »

P3 : « Mais je n'ai pas décidé, c'est venu [qu'il faisait beau]. »

P4 : « Mais il n'y a toujours pas Firmin [son petit-fils] derrière. Véritablement, il n'est pas là, lui, le petit. Alors qu'au départ, dans mon imaginaire, on partait tous les deux du marché. Il a disparu en cours de route. »

Cet aspect de l'expérience imaginaire est absent de l'expérience réellement vécue.

3.1.2 Incohérence, invraisemblance

Cette dimension ressort plutôt de méta-commentaires faits par les participants que de la description stricte de la quasi-expérience vécue par l'imagination. Les participants expriment des étonnements, constatent des choses qui se produisent un peu comme par magie, invraisemblables voire incohérentes (de l'ordre du non-contrôlé). Ces phénomènes sont présents dans 4 entretiens :

P1 : « C'est les mêmes voitures que j'avais à gauche et là elles sont à droite. » Dans cet extrait, le participant constate que son imagination a déplacé des voitures qu'il voyait préalablement à sa gauche, vers le côté droit qui n'était pas présent visuellement dans son imaginaire au préalable.

P3 : « Je le regarde [le frein] et apparemment, ça suffit [pour arrêter le véhicule]. C'est magique ! »

P4 : « Ben, j'appuie sur un truc, je ne sais même pas ce que c'est, mais qui dit que ça y est, il est garé. »

P9 : «il y a une incompatibilité entre la lumière que je vous ai décrit tout à l'heure [matin gris brumeux] et la façon dont la route me paraît sèche. [...] Donc là, en termes de cohérence de temps, euh… »

A notre connaissance il n'existe pas de références sur ce phénomène dans la littérature et ce phénomène n'apparait pas quand il s'agit d'une expérience réellement vécue.

3.1.3 Fragmentation temporelle et spatiale

Dans 4 entretiens, les participants expriment des trous, des vides et des sauts dans ce qui a été imaginé. Pour évoquer ces ruptures de continuité spatiale et temporelle dans l'imagination d'évènements futurs, la littérature parle de cohérence vs. fragmentation (D'Argembeau & Van der Linden, 2006). Les verbatims montrent bien qu'il s'agit de moments non imaginés et non de moments qui ne reviennent pas en mémoire durant l'entretien.

P5 : - « Là, j'étais un peu craintive, parce qu'effectivement, le passage dans le chemin est un petit peu mouvementé, si je peux dire. Il y avait des bosses. Donc, ce qui me revient le plus, effectivement, c'est des espèces de craintes. Les [instants] juste-avant. Et puis, en quelque sorte, je me retrouve juste après. »

I : - C'est-à-dire qu'il s'est passé quoi entre le juste avant et le juste après dans votre imagination ?

P5 : - Il y a un trou.

I : - Il y a un trou ?

P5 : - Oui. C'est pas imaginé. Il y a un trou. »

Une autre interviewée a imaginé arriver à sa destination mais n'a pas imaginé l'action permettant d'immobiliser le véhicule.

I : - « Quand vous stationnez, comment vous faites ?

P3 : - [...] j'avoue que je crois que j'ai sauté le moment où je mets le frein. Finalement, en fait, je le vois le frein, mais je ne fais rien avec le frein de parking. […] Là, il me revient maintenant que dans mon imagination, je le vois. Je vois une poignée, mais dans mon imagination, je n'ai rien fait avec. »

Dans l'extrait suivant, le participant est arrêté à un stop et imagine son redémarrage, puis revient sur l'imagination de son arrêt quelques instant avant.

P1 : « [Quand] je me suis représenté que je démarrais, je me suis dit[...], comment je me suis arrêté. »

Ce phénomène est spécifique de l'expérience imaginée et absent de l'expérience réellement vécue. L'expérience imaginée n'est pas « chronologiquement pleine », contrairement à l'expérience réelle (même si le souvenir de celle-ci peut être fragmenté). Cette fragmentation est typique de l'imaginaire tel qu'il se déploie naturellement, qui est étudié ici.

3.1.4 Comparaison au connu

Nous avons relevé de très nombreuses comparaisons réalisées par les participants entre ce qu'ils connaissent d'un autre véhicule (voiture, VAE, vélo cargo majoritairement) et ce qu'ils imaginent. Ces comparaisons permettent aux participants d'imaginer une situation inconnue à partir de ce qu'ils connaissent, mais aussi de décrire leurs sensations à l'intervieweuse. La comparaison sert de point de repère pour constater des similitudes et pour marquer des différences. Ce résultat confirme le fait que l'imagination provient de la réutilisation d'expériences passées (D'Argembeau, 2016). Dans notre cas, cette réutilisation se manifeste principalement sous la forme de comparaisons de situations. Les comparaisons concernent le plus souvent les sensations corporelles associées à la conduite mais aussi la forme physique du véhicule et ses caractéristiques techniques.

P8 : « Je sais que j'ai pas mal d'interrogations sur ma posture. J'ai une interrogation sur… Mais en fait, voilà. Le vélo, à la fois, il me revient ma posture sur le vélo qui est assez droite avec la force dans les jambes. Et donc là, j'essaie de trouver… la bonne inclinaison en me disant mais est-ce que j'ai assez de force ? [silence] J'essaie de trouver la bonne inclinaison dans la manière dont je suis installée. »

P2 : « tel que je l'ai vécu quand je l'ai imaginé, c'est comme si j'étais dans ma voiture, mais un cocon plus… comment dire, moins solide. Plus fragile… pas fragile mais plus, comment dire… plus fin, plus perméable à l'environnement, mais quand même, il y a quand même un espace, il y a quand même un cocon, quoi. »

Des sensations reviennent dans les commentaires comme étant difficiles à imaginer en l'absence de références sur lesquelles se raccrocher, par exemple lorsque l'on n'a jamais utilisé un vélo électrique : *P1 : « Je n'arrive pas à intégrer dans ma représentation le fait que je suis assisté. »*

3.2 Dimensions de l'expérience imaginée

Dans cette partie nous allons décrire le contenu des entretiens en termes d'expérience imaginaire. Les perceptions, actions, pensées et émotions décrites par les participants sont précisées.

3.2.1 Perceptions sensorielles

Nous avons codé, dans les entretiens, des perceptions visuelles (majoritaires), auditives et olfactives. Les perceptions gustatives n'ont jamais été évoquées. Les perceptions corporelles sont très présentes également. Elles ont été différenciées en catégories plus fines qui sont mieux à même de décrire ce qui est imaginé autour de l'usage –physique– d'un véhicule à pédales à assistance électrique. Ces sous-catégories de sensations ne font pas l'objet d'une classification consensuelle dans la littérature tant les organes associés, les stimulus et les propriétés tangibles sont variés. Nous avons donc fait des choix à partir des contenus sémantiques des entretiens, en différenciant (1) la proprioception (position des membres dans l'espace et leur mouvement, effort, force, lourdeur), (2) l'équilibrioception (perception d'équilibre, position globale du corps, sensation de vitesse), (3) la thermoception (sensation de température de l'environnement et de son corps) et (4) l'intéroception (sensations internes comme la douleur, la faim, la soif, la salivation et le rythme cardiaque).

Les participants nous informent parfois, dans une posture métacognitive, de ce qu'ils n'ont pas perçu. Par exemple, 4 participants disent ne pas voir les contours précis du véhicule, et 3 participants disent ne pas ressentir l'effort de pédalage.

3.2.2 Actions

Les actions recouvrent une très grande diversité de possibilités (21 types d'actions recensés). Nous présentons ici ces actions regroupées en quatre catégories : (1) actions génériques de conduite que nous pourrions retrouver aussi bien pour une voiture ou un vélo classique (les plus nombreuses), (2) actions spécifiques de conduite qui sont plutôt propres à un véhicule comme celui-ci (vélo), (3) actions hors conduite (menées véhicule arrêté et hors du véhicule).

Dans une posture métacognitive, les participants nous informent sur ce qu'ils n'ont pas fait (gérer les commandes du véhicule, gérer les portes et le coffre, attacher le véhicule). La seule action non imaginée qui est mentionnée deux fois est le fait de pédaler.

Tableau 11: Dimensions de l'expérience imaginée et processus selon les participants (les % sont calculés sur le nombre total de dimensions évoquées par un participant et sont arrondis)

Participants	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Tot.
Perceptions	19 29%	24 65%	34 43%	20 43%	25 45%	*4* *33%*	23 43%	30 52%	27 30%	19 43%	17 29%	**242**
Visuelles	11	10	21	14	15	*4*	14	13	17	12	5	**136**
Corporelles	8	11	9	5	10	*0*	7	13	9	7	11	**90**
Auditive/olfactive	0	3	4	1	0	*0*	2	4	1	0	1	**16**
Actions	7 11%	*1* *2%*	11 14%	12 26%	8 14%	*0* *0%*	10 19%	6 10%	16 18%	7 16%	12 21%	**90**
Conduite non spé	4	*0*	7	11	4	*0*	2	2	15	5	6	**56**
Conduite spé	2	*0*	1	1	3	*0*	1	3	1	0	3	**15**
Hors conduite	0	*1*	3	0	1	*0*	7	1	0	3	3	**19**
Pensées	33 51%	*4* *11%*	23 29%	12 26%	18 32%	7 58%	18 34%	17 29%	32 36%	12 27%	20 34%	**196**
Connaissances	7	*2*	6	4	7	3	2	5	1	2	11	**50**
Décisions	1	*0*	1	0	0	0	3	2	0	4	5	**16**
Evaluations	4	*0*	8	3	6	1	5	2	12	2	3	**46**
Anticipations	10	*0*	2	1	2	2	3	2	8	2	1	**33**
Questionnements	9	*0*	4	1	0	0	4	6	7	1	0	**32**
Focalisation de l'attention	2	*2*	2	3	3	1	1	0	4	1	0	**19**
Emotions	6 9%	8 22%	11 14%	*2* *4%*	4 7%	*1* *8%*	*2* *4%*	5 9%	14 16%	6 14%	9 16%	**68**
positives	3	6	10	1	1	1	2	5	7	5	7	**48**
négatives	3	2	1	1	3	0	0	0	7	1	2	**20**
Tot.	**65**	**37**	**79**	**46**	**55**	**12**	**53**	**58**	**89**	**44**	**58**	**596**
Contrôle	1	0	0	4	0	0	1	2	0	2	1	11
Absence de contrôle	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Fragmentation	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	6
Comparaisons	5	9	2	4	3	3	7	6	7	0	0	46
Invraisemblances	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	5

3.2.3 Pensées

Cette catégorie renvoie à la part du fonctionnement mental que les sujets décrivent avoir eu durant le trajet imaginé ; ces pensées ou activités mentales ont été classées en 6 catégories

(1) La catégorie des « *connaissances/souvenirs* » renvoie à ce que les participants savent déjà, du fait d'expériences passées mais aussi des souvenirs précis. On retrouve par exemple des sensations connues, les règles de la conduite, les connaissances d'un lieu, le design de certains objets, ou des souvenirs du moment de présentation du véhicule en début de protocole, et des souvenirs plus personnels de chutes à vélo, de vacances à la mer, de trajets antérieurs. (2) La catégorie « *décisions* » regroupe toutes les prises de décisions lors de l'usage imaginé du véhicule (e.g. où se stationner, où circuler). (3) La catégorie « *évaluations* » regroupe les jugements et estimations faites lors de l'usage imaginé du véhicule. Les évaluations sont principalement liées aux caractéristiques du véhicule (e.g. ça ne passe pas en largeur). Certains évaluent aussi leur propre comportement, celui des autres usagers de la route ou les caractéristiques de cyclabilité de l'environnement. (4) La catégorie « *anticipations* » comprend les pensées visant à préparer certaines phases du trajet, principalement des manipulations du véhicule, ou des risques potentiels. 5) La catégorie « *questionnements* » réunit les questions que les participants se posent sur l'usage du véhicule pendant le trajet imaginé (e.g. comment se stationner ou le véhicule peut-il rouler sur des graviers). (6) La catégorie « *Focalisation de l'attention »* regroupe les éléments de la situation sur lesquels les participants disent porter particulièrement leur attention durant l'expérience imaginée.

Parmi ce qui est verbalisé comme « impensé » (très peu nombreux, 8 éléments seulement pour 5 participants), aucun élément n'est commun entre les différents entretiens.

3.2.4 Émotions

Nous avons enfin catégorisé les états émotionnels ressentis pendant cette expérience imaginaire. Dans notre analyse, nous considérons les émotions au sens de Cosnier (1994) qui réunit les émotions de base et leurs dérivés avec les sentiments (e.g. culpabilité, perte de contrôle). Nous avons codé une majorité d'émotions positives (plaisir, sécurité, satisfaction, intérêt). Les émotions négatives relevées sont le sentiment d'insécurité, la surcharge cognitive, l'inquiétude, l'hostilité perçue de l'environnement. P2 exprime des sentiments d'agréabilité dans le véhicule et d'hostilité au dehors :

P2 : « Il fait bien nuit et c'est pas agréable, c'est-à-dire que j'ai une sensation agréable dans le véhicule parce que je… j'ai une sensation de chaleur en fait. La discussion avec mon fils, de confort. Mais par contre dehors c'est un peu hostile. »

Dans le plaisir, nous retrouvons des manifestations de confort, de moment agréable, de perceptions sensorielles plaisantes, de facilité de conduite. L'inquiétude est principalement liée au fait d'anticiper des difficultés potentielles avec la prise en main du véhicule. La satisfaction est liée à des modes de fonctionnements du véhicule qui sont cohérents avec leurs attentes (e.g. possibilité de pédaler assise). Enfin, l'intérêt est toujours lié à la curiosité, au plaisir d'expérimenter le véhicule.

L'insécurité est liée au risque de chute et à la vulnérabilité du véhicule face au trafic et la sécurité au fait de se sentir stable et visible.

3.3. Comparaisons interindividuelles : expérience imaginée et processus associés

Est-ce que tout un chacun imagine un usage futur de façon comparable en termes de dimensions imaginées et de processus ? Nous avons observé la répartition des dimensions de l'expérience vécue et des processus vus précédemment parmi les participants.

Du point de vue des dimensions de l'expérience, nous pouvons différencier des individus plutôt centrés sur les pensées (P1, P5, P9). Ce sont aussi ceux qui ont une forte proportion d'émotions négatives par rapport aux émotions positives. Chez la plupart des autres participants, ce sont les perceptions qui sont les plus présentes, surtout chez P2 et P8. P11 présente un profil très équilibré entre les différentes dimensions de l'expérience.

Du côté des processus, nous pouvons identifier des profils qui sont plutôt dans le contrôle (P7, P8, P10 et P11), certains qui n'en parlent pas (P2, P5, P6, P9) et d'autres chez qui le contrôle et l'absence de contrôle sont présents (P1, P4). Seul le participant 3 présente uniquement une absence de contrôle. Les profils en contrôle n'ont pas d'invraisemblance dans leur expérience imaginée, alors qu'il y en a chez les autres profils. Nous pouvons enfin remarquer une coexistence entre les invraisemblances et les fragmentations (P1, P3, P4, P5). On note certains profils qui tendent à contrôler leur imaginaire de façon positive (e.g. P10 : « *C'est pratique parce qu'on peut imaginer que tout va parfaitement bien. J'imagine que je roule facile. Ça se fait facilement… Je pense que j'ai évité toutes les difficultés possibles*. » alors que d'autres choisissent un scénario avec des situations plus critiques (cas des 3 participants centrés sur les pensées). Ce résultat est intéressant pour la conception de méthodes basées sur l'imagination.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

Notre étude permet de compléter les recherches expérimentales menées en psychologie sur la pensée orientée future et l'imagerie en testant les intérêts et limites de l'usage de l'imagination pour la conception. Par une méthode de recueil approfondi d'un moment d'usage imaginé sans guidage, nous avons pu montrer la richesse de l'expérience imaginaire. Cette quasi-expérience se rapproche fortement d'une expérience réelle en cela qu'elle comprend des perceptions sensorielles, des émotions, des pensées et des actions. Cependant elle est lacunaire sur des points importants pour la conception d'un véhicule nécessitant des actions physiques, telles que la manipulation des commandes, la sensation d'effort de pédalage ou d'assistance électrique. Il aurait été préférable de sélectionner des participants ayant accès à une situation réelle proche, comme l'usage d'un vélo électrique dans notre cas. L'expertise dans le domaine visé semble, en effet, permettre d'imaginer certaines actions et sensations.

L'étude des processus rapportés par nos participants confirme certaines des conclusions des études antérieures de façon plus approfondie grâce à la méthode d'entretien. L'expérience imaginaire se construit en référence au passé (connaissances, expériences). Elle présente des manques, des moments qui ne sont pas imaginés contrairement au vécu réel. Ces manques peuvent être gênants uniquement s'ils se produisent à des moments « sensibles » de l'expérience (par exemple face à une difficulté). Le recueil de l'expérience imaginaire peut également être limité par une tendance à rechercher la facilité et à imaginer des situations idéales. Cette expérience imaginée peut également présenter des parties invraisemblables, un peu magiques.

L'observation des différences interindividuelles montre qu'il existe des profils pluriels dont certains qui ont tendance à rechercher une expérience idéale par le contrôle de l'imaginaire, ce qui serait moins à même de refléter les problématiques rencontrées dans une expérience réelle. Cet écueil n'est pas présent lorsque l'entretien de projection imaginaire guidée est utilisé (Allinc et al., 2019 ; Maniga et al., 2026). Dans le cas où l'imaginaire ne serait pas guidé par un interviewer, une consigne spécifique devra viser le non évitement des difficultés ou a minima une mesure de la présence/absence de difficultés imaginées devra être prévue.

Pour conclure, nous aimerions pointer d'autres limites de cette étude. Ce protocole a été réalisé pour l'examen d'un futur plutôt proche. Il conviendrait de le répliquer pour des expériences plus éloignées du connu. Egalement, nous avons laissé au participant le choix du trajet, par conséquent, nous comparons des expériences très disparates. Enfin, l'échantillon est limité et constitué à majorité de femmes.

5 BIBLIOGRAPHIE

Allinc, A., Cahour, B., & Burkhardt, J.-M. (2019). The Guided Imaginary Projection, a New Methodology for Prospective Ergonomics. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, Y. Fujita (Eds.), *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association*, IEA 2018 (AISC 824, pp. 1340–1347). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96071-5_135

Bonnardel, N. & Lubart, T. (2019). La créativité : approches et méthodes en psychologie et en ergonomie. *RIMHE : Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise*, 37, *8*(4), 79–98. https://doi.org/10.3917/rimhe.037.0079.

Brangier, É. & Robert, J.-M. (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. *Le travail humain, 77*(1), 1–20. https://doi.org/10.3917/th.771.0001

Cahour, B., Salembier, P., & Zouinar, M. (2016). Analyzing lived experience of activity. *Le travail humain*, *79*(3), 259–284. https://doi.org/10.3917/th.793.0259

Cosnier, J. (1994). *Psychologie des émotions et des sentiments*. Retz.

D'Argembeau, A. (2016). La pensée future épisodique : entre simulation et contexte autobiographique. *Revue de neuropsychologie, 8*(1), 55–59. https://doi.org/10.1684/nrp.2016.0367.

D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2004). Phenomenal characteristics associated with projecting oneself back into the past and forward into the future: Influence of valence and temporal distance. *Consciousness and cognition*, 13(4), 844–858. https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.07.007

D'Argembeau, A., & Van der Linden, M. (2006). Individual differences in the phenomenology of mental time travel: The effect of vivid visual imagery and emotion regulation strategies. *Consciousness and cognition*, *15*(2), 342–350. https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.09.001.

Daniellou, F. (2004). 21. L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 359–373). Presses Universitaires de France.

De Brigard, F., & Giovanello, K. S. (2012). Influence of outcome valence in the subjective experience of episodic past, future, and counterfactual thinking. *Consciousness and Cognition: An International Journal, 21*(3), 1085–1096. https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.06.007

Hoarau, M., & Cahour, B. (2021, July). Partage d'un robot-taxi autonome par projection imaginaire guidée: quelles sources de confort/inconfort dues à l'absence de chauffeur ? In *Actes du 11ème Colloque EPIQUE* (pp. 122-129). ARPEGE Science Publishing.

Maniga, E., Adelé, S., & Cahour, B. (2026). How to catch prospective use? A comparative study of virtual environment movie and guided imaginary for projecting future users in a public space. *Ergonomics*, *69*(1), 35–48. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2418946

Moran, A. (1993). Conceptual and methodological issues in the measurement of mental imagery skills in athletes. *Journal of Sport Behavior*, *16*(3), 156–171. Retrieved from https://www.proquest.com/scholarly-journals/conceptual-methodological-issues-measurement/docview/1311951840/se-2

Vermersch, P. (2014). *L'entretien d'explicitation* (8e éd.). ESF.

SYMPOSIUM #3 :

PROSPECTIVE ET CRÉATIVITÉ L'ERGONOMIE POUR IMAGINER LES FUTURS DU TRAVAIL ET DE LA VIE QUOTIDIENNE

Le « design-fiction effect » : dépasser l'effet de fixation et les biais cognitifs liés à l'activité de conception orientée futur

Cynthia Lopez-Bagousse
Aix-Marseille Université | PSYCLE/InCIAM
cynthia.bagousse@univ-amu.fr

Thomas Arciszewski
Aix-Marseille Université | PSYCLE/InCIAM
thomas.arciszewski@univ-amu.fr

Nathalie Bonnardel
Aix-Marseille Université | PSYCLE/InCIAM
nathalie.bonnardel@univ-amu.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium.

RÉSUMÉ

Cette contribution interroge les limites cognitives de la conception orientée vers le futur, notamment l'effet de fixation et certains biais cognitifs liés à la projection temporelle vers le futur. Elle propose d'examiner les effets du design-fiction, c'est-à-dire les effets que produisent les propriétés de l'approche du design-fiction, à savoir la narration du genre littéraire de la science-fiction et l'exposition à un artefact fictionnel. L'approche du design-fiction est ici envisagée comme une activité de conception sous contrainte, susceptible de servir de levier dans une démarche de conception exploratoire visant notamment à dépasser l'effet de fixation et le biais d'ancrage dans l'expérience passée. À partir d'observations d'activités à caractère prospectif, plus spécifiquement des ateliers d'écriture créative et d'un jeu de cartes de prospective, certaines propriétés du design-fiction se sont révélées être des dispositifs communicationnels, médiateurs et réflexifs intéressants. Les observations suggèrent que les propriétés du design-fiction (i.e., l'étrangeté, l'artefact fictionnel, la projection vers le futur et les Wildcards) contribuent à développer une pratique de littératie des futurs dans les démarches ergonomiques de conception prospective.

MOTS-CLÉS
Design-fiction ; ergonomie prospective ; effet de fixation ; ancrage dans l'expérience passé ; littératie des futurs.

1 INTRODUCTION

Dans une approche de psychologie ergonomique et cognitive, les démarches en ergonomie prospective peuvent être considérées comme une activité de conception orientée vers le futur, au cours de laquelle les ergonomes cherchent à imaginer, définir ou organiser des situations, des objets ou des systèmes qui n'existent pas encore. L'objectif étant d'anticiper des transformations du travail et de la vie quotidienne, afin d'envisager des besoins futurs, ou plus justement dit, des attentes ou des souhaits futurs quant à la manière de satisfaire ces besoins (Brangier & Robert, 2014 ; Robert & Brangier, 2009). Ce caractère prospectif de l'activité de conception orientée vers le futur rend cette dernière complexe par le fait qu'elle mobilise simultanément plusieurs processus cognitifs comme l'anticipation, le raisonnement hypothétique, la prise de décision, ainsi que la créativité, l'imagination et la simulation mentale. L'incertitude qui caractérise le futur renforce cette complexité, conduisant

les concepteurs à élaborer des situations futures encore inexistantes, sans pouvoir s'appuyer directement sur leur expérience ou sur des schémas déjà existants en mémoire.

Or, il n'est pas possible d'imaginer totalement ce que l'on ne connaît pas, dans la mesure où l'imagination repose sur la recombinaison d'expériences antérieures et de schémas mentaux stockés en mémoire (Ward, 1994). Ce qui est également le cas pour la pensée contrefactuelle, ce mécanisme clé dans la simulation mentale, prenant la forme d'un mode de raisonnement consistant à imaginer des alternatives à la réalité en envisageant « ce qui aurait pu être » ou « ce qui pourrait être autrement ». Cette forme de pensée s'appuie également sur la réorganisation d'expériences mémorisées plutôt que sur la création *ex nihilo* de contenus mentaux (Byrne, 2007).

Il n'est donc pas étonnant que cette activité de conception orientée vers le futur soit sujette à des biais cognitifs, mécanismes de pensée automatique, tels que l'ancrage dans l'expérience passée conduisant les concepteurs à utiliser l'état présent comme point de référence, ou encore, le biais de *statu quo* poussant les concepteurs à privilégier des solutions proches de l'existant étant perçues comme moins risquées cognitivement et socialement (Davies, Moulinet et Buisine, 2025). Cela renforce un phénomène très courant en design, celui de l'*effet de fixation*, qui consiste à utiliser des connaissances facilement accessibles en mémoire, et jugées comme satisfaisantes, incitant le concepteur à rester fixé sur des solutions peu originales (Chrysikou & Weisberg, 2005). Ces biais cognitifs et l'effet de fixation limitent souvent la capacité des individus à se représenter le futur, et augmentent leur tendance à s'appuyer sur des hypothèses et des connaissances ancrées dans le présent (Martin, 2021), ayant pour résultat le rappel en mémoire de schèmes d'actions connus qui sont ensuite utilisé comme cadres interprétatifs (Rabadel, 1995) de la situation ou de l'objet futur.

Il existe des leviers permettant de dépasser ces mécanismes cognitifs comme :

(1) L'introduction de nouvelles contraintes qui va entrainer un processus d'inhibition cognitive des solutions dominantes, et ainsi favoriser l'exploration de solutions alternatives (Tromp, 2002 ; Chrysikou & Weisberg, 2005 ; Chevalier & Bonnardel, 2003).
(2) L'exposition à des exemples permet également d'activer en amont une nature de connaissance qui va jouer un rôle déterminant dans le processus de conception (e.g., Camarda & Cassotti, 2020), soit en élargissant, ou au contraire restreignant, l'espace de recherche d'idées (Bonnardel, 2009).
(3) Enfin, la prise de conscience des biais cognitifs permet, sans supprimer ces mécanismes de pensée automatique, de contribuer à en atténuer les effets en favorisant une mise à distance critique des raisonnements mobilisés.

Dans cette perspective, une part essentielle du travail de conception orientée vers le futur consiste à délimiter, ouvrir ou restreindre l'espace des possibles lui-même. L'enjeu devient alors non seulement de produire des futurs possibles, mais également de dépasser les limitations cognitives qui restreignent spontanément leur émergence, dans le but d'élargir l'espace de conception et de favoriser des formes plus riches d'exploration prospective. C'est précisément sur ce point que l'approche du design-fiction apporte une contribution spécifique. En s'appuyant sur une articulation entre narration fictionnelle et artefacts spéculatifs, le design-fiction permet de rendre tangibles et expérimentables des futurs alternatifs définis (Bleecker, 2009). Partant de l'hypothèse que cette approche agit comme un dispositif médiateur pouvant réduire certains mécanismes cognitifs liés à la projection vers le futur, nous avons conduit, à des fins d'observation, deux activités à caractère prospectif : la première repose sur un atelier d'écriture créative, la seconde prend la forme d'un jeu de prospective.

Les différentes conclusions issues des observations concernant les effets produits au cours d'une activité de conception orientée vers le futur sont présentées dans les sections suivantes, après une conceptualisation de l'approche du design-fiction dans le cadre d'une pratique en ergonomie prospective.

2 L'APPROCHE DU DESIGN-FICTION

L'approche du design-fiction ne possède pas de cadre méthodologique clairement défini, ni une

définition consensuelle (Coulton et al., 2017). Elle se caractérise davantage par un ensemble de pratiques situées à l'intersection du design, de la prospective, de la fiction et de la critique sociotechnique. Malgré cette diversité d'approches, les travaux fondateurs de Sterling (2005) et de Bleecker et al. (2022) permettent d'identifier deux propriétés fondamentales du design-fiction : d'une part, le recours aux imaginaires et aux mécanismes narratifs issus de la science-fiction ; d'autre part, la mobilisation d'artefacts fictionnels (ou artefacts diégétiques) qui matérialisent des éléments d'un monde futur spéculatif (Kirby, 2010).

Dans une pratique en ergonomie prospective, le design-fiction s'inscrit dans une approche fortement exploratoire dans la mesure où il vise davantage une réflexion spéculative qu'une conception aboutie. Le design-fiction peut être mobilisé comme une méthode narrative pour stimuler l'imagination et aider les individus à repenser leurs représentations du futur et leurs schèmes d'usage (Bobillier-Chaumon et al., 2018). En s'appuyant sur des récits fictionnels, le design-fiction permet de déplacer les cadres habituels de pensée en proposant des situations alternatives qui rompent avec les représentations dominantes du présent ou les représentations « standardisées » du futur. La narration agit alors comme un support de projection cognitive favorisant l'exploration spéculative. Elle permet également d'introduire une distance réflexive vis-à-vis des usages, des normes et des modèles sociotechniques existants, en rendant envisageables d'autres formes d'organisation du quotidien ou du travail.

L'artefact fictionnel joue dans l'approche un rôle central, qu'il prenne la forme d'un objet, d'un prototype spéculatif, d'une interface, d'un document ou d'une mise en scène, il agit comme un médiateur cognitif et social permettant de rendre tangibles des futurs abstraits. En matérialisant des hypothèses de conception ou d'usage, l'artefact facilite la projection mentale des individus dans des contextes futurs et soutient les processus de réflexion collective. Dans la lignée des travaux de Rabardel (1999), l'artefact fictionnel peut être considéré comme un instrument de médiation de l'activité, structurant les interactions, les raisonnements et les interprétations des participants. Cette fonction médiatrice rejoint également les travaux sur les objets intermédiaires de conception et sur le rôle des artefacts dans la résolution de problèmes complexes (Darses, 2009 ; Kroes & Meijers, 2006 ; Rabardel, 1999).

Sur cette base, nous avons cherché à explorer à travers deux terrains d'observation les effets du design-fiction sur l'activité de conception orienté vers le futur : un premier reposant sur des ateliers d'écriture créative proposant une activité sous contrainte, et un second fondé sur un jeu de cartes prospectif visant particulièrement à mettre en évidence les biais cognitifs associés à la projection vers le futur.

3 LES ATELIERS D'ECRITURE CREATIVE

Le design-fiction soutient l'imagination et la scénarisation en utilisant la science-fiction qui offre deux ingrédients clés : le *novum* et l'*estrangement*, qui instaurent une étrangeté qui favorise une distanciation cognitive et une suspension volontaire de l'incrédulité (Suvin, 1979). Ainsi, en s'appuyant sur des connaissances et des schémas mentaux existants en mémoire, le participant à un design-fiction s'approprie la narration de l'approche en s'engageant dans une construction de sens. Ce processus est possible par des mécanismes cognitifs d'assimilation, d'accommodation et d'équilibration (Piaget, 1992).

Dans cette idée, nous avons proposé des ateliers d'écriture créative[47] dans le but de proposer un premier terrain d'observation afin d'analyser les effets du design-fiction sur les processus de conception créativité. En mobilisant les mécanismes narratifs de la science-fiction sous la forme d'artefacts visuels, ces ateliers ont placé les participants dans une situation où ils devaient imaginer, raconter et structurer des situations futures encore inexistantes. Ces ateliers reposaient sur un processus en deux phases : une phase de construction de sens, cherchant à associer un artefact fictionnel à une situation de vie courante, puis une phase de production créative consistant à une mise en récit. Nous nous sommes inspirés des *Microdystopies* de Houste (2020), pour présenter une activité

[47] En collaboration Jean-Marc Quaranta, chercheur spécialisé en écriture créative, laboratoire CIELAM (AMU).

d'écriture créative répondant à de multiples contraintes : temps limité, nombre de mots réduits et d'inspiration reposant sur un ou plusieurs artefacts visuels présentés.

L'un des premiers effets observés concerne la « liberté » narrative offerte par le cadre fictionnel. Contrairement à des démarches prospectives orientées vers la faisabilité immédiate, l'écriture fictionnelle autorise les participants à explorer des idées peu plausibles, inattendues ou radicales sans être immédiatement confrontés aux contraintes techniques, organisationnelles, économiques, voire même déontologiques. Cette suspension temporaire des exigences de réalisme semble réduire certains mécanismes de censure cognitive et favoriser une plus grande fluidité imaginative. Cette liberté a contribué à la production de futurs plus divergents, c'est-à-dire de scénarios s'éloignant davantage des représentations dominantes du présent. Les récits élaborés dans les ateliers tendent ainsi à introduire des ruptures dans les usages, les relations sociales, les technologies ou les modes de vie. Les participants ont semblé exploré plus facilement des transformations profondes des situations du quotidien, plutôt qu'une simple extrapolation des tendances actuelles. Cette dynamique rejoint l'idée selon laquelle le design-fiction agit comme un levier d'élargissement de l'espace des possibles.

Les observations montrent également une forme de rupture avec le présent dans les raisonnements mobilisés. Là où les démarches de conception classiques tendent souvent à reproduire des modèles connus ou des logiques existantes, le recours à la fiction et à la science-fiction semble favoriser un déplacement des cadres de pensée. Les participants s'autorisent davantage, souvent sous le ton de l'humour, à questionner les normes établies, les pratiques stabilisées ou les évidences sociotechniques. Cette mise à distance pourrait faciliter l'émergence d'une posture réflexive vis-à-vis des représentations actuelles du futur. Enfin, dans cette dynamique, les artefacts fictionnels jouent un rôle structurant. En intégrant des objets spéculatifs visuels, on rend la mise en récit nettement plus accessible et engageante pour les participants. Ces artefacts fiction soutiennent non seulement la projection mentale en donnant une matérialité aux hypothèses imaginées, mais facilite également leur partage au sein du groupe.

Figure 1

En résumé, ces ateliers ont permis d'observer les effets que produisent l'introduction de contraintes et d'exemples fictionnels (artefacts) sur une tâche de conception créative (élaboration d'un récit d'anticipation). Cela a permis aux participants de redynamiser leur imagination orientée vers le futur et de travailler leurs points de chute narratifs évitant ainsi des fins trop évidentes.

4 LE JEU DE CARTES DE PROSPECTIVE

Le design-fiction permet de travailler les capacités cognitives, notamment la compréhension des biais cognitifs liés non seulement à la projection vers le futur, mais également à l'effet de fixation en conception. Pour expliquer comment cela se produit, nous avons élaboré un jeu de cartes appelé *OFUPO* dont le but est de proposer aux joueurs d'expérimenter directement leurs biais cognitifs liés à la projection vers le futur à travers une activité ludique et contrainte de conception de conception d'une capsule temporelle.

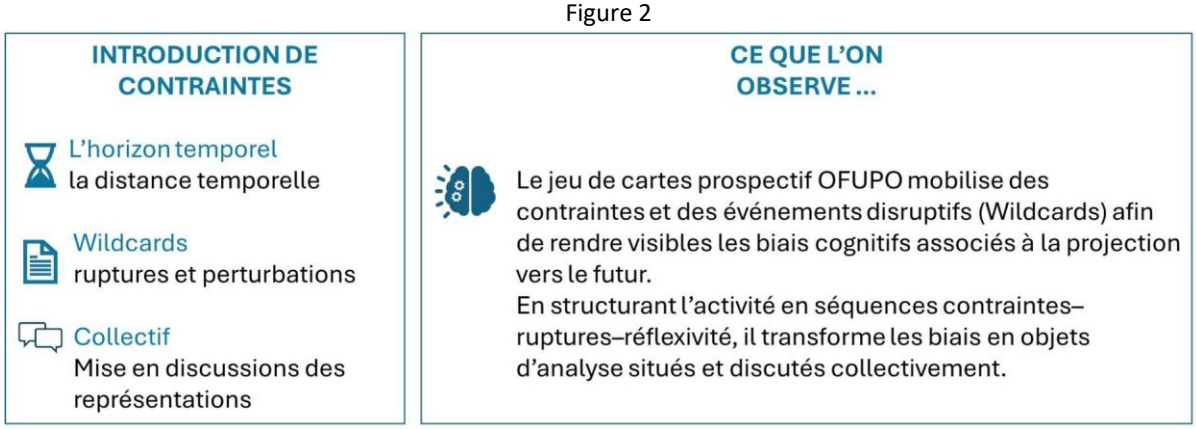
Le jeu débute par une mise en situation fictive dans laquelle les joueurs sont invités à voyager dans le futur sur un horizon temporel dans le futur de leur choix. Puis, tout au long de la partie, le jeu est dynamisé par des cartes contraintes agissant comme les « *Wildcards* » (Petersen, 1999), présentant des événements peu probables mais constituant des tournants dans l'évolution d'une tendance (Mendonça et al., 2004). Cette pratique est très utilisée en design-fiction (Minvielle et al., 2022), elle permet notamment de contraindre les participants à modifier leur stratégie de pensée prospective. Ce second terrain d'observation visait à rendre visibles et discutables les biais cognitifs associés aux processus d'anticipation. Le jeu s'inscrit dans une logique de décentration cognitive, en proposant aux participants de construire et d'explorer des scénarios futurs à partir de contraintes explicites, d'événements perturbateurs et de cartes thématiques introduisant des ruptures dans les raisonnements « spontanés ».

L'un des effets observés concerne la détection des biais en situation d'action. Contrairement à une approche uniquement théorique, où les biais cognitifs sont identifiés hors contexte, le jeu de cartes OFUPO les rend expérientiels et situés. Les participants sont amenés à constater, en temps réel, leur tendance à privilégier certaines solutions, à écarter des scénarios trop divergents ou à interpréter les contraintes de manière réductrice. Cette mise en situation favorise une forme d'objectivation des raisonnements implicites. Le jeu favorise ainsi une réflexivité sur les processus d'anticipation eux-mêmes. En mettant en évidence les biais cognitifs à l'œuvre dans la construction des scénarios, il contribue à développer une forme de littératie des futurs, c'est-à-dire la capacité à reconnaître les mécanismes cognitifs qui influencent la projection temporelle. Cette prise de conscience ne supprime pas les biais, mais permet d'en réduire partiellement les effets en introduisant une distance critique vis-à-vis des raisonnements spontanés.

Le dispositif contribue également à une mise en tension des représentations du futur. En confrontant les participants à des cartes introduisant des ruptures fortes (e.g., changements technologiques radicaux, crises systémiques, transformations sociales inattendues), le jeu oblige à dépasser les extrapolations linéaires du présent ou à dépasser des représentations du futur stabilisées, tout comme le fait le design-fiction grâce à la science-fiction (*novum* et *estragement*). Cette dynamique met en évidence la difficulté à imaginer des futurs non continus, révélant ainsi les limites de la projection spontanée. Dans ce cadre, les Wildcartes jouent un rôle central de médiateur cognitif. Elles ne se limitent pas à fournir des informations, mais contraignent l'activité de raisonnement en orientant les discussions, en contraignant les choix et en rendant explicites les tensions entre différents scénarios possibles. Elles servent également de supports de négociation collective, permettant aux participants de confronter leurs interprétations et de justifier leurs arbitrages.

En résumé, le jeu OFUPO met en lumière un effet singulier du design-fiction, sa capacité à transformer les biais cognitifs en objets de discussion et d'exploration collective. En matérialisant les automatismes d'anticipation, OFUPO, à l'instar de tout atelier de design-fiction, ouvre un espace de conception réflexif. Les futurs n'y sont plus seulement imaginés, mais interrogés dans leurs conditions mêmes de production cognitive.

Figure 2



5 DISCUSSION : APPORTS POUR L'ERGONOMIE PROSPECTIVE

En conclusion, les effets du design-fiction observés soulignent sa pertinence au regard des démarches d'ergonomie prospective, en ce qu'il contribue à dépasser une approche strictement prédictive du futur au profit d'une exploration située et réflexive. En forçant la flexibilité cognitive et en engageant une démarche métacognitive, le design-fiction permet aux participants de questionner leurs représentations du futur en termes de normes, de valeurs et d'attentes, ainsi que leurs compétences prospectives et créatives. En replaçant l'expérience vécue, les usages et l'adaptabilité sociale au cœur de la réflexion prospective, le design-fiction apparaît comme un dispositif méthodologique pour concevoir des expériences de pensée sur l'avenir et ainsi élargir les scénarios possibles.

L'intérêt du design-fiction pour l'ergonomie prospective est donc d'offrir un moyen d'explorer des situations futures encore inexistantes, difficiles à observer ou peu probables. Il permet de mettre en scène une activité future inédite (Lopez-Bagousse, 2025), distincte des futurs probables ou préférables habituellement mobilisés dans les démarches prospectives dans l'objectif de bousculer les modes habituels de pensée en termes de futur. Le design-fiction agit donc comme un dispositif qui rend visibles des hypothèses, des tensions ou des « angles morts » souvent implicites, tout en mobilisant et en mettant à l'épreuve les compétences créatives et prospectives des participants.

Ainsi, si le design-fiction ne contribue pas explicitement à l'élaboration d'une solution ayant uniquement pour but de satisfaire un besoin futur (i.e., une solution aboutie), mais il peut œuvrer à en identifier les attentes et les souhaits futurs, particulièrement les implicites, quant à la manière de satisfaire ces besoins (Brangier & Robert, 2014 ; Robert & Brangier, 2009). Cela suggère que dans une démarche d'ergonomie prospective, il permet de questionner des évidences, des normes, des croyances, allant jusqu'à mettre en exergue une compréhension du monde personnelle ou appartenant à un groupe.

L'approche du design-fiction semble pouvoir développer la capacité à identifier les présupposés qui orientent les représentations futures ou qui influencent les prédictions, suggérant qu'il est possible d'agir sur l'emprise des biais cognitifs. C'est d'ailleurs dans cette idée que la littératie du futur s'inscrit, visant à comprendre et à utiliser le futur comme un outil pour améliorer la prise de décision, l'innovation et la résilience humaine (Miller, 2018). L'ensemble des réflexions menées permet de diversifier les modèles prédictifs mobilisés, cela ouvre l'éventail des scénarios envisagés et, par conséquent, élargit l'espace de créativité.

6 CONCLUSION

Le design-fiction apparaît comme un outil structurant pour l'ergonomie prospective, capable de soutenir l'anticipation, l'adaptation et la construction collective de sens. En mobilisant des capacités communicationnelles, cognitives et créatives, il contribue à aider l'exercice imaginatif, à dépasser l'effet de fixation et à améliorer ses capacités prospectives et créatives.

En résumé, le design-fiction n'est pas une « aide à imaginer le futur », ni une méthode destinée à l'élaboration d'une solution innovante aboutie, mais il produit des effets cognitifs spécifiques pouvant agir sur la conception orientée futur.

7 BIBLIOGRAPHIE

Bleecker, J. (2022). Design Fiction: A Short Essay on Design, Science, Fact, and Fiction. In S. Carta (Éd.), Machine Learning and the City (1re éd., p. 561-578). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119815075.ch47

Bobillier Chaumon, M.-É., Rouat, S., Laneyrie, E., & Cuvillier, B. (2018). De l'activité DE simulation à l'activité EN simulation : Simuler pour stimuler. Activités, 15(1), Article 1. https://doi.org/10.4000/activites.3136

Boisadan, A., & Buisine, S. (2025). Prospective Ergonomics in the Anthropocene era: Reconsidering human needs. Ergonomics, 0(0), 1-13. https://doi.org/10.1080/00140139.2025.2474642

Bonnardel, N. (2009). Activités de conception et créativité : De l'analyse des facteurs cognitifs à

l'assistance aux activités de conception créatives. Le travail humain, 72(1), 5-22. https://doi.org/10.3917/th.721.0005

Brangier, É., & Robert, J.-M. (2014). L'ergonomie prospective : Fondements et enjeux. Le travail humain, 77(1), 1. https://doi.org/10.3917/th.771.0001

Byrne, R. M. (2007). Precis of The Rational Imagination: How People Create Alternatives to Reality. *BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES*, *30*, 439-480.

Camarda, A., & Cassotti, M. (2020). Chapitre 8. La créativité. In Neurosciences cognitives développementales (De Boeck supérieur, p. 252-280). https://doi-org.lama.univ amu.fr/10.3917/dbu.poire.2020.01.0252

Cauzinille-Marmèche, E., Mathieu, J. & Weil-Barais, A. (1985). *Raisonnement analogique et résolution de problèmes*. L'Année Psychologique, 85(1), 49-72. DOI: https://doi.org/10.3406/psy.1985.29068

Chevalier, A., & Bonnardel, N. (2003). Prise en compte et gestion de contraintes : Une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception. Bulletin de psychologie, 56, 33-48.

Chrysikou, E. G., & Weisberg, R. W. (2005). Following the Wrong Footsteps: Fixation Effects of Pictorial Examples in a Design Problem-Solving Task. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31(5), 1134-1148. https://doi.org/10.1037/0278 7393.31.5.1134

Coulton, P., Lindley, J., Sturdee, M., & Stead, M. (2017). Design Fiction as World Building. 3rd biennal conference, 16. https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.4746964

Daniellou, F. (2004). 21. L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. Ergonomie (pp. 359-373). Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0359

Darses, F. (2009). Résolution collective des problèmes de conception. Le Travail Humain, 72(1), 43-59. https://doi.org/10.3917/th.721.0043

Davies, M., Moulinet, M., & Buisine, S. (2023). *Innovation culture in French organisations*. Actes de l'European Conference on Innovation and Entrepreneurship

Houste, F. (2020). *Mikrodystopies*. CF.

Kirby, D. (2010). The Future is Now: Diegetic Prototypes and the Role of Popular Films in Generating Real-world Technological Development. Social Studies of Science, 40(1), 41-70. https://doi.org/10.1177/0306312709338325

Kroes, P., & Meijers, A. (2006). The dual nature of technical artefacts. Studies in History and Philosophy of Science Part A, 37(1), 1-4. https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2005.12.001

Lopez-Bagousse, C. (2025). *Ergonomie prospective et design-fiction : de la spéculation créative de futurs inédits au développement de la littératie des futurs* [Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université].

Martin, A. (2021). Méthodes d'ergonomie prospective pour l'exploration des besoins futurs : Applications à l'hydrogène énergie pour l'habitat [These de doctorat] Université de Lorraine]. https://theses.fr/2021LORR0074

Mendonça, S., Pina e Cunha, M., Kaivo-oja, J., & Ruff, F. (2004). Wild cards, weak signals and organisational improvisation. Futures, 36(2), 201-218. https://doi.org/10.1016/S0016 3287(03)00148-4

Miller, R. (2008). Sensing and making-sense of Futures Literacy: Toward a Futures Literacy Framework (FLF). In Transforming the future: Anticipation in the 21st century (p. 15-50). Routledge, Taylor & Francis Group.

Minvieille, N., Wathelet, O., Lauquin, M., & Audinet, P. (2022). Un manuel pour apprivoiser le futur à l'aide du Design-Fiction (HOLD UP).

Piaget, J. (1992). Réussir et comprendre. PUF.

Petersen, J. L. (1999). Out of the blue: How to anticipate big future surprises (2nd ed). Madison Books.

Rabardel, P. (1999). La mémoire technique : Une anticipation du futur ? Un exemple en DAO-CAO. In Mémoire de la technique et techniques de la mémoire (p. 167-179). Érès. https://doi.org/10.3917/eres.lenay.1999.01.0167

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments

contemporains. Armand Colin.
Robert, J.-M., & Brangier, É. (2009). What Is Prospective Ergonomics? A Reflection and a Position on the Future of Ergonomics (p. 169). https://doi.org/10.1007/978-3-642-02731-4_19
Sterling, B. (2005). Shaping things. MIT Press.
Suvin, D. (1979). Metamorphoses of science fiction: On the poetics and history of a literary genre. Yale University Press.
Tromp, C. (2022). Integrated Constraints in Creativity: Foundations for a Unifying Model. Review of General Psychology, 108926802110600. https://doi.org/10.1177/10892680211060027
Ward, T. B. (1994). Structured imagination: The role of category structure in exemplar generation. Cognitive Psychology, 27(1), 1-40.

Le critère complétude pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives et guider le déploiement des technologies futures

Naomi Kamoise
Lab-STICC (UMR 6285), Université Bretagne Sud, Lorient, France
naomi.kamoise@live.fr

Clément Guérin
Lab-STICC (UMR 6285), Université Bretagne Sud, Lorient, France
clement.guerin@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

L'évaluation des besoins futurs est souvent réalisée à partir des critères issus de la créativité : la nouveauté, la faisabilité et la pertinence. La complétude compte parmi ces critères d'évaluation, mais reste très peu mobilisée par les études prospectives. Nous proposons d'explorer le critère complétude à travers le nombre et la présence des sous-composantes (quoi-pourquoi-comment-quand-qui-où) constituant un besoin futur. Notre proposition s'applique au contexte d'une coopération future entre un responsable de maintenance et un jumeau numérique Cette contribution vise, d'une part, à faciliter la mobilisation du critère de complétude pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives. D'autre part, elle vise à guider la traduction des besoins futurs en fonctionnalités technologiques.

MOTS-CLÉS
Ergonomie prospective – Évaluation des besoins – Human-Autonomy Teaming - Jumeau numérique - Innovation

1 LES BESOINS FUTURS EN ERGONOMIE PROSPECTIVE

Les transformations de l'activité humaine portées par les évolutions technologiques mènent l'ergonomie à se questionner sur sa capacité à caractériser le futur. Dès lors, un nouveau champ disciplinaire apparait pour répondre à ces transitions : l'ergonomie prospective, qui développe des outils et des méthodes permettant la caractérisation de futurs possibles. Ainsi, l'ergonomie prospective complète les champs disciplinaires de l'ergonomie de correction et de conception, en ayant pour but d'anticiper des besoins, des usages ou des comportements futurs afin de créer des processus, produits ou services adaptés à ces derniers (Robert & Brangier, 2024). L'ergonomie prospective élargit le champ des possibles en explorant les futurs probables. Elle s'appuie non seulement sur l'analyse de l'activité réelle, mais aussi sur des méthodes d'anticipation de nature verbale ou figurative (Robert & Brangier, 2019). Ainsi, l'un des enjeux majeurs de l'ergonomie prospective consiste à rendre explicites des besoins futurs initialement implicites (Robertson, 2001). Les besoins futurs dits *explicites* sont définis comme l'expression d'un manque par l'agent humain, indépendamment d'une réponse apportée pour y remédier. Ce manque exprimé se caractérise par un niveau de détail élevé. Par exemple, Dean et al. (2006) précisent ce niveau de détail à travers la présence de six sous-composantes : quoi, pourquoi, comment, quand, qui, où. Afin de favoriser l'expression de besoins futurs, il est essentiel de supporter la projection future de l'agent humain (Anastassova, 2007). Une fois ces besoins futurs exprimés, ceux-ci font l'objet d'une évaluation poursuivant deux objectifs : théorique et pratique.

2 L'EVALUATION DES BESOINS FUTURS

2.1 Objectifs de l'évaluation des besoins futurs

Nous considérons que l'évaluation des besoins futurs peut répondre à deux objectifs :

- *Un objectif théorique* pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives. Cette évaluation permet d'enrichir les connaissances en ergonomie prospective au regard des différentes méthodes existantes. Par exemple, les travaux en ergonomie prospective ont comparé l'efficacité de la méthode des personas statiques à la méthode des personas dynamiques (Bonnardel & Pichot, 2020).

- ***Un objectif pratique*** pour sélectionner les besoins futurs dans le cadre du déploiement d'une technologie future. Selon Bonnardel (2009), une telle évaluation des besoins futurs est déterminante pour identifier et sélectionner ceux qui présentent le plus d'intérêt. En effet, la quantité de besoins futurs pouvant être exprimés requiert une priorisation. Dans cette perspective, les besoins futurs exprimés par l'agent humain sont sélectionnés et transformés par l'équipe de conception en fonctionnalités réelles de la technologie future. Finalement, l'objectif pratique de l'évaluation des besoins futurs suit cinq étapes : l'expression des besoins futurs, leur évaluation, leur sélection, leur redéfinition et leur implémentation (Merssele et al., 2013). Des itérations peuvent être présentes entre ces différentes étapes (Figure 1). Au regard de cet objectif pratique, les travaux en ergonomie prospective ont par exemple permis d'anticiper des besoins futurs liés à une entreprise de voyage (Brangier et al., 2019).

Figure 22 : Cinq étapes de l'évaluation des besoins futurs lors du déploiement d'une technologie future

Afin de répondre aux objectifs théorique et/ou pratique, l'ergonomie prospective s'appuie sur deux principales méthodes permettant l'évaluation des besoins futurs.

2.2 Méthodes pour l'évaluation des besoins futurs

2.2.1 L'analyse thématique, du discours et des sentiments

Ce type d'analyse permet d'identifier les thèmes récurrents évoqués par l'agent humain (Lemonnier & Adelé, 2021 ; Martin et al., 2021). Dans le cadre d'une expression de besoins futurs liés aux nouveaux services pour le voyage, Brangier et al. (2019) identifient plusieurs thèmes comme l'organisation du voyage ou l'expérience relationnelle. Les besoins futurs peuvent également faire l'objet d'une analyse du discours. Contrairement à l'analyse thématique, ce type d'analyse explore les besoins futurs selon des catégories prédéfinies. A titre d'exemple, Allinc et al (2019) se sont intéressés à l'expérience d'interaction avec une technologie émergente à partir de la catégorie confort/inconfort et Martin et al. (2021) ont identifié des besoins énergétiques futurs d'un logement, à partir de la catégorie satisfaction/insatisfaction. L'évaluation des besoins futurs peut également s'appuyer sur une appréciation subjective de l'agent humain, telle que le sentiment de présence dans un environnement virtuel destiné à se projeter dans l'usage futur d'un espace public (Maniga et al., 2024).

Une méthode alternative inspirée de la psychologie de la créativité propose des critères d'évaluation des besoins futurs.

2.2.2 Critères d'évaluation des besoins futurs

Au cours de ces dernières années, une multitude de critères a été proposée pour qualifier les besoins futurs (Kudrowitz & Wallace, 2010). Néanmoins, la multiplicité des critères et leur définition conduisent à des incohérences et à des redondances. De ce constat, Dean et al. (2006) recensent des critères issus de 90 études afin d'élaborer des définitions précises et accompagnées d'échelles

d'évaluation. Finalement, les travaux de Dean et al. (2006) regroupent quatre principaux critères : la nouveauté, la faisabilité, la pertinence et la complétude (Tableau 1).

Tableau 12 : Critères d'évaluation des besoins futurs proposés par Dean et al. (2006)

Critère	Description
Nouveauté	Le degré auquel le besoin futur est original et modifie le cadre de référence actuel
Faisabilité	Un besoin futur est faisable si ce dernier peut être facilement mise en œuvre et n'enfreint pas les règles connues
Pertinence	Le besoin futur apporte une réponse efficace au problème posé
Complétude	Un besoin futur est complet si ce dernier est exprimé avec des détails

La classification des critères d'évaluation proposés par Dean et al. (2006) est largement reprise au sein de la littérature scientifique. Kudrowitz & Wallace (2010) montrent que la nouveauté, la faisabilité et la pertinence sont les critères les plus mobilisés, alors que complétude représente le critère le moins investigué par les études en ergonomie prospective. Pourtant, ce critère permettrait de rendre compte du caractère explicite des besoins futurs.

2.3 Zoom sur le critère complétude

Dean et al., (2006) définissent la complétude comme ***le nombre de sous-composantes qui composent un besoin futur, au regard des six sous-composantes quoi, pourquoi, comment, quand, qui, où***. La complétude permet alors de rendre compte du degré de détail du besoin futur. Les différentes possibilités de combinaison entre ces six sous-composantes donnent lieu à l'expression d'un besoin futur pouvant être soumis à une évaluation. Dean et al. (2006) proposent une grille d'évaluation de la complétude des besoins (Tableau 2). La grille d'évaluation repose sur les six sous-composantes. Ainsi, un besoin ayant une complétude élevée se constitue de minimum trois sous-composantes différentes (score 3). Le score 2 est relatif à l'expression de deux sous-composantes différentes ou de trois mêmes sous-composantes. Un besoin ayant une complétude faible est constitué d'une seule sous-composante ou deux mêmes sous-composantes (score 1).

Tableau 13 : Grille d'évaluation de la complétude des besoins futurs proposée par Dean et al. (2006)

Score	Description
3	Contient minimum trois sous-composantes différentes **Exemple.** [quoi + quand + où] ou [quoi + pourquoi + comment]
2	Contient deux sous-composantes différentes **Exemple.** [quoi + où], [quoi + pourquoi] OU Contient trois mêmes sous-composantes **Exemple.** [quoi + quoi + quoi]
1	Contient une sous-composante, généralement la sous-composante quoi **Exemple.** [quoi] OU Contient deux mêmes sous-composantes **Exemple.** [quoi + quoi]

La complétude peut constituer un critère pertinent pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives (objectif théorique). Elle pourrait permettre d'évaluer le caractère explicite des besoins exprimés par l'agent humain. Dans cette perspective, plus un besoin futur est constitué de sous-composantes, plus il peut être considéré comme explicite. Ainsi, l'efficacité des méthodes prospectives

peut être appréciée au regard de leur capacité à faire émerger des besoins futurs exprimés de façon détaillée.

L'échelle d'évaluation de la complétude proposé par Dean et al. (2006) repose sur un décompte des six sous-composantes. Toutefois, le critère complétude invite à explorer le contenu des besoins futurs à travers la présence des sous-composantes (Shukov, 2019). Il devient ainsi possible d'analyser le contenu du besoin futur, et d'en extraire des informations clés pour le déploiement des technologies futures (objectif pratique). A titre d'exemple, la présence de la sous-composante *quand* pourrait fournir des indications sur les circonstances de satisfaction du besoin futur.

3 PROPOSITION

L'ergonomie prospective, en tant que nouvelle discipline, explore les méthodes prospectives les plus efficaces en matière d'anticipation des besoins futurs (Robert et al., 2024). L'examen d'autres critères d'évaluation offre de nouvelles perspectives en termes de comparaison de ces méthodes prospectives.

Le critère complétude constitue l'un des critères les moins mobilisés dans le cadre des études en ergonomie prospective. Toutefois, ce critère pourrait rendre compte du caractère explicite des besoins futurs exprimés, et donc de l'efficacité des méthodes prospectives en termes de capacité à faire émerger des besoins futurs détaillés.

D'autre part, l'ergonomie prospective ne propose pas de cadre pour traduire les besoins futurs exprimés en fonctionnalités réelles de la technologie future. L'analyse détaillée du contenu des besoins futurs à travers le critère complétude pourrait fournir des informations précieuses dans le cadre du déploiement technologique. En effet, lorsque l'agent humain exprime un besoin futur, ce dernier apporte des informations sur sa finalité (*pourquoi*), le contexte (*quand*), les moyens de mise en œuvre (*comment*), etc. De plus, l'expression explicite d'un besoin futur contribue à limiter les différences d'interprétation par les concepteurs (Sukhov, 2019).

L'objectif de cette contribution est d'investiguer le critère complétude, à travers le nombre et la présence des six sous-composantes (quoi-pourquoi-comment, quand-qui-où). Nous mettons en avant un critère peu mobilisé pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives (objectif théorique) et accompagner la traduction des besoins futurs en fonctionnalités technologiques (objectif pratique).

Afin de répondre à ce double objectif, nous étudions le déploiement d'un jumeau numérique pour le soutien de l'activité de planification au sein de l'entreprise SPIE Industrie. Un jumeau numérique est une représentation virtuelle d'une contrepartie physique. Selon la norme ISO 23247 (2021), le jumeau numérique supervise cette contrepartie physique en actualisant en continu les données importantes sur son fonctionnement et son environnement.

En tant que technologie majeure de l'industrie du futur, le jumeau numérique est en mesure de coopérer avec les responsables de maintenance au même titre qu'un membre de l'équipe (Kamoise et al., 2024). Dans ce contexte, l'objectif est d'anticiper les besoins futurs liés aux capacités de coopération du jumeau numérique.

4 ÉTUDE

Notre étude mobilise l'entretien d'anticipation des besoins futurs, une méthode prospective favorisant la construction d'une représentation mentale du futur à travers des questions posées à l'agent humain (Martin et al., 2021). Cette méthode repose sur des entretiens semi-directifs individuels. 15 responsables de maintenance ont pris part à étude. L'effectif était composé de 14 hommes et 1 femme. L'âge moyen était de 35,33 ans (E-T= 11,05).

Nous faisons varier deux modalités relatives à l'entretien d'anticipation des besoins futurs :

-une modalité avec support, au sein de laquelle nous introduisons un support de projection future. Ce support présentait aux participants des exemples de formes de coopération avec le jumeau numérique. Ces exemples étaient issus du paradigme Human-Autonomy Teaming (Lyons & Wynne, 2021).

-une modalité sans support, qui repose sur la méthode décrite par Martin et al. (2021), avec quelques ajustements au contexte de notre étude.

La Figure 2 illustre le déroulement des entretiens semi-directifs selon la modalité prospective mobilisée.

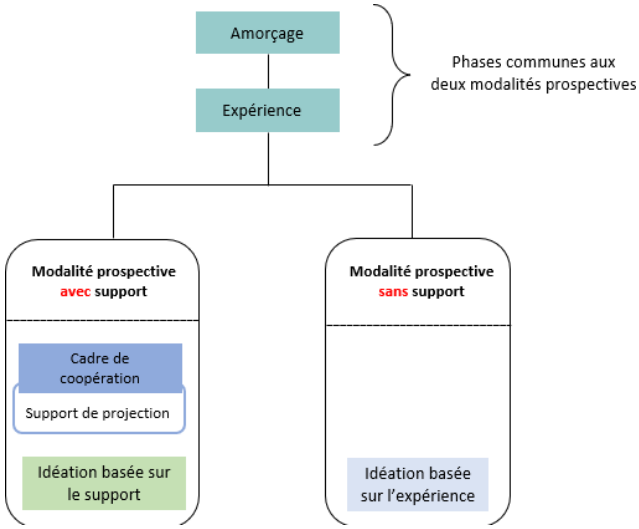


Figure 2 : Déroulement des entretiens semi-directifs selon la modalité prospective mobilisée

Les deux modalités reposaient sur deux phases communes :

-*l'amorçage*, qui évoquait de façon générale l'organisation de l'activité de planification

-*l'expérience*, qui invitait les participants à exprimer leurs expériences négatives et positives concernant l'activité de planification.

Les participants ont ensuite été invités à se projeter en 2050, dans un futur où un jumeau numérique les aide au quotidien. Au sein de la ***modalité avec support***, une phase de *cadre de la coopération* a été intégrée. Celle-ci reposait sur l'utilisation d'un support numérique destiné à aider les participants à se projeter dans une situation de coopération future avec un jumeau numérique. e support explicitait les processus de savoir-faire (KHO) et de savoir-coopérer (KHC) selon le modèle de coopération KHO-KHC de Pacaux-Lemoine et al. (2022) (Figure 3). Ensuite, la phase *Idéation* proposait aux participants d'exprimer leurs besoins futurs.

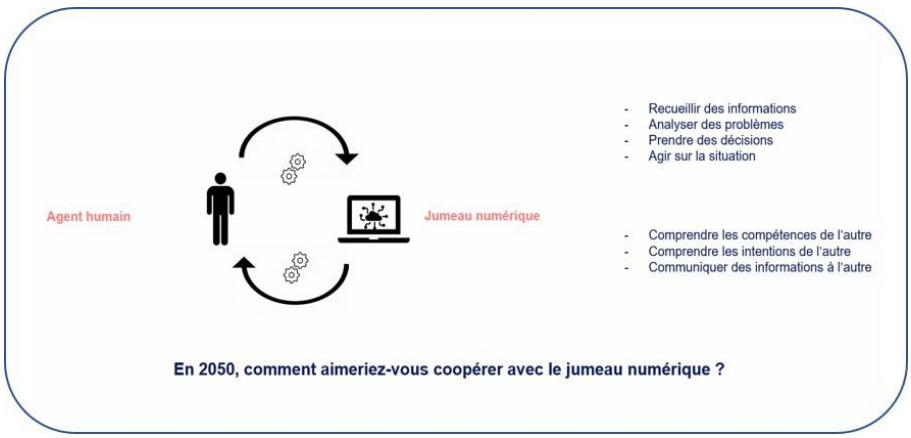


Figure 23 : Support de projection de la phase Cadre de Coopération

La ***modalité sans support*** était directement suivie de la phase *Idéation*, qui consistait à transformer ou à préserver les expériences précédemment évoquées en termes de besoins futurs.

5 MISE EN ŒUVRE DU CRITÈRE COMPLÉTUDE POUR L'ÉVALUATION DES BESOINS FUTURS

5.1 Extraction des besoins futurs

Dans un premier temps, les 15 entretiens ont été transcrits afin d'extraire les besoins futurs exprimés par les participants. L'extraction de ces besoins futurs se basait sur un critère sémantique, de sorte que chaque verbatim portait une signification unique. Ces verbatims pouvaient être des phrases ou des paragraphes exprimés sous forme de souhaits, de difficultés rencontrées ou de manques. L'extraction des besoins a été réalisée avec le logiciel Nvivo 14. A l'issue de cette extraction, nous disposions d'une liste de 256 besoins à évaluer en termes de complétude.

5.2 Schème de codage des besoins futurs

Chaque sous-composante a été définie en tenant compte du contexte de notre étude, c'est-à-dire une coopération future entre un responsable de maintenance et un jumeau numérique (Tableau 3). Par exemple, la sous-composante *Quoi* correspondait aux capacités du jumeau numérique. Ces définitions permettaient d'identifier les différentes sous-composantes présentes au sein de chaque besoin futur. Le codage des besoin futurs a été réalisé avec le logiciel Nvivo 14.

Tableau 14 : Schème de codage du critère Complétude pour l'évaluation des besoins futurs

Complétude	**Sous-composantes**	**Descriptions**
Nombre de sous-composantes Présence des sous-composantes	Quoi	Capacités du jumeau numérique
	Pourquoi	Justification de l'implication du jumeau numérique dans le processus de planification Justification de la coopération avec l'agent humain
	Comment	Moyens permettant la satisfaction du besoin
	Quand	Temporalité des actions mises en œuvre par le jumeau numérique Temporalité de la coopération avec l'agent humain
	Qui	Agents humains impliqués dans la satisfaction du besoin futur ou les agents humains qui en bénéficient
	Où	Origine des informations recueillies par le jumeau numérique : un agent humain Origine des informations recueillies par le jumeau numérique : un agent technique

En considérant le critère complétude, un besoin futur était systématiquement constitué de la sous-composante Quoi. La sous-composante Qui n'était pas relevée si elle concernait le participant exprimant le besoin ou le jumeau numérique. Nous supprimions les besoins futurs uniquement constitués de la sous-composante *Comment* car considérés comme l'expression d'une solution technique. À titre d'exemple, le Tableau 4 illustre le codage d'un besoin futur à partir de la présence des 3 sous-composantes *Quoi-Pourquoi-Comment*.

Tableau 15 : Exemple d'application du schème de codage à l'expression d'un besoin (Pourquoi : vert, Quoi : violet, Comment : orange)

Évaluation de la complétude d'un besoin futur	***« Je n'ai pas envie que le jumeau numérique soit mon jumeau, qu'il ait les mêmes pensées que moi. C'est bien de confronter diverses idées pour changer de point de vue. Donc il tient compte de ce que je sais pour proposer autre chose. Si on pouvait avoir un échange concret entre deux idées différentes, et savoir laquelle est la meilleure. »***
Nombre de sous-composantes	3
Présence de sous-composantes	**Pourquoi-Quoi-Comment**

6 RÉSULTATS

6.1 Nombre de sous-composantes

Au sein de la modalité prospective avec support, les besoins futurs comportent 350 sous-composantes (M = 2.43, E-T = 0.890), contre 275 sous-composantes (M = 2.46, E-T = 0.909) pour la modalité prospective sans support (Figure 4). Étant donné que les données ne satisfaisaient pas l'hypothèse de normalité, le test de Mann-Whitney a été privilégié. Les résultats ne relèvent pas de différence significative entre les deux modalités prospectives (U = 7842, p = .65). Les deux modalités prospectives sont équivalentes en termes de capacité à faire émerger des besoins futurs explicites.

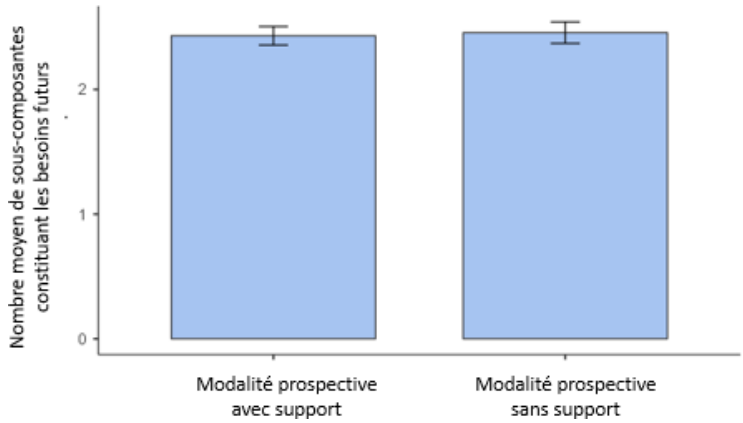


Figure 4 : Nombre moyen de sous-composantes constituant les besoins futurs selon la modalité prospective

6.2 Présence de sous-composantes

Un test du Chi² a été effectué afin d'examiner les associations entre les six sous-composantes et la modalité prospective. Les résultats mettent en évidence des associations significatives pour la sous-composante *Comment* ($X(1)^2 = 6.72$, p = .01), ainsi que pour la sous-composante *Où* ($X(1)^2 = 12{,}32$, p< .001) (Figure 5). Ces résultats indiquent que les sous-composantes *Comment* et *Où* sont plus fréquemment associés à la modalité prospective avec support qu'à la modalité prospective sans support. En revanche, aucune association significative n'est observée pour les sous-composantes *Quoi*, *Pourquoi*, *Quand* et *Qui*. Nous pouvons conclure que la modalité prospective avec support influence la présence des sous-composantes *Comment* et *Où* lors de l'expression des besoins futurs.

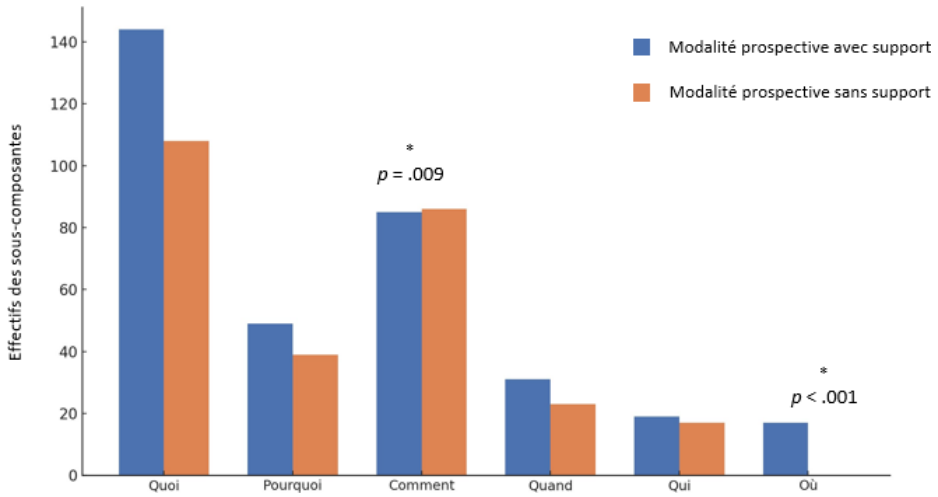


Figure 24 : Effectif des six sous-composantes selon la modalité prospective

7 DISCUSSION - CONCLUSION

Compte tenu d'une mobilisation moins fréquente au sein des études en ergonomie prospective, nous avons souhaité investiguer le critère complétude pour rendre compte du caractère explicite des besoins futurs. Nous avons investigué le critère complétude en termes de nombre et de présence de sous-composantes constituant un besoin futur. L'objectif de cette étude était double : examiner un critère peu utilisé dans la littérature pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives (objectif théorique) et faciliter la traduction des besoins futurs en fonctionnalités technologiques (objectif pratique). Notre proposition s'appliquait au contexte d'une coopération future entre un responsable de maintenance et un jumeau numérique.

Au regard du nombre de sous-composante, nos résultats indiquent que la modalité prospective avec support ne favorise pas l'expression de besoins futurs explicites comparée à la modalité prospective sans support. Néanmoins, en termes de présence des sous-composantes, *Comment* et *Où* sont plus souvent associées à la modalité prospective avec support comparées à la modalité prospective sans support. La présence des sous-composantes apparaît comme une perspective prometteuse pour l'évaluation des besoins futurs. Notre proposition apporte une dimension qualitative pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives. Par ailleurs, cette dimension qualitative fournit des informations essentielles pour guider le déploiement du jumeau numérique. En effet, la modalité prospective avec support favorise l'expression de moyens permettant de satisfaire le besoin futur (*Comment*). Ces moyens font appels à des procédures pouvant être mises en œuvre pour l'atteinte de l'objectif inhérent au besoin futur. La modalité prospective avec support favorise l'expression des sources de données et d'informations du jumeau numérique au regard de son environnement (*Où*). Ces résultats mettent en évidence la pertinence de notre proposition pour comparer l'efficacité des méthodes prospectives et guider le déploiement technologique. Notons que les besoins futurs peuvent être retravaillés afin d'apporter plus de précision pour guider le déploiement technologique (Sosa, 2019). Dans le cadre de la quatrième étape du processus de déploiement technologique (Figure 1), il devient possible de compléter le besoin futur avec des sous-composantes manquantes (Sukhov et al., 2019).

Malgré cet apport, notre étude comporte deux limites majeures. D'une part, la taille de l'échantillon ne permet pas de généraliser pleinement les conclusions quant à la mobilisation du critère de complétude pour l'évaluation des besoins futurs. En perspective, les futures études pourront mobiliser le critère complétude avec une population plus importante. D'une autre part, en évaluant le besoin du point de vue de sa complétude, nous considérons le besoin futur comme pouvant être immédiatement explicite lors de son expression. Certains travaux suggèrent que le besoin futur se construit progressivement, tant au fil du temps (Sosa, 2019) qu'à travers les interactions entre les parties-prenantes (Loup-Escande et al., 2014). Dans ce cadre, il serait intéressant d'étudier la

contribution des informations apportées au sein des différentes phases du déploiement du jumeau numérique chez SPIE Industrie. Finalement, l'examen d'une complémentarité avec d'autres critères d'évaluation des besoins futurs constitue une autre perspective. Par exemple, nous pourront nous intéresser à la corrélation entre le nombre de sous-composantes du critère de complétude et la faisabilité du besoin futur exprimé (Sukhov, 2019).

8 BIBLIOGRAPHIE

Allinc, A., Cahour, B., & Burkhardt, J.-M. (2019). The Guided Imaginary Projection, a New Methodology for Prospective Ergonomics. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Éds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018) (Vol. 824, p. 1340-1347). Springer International Publishing.

Anastassova, M., Mégard, C., & Burkhardt, J.-M. (2007). Prototype Evaluation and User-Needs Analysis in the Early Design of Emerging Technologies. In J. A. Jacko (Éd.), Human-Computer Interaction. Interaction Design and Usability (Vol. 4550, p. 383-392). Springer Berlin Heidelberg.

Bonnardel, N. (2009). Activités de conception et créativité : De l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives: Le travail humain, 72(1), 5-22.

Bonnardel, N., & Pichot, N. (2020). Enhancing collaborative creativity with virtual dynamic personas. Applied Ergonomics, 82, 102949.

Brangier, E., Brangier, B., Marache-Francisco, C., Kopp, S., & Clausse, J. (2019). An Interview Process to Anticipate Future Needs : First Analysis of an Approach to Explore Future User Experiences in the Fields of Business Travel and Tourism. In S. Bagnara, R. Tartaglia, S. Albolino, T. Alexander, & Y. Fujita (Éds.), Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018) (Vol. 824, p. 718-729). Springer International Publishing.

Dean, D., Hender, J., Henley Management College, Rodgers, T., Consultant College Station, Texas, Santanen, E., & Bucknell University. (2006). Identifying Quality, Novel, and Creative Ideas : Constructs and Scales for Idea Evaluation. Journal of the Association for Information Systems, 7(10), 646-699.

ISO 23247-4:2021 (2021). Consulté 10 février 2026, à l'adresse https://test3.ezproxy.univ ubs.fr/pdf/viewer/h7IcBja49L41?proxy=true

Issa, N. M., Sasaki, H., Yahya, W. J., Ithnin, A. M., & Koga, T. (2022). A proposition of a latent needs identifying method based on an experiment of working prototype-based interview. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 16(5), JAMDSM0056-JAMDSM0056.

Kamoise, N., Guérin, C., Hamzaoui, M., Julien, N., Dupont, J., Forestier, L. (2024). Using prospective ergonomics to design cooperative digital twin. 22nd Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Jeju Island, South Korea.

Kudrowitz, B. M., & Wallace, D. R. (2010). Assessing the Quality of Ideas From Prolific, Early-Stage Product Ideation. 22nd International Conference on Design Theory and Methodology; Special Conference on Mechanical Vibration and Noise, 381-391.

Maniga, E., Adelé, S., & Cahour, B. (2024). How to catch prospective use? A comparative study of virtual environment movie and guided imaginary for projecting future users in a public space. Ergonomics, 1-14.

Lemonnier, A., & Adelé, S. (2021). Génération spontanée et provoquée d'idées relatives au train autonome à différents niveaux d'automatisation, une étude pilote. Epique 2021, 11ème Colloque de Psychologie Ergonomique, Lille, France.

Loup-Escande, E., Burkhardt, J.-M., Christmann, O., & Richir, S. (2014). Needs' elaboration between users, designers and project leaders : Analysis of a design process of a virtual reality-based software. Information and Software Technology, 56(8), 1049-1061.

Lyons, J. B., & Wynne, K. T. (2021). Human-machine teaming : Evaluating dimensions using narratives. Human-Intelligent Systems Integration, 3(2), 129-137.

Martin, A., Agnoletti, M.-F., & Brangier, É. (2021). Ordinary users, precursory users and experts in the anticipation of future needs : Evaluation of their contribution in the elaboration of new need in energy for housing. Applied Ergonomics, 94, 103394.

Messerle, J., & Binz, H. (2013). Elaboration and assessment of a set of criteria for the evaluation of product ideas. 19th International Conference on Engineering Design (ICED13), Sungkyunkwan University, Seoul, Korea.

Pacaux-Lemoine, M.-P., Lauber, J., Didier, B., & Tissot, S. (2022). Cooperative patterns to support Human, Robot and Brain Computer Interface Interactions. 2022 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 935-940.

Robert, J.-M., & Brangier, E. (2019). Overview of methods for prospective ergonomics. 50th Nordic Ergonomics and Human Factors Society Conference, Elsinore, Denmark.
Robert, J.-M., & Brangier, E. (2024). Prospective ergonomics for the design of future things. Ergonomics, 1-18.
Robertson, S. (2001). Requirements trawling: techniques for discovering requirements. International Journal of Human-Computer Studies, 55(4), 405-421.
Sosa, R. (2019). Accretion theory of ideation : Evaluation regimes for ideation stages. Design Science, 5, e23.
Sukhov, A., Magnusson, P. R., & Netz, J. (2019). What is an idea for innovation? In P. Kristensson, P. Magnusson, & L. Witell (Eds.), Service innovation for sustainable business: Stimulating realizing, and capturing the value from service innovation (pp. 29–47). World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Penser et créer les futurs du travail : apports de l'analyse de l'activité dans un contexte de développement technologique

BIENCOURT Mélanie
Ingénieure de recherche, docteure en ergonomie
Unité de Recherche Formation Apprentissages (UR FoAP), Institut Agro Dijon
melanie.biencourt@institut-agro.fr

GAILLARD Irène
Maîtresse de conférences, UTOPI, IPST-CNAM
irene.gaillard@ipst-cnam.fr

BARTHE Béatrice
Maîtresse de conférences HDR,
LPS-DT, Université Toulouse Jean Jaurès
beatrice.barthe@univ-tlse2.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Cette communication interroge la place de l'analyse de l'activité pour identifier des situations de travail à enjeux prospectifs, afin d'envisager des pistes d'orientations prospectives face aux évolutions technologiques. À partir d'une recherche menée dans des centres de tri des déchets, cette approche mobilise les piliers de l'attitude prospective de Berger pour articuler analyse du travail réel, compréhension systémique de la situation de travail et ouvertures de pistes de réflexions autour des transformations technologiques engagées et à venir. Cette démarche vise à ouvrir la voie à une réflexion située du travail futur, ancrée à l'activité et attentive aux variabilités ainsi qu'aux marges de manœuvre dont disposent les opérateurs et opératrices.

MOTS-CLÉS
Prospective ; activité ; analyse de l'activité ; travail ; transition

1 INTRODUCTION

Cette communication propose d'explorer la manière dont l'analyse de l'activité peut constituer un socle pour une démarche d'analyse du travail intégrant une dimension prospective. Cette réflexion s'appuie sur un travail de thèse en ergonomie, dont l'origine était associée au développement d'un outil technologique (Blanc-Beyne, 2020 ; Biencourt, 2025). Développé préalablement dans le cadre d'une recherche en informatique, cet outil nommé CAPTUR, avait pour objectif de mieux comprendre l'engagement physique des trieurs dans les centres de tri des déchets, à partir d'images de profondeur témoignant des dynamiques de mobilisation des segments corporels.

Ce projet, dont les temporalités ont été décalées suite à la pandémie, nous a conduit à nous intéresser plus largement au contexte de transition, notamment technologique, en milieu industriel dans ce secteur qui comporte des enjeux de santé importants. Nous entendons ici la transition comme un processus progressif de transformation des situations de travail en cours, à la fois non linéaire, dynamique et temporellement indéfini (Nascimento et al., 2025). Dans ce cadre, et comme le montre la littérature, l'intégration de nouveaux outils n'est pas seulement technique : elle transforme

l'organisation, le contenu du travail, l'activité des opérateurs et opératrices, et engage la santé physique et psychique des personnes.

Nos questionnements se sont alors tournés vers la question de l'activité future. Quelle sera l'activité future des trieurs ? Quelle sera leur situation de travail ? Et quels potentiels futurs effets cela aura sur leur santé ? Ces interrogations nous ont amenées à explorer l'apport de l'analyse du travail et de l'activité à une démarche prospective, en amont de tout projet de conception formalisé.

2 LE SECTEUR DU TRI : DES ENJEUX PROSPECTIFS LIÉS AUX TRANSFORMATIONS TECHNOLOGIQUES

Le secteur du tri des déchets est particulièrement marqué par des enjeux de santé au travail, notamment en raison d'une forte prévalence de troubles musculosquelettiques (TMS). Pour tenter d'apporter des réponses à cette problématique, les industriels équipementiers, porteurs du projet technologique initial, visaient le développement et la commercialisation d'un dispositif permettant d'apporter une réponse à cette problématique. Pour cela, ils proposaient de produire des indicateurs pour identifier le respect – ou non – des prescriptions de la norme de conception des cabines de tri (NF X35-702), laquelle s'appuie notamment sur un seuil maximum de 40 actions techniques par minute et par membre pour la conception des postes en cabine de tri.

Si cet outil d'analyse posturale paraissait prometteur pour identifier et suivre des indicateurs physiques, ni l'interface, ni les destinataires de l'outil n'étaient alors clairement définis. La question des usagers et des usages effectifs de telles nouvelles informations issues de l'innovation technologique, soulevait alors un ensemble de questions, notamment vis-à-vis de l'usage des données produites : quels usages les encadrants feraient-ils réellement de ces données chiffrées sur l'activité physique des trieurs et trieuses ? Ces nouvelles données seraient-elles mobilisées uniquement à des fins de prévention des TMS, ou comme support à l'optimisation de la production ? Quelle place serait donnée aux autres dimensions de l'activité pouvant être une ressource pour la prévention des TMS, comme le collectif ou encore l'organisation du travail ? Ce sont autant de questions qui ont été soulevées par le développement de cet outil.

Les perspectives de déploiement de cet outil en situation réelle ne s'étant pas concrétisées, notamment en raison de la pandémie, nous n'étions alors pas engagées dans un projet de conception. Toutefois, les questions soulevées nous ont amené à nous interroger plus largement sur les perspectives de transformations de ce secteur, régulièrement soumis à une adaptation et une modernisation des outils de production liés à une diversification des produits triés. Dans un contexte où les transformations restaient ouvertes et où aucun projet de déploiement de la technologie n'était encore engagé, notre recherche s'est orientée vers l'exploration des apports possibles de l'analyse de l'activité pour penser les transformations du travail en amont de tout projet de conception stabilisé.

3 UNE ARTICULATION ENTRE ANALYSE DE L'ACTIVITÉ ET PROSPECTIVE DE BERGER

Cette évolution du projet de recherche vers une réflexion sur les transformations futures du travail a conduit à préciser les cadres théoriques mobilisés. Nous revenons d'abord sur l'analyse de l'activité, avant d'envisager son articulation avec l'attitude prospective de Berger.

3.1 L'analyse du travail et de l'activité comme point d'entrée pour penser les futurs du travail

L'analyse de l'activité est centrale en ergonomie, en tant que voie d'accès au travail réel, aux régulations qu'elle comporte et aux conditions de préservation et de développement de la santé. Face aux enjeux de production de l'industrie du tri, nous nous sommes interrogées sur le potentiel créatif que comporte l'analyse de l'activité pour penser le travail futur. Pour cela, nous nous sommes appuyées sur l'analyse de l'activité à partir du modèle bien connu de la double régulation de l'activité proposée dans le « schéma 5 carrés » (Leplat & Cuny, 1977). Ce modèle centre l'analyse des situations de travail sur l'étude des régulations qui participent à la fois à l'atteinte – ou non – des objectifs de production et de la santé effective des opérateurs et opératrices. Il permet de comprendre les régulations opérées face à la variabilité des situations, et les ajustements et initiatives face à des conditions mouvantes (Darses, 2016 ; Leplat & Cuny, 1977 ; Perez Toralla & Morais, 2024). Cette

connaissance de l'activité permet d'orienter des transformations en y intégrant des possibilités de développement des marges de manœuvre, comme espace de régulations permettant le développement d'une activité future qui soit soutenable pour la santé des personnes (Coutarel, et al., 2024). Si ce modèle permet d'analyser finement les arbitrages opérés face aux contraintes, il n'intègre pas explicitement la dimension collective. Aussi, nous avons également mobilisé les travaux portant sur la dimension collective de l'activité (Caroly & Barcellini, 2013), ainsi que la notion de « macro-déterminants » qui invite à tenir compte du système au-delà du cadre de l'entreprise (Van Belleghem et al., 2011).

L'approche de l'activité future est directement confrontée au paradoxe de l'ergonomie de conception, car elle ne peut pas être observée, alors que sa connaissance est nécessaire pour orienter celle-ci (Pinsky & Theureau, 1984). Différentes méthodes de simulation ont été développées dans les processus de conception (Daniellou, 2004 ; Van Belleghem, 2018 ; Barcellini et al., 2013, etc.). Elles visent à rendre discutables des situations futures en s'appuyant sur des mises en situation, des maquettes, des scénarios ou des prototypes. Si ces démarches de simulation de l'activité future constituent un apport majeur en ergonomie de conception, elles supposent l'existence d'un projet de transformation suffisamment défini pour permettre de mobiliser et mettre en discussion de situations futures plausibles. Or, dans certaines situations, notamment en phase exploratoire ou de preuve de concept, ces conditions ne sont pas réunies. Il convient donc de développer d'autres approches permettant d'orienter les transformations futures à partir de l'analyse de l'activité pour penser les futurs du travail.

C'est pourquoi nous nous sommes intéressées à la prospective en ergonomie. L'Ergonomie Prospective dont les bases ont été posées par Brangier et Robert (2009 ; 2014), s'intéresse majoritairement à des situations d'usages futurs et de conception de produits et de services. Cette approche vise notamment à développer et favoriser une dimension créative pour penser le futur. Plus récemment, Pueyo (2022) a formalisé une approche prospective plus ancrée à la notion de travail pour penser les futurs possibles du travail afin d'orienter l'activité sur une trajectoire de futurs souhaitables en visant une « utopie concrète » (Bloch, 1976). Dans cette recherche, nous avons exploré une tierce voie en recherchant quels pourraient être les apports de l'analyse du travail et de l'activité dans une approche prospective.

3.2 La prospective de Berger comme cadre de réflexion prospective

Nous sommes reparties des origines de la prospective en mobilisant les écrits de Gaston Berger, philosophe des années 50 qui a posé des principes et des conditions de prises en compte du futur pour le construire. À partir de ces travaux, nous avons travaillé les liens entre l'« attitude prospective » qu'il propose et l'ergonomie de l'activité, afin d'explorer l'apport que cette approche peut apporter à l'ergonomie. Nous empruntons à Berger le terme d'« attitude prospective », qu'il définit à partir de 5 piliers, et qui vise à orienter l'action et la réflexion de toute personne qui s'engage dans une démarche prospective.

Les cinq piliers posés par Berger sont : *penser à l'Homme, analyser en profondeur, voir large, voir loin* et *prendre des risques.* Les trois premiers font selon nous écho aux fondements de l'ergonomie de l'activité. En effet, l'appropriation de ces piliers à l'échelle des situations de travail conduit à se centrer sur les acteurs et actrices de terrain pour penser des transformations du travail tout en analysant leur activité (*penser à l'Homme* et *analyser en profondeur*), puis à élargir l'analyse à d'autres centres et à d'autres niveaux organisationnels *(voir large).* Les deux derniers piliers (*voir loin* et *prendre des risques*) permettent le développement d'une première réflexion prospective que nous avons tenté d'explorer, à partir de données sur l'activité et la situation de travail considérée.

L'exploitation des piliers proposés par Berger a ainsi permis d'orienter à la fois les recueils de données et l'analyse vers l'identification de situations de travail porteuses d'enjeux pour les transformations à venir et vers la formulation de premières pistes d'orientations prospectives. Dans cette perspective, ce travail interroge les conditions selon lesquelles l'analyse de l'activité, articulée à une démarche prospective inspirée de Berger, peut contribuer à éclairer les transformations futures

du travail en amont des projets de conception stabilisés.

4 TRADUCTION MÉTHODOLOGIQUE ET EXPLORATOIRE DES PILIERS DE BERGER POUR ARTICULER L'ANALYSE DE L'ACTIVITÉ ET UNE APPROCHE PROSPECTIVE

À partir du cadre suivi, nous avons mis en place une démarche méthodologique exploratoire.

4.1 Démarche de recherche et recueil des données dans 4 centres de tri

La démarche proposée repose sur l'appropriation des 5 piliers. Elle n'est pas une démarche linéaire structurée par des hypothèses, elle s'appuie au contraire sur une dynamique circulaire articulant progressivement recueil de données sur différents sites, analyse fine et située de l'activité, analyses croisées entre différents terrains, et construction de questionnements prospectifs.

Pour cela, nous avons mobilisé 4 centres de tri (CDT) ayant des statuts variés :

- Le CDT A, construit au début des années 2000, engagé dans une démarche de transformation en lien avec l'outil de capture de données (CDT avant modification du système de production)
- Les CDT B, C et D, non engagés dans des projets de transformations technologiques mais présentant des enjeux prospectifs liés aux évolutions du secteur. Le CDT B a été construit au début des années 2000, et les deux autres avaient moins de 5 ans au moment du recueil de données.

Le schéma suivant présente notre interprétation des piliers de Berger adaptée à une approche prospective.

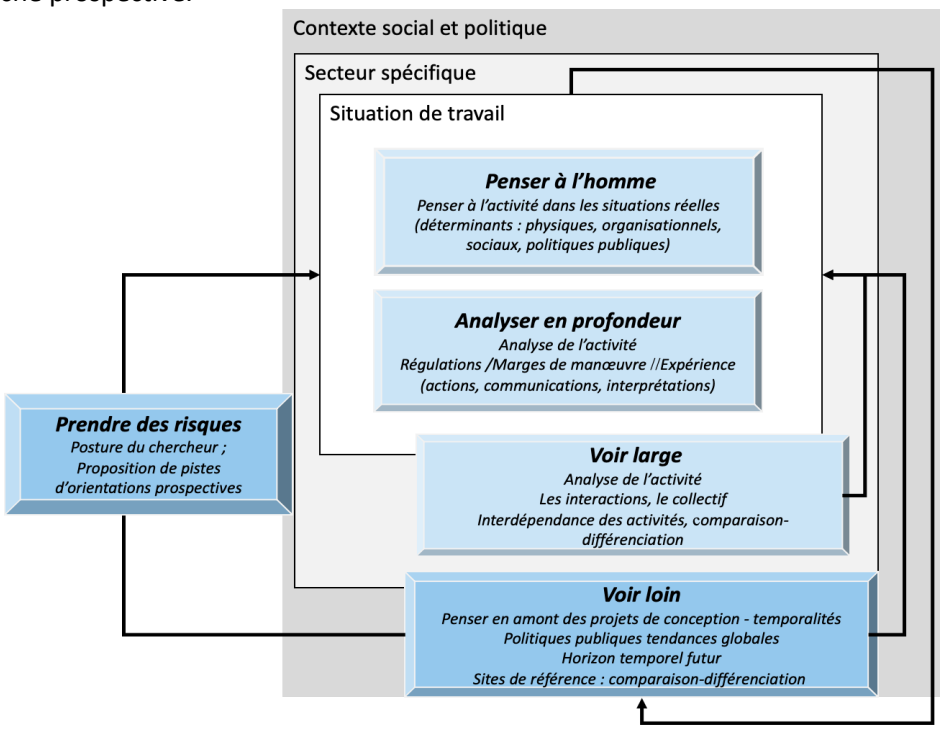


Figure 25 : Proposition d'interprétation des piliers de Berger adaptée à une approche

Ce schéma illustre la façon dont l'analyse de l'activité permet d'articuler différents niveaux de compréhension, de l'activité située aux dynamiques sectorielles et sociétales, afin d'identifier des situations porteuses d'enjeux futurs pour le travail et la santé. Les piliers « *penser à l'homme* » et « *analyser en profondeur* » renvoient au socle de l'analyse ergonomique de l'activité, tandis que « *voir large* », « *voir loin* » et « *prendre des risques* » ouvrent la réflexion vers les transformations possibles des situations de travail dans un contexte de transitions technologiques.

Le recueil des données a été construit de manière à documenter conjointement l'activité des

agents de tri et celle des encadrants de proximité. Concernant l'activité des agents de tri, les matériaux empiriques reposent sur des observations ouvertes en cabine, ainsi que sur des observations filmées des postes de tri réalisées sur les quatre centres étudiés (6 sur le CDT A, 15 sur le CDT B, 19 sur le CDT C et 8 sur le CDT D). Des entretiens semi-directifs ont également été menés auprès de 17 trieurs, et 4 cheffes de cabine. Sur le CDT A, ce dispositif a été enrichi par 6 auto-confrontations à partir d'extraits vidéo, permettant d'accéder plus finement au raisonnement des opérateurs et à leur expérience. Concernant l'activité des encadrants de proximité, le recueil s'est appuyé sur des observations ainsi que sur des entretiens en situation, menés auprès de 4 cheffes de cabine et 6 chefs d'équipe sur les différents sites.

4.2 Une démarche d'analyse multi-niveaux

Cette recherche s'est appuyée sur plusieurs niveaux d'analyse articulés de manière progressive, à partir des données issues de l'activité des agents de tri et de leurs encadrants. La démarche visait à croiser des analyses situées de chaque centre de tri, des analyses comparatives entre sites, ainsi qu'un travail réflexif à visée prospective.

Un premier niveau d'analyse, portait sur l'activité des agents de tri, dans différentes situations de travail, au sein des différents centres de tri de l'étude. Il repose notamment sur la réalisation de chroniques d'activité construites à partir de séquences vidéo, permettant une analyse fine des stratégies déployées par les opérateurs et opératrices pour faire face aux contraintes de l'activité et aux aléas. Ce niveau s'inscrit dans une logique d'analyse approfondie du travail réel (*penser à l'homme* et *analyser en profondeur*).

Un deuxième niveau d'analyse, visait à élargir cette première phase pour l'enrichir à partir de situations de travail similaires dans d'autres centres de tri, récents et plus anciens, mais aussi auprès d'autres acteurs de terrains (cheffes de cabine et chefs d'équipe). Il reposait notamment sur l'analyse des observations et des entretiens réalisés au cours de l'activité des encadrants de proximité. Ces analyses ont été conduites en cherchant à comprendre les possibilités et les impossibilités de marges de manœuvre. Puis elles ont été mises en relation avec celles des agents de tri, afin de comprendre les interdépendances à l'œuvre dans l'activité collective de tri entre trieurs, cheffes de cabine et chefs d'équipe. Il s'agissait d'avoir une vision globale des situations de travail sur chaque site, mais aussi de mieux cerner des similitudes et spécificités des différents centres de tri *(voir large).*

Enfin, le troisième niveau d'analyse visait à s'inscrire, à partir des analyses précédentes dans une attitude prospective, afin de formuler et discuter des propositions en dehors du cadre initial du projet de conception, tout en tenant compte des évolutions du secteur du tri. *Voir loin* renvoie ici à l'exploration des différentes temporalités afin d'élargir les champs des possibles et des souhaitables, tandis que *prendre des risques* consiste à proposer des pistes de transformation à partir des acquis de l'analyse de l'activité et de l'identification de tendances d'évolutions technologiques engagées. Celui-ci consistait à envisager d'autres formes possibles de développements technologiques susceptibles de s'appuyer sur les résultats précédents et de contribuer au soutien ainsi qu'au développement des marges de manœuvre de l'activité en situation réelle.

5 IDENTIFICATION DE SITUATIONS À ENJEUX PROSPECTIFS ET PROPOSITION D'ESQUISSE DE CONCEPT

L'analyse de l'activité de tri a mis en évidence l'existence de marges de manœuvre, parfois fragiles, reposant notamment sur des stratégies d'anticipation, qui se traduisent par des ajustements gestuels et des formes de coopération entre opérateurs et opératrices. Par exemple, lorsque le produit arrive en tas sur le tapis il est étalé de sorte à faciliter et rendre plus efficace le travail des collègues. Les régulations fines de l'activité qui ont été observées sont orientées à la fois vers la qualité du tri, la préservation de sa propre santé et le soutien au collectif. L'analyse de l'activité a également permis d'identifier les conditions qui limitent fortement ces possibilités de régulation : surcharge ponctuelle de la table de tri, présence de grands cartons, erreurs de tri en amont, hygrométrie des produits. L'ensemble de ces éléments peut favoriser la survenue d'incidents techniques, tels que des bourrages.

Lesquels tendent en retour à accentuer les contraintes sur l'activité et à alimenter une dynamique circulaire de dégradation du fonctionnement, pouvant conduire à des arrêts de la production. Dans ces situations dégradées, l'activité se réorganise autour de stratégies de rattrapage qui ne permettent plus la mise en œuvre de stratégies favorables à la santé ou de soutien au collectif. L'élargissement de l'analyse à l'activité des encadrants a montré leur rôle central dans la régulation des flux de production, mais aussi les limites des informations dont ils disposent pour agir. L'absence de données sur la qualité du tri entrant, par exemple, restreint leurs possibilités d'anticipation et déplace les difficultés vers la cabine de tri. L'analyse croisée des différents terrains a ainsi conduit à identifier le chargement dans le hall et l'alimentation de la trémie comme un point critique situé à l'interface entre plusieurs acteurs (caristes, chefs d'équipe, chef de cabine, agents de tri) et plusieurs temporalités de l'activité.

Cette démarche nous a conduit à formaliser la notion de Situations de Travail à Enjeux Prospectifs (STEP), définies comme des situations dans lesquelles les transformations émergentes sont susceptibles de modifier significativement les possibilités de régulation de l'activité et, par conséquent, les conditions de préservation de la santé. À partir de ces STEP, des esquisses de concept ont été élaborées dans une démarche exploratoire de raisonnement prospectif. Par exemple, une proposition d'esquisse de concept vise à soutenir les possibilités d'anticipation des agents de tri et des encadrants grâce à une meilleure visibilité sur la qualité du flux entrant (cf. Figure 2).

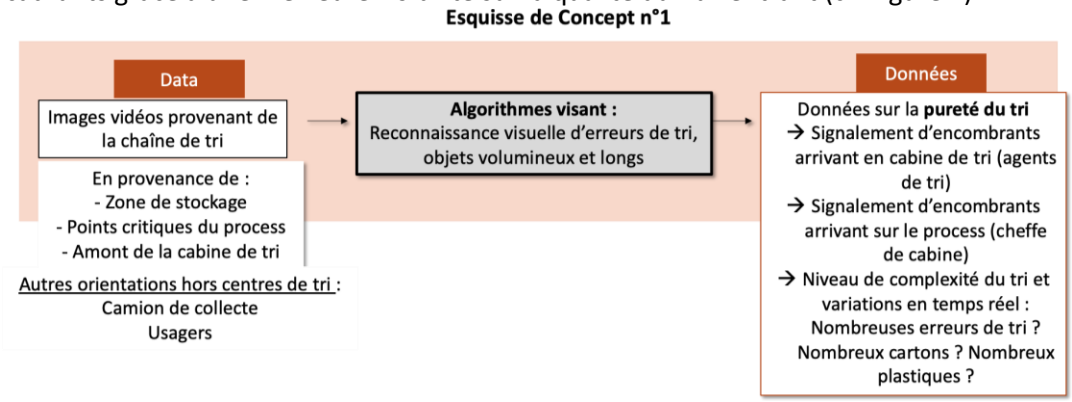


Figure 26 : Exemple à partir du schéma simplifié d'une proposition d'esquisse de concept

Cette esquisse qui propose d'identifier plus précocement certaines situations critiques (objets volumineux, erreurs de tri, surcharge ponctuelle), pourrait favoriser la mise en œuvre de régulations individuelles et collectives dans l'activité. Pour les cheffes de cabine, ces informations pourraient également favoriser l'anticipation des bourrages afin de limiter les situations dégradées. Plus largement, cette proposition cherche à soutenir les marges de manœuvre et les conditions de préservation de la santé au travail de plusieurs acteurs engagés dans l'activité de tri.

Les esquisses de concept sont des propositions ouvertes, embryonnaires, destinées à ouvrir d'autres pistes à explorer pour les concepteurs et acteurs du secteur, et non des solutions techniques stabilisées. Elles visent à alimenter la réflexion autour de possibles développements technologiques futurs dans le secteur étudié, tout en interrogeant les nouvelles régulations potentielles pouvant être induites sur les marges de manœuvre à moyen et long terme, leur plasticité et leurs limites. Il s'agit de supports de réflexion pour questionner ou penser d'éventuelles futures innovations dans ce secteur, à partir de la connaissance de l'activité, et non pas de projet de conception poussé et préalablement défini.

6 DISCUSSION/CONCLUSION

Les résultats montrent que l'analyse de l'activité constitue le socle indispensable de cette démarche. Les piliers « penser à l'homme » et « analyser en profondeur » rendent visibles les conditions d'un travail soutenable, mais aussi les situations dans lesquelles les marges de manœuvre se réduisent fortement. À partir de ce socle, « voir large » permet d'ouvrir l'analyse vers une dimension systémique. « Voir loin » a permis d'inscrire les résultats dans les dynamiques de transition en cours, en particulier technologiques, en mettant en évidence le décalage entre temporalités de l'activité et temporalités des transformations. Enfin, « prendre des risques » renvoie à la posture exploratoire adoptée, qui consiste à formuler des orientations sans attendre la stabilisation des projets de conception.

Cette recherche est une première expérimentation de prospective centrée sur l'analyse de l'activité sur le terrain. Elle invite à considérer l'analyse de l'activité existante comme un moyen de baliser une prise de risque raisonnée dans la formulation d'orientations pour le futur en identifiant les régulations, les marges de manœuvre et les points de fragilité qui structurent la soutenabilité du travail. Ces éléments constituent des points d'attention pertinents pour penser et orienter les transformations futures. En identifiant les situations dont l'évolution est susceptible d'avoir un impact majeur sur l'activité et la santé, l'analyse de l'activité devient un support pour orienter les trajectoires futures des situations de travail.

Cette proposition prospective ouvre ainsi un espace intermédiaire entre analyse du travail réel et exploration des futurs possibles. Elle demeure toutefois exploratoire et appelle à être consolidée et affinée à partir d'autres terrains et de nouvelles mises à l'épreuve.

7 BIBLIOGRAPHIE

AFNOR. (2015). *Principes ergonomiques pour la conception des cabines de tri manuel des déchets recyclables secs ménagers et assimilés issus des collectes sélectives* (Norme NF X35-702). AFNOR.

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In P. Falzon, Ergonomie constructive (p. 191). Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2013.01.0191

Berger, G. (1958). L'attitude prospective. *In* P. Durance, De la prospective : Textes fondamentaux de la prospective française; 1955-1966. Textes réunis par Philippe Durance. (2007) (p. 73− 80). L'Harmattan.

Berger, G. (1959). L'attitude prospective. *In* P. Durance, *De la prospective : Textes fondamentaux de la prospective française; 1955-1966. Textes réunis par Philippe Durance. (2007) (p. 81- 86). L'Harmattan*.

Biencourt, M. (2025). *L'analyse du travail et de l'activité : Socle d'une ergonomie prospective face aux enjeux de l'IA - Le cas des acteurs des centres de tri des déchets* (Numéro 2025TLSEJ036) [Theses, Université de Toulouse]. https://theses.hal.science/tel-05361823

Blanc-Beyne, T. (2020). *Estimation de postures 3D à partir de données imprécises et incomplètes : application à l'analyse d'activité d'opérateurs humains dans un centre de tri de déchets.* Réseaux et télécommunications [cs.NI]. Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT; 07812459X, 2020. Français. ⟨NNT : 2020INPT0106⟩. ⟨tel-04171620⟩

Bloch, E. (1976). *Le principe espérance, tome I.* Paris : Gallimard.

Brangier, É., & Robert, J.-M. (2014). L'ergonomie prospective : Fondements et enjeux. *Le travail humain*, *Vol.* 77(1), 1− 20.

Caroly, S., & Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. In *L'ergonomie constructive*.

Coutarel, F., Zare, M., Caroly, S., Aublet-Cuvelier, A., Vézina, N., Garrigou, A., Roquelaure, Y. (2024) *Marge·s de manœuvre : des concepts à la transformation du travail*, Octarès Editions.

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In *Ergonomie*. Presses Universitaires de France.

Darses, F. (2016). *Activity analysis: not what it was!* Le Travail Humain, 79(3), 193–205.

Dutrieux, A., Gaillard, I., Mollo, V., Blanc-Beyne, T., Carlier, A., & Charvillat, V. (2018). De l'actimétrie à l'activité, quels sont les apports de l'ergonome à la conception d'un outil numérique de mesure sur le travail? In SELF

(Éd.), *L'ergonomie à quelles échelles?* (p. 322− 327). https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01901292

Leplat, J., & Cuny, X. (1977). Introduction à la psychologie du travail. Presses Universitaires de France.

Nascimento, A., Cerf, M., Boccara, V., Bail, C. L., Bouter, R. L., Gaillard, I., Lyonnet, A., Riou, A., Garrigou, A., &

Boudra, L. (2025). *Ecologization and transformation of work at the meso and micro levels of transition : Findings from two territorial food projects in France*.

Perez Toralla, M. S., & Morais, A. (2024). Compromis et arbitrages dans l'activité : Réflexions à partir du modèle de double régulation. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 26(3). https://journals.openedition.org/pistes/8921#tocto1n5

Pinsky L., & Theureau, J. (1984). Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique, in: *Revue des Conditions de Travail*, No 9.

Pueyo, V. (2022). Contribuer à des futurs souhaitables pour répondre aux défis de l'Anthropocène : Les apports d'une Prospective du travail. Activités, 19− 2, Article 19− 2. https://doi.org/10.4000/activites.7540.

Robert, J.-M., & Brangier, E. (2009). What Is Prospective Ergonomics? A Reflection and a Position on the Future of Ergonomics. In B.-T. Karsh (Éd.), Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers (p. 162− 169). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3- 642-02731-4_19

Van Belleghem, L., Pécot, P., Cordier, A., Barbet-Detraye, R., & Tourne, M. (2011, septembre 14). Des déterminants de l'entreprise aux macro-déterminants : À quelle échelle agir sur le risque professionnel ? *Actes du 46ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française, « L'ergonomie à la croisée des risques ».*

Van Belleghem, L. (2018). La simulation de l'activité en conception ergonomique : acquis et perspectives. *Activités*, vol. 15 (n° 1), ⟨10.4000/activites.3129⟩. ⟨hal-02333505⟩.

L'ergonomie pour imaginer les futurs du travail et de la vie quotidienne : le cas des stades de sommeil chez les nouveau-nés prématurés

Clara Auvrouin-Zaragoza
Université de Lille
CHU de Lille, CIC-IT de Lille, ULR 2694, Lille
clara.zaragoza.etu@univ-lille.fr

Julien Nelson
Université Paris Cité
Centre Giovanni Borelli (UMR 9010)
UFR des sciences fondamentales et biomédicales, Pari
julien.nelson@u-paris.fr

Sylvia Pelayo
Université de Lille
CHU de Lille, CIC-IT de Lille, Lille
sylvia.pelayo@univ-lille.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

La communication s'inscrit dans le cadre du projet ANR SLEEPINESS (ANR-23-CE19-0020), qui vise à développer une méthode d'objectivation des stades du sommeil chez les nouveau-nés prématurés, s'appuyant sur un système exploitant l'Intelligence Artificielle (IA). Cet outil se présente comme une aide à la prise de décision médicale et soignante, et est susceptible de transformer profondément le sens de l'activité des acteurs intervenants dans la prise en charge. Nous décrivons ici une méthode dans le champ de l'ergonomie prospective visant à anticiper les évolutions du sens de l'activité induites par l'introduction d'une technologie émergente à coconstruire des formes acceptables de l'activité future.

MOTS-CLÉS
Ergonomie prospective, Sens de l'activité, Design, Créativité, Construction participative

1 INTRODUCTION

1.1 Une tension entre deux formes d'intervention ergonomique

L'intervention ergonomique s'inscrit généralement dans l'un de deux schémas classiques (Brangier & Robert, 2021) : l'ergonomie de correction, où l'on s'appuie sur l'analyse de situations d'activité impliquant l'utilisation d'un système *existant* pour proposer des pistes pour la reconception de ce dernier ; et l'ergonomie de conception, où l'ergonome est amené à intégrer directement les projets de conception pour concevoir un artefact nouveau.

Dans le premier comme dans le second cas, l'ergonome est toujours amené à travailler sur des situations d'activité existantes, dite *situations d'action caractéristiques* (Daniellou, 2004). Ce qui semble différer, c'est la volonté qui est affichée, en ergonomie de conception, de produire un artefact

nouveau qui transformera les conditions de l'activité existante. Ainsi, que l'on se situe dans l'un ou l'autre cas, la tension entre l'activité présente et l'activité future semble être au cœur de la contribution de l'ergonomie (Lauton et al., 2025; Pinsky & Theureau, 1984). Généralement, l'activité future est appréhendée au travers de méthodes de simulation participative, qui constituent un point d'orgue de l'intervention ergonomique (Barcellini et al., 2013; van Belleghem, 2018).

Ces deux schémas d'intervention trouvent leurs limites dès lors que l'ergonome est appelé à intervenir dans des projets de conception où l'innovation technologique a une importance centrale (Brangier & Bastien, 2006). Tout d'abord, il est attendu de ces technologies qu'elles apportent à l'utilisateur des gains décisifs en matière d'utilité (Loup-Escande, 2021). Une autre limite majeure est que l'identité même des utilisateurs cible n'est pas toujours définie d'entrée de jeu, ni par conséquent les situations sur lesquelles devra porter l'analyse ergonomique de l'activité. Au contraire, l'objet de l'intervention semble être d'identifier des situations pour lesquelles l'utilité de la technologie sera *a priori* maximale (Nelson, 2021; Verganti, 2011).

Pour répondre à ce besoin, on assiste depuis quelques années au développement d'une troisième forme d'intervention ergonomique, appelée ergonomie prospective (Robert & Brangier, 2012, 2024). Celle-ci est définie comme « *la partie de l'ergonomie qui vise à anticiper des besoins et activités futurs pour proposer des artefacts qui seront nouveaux et sources d'une expérience positive pour leurs utilisateurs* » (Robert & Brangier, 2012). Cette définition n'est pas sans poser problème, dès lors que l'on réalise que, comme les deux autres formes d'intervention que nous avons citées, l'ergonomie prospective prend elle aussi pour objet central l'activité future. Au point que l'on peut se poser la question : où, précisément, la limite entre l'ergonomie prospective et l'ergonomie de conception se trouve-t-elle ?

Un premier angle d'approche, le plus simple, est l'horizon temporel : l'ergonomie de conception se situerait dans un horizon proche – celui de l'après-projet immédiat, où le système conçu est produit et disséminé. En comparaison, l'ergonomie prospective s'inscrirait dans un horizon plus lointain. L'objectif reste de transformer les conditions actuelles de l'activité, mais en ne se restreignant pas au projet de conception comme seul moyen d'action sur le futur.

Un second angle est celui de l'ampleur des transformations attendues. L'ergonomie de conception ne permettrait finalement d'envisager que des évolutions discrètes de l'activité, ce qui ne permettrait d'innover que de manière incrémentale (Norman & Verganti, 2014). L'ergonomie prospective, par comparaison, se donnerait pour objectif de transformer l'activité en profondeur – ceci, évidemment, pour favoriser l'atteinte des objectifs classiques « ultimes » de l'ergonomie que sont l'amélioration des performances et du bien-être des opérateurs (Falzon, 2004).

La prospective permet alors d'élargir le champ d'intervention de l'ergonomie, d'enrichir ses fonctions par la création et l'innovation et de consolider ses liens avec d'autres disciplines. L'ergonomie prospective s'appuie sur quatre domaines d'étude principaux : l'ergonomie, la prospective, la cognition orientée vers l'avenir et la créativité. Ces éléments lui permettent d'être guidée par trois principes clés : une approche centrée sur l'humain, une orientation vers l'avenir et une focalisation sur la créativité au service de l'innovation (Robert & Brangier, 2024).

1.2 La question de la transformation du sens de l'activité, au centre de l'intervention

Ce dernier point explique, à notre sens, une convergence que l'on peut facilement observer dans la littérature, entre ergonomie prospective et design (Lopez-Bagousse et al., 2026). Retenons trois points :

- Comme l'ergonomie, le design se donne pour objectif de transformer les situations dans lesquelles il intervient. L'objet même de cette transformation n'est pas toujours clair : s'agit-il vraiment de concevoir un artefact, ou bien de concevoir de nouvelles situations d'activité humaine (Nelson, 2020; Preece et al., 2023) ?

- La créativité, définie comme la capacité à produire un travail original et adapté aux contraintes du travail pour lequel il est produit (Bonnardel, 2009; Runco & Jaeger, 2012), occupe ici une importance centrale. Selon comment on se positionne sur le point précédent, il s'agira soit de

créer de nouveaux artefacts dont les caractéristiques sont originales et adaptées, soit de concevoir des situations nouvelles auxquelles les utilisateurs seront exposés.

- Cette « nouveauté de l'activité » peut porter, non seulement sur la structure de cette dernière (telle qu'elle pourrait être mise en évidence dans une approche de modélisation de type 'task analysis' ; Annett & Stanton, 2000), soit sur le sens qu'y accorde l'utilisateur lui-même. Verganti (2009) a bien montré comment cette évolution du sens de la technologie – et des situations dans lesquelles elle est utilisée – est un facteur d'innovation à part entière. Dans une intervention en ergonomie prospective, et selon les cas, il peut être intéressant de considérer (a) soit que le sens de l'activité doit perdurer par-delà l'évolution de la technologie et des conditions d'usage, soit (b) qu'il peut lui-même évoluer suivant des tendances prévisibles (Nelson et al., 2025).

Le propos que nous souhaitons défendre dans cet article est que la distinction entre ergonomie de conception et ergonomie prospective tient à la fois à l'horizon temporel long *et* à l'ampleur des transformations envisagées, notamment dans le sens de l'activité. Nous faisons de surcroît l'hypothèse que, si cette transformation du sens se déroule généralement sur un temps long, elle peut néanmoins faire l'objet d'une construction participative. Nous proposons ici une méthodologie fondée sur un atelier de créativité dans lesquels les futurs utilisateurs sont amenés à se saisir d'informations sur une technologie émergente d'une part, et sur leur activité d'autre part, pour proposer des concepts d'outils nouveaux. Le cadre applicatif est celui de l'utilisation de l'Intelligence Artificielle (IA) en contexte de prise en charge en néonatalogie.

2 UN CAS D'ETUDE : LE PROJET ANR SLEEPINESS

2.1 Présentation du projet

Le projet ANR SLEEPINESS propose de développer un modèle des stades de sommeil du nouveau-né prématuré et un outil automatisé de surveillance utilisant des données multimodales (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, enregistrements vidéo et audio), permettant une évaluation continue, fine et robuste des états sommeil/éveil. Pour traiter ces données massives, l'outil utilisera un système d'intelligence artificielle.

Ce service, conduit par un double enjeu qui est l'accompagnement à l'autonomisation des bébés vers la sortie et la montée en compétences des parents dans le processus de prise en charge, implique de nombreuses dynamiques médiées par plusieurs artefacts. Le service de néonatalogie, en tant que lieu de séjour pour les nourrissons et d'accueil pour les parents, mais également en tant que lieu de travail, se caractérise par sa spécificité : les parents y sont considérés comme des acteurs à part entière de la prise en charge de leur enfant et sont impliqués dans l'environnement de soins (réalisation des soins non-techniques, échanges d'informations, observations du bébé) ainsi que dans les décisions thérapeutiques.

2.2 Résultats issus de l'analyse de l'activité de prise en charge des nouveau-nés

Une première étude a permis de collecter différents éléments relatifs à l'organisation des services. Les nouveau-nés pris en charge dans le service de néonatalogie sont, dans la très grande majorité des cas, des bébés prématurés qui doivent recevoir une prise en charge particulière accompagnée d'une vigilance constante. La prise en charge des nouveau-nés en néonatalogie repose sur un collectif de professionnels de santé aux compétences complémentaires, confrontés à des pathologies lourdes et à un double enjeu : favoriser l'autonomisation progressive du bébé en vue de sa sortie de l'hôpital et accompagner la montée en compétences des parents dans le processus de soin.

La préservation du sommeil des nouveau-nés prématurés occupe une place centrale en néonatalogie, dans la mesure où les phases de sommeil profond et agité constituent des moments essentiels de récupération et de maturation des organes, en particulier du développement neurologique encore immature à la naissance. Lorsque les signes de différenciation des stades de sommeil sont perceptibles, l'équipe soignante s'efforce d'adapter l'organisation des soins et des

examens afin d'intervenir prioritairement lors des phases d'éveil calme, allant jusqu'à différer ou réorganiser certains soins si le bébé se trouve en sommeil profond ou agité.

Cette attention portée à l'état de sommeil constitue un repère structurant du travail soignant et participe à la définition d'un travail « bien fait », reposant sur une évaluation située mobilisant des compétences spécifiques. Toutefois, chez les grands et extrêmes prématurés, les signes distinctifs des différents stades de sommeil sont extrêmement difficiles à identifier. Actuellement, ils sont principalement estimés par observation comportementale, une pratique qui nécessite la maîtrise d'observables spécifiques et des connaissances issues de la formation, inégalement partagées au sein des équipes soignantes, ce qui complexifie la préservation optimale du sommeil de ces nouveau-nés.

L'analyse met également en évidence la place très importante des parents, qui sont quasi continuellement présents auprès de leur bébé. À travers l'accompagnement assuré par les puéricultrices, les parents sont progressivement amenés à comprendre les états de leur enfant, à interpréter ses comportements et à ajuster leurs pratiques, ce qui contribue à leur reconnaissance progressive comme acteurs de la prise en charge et à la construction de leur identité parentale. Cet accompagnement s'appuie sur l'usage de différents artefacts et outils, notamment des supports papier (par exemple des fiches explicatives sur les stades de sommeil), utilisés comme médiateurs pour rendre visibles et partageables des connaissances expertes, afin de soutenir la compréhension des parents et de favoriser leur montée en compétences. Ces démarches jouent un rôle clé dans la coordination entre professionnels, et entre professionnels et parents, en servant de supports communs pour l'échange d'informations, la discussion des observations et la justification des décisions de soins.

La prise en charge du sommeil apparaît ainsi comme une activité fortement outillée, relationnelle et coopérative, reposant sur des ajustements permanents et sur le partage de repères communs. Ces premiers résultats mettent en lumière des dynamiques d'activité et de médiation qui constituent des points d'appui essentiels pour interroger les effets potentiels d'une future technologie d'objectivation des stades de sommeil, tant sur les pratiques professionnelles que sur l'implication des parents et la construction collective du sens du soin en néonatalogie.

Ce dispositif implique alors une transformation profonde de l'activité des équipes médicales et soignantes dans la prise en charge des patients marquée par le passage d'une estimation clinique à une objectivation instrumentée. Il implique des futurs utilisateurs aux profils et connaissances différents. La construction des besoins représente alors une étape primordiale dans le processus de création d'un dispositif tel que le présente le projet. Nous affirmons que la mise en place d'une technologie de cette nature va considérablement transformer le sens de l'activité de l'équipe médicale et soignante.

3 METHODE

3.1 Justification du choix de la méthode

L'ergonomie prospective se situe à la frontière de plusieurs disciplines (le design industriel, l'ingénierie, le marketing…) et c'est dans ce cadre que nous avons intégrés une méthode issue du design pour réaliser ces ateliers. Le fondement créatif de l'ergonomie prospective souligne l'usage de techniques de créativité pour élaborer l'univers prospectif de l'utilité (Loup-Escande et al., 2013 ; Loup-Escande et al., 2020). Ce mode d'intervention en ergonomie ne se limite pas à l'adaptation des systèmes aux usages existants : il vise à anticiper les usages futurs. Dans cette démarche, une approche créative issue du design permet de contribuer à cette anticipation en explorant de nouvelles possibilités d'usage.

En ergonomie prospective, la créativité est considérée comme un moteur d'anticipation, un outil d'innovation et un moyen de concevoir des futurs souhaitables. Comme le montrent les travaux de Bonnardel & Rech (1998) ainsi que ceux de Bonnardel (2000), le recours au raisonnement par analogie est particulièrement pertinent pour soutenir les processus créatifs. Ce type de raisonnement favorise l'émergence d'idées nouvelles en permettant le transfert de connaissances ou de principes issus d'autres domaines vers la situation de conception étudiée. La créativité, en conception repose

ainsi largement sur le raisonnement analogique, qui permet de transférer des connaissances d'une situation à une autre. Les analogies aident à restructurer les problèmes et à générer de nouvelles solutions. Cependant, la créativité peut être limitée par des contraintes cognitives et contextuelles. Des outils existent donc pour soutenir les méthodes créatives et sont utilisés dans les processus de conception.

La créativité est souvent considérée comme un élément essentiel de toute conception innovante réussie. Pourtant, les concepteurs se trouvent souvent en difficulté à ce niveau et produisent des idées peu originales et adaptées en réponse à un problème de conception, se contentant de « réinventer la roue ». Nous avons retenu la méthode *New Metaphors* car elle se propose de résoudre le problème de cette « inertie psychologique » en stimulant une forme de raisonnement particulière : le raisonnement par analogie (Bonnardel & Rech, 1998). Lockton et al., (2019), en présentant cette méthode, ouvrent la voie d'un processus créativité pouvant être médié par des métaphores. Cette approche permet d'ouvrir un espace de mise en discussion des possibles et peut également contribuer à recadrer les problèmes de manière stratégique (Lockton, 2026). La méthode développée par ce laboratoire repose sur l'utilisation de cartes permettant aux participants d'explorer des métaphores pour appréhender des phénomènes difficiles à visualiser, en s'appuyant sur un ensemble de supports d'inspiration (Lockton, 2026). Il est alors possible d'y retrouver ici, un fonctionnement par analogies inter-domaine comme ont pu le décrire Bonnardel et Rech (1998).

Les premiers ateliers seront réalisés avec les médecins puis, dans un second temps, avec les puéricultrices et enfin avec les parents des nouveau-nés. L'objectif de ces ateliers est de mobiliser l'expertise des professionnels de santé, de recueillir leurs retours sur l'analyse de l'activité réalisée au début du projet, d'échanger autour des besoins et attentes en matière de conception et de présenter brièvement l'outil en développement afin de discuter de la place qu'il pourrait occuper dans leur pratique quotidienne.

Ce choix s'inscrit dans les objectifs de la recherche, qui vise à anticiper les usages futurs d'une technologie d'objectivation des stades de sommeil des nouveau-nés tout en interrogeant ses effets potentiels sur le sens de l'activité des professionnels et des parents en néonatalogie. Cette méthode apparaît particulièrement pertinente pour accéder aux dimensions implicites de l'activité, aux besoins des futurs utilisateurs, aux critères du « travail bien fait » ainsi qu'aux représentations associées au soin. Ces ateliers constitueront pour nous, un moyen d'accéder, en partie, au sens de l'activité afin de déterminer, dans un premier temps, ce qui fait actuellement sens pour les acteurs de soins, dans l'activité et dans un deuxième temps d'alimenter la conception de l'outil. Pour cela, les ateliers ont été structurés de manière à accompagner progressivement les participants dans la description détaillée des éléments clés de leur activité et dans la justification de leurs choix.

3.2 Déroulement des ateliers

Les ateliers sont divisés en trois parties, afin de progressivement accéder aux situations d'utilisation de l'outil. Dans les ateliers, il s'agira (1) de restituer une première étude du projet qui consistait à analyser l'activité. A partir d'une représentation schématique du processus de prise en charge d'un bébé en néonatalogie de l'entrée à la sortie de l'hôpital, les participants vont pouvoir positionner des cartes sur ce schéma afin de représenter des éléments importants pour eux (un moment clé et un moment problématique dans la prise en charge d'un nouveau-né prématuré en néonatalogie) et expliquer leurs choix. La première étape de l'atelier va permettre de définir les sujets à cibler pour le reste de la séance. Ensuite, (2) les professionnels pourront utiliser les situations identifiées lors de la première étape pour générer des métaphores par le moyen des cartes images présentes dans le pack fourni par Imaginaries Lab. Cette étape consistera à utiliser les métaphores (carte avec une photo et un texte associé (cf. figure 1)) pour représenter des situations de prise en charge (exemple : en quoi un numéro d'équilibriste peut être une métaphore pour une phase de soin avec les parents) et donc permettre de faire ressortir les déterminants de la tâche en question.

Figure 27: Exemple de "carte image" proposée dans le pack New Metaphors (Lockton et al., 2019)

L'introduction de la technologie sera faite pendant l'atelier. La dernière phase consistera à (3) élaborer des scénarios d'usage avec l'outil dans les services. De la même manière, les participants partiront de situations qu'ils auront préalablement identifiées au début de l'atelier. Cette étape permettra d'avoir des premiers éléments à intégrer dans la conception de l'outil.

4 CONCLUSION

Nous présentons ici une méthode utilisée en design qui peut être appliquée à l'ergonomie prospective. Nous avons présenté les éléments qui seront utilisés dans une démarche de conception se basant sur l'utilisation de métaphores. Dans cette recherche, la mise en place d'ateliers de créativité permettra aux participants de faire émerger des éléments sur l'activité future. Cette méthode, telle qu'elle est conçue, permet aux participants de s'impliquer dans l'évolution du sens de la technologie et des situations dans lesquelles elle sera utilisée.

Tout en nous appuyant sur cette méthode, nous estimons que cette approche peut également s'appliquer à la manière dont le sens de l'activité est pris en compte dans la conception, en particulier lors de transformations majeures de l'activité, comme le vise ce projet.

5 REMERCIEMENTS

Le travail a été réalisé dans le cadre du projet ANR SLEEPINESS (ANR-23-CE19-0020). Les auteurs remercient l'ensemble des participants pour leur contribution à cette étude.

6 BIBLIOGRAPHIE

Annett, J., & Stanton, N. (2000). Research and developments in task analysis. In J. Annett & N. Stanton (Eds), *Task analysis* (pp. 1–8). Taylor & Francis.

Barcellini, F., van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie constructive* (pp. 191–206). PUF.

Bonnardel, N., & Rech, M. (1998). Analogies in design activities: A study of the evocation of intra- and interdomain sources. In K. J. Holyoak, D. Gentner, & B. Kokinov (Eds), *Advances in analogy research: Integration of theory and data from the cognitive, computational, and neural sciences* (pp. 336–343).

Bonnardel, N. (2000). Towards understanding and supporting creativity in design: Analogies in a constrained cognitive environment. *Knowledge-Based Systems*, *13*(7–8), 505–513. https://doi.org/10.1016/S0950-7051(00)00067-8

Bonnardel, N. (2009). Activités de conception et créativité: De l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives. *Le Travail Humain*, *72*(1), 5–22. https://doi.org/10.3917/th.721.0005

Brangier, É., & Bastien, J. M. C. (2006). L'analyse de l'activité est-elle suffisante et/ou pertinente pour innover dans le domaine des nouvelles technologies? [Is activity analysis sufficient and/or relevant to innovate in the field of new technologies?]. In G. Valléry & R. Amalberti (Eds), *L'analyse du travail en perspectives. Influences et évolutions.* (pp. 143–156). Octarès.

Brangier, É., & Robert, J.-M. (2021). L'intervention ergonomique. In É. Brangier & G. Valléry (Eds), *Ergonomie: 150 notions clés* (pp. 328–334). Dunod.

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projets de conception de systèmes de travail. In P. Falzon

(Ed.), *Ergonomie* (pp. 359–373). PUF.

Falzon, P. (2004). Nature, objectifs et connaissances de l'ergonomie: Éléments d'une analyse cognitive de la pratique. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 15–35). PUF.

Lallemand, C., & Gronier, G. (2015). Cartes d'idéation. In *Méthodes de design UX* (1st edn, pp. 270–296). Eyrolles.

Lauton, J.-P., Loup-Escande, É., Kujawa, L., & Nelson, J. (2025). What to expect from task models in prospective ergonomics? A theoretical review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. https://doi-org.ezproxy.u-paris.fr/10.1080/1463922X.2025.2597927

Lockton, D. (2026). *New Metaphors: A Creative Toolkit for Generating Ideas and Reframing Problems*. https://danlockton.com/new-metaphors-a-creative-toolkit-for-generating-ideas-and-reframing-problems/

Lockton, D., Singh, D., Sabnis, S., Chou, M., Foley, S., & Pantoja, A. (2019). New Metaphors: A Workshop Method for Generating Ideas and Reframing Problems in Design and Beyond. *Proceedings of the 2019 on Creativity and Cognition*, 319–332. https://doi.org/10.1145/3325480.3326570

Lopez-Bagousse, C., Arciszewski, T., & Bonnardel, N. (2026). Design-fiction approach as a support for creative design activities in prospective ergonomics: An exploratory study. *Ergonomics*, *0*(0), 1–17. https://doi.org/10.1080/00140139.2025.2512425

Loup-Escande, É., Burkhardt, J.-M., & Richir, S. (2013). Anticiper et évaluer l'utilité dans la conception ergonomique des technologies émergentes : Une revue: Le travail humain, Vol. 76(1), 27− 55. https://doi.org/10.3917/th.761.0027

Loup-Escande, E., Burkhardt, J.-M., Christmann, O., Chaniaud, N., & Richir, S. (2020). Usefulness and needs construction process in innovative artefacts : An exploratory study of designers' viewpoints. International Journal of Virtual Reality, 20(1), 48− 71. https://doi.org/10.20870/IJVR.2020.20.1.2924

Loup-Escande, É. (2021). Technologies émergentes. In É. Brangier & G. Valléry (Eds), *Ergonomie: 150 notions clés* (pp. 509–512). Dunod.

Nelson, J. (2019). *Ergonomie prospective, Technologies émergentes, et Créativité* [Habilitation à Diriger des Recherches]. Université de Lorraine.

Nelson, J. (2020). Le design de l'expérience utilisateurs comme source d'innovation: Méthodes et outils pour la conception créative d'IHM. In M. Wolff & R. Mollard (Eds), *Pratiques de l'ergonomie: De la méthode aux applications* (pp. 188–199). Octarès.

Nelson, J. (2021). Anticipation des besoins. In É. Brangier & G. Valléry (Eds), *Ergonomie: 150 notions clés* (pp.102–105). Dunod.

Nelson, J., Van Ooteghem, A., & Bourmaud, G. (2025). Analysing trends in the use of technical systems in prospective ergonomics: The case of the phone. *Ergonomics*, 1–15. https://doi.org/10.1080/00140139.2025.2525948

Norman, D. A., & Verganti, R. (2014). Incremental and radical innovation: Design research vs. Technology and meaning change. *Design Issues*, *30*(1), 78–96. https://doi.org/10.1162/DESI_a_00250

Pinsky, L., & Theureau, J. (1984). Paradoxe de l'ergonomie de conception et logiciel informatique. *Revue Des Conditions de Travail*, *9*.

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2023). *Interaction design: Beyond human-computer interaction* (6th edn).John Wiley.

Robert, J.-M., & Brangier, É. (2012). Prospective ergonomics: Origin, goal, and prospects. *Work*, *41*, 5235–5242. https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0012-5235

Robert, J.-M., & Brangier, É. (2024). Prospective ergonomics for the design of future things. *Ergonomics*, 1–18. https://doi.org/10.1080/00140139.2024.2409939

Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, *24*(1), 92–96. https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092

Van Belleghem, L. (2018). La simulation de l'activité en conception ergonomique: Acquis et perspectives. *Activites*, *15*(1). https://doi.org/10.4000/activites.3129

Verganti, R. (2009). *Design-driven innovation*. Harvard Business Press.

Verganti, R. (2011). Radical design and technology epiphanies: A new focus for research on design management. *Journal of Product Innovation Management*, *28*(3), 384–388. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00807.x

SYMPOSIUM #4 :

COMPÉTENCES NON TECHNIQUES COLLECTIVES EN SITUATIONS COMPLEXES ET DYNAMIQUES

Compétences non techniques collectives en situations complexes et dynamiques

Organisateurs

Adolphe J. Béquet[1,2]

[1]Laboratoire Ergonomie et Sciences Cognitives pour les Transports (LESCOT), Univ. Gustave Eiffel
25, avenue François Mitterrand 69500 BRON
[2]Laboratoire Facteurs Humain, Centre d'Etudes et de Recherche Interdisciplinaires sur la Sécurité Civile (CERISC), Ecole Nationale Suppérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers (ENSOSP)
adolphe.bequet@univ-eiffel.fr

Anne-Claire Macquet

Laboratoire Sport, Expertise, Performance (EA 7370), INSEP
11 avenue Du Tremblay, 75012 Paris
anne-claire.macquet@insep.fr

Liliane Pellegrin[1,2]

[1]Département "Expertise Numérique en Epidémiologie"
Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées (CESPA)**,**
408 rue Jean Queillau, 13014 Marseille
[2]UMR RITMES D257 (Risques Infectieux Tropicaux, Microorganismes EmergentS)
Aix-Marseille Université, IHU Méditerranée Infection
19-21 bd Jean Moulin, 13385 Marseille
liliane.pellegrin@def.gouv.fr

OBJECTIFS DU SYMPOSIUM

Le 13ème colloque EPIQUE nous invite à questionner les transitions qui traversent nos sociétés et transforment nos cadres de travail. Dans des environnements caractérisés par l'incertitude, la pression temporelle et des enjeux de sécurité élevés, ces transitions, qu'elles soient technologiques, organisationnelles ou sociétales, imposent des ruptures dans les routines et les normes établies. Pour faire face à ces mutations et garantir la fiabilité des systèmes sociotechniques, les Compétences Techniques (CT, i.e. Le « métier » stricto sensu) ne suffisent plus.

C'est dans ce contexte que les Compétences Non Techniques (CNT), et particulièrement leur dimension collective, apparaissent comme un levier majeur d'adaptation et de résilience. Selon Flin & al. (2008) [48] les CNT sont une combinaison des compétences cognitives, sociales et de ressources individuelles qui complètent les CT et qui contribuent à la réalisation de la tâche de façon efficiente et sécurisée. Cette définition illustre en filigrane une double perspective. D'une part elle s'attache à des mécanismes et ressources internes à l'opérateur (cognitifs, émotionnels, comportementaux) et externes, en lien avec le contexte de réalisation de la tâche (mécanismes sociaux, communication, etc.). D'autre part, cette définition des CNT implique que ces compétences sont observables dans les situations de travail, au-delà de la tâche technique.

Dans ce symposium, nous envisagerons une approche différentielle qui formalisera ces deux types de compétences (CT et CNT) nécessaires pour maintenir un haut niveau d'adaptation et de performance dans des environnements complexes et dynamiques. Ces compétences permettent de prévenir les erreurs et les incidents, d'apprendre de ces erreurs et d'optimiser la performance, la robustesse et

[48] Flin R., O'Connor P (2017). *Safety at the sharp end: a guide to non-technical skills.1st ed*. Boca Raton: CRC Press.

l'agilité des équipes. Il s'agira d'explorer le rôle central des CNT comme ressources utiles aux équipes dans leurs environnements de travail.
Ce symposium vise à nourrir une réflexion collective prospective, en lien avec les transformations sociétales et technologiques actuelles. Il croisera les regards de chercheurs et de praticiens afin de dégager des pistes communes, pour que l'ergonomie puisse accompagner ces transitions pour accompagner le développement de collectifs de travail plus robustes et solidaires.

COMMUNICATIONS PRESENTEES

Ce symposium sera composé de 6 présentations qui seront introduites par les organisateurs du symposium et suivies d'une discussion générale. Elles proposent des pistes de réflexions, construites sur la confrontation aux réalités du terrain, allant de la formalisation d'outils de terrain jusqu'aux mécanismes neurocognitifs de la prise de décision. Les contributions seront les suivantes :

Communication 1 : *Développement des compétences non-techniques collectives : enjeux, pratiques et perspectives pour les équipes chirurgicales militaires*
Anthony Vacher[1] Clara Maillard [1] , Solenn Lacheze[1], Laurent Cervoni[1], Solange Duvillard-Monternier[1], Henri de Lesquen[2,3]
[1] Institut de recherche biomédicale des armées, [2] Hôpital national d'instruction des armées Sainte-Anne, Toulon, France, [3] École du Val-de-Grâce

Communication 2 : *Les compétences non techniques collectives d'équipes autonomes en déploiement dans l'aide à domicile*
Corinne Van de Weerdt[1], **Valérie Saint-Dizier de Almeida**[2]
[1] INRS, Département Sciences Appliquées au Travail et aux Organisations (SATO), Laboratoire Enjeux Psychosociaux, Travail et Organisations (EPTO), [2]Université de Lorraine, 2LPN

Communication 3 : *Conception d'une grille de compétences non techniques pour évaluer l'efficacité d'équipes lors de formations par la simulation en gestion d'épidémies*
Liliane Pellegrin [1,2,] Leïla Chassery [1,2], Jacques Marc[3]
[1] Département DENE, Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées , [2]UMR RITMES D257, Aix-Marseille Université, IHU Méditerranée Infection, [3] Laboratoire Ergonomie et Psychologie Appliquées à la Prévention, INRS

Communication 4 : *Formation aux compétences non techniques des décideurs en situation opérationnelle : le cas des officiers de sapeurs-pompiers.*
Morgane Lacroix[1]
[1]Laboratoire Facteurs Humain, Centre d'Etudes et de Recherche Interdisciplinaires sur la Sécurité Civile (CERISC), Ecole Nationale Suppérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers (ENSOSP)

Communication 5 : *Analyse de la zone proximale de développement des sapeurs-pompiers formateurs dans le cadre d'une recherche-intervention visant la conception de ressources pédagogiques adaptées*
Gaël Hajczak[1], Valerie Saint Dizier De Almeida[1], Estelle Michinov[2]
[1]2LPN - Laboratoire lorrain de psychologie et neurosciences de la dynamique des comportements
[2]LP3C - EA1285 - Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication

Communication 6 : *Obéir ou désobéir à des ordres perçus comme immoraux en contexte militaire*
Eve Fabre[1], Jean-Baptiste Van Der Hens[2].
[1]LISN-CNRS, Université Paris Saclay, [2]Centre de Recherche de Neurosciences de Lyon, UMR 5292 CNRS/1028 INSERM

Par la diversité de ces sujets, ce symposium met en lumière le fait que les compétences non techniques ne sont pas de simples attributs individuels. Elles constituent le ciment de la performance collective et de la résilience des systèmes face à l'incertitude.

Développement des compétences non-techniques collectives : enjeux, pratiques et perspectives pour les équipes chirurgicales militaires

Anthony Vacher
[1] Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge, France
[2] UMR VIFASOM, Université Paris-Cité, Paris, France
anthony1.vacher@pm.me

Clara Maillard
Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge, France
clara.maillard@intradef.gouv.fr

Solenn Lacheze
Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge, France
solenn.lacheze@intradef.gouv.fr

Laurent Cervoni
Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge, France
laurent.cervoni@intradef.gouv.fr

Solange Duvillard-Monternier
Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge, France
solange.monternier@def.gouv.fr

Henri de Lesquen
[1] Hôpital national d'instruction des armées Sainte-Anne, Toulon, France
[2] École du Val-de-Grâce, Paris, France
henridelesquen@gmail.com

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Depuis plus de deux décennies, la place des compétences dites non techniques dans les activités de soins gagne en reconnaissance, sans toutefois s'imposer de manière systématique. Cette communication propose de porter un regard sur les dispositifs développés dans le champ de la santé en vue du développement et de l'évaluation de ces compétences reconnues comme des déterminants majeurs de l'efficacité du travail en équipe, de la performance des soins et de la sécurité des patients en examinant les fondements théoriques de ces démarches, leurs modalités de mise en œuvre ainsi que leurs limites au regard des exigences de l'activité réelle. Dans un second temps, la communication analyse les conditions de transposition d'un dispositif de formation aux compétences non techniques au contexte spécifique des antennes de réanimation et de chirurgie de sauvetage militaires dont les missions et les conditions d'exercice sont directement impactées par les évolutions du contexte géopolitique et les nouvelles formes de conflictualité.

MOTS-CLÉS

Compétences non-techniques, Crew Resource Management, Performance humaine, Santé, Chirurgie de guerre.

1 INTRODUCTION

Les évolutions du contexte géopolitique international que nous connaissons modifient profondément la nature des conflits auxquels les forces armées françaises doivent se préparer. Jusqu'à récemment organisées et dimensionnées pour intervenir lors de conflits asymétriques, les forces armées françaises opèrent une profonde transformation capacitaire et doctrinale visant à se préparer à faire face et à durer dans l'hypothèse d'un engagement majeur impliquant des affrontements symétriques face à des compétiteurs ou des adversaires étatiques lors de conflits de haute intensité combinant des opérations conventionnelles, de la guerre informationnelle et de la cyberguerre. Ces transformations du contexte géopolitique et ces nouvelles formes de conflictualité impactent directement les missions et le travail des équipes soignantes du Service de santé des armées qui doivent se préparer à gérer davantage d'afflux massifs de blessés et s'adapter à travailler sur de longues périodes dans des conditions environnementales et sécuritaires dégradées au sein d'unités médicales opérationnelles mobiles et réactives.

Dans ce contexte, le renforcement des capacités d'adaptation et de résilience des équipes soignantes constitue un déterminant central de la performance des soins. Le développement de ces capacités repose non seulement sur la consolidation de compétences techniques et procédurales individuelles, mais également sur le développement et le perfectionnement de compétences, souvent implicites, regroupées sous le terme de compétences dites « non techniques » (ex., prise de décision, conscience de la situation, leadership, coopération). Ces compétences, de nature personnelle, cognitive et collective, participent à la régulation collective de l'activité et à la gestion des situations complexes et incertaines, contribuant ainsi à la fiabilité des équipes.

Après avoir rappelé l'émergence de la notion de compétences non techniques (CNT) en aéronautique et en santé ainsi que les dispositifs déployés dans le champ de la santé pour en soutenir le développement et l'évaluation, notre communication présentera, du point de vue de la psychologie ergonomique, une intervention débutée en 2020 à l'initiative de chirurgiens militaires qui en assurent le pilotage scientifique et opérationnel et, dont l'objectif est d'intégrer une formation au *Crew Resource Management* (CRM) visant au renforcement des CNT des équipes pluriprofessionnelles déployées dans les antennes de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS) militaires. L'étude pilote qui a conduit à la conception, au développement et à la mise en œuvre initiale de cette formation au CRM est rapportée dans un article d'une revue médicale (de Lesquen et al., 2024).

2 CADRE THEORIQUE

2.1 Le Crew Resource Management et les compétences non techniques en aéronautique

Les formations au Crew Resource Management (CRM) ont été développées à partir des années 1980 dans l'aéronautique, en réponse à la persistance d'accidents aériens survenant en l'absence de défaillances techniques identifiables ou d'insuffisances dans la maîtrise procédurale du pilotage. Ces événements ont conduit à déplacer l'analyse des causes vers les facteurs humains et organisationnels, mettant en évidence le rôle déterminant des processus de communication, de coordination, de prise de décision et de gestion des ressources au sein des équipages (Helmreich, Merrit et Wilhelm, 1999).

Les formations au CRM peuvent se définir comme « un ensemble de stratégies pédagogiques conçues pour améliorer le travail en équipe au sein du cockpit, reposant sur des outils pédagogiques éprouvés (par ex., ceux utilisant des mesures de la performance, des exercices et fournissent des feedbacks aux apprenants), sur des méthodes d'apprentissage appropriées (par ex., simulateurs, conférence en salle, vidéo) et des thématiques ciblées (par ex., celles permettant l'apport de connaissances, le développement de compétences et l'adoption d'attitudes adaptées à un travail en

équipe efficace) (Salas, et al., 1999, p. 163).

Les formations au CRM visent au développement des compétences non techniques (CNT) des membres d'équipage, terme utilisé pour la première fois par les autorités de l'aviation civile européenne pour définir les « compétences cognitives et sociales qui ne relèvent pas directement du contrôle de l'aéronef et de ses systèmes et de l'application des procédures de fonctionnement mais influencent de manière déterminante la sécurité et la performance des vols » (Flin, et al., 2003). Ces compétences cognitives (prise de décision, conscience situationnelle) et sociales (coopération) sont essentielles pour permettre à l'équipage de mobiliser de façon efficace les ressources individuelles, collectives et environnementales disponibles pour faire face aux exigences des situations complexes, dynamiques et risque auxquelles ils sont confrontés.

2.2 Le développement et l'évaluation des compétences non techniques en santé

Dans le domaine de la santé, l'intérêt pour le développement des CNT a émergé au cours des années 2000, dans le sillage de la publication, en France et à l'international, des résultats d'enquêtes épidémiologiques mettant en évidence une fréquence élevée des événements indésirables graves en établissements de santé et soulignant que la majorité d'entre eux était associée à des défaillances humaines individuelles et du travail en équipe (Donaldson, Corrigan et Kohn, 2000 ; Michel, et al., 2007). Ces rapports soulignaient que, dans un système de santé caractérisé par une complexification croissante des parcours de soins et une interdépendance accrue entre professionnels de santé, les approches développées dans les industries à haut niveau de fiabilité pour renforcer le travail en équipe et fiabiliser la communication apparaissaient pertinentes à transposer en santé.

Depuis lors, de multiples initiatives ont été engagées afin de former les équipes soignantes au CRM. Au sein des hôpitaux de *la Veterans Health Administration* aux États-Unis, l'implantation d'un programme de formation interprofessionnelle inspiré du Crew Resource Management (CRM), destiné aux équipes chirurgicales, a été associée à une diminution significative de la mortalité postopératoire. Un an après son déploiement, une réduction relative de 18 % de la mortalité chirurgicale était observée (Neily et al., 2010), suggérant un effet favorable du dispositif sur la sécurité des soins. Plus récemment, en France, une formation inspirée du CRM a été développée par la Haute Autorité de Santé dans le cadre du Programme d'Amélioration Continue du Travail en Équipe (PACTE) (May-Michelangeli, Sami, & Amalberti, 2018). Expérimenté dans une soixantaine d'établissements de santé volontaires, ce programme repose sur une démarche participative visant à positionner les professionnels de santé comme acteurs du processus d'amélioration. Plus précisément, les équipes volontaires sont impliquées dans (a) la réalisation d'un diagnostic organisationnel destiné à identifier les difficultés de fonctionnement collectif, (b) la mise en œuvre et le suivi d'actions d'amélioration, ainsi que (c) la mesure et l'évaluation de l'impact de ces actions.

Parmi les outils proposés, un dispositif « CRM Santé» consiste en une session réunissant les membres d'une même unité fonctionnelle (environ 20 à 25 participants) afin de favoriser un espace structuré d'échanges centré sur les pratiques, les savoirs et les comportements professionnels. Les thématiques abordées incluent notamment la communication, la coopération et le leadership. L'animation de cette session de 4 heures est assurée par un binôme de facilitateurs préalablement formés dans le cadre d'une session dédiée d'une journée, garantissant une homogénéité dans la conduite des échanges et dans l'appropriation des principes du programme.

La majorité des travaux portant sur l'impact des formations CRM en santé repose sur des études observationnelles de type avant-après, alors que les essais randomisés restent encore peu fréquents (Bijock et al., 2023). Les méthodes d'évaluation de ces formations peuvent être classées en plusieurs catégories. Premièrement, des mesures subjectives qui reposent sur des questionnaires d'auto-évaluation et de satisfaction, centrés sur la perception des participants quant à l'efficacité du travail en équipe et à l'amélioration de leurs CNT (Haller et al., 2008 ; May-Michelangeli, Sami, & Amalberti, 2018 ; de Lesquen et al., 2024). Deuxièmement, l'évaluation des CNT peut être réalisée de manière plus fine à travers l'observation et l'analyse de sessions de simulation, en s'appuyant sur des grilles standardisées telles que la grille NOTECHS (Flin *et al.,* 2003) ou l'une des multiples grilles similaires

développées pour des contextes cliniques variés (Delmas, 2019). Ces outils permettent d'évaluer la mobilisation des CNT sur la base d'indicateurs comportementaux objectifs. Les sessions de simulation offrent l'avantage de reproduire des situations critiques et complexes sans exposer les patients à des risques, tout en fournissant un cadre structuré pour un retour d'expérience immédiat et détaillé sur les performances observées. En santé, l'utilisation de ces grilles contribue non seulement à identifier les forces et les points d'amélioration des équipes, mais également à renforcer l'apprentissage réflexif et l'appropriation des CNT dans le cadre de l'activité réelle. Enfin, l'évaluation des formations au CNT peut porter sur des mesures objectives s'appuyant sur des indicateurs de performance et de sécurité, tels que la mortalité chirurgicale (Neily et al., 2010), la fréquence des déclarations d'événements indésirables associés aux soins (Delporte et al., 2024), le climat de sécurité des soins (Staines et al., 2020) ou même le retour sur investissement pour les établissements de santé (Moffatt-Bruce et al., 2019). Ces mesures permettent d'évaluer l'impact des programmes CRM sur les résultats cliniques pour le patient, et de relier les changements comportementaux observés à des effets sur la sécurité des patients et l'efficacité des soins.

Malgré des résultats encourageants suggérant le rôle clef des CNT dans la performance des équipes de soins, celles-ci ne figurent pas encore de façon explicite dans le programme de formation initiale de nombreuses professions médicales et paramédicales et la mise en place effective de formations institutionnelles au CRM demeure relativement peu fréquentes dans les établissements de santé en dehors d'études pilotes ou d'initiatives locales.

3 CADRE METHODOLOGIQUE

3.1 Terrain d'étude

Les antennes de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS) sont des structures déployées sur le terrain depuis 2021 pour permettre une première prise en charge réanimatoire et chirurgicale des blessés au combat les plus graves. Les soins dispensés au sein des ARCS reposent sur le principe du *damage control* chirurgical, une stratégie de soins spécifique de la médecine de guerre et de catastrophe. Le but des soins réalisés en ARCS n'est pas de traiter définitivement toutes les lésions que présente le patient mais de réaliser les seuls gestes qui vont permettre sa survie et sa stabilisation en vue d'une évacuation ultérieure vers une structure médico-chirurgicale d'aval plus complète dans laquelle il pourra bénéficier d'un traitement définitif (Luft, et al., 2022). Aérotransportables, plus mobiles et adaptées à la prise en charge d'un afflux massif de blessés que les anciennes générations d'antennes chirurgicales, les ARCS standards sont déployables sur le terrain en 2 heures et disposent d'une autonomie initiale de 48 heures permettant la prise en charge de 8 blessés graves par jour.

Une ARCS standard est composée de 4 tentes d'une superficie totale de 200 m^2. Chaque tente délimite une zone fonctionnelle : accueil et de tri des blessés, déchocage, bloc opératoire pour la prise en charge simultanée de 2 blessés et zone de réanimation pour la prise en charge de 4 blessés après leur intervention. Au sein de chaque zone fonctionnelle, la disposition des cantines à tiroir et des panneaux modulaires contenant le matériel et les consommables a été définie par les équipes afin que ceux-ci soient disposés de façon logique et soient accessibles immédiatement lors des soins. Une antenne de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS) standard est organisée autour d'une équipe soignante militaire multidisciplinaire composée de treize professionnels dont 1 médecin anesthésiste-réanimateur, 3 chirurgiens, 2 infirmiers anesthésistes, 2 infirmiers de bloc opératoire, 4 infirmiers en soins généraux et 1 sous-officier administratif. Les membres de ces équipes sont recrutés au sein des services de chirurgie et de réanimation des 4 hôpitaux nationaux d'instruction des armées et sont affectés à une ARCS pour une période de 2 ans. Les membres de ces équipes sont recrutés au sein des services de chirurgie et de réanimation des quatre hôpitaux nationaux d'instruction des armées et sont affectés à une ARCS pour une durée de deux ans.

Les membres des équipes des ARCS suivent une formation spécifique dans le cadre de leur préparation opérationnelle avant déploiement intitulée « Cours Avancés de CHIRurgie en Mission Extérieure, CACHIRMEX ». La formation CACHIRMEX est structurée en plusieurs modules d'enseignements reposant sur une approche pédagogique essentiellement expérientielle, chacun

organisé autour de thématiques spécifiques de la chirurgie de guerre et de catastrophe. Chaque module vise l'acquisition et le renforcement de compétences techniques et décisionnelles adaptées à la chirurgie de guerre. Le dernier module est dédié aux situations particulières telles que les afflux massifs de victimes. Il revêt un intérêt majeur car il permet pour les membres des équipes ARCS constituées de mobiliser leurs connaissances sur des ateliers pratiques concernant les gestes de soins et de sauvetage, de bénéficier des retours d'expériences de professionnels expérimentés ayant déjà réalisé des missions opérationnelles et enfin d'être acteurs en équipe constituée des ateliers d'installation et de désinstallation des structures et du matériel avec intégration d'ateliers pratiques et d'une simulation à échelle réelle de prise en charge de blessés de guerre. Tous les membres de l'équipe multidisciplinaire de l'ARCS participent à ce dernier module qui se déroule au sein du Centre de formation opérationnel santé (CeFOS) durant une semaine.

3.2 Méthode

L'activité des équipes des ARCS en contexte opérationnel n'étant pas directement accessible, le recueil des données a été conduit lors d'exercices de simulations de l'activité et s'est inscrit dans une démarche exploratoire. Ainsi, des observations ouvertes et des entretiens libres ont été réalisés durant une semaine en 2021 auprès de membres des équipes de deux ARCS qui suivaient le dernier module pratique de leur formation CACHIRMEX au sein du CeFOS et des formateurs qui encadraient le module de formation. Ce module pratique se compose de simulations dites « procédurales » telles que le montage et le démontage de la structure de soins ou la répétition de gestes techniques ; ainsi que de simulations « pleine échelle » telles que la prise en charge d'un ou plusieurs blessés ou la gestion d'un afflux massif de blessés. Les observations ouvertes ont été menées lors de deux simulations « pleine échelle » et de deux simulations « procédurales ». L'équipe de formateurs était composée d'infirmiers et des médecins. Les infirmiers ont été présents tout le long du stage. Les médecins, en revanche, ont été présents de façon plus ponctuelle, lors des simulations pleine échelle et lors des débriefings.

Ces observations et entretiens avaient pour but de : (i) mieux comprendre l'activité des opérateurs des ARCS et les situations de formation ; (ii) contribuer à identifier les CNT mobilisées par les équipes et ; (iii) proposer des axes d'amélioration pour satisfaire au besoin de prise de conscience de la portée du facteur humain au sein des équipes, de transmission de connaissances sur les thématiques socio-cognitives pour faire évoluer les pratiques d'équipe de sorte que ces connaissances deviennent des CNT mobilisées en situation et d'évolution des débriefings menés par les encadrants. Ces observations et entretiens ont été menés à deux niveaux différents : le premier était le niveau des opérateurs, le personnel formés lors des simulations ; le second était celui de l'équipe encadrante. Les données recueillies ont ainsi permis d'étudier l'activité des encadrants lors des simulations et des débriefings.

4 RESULTATS

4.1 Identification des compétences non techniques mobilisées par les équipes

Les équipes en formation étaient deux antennes de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS A et ARCS B). Chacune d'entre elles était composée des treize personnels médicaux et paramédicaux. Ces derniers étaient expérimentés, disposant d'une expérience préalable de déploiement en opération extérieure au sein d'une ARCS. En revanche, le niveau d'expérience du responsable d'antenne, assurant le rôle de leader, différait entre les deux équipes. Au sein de l'ARCS A, le leader était expérimenté et avait déjà été confronté à des afflux massifs de blessé. À l'inverse, l'ARCS B était dirigée par un leader novice, exerçant cette fonction pour la première fois. L'équipe de l'ARCS A a été confronté à un scénario qui consistait à prendre en charge un blessé grave. L'ARCS B, quant à elle, a dû faire face à un afflux massif de blessés. Il convient de souligner que le scénario de simulation le plus complexe — celui d'un afflux massif de blessés — a été attribué à l'ARCS B, alors même que son leader occupait cette fonction pour la première fois et cherchait à construire sa légitimité et à se positionner au sein d'une équipe paramédicale expérimentée.

Les observations ouvertes des 2 équipes ARCS en formation et les échanges avec les formateurs ont permis d'identifier les CNT de la performance collective des équipes des ARCS au cours des différentes étapes de la prise en charge de blessés de guerre. Celles-ci ont pu être discutées avec le porteur du projet et un groupe multidisciplinaire de formateurs et anciens membres d'ARCS.

4.2 Conduite des débriefings par les formateurs

À l'issue des séances de simulation pleine échelle — un scénario dédié à chaque antenne — un débriefing est organisé dans un espace situé à proximité des structures de l'ARCS où se sont déroulées les mises en situation. Les encadrants médecins y présentent leurs observations et formulent des remarques principalement centrées sur les erreurs identifiées et les points d'amélioration. Les échanges sont majoritairement structurés autour de deux dimensions des CNT : le leadership et la communication. L'analyse met en évidence une prédominance de la prise de parole des encadrants au cours des débriefings, laissant une place relativement restreinte à l'expression des participants, à l'exploration de leur vécu subjectif et à la co-construction collective du retour d'expérience. À noter que les encadrants infirmiers n'intervenaient pas lors de ces phases de débriefing de simulation pleine échelle bien qu'ayant été présents tout au long de celle-ci et ayant des retours pouvant être formulés aux équipes formées.

Par ailleurs, les deux équipes (ARCS A et ARCS B) vivent les simulations et les débriefings de manière indépendante : aucune équipe n'assiste à la simulation ni au débriefing de l'autre. Cette organisation limite les possibilités d'apprentissage vicariant, de comparaison inter-équipes et de partage élargi des pratiques, susceptibles de favoriser une réflexion collective sur les dynamiques de coordination et de leadership. Ces éléments soulèvent des enjeux relatifs aux modalités d'animation des débriefings, à la place accordée à l'analyse de l'activité réelle et à l'importance d'un cadre favorisant l'apprentissage réflexif et la participation active des équipes.

S'agissant des ateliers de montage et de démontage des tentes de soins, ceux-ci étaient encadrés par deux infirmiers expérimentés, en mesure de formuler des observations tant sur le plan technique que sur les dimensions non techniques de l'activité (synergie d'équipe, leadership, prise de décision, gestion du stress et de la fatigue). Toutefois, les débriefings associés à ces ateliers étaient exclusivement centrés sur les aspects techniques, laissant peu de place à l'analyse des dynamiques collectives pourtant mobilisées au cours de l'activité.

4.3 La formation au CRM développée au profit des ARCS

La formation au CRM à destination des équipes soignantes militaires des ARCS a été mise en place progressivement à partir de 2021 à l'initiative d'un chirurgien militaire ayant reçu le soutien de la chaire de chirurgie appliquée aux armées. Cette formation intègre les résultats de l'analyse de l'activité réalisée durant la semaine d'observations et d'entretiens. Il s'agit d'une formation qui a été intégrée au dernier module de la formation CACHIRMEX. Elle associe une présentation réalisée à l'ensemble de l'équipe de l'ARCS et plusieurs ateliers pratiques.

La présentation porte sur les dynamiques du travail en équipe et les CNT, étroitement ancré dans la réalité de l'activité des membres des ARCS, ainsi que dans leurs expériences antérieures et récentes de déploiement. Cette présentation s'appuie sur le format des formations CRM développées pour les opérateurs de la Défense (ex. personnels navigants, sous-mariniers, sapeurs-pompiers…), tout en adaptant et contextualisant les contenus aux activités spécifiques des équipes des ARCS et aux contraintes des situations opérationnelles qu'ils pourront être amenés à rencontrer. Elle intègre également les résultats d'études conduites dans le domaine de la santé sur le rôle des CNT dans le travail en équipe et l'amélioration de la sécurité des soins, garantissant ainsi une approche à la fois fondée sur les données empiriques et sur les pratiques éprouvées dans des environnements à haut risque.

Un briefing et un débriefing collectif portant sur les dimensions non-techniques de l'activité a été intégré aux ateliers pratiques déjà existants et qui comportaient notamment, un exercice de montage de la structure et l'installation des équipements et matériels, un jeu de plateau sur le triage

de blessés lors d'afflux massifs spécialement conçu pour la formation CACHIRMEX et au cours duquel chaque membre de l'équipe joue son propre rôle et une mise en situation simulée haute-fidélité de prise en charge de blessés de guerre. Ces briefings et débriefings sont réalisés par des formateurs, chirurgiens, médecins-anesthésistes-réanimateurs ou infirmiers expérimentés ayant été affectés en ARCS.

5 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Le projet visant à concevoir et à développer une formation au CRM adaptée aux exigences opérationnelles et aux spécificités de l'activité des équipes soignantes militaires des ARCS a été initié et porté par un chirurgien militaire responsable d'antenne, avec le soutien institutionnel de la chaire de chirurgie appliquée aux armées. Le portage du projet par un leader pair, directement impliqué dans l'activité opérationnelle des équipes, associé à un appui institutionnel explicite, apparaît comme un facteur déterminant de la réussite du déploiement. Ce double ancrage — professionnel et organisationnel — constitue en effet un levier reconnu dans les projets visant à introduire des transformations culturelles profondes au sein des organisations de santé (Bosk et al., 2009).

La démarche de conception d'une formation au CNT ne s'est pas limitée à l'ajout de nouvelles compétences au référentiel de formation en chirurgie de guerre et de catastrophe. Elle a consisté, plus fondamentalement, à expliciter et formaliser des compétences jusqu'alors mobilisées de manière implicite et abordées de façon non systématique au cours de la formation. La performance et la sécurité des systèmes complexes sont généralement conceptualisées comme le produit de l'interaction entre compétences techniques et CNT (Flin, O'Connor, & Crichton, 2008). Dans le champ de la santé, la distinction entre ces deux catégories demeure toutefois difficile à établir de manière stricte, tant leurs manifestations sont intriquées dans l'activité réelle des professionnels (Delmas, 2019). Les compétences techniques et non techniques apparaissent ainsi complémentaires et interdépendantes : la mise en œuvre efficace des premières est souvent conditionnée par la qualité des secondes, notamment dans des environnements caractérisés par l'incertitude, la pression temporelle et le besoin accru de coordination interprofessionnelle. Dès lors, les dispositifs de formation gagneraient à intégrer explicitement ces interdépendances afin de mieux préparer les soignants aux exigences des situations complexes. À l'instar des compétences techniques, les CNT peuvent faire l'objet d'un apprentissage structuré, d'un entraînement régulier et d'une évaluation formalisée, à condition de disposer de référentiels partagés et d'outils adaptés à l'analyse des comportements observables en situation de travail ou de simulation.

L'analyse des observations réalisées a conduit à identifier plusieurs axes d'amélioration. D'une part, il a été proposé de renforcer la conception en amont des scénarios de simulation, afin qu'ils soient explicitement construits comme des supports de réflexion sur les pratiques professionnelles et sur les CNT constitutives du cœur de métier des équipes ARCS. D'autre part, il a été recommandé d'élargir la participation des encadrants infirmiers à l'ensemble des débriefings, qu'il s'agisse des ateliers techniques ou des simulations pleine échelle. Compte tenu de la place centrale des personnels infirmiers au sein des antennes, leur implication systématique dans l'analyse collective de l'activité apparaît essentielle pour favoriser une compréhension partagée des enjeux de coordination et de performance. Enfin, il a été préconisé de structurer les débriefings selon une méthodologie explicite, adossée à une grille d'analyse des CNT telle que la grille NOTECHS (Flin et al., 2003), et articulée autour de dimensions clés (leadership, coopération, communication, prise de décision). La conduite des échanges entre formateur et formés gagnerait à mobiliser les principes de l'écoute active et à s'appuyer, lorsque cela est possible, sur l'analyse vidéo des situations simulées. Une telle approche permettrait de déplacer la posture des formateurs d'un rôle principalement évaluatif vers une fonction d'accompagnement andragogique, favorisant l'apprentissage réflexif, l'apprentissage vicariant — notamment par la mise en commun des retours d'expérience des deux équipes — et, in fine, le développement d'une activité de soins plus sûre portée par des collectifs plus performants et & Colin, 2018) mériteraient d'être mobilisées dans la suite de ce projet.

Cette formation CRM est déployée depuis 2021 dans le cadre de chaque session des formations

CACHIRMEX. Les premières évaluations font état d'un niveau élevé de satisfaction des participants et d'une amélioration perçue de l'efficacité du travail en équipe (de Lesquen et al., 2024). Ces résultats suggèrent une bonne acceptation et appropriation initiale du dispositif.

Néanmoins, plusieurs limites persistent et justifient la poursuite et la consolidation du projet. Premièrement, la dispensation des deux modules théoriques consacrés aux CNT repose sur un nombre restreint de formateurs, en particulier sur celui à l'origine de la conception et du développement du programme. Cette dépendance à une expertise individuelle soulève des enjeux de pérennité, de diffusion et de standardisation du dispositif. Deuxièmement, les formateurs intervenant dans le cadre des formations CACHIRMEX et responsables des briefings et débriefings portant sur les CNT ne bénéficient pas systématiquement d'une formation spécifique aux facteurs humains ou au CRM. Leur niveau d'acculturation aux concepts issus de la psychologie et du vaste domaine des facteurs humains varie ainsi en fonction de leur parcours et des formations complémentaires suivies (p. ex., diplômes universitaires en simulation en santé). Cette hétérogénéité peut influencer la qualité et la profondeur des analyses réalisées en débriefing, et, par conséquent, l'efficacité pédagogique du dispositif. Ces éléments soulignent l'importance de structurer un cadre de formation des formateurs, afin d'assurer la cohérence théorique, la reproductibilité et la robustesse du programme de développement des CNT au sein des équipes ARCS.

6 BIBLIOGRAPHIE

Bijok, B., Jaulin, F., Picard, J., Michelet, D., Fuzier, R., Arzalier-Daret, S., ... & Blet, A. (2023). Guidelines on human factors in critical situations 2023. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*, *42*(4), 101262.

Bosk, C. L., Dixon-Woods, M., Goeschel, C. A., & Pronovost, P. J. (2009). Reality check for checklists. The Lancet, 374(9688), 444-445.

Delmas, R. (2019). *Nature des compétences non techniques du leader médical à la prise en charge d'afflux massif de victimes : une étude à partir du point de vue des formateurs.* [Thèse de doctorat, Université Paris Saclay, Université Paris Saclay].

De Lesquen, H., Paris, R., Lacheze, S., de la Villeon, B., Menini, W., Lamblin, A., ... & Avaro, J. P. (2024). Training for a mass casualty incident: Conception, development, and implementation of a crew-resource management course for forward surgical teams. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery,* 97(2S), S19-S23.

Donaldson, M. S., Corrigan, J. M., & Kohn, L. T. (Eds.). (2000). To err is human: building a safer health system.

Haller, G., Garnerin, P., Morales, M. A., Pfister, R., Berner, M., Irion, O., ... & Kern, C. (2008). Effect of crew resource management training in a multidisciplinary obstetrical setting. *International Journal for Quality in Health Care,* 20(4), 254-263.

Helmreich, R. L., Merritt, A. C., & Wilhelm, J. A. (1999). The evolution of Crew Resource Management training in commercial aviation. *The International journal of aviation psychology*, 9(1), 19–32.

Luft, A., Pasquier, P., Soucanye de Landevoisin, E., Morel-Stum, N., Baillon, A., Louis, S., ... & Avaro, J. P. (2022). The damage control resuscitation and surgical team: the new French paradigm for management of combat casualties. *Military Medicine*, *187*(3-4), e275-e281.

May-Michelangeli, L., Sami, Y., & Amalberti, R. (2018). Le Programme d'amélioration continue du travail en équipe pour sécuriser la prise en charge du patient. Soins; la Revue de Reference Infirmière, 63(829), 30-33.

Moffatt-Bruce, S. D., Hefner, J. L., Mekhjian, H., McAlearney, J. S., Latimer, T. R. M., Ellison, C., & Scheck, A. M. (2019). What Is the Return on Investment for Implementation of a Crew Resource Management Program at an Academic Medical Center?. *American journal of medical quality,* 34(5), 502-508.

Michel, P., Quenon, J. L., Djihoud, A., Tricaud-Vialle, S., & de Sarasqueta, A. M. (2007). French national survey of inpatient adverse events prospectively assessed with ward staff. *BMJ Quality & Safety*, *16*(5), 369-377.

Neily, J., Mills, P. D., Lee, P., Carney, B., West, P., Percarpio, K., ... & Bagian, J. P. (2010). Medical team training and coaching in the veterans health administration; assessment and impact on the first 32 facilities in the programme. *BMJ Quality & Safety,* 19(4), 360-364.

Rogalski, J., & Colin, B. (2018). Le rôle du formateur dans l'articulation des compétences acquises sur simulateur et des compétences cibles (« terrain »). *Activites*, *15-2*. https://doi.org/10.4000/activites.3333

Schwartz, M. E., Welsh, D. E., Paull, D. E., Knowles, R. S., DeLeeuw, L. D., Hemphill, R. R., ... & Sculli, G. L. (2018).
The effects of crew resource management on teamwork and safety climate at Veterans Health Administration facilities. *Journal of Healthcare Risk Management*, 38(1), 17-37.

Staines, A., Lécureux, E., Rubin, P., Baralon, C., & Farin, A. (2020). Impact of TeamSTEPPS on patient safety culture in a Swiss maternity ward. *International Journal for Quality in Health Care*, *32*(9), 618-624.

Les compétences non techniques collectives d'équipes autonomes en déploiement dans l'aide à domicile

Corinne Van de Weerdt
INRS, Département Sciences Appliquées au Travail et aux Organisations (SATO), Laboratoire Enjeux Psychosociaux, Travail et Organisations (EPTO)
corinne.vandeweerdt@inrs.fr

Valérie Saint-Dizier de Almeida
Université de Lorraine, 2LPN, F-54000 Nancy, France
valerie.saint-dizier@univ-lorraine.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Les organisations du travail sont guidées par une optimisation économique redéfinissant les modes de coopération. On exige des salariés autonomie et innovation, alors même que le contrôle du travail s'intensifie. La réduction des temps d'échanges fragilise les collectifs, pourtant essentiels à l'efficacité et à la santé. Cette communication présente une étude psycho-ergonomique sur le déploiement d'équipes autonomes dans l'aide à domicile. Nous montrons comment les équipes ont acquis et mobilisé des compétences non techniques collectives pour s'adapter à cette organisation, tout en maintenant la qualité du travail, puis discutons des effets de l'injonction à l'autonomie sur la santé des salariés.

MOTS-CLÉS
Activité collective, aide à domicile, compétences non techniques, équipe autonome, transformation.

1 INTRODUCTION

Le monde du travail manifeste un intérêt grandissant pour les formes d'organisation participatives. Dans un contexte de crises sanitaire, écologique, économique, démographique et sociale, les organisations du travail doivent se réinventer (Frimousse et Peretti, 2020). On assiste au développement croissant de modes de management favorisant l'autonomie et l'implication des salariés, comme alternative aux modes managériaux classiques, dominants, verticaux, descendants. De plus en plus de structures s'orientent vers des systèmes d'auto-gestion du travail par les équipes elles-mêmes. Cette volonté de changement organisationnel correspond à une tentative de réponse aux demandes et aux besoins d'évolution de la société (Ughetto, 2018).

Dans le même temps, les risques psychosociaux sont toujours aussi préoccupants (EU-OSHA, 2024). Ils persistent et continuent de représenter une menace pour la santé physique et mentale des salariés. Ils peuvent entraîner des conséquences économiques lourdes pour les entreprises étant donné les taux élevés de turn-over et d'absentéisme. Les enjeux psychosociaux sont tels qu'ils nécessitent d'accompagner les organisations et les salariés tout en veillant à éviter l'exposition aux risques (Van De Weerdt & Haller, 2023).

Dans ce contexte organisationnel mouvant, les salariés doivent mobiliser, pour s'adapter, des compétences techniques qui leur permettent de faire face aux nouvelles contraintes, mais ils doivent également mettre en œuvre d'autres types de compétences, appelées non techniques, pour gérer la complexité des situations de travail en transformation, coopérer efficacement avec les autres, réguler

les interactions sociales, maintenir la performance et préserver leur santé.

A travers la présentation d'une recherche-intervention, de type psycho-ergonomique, menée sur le déploiement d'équipes autonomes dans le secteur de l'aide à domicile, nous montrons comment les équipes ont développé et mobilisé des compétences non techniques collectives pour s'adapter à cette organisation changeante, tout en maintenant la qualité du travail.

2 CADRE THÉORIQUE

2.1 Les compétences non techniques

En ergonomie francophone, la compétence est considérée comme une composante dynamique de l'activité, issue du couplage entre l'individu et son environnement (Leplat & Cuny, 1984). Il s'agit d'un « *savoir-agir prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations* » (Tardif, 2006, p. 22). Les ressources internes renvoient à *« un ensemble stabilisé de savoirs, de savoir-faire, de conduites types, de procédures standards, de types de raisonnements que l'on peut mettre en œuvre sans apprentissage nouveau* » (De Montmollin, 1984, p. 122). Les compétences se développent au gré des expériences acquises, et peuvent également s'altérer au gré des âges (Gaudard & Weill-Fassina, 1999). Elles sont associées à des familles de situations ou de tâches, dont certaines peuvent être transposées à d'autres familles (Tardif, 2006). Elles couvrent le versant technique et relationnel de l'activité (Gaudard & Weill-Fassina, 1999).

En ergonomie anglophone, la notion de compétences est mobilisée tant pour l'étude des activités collectives à risque que pour l'analyse des dispositifs de formation aux Compétences Non Techniques (CNT) associées à ce type de familles de situations. Ces CNT désignent des compétences collectives qui comportent « *des compétences cognitives et sociales ainsi que des ressources qui en contexte complémentent les compétences techniques et contribuent à une performance sûre et efficace* » (Flin, et al., 2008, p. 1). Elles sont particulièrement déterminantes dans des situations de travail dégradées ou complexes, caractérisées par l'ambiguïté, l'imprévisibilité, les dilemmes décisionnels, la sévérité des conséquences, une forte charge socio-cognitive et la nouveauté (Flin et al., 2008). Leur importance a été montrée par exemple en entreprise (Karsenty & Duvenci-Langa, 2017), pour la régulation des événements indésirables en situations à risque (Helmreich, 2000), pour la gestion des situations d'urgence dans le nucléaire (Crichton & Flin, 2004) et pour améliorer la performance des équipes chirurgicales (Yule et al., 2006).

Les CNT collectives ont fait l'objet d'une catégorisation. Le référentiel de Flin et al. (2008) fait autorité dans ce champ de recherche (Bracq Reminiac-Houssais, 2020). Il fournit un cadre pour l'étude des CNT dans des visées diagnostique et/ou de formation. Sept catégories de CNT sont distinguées : la conscience de la situation (comprendre son environnement, anticiper les états futurs), la communication (produire des messages clairs et interpréter les messages reçus), le travail d'équipe (s'entraider et se coordonner), le leadership (planifier, prioriser, gérer la charge de travail et les ressources), la prise de décision (identifier le problème, choisir une option, évaluer le résultat), la gestion du stress (repérer le stress, mettre en place des stratégies de coping) et la gestion de la fatigue (identifier la fatigue, mobiliser des stratégies de régulation). Le recours au référentiel de Flin et al. (2008) permet, à partir de données d'observation, de distinguer les comportements attendus – qui traduisent la mise en œuvre de compétences ciblées – des comportements non attendus en contexte, et ce pour chaque catégorie considérée (Bracq Reminiac-Houssais, 2020).

2.2 Les équipes autonomes dans l'aide à domicile

Le secteur de l'aide à domicile manifeste un intérêt marqué pour les formes d'organisation participatives, en particulier le principe d'équipes autonomes. Face à la pénurie de personnel, aux forts taux de turn-over et d'absentéisme, et à l'solement des professionnels (Devetter et al., 2024), ce principe paraît pouvoir y remédier (Flamard et Marchand, 2023). L'autonomie est entendue ici comme un self-management intra-équipe, orienté vers un objectif professionnel commun, reposant sur une

répartition des rôles. A la fois individuelle et collective, elle se construit progressivement avec la maturité de l'équipe, jusqu'à une certaine indépendance (Devillard, 2017).

Le principe d'équipes autonomes, sans doute le plus répandu, s'appelle « Buurtzorg », qui signifie « soins de proximité » ou « soins de quartier » (Van De Weerdt et Haller, 2023). Créé aux Pays-Bas en 2006 dans le secteur du soin à domicile, il s'est développé rapidement, pour atteindre en 2020 70% des structures. Ayant inspiré d'autres nations, il a été adopté par 25 pays européens, dans le domaine du soin mais aussi de l'aide à domicile, pour lequel l'enjeu est d'augmenter l'attractivité et offrir de meilleures conditions de travail. Selon ce principe, des équipes de 6 à 12 professionnels interviennent sur des zones géographiques volontairement réduites et se répartissent des rôles auparavant assurés par la hiérarchie (plannings, budget, recrutements, formations, relations partenariales). Placées au cœur de l'organisation, elles définissent elles-mêmes leurs règles de fonctionnement dans un contexte de hiérarchie progressivement effacée. Les managers de proximité deviennent alors des « coachs », chargés d'accompagner le développement de l'autonomie des équipes et d'assurer les fonctions administratives.

Si les équipes autonomes sont souvent présentées comme une réponse innovante face aux difficultés du secteur de l'aide à domicile, elles ne sauraient être appréhendées comme une solution allant de soi. Elles renvoient à des conceptions théoriques de l'autonomie, de la participation et du pouvoir d'agir au travail, qui soulèvent plusieurs enjeux (Van De Weerdt & Haller, 2023). La littérature souligne que l'autonomie ne se décrète pas, mais se construit progressivement dans l'activité, selon les ressources organisationnelles, les collectifs et les modalités d'accompagnement managérial (Van De Weerdt & Haller, 2023). Dès lors, l'examen des équipes autonomes invite à interroger les conditions de leur effectivité, leurs effets sur l'activité réelle, les régulations collectives et la santé des professionnels. L'autonomie organisationnelle peut ainsi relever davantage d'une injonction que d'une réalité vécue et générer de nouvelles contraintes (Linhart, 2021).

3 CADRE MÉTHODOLOGIQUE

3.1 Terrain exploré

L'entreprise d'aide à domicile explorée, située dans le Grand Est, emploie 70 salariés, dont près de 60 aides à domicile et 8 administratifs. Créée il y a plus de dix ans, elle intervient principalement dans l'assistance à la personne, l'entretien des logements, la livraison de repas et l'accompagnement véhiculé. Elle connaît une croissance annuelle de 9 à 10 %, mais fait face à des difficultés constantes de recrutement et de fidélisation, largement partagées au niveau national. En 2020, l'entreprise a adopté le principe Buurtzorg en créant deux équipes autonomes de 9 personnes, le reste de l'organisation demeurant structuré de manière traditionnelle. Cette transformation a été motivée par des enjeux de valorisation du métier, d'autonomie, d'engagement et de bien-être au travail.

3.2 Méthodes

Nos choix méthodologiques combinent étroitement production de connaissances scientifiques et transformation concrète du terrain, en impliquant activement les acteurs à chaque étape du processus. Ils s'articulent autour d'un cycle itératif : analyses, co-action, évaluation, ajustement, en tenant compte des phases progressives d'implantation du projet dans l'entreprise (cf. tableau 1).

Les formations ont été dispensées par un organisme extérieur (en 2021), pour : l'acculturation au principe Buurtzorg, l'intégration des modes de communication et de fonctionnement en autonomie, le changement de posture, et l'appropriation de la fonction de coach. Puis des formations animées par le coach lui-même (en 2021 et en 2022 en guise de rappel) ont ensuite porté sur la gestion du planning et du budget, à destination des membres d'équipe autonome ayant accepté ces fonctions. Ces rôles, qui sont à la fois stratégiques et exigeants, requièrent la maîtrise des outils et une adaptation constante aux imprévus et aux demandes des bénéficiaires de l'aide.

Tableau 1 : Description du déroulé temporel du projet d'équipe autonome.

Années	Phases	Synthèses
2020	Démarrage	Création de 2 équipes autonomes (9 personnes en tout) sur 2 zones géographiques distinctes, désignation de 2 coachs, information interne sur le projet
2021	Mise en place	Maintien des 2 équipes sur les 2 zones et des 2 coachs, départ de 2 membres d'équipe, première formation sur l'autonomie, le changement de posture, la communication
2022-2023	Consolidation	Fusion des 2 équipes, maintien des 2 zones, maintien d'1 coach, réunions de coordination régulières, départ de 2 membres et remplacement par 2 nouveaux, nouvelle formation, répartition des rôles, gestion semi-autonome
2024	Autonomie	Décisions partagées, suivi collectif des avancées, consolidation des valeurs communes

La recherche-intervention menée repose sur une triangulation de méthodes croisant des données issues de sources multiples. Le recueil des données a été mené au moyen d'entretiens exploratoires et semi-directifs, d'observations de l'activité de salariés aux domiciles de bénéficiaires d'aide, de réunions de coordination d'équipe, d'auto-confrontations collectives et de débriefings consécutifs à celles-ci. Un accord oral et écrit a été obtenu avant ce recueil, auprès de la direction, des salariés et des bénéficiaires. Certaines observations ont pu être filmées et d'autres accompagnées de prises de notes, à partir de grilles d'observations préalablement conçues visant à relever les séquences de travail pour la réalisation de chroniques d'activité. La méthodologie utilisée comporte 4 étapes (cf. tableau 2). Elle vise à mieux comprendre le vécu psychologique des salariés engagés dans le processus de changement organisationnel et d'identifier des CNT collectives en jeu. Les auto-confrontations collectives et les débriefings visent à développer une compréhension partagée de l'activité et à engager des réflexions sur l'élaboration de solutions organisationnelles.

Tableau 2 : Etapes chronologiques et principales actions méthodologiques.

Etapes	Périodes	Principales actions
Étape 1 : Pré-étude	Juil. 2020 – Juin 2021	- Visites de l'entreprise et rencontres sur site - Analyse documentaire et entretiens exploratoires - Préparation et communication interne de l'étude
Étape 2 : Étude des représentations du changement	Juin 2021 – Mars 2022	- Observation de 2 séances de présentation du projet et de formation des équipes autonomes (avec recueil des verbalisations spontanées) - 17 entretiens semi-directifs (avec 8 aides à domicile, 8 administratifs, la direction) - Restitution intermédiaire des résultats et échanges
Étape 3 : Analyse de l'activité	Mars 2022 – Fév. 2023	- 13 observations de l'activité réelle à domicile (avec prises de notes et/ou enregistrements vidéo quand cela était accepté) - 3 observations de réunions d'équipe (avec notes et/ou vidéo) - Sélection et montage des séquences pour les auto-confrontations et les débriefings - Restitution intermédiaire des résultats et échanges
Étape 4 : Réflexion collective et plan d'actions	Fév. 2023 – Avr. 2024	- 2 séances d'auto-confrontation collective (à partir du montage vidéo et des traces de l'activité) - Préparation des débriefings - 3 séances de débriefing collectifs (avec les équipes, puis le coach, puis le coach et la direction) - Co-construction d'un plan d'actions pour favoriser les conditions de travail et la santé - Restitution finale des résultats

Pour le traitement des données issues des observations (à domicile et en réunions), ainsi que des verbalisations recueillies lors des entretiens et des auto-confrontations collectives, le cadre catégoriel du référentiel de Flin et al. (2008), articulé aux chroniques d'activité, a été mobilisé. Il

a permis d'identifier et de classer, à partir de l'analyse des contenus discursifs, des éléments révélant l'usage - ou au contraire le non-usage - de CNT en situation du travail, et a ainsi guidé l'analyse des transcriptions. A titre d'illustration, deux cas de traitement sont présentés ci-après : l'un portant sur un verbatim (extrait des données d'entretien), l'autre sur une séquence comportementale (issue des données d'observations). La production de ce verbatim en entretien (en 2022), lors du récit d'une situation de travail, permet d'identifier que l'aide à domicile dispose de CNT gestion du stress et communication : « *quand c'est tendu avec une collègue, après je préfère aller la voir directement, je lui dis et on s'explique, et comme ça, souvent, le problème se règle* ». Cet extrait illustre le fait que l'aide à domicile dispose d'une stratégie de coping en cas de stress, qui requiert des compétences communicationnelles. L'échange suivant, enregistré lors d'une prestation à domicile (en 2021), est traité comme l'expression d'une difficulté de gestion de stress en contexte de surcharge de travail, et comme une prise de décision : *« Je vous connais, Monsieur, je sais que vous aimez prendre votre temps. Mais des fois c'est stressant ! Il faut que j'arrive à tout faire ! Alors aujourd'hui je suis venu plus tôt. »*

4 RÉSULTATS

Les résultats portent sur la confrontation des aides à domicile avec leur travail. Ils montrent comment les équipes ont acquis et mobilisé des CNT collectives pour s'adapter à cette nouvelle organisation en équipe autonome, tout en maintenant la qualité du travail. Ils soulignent aussi les effets de l'injonction à l'autonomie sur la santé des salariés.

4.1 Des changements positifs dans la relation avec les bénéficiaires

Les analyses de l'activité des aides à domicile montrent que le travail en équipe autonome demeure tout aussi contraignant sur le plan physique, mais que les échanges avec les bénéficiaires favorisent une meilleure compréhension, par ces derniers, des contraintes liées au travail. En précisant aux bénéficiaires les difficultés de réaliser les plannings, les aides à domicile obtiennent d'eux moins de demandes de changement, comme l'illustre ce verbatim (récolté en réunion en 2022) : « *maintenant on dit aux personnes que c'est pas facile de prévoir, et que si le planning est celui-ci c'est parce que c'est impossible de faire autrement. Et ça va beaucoup mieux. Quand c'est compris c'est beaucoup mieux accepté par les bénéficiaires.* ».

Un autre changement perçu positivement est d'avoir permis aux membres d'équipe autonome de joindre directement la famille, le médecin, ou tout autre personne concernée, sans avoir à passer par le bureau (extrait réunion 2023) : « *l'exemple typique c'est chez Monsieur R., encore ce matin, j'ai pu appeler le médecin directement, j'en avais tellement marre avant d'être obligé d'appeler l'agence pour qu'ils appellent, et qu'on me rappelle après* ». Cet allègement des procédures est utile, même s'il est insuffisant pour éviter de travailler en dehors des heures.

Nous pouvons voir que les salariés ont mis en œuvre des CNT Conscience de la situation : en réunion ils ont pu révéler et expliciter leurs besoins de faire changer leurs conditions de travail (en 2022 et 2023). Ce premier pas les a conduits à aller plus loin (en 2023 et 2024), en agissant par des prises de décision (associer les bénéficiaires en tant qu'acteurs, faciliter les contacts entre professionnels), et par des actes de communication (apporter des explications).

Ces résultats montrent que les aides à domicile déploient des CNT relatives à la prise de conscience, la prise de décision et la communication. Ces CNT de nature collective ouvrent la voie à l'utilisation d'autres CNT, qui, comme nous le verrons, seront mobilisées dans le cadre de l'évolution de l'organisation en équipes autonomes.

4.2 Une coordination d'équipe de plus en plus opérationnelle

Les analyses de la coordination d'équipes révèlent une progression de l'autonomie à plusieurs niveaux, malgré une exposition accrue à des risques psychosociaux. L'optimisation de la coordination se vérifie dans le maintien du cadre d'expression, le partage des décisions, le renforcement de l'identité collective, l'émergence de coopérations, des initiatives organisationnelles discutées et des débats sur le contenu du travail (cf. tableau 3).

Tableau 3 : Les progressions de l'équipe autonome sur le plan de la coordination et les verbatims associés.

1) **L'équipe décide de ses propres règles et les applique**. Elle met en œuvre un **fonctionnement démocratique** (**CNT Leadership)** comme le montre l'exemple suivant. Après plusieurs tentatives de choix du nom d'équipe, une décision a été adoptée par tous : « *si la majorité choisit une option, et qu'elle est supportable pour les autres, c'est cette option qui est adoptée* ». Cette règle a été appliquée en 2021 pour le nom de l'équipe. Cet exemple montre une expression libre au sein du groupe et un partage des décisions.

2) **L'équipe a décidé de lister ses avancées en termes d'autonomie et de célébrer ses victoires.** La **CNT Conscience de la situation** mise en œuvre ici identifie les aspects positifs du changement et crée également un sentiment de fierté partagé, ce qui concourt aussi à la cohésion groupale (**CNT Travail en équipe**).

3) **Le groupe co-construit ses règles en fonction de son expérience.** La **CNT Travail en équipe** intervient ici, tel que l'illustre cet exemple de décision collégiale de règle sur la gestion des plannings : ce rôle a été attribué à 1 personne, puis à 1 titulaire et à 1 suppléant, puis à 2 personnes titulaires (en 2021). Ensuite, il a été décidé par l'équipe de scinder cette mission pour qu'une personne dédiée se consacre à la période de la semaine et l'autre à celle des astreintes et des week-ends (en 2022). Un début de coopération voit le jour, telle que Devillard (2017) le décrit : coopérer c'est donner un sens collectif à l'activité, acquérir une culture commune, faire preuve de confiance les uns envers les autres.

4) **La régularité des réunions de coordination se vérifie sur le terrain.** La **CNT Prise de décision** mobilisée a joué un rôle clé, car cette régularité a été discutée (en 2021), et rediscutée après 6 mois de fonctionnement (en 2022), pour s'assurer du désir de tous de son maintien. L'exemple suivant l'illustre : « *Est-ce qu'un temps de rencontre tous les 15 jours, c'est encore utile ? Vous en avez besoin ? On continue comme ça ?* ».

5) **Les réunions servent aussi à partager des connaissances sur soi (connaissances, compétences, limites). Ces connaissances partagées facilitent la coopération et la coordination.** Elles permettent aussi d'ajuster son propre comportement en fonction de celui des autres. Cet exemple d'échange en réunion (en 2023) sur le contenu de l'activité entre 3 membres de l'équipe l'illustre : « T*u fais soit le côté cuisine, soit le côté chambre, tu peux pas faire tout.* » (parole de N.) « *Ah oui, je vois.* » (réponse de E.). « *Oh moi je fais tout, c'est tellement petit que tu peux* » (réponse de B). « *Moi je le fais à fond, donc j'ai pas le temps* » (réponse de N.) « O*ui d'accord, moi j'arrive quasiment à faire tout mais bon, je fais vite et pas à fond, faut pas toujours faire comme ça.* » (réponse de B). « *Ok je vais y aller tranquille alors.* » (réponse de E.).

Ces résultats montrent que des CNT collectives complémentaires sont mobilisées : « conscience de la situation », « travail d'équipe » et « leadership ». Ces CNT collectives ont permis de renforcer l'autonomie, clarifier les rôles et les responsabilités, améliorer la coordination des tâches et la prise de décision partagée, tout en favorisant la confiance, un sentiment de fierté et d'engagement commun au sein de l'équipe.

4.3 Des risques psychosociaux néanmoins croissants

Toutefois, des dérives fonctionnelles et relationnelles au sein de l'équipe autonome sont apparues, constituant des risques psychosociaux (cf. tableau 4). L'acquisition de nouvelles compétences liées à la gestion de l'activité nécessite un temps de formation, de mise en pratique, de partage d'informations avec les autres. Le risque de surcharge de travail administratif et collaboratif est réel, empiétant sur la vie personnelle. De plus, une pression psychologique s'exerce dans le groupe de façon tacite pour créer un sentiment d'appartenance fort, un partage optimal des valeurs et des décisions, au risque de nuire au bien-être de certains membres se sentant à l'écart, jusqu'à l'exclusion. Pour l'équipe, devenir autonome constitue un réel défi qui exige un investissement important (en temps, formation, apprentissage sur le tas, régulation, adaptation, etc.). La progression de l'équipe vers l'autonomie, les valeurs et les émotions ressenties, renforcent l'engagement, au risque de masquer l'exposition à des situations critiques : surcharge de travail, transformations des identités professionnelles et personnelles, tensions relationnelles (si interdépendance trop forte, manque d'intégration, contrôle par les pairs).

Tableau 4 : Dérives fonctionnelles et relationnelles en lien avec l'équipe autonome et verbatims associés.

1) **Le temps dédié au travail d'équipe** (communication, plannings, coordination) est pris sur le temps de travail quand cela est possible, et sinon, en dehors (soir, congé). Cet exemple l'atteste (en 2023) : « *moi, des fois je viens même si c'est mon jour de repos* » (parole de E.) « *Oui, moi aussi, mais c'est exceptionnel, si on peut éviter c'est mieux* » (parole de N.) « *Normalement un jour de repos on n'y touche pas* » (parole de S.) S. met en œuvre une **CNT gestion de la fatigue** pour adapter les tâches à des objectifs atteignables sur le temps de travail.
2) **Les départs de 2 membres d'équipe** (en 2022), l'un lié à un projet professionnel planifié, l'autre à une volonté de quitter l'équipe autonome par manque d'intégration, ont été compris et accepté par le groupe, Comme l'explique le coach, « *Y. se sentait mal à l'aise dans l'équipe, elle l'a quittée, mais elle reste dans l'entreprise. Le groupe n'est pas mécontent car il aime être en petit comité. Le noyau central est toujours là, pour eux c'est ce qui compte.* » La mobilisation de la **CNT Travail en équipe** renforce la cohésion, surtout entre membres partageant de fortes affinités. L'identité collective est affirmée, autour d'un noyau stable et solidaire, fier des réussites communes. Mais une pression tacite s'exerce : l'adhésion aux valeurs collectives soude le groupe, tandis que ceux qui s'en écartent sont progressivement exclus.

Les salariés développent des CNT collectives de gestion du stress et de la fatigue. Leur repérage en auto-confrontations collectives et débriefings a permis d'alerter sur les risques de stress, surinvestissement et burnout, et d'agir pour préserver leur santé, en appliquant des actions spécifiques. La transformation nécessite du temps pour devenir opérationnelle. Avec des délais adaptés, le projet peut progresser efficacement. L'équipe a gagné en autonomie, même si celle-ci n'est pas encore complète, ce qui rend le projet fructueux. Des facteurs de risques psychosociaux ont néanmoins été identifiés, et des mesures ont été mises en place pour protéger la santé des salariés.

4.4 Des mesures de prévention appliquées

Des mesures co-construites ont été appliquées pour protéger la santé des travailleurs, avec des effets déjà observés (figure 1). S'appuyant sur la participation des équipes et le déploiement de CNT collectives adaptées, la nouvelle organisation a remplacé le travail isolé par un travail partagé, favorisant la prise de conscience des difficultés et l'élaboration de solutions communes.

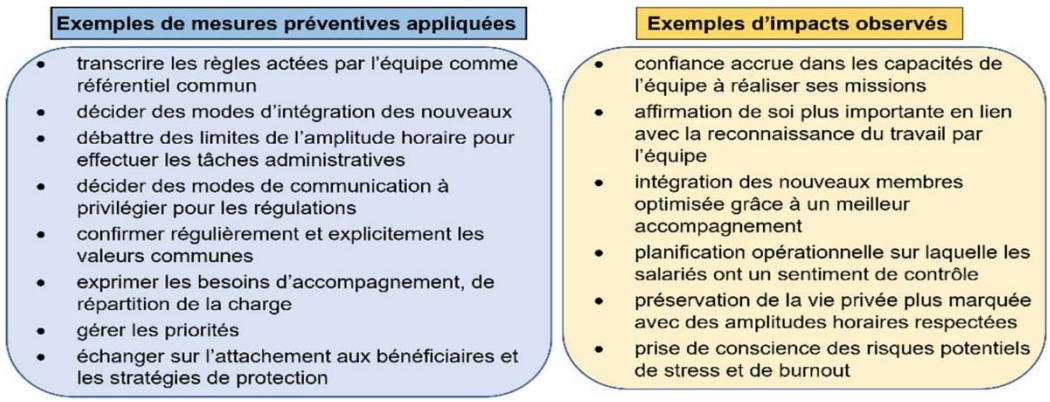


Figure 1 : Exemples de mesures préventives appliquées et d'impacts observés.

5 DISCUSSION

L'implantation d'un travail collectif prescrit, via les équipes autonomes, a permis d'échapper à l'isolement professionnel. Les aides à domicile partagent désormais leurs difficultés et les prises en charge de manière concertée. La confrontation à sa propre tolérance face aux débordements du travail rejoint celle des autres, suscitant une prise de conscience progressive, individuelle puis collective, de l'engagement au travail. L'objectif n'est plus d'en faire davantage, mais d'agir différemment, en mobilisant le collectif. Cette autonomie comporte néanmoins des effets négatifs de surinvestissement. Les salariés investis dans le changement ont dû consacrer du temps « caché » à l'acquisition de nouvelles compétences et à la gestion de l'auto-organisation, en articulant CT et CNT à dominante collective. Les relations au sein des équipes reposent essentiellement sur la confiance. L'équipe affiche

une identité collective forte, soutenue par un pivot stable et solidaire, fier de ses accomplissements. Le groupe maintient cette dynamique pour préserver son unité. Lorsque les valeurs communes sont partagées, le collectif se renforce ; inversement, toute dissidence peut mener à une mise à l'écart, souhaitée par la majorité. Si les CT sont indispensables à la réalisation du travail, les CNT le sont tout autant pour garantir un haut niveau d'adaptation et de performance dans des environnements dynamiques qui se complexifient. Ces compétences permettent de mettre en commun les connaissances et expériences, de prévenir les risques, d'apprendre par la confrontation à autrui et d'accroître la robustesse comme l'agilité des équipes. Les CNT collectives constituent ainsi des ressources essentielles aux équipes pour leur maintien et leur développement.

Cette étude révèle que le changement organisationnel a favorisé le développement de CNT collectives, reconnues pour améliorer la performance et réguler les évènements indésirables (Flin et al., 2008). Les résultats corroborent les travaux expérimentaux en psychologie du travail identifiant les facteurs concourant à la performance collective, en l'occurrence : la motivation des membres, des affinités fortes, des challenges atteignables, un climat social positif (Saint-Dizier de Almeida et al., 2023 pour une synthèse). Au fil de ce processus, ces conditions se sont progressivement mises en place, à l'exception des challenges, demeurés inatteignables s'ils doivent s'effectuer sur le temps de travail.

6 BIBLIOGRAPHIE

Bracq Reminiac-Houssais, M.-S. B. (2020). *Évaluation des compétences non-techniques des infirmières de bloc opératoire dans un environnement d'apprentissage virtuel et collaboratif.* Thèse de Doctorat, Rennes 2.

Crichton, M., & Flin, R. (2004). Identifying and training non-technical skills of nuclear emergency response teams. *Annals of Nuclear Energy, 31*(12), 1317-1330

Devetter, F.-X., Dussuet, A., Puissant, E. (2024). Conditions de travail et conditions pour faire du «bon travail» dans le secteur social et médico-social. *Vie sociale, 45*(1), 117-131.

Devillard, O. (2017). (2017). *La dynamique des équipes et l'intelligence collective.* Editions Eyrolles. De Montmollin, M. (1984). *L'intelligence de la tâche : éléments d'ergonomie cognitive*. Lang.

EU-OSHA (2024). *European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 2024) – Preliminary results*. European Agency for Safety and Health at Work.

Flamard, L. Marchand, X. (2023). Formes et effets de l'autonomie au travail : le cas des aides à domicile dans la construction de leurs propres plannings. *Activités, 20*(1).

Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). Situation awareness. In *Safety at the sharp end: A guide to non-technical* skills, (pp. 17-40), Aldershot, UK: Ashgate Publishing.

Frimousse, S., Peretti, J.-M. (2020). Les changements organisationnels induits par la crise de la Covid-19. Question(s) de management, 29(3), 105-49.

Gaudart C., & Weill-Fassina A. (1999). L'évolution des compétences au cours de la vie professionnelle : Une approche ergonomique. *Formation Emploi*, 67, 47-62. https://doi.org/10.3406/forem.1999.2361

Gilbert, P., Teglborg, A.-C., & Raulet-Croset, N. (2017). *L'entreprise libérée, innovation radicale ou simple avatar du management participatif ?* In *Annales des Mines-Gérer & comprendre* (Vol. 127, No. 1, pp. 38-49).

Helmreich, R. L. (2000). On error management: lessons from aviation. *Bmj, 320*(7237), 781-785.

Karsenty, L. & Duvenci-Langa, S. (2017). Quel environnement pour favoriser le développement des compétences non-techniques ? 52ème Congrès de la SELF, Toulouse, 20-22 septembre.

Leplat, J. & Cuny, X. (1984). *Introduction à la psychologie du travail*. Paris, PUF. Linhart, D. (2021). *L'insoutenable subordination des salariés.* Érès, Toulouse.

Saint-Dizier de Almeida, V., Kebir, Y., Arfaoui, S., & de Almeida, J. (2023). *L'intelligence collective créative : une conceptualisation et des indicateurs de diagnostic basés sur l'étude de l'activité***.** *Psychologie du Travail et des Organisations*, 29(4), 231–247.

Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences, documenter le parcours de développement.* Montréal, Chenelière Education.

Ughetto, P. (2018). Organiser l'autonomie au travail. Travail collaboratif, entreprise libérée, mode agile... L'activité à l'ère de l'auto-organisation. FYP Éditions.

Van De Weerdt, C., Haller, R. (2023). Equipes autonomes et RPS : l'apport de la psycho-ergonomie pour la prévention. In F. Darses & J.-M. Burkhardt (Eds), *Actes du douzième colloque de psychologie ergonomique EPIQUE'2023* (pp. 483-491). Paris : Arpege Science Publishing.

Yule, S., Flin, R., Paterson-Brown, S., Maran, N., & Rowley, D. (2006). Development of a rating system for surgeons' non-technical skills. *Medical education, 40*(11), 1098-1104.

Conception d'une grille de compétences non techniques pour évaluer l'efficacité d'équipes lors de formations par la simulation en gestion d'épidémies

Liliane Pellegrin [1,2]
[1] Département DENE, Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées [2]UMR RITMES D257, Aix-Marseille Université, IHU Méditerranée Infection
liliane.pellegrin@def.gouv.fr

Leïla Chassery [1,2]
[1] Département DENE, Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées
[2]UMR RITMES D257, Aix-Marseille Université, IHU Méditerranée Infection
leila-s.chassery@def.gouv.fr

Jacques Marc[3]
[3] Laboratoire Ergonomie et Psychologie Appliquées à la Prévention, INRS
Jacques.marc@inrs.fr

Catégorie de soumission : COMMUNICATION DE SYMPOSIUM

RÉSUMÉ

Cette communication présente la conception et la mise à l'épreuve d'une grille d'évaluation des compétences non techniques collectives en situation dynamique. Développée pour la formation à la gestion d'épidémies dans un contexte international, cette grille s'appuie sur sept dimensions spécifiques du travail d'équipe, telles que la collaboration et le raisonnement critique collectif. Les résultats obtenus sont prometteurs, mais doivent être confirmés par d'autres travaux. En effet, il est possible que ces résultats soient associés à un biais de subjectivité de l'observateur, peu habitué à ce type de codage. Par ailleurs, les résultats soulignent la difficulté d'observer certaines compétences comme l'adaptabilité ou la détermination dans ce cadre. Pour pallier ces limites, l'étude propose une évolution vers un ancrage statistique par fréquences et explore l'usage prospectif de l'intelligence artificielle pour une analyse objective des transactions verbales. Cette approche vise à transformer l'évaluation des performances collectives en une mesure plus robuste et réaliste pour les débriefings de simulations.

MOTS-CLÉS
Compétences non techniques, Efficacité des équipes, Grille d'observation comportementale, Simulation en santé, Gestion d'épidémies

1 INTRODUCTION

Dans la réalisation de tâches professionnelles contraintes et complexes impliquant une équipe, les compétences non techniques (CNTs) des opérateurs impliqués sont tout aussi nécessaires que les compétences techniques, particulièrement lorsque la situation évolue dynamiquement. Elles permettent de s'ajuster aux autres, d'anticiper l'évolution de la situation, de se préserver de certains risques en assurant une compréhension raisonnablement partagée de la situation. La communication présentée ici porte sur l'élaboration d'une grille d'évaluation des CNTs spécifiques à la gestion d'épidémies par des équipes (détection, identification et prise en charge). Après avoir présenté ce que recouvrent ces compétences et les méthodes d'évaluation existantes, nous introduirons la conception de cette grille. Nous présenterons ensuite sa mise à l'épreuve lors de simulations d'alertes épidémiologiques, organisées dans le cadre d'une formation militaire internationale dans ce domaine. Les résultats présenteront les scores obtenus pour l'ensemble des compétences de la grille, mais aussi

les difficultés rencontrées dans cette démarche et les ajustements réalisés dans la méthode de codage.

2 CADRE THEORIQUE

Les CNTs peuvent être décrites selon plusieurs angles de vue qui se complètent les uns les autres. Ainsi, on peut les présenter comme des capacités cognitives, sociales et émotionnelles qui complètent les compétences techniques et contribuent à des performances d'emploi sûres et efficaces. Elles incluent des processus cognitifs et émotionnels tels que la prise de décision, la conscience de la situation et la gestion du stress, ainsi que des processus psycho-sociaux comme le leadership et la gestion de l'équipe. L'évaluation de ces compétences en santé a été initiée par Rhona Flin et son équipe dans le cadre de la formation aux pratiques d'anesthésie-réanimation et chirurgicales[49] (Geraghty et al., 2023, Flin et al., 2014, Fletcher et al., 2003). L'usage de grilles d'évaluation des CNTs s'appuie le plus souvent sur la grille initiale ANTS (Anaesthetists' Non-Technical Skills) qui est considérée comme une grille de référence très robuste, axée sur la gestion cognitive et les ressources individuelles et collectives (Klieger et al., 2018). On en retrouve des variantes dans le domaine de la santé comme NOTSS (Yule et al., 2008), NTS-Nursing (Leal-Costa et al., 2023), Medi-stuNTS (Hamilton et al., 2019), mais le principe initial ainsi que la démarche d'observation et de cotation (Maignan et al., 2025, Perera et al., 2022) restent conservés. Associées aux évaluations de compétences techniques, ces grilles sont utilisées lors de mise en simulations individuelles et collectives dans le cadre de la formation initiale et du développement des pratiques professionnelles en santé (Levraut & Fournier, 2012). Leur procédure d'utilisation est généralement la suivante : au cours du déroulé de la situation, un ou plusieurs observateurs identifient les comportements des participants sur la base des items décrits dans la grille et relèvent certains évènements remarquables (positifs ou négatifs) s'ils se présentent. Les CNTs sont évaluées par le biais d'une échelle de Lickert en 4 ou 5 valeurs. C'est sur cette base que se font ensuite les débriefings dont l'objectif est de mettre en évidence les points forts et faibles, ainsi que les solutions possibles.

De manière synthétique, différents rapports (HAS, 2022, Robillard et als, 2024) évoquent la mobilisation des CNTs comme indicateur de la qualité du « travail d'équipe de soins ». Cette relation « CNT-travail d'équipe » est identifiée comme un facteur essentiel de performance non seulement au niveau local, au sein des équipes dans les services, mais aussi au niveau global de l'établissement. En effet, l'efficacité d'une équipe opérationnelle repose sur les expériences partagées, qui permettent de développer à la fois des compétences techniques et non techniques. Ces expériences contribuent au partage d'un référentiel commun et opérationnel de la situation et à une meilleure compréhension mutuelle au sein du collectif. La sédimentation des expériences communes permet aussi d'alimenter un ensemble de connaissances « méta », portant la représentation que chacun se fait de l'Autre et du collectif, nécessaires à une bonne coopération (Hoc, 2003). Le couplage de ces représentations est particulièrement utile, voire indispensable, pour adapter les modalités de régulation de l'activité collective. Néanmoins, toutes les équipes n'ont pas forcément ce niveau élevé d'interdépendance, de coordination et de partage mutuel qui s'acquiert dans le temps et se développe grâce à la pérennité de la composition de l'équipe. Chaque changement nécessite une nouvelle phase d'adaptation et, pour les équipes nouvellement formées, ce partage de compétences nécessaire à l'optimisation de leur performance collective est à constituer (Tuckman, 1965).

3 LA SITUATION DE FORMATION

Qu'il s'agisse de mises en situation centrées sur les compétences individuelles ou collectives, la simulation est devenue une méthode de référence au fil des années. Elle permet notamment d'intégrer les CNTs dans les curriculums de spécialités médicales et paramédicales. Dans notre situation, elle est

[49] NOTSS (*Non-Technical Skills for Surgeons*) en chirurgie, ANTS (*Anaesthetists' Non-Technical Skills*) en anesthésie, SPLINTS (*Scrub Practitioners' List of Intra-operative Non-Technical Skills*) pour le personnel de bloc opératoire.

utilisée depuis 2014 pour former des équipes multinationales de professionnels de santé de l'OTAN[50] à la gestion d'alerte épidémiologique (surveillance, investigation et mise en place de contre-mesures). La gestion de ces situations est une activité experte, caractérisée par une compréhension incomplète de la situation, des contraintes de nature variée (temporelle, environnementale…) et des enjeux spécifiques à l'épidémie à contenir. Chaque situation d'épidémie possède sa propre dynamique. Les actions des opérateurs ont pour objet de la contenir et d'en limiter les conséquences négatives. Pour ce faire, les compétences techniques et non techniques des équipes contribuent à l'élaboration d'un référentiel partagé opérationnel. Pour prendre en charge ces situations, les membres de l'équipe vont devoir à la fois coopérer et collaborer pour mobiliser les connaissances distribuées des acteurs de manière efficiente. Ainsi, la performance globale du groupe sera affectée par les risques « externes » associés à la situation (incluant propagation de l'épidémie, pression sociale…), et par les risques « internes » résultant des capacités de chaque acteur à mobiliser ses compétences personnelles et à les partager avec les autres membres de l'équipe. La capacité de l'équipe à maîtriser l'évolution de la situation sera donc dépendante de ces coévolutions de risques.

Les simulations, proposées lors des formations de l'OTAN, placent les apprenants en situation de gestion d'épidémie, dans le contexte d'un état-major multinational, afin de les soumettre aux mêmes conditions et contraintes. Les sessions sont menées dans un environnement réaliste (outils numériques, téléphones, etc.). Elles se déroulent en anglais, langue utilisée par l'OTAN, mais qui n'est la langue natale que d'une minorité de stagiaires. Elles durent soit 2 heures pour les débutants (niveau 1), soit 3 heures pour les stagiaires avancés (niveau 2). Il est à noter que les participants doivent avoir effectué la formation de niveau 1 pour passer celle de niveau 2. Chaque simulation mobilise une équipe d'animateurs pluri compétente : ergonomes, médecins experts nationaux et internationaux et spécialistes en informatique médicale. Cette équipe observe le déroulement de la situation et pilote le scénario en temps réel, grâce à un support audio-vidéo et un système dédié à la modélisation de l'épidémie (Pellegrin et al., 2025). Deux observateurs expérimentés sont également présents auprès des apprenants afin d'évaluer leurs compétences techniques (grille de compétences en investigation d'épidémie) et non techniques (grille ANTS). Chaque groupe d'apprenants est composé de quatre ou cinq participants par simulation. Ils sont constitués en mixant les caractéristiques individuelles de chacun pour réduire la différence intergroupe lors des formations (spécialité, pays d'origine, expérience préalable, statut, grade…). La répartition s'effectue au début de chaque session par consensus entre les intervenants (nationaux, internationaux) responsables des modules de formation, sur la base d'informations fournies par les participants lors de leur inscription. Les stagiaires sont plus ou moins experts dans le domaine, ne se connaissent que depuis le début de la formation et n'ont jamais réalisé de tâches communes avant ces sessions. Ainsi dans le cas présent, les équipes sont créées uniquement pour répondre à cette situation et n'ont donc pas encore de structure.

4 PROBLEMATIQUE

Les situations de simulations d'alertes épidémiologiques de l'OTAN étudiées partagent plusieurs éléments avec d'autres situations travaillées par Flin et ses collaborateurs pour étudier les CNTs. Ainsi, elle partage avec les situations de blocs opératoires - dont les situations d'anesthésie d'où sont tirées ses premiers travaux – la mobilisation d'un collectif pluri-compétents. Elle a aussi des points communs avec les situations de pilotage (dont sont issues ses travaux sur les CRM) où des acteurs (pilotes, contrôleurs aériens) qui ne se connaissent pas a priori doivent collaborer durant la gestion de la situation. C'est dans ce cadre que le développement des CNTs d'équipe est nécessaire afin d'opérationnaliser le plus rapidement possible un référentiel suffisamment partagé pour être opératif. La grille utilisée actuellement lors des simulations comprend les mêmes compétences que la grille ANT'S (Task Management, Team Working, Situation Awareness, Decision Making), chaque compétence étant déclinée en « marqueurs comportementaux ». Néanmoins, seuls les comportements de Team Working relèvent des compétences d'équipe. Les particularités des situations étudiées et des apprenants mobilisés lors de ces formations nous ont amenés à envisager la conception d'une grille

[50] https://www.coemed.org/courses/course_desc/dhs-level-1-https://www.coemed.org/courses/course_desc/heimdal

d'évaluation particulière, spécialisée dans les compétences collectives, sur la base de travaux issus de la littérature décrivant les caractéristiques des équipes non spécifiquement médicales (Salas et al. 2005, Katzenbach et Smith, 1993). Le but final recherché est de concevoir une grille additionnelle de CNTs pour évaluer l'efficacité d'équipes d'observation spécifique au débriefing des sessions de simulation de l'OTAN.

5 CONCEPTION ET MISE A L'EPREUVE DE LA GRILLE DE COMPÉTENCES D'ÉQUIPE

La conception de la grille a débuté par une revue de la littérature afin d'identifier les compétences non-techniques d'équipe les plus fréquemment évoquées par les auteurs. Ces recherches théoriques ont permis de relever 7 compétences d'équipes principales, chacune décrite par des comportements spécifiques (Table 1) et dont une opérationnalisation sur un cas exemple est présentée Table 2.

Compétence	Description	Références[51]
Collaborative Critical Thinking (CCT)	Traitement des incertitudes	Freeman, 2003 ; Endlsey, 1988 ; CAA, 2006 ; Okray & Lubnau, 2004 ; Ancona & Caldwell, 1992
Communication (COM)	Transfert des informations	Nieva, Fleishman & Rieck, 1978 ; Kanki & Palmer, 1993 ; Wiener, Kanki & Helmreich, 1993 ; Driskell & Salas, 1992 ; Orasanu, 1993
Collaboration (COL)	Exécution d'une tâche à plusieurs	Barthe & Quéinnec, 1999 ; Healey et al., 2006 ; Marsch et al., 2005 ; Atkins, 2010 ; Nohara, 2009
Leadership (LEA)	Coordonner individus et tâches	Salas et al., 2002 ; Day et al., 2004 ; Hackman, 1987 ; Salas & Cannor Bowers, 1997
Initiative (INI)	Maîtriser la gestion de la situation	Salas, Sims & Burke, 2005 ; Marks, Mathieu & Zaccaro, 2001 ; Mcelhatton & Drew, 1993
Adaptabilité (ADA)	Modification des stratégies	Salas, Sims & Burke, 2005 ; Burke et al., 2006
Détermination (DET)	Maintenir le cours de l'action	Lindsley, Brass & Thomas, 1995 ; Chen et al., 2002 ; Durham, Knight & Locke, 1997 ; Gibson, 1999 ; Katz-Navon & Erez, 2005 ; Eby & Dobbins, 1997 ; Jackson et al., 2006

Table 1 : Compétences non-techniques d'équipe issues de la littérature.

Etape 1 : recueil du nombre d'observations				**Etape 2 : Qualification /grille**		
« CCT »	Éléments	Comportements	Observations	Pauvre	Acceptable	Bon
CCT1	Révélation	Détection rapide des incertitudes	4		X	
CCT2a	Identification de la source	Faire un état de la situation, déterminer la source des Incertitudes	2	X		
CCT2b	Identification de la source	Partage des points de vue sur l'incertitude	5		X	
CCT3a	Réduction	Identification des actions pour réduire les incertitudes	6			X
CCT3b	Réduction	Négociations pour déterminer la meilleure action à effectuer	6			X
CCT3c	Réduction	Action pour réduire les incertitudes détectées	6			X
CCT3d	Réduction	Recherche d'informations au dehors de l'équipe	1	X		
CCT3e	Révélation	L'équipe reste alerte pour la détection de nouvelles incertitudes	5		X	

Table 2 : Présentation de la démarche de codage pour la compétence « Collaborative Critical Thinking ».

Une première grille d'évaluation des compétences non-techniques d'équipe a été conçue sur la base de ces compétences et des comportements qui s'y rapportent. Des versions successives de cette grille ont ensuite été appliquées sur 4 vidéos de précédentes simulations, organisées à l'occasion d'une session de formation de l'OTAN. Ces utilisations successives ont permis de corriger les intitulés des comportements, leurs positions dans la grille et le système de notation, jusqu'à obtenir une version considérée comme acceptable (Figure 1). Cette grille d'observation, sur une page, comporte l'ensemble des comportements à observer, les champs où les comptabiliser ainsi que l'échelle d'évaluation. L'observateur relève l'apparition et la fréquence des comportements observés pendant la simulation. L'origine du comportement codé peut être individuelle ou issu d'un collectif. Une fois la simulation terminée et tous les comportements relevés, l'observateur évalue chaque comportement

[51] La liste de ces références est disponible sur demande aux auteurs de la communication

sur une échelle en 3 valeurs (« Pauvre » : peu observé ; « Acceptable » : moyennement fréquent ; « Bon » : fréquent). Les comportements non observés sont laissés vides.

CNT	Éléments	Comportements	Pauvre	Accept	Bon	Informations sur le groupe:
Collaborative Critical Thinking	Révélation	**Détection rapide** des incertitudes				
	Identification de la source	**Rassemblement** pour faire un état de la situation/déterminer la source des incertitudes				
	Identification de la source	**Partage** des points de vue sur l'incertitude				Observations complémentaires
	Réduction	**Identification des actions** pour réduire les incertitudes				
	Réduction	**Négociations** pour déterminer la meilleure action à effectuer				
	Réduction	**Action** pour **réduire** les incertitudes détectées				
	Réduction	Recherche d'informations **au dehors** de l'équipe				
	Révélation	L'équipe **reste alerte** pour la détection de nouvelles incertitudes.				
Communication	Nécessaire	Les **informations uniques** sont transmises à l'équipe				
	Claire	Les informations sont communiquées de façon à ce que tous les membres les **comprennent**				
	A temps	Les informations sont transmises **à temps**				
	Claire	Communication en **close loop**				
	Claire	Les membres expriment ce qu'ils ont **compris**				
	Nécessaire	Demande d'une **information/précision**				
Collaboration	Coordination	Articulation fluide entre les tâches				
	Coordination	Les membres **énoncent leurs** actions à réaliser				
	Confiance	Les membres font part de leurs **préoccupations sur la tâche**				
	Confiance	**L'avis de tous** les membres est sollicité				
	Coordination	Évaluation de l'**avancée** dans la tâche				
	Équipe sécure	Le **respect** est maintenu au sein de l'équipe				
Leadership	Gestion des opérations	**Attribution** des tâches en adéquation avec les rôles des membres				
	Gestion des opérations	La **spécificité** des buts de l'équipe est énoncée clairement				
	Gestion des opérations	La **stratégie** pour répondre à la mission est formulée				
	Gestion des buts d'équipe	**CheckPoint** ou partage aux autres membres				
	Gestion des buts d'équipe	La **mission** est analysée				
	Directives d'action	**Planification** des directives d'action (généralement pendant les checkspoints)				
	Développement	**Amplification** des communications entre l'extérieur et les membres de l'équipe				
	Développement	**Consultation** des membres sur la tâche prévue ou en cours				
	Développement	**Encouragements** ou paroles de motivation pour réduire la **paresse sociale**				
Initiative		Assistance aux autres de manière **proactive**				
		Demande d'aide quand il y en a besoin				
		Pas de perte de **temps** à attendre la fin de tâche des autres pour avancer				
		Capacité de **déléguer** quand la situation l'impose (charge de travail)				
Adaptabilité		**Modification de** la procédure quand la situation l'exige				
		Détection d'un **changement dans la situation**				
		Détection d'un **changement dans l'équipe**				
		Évaluation de la cause des changements				
		Les membres **changent de rôle** pour rétablir une stabilité				
Détermination	Concentration	L'équipe est **concentrée** sur la réalisation de l'objectif				
	Encouragement	Les membres de l'équipe **s'encouragent** à continuer				
	Optimisme	Les membres font part de leurs croyances sur **le succès de l'équipe**				

Figure 1 : Proposition de grille de compétences non techniques d'équipe.

Afin de s'assurer de l'utilisabilité de cette nouvelle grille, cette dernière a été testée en observation directe lors des simulations organisées pour les sessions de formation de l'OTAN. Pour cela, un troisième observateur, chargé spécifiquement de l'appliquer, s'est ajouté aux deux observateurs habituels. Bien que ce dernier ait participé à sa conception, il était novice dans ce type d'exercice, n'ayant jamais pratiqué ce codage en situation réelle. De ce fait, la grille n'a pas été utilisée lors des débriefings. Au total, cette nouvelle grille a été utilisée sur les 4 vidéos initiales (session 1), puis 8 observations directes de simulations, dont 4 de niveau débutant (session 2a) et 4 de niveau avancé (session 2b). Un récapitulatif détaillé est présenté dans le tableau suivant (Table 3).

Sessions	Niveau session	Nb groupes	Nb participants par groupe	Nb total participants	Modalités d'analyse
Session 1 (année 1)	Niveau 1 (débutants)	4	4	16	Analyses sur vidéos
Session 2a (année 2)	Niveau 1 (débutants)	4	3*4, 1*5	17	Observations directes
Session 2b (année 2)	Niveau 2 (avancés)	4	4	16	Observations directes

Table 3 : Présentation de l'ensemble des informations concernant les données recueillies lors des sessions

6 RÉSULTATS

Les codages effectués par l'intermédiaire de cette grille sont présentés dans les tableaux de la Table 4. Pour les trois sessions, les scores les plus importants correspondent à la catégorie la plus favorable « Bon » (Session 1, 68% ; Session 2a, 57% ; Session 2b, 83%), les autres catégories étant systématiquement moins souvent choisies. En reprenant les données cumulées par sessions et sur les

3 catégories (voir les marginales de la table 3), il apparaît que ces différences d'évaluation ne sont pas aléatoires ($\chi 2$ (4, N = 413) = 31.642, p < .001). Il y aurait ainsi une évaluation plutôt positive des comportements des apprenants de la part de l'observateur dédié à cette évaluation. Ce phénomène s'observe pour toutes les compétences et pour l'ensemble des sessions, qu'il s'agisse de l'analyse vidéo ou des observations directes des deux niveaux de formations (Niveau débutant-1, Niveau avancé-2). On observe aussi un effet d'apprentissage sur certaines des compétences (Leardship-LEA, Raisonnement critique collectif-CCT, Communication-COM et Collaboration-COL) entre les sessions de niveau 1 et celle du niveau 2, leurs scores dans la catégorie « bon » ayant progressés.

		LEA	CCT	COM	COL	INI	ADA	DET	Total Eval
Vidéo Session 1 Niveau 1 - Année 1	Pauvre	8	2	3	3	1	1	1	*19 (15%)*
	Acceptable	7	4	6	3	2	0	0	*22 (17%)*
	Bon	16	26	15	13	9	4	4	*87 (68%)*
	Total session	*31*	*32*	*24*	*19*	*12*	*5*	*5*	*128*
		(24,2%)	*(25,0%)*	*(18,8%)*	*(14,8%)*	*(9,4%)*	*(3,9%)*	*(3,5%)*	
Direct Session 2a Niveau 1 - Année 2	Pauvre	8	4	2	6	4	5	3	*32 (23%)*
	Acceptable	10	8	5	3	1	1	1	*29 (20%)*
	Bon	15	20	17	13	8	5	3	*81 (57%)*
	Total session	*33*	*32*	*24*	*22*	*13*	*11*	*7*	*142*
		(23,2%)	*(22,5%)*	*(16,9%)*	*(15,5%)*	*(9,2%)*	*(7,7%)*	*(4,9%)*	
Direct Session 2b Niveau 1 - Année 2	Pauvre	2	0	0	0	1	0	0	*3 (2%)*
	Acceptable	4	4	3	2	6	2	0	*21 (15%)*
	Bon	28	28	21	22	8	6	6	*119 (83%)*
	Total session	*34*	*32*	*24*	*24*	*15*	*8*	*6*	*143*
		(23,8%)	*(22,4%)*	*(16,8%)*	*(16,8%)*	*(10,5%)*	*(5,6%)*	*(4,2%)*	
	Total score	98	96	72	65	40	24	18	*413*
		23,73%	***23,26%***	***17,4%***	***15,7%***	***9,7%***	***5,8%***	***4,4%***	

Table 4 : répartition des scores obtenus sur l'échelle, par compétences et par sessions.

Par ordre d'importance, les quatre compétences *Leardship-LEA, Raisonnement critique collectif-CCT, puis Communication-COM et Collaboration-COL*, considérées comme typiques d'une équipe performante, sont fréquemment et positivement observées. A elles quatre, elles cumulent 80% des scores. Les résultats obtenus pour ces compétences sont intéressants et cohérents avec la littérature, dans laquelle on retrouve les compétences LEA, COM, COL, décrites de manière plus ou moins explicite, pour la plupart des grilles actuellement utilisées (ANTS, NOTS ou Teams® par exemple). Aussi, le bon score du Raisonnement critique collectif-CCT indiquerait que la capacité à gérer collectivement les incertitudes et la compréhension de la situation ait été une activité d'équipe très importante pour ces groupes. Or, cette compétence n'existe pas en tant que telle dans les grilles utilisées habituellement où son évaluation est plutôt inférée par des items évaluant le raisonnement et de résolution de problème. Ces quatre compétences pourraient ainsi être conservées dans une version ultérieure de la grille. Les trois autres compétences ont obtenu des scores plus faibles, dont 10% pour Initiative-INI ; Adaptation-ADA et Détermination-DET se répartissant le reste. Ce constat peut poser question sur la pertinence de ces deux dernières pour ce type d'activité. En regroupant l'ensemble des scores obtenus pour chaque compétence dans un même graphique (Figure 3), ces effets sont visuellement plus illustratifs.

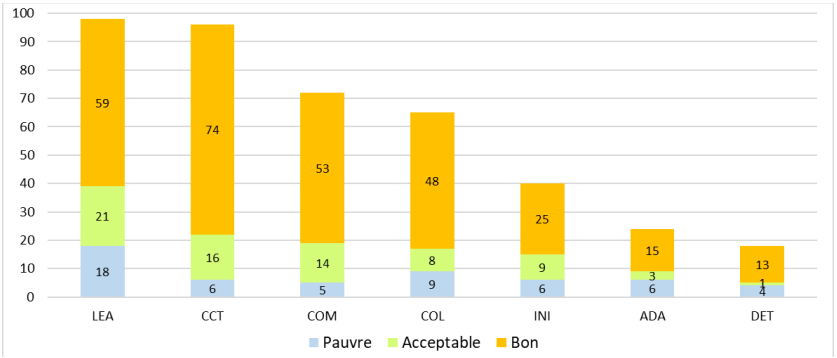


Figure 3 : Répartition par compétence, toutes sessions, des scores cumulés.

Cependant, ces résultats globaux sont à prendre avec beaucoup de précaution. N'ayant pas eu

la possibilité d'avoir un double codage en aveugle sur la totalité des sessions, il ne nous est pas possible pour l'instant d'aller au-delà de nos constats actuels. Les résultats que nous pouvons commenter portent sur l'application successive de la grille, par cet unique observateur, sur un total de 12 sessions de différentes années et de différents niveaux. On constate toute de même que, même si la cotation de l'observateur varie à la fois suivant les sessions et les compétences cotées, ces dernières sont majoritairement évaluées positivement. On observe ainsi, une grande majorité de comportement qualifiés comme bon et à l'opposé un nombre important de « non-observés » pour la catégorie d'échelle pauvre (en particulier lors de la session de niveau avancé - session 2b). En faisant l'hypothèse qu'il s'agirait d'un biais individuel de jugement, cela indiquerait que l'échelle d'évaluation proposée n'est pas en capacité de réduire ce biais. Cette échelle, comme celle d'ANTS, donne une consigne de classification qualitative s'appuyant sur la fréquence des observations (par exemple, « Bon » est décrit comme « les comportements observés fréquemment »), laissant une marge de manœuvre importante à la subjectivité d'un observateur. Ces résultats questionnent sur la systématicité du codage.

7 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

L'analyse descriptive des données d'observation a mis en évidence une évaluation majoritairement positive des compétences, qui serait modulée par le biais de jugement de la part de l'observateur. L'évaluation des comportements se fait sur la base d'une définition purement qualitative des catégories de l'échelle à appliquer aux observables, ce qui pourrait accroître les biais interindividuels d'observation. Afin de pallier ce problème, nous envisageons deux propositions. La première porte sur la conception d'une échelle d'évaluation plus objective et plus en adéquation avec les compétences effectives des apprenants. Pour ce faire, nous avons repris l'ensemble des observations de la session 2a puis de la session 2b, en vue d'analyser les distributions de données et de déterminer le premier et le troisième quartile pour les deux séries d'observations. Notre objectif est d'adopter une approche « naturelle » en favorisant le cumul d'observables centraux et de faire ressortir par contraste les extrêmes. Ainsi, la catégorisation se ferait en fonction de fréquences d'apparition selon trois classes prédéfinies (Table 5). Cette démarche permettrait, en analysant les comportements à chaque nouvelle session de simulation, de mettre à jour l'échelle d'évaluation et ainsi de l'ajuster au fur et mesure aux niveaux réels des apprenants et aux conditions des simulations.

	Niveau débutant (Session 2a)	*Niveau avancé (Session 2b)*
Pauvre	≤ 1 observation *(quartile 1)*	≤ 2 observations *(quartile 1)*
Intermédiaire	[1 observation ; 6 observations]	[2 observations ; 9 observations]
Riche	≥ 6 observations *(quartile 3)*	≥ 9 observations *(quartile 3)*

Table 5 : Proposition de détermination des valeurs d'échelle en fonction de données initiales.

La seconde solution, plus prospective et disruptive, serait d'abandonner la notion d'échelle subjective d'évaluation et de ne se focaliser que sur les comportements observés en situation, fondées sur les transactions verbales entre les opérateurs du collectif : prises de décisions explicites, transmissions d'informations etc. Les verbatims pourraient être identifiés et catégorisés dans différentes CNTs "en temps quasi-réel" en utilisant les capacités de l'IA (par exemple : des outils de reconnaissance et de classification automatique à partir d'enregistrements vocaux).

En conclusion, l'objectif de l'étude présentée ici était de construire et de tester l'usage d'une nouvelle grille d'observation, dédiée aux compétences non techniques d'équipes lors de simulations de gestion d'épidémies, auprès de groupes d'apprenants. L'analyse des données recueillies a révélé d'une part, la difficulté à observer et/ou évaluer certaines compétences et, d'autre part, un biais possible de subjectivité tendant vers une évaluation positive systématique. Ce constat a permis d'aboutir à une redéfinition de la méthode : l'abandon d'une échelle qualitative au profit d'un ancrage statistique par fréquences et de l'usage prospectif de l'intelligence artificielle. Cette approche transformerait ainsi l'observation en une mesure plus objective, garantissant une évaluation des performances collectives plus réaliste et facilitant le jugement de l'observateur.

8 REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements à Florian Jallas, Gaëtan Texier, Hervé Chaudet et à l'ensemble des membres de l'équipe d'animation (Christian, Silke, Jennifer, Thomas, Sol…) qui, chaque année, assurent le bon déroulement des simulations et des débriefings. Avec toute notre amitié.

9 BIBLIOGRAPHIE

Fletcher, G., Flin, R., McGeorge, P., Glavin, R., Maran, N., & Patey, R. (2003). Anaesthetists' Non-Technical Skills (ANTS) : Evaluation of a behavioural marker system†. *British Journal of Anaesthesia*, 90(5), 580-588. https://doi.org/10.1093/bja/aeg112

Flin, R., Mitchell, L., Mcleod, B. (2014). Non-technical skills of the scrub practitioner: the SPLINTS system. *ORNAC journal [online*], 32(3), 33-38. https://view.flipdocs.com/?ID=10020446_247797

Geraghty, A., Paterson-Brown, S., McGregor, R. J. (2023). Non-technical skills for surgeons (NOTSS). *Professional Development*, 41(8), 474-478. https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2023.05.006

Hamilton, A. L., Kerins, J., MacCrossan, M. A., & Tallentire, V. R. (2019). Medical Students' Non-Technical Skills (Medi-StuNTS) : Preliminary work developing a behavioural marker system for the non-technical skills of medical students in acute care. BMJ Simulation & Technology Enhanced Learning, 5(3), 130-139. https://doi.org/10.1136/bmjstel-2018-000310

Haute Autorité de Santé (2022). S'engager dans le programme d'amélioration continue du travail en équipe : Pacte. (s.d.). Haute Autorité de Santé (consulté le 10/02/2026)- https://www.has-sante.fr/jcms/c_2852361/fr/pacte-en-synthese

Hoc, J. M. (2003). Coopération humaine et systèmes coopératifs, in Ingénierie cognitive. *IHM et cognition*, In *G. Boy (Éd.), Ingénierie cognitive : IHM et Cognition* (pp. 139-187). Hermès.

Katzenbach, J. R., & Smith, D. K. (2015). *The wisdom of teams.* Harvard Business Review Press.

Klieger, D. M., Kell, H. J., Rikoon, S. H., Burkander, K., Bochenek, J., & Shore, J. (2018). Development of the Behaviorally Anchored Rating Scales for the Skills Demonstration and Progression Guide. *Ets Research Report Series,* 2018(1), 1-36. https://doi.org/10.1002/ets2.12210

Leal-Costa, C., Carrasco-Guirao, J. J., Adánez-Martínez, M. G., Díaz-Agea, J. L., Ramos-Morcillo, A. J., Ruzafa-Martínez, M., Suarez-Cortes, M., & Jiménez-Ruiz, I. (2023). Development and psychometric testing of the non-technical skills scale in medical and surgical hospital units for nursing students. Nurse Education in Practice, 67, 103559. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2023.103559

Levraut, J., & Fournier, J. (2012). Jamais la première fois sur le patient ! Annales françaises de médecine d'urgence, 2. https://doi.org/10.1007/s13341-012-0259-9

Maignan, M., Koch, F.-X., Jordane, C., Phellouzat, P., Binauld, G., Muret, R., Cooper, S., Labarère, J., Danel, V., Viglino, D., & Debaty, G. (2015). Team Emergency Assessment Measure (TEAM) for the assessment of non-technical skills during resuscitation : Validation of the French version. *Resuscitation,* 101. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.11.024

Pellegrin, L., Chassery, L., Texier, G., Chaudet, H. (2025), Simulation et intelligence artificielle. Un environnement pédagogique pour la gestion d'épidémies et de crises sanitaires, *Médecine et Armées*, 51 (2), 3-18. https://doi.org/10.17184/eac.9359

Perera, A., Griffiths, R., & Myers, J. A. (2022). Integrative Review of Non-Technical Skills Frameworks to Apply for Air Medical Transfer of Pregnant Women. Journal of Obstetric, Gynecologic, and Neonatal Nursing : JOGNN, 51(3), 257-277. https://doi.org/10.1016/j.jogn.2022.01.006

Robillard, S., Delente, I., Vers Bonnet, S., Tarnot, S., & Cortes, P. (2024). Bien travailler en équipe grâce au « Pacte » : L'expérience de l'hôpital d'instruction des armées Laveran. *Risques & qualité en milieu de soins*, Vol. XXI(1), 25 33. Cairn.info. https://doi.org/10.3917/rqms.301.0025

Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a "Big Five" in Teamwork? *Small Group Research*, 36(5), 555-599. https://doi.org/10.1177/1046496405277134

Tuckman, B.W. (1965). Development sequence in small groups*. Psychological Review*, 63, 384–399*.*

Yule, S., Flin, R., Maran, N., Youngson, G., Mitchell, A., Rowley, D., & Paterson-Brown, S. (2008). Debriefing surgeons on non-technical skills (NOTSS). Cognition, Technology & Work, 10(4), 265-274. https://doi.org/10.1007/s10111-007-0085-9

Obéir ou désobéir à des ordres immoraux : Une étude sur les potentiels évoqués.

Eve Floriane Fabre
LISN-CNRS, Université-Paris-Saclay, Orsay, France
eve.fabre@universite-paris-saclay.fr

Jean-Baptiste Van der Henst
Centre de Recherche de Neurosciences de Lyon, UMR 5292 CNRS/1028 INSERM, Bron
jean-baptiste.vanderhenst@cnrs.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

La présente étude s'intéresse à l'impact de la pression hiérarchique sur la prise de décision des subordonnés ainsi qu'aux potentiels d'action (PE) associés. Les participants endossaient le rôle de pilote de drones et devaient décider du lieu où faire s'écraser un drone défectueux entre un site civil où tous les civils seraient tués, et un site militaire où du matériel militaire serait détruit sans aucune perte humaine. Les participants prenaient leur décision seul ou après avoir reçu l'ordre de protéger le matériel militaire. Le taux de crash sur le site militaire étaient 60% inférieur dans la condition avec ordre que dans la condition sans ordre. Les TR et les PE suggèrent que les participants ont mobilisé plus de ressources cognitives afin de résoudre le conflit associé au dilemme d'obéir ou non. Enfin, les PE mesurés au moment de la décision suggèrent une réponse affective négative plus marquée associée au choix de désobéir qu'au choix d'obéir. Ce résultat suggère que la désobéissance à l'autorité pourrait être perçue comme une violation morale plus grave que l'obéissance impliquant le sacrifice de civils.

MOTS-CLÉS
Dilemmes moraux; Hiérarchie; Désobéissance; Drones; Potentiels d'action.

1 INTRODUCTION

Lorsque des subordonnés reçoivent l'ordre d'exécuter des actions préjudiciables de leur hiérarchie, ils se trouvent dans la situation de devoir choisir entre deux valeurs internes concurrentes : « *je dois obéir aux ordres* » et « *je ne dois pas nuire à autrui*» (Greene, 2015; Haidt & Graham, 2009). S'ils choisissent de désobéir, ils agissent conformément à leurs valeurs morales mais s'exposent à des sanctions pour insubordination. S'ils choisissent d'obéir, ils s'assurent d'éviter les représailles de leur hiérarchie, mais vont à l'encontre de leurs valeurs morales. Ce type de situation dans laquelle un individu doit choisir entre deux alternatives indésirables, porte le nom de *dilemme moral* (Sarlo et al., 2014).

Pour refuser un ordre immoral, voire illégal, un opérateur doit mobiliser différentes compétences non-techniques, telles que le jugement éthique, la pensée critique, la gestion émotionnelle, l'assertivité et le courage moral (Minow, 2007). Depuis les travaux de Stanley Milgram (1974), les comportements d'obéissance et de désobéissance ont été relativement peu étudiés, à l'exception notable des travaux d'Emilie Caspar (2024). Ainsi, il apparaît nécessaire d'approfondir la compréhension des processus cognitifs et affectifs sous-tendant ces deux comportements. Le contexte militaire se prête particulièrement bien à cela, d'une part en raison de sa structure fortement hiérarchisée et d'autre part parce que le devoir d'obéissance des militaires est susceptible d'entrer en conflit avec leurs valeurs personnelles (Crosbie & Kleykamp, 2018).

La présente expérience avait pour but d'examiner les processus cognitifs et affectifs sous-tendant la prise de décision morale sous pression hiérarchique en un contexte militaire, ainsi que les

potentiels évoqués (PE) associés. La désobéissance étant extrêmement rare chez les militaires, l'expérience a été menée auprès de participants civils (Collart et al., 2015). Les participants devaient imaginer qu'ils avaient été recrutés par l'Armée en tant que pilotes de drone civil en une zone de guerre, dans le but de collecter des renseignements sur les positions ennemies et de guider des bombardements — pratique déjà en vigueur dans l'United States Air Force (Hennigan, 2015). À chaque essai, le drone piloté par les participants subissait une défaillance et leur tâche était de décider où faire s'écraser le drone entre un site civil et un site militaire. Un crash de drone sur le site civil entraînait la mort de tous les civils présents sur le site, tandis qu'un crash sur le site militaire provoquait la destruction du matériel militaire de sa propre armée sans causer de pertes humaines. Les participants ont réalisé cette tâche dans deux conditions expérimentales distinctes. Dans la première partie de l'expérience (condition sans ordre), les participants choisissaient librement le site du crash. Dans une seconde partie de l'expérience (condition avec ordre), ils devaient choisir le site du crash après avoir reçu l'ordre de protéger au maximum le matériel militaire pour des raisons stratégiques non divulguées.

Au niveau comportemental, nous avons étudié à la fois les décisions prises et les temps de réponse observés au moment de la décision. Nous avons prédit que les participants ne feraient jamais s'écraser le drone sur le site civil dans la condition sans ordre, appliquant de manière quasi automatique la règle *«tu ne tueras point»* (c-à-d., Système 1 ; Kahneman, 2011; Leuthold et al., 2015), mais qu'ils le feraient plus fréquemment dans la condition avec ordre, en réaction à la pression hiérarchique. Nous avons aussi prédit que le conflit cognitif généré par les deux règles internes *«tu ne tueras point»* et *«tu dois obéir aux ordres»*, obligerait les participants à adopter d'un raisonnement plus délibératif (Système 2; Kahneman, 2011), se traduisant par un allongement des temps de décision. Au niveau électrophysiologique, nous avons prédit que la détection du conflit entre les deux règles et l'effort cognitif nécessaire pour résoudre ce conflit se traduiraient respectivement par une N200 et une P300 plus importantes en réponse à la présentation du deuxième site de crash (voir Figure 1) dans la condition avec ordre comparativement à la condition sans ordre (Rigoni et al., 2010 ; Falco et al., 2019). Nous avons aussi prédit que si le fait d'être contraint de sacrifier des civils innocents déclenchait une réponse affective négative chez les participants, se traduisant par des réponses P260 plus importantes dans la condition avec ordre comparativement à la condition sans ordre (Pletti et al., 2015; Zhan et al., 2020).

Enfin, nous avons aussi investigué les PE associés à la réponse dans la condition avec ordre. Cette analyse étant exploratoire, nous n'avons formulé aucune prédiction particulière concernant les PE susceptibles d'être observés.

2 MATERIEL & METHODE

2.1 Participants

33 participants français (14 femmes; âge moyen = 23 ans, *SD* = 4.45), issus de l'Université de Toulouse (France), ont pris part à la présente étude. Ils n'ont reçu aucune compensation financière pour leur participation. Tous étaient civils et familiers des contextes aéronautique et militaire. Aucun d'entre eux ne s'est déclaré anti-militaire.

2.2 Déclaration éthique

L'étude a été menée conformément aux principes de la Déclaration d'Helsinki (1973, révision de 1983) et a reçu l'approbation du comité d'éthique de l'Université Fédérale de Toulouse (n° 2017-040).

2.3 Procédure

Les participants étaient confortablement installés dans la salle d'expérimentation. Après avoir signé le formulaire de consentement éclairé, un bonnet EEG Biosemi© à 64 électrodes était placé sur leur tête. Pendant le placement de l'EEG, les participants lisaient les instructions relatives à la première partie de l'expérience. Il leur était expliqué que, dans cette expérience, ils joueraient le rôle d'un pilote

de drone, chargé de collecter des informations dans une zone de guerre fictive située au Moyen-Orient. À chaque essai, le drone qu'ils pilotaient subirait une défaillance et leur tâche consisterait à décider du lieu du crash. Les participants étaient informés que l'expérience comportait deux parties. Dans la première partie, ils devraient décider du lieu d'écrasement selon leurs propres préférences (condition sans ordre). Avant le début de la seconde partie de l'expérience, les participants recevaient des instructions écrites indiquant que, pour des raisons stratégiques, ils avaient reçu l'ordre de la hiérarchie militaire de protéger autant que possible le matériel militaire (condition avec ordre). Les mêmes essais étaient présentés dans la condition sans ordre et dans la condition avec ordre, de manière aléatoire. Trente essais d'intérêt, où les participants devaient choisir entre un site civil et un site militaire, ainsi que 12 essais fillers — dans lesquels ils devaient choisir entre : un site habité et un site civil (quatre essais), un site habité et un site militaire (quatre essais), et deux sites habités (quatre essais) — étaient présentés aux participants. La figure 1 décrit le déroulé d'un essai. À l'issue de l'expérience, les participants étaient déséquipés, informés des objectifs réels de l'étude (débriefing) et remerciés pour leur participation.

2.4 **Acquisition des données**

2.4.1 Dispositif expérimental

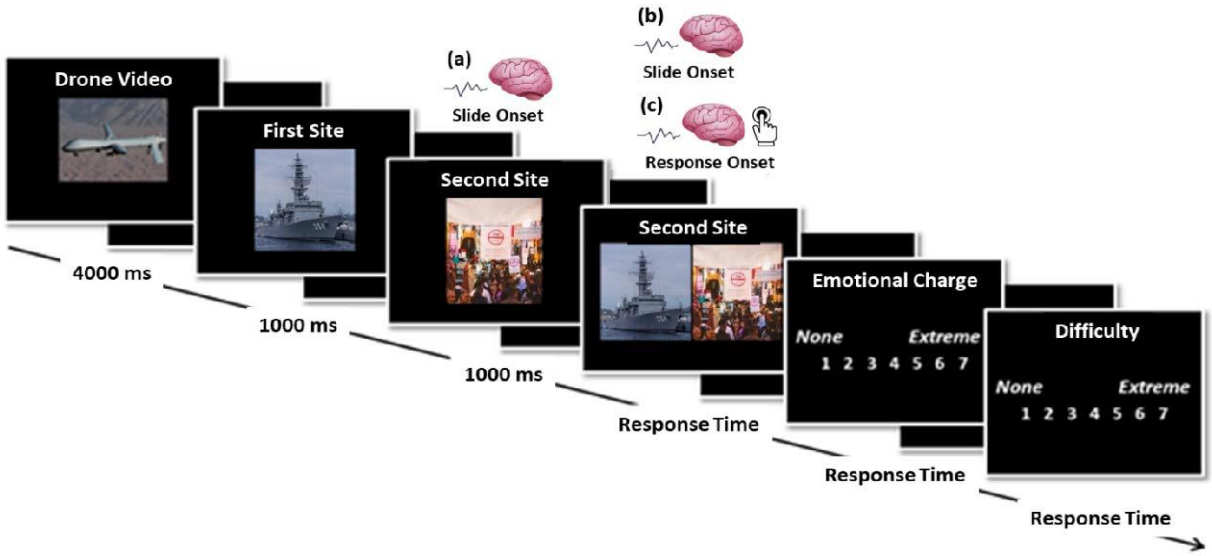


Figure 1. Illustration du déroulé d'un essai d'intérêt. Les participants commençaient par visionner la vidéo d'un drone, puis le premier site de crash possible était présenté sous la forme d'une image, suivi par le deuxième site. Puis les deux sites étaient présentés aux participants qui devaient alors choisir où faire s'écraser le drone. Enfin, les participants devaient indiquer le niveau de charge émotionnel et le niveau de difficulté de la décision sur des échelles Likert à 7 points.

Le paradigme expérimental a été présenté à l'aide du logiciel E-Prime 2 (Psychology Software Tools Inc., Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis) sur un écran d'ordinateur.

2.4.2 Enregistrements électroencéphalographiques

Le signal électroencéphalographique (EEG) a été amplifiée et enregistrée à l'aide d'un système BioSemi ActiveTwo (http://www.biosemi.com). Il a été mesuré sur 64 électrodes actives Ag/AgCl (Fp1, AF7, AF3, F1, F3, F5, F7, FT7, FC5, FC3, FC1, C1, C3, C5, T7, TP7, CP5, CP3, CP1, P1, P3, P5, P7, P9, PO7, PO3, O1, Iz, Oz, POz, Pz, CPz, Fpz, Fp2, AF8, AF4, AFz, Fz, F2, F4, F6, F8, FT8, FC6, FC4, FC2, FCz, Cz, C2, C4, C6, T8, TP8, CP6, CP4, CP2, P2, P4, P6, P8, P10, PO8, PO4 et O2) montées sur un bonnet et placées sur le cuir chevelu conformément au système international 10-20, ainsi que quatre électrodes placées

autour des yeux. Deux électrodes supplémentaires placées près de Cz — l'électrode active CMS (common mode sense) et l'électrode passive DRL (driven right leg) — étaient utilisées pour rapprocher autant que possible le potentiel moyen des participants du potentiel de référence de l'AD-box (Metting Van Rijn et al., 1991). L'impédance des électrodes était maintenue en dessous de 5 kΩ pour les électrodes du cuir chevelu et en dessous de 10 kΩ pour les quatre canaux oculaires. Le contact peau-électrode, obtenu grâce à un gel conducteur, était surveillé afin de maintenir un décalage de tension par rapport au CMS inférieur à 25 mV pour chaque site de mesure.

Tous les signaux mesurés étaient amplifiés en courant continu (DC) et numérisés en continu à une fréquence d'échantillonnage de 512 Hz, à l'aide d'un filtre anti-repliement (filtre sinc du cinquième ordre) avec un point à −3 dB à 104 Hz. Aucun filtrage passe-haut n'a été appliqué en ligne. Les données ont été analysées avec la toolbox EEGLAB (Delorme & Makeig, 2004). Les données EEG ont été re-référencées hors ligne à l'activité moyenne des deux mastoïdes et filtrées par bande passante (0,1 – 40 Hz, 12 dB/octave), le filtre passe-bas ne permettant pas de supprimer complètement l'artefact à 50 Hz chez certains participants. Les epochs ont été synchronisées temporellement : 1) avec l'apparition du second site de crash dans les conditions sans ordre et avec ordre et 2) avec le moment de la décision (c'est-à-dire obéir versus désobéir) dans la condition avec ordre. Elles ont été extraites pour l'intervalle compris entre −200 et 800 ms. Une ligne de base pré-stimulus de 200 ms a été utilisée dans toutes les analyses. Les données contenant des clignements excessifs ont été corrigées de manière adaptative à l'aide d'une analyse en composantes indépendantes (ICA). Les segments comportant des artefacts (par exemple une activité musculaire excessive) ont été supprimés hors ligne avant la moyenne des données. Au total, 6 % des données ont été perdues en raison des artefacts. Un participant a été exclu de l'analyse en raison de la mauvaise qualité du signal EEG.

3 RESULTATS

3.1 Résultats comportementaux

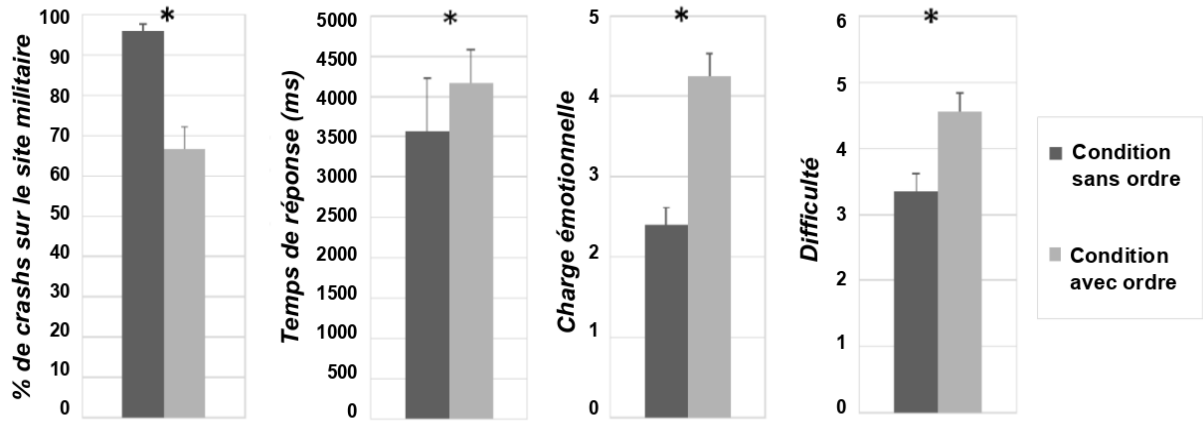


Figure 2. Illustrations des (A) décisions, (B) temps de réponse, évaluations de la (C) charge émotionnelle et de la (D) difficulté associées à la situation dans la condition sans ordre (gris foncé) et la condition avec ordre (gris clair). Les barres d'erreur représentent les erreurs standards.

Décisions. Les données ne suivant pas une distribution normale (tests de Shapiro : $p_s < .05$), un test de Wilcoxon pour échantillons appariés a été réalisé sur les taux de décisions. Les participants ont choisi de faire s'écraser le drone sur le site militaire significativement moins fréquemment dans la condition avec ordre ($T = 25.50$, $z = 4.46$, $p < 0.001$; $M = 66.84$ %, $SD = 29.94$) que dans la condition sans ordre ($M = 95.94$ %, $SD = 8.91$). Sept participants n'ont jamais suivi les ordres et trois participants n'ont obéi aux ordres qu'une seule fois. Trois participants ont obéi aux ordres plus des deux tiers du temps. Enfin,

dix-sept participants ont présenté une proportion de choix obéir/désobéir comprise entre 30/70 % et 70/30 %.

Temps de réponse. Un t-test de Student pour échantillons appariés a été réalisé sur les temps de réponse après transformation logarithmique. L'analyse a révélé un effet de la condition de décision [$t(31) = - 3.00$, $p < 0.01$, $IC_{95\ \%}$ (- 0.27; - 0.05)], avec des réponses plus rapides dans la condition sans ordre (M = 3561 ms, SD = 3763) que dans la condition avec ordre (M = 4167 ms, SD = 2376).

Charge émotionnelle. Un test de Wilcoxon pour échantillons appariés a été réalisé sur les évaluations de la charge émotionnelle, les données ne suivant pas une distribution normale (tests de Shapiro : $p_s < .05$). L'analyse a révélé une charge émotionnelle plus élevée dans la condition avec ordre (T = 38.00, z = 4.23, $p < 0.001$; M = 4.26, SD = 1.55; voir Figure 2.C.) que dans la condition sans ordre (M = 2.40, SD = 1.21).

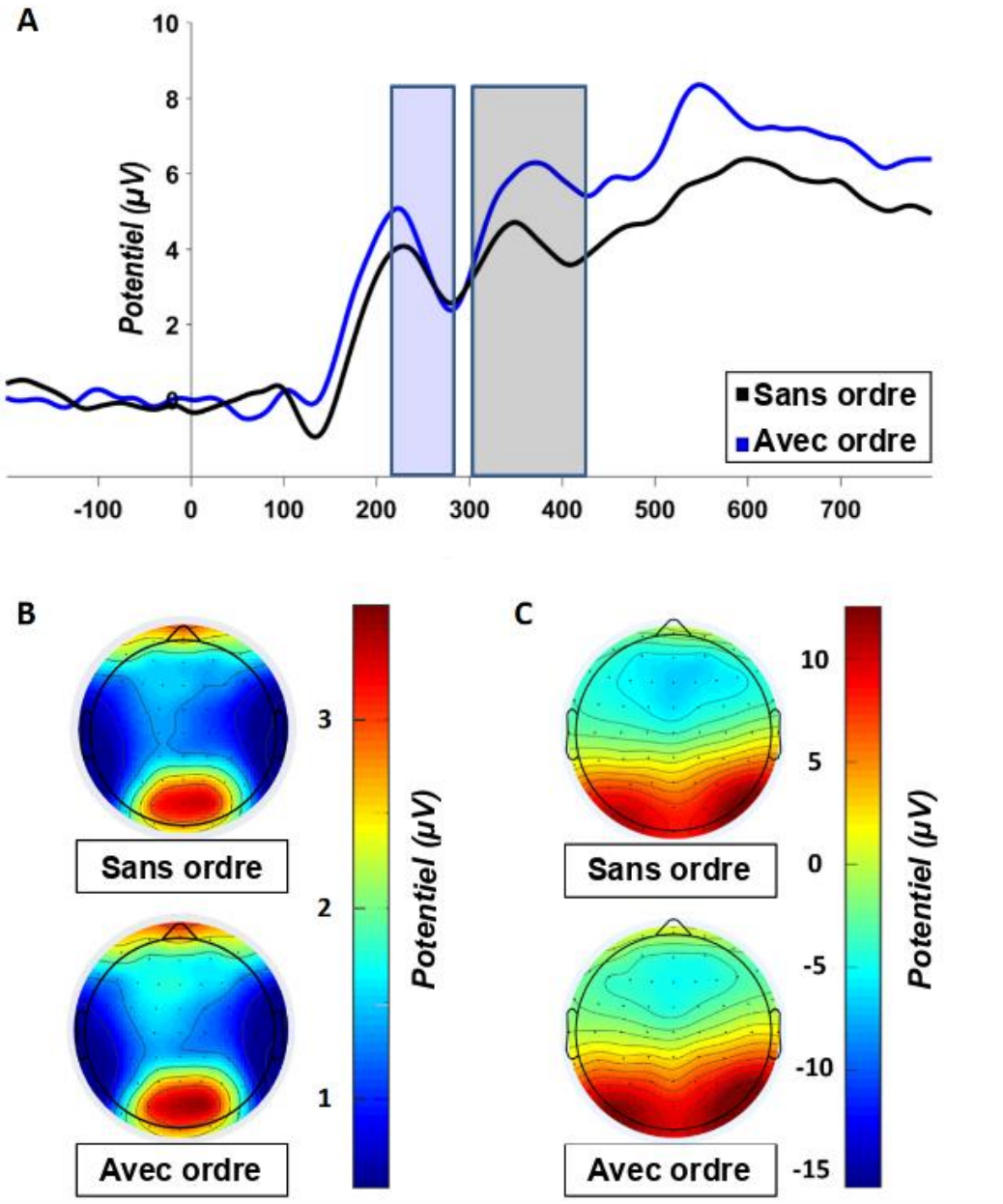


Figure 3. (A) Potentiels évoqués globaux enregistrés à l'électrode Pz lors de l'apparition du second site de crash dans la condition sans ordre (ligne noire) et dans la condition avec ordre (ligne bleue). Cartes de scalp illustrant (B) l'amplitude pic-à-pic de la N200 et (C) l'amplitude moyenne de la P300 dans les conditions sans ordre (haut) et avec ordre (bas).

Difficulté de la décision. Un test t pour échantillons appariés a été réalisé sur les évaluations de la difficulté de la décision [$t(31) = -5.52$, $p < .001$, $IC_{95\%}$ (- 1.66, - 0.76); voir Figure 2.D.], révélant une plus grande difficulté de décision dans la condition avec ordre ($M = 4.56$, $SD = 1.55$) que dans la condition sans ordre ($M = 3.35$, $SD = 1.48$).

3.2 Résultats électrophysiologiques

3.2.1 PEs associés à la présentation du 2ème site de crash

Composante N200. L'amplitude pic-à-pic de la N200 a été calculée en soustrayant les amplitudes des pics mesurées dans la fenêtre 200–240 ms (pic positif) et dans la fenêtre 260–300 ms (pic négatif) (voir Falco et al., 2019). Une ANOVA 3 [électrode (Fz, Cz, Pz)] × 2 [mode de décision (sans ordre, avec ordre)] a révélé un effet principal significatif de l'électrode [$F(2, 62) = 6.21$, $p < 0.01$, $\eta p^2 = 0.17$], avec des réponses pic-à-pic plus élevées mesurées sur Fz ($M = 2.98$ µV, $SD = 4.40$, $p < 0.05$) et Pz ($M = 3.25$ µV, $SD = 3.84$, $p < 0.01$) que sur Cz ($M = 2.18$ µV, $SD = 4.03$). Aucune différence n'a été observée entre Fz et Pz ($p = 0.67$). L'analyse a également révélé un effet principal significatif du mode de décision [$F(1, 31) = 38.25$, $p < 0.001$, $\eta p^2 = 0.55$], avec des réponses N200 plus importantes dans la condition avec ordre ($M = 4.67$ µV, $SD = 3.96$) que dans la condition sans ordre ($M = 0.93$ µV, $SD = 3.33$; voir Figure 3.A & B). L'interaction Électrode × Mode de décision [$F(2, 62) = 0.04$, $p = 0.96$, $\eta p^2 = 0.00$] n'était pas significative.

Composante P300. La P300 a été mesurée en termes d'amplitude moyenne aux électrodes Fz, Cz et Pz, dans la fenêtre temporelle 300–430 ms (voir Berlad & Pratt, 1995). Une ANOVA 3 [électrode (Fz, Cz, Pz)] × 2 [mode de décision (sans ordre, avec ordre)] a révélé un effet principal significatif de l'électrode [$F(2, 62) = 101.92$, $p < 0.001$, $\eta p^2 = 0.77$], avec des amplitudes P300 plus élevées mesurées sur Pz ($M = 4.81$ µV, $SD = 5.99$) que sur Fz ($M = -5.88$ µV, $SD = 5.77$, $p < 0.001$) et Cz ($M = -2.80$ µV, $SD = 5.98$, $p < 0.001$), et des amplitudes plus élevées sur Cz que sur Fz ($p < 0.001$). L'analyse a également révélé un effet principal significatif du mode de décision [$F(1, 31) = 6.23$, $p < 0.05$, $\eta p^2 = 0.17$], avec des amplitudes P300 plus élevées dans la condition avec ordre ($M = -0.45$ µV, $SD = 7.18$) que dans la condition sans ordre ($M = -2.13$ µV, $SD = 7.57$; voir Figure 3.A & C). L'interaction Électrode × Mode de décision [$F(2, 62) < 0.05$, $p = 0.69$, $\eta p^2 = 0.01$] n'était pas significative.

3.2.2 PE associé à la décision

Composante P260. L'inspection visuelle suggérant des amplitudes plus élevées dans l'hémisphère gauche (voir Figure 4.B.), la P260 a été analysée en termes d'amplitudes moyennes sur la fenêtre temporelle 220–310 ms aux électrodes F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz et P4, afin d'étudier d'éventuelles différences de distribution spatiale (Zhang et al., 2019). Une ANOVA 3 [axe sagittal (frontal, central, pariétal)] × 3 [axe coronal (gauche, médial, droit)] × 2 [choix (obéir, désobéir)] a été réalisée sur les mesures d'amplitude moyenne du P260 a révélé un effet principal significatif de l'axe sagittal [$F(2, 32) = 28.61$, $p < 0.001$, $\eta p^2 = 0.64$], avec des réponses P260 plus faibles observées aux sites pariétaux ($M = 5.17$ µV, $SD = 7.04$, $p_s < 0.001$) qu'aux sites frontaux ($M = 9.09$ µV, $SD = 7.87$) et centraux ($M = 8.84$ µV, $SD = 7.79$). Les réponses P260 observées aux sites frontaux et centraux ne différaient pas significativement ($p = 0.90$). L'analyse a également révélé un effet principal significatif de l'axe coronal [$F(2, 32) = 7.58$, $p < 0.01$, $\eta p^2 = 0.32$], avec des réponses P260 plus faibles aux sites droits ($M = 7.10$ µV, $SD = 7.86$) qu'aux sites gauches ($M = 7.89$ µV, $SD = 7.69$, $p < 0.05$) et médians ($M = 8.10$ µV, $SD = 7.76$, $p < 0.01$). Les réponses P260 entre sites gauches et médians ne différaient pas significativement ($p = 0.71$). L'analyse a également mis en évidence une interaction significative Axe sagittal × Axe coronal [$F(4, 64) = 4.71$, $p < 0.01$, $\eta p^2 = 0.23$]. Des amplitudes P260 plus faibles ont été observées aux sites pariétaux (gauche: $M = 5.58$ µV, $SD = 7.26$; médial: $M = 5.79$ µV, $SD = 6.68$; droit: $M = 4.14$ µV, $SD = 7.16$; $p_s < 0.001$) qu'aux sites frontaux (gauche: $M = 8.82$ µV, $SD = 7.50$; médial: $M = 9.38$ µV, $SD = 8.03$; droit : $M = 9.06$ µV, $SD = 8.30$) et centraux (gauche : $M = 9.27$ µV, $SD = 7.99$; médial: $M = 9.14$ µV, $SD = 8.11$; droit: $M = 8.11$ µV, $SD = 7.42$) sur l'ensemble de l'axe coronal. Des amplitudes P260 plus

faibles ont également été observées aux sites droits qu'aux sites médians et gauches, à la fois aux sites centraux (médian: $p < 0.05$; gauche: $p < 0.05$) et pariétaux (médian: $p < 0{,}001$; gauche: $p < 0.001$). Enfin, l'analyse a révélé une interaction significative Axe sagittal × Choix [$F(2, 32) = 5.39$, $p = 0.010$, $\eta p^2 = 0.25$; voir Figure 4.A & B], avec des réponses P260 plus élevées observées aux sites frontaux, centraux et pariétaux lorsque les participants choisissaient de désobéir (frontal: $M = 9.82$ µV, $SD = 9.62$; central: $M = 10.20$ µV, $SD = 9.09$; pariétal: $M = 6.89$ µV, $SD = 7.66$) comparativement à quand ils choisissaient d'obéir (frontal: $M = 8.36$ µV, $SD = 5.61$, $p < 0.05$; central: $M = 7.49$ µV, $SD = 6.00$, $p < 0.001$; pariétal: $M = 3.45$ µV, $SD = 5.94$, $p < 0.001$). Des amplitudes P260 plus faibles ont également été observées aux sites pariétaux ($p_s < .001$) qu'aux sites frontaux et centraux pour les deux types de choix. L'effet principal du choix [$F(1, 16) = 1.84$, $p = 0{,}19$, $\eta p^2 = 0.10$], ainsi que les interactions Axe coronal × Choix [$F(2, 32) = 0.63$, $p = 0.54$, $\eta p^2 = 0.04$] et Axe sagittal × Axe coronal × Choix [$F(4, 64) = 0.57$, $p = 0.69$, $\eta p^2 = 0.03$], n'étaient pas significatifs.

4 DISCUSSION

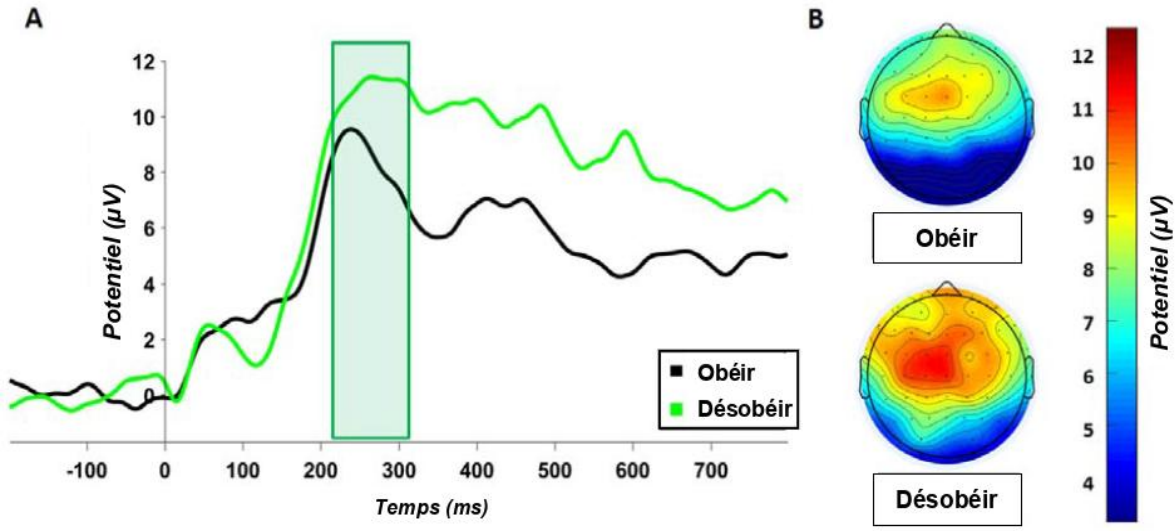


Figure 4. (A) Formes d'onde ERP moyennes globales enregistrées à l'électrode Cz pour le choix d'obéir (ligne noire) et de désobéir à l'ordre hiérarchique (ligne verte). (B) Cartes du scalp illustrant l'amplitude moyenne de la P260 (fenêtre temporelle de 220 à 310 ms) après que les participants ont choisi d'obéir (haut) et de désobéir (bas).

La présente expérience visait à examiner l'impact de la pression hiérarchique sur la prise de décision des subordonnés ainsi que les corrélats électrophysiologiques associés (PE). Dans la condition sans ordre, les participants ont presque systématiquement choisi de faire s'écraser le drone sur le site militaire, et ainsi d'épargner les civils (environ 96 % du temps). Lors du débriefing post-expérimental, les rares participants ayant choisi de faire s'écraser le drone sur un site civil ont expliqué craindre les conséquences d'une explosion sur certains sites militaires à risque (par ex. présence d'ogives nucléaires) et ont déclaré vouloir limiter les risques associés à une explosion. Dans la condition où ils avaient reçu l'ordre de protéger le matériel militaire, les participants ont choisi d'obéir à cet ordre et de sacrifier les civils environ une fois sur trois. Ce résultat est cohérent avec le taux d'obéissance observé dans une variante de l'expérience de Milgram dans laquelle l'expérimentateur n'était pas physiquement présent (Perry, 2013). Dans la condition avec ordre, les participants ont mis davantage de temps à prendre leur décision que dans la condition sans ordre. Des amplitudes N200 plus importantes ont également été observées en réponse à la présentation du second site dans la condition avec ordre comparativement à la condition sans ordre. Ce résultat suggère que la décision prise sous ordre était plus conflictuelle, reflétant l'opposition entre deux règles internes concurrentes : *« tu ne tueras point »* versus *« tu dois obéir aux ordres »* (Gehring & Fencsik, 2001). Des réponses P300 plus amples ont également été observées dans la condition avec ordre, suggérant une mobilisation

accrue de ressources cognitives pour résoudre le conflit entre ces deux règles internes lorsqu'ils décidaient sous contrainte que lorsqu'ils décidaient de manière autonome (Kahneman, 2011 ; Linden, 2005).

Une analyse complémentaire des PE associés à la réponse dans la condition avec ordre et réalisée chez les participants présentant une proportion d'obéissance comprise entre 30/70 et 70/30, a révélé des amplitudes de P260 plus importantes suivant un choix de désobéissance qu'après un choix d'obéissance. Dans plusieurs études portant sur des dilemmes moraux, la P260 a été interprétée comme reflétant une réaction affective aversive et son amplitude a été corrélées au caractère déplaisant de la décision morale (Pletti et al., 2015; Zhan et al., 2020). Ces résultats suggèrent que la désobéissance pourrait susciter une réaction affective négative plus intense que l'obéissance, bien que cette dernière implique le sacrifice de civils innocents.

Les individus confrontés à des dilemmes moraux tendent à choisir l'option minimisant l'intensité des émotions négatives associées à la décision (Pletti et al., 2016). Les résultats suggèrent ainsi que certains subordonnés pourraient obéir à des ordres immoraux, afin d'éviter la réaction affective négative associée à la désobéissance. De nombreux psychologues, y compris Milgram lui-même (Milgram, 1974), ont été frappés par l'extrême détresse émotionnelle des participants ayant pris part aux expériences sur l'obéissance à l'autorité lorsqu'ils choisissaient d'obéir aux ordres de l'expérimentateur (Perry, 2013). Cette observation a soulevé la question suivante : pourquoi certains individus préféreraient-ils subir une telle détresse affective plutôt que de « simplement » désobéir ? Les résultats de cette étude suggèrent qu'obéir à une autorité malveillante pourrait générer une détresse émotionnelle moins importante que de désobéir à des ordres immoraux, au moins chez certains individus.

La présente étude a permis d'améliorer notre compréhension des processus cognitifs et affectifs sous-tendant l'obéissance et la désobéissance aux ordres immoraux. Du point de vue des compétences non-techniques, si les opérateurs obéissent à une autorité malveillante dans le but d'éviter la détresse affective associée à la décision de désobéissance, il pourrait être intéressant d'investiguer l'efficacité d'un entraînement aux stratégies de régulation émotionnelle — telles que la suppression émotionnelle ou la réévaluation cognitive (Goldin et al., 2008; Grecucci et al., 2015) — pour accroître la résistance des opérateurs à une autorité malveillante.

5 BIBLIOGRAPHIE

Berlad, I., & Pratt, H. (1995). P300 in response to the subject's own name. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 96(5), 472-474. https://doi.org/10.1016/0168-5597(95)00116-A.

Caspar, E. (2024). *Just following orders : atrocities and the brain science of obedience.* https://doi.org/10.1017/9781009385428

Collart, J., Gateau, T., Fabre, E., & Tessier, C. (2015, January). Human-Robot Systems Facing Ethical Conflicts: A Preliminary Experimental Protocol. *In AAAI Workshop: AI and Ethics.*

Crosbie, T., & Kleykamp, M. (2018). Ethical lapses and the military profession: Three problems and a solution. *Armed Forces & Society, 44*(4), 748-757. https://doi.org/10.1177/0095327X17752900

Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of singletrial EEG dynamics including independent component analysis. Journal of neuroscience methods, 134(1), 9-21. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009

Falco, A., Albinet, C., Rattat, A. C., Paul, I., & Fabre, E. (2019). Being the chosen one: social inclusion modulates decisions in the ultimatum game. An ERP study. Social cognitive and affective neuroscience, 14(2), 141-149. https://doi.org/10.1093/scan/nsy118

Gehring, W. J., & Fencsik, D. E. (2001). Functions of the medial frontal cortex in the processing of conflict and errors. *Journal of Neuroscience, 21*(23), 9430-9437. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-23-09430.2001

Goldin, P. R., McRae, K., Ramel, W., & Gross, J. J. (2008). The neural bases of emotion regulation: reappraisal and suppression of negative emotion. Biological psychiatry, 63(6), 577-586. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.05.031

Grecucci, A., Pappaianni, E., Siugzdaite, R., Theuninck, A., & Job, R. (2015). Mindful emotion regulation: exploring the neurocognitive mechanisms behind mindfulness. *BioMed research international*, 2015. https://doi.org/10.1155/2015/670724

Greene, J. D. (2015). *The cognitive neuroscience of moral judgment and decision making.* In J. Decety & T. Wheatley (Eds.). Boston Review.

Haidt, J., & Graham, J. (2009). *Planet of the Durkheimians, where community, authority, and sacredness are foundations of morality.* In J. T. Jost, A. C. Kay, & H. Thorisdottir (Eds.) Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195320916.003.015

Hennigan, W. J. (2015). Air Force hires civilian drone pilots for combat patrols; critics question legality. *Los Angeles Times.*

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow.* Macmillan.

Perry, G. (2013). *Behind the shock machine: The untold story of the notorious Milgram psychology experiments.* New Press,

Leuthold, H., Kunkel, A., Mackenzie, I. G., and Filik, R. (2015). Online processing of moral transgressions: ERP evidence for spontaneous evaluation. Social cognitive and affective neuroscience, 10(8), 1021-1029. https://doi.org/10.1093/scan/nsu151

Linden, D. E. (2005). The P300: where in the brain is it produced and what does it tell us? *The Neuroscientist, 1*1(6), 563-576. https://doi.org/10.1177/1073858405280524

Metting Van Rijn, A. C., Peper, A., & Grimbergen, C. A. (1991). High-quality recording of bioelectric events. Part 2. Low-noise, low-power multichannel amplifier design. *Medical & biological engineering & computing*, *29*(4), 433-440. https://doi.org/10.1007/BF02441666

Milgram, S. (1974). *Obedience to Authority: An Experimental View*, Harper and Row, NewYork.

Minow, M. (2007). Living up to rules: Holding soldiers responsible for abusive conduct and the dilemma of the superior orders defence. *McGill LJ*, *52*, 1.

Perry, G. (2013). *Behind the shock machine: The untold story of the notorious Milgram psychology experiments.* New Press.

Pletti, C., Sarlo, M., Palomba, D., Rumiati, R., & Lotto, L. (2015). Evaluation of the legal consequences of action affects neural activity and emotional experience during the resolution of moral dilemmas. *Brain and cognition, 94*, 24-31. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.01.004

Rigoni, D., Polezzi, D., Rumiati, R., Guarino, R., Sartori, G. (2010). When people matter more than money: an ERPs study. *Brain Research Bulletin*, *81*(4–5), 445–52. https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2009.12.003

Sarlo, M., Lotto, L., Rumiati, R., & Palomba, D. (2014). If it makes you feel bad, don't do it! Egoistic rather than altruistic empathy modulates neural and behavioral responses in moral dilemmas. *Physiology & behavior, 130*, 127-134. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.04.002.

Zhan, Y., Xiao, X., Tan, Q., & Zhong, Y. (2020). Influence of self-relevance on moral decision-making under reputational loss risk: An ERP study. *Chinese Science Bulletin, 65*(19), 1996-2009. https://doi.org/10.1360/TB-2019-0618

Zhang, L., Shao, Y., Liu, Z., Li, C., Chen, Y., & Zhou, Q. (2019). Decreased information replacement of working memory after sleep deprivation: evidence from an eventrelated potential study. Frontiers in neuroscience, 13, 408. https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00408.

Formation aux compétences non techniques des décideurs en situation opérationnelle : le cas des officiers de sapeurs-pompiers

Morgane Lacroix
Centre d'études et de recherche interdisciplinaire sur la sécurité civile, Ecole Nationale Supérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers
morgane.meunier@ensosp.fr

Catégorie de soumission : contribution courte

RÉSUMÉ

Cette communication présente un dispositif de formation pour les commandants des opérations de secours (COS), intégrant apprentissages cognitifs, compétences non techniques et régulation psychosociale. Inspiré du Crew Resource Management (CRM) et de la recherche-action en psychologie sociale du travail, le programme vise à développer la métacognition, renforcer les compétences non techniques et ajuster les représentations sociales du commandement. Les officiers participent à des simulations haute-fidélité suivies de débriefings par autoconfrontation, favorisant l'analyse réflexive des décisions et des dynamiques collectives. Les premiers résultats montrent une amélioration progressive de la mobilisation des compétences non techniques, un développement des capacités métacognitives et un déplacement des représentations traditionnelles du « bon commandant » vers une conception plus collective et partagée. L'approche psychosociale explicite les effets des normes sociales, de la légitimité perçue et des dynamiques d'équipe sur les décisions, permettant aux officiers de mieux réguler leurs conduites et interactions dans des situations critiques.

MOTS-CLÉS
Activités collectives et coordination distribuée ; formation et développement des compétences ; processus cognitifs et psychosociaux ; analyse et simulation de l'activité ; commandant des opérations de secours

1 INTRODUCTION

Dans des contextes opérationnels caractérisés par la dynamique des événements, l'incertitude et le risque (Antoine-Santoni et al., 2024), le commandement opérationnel des sapeurs-pompiers s'inscrit au cœur de transitions permanentes, entre rupture des repères initiaux et nécessité de reconstruire une coordination collective efficiente. Les commandants des opérations de secours (COS) évoluent ainsi dans des contextes instables où la performance décisionnelle conditionne directement la sécurité et l'efficacité des missions de secours (Klein, 1998). Cette activité de décision en situation critique engage simultanément des processus cognitifs, émotionnels et psychosociaux hautement exigeants.

2 CADRE THEORIQUE

À l'instar d'autres domaines à hauts risques, la lutte contre les incendies et les secours d'urgence sont confrontés à des vulnérabilités liées à l'erreur humaine (Blanchi & al., 2014), notamment aux biais cognitifs, heuristiques de jugement et limitations cognitives (e.g. surcharge cognitive) susceptibles d'altérer l'évaluation de la situation, l'anticipation des risques et la qualité des arbitrages opérationnels (Klein, Calderwood & Clinton-Cirocco, 2010 ; Tversky & Kahneman, 1974).

L'exercice du commandement ne se limite pas à une gestion technique des tâches : elle engage le sujet social (Rouquette, 1994) dans une position où la vie et la mort peuvent dépendre de ses décisions. Inséré dans des situations professionnelles impliquant une interdépendance des acteurs les décisions du COS sont continuellement exposées au regard des autres acteurs, générant de fortes attentes sociales en matière de maîtrise, de légitimité et de crédibilité professionnelle. Cette position de chef, fortement investie sur le plan identitaire, conduit les COS à réguler leurs conduites afin de préserver leur image sociale, leur légitimité et leur crédibilité perçue auprès des pairs, de la hiérarchie et des équipes opérationnelles (Goffman, 1959 ; Tajfel & Turner, 1979 ; Lacroix, 2019). Ces dynamiques de conformité normative, au sens de Deutsch et Gerard (1955), peuvent conduire à des comportements décisionnels sous-optimaux, tels que l'inhibition du recours à l'expertise collective ou le maintien d'une posture d'infaillibilité particulièrement dans un cadre valorisant l'invulnérabilité et le contrôle émotionnel (Lacroix, 2019).

Ces constats soulignent la nécessité de dépasser une approche purement cognitive de la prise de décision pour intégrer les déterminants psychosociaux du jugement en situation, notamment ceux liés à la légitimité sociale, aux représentations sociales du commandement et à la dynamique des groupes professionnels (Abric, 1994).

Cette perspective met en évidence que la performance opérationnelle ne repose pas exclusivement sur la maîtrise technique des procédures, mais mobilise un ensemble de compétences cognitives, sociales et de gestion personnelle que la littérature désigne sous le terme de compétences non techniques (*non-technical skills*, NTS). Formalisées dans les dispositifs *Crew Resource Management* (CRM), initialement développés dans l'aviation civile (Helmreich, Merritt & Wilhelm, 1999), les NTS regroupent l'adaptabilité, la conscience de situation partagée, la prise de décision, la coordination, la communication et le management d'équipe (Cannon-Bowers et al., 1995 ; Flin & O'Connor, 2008). Elles ne constituent pas de simples auxiliaires de l'action technique : elles en structurent la régulation collective et médiatisent les dynamiques de groupe (conformité, influence sociale, gestion des impressions) susceptibles d'altérer le jugement opérationnel en situation de forte pression normative.

Des travaux internationaux ont documenté le transfert du modèle CRM vers les services d'incendie et de secours (International Association of Fire Chiefs, 2003 ; Owen, 2014). En France, Rogalski (1994, 1995) a mis en évidence le rôle structurant des compétences coopératives dans le commandement opérationnel des sapeurs-pompiers.

La présente recherche-action, conduite à l'ENSOSP, vise à concevoir et évaluer un dispositif de formation initiale au commandement articulant trois leviers complémentaires : le développement de la métacognition opérationnelle, le renforcement des compétences non techniques et l'ajustement des représentations sociales du commandement.

3 HYPOTHESE

Nous formulons l'hypothèse que le dispositif intégré, confrontant les officiers à des situations mobilisant simultanément les dimensions cognitives et psychosociales favorise :

H1 – Développement des compétences non techniques : le dispositif améliore leur mobilisation stratégique, se traduisant par une progression de la performance décisionnelle et une diminution des erreurs en situation critique.

H2 – Renforcement des capacités métacognitives : l'exposition répétée à des scénarios complexes améliore la détection et la régulation des biais cognitifs et des influences psychosociales sur le jugement, conduisant à des décisions plus fiables et contextuellement adaptées.

H3 – Ajustement des représentations sociales et préservation de la crédibilité : en confrontant les participants à des situations combinant contraintes opérationnelles et pressions sociales, le dispositif permet de moduler leurs conduites pour concilier efficacité opérationnelle et maintien de la légitimité perçue.

4 METHODOLOGIE

Le dispositif est déployé depuis 2015 auprès d'environ 1000 officiers stagiaires en formation initiale au commandement opérationnel de niveau chef de site (durée : 4 semaines). Il a été évalué dans le cadre d'une étude pilote mobilisant une méthodologie mixte à dominante qualitative.

4.1 Objectifs opérationnalisables du dispositif de formation pour les commandants d'opérations de secours à l'école nationale supérieure des officiers de sapeurs-pompiers (Ensosp)

- Développer la métacognition opérationnelle des officiers, en favorisant la capacité à détecter en temps réel l'influence des biais cognitifs, des heuristiques et des processus psychosociaux (normes socio-professionnelles, représentations sociales du commandement) sur leurs décisions.
- Renforcer les compétences non techniques par une approche réflexive et expérientielle, en consolidant leur rôle comme ressources stratégiques pour la performance et la sécurité collective.
- Favoriser l'évolution des représentations sociales du commandement, en intégrant explicitement la dimension collective et en dépassant le paradigme traditionnel de l'invulnérabilité et de la solitude du chef, pour soutenir des pratiques décisionnelles adaptatives et partagées.

4.2 Description du dispositif

Le dispositif repose sur un programme de formation modulaire, structuré en trois phases complémentaires, inspirées des travaux de Salas et Cannon-Bowers (2001) sur le développement des compétences collectives.

4.2.1 Phase 1 – Compréhension théorique

Cette phase correspond à une séquence formative dédiée à l'analyse du fonctionnement cognitif et psychosocial du commandant des opérations de secours (COS). À partir de situations issues de leur propre expérience opérationnelle, les officiers sont engagés dans un travail d'explicitation, accompagné par un formateur expert en facteurs organisationnels et humains (FOH). Ce dispositif d'analyse vise à rendre visibles les mécanismes décisionnels mobilisés en situation (e.g. processus décisionnels, biais cognitifs, limites cognitives), ainsi que l'influence des normes socio-professionnelles et des représentations sociales du commandement sur les pratiques effectives.

Au-delà de l'identification de ces déterminants, cette séquence permet d'amener les participants à prendre conscience des enjeux stratégiques associés aux compétences non techniques. Celles-ci sont appréhendées non comme des dimensions périphériques de l'action, mais comme des ressources structurantes pour la régulation collective, la fiabilité décisionnelle et la sécurité des opérations.

4.2.2 Phase 2 – Simulations opérationnelles haute-fidélité

Les stagiaires participent à des scénarios complexes de gestion d'opérations de secours, reproduisant des conditions réelles d'incertitude, de pression temporelle et de coordination collective. Ces simulations permettent l'activation simultanée des compétences techniques, non techniques et métacognitives dans un environnement contrôlé.

Ils sont observés et évalués à partir d'une grille d'observation des compétences non techniques par des experts « Facteurs Organisationnels et Humains » acculturés au milieu sapeurs-pompiers.

4.2.3 Phase 3 – Débriefings par autoconfrontation simple

Sur la base de l'enregistrement vidéo des simulations, les officiers en position de COS sont guidés pour analyser de manière réflexive leurs décisions, les dynamiques collectives observées et l'influence des représentations sociales du commandement grâce à la méthode de l'autoconfrontation simple (Theureau & Jeffroy, 1994). Cette phase favorise la verbalisation structurée et le développement de la métacognition opérationnelle.

5 RESULTATS

Les résultats présentés sont issus d'une analyse qualitative exploratoire portant sur des données hétérogènes : grilles d'observation comportementale renseignées par les formateurs FOH, verbatim produits lors des séances d'autoconfrontation, et indicateurs de satisfaction des stagiaires. Leur caractère préliminaire impose une prudence interprétative, mais ils permettent d'identifier des tendances convergentes méritant d'être soumises à une évaluation systématisée.

Concernant le développement des compétences non techniques (H1), les données d'observation font état d'une progression des indicateurs ciblés : communication assertive, partage de la conscience de situation, recours explicite à la vérification croisée, à mesure des mises en situation professionnelles au cours du dispositif. Cette progression est cohérente avec les effets attendus d'un entraînement par simulation répétée (Salas & Cannon-Bowers, 2001), bien qu'elle ne puisse être attribuée causalement au dispositif en l'absence de groupe contrôle.

Concernant le renforcement métacognitif (H2), on observe une verbalisation accrue et plus différenciée des processus décisionnels lors des autoconfrontations. Les officiers articulent de manière croissante l'évolution de leurs conduites avec des déterminants identifiés tels que la surcharge informationnelle, la pression temporelle et les attentes du groupe, ce qui constitue un indicateur proximal du développement métacognitif (Flavell, 1979).

Concernant l'ajustement des représentations sociales (H3), des déplacements discursifs sont observés dans la manière dont les participants caractérisent le « bon commandant ». Le registre de la centralisation décisionnelle et de l'invulnérabilité laisse progressivement place à des formulations valorisant la co-construction des décisions, la sollicitation de l'équipe et la reconnaissance des limites cognitives individuelles. Ces déplacements suggèrent une réélaboration des représentations sociales du commandement. Ils restent toutefois à documenter par des instruments validés mesurant les représentations en amont et en aval du dispositif.

6 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

L'intégration explicite des dimensions cognitives et psychosociales dans la formation au commandement apparaît comme un levier prometteur pour la transformation des pratiques professionnelles. La recherche-action offre un cadre heuristique pertinent, permettant d'articuler production scientifique et ingénierie formative.

Trois axes structurent les développements à venir : la systématisation de l'évaluation selon le modèle de Kirkpatrick, la validation psychométrique de l'échelle d'observation des compétences non techniques adaptée au commandement opérationnel, et la formalisation d'indicateurs objectivés de performance décisionnelle en simulation. L'objectif est de faire évoluer le dispositif vers un modèle répondant aux standards scientifiques en psychologie sociale du travail, garantissant sa rigueur et sa transférabilité.

7 BIBLIOGRAPHIE

Abric, J.-C. (1994). *Pratiques sociales et représentations*. Presses Universitaires de France.

Antoine-Santoni, F., Rossi, J.-L., Devichi, C., Syssau, A., Ortoli, P.-M., et al. (2024). CP2DIMG: An innovative research program aimed at preparing firefighters and police officers to manage emotions and stress in operational contexts. *Fire*, *7*(6), 188. https://doi.org/10.3390/fire7060188

Blanchi, R., Leonard, J. E., Haynes, K., Opie, K., James, M., & Dimer de Oliveira, F. (2014). *Environmental circumstances surrounding bushfire fatalities in Australia 1901–2011. Environmental Science & Policy, 37*, 192–203. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.09.013

Cannon-Bowers, J. A., & Salas, E. (1995). Making decisions under stress: Implications for individual and team training. American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/10172-000

Deutsch, M., & Gerard, H. B. (1955). A study of normative and informational social influences upon individual judgment. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, *51*(3), 629–636. https://doi.org/10.1037/h0046408

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, *34*(10), 906–911. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906

Flin, R.H., O'Connor, P., & Crichton, M.T. (2008). Safety at the sharp end: A guide to non-technical skills. Aldershot, UK: Ashgate.

Goffman, E. (1959). *The presentation of self in everyday life*. Doubleday.

Helmreich, R. L., Merritt, A. C., & Wilhelm, J. A. (1999). The evolution of crew resource management training in commercial aviation. *International Journal of Aviation Psychology*, *9*(1), 19–32. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0901_2

International Association of Fire Chiefs. (2003). *Crew Resource Management: a positive change for the fire service* (3rd ed.). International Association of Fire Chiefs.

Klein, G. (1998). Sources of power: *How people make decisions*. MIT Press.

Klein, G., Calderwood, R., & Clinton-Cirocco, A. (2010). Rapid decision making on the fire ground: The original study plus a postscript. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 4*(3), 186–209. https://doi.org/10.1518/155534310X12844000801203

Lacroix, M. (2019). Des pratiques professionnelles à la formation : Approche psychosociale contextualisée et rôle des représentations sociales dans la prise de décision des officiers de sapeurs-pompiers en opération (Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université).

Owen, C. (2014). *Human factors challenges in emergency management: Enhancing individual and team performance in fire and emergency services.* Ashgate Publishing / CRC Press.

Rogalski, J. (1994). Formation aux activités collectives. Le Travail Humain, 57(4), 425–443.

Rouquette, M.-L. (1994). *Sur la connaissance des masses : Essai de psychologie politique*. Presses Universitaires de Grenoble.

Salas, E., & Cannon-Bowers, J. A. (2001). The science of training: A decade of progress. Annual Review of Psychology, 52, 471–499. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.471

Theureau, J., & Jeffroy, D. (1994). *Ergonomie des situations informatisées : La conception centrée sur le cours d'action.* Octarès.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 185(4157), 1124–1131. https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124

Analyse de la zone proximale de développement des sapeurs-pompiers formateurs dans le cadre d'une recherche-intervention visant la conception de ressources pédagogiques adaptées

Gaël Hajczak
Université de Lorraine, 2LPN (Laboratoire Lorrain de Psychologie et Neurosciences de la dynamique des comportements), 54000 Nancy
gael.hajczak@univ-lorraine.fr

Valérie Saint-Dizier de Almeida
Université de Lorraine, 2LPN (Laboratoire Lorrain de Psychologie et Neurosciences de la dynamique des comportements), 54000 Nancy
valerie.saint-dizier@univ-lorraine.fr

Estelle Michinov
Université de Rennes, LP3C (Laboratoire de Psychologie : Cognition, Comportement, Communication), 35000 Rennes (France),
estelle.michinov@univ-rennes2.fr

RÉSUMÉ

Les sapeurs-pompiers font face à un haut niveau de risque et d'incertitude dans le cadre de leur activité professionnelle. Pour les préparer, une formation par simulation en milieu vicié (ex : plancher et/ou plafond effondrés) a vu le jour en Moselle. Dans ce cadre, les pompiers sont formés par la pratique (entraînements et simulation) et les débriefings, aux compétences techniques et à certaines compétences non-techniques. L'enjeu est de compléter leur formation par le traitement des compétences non-techniques non encore couvertes, en l'occurrence : la gestion du stress, la gestion de la fatigue et la conscience de la situation. L'article présente le processus d'investigation mis en place pour répondre à cette demande. La première étape était d'identifier la zone proximale de développement des formateurs ; la deuxième visait le développement de ressources complémentaires de formation adaptées à leur profil et la troisième évaluait l'impact de cet ajout de ressources sur la qualité perçue de la formation. Ce projet est financé par la Chaire Behaviour de l'Université de Lorraine.

MOTS-CLÉS
Formation, Zone Proximale de Développement, situations à risque, Compétences Non-Techniques, simulation.

1 INTRODUCTION

L'étude s'inscrit dans le cadre d'une recherche interventionnelle au sein du SDIS 57 (Service Départemental d'Incendie et de Secours de Moselle) à la demande des formateurs et de leur hiérarchie (état-major). Cette thèse est financée par la Chaire Behaviour de l'Université de Lorraine. Elle propose un cadre de développement des ressources formatives visant à compléter les formations existantes mobilisant briefing, mise en pratique et débriefing. L'intervention vise le développement de ressources complémentaires utilisables par des Sapeurs-Pompiers (SP) formateurs. Ils souhaitent disposer de ressources pour former à trois catégories de Compétences Non-Techniques (CNT) : conscience de la situation, gestion du stress et gestion de la fatigue. Cet objectif a conduit à proposer une démarche et des méthodes pour investiguer la Zone Proximale de Développement (ZPD) des formateurs.

Ainsi, l'enjeu de cette étude est de :

1) mieux comprendre comment les formateurs se saisissent des classifications des CT (Compétences Techniques) et CNT dans le cadre des formations, avec quelles ressources (guides, fiches, vidéos, etc.) et comment les connaissances sont partagées afin de diagnostiquer leur ZPD ?
2) capitaliser des ressources permettant de détailler les CNT ciblées par les SP et les adapter aux formateurs via un processus itératif.
3) évaluer l'impact de l'introduction des ressources complémentaires sur la qualité de la formation perçue par les stagiaires et les formateurs.

La première partie traite le cadre théorique, la deuxième la méthodologie de recueil et de traitement des données, la troisième les résultats obtenus qui sont ensuite discutés.

2 CADRE THÉORIQUE

Dans le domaine de la formation, on peut s'intéresser aux processus et mécanismes d'apprentissage chez les apprenants et aux processus de transmission des connaissances chez les enseignants/formateurs. Dans l'étude présente, nous nous sommes intéressés au processus de formation mobilisé par les formateurs SP lors de séances de briefing et de débriefing dans le cadre d'une formation par la pratique.

Selon le modèle de Vygotsky (1978) de la ZPD, un apprenant doit être accompagné dans son apprentissage pour progresser au mieux. Les représentations disponibles montrent trois zones : une zone d'autonomie de l'apprenant centrée (aucune aide nécessaire, ennui possible), une zone plus large où le progrès est possible avec l'aide de l'enseignant, une zone inatteignable complétement décentrée. Le principe : l'aide apportée par le formateur permettra à l'apprenant de progresser vers la zone extérieure inatteignable au départ. Ainsi, les ressources utilisées par les formateurs (fiches outils, vidéos, référentiel, etc.) pour aider les SP à mieux se coordonner et s'adapter à des environnements stressants et instables (Salas et al., 2007) décrivent cette ZPD.

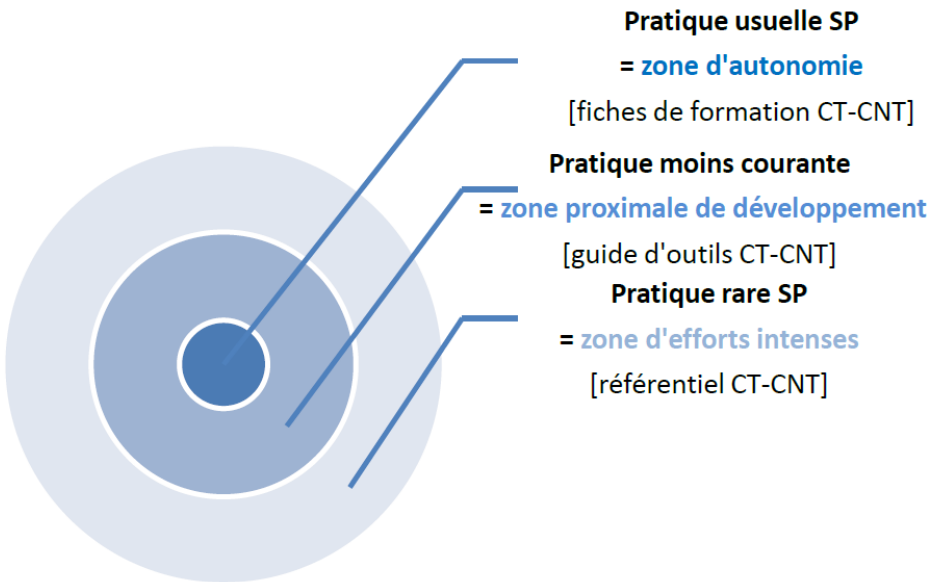


Figure 1 : Modèle de la ZPD des SP formateurs adapté de Vygotsky permettant un apprentissage progressif et de plus en plus complexe par les ressources CT-CNT

Rogalski et Robert (2015) avaient déjà initié l'étude de la ZPD auprès d'enseignants plutôt que de mettre la focale uniquement sur les apprenants. Dans le cadre de la présente étude, nous proposons une application de ce modèle de ZPD sur les formateurs SP. Ils sont à la fois SP de métier et assurent en parallèle des activités de formation à l'attention des stagiaires SP. Ils apportent donc une expertise tout à fait originale où le partage d'expérience, les savoirs et les gestes se rencontrent. Contrairement aux auteurs précédents, nous n'avons pas limité les savoirs à faire émerger, nous cherchions à les faire

apparaitre progressivement en articulant les ressources d'une manière qui convienne aux SP formateurs. Ces ressources s'inscrivent au sein d'une formation aux gestes techniques qui prend la forme d'une simulation exploitant un parcours complexe d'obstacles dans une structure métallique suivie d'un débriefing. Les stagiaires passent la simulation en binômes. Les formateurs les guident et les sortent du simulateur si besoin. Ils mobilisent, avant même notre intervention, quelques fiches dont des guides techniques SP. Le guide et le référentiel interne de formation n'existaient pas. Notre modèle de la ZPD adapté aux formateurs SP inclue les ressources en considérant 3 niveaux progressifs - le dernier est inatteignable si les SP ne parviennent pas à se saisir des deux premiers niveaux de connaissance (fiches puis guide de ressources CT-CNT avant de se former avec le référentiel) :

Ici, la zone d'autonomie correspond à la pratique actuelle des SP formateurs où ils mobilisent plusieurs fiches techniques en formation et se disaient prêts à essayer d'utiliser des fiches incluant les trois catégories de CNT. Les fiches sont rapides à lire, mobiles, interchangeables ou indépendantes, elles concrétisent un point précis à apprendre ou revoir. En revanche, c'est une ressource partielle. La ZPD correspond à leur pratique moins courante mais reconnue dans le domaine SP de se référer à des guides techniques dont certains tendent à montrer l'importance des CNT sans les nommer. Nous avons intégré à ce niveau une plus grande diversité de ressources en incluant des verbalisations montrant la mobilisation qu'ils font des CT-CNT lors des briefings et débriefings, des recommandations de la littérature sur la conduite de briefing et débriefing, des explications sur leur style de pédagogie… Enfin, la pratique rare chez les SP est d'aller consulter des référentiels de formation. En effet, il n'y a pas toujours de référentiel formalisé pour chaque formation et c'est le cas ici. Pour dépasser cette limite nous avons formalisé l'ensemble des contenus en nous basant sur le format des guides qu'ils consultent. Le but étant que les formateurs SP soient autonomes une fois l'étude finie : les ressources leur permettent de se former sans chercheur et ils peuvent amender les ressources grâce au formalisme adapté à leur profession. Nous utilisons l'étayage (Bruner, 1983) : en interagissant avec les formateurs, en leur laissant interagir seuls avec les ressources, puis en désétayant (interagir de moins en moins souvent), nous permettons une autonomisation. L'étayage est ainsi lié à la ZPD.

En ergonomie de la formation, analyser les situations de travail permet de développer les compétences et la sécurité (Delgoulet et al., 2013). Notre étude n'a pas accès à ce terrain opérationnel. Ce qui n'est pas si limitant puisque l'analyse des situations types et l'outillage des formateurs suffisent au développement des compétences (Boccara et al., 2014 ; Delgoulet et al., 2024). En revanche, il faut veiller à ce que les apprenants et les formateurs fassent d'eux-mêmes les liens avec l'activité réelle (Delgoulet, 2001). D'autres études en ergonomie mettent en évidence que classiquement les formateurs ont à disposition des classifications de CT et de CNT (Hayes et al., 2021 ; Schmutz et al., 2019). Les CT renvoie aux tâches et gestes métiers à proprement parler. Les CNT viennent compléter socialement, cognitivement et personnellement l'activité de travail pour amener une plus grande performance et sureté (Flin et al., 2008). Chez les SP, par exemple la CT « Identifier les risques » (RNAC SPP, Ministère de l'Intérieur, 2022) est associée à la CNT « Conscience de la Situation » qui est nécessaire notamment pour repérer les dangers et guider l'action en conséquence. D'ailleurs certaines CT-CNT sont traitées conjointement dans des référentiels (ex : compétence « gestion de la tâche » chez les infirmières instrumentistes, Bracq Reminiac-Houssais, 2020). Les formations ciblent généralement des CNT jugées pertinentes relativement au domaine professionnel plutôt qu'un traitement complet des 7 catégories de CNT identifiées par Flin et ses collaborateurs (2008) en l'occurrence : la conscience de la situation, la prise de décision, la communication, le travail en équipe, le leadership, la gestion du stress et la gestion de la fatigue. Ce référentiel CNT reconnu doit être adapté à l'activité collective ciblée et rendre compte de ses spécificités -par exemple, HELINOTS-SAR sur des conducteurs d'hélicoptères de sauvetage-repérage et HELINOTS-O pour du transport commercial (Hamlet et al*.,* 2023). Aussi, certains auteurs ont mesuré une corrélation importante entre CT et CNT (dans 50% à 90% des tâches chez des aviateurs militaires en opération, Tsifetakis & Kontogiannis, 2019), les CNT pourraient donc faire plus que simplement complémenter les CT pour mieux agir (au sens de la définition de Flin et al., 2008). Enfin, l'articulation de ce qui relève spécifiquement des CT ou des CNT reste complexe, même avec l'appui de formateurs validant les classifications (Delmas, 2019). Notre étude aide les formateurs à identifier et s'approprier collectivement cette articulation par des

ressources basées sur leurs pratiques.

3 MÉTHODE

3.1 Site étudié et participants

La formation existante mobilise une mise en pratique exploitant une structure métallique entièrement modulable par les formateurs. Ceux-ci peuvent augmenter ou réduire la difficulté en temps réel, voire extraire un SP qui serait en situation de stress aigu ou difficulté technique dangereuse (ex : Appareil Respiratoire Individuel qui colle au visage privant le SP d'oxygène). Avant la phase pratique a lieu un briefing et juste après un débriefing incluant le collectif des stagiaires et généralement 2 à 3 formateurs SP. La formation cible des CT nécessaires au sauvetage et à l'auto sauvetage en milieu vicié.

Les formations se déroulent sur une demi-journée pour les SP professionnels et volontaires déjà en activité (équipiers, chef d'équipe, chef d'agrès…) ou sur 3 jours pour les futurs SP à former. Les briefings et débriefings étaient conduits à minima par deux formateurs, et suivis par un groupe d'une dizaine (professionnels ou volontaires) ou vingtaine de stagiaires (futurs SP).

3.2 Méthodologie pour identifier la ZPD des formateurs

Une première étude (diagnostic de formation) a consisté à étudier un corpus de données issus de 16 jours de formation (28 formateurs + 112 stagiaires). Ensuite, nous avons formalisés des ressources CT-CNT en nous basant sur 5 autres jours de formation (13 formateurs et 37 stagiaires) et en exploitant deux entretiens mobilisant un objet intermédiaire conduits auprès de responsables hiérarchiques et opérationnels. Nous avons confronté dans une seconde étude (évaluation des changements) les résultats à ceux récoltés sur 3 autres jours de formation (6 formateurs + 17 stagiaires).

Les verbalisations issues du briefing et des débriefings ont été enregistrées et on fait l'objet de plusieurs formes d'analyse : analyse structuro-fonctionnelle (Roulet et al., 1991), analyse inductivo-déductive (Rogalski, 1998), une analyse textométrique avec le logiciel IRAMUTEQ. Ce cadre d'analyse est également mobilisé pour diagnostiquer les pratiques des formateurs SP. Aussi, une grille issue de la littérature a été mobilisée et adaptée aux formateurs SP (Kolbe et al., 2023) afin de mettre en exergue s'ils suivaient les attendus comportementaux dans le cadre de briefings et débriefings de formation par la simulation. Cela a été le cas hormis pour les comportements d'organisation car ceux-ci contraignent la flexibilité que les formateurs souhaitent pour compléter les propos des stagiaires SP. Ces résultats ont montré la nécessité de prendre en compte le niveau moteur dans les formats d'analyse chez les SP que nous incluons dans la grille d'analyse CT-CNT - le fait de mimer une technique est présent dans toutes les sessions de formation pour s'approprier une technique (Samurçay & Rogalski, 1992). Les deux autres niveaux sont : le niveau Conceptuel qui fournit des explications pour comprendre les techniques et phénomènes dans leur ensemble (Anderson, 1982). Le niveau Procédural englobe les manières de faire, les contre exemples ou erreurs issues des RETEX.

3.3 Méthodologie de création des ressources

Nous nous inspirons du champ de la didactique professionnelle qui promeut un enrichissement pédagogique plus ancré dans la pratique et validé par les professionnels. Un effet formatif des débriefings passe alors également par l'étude des verbalisations et en effectuant des retours sur terrain pour valider ses analyses en coopération avec les professionnels (Pastré, 2005 ; Vinatier, 2012).

Plus précisément, nous avons effectué deux entretiens pour valider les ressources mises en évidence sur la base de l'étude de 5 jours de formation. Ces deux entretiens se structuraient autour d'une présentation des prototypes de ressources auprès de responsables de la formation. À ces occasions nous avons demandé l'avis des formateurs et des stagiaires de formation sur les ressources. Nous leur avons également fait remplir un court questionnaire de satisfaction (adapté de Caron & Heutte, 2017) lors des sessions de formation et par mail.

3.4 Méthodologie de mesure des changements induits par les ressources

Nous avons observé et enregistré sur 3 jours de sessions de formation l'utilisation des ressources finalisées (fiches et guide CT-CNT). Le briefing et trois débriefings sont évalués par le questionnaire d'évaluation des debriefings (DASH adapté de Policard, 2015).

4 RÉSULTATS

4.1 La ZPD des formateurs

L'analyse structuro fonctionnelle montre une récurrence de phases quel que soit le formateur pour ces formations SP (narration du scénario, performance de l'équipe, technique d'évacuation, difficultés de parcours, consignes d'atelier, rappels d'acronyme) mais quelques nouvelles phases ont émergé suite à l'introduction des ressources : montée du stress, préparation mentale opérationnelle, analyser les situations.

L'analyse préalable à l'intervention avait mis en évidence que les formateurs cadrent peu les briefings et débriefings en termes d'objectifs toutefois ils présentent de manière systématique la simulation et notions nécessaires pour que les stagiaires SP soient prêts face aux exigences du simulateurs. Quelques différences subsistaient entre les formateurs sur la mobilisation plus fréquente de l'expérience personnelle vécue ou de cas vus en RETEX (retours d'expérience). Tous permettaient aux stagiaires d'apporter des éléments en briefings/ débriefings et les y encourageaient (étayage).

L'analyse par notre grille CT-CNT mobilisant les niveaux conceptuel, procédural et moteur de l'activité des stagiaires et formateurs SP en briefing-débriefing révèle que tous mobilisent des CT et CNT (avant l'introduction des ressources). Cependant là où les stagiaires abordent autant les CNT que les CT, les formateurs en revanche parlent 3 fois plus de CT (fréquences produites sur les occurrences totales). Le niveau procédural est plus mobilisé sur les CT, le niveau moteur est davantage mobilisé sur les CNT. Quelques connaissances sont déjà présentes sur les CNT gestion du stress (par exemple, au niveau conceptuel le bruit comme stresseur ; au niveau procédural comment faire baisser son stress lors du passage d'un obstacle ; au niveau moteur mettre en place une technique des gestion d'air) et la conscience de la situation (par exemple, au niveau conceptuel comment percevoir et analyser une situation pour anticiper l'évolution d'une situation ; au niveau procédural mettre sa balise sonore pour se faire repérer ; au niveau moteur adapter les règles si la procédure était inadaptée à la situation). Nous devions principalement renforcer les niveaux conceptuels et moteurs dont les formateurs n'étaient pas pleinement conscients de la richesse lors de leurs activités de formation.

4.2 Ressources CT-CNT validées et déployées en formation

Comme énoncé sur le schéma du modèle ZPD des formateurs, nous avons créé 3 livrables CT-CNT (fiches, guide outils puis référentiel CT-CNT). Lors des journées sur le terrain, plusieurs retours des acteurs nous ont signalé une appropriation des contenus : questions visant à confirmer la bonne compréhension des contenus, blagues portant sur des connaissances, guide d'outils CT-CNT mélangé avec le guide technique d'un autre département, connaissances évoquées lors de retour de pratiques en briefings et débriefings. De plus, le questionnaire de satisfaction a montré (N=5 formateurs, N= 17 stagiaires) que le contenu des fiches de formation était perçu comme assez bien accepté, utile, facile d'utilisation et ne contraignant pas la pratique par son usage (Tableau 1). En revanche, une réserve demeure du côté des formateurs sur l'utilité dans le cadre de l'apprentissage du stagiaire. Il leur est recommandé de contextualiser ces ressources et de ne pas les communiquer sans explication supplémentaire.

Tableau 1. Évaluation de la satisfaction des formateurs et stagiaires SP sur les ressources CT-CNT

Dimensions	Formateurs (N=5)	Stagiaires (N=17)
Utilité générale de l'outil	4.93 (σ 1.01)	5.31 (σ 0.98)
Utilité pour le formateur	5.1 (σ 0.99)	5.27 (σ 1.10)
Injonction à utiliser l'outil	2.67 (σ 1.37)	3 (σ 1.53)
Utilisabilité	4.43 (σ 0.86)	5.35 (σ 1.16)
Utilité pour le stagiaire	Non évalué	5.09 (σ 1.31)

Échelle de Likert en 7 points : 1=pas du tout d'accord, 7=tout à fait d'accord, σ=écarts types, N=population

4.3 Évaluation quantitative de la qualité de briefing et débriefing de formation induits par les ressources CT-CNT

Le questionnaire d'évaluation des debriefings (N=6 formateurs, N=17 stagiaires) révèle une évolution positive sur l'ensemble des dimensions montrant une augmentation de la qualité des briefings et débriefings. Par rapport à l'évaluation diagnostique (sans ressources CT-CNT), on constate que cette évolution est plus forte pour les formateurs qui avaient tendance à se dévaluer sur la qualité de conduite des briefings et débriefings. Avec l'apport des ressources (fiches et guide CT-CNT), cette différence se réduit (Tableau 2). Les ressources ont pu aider à adapter les pratiques des formateurs aux demandes des stagiaires et savoir comment continuer d'enrichir les contenus de formation à l'avenir.

Tableau 2. Évolution de la qualité des briefings et débriefings induite par les ressources CT-CNT chez les formateurs et les stagiaires

Évaluation diagnostique	**Évaluation des changements**
Formateurs (N=12) 5.041 (σ 0.183)	Formateurs (N=6) 5.833 (σ 0.825)
Stagiaires (N=42) 5.94 (σ 0.787)	Stagiaires (N=17) 6.46 (σ 0.694)

Échelle de Likert en 7 points, 1=extrêmement inefficace, 7=extrêmement efficace, σ=écarts types, N=population

4.4 Évaluation qualitative de la mobilisation des ressources CT-CNT en briefing et débriefing de formation

La grille CT-CNT que nous avons créée montre que les formateurs mobilisent désormais davantage les CNT qu'avant l'introduction des ressources CT-CNT. Précisément, ils parlaient 2,3 fois plus des CT que des CNT avant l'introduction des ressources et en parlent désormais seulement 1,3 fois plus (fréquences produites sur les occurrences totales). Les stagiaires face à ce mouvement se sont également mis à aborder davantage les CNT ciblées – leurs interventions traitant de ces CNT ont doublé. De manière précise, de nouveaux niveaux de connaissance sont apparus pour la CNT gestion de la fatigue qui ne comptait pas de connaissances conceptuelles ou procédurales, les formateurs et stagiaires restaient à constater un état de fatigue lors de l'intervention simulée. Toutefois, même si les connaissances sur la gestion de la fatigue se sont enrichies, cette CNT reste peu traitée comparée au CNT gestion du stress et conscience de la situation. L'étude des débriefings révèle également le traitement de CNT non ciblées par l'étude. Les CNT leadership, la prise de décision apparaissent mais de manière moindre que les CNT associées à la communication (plus comme moyen que comme

finalité). La CNT gestion du stress est désormais traitée tant par les stagiaires que les formateurs.

L'analyse structuro-fonctionnelle révèle de nouvelles phases suite à l'introduction des ressources : montée du stress, préparation mentale opérationnelle, analyser les situations.

L'analyse textométrique fait apparaître une nouvelle classe spécifique à la gestion d'air. D'apparence purement opérationnelle, ces mots sont la porte d'entrée classique des SP pour parler de gestion du stress et confirme donc le mouvement d'augmentation vers plus de CNT en briefings et débriefings de formation suite à l'introduction des ressources CT-CNT.

Enfin, nous choisissons ici de montrer puis commenter une des nombreuses verbalisations disponibles qui servent d'exemple de ressources sur comment les formateurs et leurs stagiaires de formation abordent les CNT en briefings et débriefings :

-Formateur 1 : « […] derrière, on parle de la réalimentation, le reconditionnement, alors, matériel et personnel. Personne, d'accord ? Ok. »

-Stagiaire 1 : « Je prends attention au sommeil. »

-Formateur 1 : « Le sommeil. »

-Stagiaire 1 : « Je le ressens de manière générale. »

-Formateur 1 : « Donc, on revient vraiment à une partie hygiène de vie, une partie connaissance, technicité, tout ça. D'accord ? »

-Stagiaire 1 : « Oui. »

Dans cet extrait qui illustre la mobilisation de nouvelles connaissances sur la CNT fatigue, un des formateurs et un des stagiaires présents lors du briefing de formation (2 formateurs et 19 stagiaires présents) échangent des stratégies pour récupérer. Il est particulièrement intéressant de remarquer que le stagiaire amène de lui-même la définition conceptuelle de la fatigue qui se concentre sur le sommeil et enchaîne sur un indicateur moteur de comment il détecte sa fatigue. Le formateur a quant à lui initié cet échange en précisant qu'on doit se reconditionner mentalement ce qui va au-delà d'une considération biologique de la fatigue en l'articulant vers la notion de stress.

5 DISCUSSION

Cette recherche interventionnelle avait pour objectif de créer des ressources pédagogiques didactiques complémentaires à un dispositif de formation existant, qui soient facilement appropriables par les formateurs et leur permettent de former aux compétences non-techniques suivantes : conscience de la situation, gestion du stress et gestion de la fatigue. Dans cette visée, un diagnostic de la pratique des formateurs a été effectué de façon notamment à identifier leur zone proximale de développement. Le diagnostic mobilise une étude documentaire pour identifier les ressources didactiques à leur disposition et leur format ; l'observation pour identifier leurs pratiques pédagogiques et les ressources qu'ils mobilisent en situation ; des questionnaires pour disposer d'évaluations de leur pratique par eux-mêmes et par les formés. La singularité de l'étude tant en psychologie/ergonomie qu'en sciences de l'éducation est d'avoir investigué la ZPD des formateurs et non celle des formés et d'avoir proposé un dispositif méthodologique pour ce type d'investigation.

Les résultats montrent une appropriation rapide des formateurs.

Des limites sont à évoquées sur ce travail :

- De faibles retours malgré la méthodologie de questionnaire en présentiel et par mail.
- Peu de propositions additionnelles ajoutées par les formateurs SP (hormis la préparation mentale dans la CNT stress et certaines techniques de gestion de la fatigue/ du stress).
- Notre étude a induit une mobilisation de ressources, certes libre, mais encouragée, conduisant les formateurs à adopter des comportements et donc réduire la valeur écologique de l'étude.
- Si l'appropriation des ressources par les formateurs SP a été présente dans notre étude, le maintien des comportements ne saurait se faire sans l'appui du service formation de l'état-major et la valorisation des ressources produites dans les formations futures.
- Les concepteurs sont plus investis que les autres formateurs pour s'approprier les

ressources. Toutefois, les échanges entre formateurs facilitent cette appropriation des contenus.

En dépit de ces limites, cette étude apporte un éclairage sur les méthodologies croisées à mobiliser pour co-construire avec les formateurs des ressources utiles et appropriées pour eux-mêmes et pour les apprenants. Les perspectives d'application à d'autres contextes professionnels sont possibles.

La posture de l'ergonome est contrainte : nous avons utilisé un processus itératif pour développer les ressources par manque de disponibilités des SP. Initialement des focus-groups avec objet intermédiaire étaient prévus pour confronter des points de vue et optimiser les retours.

6 BIBLIOGRAPHIE

Anderson, J. R. (1982). Acquisition of Cognitive Skills. *Psychological Review*, *89*, 369-406. https://doi.org/10.1037/0033-295X.89.4.369

Bracq Reminiac-Houssais, M.-S. (2020). Évaluation des compétences non-techniques des infirmières de bloc opératoire dans un environnement d'apprentissage virtuel et collaboratif [Thèse de doctorat, Université Rennes 2]. https://theses.hal.science/tel-02933512

Boccara, V., Vidal-Gomel, C., Rogalski, J., & Delhomme, P. (2014). *Concevoir des référentiels comme des outils pour les formateurs ? Réflexions à partir de la formation initiale à la conduite automobile.* In: *Les référentiels contre l'activité, en formation, gestion, certification* (p. 119− 132).

Bruner, J., S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. (1ère éd.). Paris, PUF.

Caron, P.-A., & Heutte, J. (2017, Juin). *Comprendre l'usage que les professeurs des écoles font des TNI et du numérique*. 8e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Strasbourg (France). pp.341-352. https://hal.science/hal-02544818v1

Delgoulet, C. (2001). La construction des liens entre situations de travail et situations d'apprentissage dans la formation professionnelle. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, *3- 2*. https://doi.org/10.4000/pistes.3718

Delgoulet, C., & Vidal-Gomel, C. (2013). *Le développement des compétences : une condition pour la construction de la santé et de la performance au travail*. In, P., Falzon (Ed), *Ergonomie constructive* (pp 1932), Paris : PUF.

Delgoulet, C., Vidal-Gomel, C., & Falzon, P. (2024). Chapitre 22. *Ergonomie, formation et développement.* In *Traité des sciences et des techniques de la Formation* (Vol. 5, p. 483− 499). Dunod. https://shs.cairn.info/traite-des-sciences-et-des-techniques-de-la-formation--9782100821457-page-483

Delmas, R. (2019). *Nature des compétences non techniques du leader médical à la prise en charge d'afflux massif de victimes : Une étude à partir du point de vue des formateurs.* [Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay]. https://theses.fr/2019SACLS024

Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). *Safety at the sharp end, a guide to nontechnical skills*. Farnham: Ashgate Publishing Limited.
https://ebrary.net/84433/computer_science/safety_at_the_sharp_end_a_guide_to_non-technical_skills

Hamlet, O. E. D., Irwin, A., Flin, R., & Sedlar, N. (2023). The development of the helicopter non-technical skills (HeliNOTS) behavioural marker systems. *Ergonomics*, *66*(12), 2232–2241. https://doi.org/10.1080/00140139.2023.2194591

Hayes, P., Bearman, C., Butler, P., & Owen, C. (2021). Non-technical skills for emergency incident management teams: A literature review. *Journal of Contingencies and Crisis Management, 29*(2), 185–203. https://doi.org/10.1111/1468-5973.12341

Kolbe, M., Grande, B., Lehmann-Willenbrock, N., & Seelandt, J. C. (2023). Helping healthcare teams to debrief effectively: Associations of debriefers' actions and participants' reflections during team debriefings. BMJ Quality & Safety, 32(3), 160 172. http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2021-014393

Ministère de l'Intérieur et des Outre-Mer (2022). *Référentiel National d'Activités et de Compétences de l'emploi opérationnel tenu par les sapeurs et caporaux de sapeur-pompier professionnel*. https://mobile.interieur.gouv.fr/Le-ministere/Securite-civile/Documentation-technique/Les-sapeurs-pompiers/La-formation-des-sapeurs-pompiers/Les-referentiels-de-formation-des-sapeurs-pompiers-professionnels-et-des-sapeurs-pompiers-volontaires/Formation-aux-emplois-operationnels-et-d-encadrement

Pastré, P. (2005). *Apprendre par la simulation (1ère éd.)*. Octarès.

Policard, F. (2015). Optimiser le débriefing d'une séance de simulation en santé. *Soins Cadres*, *94*, 51-54.

http://dx.doi.org/10.1016/j.scad.2015.03.010
Rogalski, J. (1998). *Concepts et méthodes d'analyse des processus de coopération dans la gestion collective d'environnements dynamiques*. In Kostulski K., & Trognon, A., (Eds.), *Communications interactives dans les groupes de travail* (pp. 27–58). Presses Universitaires de Nancy.
Rogalski, J., & Robert, A. (2015). *De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs Le cas de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire*. In *Analyse du travail et formation dans les métiers de l'éducation* (p. 93− 113). De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.lussi.2015.01.0093
Roulet, E. (1991). Vers une approche modulaire de l'analyse du discours. *Cahiers de linguistique française, 12*, 53-81. https://www.unige.ch/clf/fichiers/pdf/02-Roulet_nclf12.pdf
Samurçay, R., & Rogalski, J. (1992). Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques : concepts et méthodes. *Éducation Permanente, 111*, 227-242. https://www.researchgate.net/publication/292032626_Formation_aux_activites_de_gestion_d'environnements_dynamiques_Concepts_et_methodes
Salas, E., Nichols, D. R., & Driskell, J. E. (2007). Testing three team training strategies in intact teams: A meta-analysis. *Small Group Research, 38*(4), 471–488. https://doi.org/10.1177/1046496407304332
Schmutz, J. B., Meier, L. L., & Manser, T. (2019). How effective is teamwork really? The relationship between teamwork and performance in healthcare teams: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, *9*(9), e028280. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028280
Tsifetakis, E., & Kontogiannis, T. (2019). Evaluating non-technical skills and mission essential competencies of pilots in military aviation environments. *Ergonomics*, *62*(2), 204–218. https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1332393
Vinatier, I. (2012). PASTRÉ Pierre. La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes. *Revue française de pédagogie*. (179), 138-141. https://doi.org/10.4000/rfp.3730
Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press
.

SYMPOSIUM #5 :

APPROCHES SYSTÉMIQUES POUR SOUTENIR LES TRANSITIONS ARTICULER ACTIVITÉS, SYSTÈMES SOCIO-TECHNIQUES ET MILIEUX POUR ACCOMPAGNER DES TRANSFORMATIONS SOUTENABLES

Approches systémiques pour soutenir les transitions : articuler activités, systèmes socio-techniques et milieux pour accompagner des transformations soutenables

Organisatrices : Commission Concevoir pour le Développement durable d'ARPEGE

Julie Lassalle, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Centre de recherche
Rue Saint Maudé
56 100 Lorient
julie.lassalle@univ-ubs.fr

Chloé Le Bail, Université Paris-Saclay, LISN, CNRS
Bâtiment 507, Rue du Belvédère
91400 Orsay
chloe.le-bail@universite-paris-saclay.fr

Leïla Boudra, Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe (UR 349)
2 rue de la Liberté
93526 Saint-Denis cedex
leila.boudra@univ-paris8.fr

Marie Chizallet, Université Paris Cité and Univ Gustave Eiffel, LaPEA
71, avenue Édouard Vaillant
92774 - Boulogne-Billancourt Cedex
marie.chizallet@u-paris.fr

Magali Prost, Université de Brest, UFR FSSE, CREAD,
20 av. Le Gorgeu,
29200 Brest
magali.prost@univ-brest.fr

Ce symposium s'inscrit dans la continuité d'un cycle de journées d'étude et de séminaires mené depuis 2023 au sein de la commission *« Concevoir pour le Développement Durable » (CCDD)* de l'association ARPEGE. À travers des journées de visite de terrain et rencontres d'acteurs (i.e., filière pêche à Lorient, CAE Copilote à Besançon), des séminaires et ateliers collectifs (Besançon, Paris, Lorient) ainsi que des webinaires, ce cycle a permis de mettre en discussion différentes approches systémiques pour penser les enjeux de développement durable en articulation avec les visées compréhensives et transformatrices de l'ergonomie. Parmi les cadres mobilisés figurent les modèles du système d'activité (Engeström, 2000; Engeström & Sannino, 2020), le modèle Sustainable System of Systems (Thatcher & Yeow, 2016), les schémas multi-carrés (Van Belleghem, 2017), les différentes théories des systèmes, la théorie du Donut (Raworth & Bury, 2018), les analyses de chaînes de valeur, etc.

Dans un contexte où les enjeux environnementaux, sociaux et économiques apparaissent de plus en plus interdépendants, les approches systémiques suscitent un intérêt croissant. Elles permettent en effet de dépasser une lecture fragmentée des problèmes pour prendre en compte les multiples interactions qui relient le travail, les organisations, les technologies, les politiques publiques et les écosystèmes. Cependant, derrière l'usage fréquent du terme « systémique », les modèles mobilisés restent variés, parfois difficilement comparables et peuvent reposer sur des hypothèses différentes concernant ce qu'est un système, ce qui doit être observé et les leviers d'interventions envisageables.

L'objectif de ce symposium est de rassembler des chercheur·es et praticien·nes qui travaillent sur les questions de transitions à partir d'approches systémiques – c'est-à-dire tenant ensemble activités humaines, instruments, milieux, institutions et enjeux de soutenabilité – afin d'ouvrir un espace de confrontation, de clarification et de mise en dialogue de ces perspectives. Une attention particulière sera portée à la manière dont ces approches permettent d'articuler les enjeux de santé au travail, de santé environnementale, de durabilité et de transformation des organisations. Les contributions montreront comment les approches systémiques permettent d'identifier les tensions, contradictions et interdépendances qui structurent les systèmes d'activité, mais aussi les ressources susceptibles de soutenir des trajectoires de transformation plus soutenables.

Un autre enjeu important concerne les questions méthodologiques et épistémologiques associées au « passage au systémique ». Le symposium interrogera notamment les conditions qui permettent de qualifier une approche de systémique : prise en compte de plusieurs niveaux d'analyse, de multiples acteurs, de temporalités longues et de dimensions territoriales. Cinq contributions alimenteront ces discussions.

La première communication, portée par Julie Lassalle, Chloé Le Bail, Magali Prost, Marie Chizallet et Leïla Boudra, présente les résultats d'un cycle d'ateliers consacré aux modèles systémiques mobilisés en ergonomie dans les contextes de développement durable. Les autrices proposent une grille d'analyse destinée à éclairer le choix des modèles selon leurs caractéristiques, leurs finalités et leurs contextes d'usage. Cette contribution vise à fournir un outil d'aide à la décision pour les chercheur·es et praticien·nes confrontés à la diversité des approches existantes.

La deuxième communication, proposée par Loïck Simon et Emilie Poirson, s'intéresse aux liens entre démarche Low-Tech et analyse de l'activité. Elle défend l'idée que la conception Low-Tech, souvent centrée sur la sobriété et la durabilité des artefacts, gagnerait à intégrer plus explicitement les méthodes issues de l'ergonomie et de l'analyse des systèmes. Les auteurs mettent notamment en avant les apports du Cognitive Work Analysis pour structurer les différentes étapes de conception.

La troisième communication, portée par Thibault Kerivel, Magali Prost et Chloé Trividic, propose une méthodologie originale pour analyser les trajectoires de professionnels engagés dans des démarches de durabilité. À partir de deux terrains distincts – l'intégration des enjeux de durabilité dans l'enseignement supérieur et l'accompagnement de transitions agroécologiques – les auteurs montrent l'intérêt d'une approche systémique, longitudinale et multi-niveaux pour comprendre les dynamiques de changement.

La quatrième communication, présentée par Vincent Grosjean, Émilie Dufour et Christine Jeoffrion, interroge les liens entre santé au travail et transition socio-écologique. Les auteurs défendent l'idée que ces deux enjeux relèvent de problématiques étroitement liées et nécessitent une analyse conjointe de l'activité, de l'organisation et des modes de gouvernance. À partir d'un cas d'entreprise, la contribution montre comment certaines caractéristiques de gouvernance peuvent constituer des causes profondes affectant simultanément les conditions de travail et la durabilité des activités.

Enfin, **la cinquième communication**, proposée par Julien Guibourdenche, Myriam Fréjus et Samuel Thiriot s'intéresse aux activités de développement des Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET). En s'appuyant sur des travaux de recherche et sur la littérature existante, les auteurs discutent les principes de conception d'outils numériques susceptibles de soutenir réellement le travail des acteurs territoriaux. Cette réflexion met en relation activité, systèmes socio-techniques et conception d'instruments d'action publique.

Outiller le choix des modèles systémiques en contexte de développement durable : vers la proposition d'une grille d'analyse

Julie Lassalle
Université Bretagne Sud, Lab-STICC
julie.lassalle@univ-ubs.fr

Chloé Le Bail
Université Paris-Saclay, LISN, CNRS
chloe.le-bail@universite-paris-saclay.fr

Leïla Boudra
Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe (UR 349)
leila.boudra@univ-paris8.fr

Marie Chizallet
Université Paris Cité and Univ Gustave Eiffel, LaPEA
marie.chizallet@u-paris.fr

Magali Prost
Université de Brest, UFR FSSE, CREAD,
magali.prost@univ-brest.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Cette contribution s'appuie sur un cycle d'ateliers et de séminaires, mené par la commission « Concevoir pour le développement durable » d'ARPEGE, consacré aux modèles et approches systémiques mobilisés en ergonomie et psycho-ergonomie en contexte de développement durable. Ces ateliers ont permis l'élaboration progressive d'une grille d'analyse pour éclairer le cadre et l'usage des modèles systémiques selon leurs caractéristiques (e.g., compréhension/analyse versus conception, définition de la notion de système dans le modèle) et leurs contextes d'usage. La communication présentera cette grille et discutera de son application en ergonomie dans une perspective de développement durable.

MOTS-CLÉS
Approche systémique, conception, développement durable, méthode, analyse des activités humaines.

1 INTRODUCTION

Le concept de développement durable implique des enjeux complexes (e.g., destruction des ressources naturelles, réchauffement climatique, problématiques démographiques) en interrelations à différents niveaux (e.g., local, national, global) et sur différentes échelles de temps (i.e., relations entre passé, présent, futur) (Theys, 2014). Le développement durable implique aussi une contribution simultanée à plusieurs dimensions (économiques, sociales, environnementales), des problématiques de régulation entre plusieurs composants d'un système (e.g., acteurs politiques, institutionnels, société civile) et des mécanismes d'interdépendance entre plusieurs systèmes (Zink,

2014). Ainsi, pour analyser ces systèmes d'interrelations multiples et à plusieurs dimensions, l'approche systémique est requise (e.g., Meadows, 2025).

La notion de système recouvre de multiples définitions suivant les disciplines qui la mobilisent et les objectifs de celles et ceux qui l'utilisent pour décrire, comprendre ou analyser un phénomène complexe. Face à cette diversité de cadres, modèles et approches mobilisés dans le champ du développement durable et à la possible difficulté d'effectuer un choix pour l'analyste, la Commission "Concevoir pour le Développement Durable" (CCDD) d'ARPEGE (Association pour la Recherche en Psychologie Ergonomique et Ergonomie) mène depuis 3 ans un travail collectif, dans lequel s'inscrit cette communication. L'objectif (à moyen terme) est de construire un outil d'aide à la décision pour les praticiens et les chercheurs. L'outil envisagé est une grille d'analyse produite à l'aide d'un ensemble d'approches systémiques mobilisables pour prendre en compte le travail et les systèmes de travail, dans une approche ergonomique sur le développement durable. Des modèles issus de disciplines connexes mobilisant une approche systémique pour traiter le développement durable (e.g., gestion, économie, sciences politiques, sciences du climat) ont également été investigués. Les questions qui guident ce travail sont les suivantes : quels cadres théoriques, quelles approches systémiques et quels modèles peuvent être mobilisés pour une approche ergonomique centrée sur l'activité humaine en contexte de développement durable ? Comment identifier les cadres théoriques, les approches systémiques ou les modèles à mobiliser dans une recherche ou une intervention en fonction du secteur ou du domaine étudié, des objectifs visés par l'analyste, des acteurs en présence, de leur demande, etc. ?

Cette communication vise à présenter une première version de la grille et sa mise à l'épreuve sur deux modèles d'analyse systémique mobilisés dans des travaux de membres de la CCDD.

Le premier modèle mobilisé est celui de Sustainable System-of-Systems (SSoS) proposé par Thatcher et Yeow (2016). Il a été construit en référence à l'ergonomie verte (*« green ergonomics »*), qui valorise la compréhension des relations existantes entre les humains et la nature (Thatcher, 2013) afin de se positionner et d'intervenir en faveur du développement durable. Le SSoS repose plus spécifiquement sur le fait d'atteindre ou de favoriser un équilibre entre les dimensions sociale, économique et environnementale (Elkington, 1998) dans chacun de ses systèmes. Il tient également compte des objectifs des individus en situation de travail (ou plus généralement pour la réalisation de leurs activités) et de leur environnement (Thatcher et al., 2019). Il se définit par des niveaux d'interrelations entre les systèmes qui sont en interaction avec d'autres et qui soutiennent ou sont soutenus par d'autres : les systèmes cousins, parents et enfants (Wilson, 2014) qui ont chacun leur propre temporalité (Patten & Costanza, 1997, Thatcher & Yeow, 2016). Ainsi, un changement au sein d'un système aura des impacts sur d'autres systèmes à des échelles temporelles, spatiales et de complexité différentes (Holling & Gunderson, 2002 ; Thatcher et al., 2019). Chaque niveau du SSoS doit alors présenter une certaine résilience (Thatcher et al., 2019).

Le second modèle est celui du système d'activité (SA). Il s'enracine dans la théorie historico-culturelle de l'activité (en appui sur les travaux initiaux de Vygotski & Leontiev) et sur la théorie de l'apprentissage expansif (développée par Engeström, 2001 ; Sannino & Engeström, 2018). Le SA est défini à partir de l'objet de l'activité (pôle 1 - la composante définissante du SA), qui motive et oriente les actions du sujet (pôle 2), représenté par un individu ou un groupe d'individus. Cette activité est médiatisée par des instruments (pôle 3) qui peuvent être matériels, symboliques ou psychologiques, etc. La médiatisation de l'activité n'est pas seulement instrumentale, elle est aussi socio-institutionnelle. Le sujet appartient à une communauté (pôle 4) locale ou distale, et une division du travail (pôle 5) organise la répartition des tâches et des rôles. Enfin, un ensemble de règles organise également l'activité (pôle 6) : les politiques, les normes et les habitus qui régissent les actions du sujet. Le modèle est notamment utilisé pour analyser les relations existantes et dynamiques entre les composants du SA, en étudiant les contradictions au sein des SA ou entre les SA, considérées comme des moteurs -potentiels- de changement. En accédant à leurs manifestations culturellement et historiquement situées (Ivaldi & Scaratti, 2020), l'analyse de ces contradictions permet de saisir leur développement dans le temps, mais aussi les tensions persistantes, émergentes et/ou historiquement accumulées, et *in fine* de les dépasser en imaginant des transformations systémiques (e.g., Adamides, 2020 ; Hurtado et al., 2025 ; Mukute & Lotz-Sisitka, 2012).

2 MÉTHODOLOGIE : CYCLE DE CONCEPTION DE LA GRILLE D'ANALYSE

La grille d'analyse présentée dans cette communication est le produit d'un processus d'élaboration progressif inscrit dans une dynamique collective portée par la CCDD. Le processus de construction de la grille s'inscrit sur plusieurs mois, et s'est articulé autour de 3 principales étapes.

2.1 Étape 1 - Rencontres hors les murs et familiarisation avec les deux modèles.

La CCDD a organisé deux journées de travail *hors les murs* (de l'université). L'ambition était d'aborder les 2 approches et cadres théoriques systémiques mobilisés dans le travail mené par la CCDD (SSoS et modèle du SA) en les inscrivant dans des milieux concrets de travail (pêche et coopérative d'activité et d'emploi). L'objectif était de mieux saisir la complexité inhérente aux enjeux de durabilité au sein des systèmes de travail. Lors de ces deux rencontres, le modèle du SA et le modèle du SSoS ont été présentés par des membres de la CCDD qui les mobilisent dans leurs recherches et interventions. Les deux rencontres ont rassemblé une douzaine de membres de la CCDD. La première rencontre a eu lieu à Lorient en mai 2023. Une visite du port de pêche (Keroman) a permis aux membres de la CCDD de rencontrer différents acteurs et d'approcher différentes activités du secteur maritime. La seconde a eu lieu à Besançon en décembre 2023 où une Coopérative d'Activité et d'Emploi (CAE) a présenté son activité et les problématiques actuelles auxquelles elle faisait face, notamment celles rencontrées par leur Commission Environnement pour une meilleure intégration institutionnelle des enjeux de soutenabilité. Les deux rencontres ont permis de discuter collectivement des applications possibles des deux modèles et de les mobiliser autour de problématiques concrètes rencontrées par des acteurs de la CAE, en les articulant ainsi avec leurs attentes. Pour la construction de la grille, cette première étape a permis à la fois : 1) d'enrichir et nourrir les échanges sur les cadres théoriques et méthodologiques permettant d'aborder la durabilité des activités d'un point de vue systémique, 2) de construire un référentiel commun sur les deux modèles SA et SSoS concernant leur histoire, leur fonctionnement et leur mise en œuvre pour aborder le développement durable.

2.2 Étape 2 - Enrichissement du référentiel commun sur les modèles systémiques.

Les deux rencontres *hors-les-murs* ont été suivies de séminaires au format plus classique. Des collègues en-dehors de la CCDD, en ergonomie et hors ergonomie, ont été invités pour présenter d'autres modèles notamment le modèle de la double régulation proposé par Leplat et son extension potentielle pour y intégrer des enjeux environnementaux (e.g., Van Belleghem, 2019) et la théorie du Donut (Raworth, 2018). Pour la construction de la grille, cette deuxième étape a permis d'identifier des catégories analytiques que la première étape n'avait pas permis d'identifier. Par exemple, le fait qu'un modèle puisse permettre une analyse située (modèle de double régulation) ou bien une analyse multiscalaire (modèle du SA et du SSoS) a pu être discuté lors de la présentation du modèle de double régulation.

2.3 Étape 3 - Construction de la grille d'analyse.

Cette phase a consisté à stabiliser collectivement une première version de la grille pour discriminer les modèles systémiques. Ce travail s'est appuyé sur les discussions générées par la présentation des modèles SA et SSoS au cours de deux séminaires de travail dédiés. Sur la base de cas d'étude proposés par des membres de la CCDD, cette étape a permis de définir collectivement des critères d'analyse et de sélection des modèles éprouvés. La figure 1 ci-dessous schématise ces critères d'analyse sous la forme d'une carte mentale. Pour tous les critères, les différentes sous-catégories ne sont pas exclusives entre elles. La grille d'analyse produite repose sur les critères suivants : (1) la définition et le périmètre du système considéré (niveaux, échelles, temporalités) ; (2) les finalités et moments d'usage du modèle (analyse, compréhension, transformation) ; (3) les objets et problématisations visés ; (4) l'intégration des dimensions de la durabilité ; (5) l'histoire du modèle et son ancrage épistémologique ; (6) les acteurs impliqués, leurs rôles et les modalités de participation ; (7) les secteurs d'application ; (8) les types de données requis ; et (9) les apports et limites du modèle,

notamment au regard du travail réel et des milieux. Cette grille constitue un outil intermédiaire visant à expliciter les critères de définition et de choix de modèles systémiques en contexte de développement durable des activités.

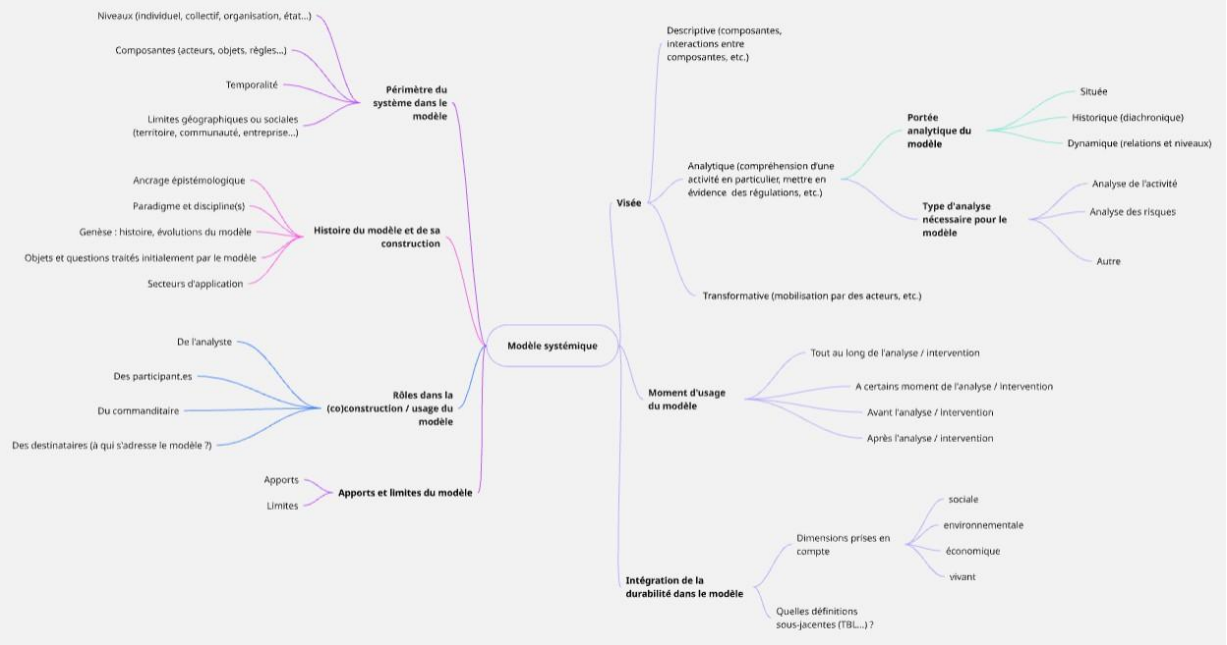


Figure 1 : Version actuelle de la grille d'analyse des modèles systémiques

3 RÉSULTATS : OPÉRATIONNALISATION DE LA GRILLE D'ANALYSE

Le travail de co-construction de la grille et son opérationnalisation sur les modèles du SSoS et du système d'activité met en évidence des différences dans leur manière d'aborder les systèmes et les transformations. Le SSoS propose une approche multi-scalaire centrée sur les interdépendances entre systèmes et l'intégration des dimensions sociale, économique et environnementale. Le système d'activité permet quant à lui une analyse plus située, historique et développementale des tensions et contradictions liées au travail réel. Les résultats montrent également des différences concernant la place accordée aux acteurs, aux temporalités, aux données mobilisées et aux processus de transformation. Enfin, la grille permet d'expliciter les apports, limites et complémentarités potentielles des deux modèles dans l'analyse du développement durable des activités. Les résultats sont présentés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Deux exemples d'opérationnalisation de la grille d'analyse.

Dimensions	**Éléments à analyser**	**Opérationnalisation de la grille d'analyse dans le cadre du Sustainable system of systems**	**Opérationnalisation de la grille d'analyse dans le cadre du Système d'activité**
Visée du modèle	**Descriptive** : identification des composantes et interactions	Décrit les composants de chaque système et les relations hiérarchiques entre systèmes (parents, cousins, enfants) et les flux de contributions entre eux.	Décrit les composants de chaque système (objet, sujet, instruments, règles, division du travail, communauté). Le modèle permet d'identifier les contradictions entre ces composants.
	Analytique :	NC	Permet d'analyser les contradictions
	compréhension d'une activité en particulier, des régulations		exprimées sous la forme de tensions, dilemmes, problèmes, conflits, etc. L'activité humaine est comprise comme collective et historiquement construite, traversée par des contradictions internes, dynamiques internes à l'origine de son développement.
	Transformative : mobilisation par des acteurs	Vise à positionner et guider les interventions ergonomiques pour favoriser le développement durable à différentes échelles spatiales, temporelles et de complexité.	Visée transformative et développementale : les contradictions peuvent devenir des ressources pour la transformation via le processus d'apprentissage expansif. Le modèle peut être mobilisé dans des démarches d'intervention participatives de transformation organisationnelle.
Périmètre du système	**Niveaux** : individuel, collectif, organisationnel, État…	Il s'étend de l'individu, au collectif, à l'organisation, à l'entreprise, à la chaîne logistique, à plusieurs entreprises, jusqu'aux interactions avec l'environnement.	Analyse multi-niveaux, niveau collectif, organisationnel, réglementaire. Les systèmes d'activité peuvent interagir entre eux.

	Composantes : acteurs présents, objets techniques, règles	Inclut les travailleurs ; les objets techniques ; les différentes organisations qui fournissent les matières premières, celles qui transforment ces matières premières en produits et services valorisés, ainsi que celles qui reçoivent et utilisent ces produits finis ; les parties prenantes et les écosystèmes naturels.	Sujet, Objet, Instruments, Règles, Communauté, Division du travail. Les objets techniques sont considérés comme médiateurs de l'activité.
	Temporalité : durées, cycles, chronologie	Intègre la notion de "durée de vie naturelle" de chaque système et les échelles de temps différenciées selon les niveaux hiérarchiques.	Dimension historique et développementale (long cours, transformation dans le temps).
	Limites géographiques ou sociales (territoire, communauté, entreprise…)	NC	Le périmètre dépend de l'activité étudiée (peut être au niveau d'un territoire, professionnel, organisationnel, etc.).
Intégration de la durabilité dans le modèle	**Dimensions prises en compte :** sociale, environnementale, économique, vivant	Repose sur l'équilibre entre le capital social, économique et naturel, tout en valorisant la relation humain-nature (ergonomie verte).	Le modèle intègre les dimensions sociales. Il n'a cependant pas été conçu initialement pour la durabilité mais peut prendre en compte les dimensions économiques et écologiques si celles-ci structurent l'objet de l'activité ou les contradictions.
	Définitions sous-jacentes : cadre théorique utilisé	S'appuie sur : le concept de travail décent (OIT) et sur l'équilibre des trois piliers du développement durable (Elkington, 1998), le modèle de Système de systèmes (Maier, 1996), le cycle de vie (Zink, 2014), la Green Ergonomics (e.g. Thatcher, 2013)	Théorie historico-culturelle de l'activité, issue des théories de l'activité (Vygotsky, Leontiev, Rabardel, Engeström). Activité médiatisée par l'instrument, située, développementale

Histoire du modèle et de sa construction	**Ancrage épistémologique**	S'ancre dans l'HFE (*Human Factors and Ergonomics*)	Approche développementale / Théorie de l'activité
	Paradigme et disciplines		Constructivisme. Modèle non disciplinaire, mobilisé dans différentes disciplines : ergonomie, psychologie du travail, sciences de l'éducation et de la formation, santé, etc.
	Genèse : histoire, évolutions du modèle	Issu de l'ergonomie verte (Thatcher, 2013) et des préconditions de Maier (1996) pour définir un système de systèmes. Rapprochement avec l'ergonomie de l'activité (Thatcher et al., 2019)	Le modèle initial (sujet, objet, instrument) provient de Vygotski, Leontiev introduit ensuite la dimension collective de l'activité. Engeström formalise dans les années 1980 le système d'activité élargi avec règles, communauté et division du travail et met en avant les contradictions systémiques et l'apprentissage expansif.
	Objets et questions traités initialement par le modèle	Souhait d'intégrer les préoccupations environnementales dans les recherches et actions en HFE	Compréhension de l'activité (initialement d'apprentissage) à un niveau systémique et historique et des processus de développement via l'apprentissage expansif et collectif.
	Secteurs d'application	Tous types de secteurs	Connus mais non exhaustifs et non limitatifs : travail, santé, éducation, agriculture, pêche, conception, transitions socio-écologiques.
Moment d'usage du modèle :	**Tout au long ; A certains moments ; Avant ; Après l'analyse / intervention**	Tout au long de l'analyse.	Le modèle peut être mobilisé tout au long d'une intervention : description du système d'activité, analyse des tensions (par analyste ou collectif de travail), restitution, co-analyse et accompagnement des transformations.
Rôles dans la (co) construction / usage du modèle	**Implication de l'analyste, des participants, du commanditaire, des destinataires** (à qui s'adresse le modèle ?)	L'analyste doit identifier les différents systèmes qui composent le SSoS et leurs composants. Il doit identifier les relations et les impacts non seulement sur le système cible, mais aussi sur les systèmes parents et enfants.	Dépend de l'objectif. Objectif compréhensif (ex : recherche sans intervention) : l'analyste construit le modèle à partir d'entretiens, d'analyses documentaires, avec les acteurs ou non. Objectif d'intervention : l'intervenant recueille des informations sur la situation qui vise à être transformée. Les participants contribuent à identifier les contradictions et transformations possibles. Les commanditaires peuvent utiliser le modèle comme outil d'aide à la décision ou de compréhension systémique. Approche hybride possible.

Dimension analytique du modèle	**Portée analytique du modèle :** analyse située, historique (longitudinal) ou dynamique (relation)	Analyse dynamique centrée sur la résilience et l'influence réciproque des changements entre échelles et dans le temps.	Analyse systémique, historique (analyse des évolutions dans le temps) et dynamique (étude des relations entre composantes sous l'angle des contradictions)
	Type d'analyse	Peut nécessiter une analyse de	Analyse des tensions pour définir des
	Nécessaire pour le modèle : Analyse de l'activité, stratégique ou des risques	l'activité (micro) et méso.	hypothèses de contradictions, entretiens, cycle d'ateliers (analyse de situations/documents - les données miroirs - , description du système, hypothèses de contradictions, nouveaux modèles, expérimentations)
Apports et Limites	**Bénéfices du Modèle vs contraintes rencontrées**	**Apports** : vision globale et temporelle. **Limites** : mentionne peu la place spécifique du travail au sein de certains niveaux complexes du système, tendance à invisibiliser l'activité.	**Apports** : vision systémique, historique, multi-niveaux ; analyse des contradictions ; utile pour l'intervention et la co-analyse. **Limites :** nécessite des données riches ; environnement et vivant non explicites ; difficulté à agir à des niveaux qui débordent les capacités d'action des acteurs mobilisés pour l'intervention, difficultés à dépasser les logiques institutionnalisées existantes ou à bousculer les rapports de pouvoir et de domination ; ne tient pas compte initialement de la distinction prescrit/réel.

4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Le travail présenté a permis d'élaborer, à partir d'un processus collectif de co-conception, une grille d'analyse destinée à faciliter la compréhension et le choix des modèles systémiques dans le champ du développement durable par l'analyse, l'intervenant ou le chercheur. Cette production résulte de l'identification d'un besoin exprimé au cours de nombreux échanges au sein de la Commission Concevoir pour le Développement Durable. Les difficultés fréquemment rencontrées dans les recherches ou les interventions orientées vers le développement durable, et auxquelles l'outil élaboré cherche à répondre, concernent notamment la sélection des modèles systémiques adéquats pour aborder les systèmes socio-techniques complexes et multi-niveaux.

La grille produite propose un premier niveau d'explicitation de critères pour comparer les modèles selon leurs finalités, leurs niveaux d'analyse, leurs ancrages théoriques ou encore leur prise en compte des dimensions de la durabilité. La mise à l'épreuve de la grille sur les modèles du SSoS et du système d'activité montre qu'ils reposent sur des conceptions différentes du système et de la transformation. Le SSoS permet une lecture multiscalaire des interdépendances entre systèmes, mais

tend à moins rendre visibles les dimensions situées de l'activité. À l'inverse, le SA permet une analyse plus historique et développementale, y compris à plusieurs échelles, des tensions et contradictions vécues par les acteurs, et des mouvements développementaux du système. Les dimensions environnementales peuvent être intégrées au sein des pôles du SA, ou comme résultats produits par la SA. Ainsi, la grille ne vise pas à hiérarchiser les modèles mais à rendre explicites leurs apports, leurs limites et leurs complémentarités potentielles.

Si la grille produite peut être considérée comme provisoirement stabilisée à l'issue du cycle de sessions réalisé, son élaboration et sa mise à l'épreuve sont néanmoins toujours en cours au sein de la CCDD. Elle constitue à ce stade un outil intermédiaire de discussion et d'aide au choix de modèles systémiques dans les recherches et interventions en ergonomie pour le développement durable.

Les perspectives de ce travail consistent à poursuivre l'enrichissement de la grille en la confrontant à d'autres modèles mobilisés en ergonomie ou issus de disciplines connexes, ainsi qu'à l'éprouver sur différents terrains de recherche et d'intervention portés par les membres de la CCDD.

5 BIBLIOGRAPHIE

Adamides, E. (2020). Activity-based analysis of sociotechnical change. *Syst. Res. Behav. Sci., 37*(2), 223–234.

Elkington, J. (1998). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers.

Engeström, Y. (2001). Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work, 14*(1), 133-156.

Holling, C. S., & Gunderson, L. H. (2002). *Resilience and adaptive cycles*. Island Press.

Hurtado, S. L. B., Boudra, L., Mininel, V. A., Lémonie, Y., de Gouveia Vilela, R. A., & Nascimento, A. (2025). Occupational health and safety policies in Brazil and France: contradictions analysis for the development of prevention. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(8), pp. 3091-3102.

Ivaldi, S., & Scaratti, G. (2020). Narrative and conversational manifestation of contradictions: Social production of knowledge for expansive learning. *Learning, Culture and Social Interaction, 25*.

Maier, M. W. (1998). Architecturing principles for systems of systems. Systems Engineering, 1, 267–284. Meadows, D. (2025). *Pour une pensée systémique*. Rue de l'Echiquier.

Mukute, M., & Lotz-Sisitka, H. (2012). Working With Cultural-Historical Activity Theory and Critical Realism to Investigate and Expand Farmer Learning in Southern Africa. *Mind, Culture, and Activity, 19*(4), 342–367.

Patten, B. C., & Costanza, R. (1997). Logical interrelations between four sustainability parameters: stability, continuation, longevity, and health. *Ecosystem Health*, *3*(3), 136-142.

Raworth, K. (2018). *Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st century economist*. Chelsea Green Publishing.

Sannino, A., & Engeström, Y. (2018). Cultural-historical activity theory: founding insights and new challenges. *Cultural-historical psychology,* 14(3), 43-56.

Thatcher, A. (2013). Green ergonomics: Definition and scope. *Ergonomics*, 56(3), 389− 398. doi: 10.1080/00140139.2012.718371

Thatcher, A., Guibourdenche, J., & Cahour, B. (2019). Sustainable system-of-systems and francophone activity-centered approaches in ergonomics: Converging and diverging lines of dialogue. *Psychologie française*, *64*(2), 159-177.

Thatcher, A., & Yeow, P. H. (2016). A sustainable system of systems approach: a new HFE paradigm. *Ergonomics, 59*(2), 167-178.

Theys, J. (2014). Le développement durable face à sa crise : un concept menacé, sous-exploité ou dépassé ? *Développement durable et territoires*, *5*(1).

Van Belleghem, L. (2019). Un « schéma à 10 carrés » pour analyser le travail contemporain. *Actes du 54ème Congrès de la SELF*. Tours, 25, 26 et 27 septembre 2019.

Wilson, J. R. (2014). Fundamentals of systems ergonomics/human factors. *Applied ergonomics, 45*(1), 5-13. Zink, K. J. (2014). Designing sustainable work systems: The need for a systems approach. *Applied ergonomics, 45*(1), 126-132.

Apports de l'analyse de l'activité et des systèmes à la structuration de la démarche Low-Tech

Loïck Simon
PACCE team, LS2N (UMR6004), Centrale Nantes
Loick.simon@ls2n.fr,

Emilie Poirson
PACCE team, LS2N (UMR6004), Centrale Nantes
emilie.poirson@ec-nantes.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

La démarche Low-Tech est une démarche de conception visant à redéfinir les besoins afin de créer des artefacts, ou des systèmes utiles, accessibles et durables. Cette communication propose une réflexion méthodologique sur l'apport des méthodes en ergonomie, notamment l'analyse de l'activité et des systèmes sociotechnique, à la structuration de la démarche Low-Tech et à sa diffusion dans la société. Cette proposition méthodologique met l'emphase sur les apports des analyses issues du Cognitive Work Analysis dans la démarche Low-Tech et vis-à-vis de guideline existante. A partir d'un exemple illustratif centré sur une activité du quotidien, cette proposition méthodologique souligne les leviers offerts par ces analyses pour permettre d'améliorer la pertinence et l'acceptation des solutions issues d'une démarche Low-Tech.

MOTS-CLÉS
Démarche Low-Tech, Cognitive Work Analysis, Méthodologie, Conception, Analyse de l'activité

1 INTRODUCTION

Le rapport de la société face au danger du changement climatique a évolué au cours des précédentes décennies, notamment suite aux différents rapports du GIEC. Nous sommes passés de l'idée qu'il était possible d'éviter ce changement à l'acceptation de vivre avec ses effets tout en tentant d'en limiter l'ampleur (Lee et al., 2023). Pour répondre à cette problématique plusieurs scénarios aux approches philosophiques et aux implications sociétales différentes sont envisagés (e.g., « génération frugale » ou « pari réparateur », (ADEME, 2021)). Ces scénarios reposent sur différents types d'évolutions, qu'elles soient systémiques, à l'échelle d'une organisation sociale micro/macro ou centrées sur des artefacts (i.e., objets utilisés pour la réalisation d'une activité). Certains scénarios privilégient un recours massif aux nouvelles technologies comme solutions (e.g., captation de CO^2, usage de l'hydrogène) quand d'autres privilégient une limitation forte des émissions et un changement des habitudes de vie (e.g., mutualisation des transports, réduction de la production). Afin de proposer une alternative aux scénarios « techno-solutionniste » (e.g., les solutions technologiques permettront de résoudre les problématiques environnementales) et à ses limites intrinsèques (e.g., manque d'accès aux ressources, effets rebonds) a émergé l'idée d'autres voies d'innovation comme la « démarche de conception Low-Tech » (Bihouix, 2014; Mateus & Roussilhe, 2023). Dans ce contexte de transition se pose la question de la prise en compte du besoin, des usages réels et des contraintes dans les activités.

L'ergonomie, centrée sur l'analyse de l'activité humaine, propose des modélisations et des outils permettant d'intégrer les dimensions d'usage réel, d'acceptabilité et d'appropriation pour aider à la

démarche de conception. Dans cette communication, nous interrogeons l'apport de ces modélisations pour proposer une structuration de la « démarche Low-tech ».

2 LA DEMARCHE LOW-TECH

La démarche Low-Tech (LT) peut se définir comme un processus de conception permettant d'aboutir à une solution « utile », « accessible » et « durable » (Duhamel, Lallemand, et al., 2025). Il est entendu par « utile » comme répondant au besoin, « accessible » comme facile d'obtention et d'utilisation et « durable » comme réparable et à l'épreuve du temps. Le qualificatif LT n'est pas une fin en soi, que l'on utilise pour caractériser un système ou un artefact, mais la démarche de conception permettant d'y aboutir (Bloquel et al., 2022; Duhamel, Legardeur, et al., 2025). Dans cette démarche, il est considéré qu'il est nécessaire de redéfinir les besoins des futur·es utilisateur·rices du système ou de l'artefact pour pouvoir y répondre plus durablement (Colin & Martin, 2024; Tanguy et al., 2023).

Le produit (e.g., nouveau système d'organisation, artefact) d'une conception en démarche LT est ainsi considéré comme « low-tech » relativement à son pendant actuel qui permettait la réponse à un besoin similaire. Pour la conservation des aliments, l'utilisation d'un réfrigérateur non-connecté est de fait plus LT que l'utilisation d'un réfrigérateur avec une intelligence artificielle intégrée. De même, penser un système de conservation des aliments où le salage est la norme plutôt que l'utilisation du réfrigérateur peut lui-même être considéré comme plus LT. A noter que la démarche LT est à différencier d'une volonté purement « no-tech » ou « anti high-tech » (Bloquel et al., 2022). Cette démarche se place comme une conception visant à réduire l'utilisation technologique selon le juste besoin (Colin & Martin, 2024). La démarche LT ne prône pas une solution « aucun réfrigérateur », mais questionne l'utilité de l'intelligence artificielle dans le réfrigérateur (pour quels besoins ?) et sa complémentarité avec d'autres alternatives (e.g., salage à sec ou réfrigérateur partagé).

Deux prismes de recherche de la littérature scientifique sur la démarche de conception LT attire notre attention. Le premier champ de recherche d'intérêt est sur l'analyse des pratiques de conception actuelles dans la démarche LT (Duhamel, Legardeur, et al., 2025; Girard et al., 2025). Ces études montrent l'hétérogénéité des pratiques. Si une minorité des concepteur·rices adoptent une structure guidée (e.g., design thinking) la majorité des démarches observées ne suivent pas de structuration méthodologique explicite. Un récent rapport (ADEME et al., 2025) documente quelques structurations méthodologiques existantes et celles-ci restant toutefois peu nombreuses. L'analyse des pratiques montre ainsi une limite concernant la redéfinition des besoins, question principale à laquelle devrait pourtant répondre un produit conçu selon une démarche LT. Elle soulève également la question de l'acceptation de ces produits, notamment liés aux nouvelles contraintes d'usage qui peuvent en émerger. Bien que l'absence d'un « perfect low-tech design » (Duhamel, Legardeur, et al., 2025, p. 1596) nous semble exact, il nous semble intéressant de s'inspirer de méthodes existantes pour aider et soutenir la conception en démarche Low-Tech pour tendre vers le mieux.

Le second champ de recherche que nous convoquons porte sur les outils d'aide à la conception et notamment les guidelines (Colin & Martin, 2023, 2024). Les guides proposés par les auteurs sont structurés autour de sept notions à prendre en compte pour réussir sa conception en démarche LT :

- Needs and Satisfiers Negotiation : *les besoins de l'utilisateur·rice doivent être au centre de la conception pour définir les fonctionnalités essentielles.*
- Autonomy-Assistance Arbitration : *l'allocation des fonctions est une étape importante de la conception et doit aller plus loin que la satisfaction au travail et la performance (exemple : coût environnemental de l'automatisation).*
- Discoverability : *les artefacts LT doivent être simple d'usage et leurs états compréhensibles.*
- Non-Functional Aspects : *les aspects non-fonctionnels (e.g., esthétique) doivent être pris en compte.*
- Operative Transparency : *les processus et modèles sous-tendant l'artefact doivent être compréhensible par l'utilisateur·rice.*
- Information, Education and Training : *les artefacts LT doivent prendre en compte les différents niveaux de compétence et doivent venir soutenir l'apprentissage.*

- Compensation : *les changements et freins liés aux nouveaux paradigmes d'utilisation doivent être identifiés durant la conception.*

Comme souligné par les auteurs eux-mêmes, si ce guide est une première étape importante, il nécessite d'être amélioré.

Pour répondre aux limites précédemment identifiées (e.g., redéfinition des besoins, concilier acceptabilité et friction d'usage, absence de méthodologie partagée, amélioration des guidelines) l'analyse de l'activité et des systèmes sociotechniques nous semble être une réponse pertinente.

3 L'ANALYSE DE L'ACTIVITE ET DES SYSTEMES ET LA DEMARCHE LA LOW-TECH

L'analyse de l'activité et des systèmes sociotechniques aide à la conception et à l'amélioration des artefacts et des systèmes en s'appuyant sur la compréhension fine des besoins des futur·es utilisateur·rices (Lauton et al., 2025). De nombreuses méthodes et modélisations existent pour réaliser ces analyses. Le Cognitive Work Analysis (CWA) apparaît cependant comme particulièrement adapté pour comprendre la complexité d'un système sociotechnique (Holman et al., 2020). Cette méthode est issue des travaux de Rasmussen initiés dans les années 60 au laboratoire national de Risø sur le cognitive engineering (Naikar, 2017). L'objectif est de modéliser les contraintes modulant les marges de manœuvre pour une activité (i.e., ensemble des actions réalisées) ou un système (i.e., ensemble de fonctions contraignant l'activité). L'approche est formative (i.e., ce qui peut être fait) et non pas normative (i.e., ce qui doit être fait) ou descriptive (i.e., ce qui est fait). Cette méthodologie n'est pas recensée comme ayant été utilisée dans le cadre d'une démarche Low-Tech (ADEME et al., 2025).

Le CWA peut être considéré comme une « boite à outil » avec différentes analyses complémentaires permettant de comprendre et modéliser un système et ses activités associées. Ces analyses s'intéressent à différents objets d'études (i.e., objectifs, contraintes, fonctions, processus, artefacts, allocations des fonctions et stratégies) en s'appuyant sur de multiples méthodes d'acquisitions de données (entretiens, observations, ...) (Jenkins et al., 2008). Elles ont été utilisées pour la conception (systèmes, interfaces, allocation des fonctions, …) dans des domaines variés (militaire, industriel, médical,…) (Read et al., 2015). Elles contribuent à l'identification des informations nécessaires à la personne utilisatrice (Burns & Hajdukiewicz, 2004). C'est pour la polyvalence déjà éprouvée de ces analyses que nous proposons son utilisation dans la démarche Low-Tech.
Notre question est la suivante : Comment les analyses du CWA, portant sur l'activité et les systèmes sociotechniques, permettent de structurer la démarche Low-Tech ?

4 PROPOSITION METHODOLOGIQUE ET CAS APPLICATIF

La méthodologie et son cas applicatif, présentés ici, sont le fruit d'un travail réflexif mené lors de plusieurs ateliers entre les deux auteur·rices. Le cas applicatif est lui basé sur les connaissances partagées de l'activité : « laver le linge ».

La proposition méthodologique s'articule autour de deux étapes de modélisations. La première étape de modélisation consiste en la représentation de l'activité et du système tel qu'ils existent actuellement (①, Figure 1). Les premières modélisations permettent d'identifier les besoins actuels auxquels la conception devra répondre. Ces modélisations sont ensuite utilisées comme supports pour des ateliers d'idéation ou d'entretiens (Simon, Rauffet, et al., 2021). L'objectif de ces ateliers est de faire l'acquisition de nouvelles informations sur la projection de cette activité et système tels qu'ils pourraient exister dans le futur. Cette projection intègre des solutions LT déjà existantes. La deuxième étape de modélisation (②, Figure 1) permet de produire des modélisations projetées et de les comparer avec les modélisations de l'actuel. Cette comparaison permet l'identification des nouvelles contraintes émergeant de l'intégration des solutions LT. Cette identification permet d'alimenter de nouveaux ateliers et entretiens afin d'améliorer les solutions et de lever les contraintes fortes qui pourraient limiter l'usage. Cette démarche contribue à améliorer l'acceptabilité, et in fine l'acceptation, des solutions conçues. Cette étape dans la méthodologie de conception fait écho au besoin d'identifier les éléments de « compensation » tel qu'évoqué dans les guidelines de Colin et

Martin (2023, 2024). Ces boucles itératives peuvent se faire autant de fois que nécessaire, jusqu'à l'obtention d'un consensus entre les parties prenantes ou à un arrêt pour respecter des contraintes projet. La suite de la méthodologie consiste à formaliser un cahier des charges sur la base des différentes préconisations puis de concevoir et d'implanter le produit de la démarche LT. Cette étape peut également permettre de reboucler sur les étapes précédentes. La dernière étape de cette méthodologie est une phase d'évaluation de la solution sur la base de métriques pertinentes telles que l'acceptation, l'adoption de l'artefact, l'empreinte carbone ou l'éco-anxiété …

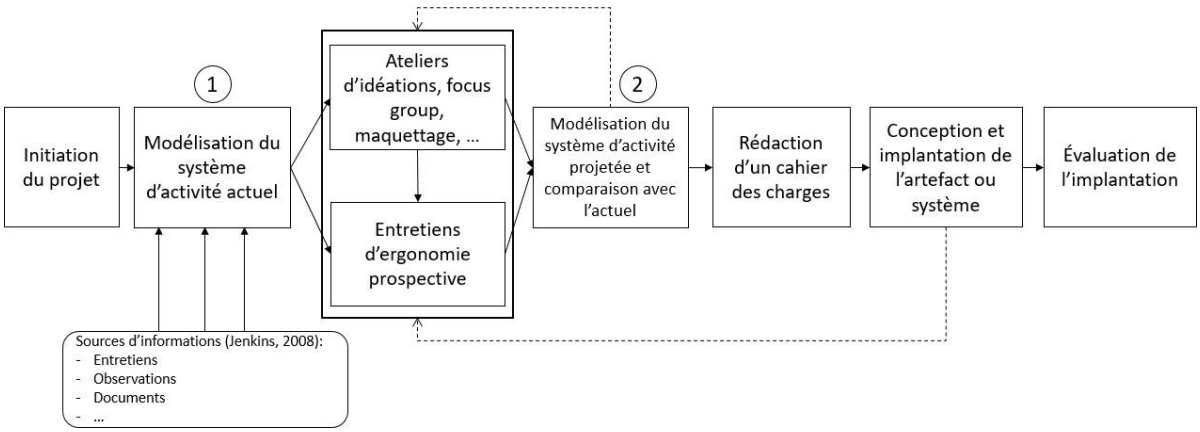


Figure 1 : Intégration des modélisations dans le processus de conception de la démarche Low-Tech

Pour utiliser cette méthodologie nous avons choisi d'utiliser une activité courante qu'est celle de « laver le linge ». Cette activité exclue des activités connexes tels que « sécher le linge ». Nous déployons l'application de cette méthodologie sur la modélisation de l'activité actuelle (1) puis sur l'activité projetée (2) (Figure 1). Nous choisissons cette activité car des artefacts de Machine à Laver (MaL) LT existent déjà et permettent de mettre en avant les contraintes liées à leurs utilisations. A la différence des MaL conventionnelles qui utilisent l'électricité, ces MaL utilisent la force mécanique produite par l'utilisateur·rice pour faire tourner le tambour. Une partie de fonctions de l'activité, actuellement automatisées, sont déportées vers l'utilisateur·rice humain.

La première analyse du CWA utilisée est l'analyse du domaine de travail. Elle vise à la compréhension des objectifs du système ou de l'activité étudiée (i.e., objectifs fonctionnels), des contraintes prises en compte (i.e., valeurs et mesures prioritaires), des fonctions effectuées (i.e., fonctions liées à l'objectifs et objets) et des artefacts utilisés (i.e., objets physiques) (Figure 2).

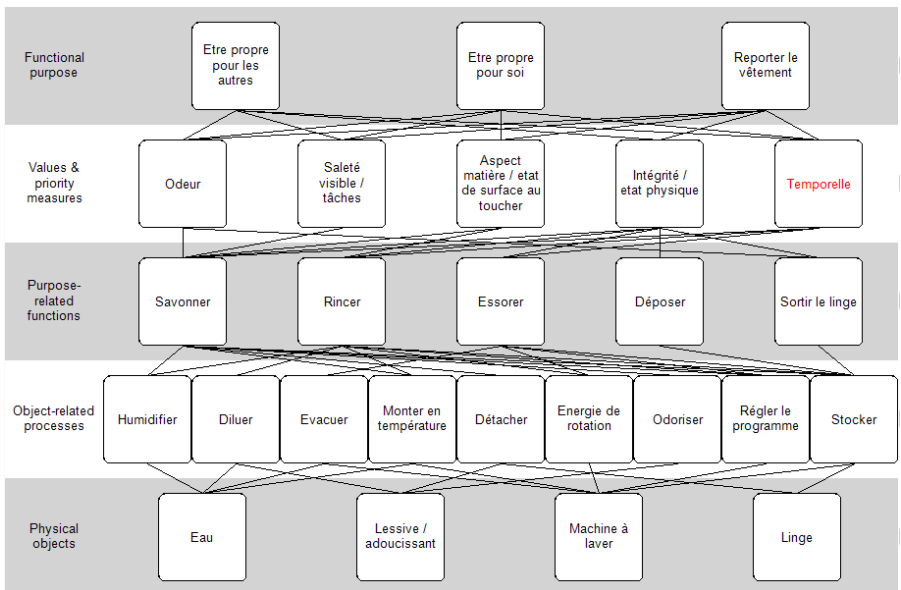


Figure 2 : Hiérarchie d'abstraction de l'activité « laver le linge » actuelle et projetée (ajout MaL LT en rouge)

① L'activité « laver le linge » répond à deux besoins fonctionnels, le premier lié à des normes sociales (i.e., être propre), le second à des besoins interne (i.e., se sentir propre). Elle permet également de répondre à un objectif fonctionnel (i.e., reporter les vêtements). Les valeurs et mesures prioritaires permettant de s'assurer de l'atteinte de ces objectifs sont par exemple « l'odeur du linge ». Les différentes fonctions, non exhaustives, permettant d'arriver à ces objectifs sont « savonner », « humidifier », et « énergie de rotation ». Les artefacts utilisés comprennent la « lessive » et « machine à laver ». Cette première étape permet de définir les besoins auxquels doit répondre l'artefact ②. La projection de cette activité ne semble pas faire apparaître de nouveaux objectifs. En revanche, elle permet de montrer qu'une nouvelle contrainte apparaît avec la contrainte temporelle (en rouge). Pour réaliser l'activité, il est nécessaire de prendre en compte son temps de réalisation. En effet, cette activité avec une MaL Low-Tech nécessite d'être disponible pour un temps donné (e.g., trente minutes). Actuellement la contrainte temporelle n'existe pas en tant que telle, mais peut s'exprimer au travers des autres contraintes (e.g., l'odeur). Ce n'est pas tant le temps nécessaire à la réalisation de l'activité de laver le linge que la conséquence de ne pas pouvoir le sortir à temps. Cette projection permet d'identifier les freins à l'acceptation et y apporter des réponses appropriées.

La seconde analyse porte sur les contextes de travail (Figure 3). Elle vise à la compréhension des contextes d'utilisation et de réalisation de l'activité en mettant en avant quand sont réalisées les fonctions (i.e., jamais, régulièrement, tout le temps, Figure 3). ① Dans le cadre de l'activité actuelle nous avons identifié deux contextes, un premier où la personne utilisatrice est disponible, et un second où elle est indisponible. Cette représentation permet de montrer qu'une partie des fonctions de l'activité de laver le linge peuvent être réalisée même lors d'une indisponibilité (e.g., savonner, essorer, …). ② En revanche, la version projetée permet de montrer que dans une situation où l'artefact est une MaL LT, les fonctions permettant d'accomplir l'activité ne sont pas réalisables en cas d'indisponibilité d'un·e utilisateur·rice.

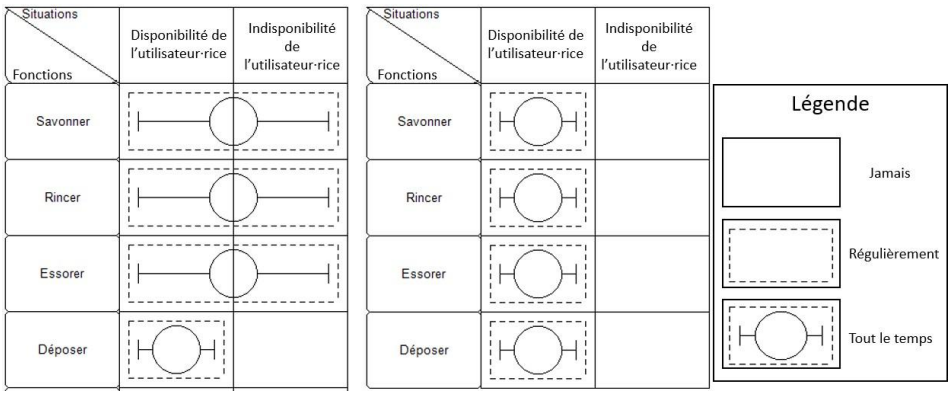


Figure 3 : Analyse de la tâche de contrôle actuelle (gauche) et projetée (droite)

La troisième analyse porte sur les stratégies c'est-à-dire les modalités d'actions couramment employées par les utilisateur·rices dans le cadre de l'activité. Il existe de nombreuses stratégies dans l'activité (e.g., en fonction du niveau de saleté, si mélange de couleur). Cependant, ces stratégies ne semblent pas, à première vue, impactée par le type de MaL (usuelle ou LT). Pour le cas applicatif nous avons donc considéré les stratégies liées à un incident critique : une panne de rotation du tambour.

Nous sommes concentrés sur les stratégies les plus courantes visant à réparer cette panne (Figure 4). ① Dans l'activité actuelle, la stratégie couramment employée (numéro 1, Figure 4) est de faire appel au SAV. Cette stratégie ne demande aucun aménagement particulier du côté de l'utilisateur·rice. ②La projection des stratégies en revanche montre que l'intégration d'un nouvel instrument Low-Tech créé deux nouvelles stratégies essentielles et qui sont dues aux principes de durabilité et d'accessibilité (numéro 2 et 3). La stratégie numéro deux consiste à réparer soi-même la machine. La troisième est de changer la source d'énergie de rotation. Ces deux nouvelles stratégies

impliquent le besoin d'accès aux pièces (e.g., achat ou fabrication) et aux compétences et savoir-faire. L'accès aux pièces nécessite de revoir l'approvisionnement en magasin et/ou la mise à disposition des plans pour pouvoir fabriquer soi-même. Cette stratégie n'est possible qu'avec un changement macro (e.g., magasins spécialisés, fabrication de pièces) comparé à l'actuel. L'accès à documentation et à la montée en compétences peut passer par de l'échange en ligne ou en physique. Ces échanges impliquent cependant une mise à disposition de lieux et structures les favorisant. Le troisième scénario implique également de concevoir l'artefact de façon à promouvoir la modularité et la résilience. Ainsi, l'analyse des stratégies met en évidence non seulement les ajustements requis au niveau de l'activité mais aussi les conséquences plus macro sur l'accès aux ressources, la formation et l'organisation du système sociotechnique.

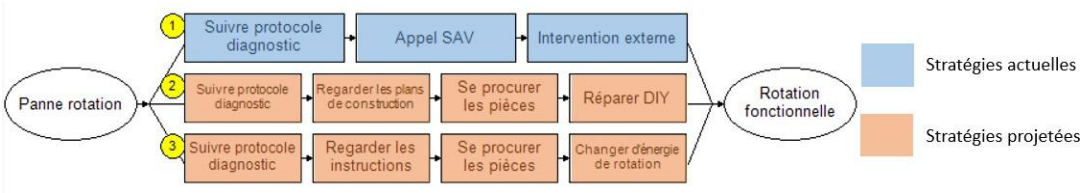


Figure 4 : Stratégies actuelles et projetées d'un incident critique lors de l'activité « laver le linge »

La quatrième analyse permet de comprendre le système sociotechnique et l'allocation des fonctions entre les différentes parties prenantes (humain ou agent automatisé/autonome). Elle complète les autres modélisations du CWA en y associant des couleurs selon l'agent (Figure 5). (1)

L'analyse de l'allocation des fonctions de l'activité actuelle permet de constater qu'une majeure partie des fonctions est allouée à l'artefact MaL. Ce qui explique pourquoi ces fonctions sont réalisables même pendant une indisponibilité de l'utilisateur·rice (cf. Figure 3). (2) La deuxième phase permet de comparer plusieurs artefacts LT et tester différentes allocations (Figure 5). Nous voyons sur cet exemple que l'utilisation d'une MaL LT solaire, bien que « moins » LT comparée à une MaL LT mécanique, est un compromis possible vis-à-vis des contextes d'utilisation. Cette comparaison des avantages et inconvénients de différents artefacts permet de mieux anticiper les changements et freins potentiels et de jouer sur l'acceptabilité des solutions en adaptant selon les contraintes et besoins des futurs utilisateur·rices. Cela permet de trouver un compromis et aider à la compensation.

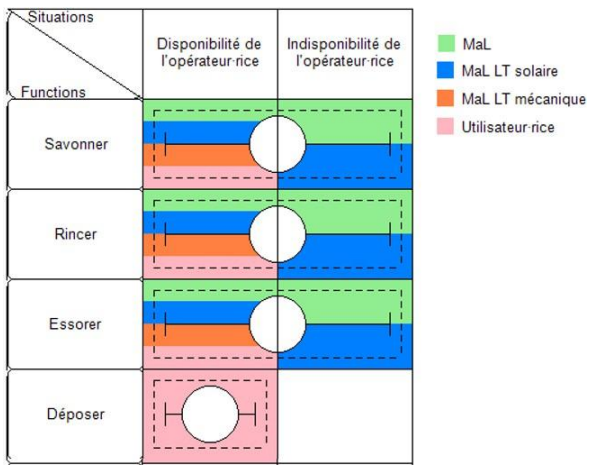


Figure 5 : Analyse du système sociotechnique sur l'analyse de la tâche de contrôle avec différents artefacts MaL

Au regard de la littérature, il est possible de montrer en quoi la méthodologie déployée ici permet de soutenir les guidelines proposées par Colin et Martin (2023, 2024). Intrinsèquement la méthodologie CWA est faite pour définir les informations d'une interface. Il est possible d'élargir ce

principe au concept de transparence des artefacts (e.g., transparence des agents autonomes (Simon et al., 2022)). Cet élément permettra à la prise en compte de « l'operative transparency » des guidelines

Également, la mise en place de cette méthodologie permettra de créer un artefact ou système adapté au besoin et fait écho à la notion de « Needs and Satisfiers Negotiation ». Trois des analyses déployées (i.e., analyse du domaine de travail, du contexte de travail et des stratégies) permettent d'identifier les nouvelles contraintes d'une activité ou d'un système (Simon, Guérin, et al., 2021). De façon similaire, ces analyses et la méthodologie proposée, viendront aider à la « Compensation ». Comme cela a pu être fait avec d'autres méthodes similaires (Klein et al., 1989) nous supposons que l'analyse des stratégies permettra d'aider à la notion « Information, Education and Training ». Enfin, l'analyses SOCA a déjà été utilisée pour définir l'allocation des fonctions (e.g., vélo électrique (Rauffet et al., 2015)). Dans un contexte de conception démarche Low-Tech elle viendra aider pour la notion « Autonomy-Assistance Arbitration », cruciale à l'adoption des Low-Tech.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette communication est le résultat d'un premier travail de conceptualisation visant à intégrer la modélisation de l'activité et des systèmes (avec les analyses du CWA) dans la démarche Low-Tech. Elle met en évidence les points d'accroche et les leviers potentiels permis par cette intégration tant dans le processus de conception que par rapport aux guidelines proposées par Colin & Martin (2023, 2024).

Le cas d'application proposé nous permet de montrer l'apport des différentes analyses dans la démarche de conception d'une MaL LT. La première phase permet d'identifier l'activité actuelle et de préciser les besoins (fonctionnels informationnels) et les contraintes associées. La seconde phase, issue du travail de projection, permet d'anticiper les futures contraintes et d'identifier quelles allocations des fonctions peuvent limiter la compensation et améliorer l'acceptabilité des solutions. Ici, plutôt que de concevoir une MaL LT mécanique, l'utilisation d'une MaL LT automatisé avec une énergie verte (e.g., solaire ou éolien) viendra résoudre une partie des frictions qui sont identifiées (e.g., fonction de fournir de l'énergie et indisponibilité de l'utilisateur·rice). Ces analyses permettent également de montrer que des changements macro (i.e., accès aux pièces de rechanges et partage de connaissance), sont nécessaire pour faciliter l'aspect accessible et durable des artefacts LT. Ce résultat permet de montrer que le déploiement d'une démarche LT, même pour un artefact, s'accompagne d'un changement systémique plus macro pour pouvoir respecter les critères « utile », « accessible » et « durable ».

Il est à noter que nous n'avons pas utilisé la cinquième analyse proposée dans le CWA et centrée sur les compétences. Les réflexions menées lors du cas applicatif nous ont amené à constater des limites de son intégration. En effet, les compétences sont moins liées aux changements provoqués par un nouveau système, ou artefact, qu'à la facilité d'accès aux savoirs et savoir-faire nécessaires, changement déjà mis en avant par l'analyse des stratégies. Nous expliquons cela par le fait que l'analyse des compétences permet essentiellement d'agir sur la forme que doit prendre l'information plutôt que sur les fonctionnalités du système conçu (McIlroy & Stanton, 2015). Dans le cas du système étudié, la simplicité volontaire de l'artefact et la réduction des choix laissés à l'utilisateur limitent fortement la mobilisation de compétences spécifiques. L'usage repose principalement sur des fonctions élémentaires (déposer, sortir le linge, …), déjà acquises et laissant peu de place à l'adaptation cognitive. L'analyse des compétences apparaît redondante avec les niveaux précédents du CWA. Ce premier constat nécessite d'être confronté à d'autres cas afin de vérifier qu'il n'y a pas de plus-value à intégrer cette analyse dans la démarche appliquée à un autre système plus complexe.

L'une des limites de cette proposition réside dans le cas applicatif utilisé, notamment pour l'analyse des stratégies et, à fortiori, des compétences. Il serait opportun de confronter cette modélisation projetée avec l'activité réelle d'une MaL LT. Cela permettra d'approfondir la compréhension des stratégies (e.g., stratégie si mélange de couleurs) et de l'adaptation cognitive.

L'application de proposition méthodologique à un projet concret dans le cadre d'une recherche

action permettrait de mieux évaluer son intérêt et sa généralisation. Pour répondre aux besoins identifiés par l'ADEME, cette recherche action pourraient notamment être orientés vers l'accompagnement des industries (e.g., rendre une industrie plus low-tech) pour une application macro, ou vers la conception d'artefact (e.g., réutiliser le cas applicatif de la machine à laver avec des utilisateur·rices) pour une application micro. Nous avons également constaté les limites de l'outil de représentation utilisé (i.e., CWA Tool), et qui nécessitera des évolutions logicielles pour faciliter l'intégration complète de ces analyses dans la méthodologie et sa diffusion au plus grand nombre.

Cette proposition de structuration méthodologique sur la base d'outils d'analyse déjà éprouvés, tel que le CWA permettrait donc de répondre aux limites identifiées par l'ADEME sur l'intégration de la démarche LT dans les industries (Boisseau et al., 2025), les analyses du CWA ayant déjà fait preuve de leur intérêt dans de multiples domaines. Intégrer l'analyse de l'activité pour structurer la démarche Low-Tech permettra d'améliorer la compréhension des besoins et la capacité à les remettre en cause. Cette structuration méthodologique permettra de s'assurer que la démarche soit rigoureuse et que les solutions qui en découlent soient pertinentes. Cela permettra également d'éviter des démarches « solution-driven », parfois rencontrées (Duhamel, Legardeur, et al., 2025) et améliorer l'acceptabilité de solutions par la modélisation des « compensations » futures, inhérentes aux produits issus d'une démarche LT.

6 REMERCIEMENTS

Nous tenions à remercier les relecteur·rices pour leurs précieux commentaires ayant permis l'amélioration de cette communication.

7 BIBLIOGRAPHIE

ADEME. (2021, novembre). Les scénarios. *Agence de la transition écologique*. https://www.ademe.fr/les-futurs-en-transition/les-scenarios/

ADEME, Goodwill Management, Evea, & Kerlotec. (2025). *Évaluation et mise en oeuvre des démarches low-tech* Bihouix, P. (2014). *L'Âge des low tech Vers une civilisation techniquement soutenable*. Seuil.

Bloquel, M., Bonjean, A.-C., Fangeat, E., Marry, S., Fustec, A., Habe, C., Jaeger, R., Moiroud, L., & Morales, E. (2022). *État des lieux et perspectives des démarches « low-tech ».* 43.

Boisseau, T., Azoulay, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2025, octobre). Le déploiement de la low-tech : Une nouvelle forme de diffusion par expansion de l'exploration. *15e journées du GT Innovation de l'AIMS*.

Burns, C. M., & Hajdukiewicz, J. (2004). *Ecological Interface Design*. CRC Press.

Colin, C., & Martin, A. (2023). The user experience of low-techs : From user problems to design principles. *Journal of User Experience*, *18*(2), 68-85. https://doi.org/10.5555/3604890.3604892

Colin, C., & Martin, A. (2024). How to create sustainable artefacts? Towards a user-centered design guide for low-techs/appropriate technologies. In A. for C. Machinery (Éd.), *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2024* (p. 1-5). https://doi.org/10.1145/3673805.3673842

Duhamel, R., Lallemand, C., & Legardeur, J. (2025, mai 1). Appropriation de la démarche low-tech par des élèves ingénieurs : Un cas d'étude de reconception d'un souffleur. *S. mart 2025*.

Duhamel, R., Legardeur, J., & Lallemand, C. (2025). Sustainable Innovation in Practice : Documenting the Processes, Methods and Perspectives of Low-Tech Designers. *Proceedings of the 2025 ACM Designing Interactive Systems Conference, DIS '25*, 1584-1602. https://doi.org/10.1145/3715336.3735701

Girard, U., Reyes, T., & Lan Hing Ting, K. (2025). Characterizing the ingenuity of the Low-Tech design approach : A driver to move design toward more sustainable practices. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, *0*(0), 1-21. https://doi.org/10.1080/21650349.2025.2592706

Holman, M., Walker, G., Lansdown, T., Salmon, P., Read, G., & Stanton, N. (2020). The Binary-Based Model (BBM) for Improved Human Factors Method Selection. *Human Factors*, 0018720820926875.

Jenkins, D. P., Stanton, N. A., Walker, G. H., Salmon, P. M., & Young, M. S. (2008). Applying cognitive work analysis to the design of rapidly reconfigurable interfaces in complex networks. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *9*(4), 273-295.

Klein, G. A., Calderwood, R., & Macgregor, D. (1989). Critical decision method for eliciting knowledge. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, *19*(3), 462-472.

Lauton, J.-P., Loup-Escande, E., Kujawa, L., & Nelson, J. (2025). What to expect from task models in prospective ergonomics? A theoretical review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 1-17.

Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., & Barret, K. (2023). *IPCC, 2023 : Climate change 2023 : Synthesis report, summary for policymakers. Contribution of working groups i, II and III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [core writing team, h. Lee and j. Romero (eds.)]. IPCC, geneva, Switzerland.*

Mateus, Q., & Roussilhe, G. (2023). *Perspectives low-tech. Divergence*. Divergences.

McIlroy, R. C., & Stanton, N. (2015). Ecological Interface Design Two Decades On : Whatever Happened to the SRK Taxonomy? *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, *45*, 1-19.

Naikar, N. (2017). Cognitive work analysis : An influential legacy extending beyond human factors and engineering. *Applied Ergonomics, The Legacy of Jens Rasmussen*, *59*, 528-540.

Rauffet, P., Chauvin, C., Morel, G., & Berruet, P. (2015). Designing sociotechnical systems : A CWA-based method for dynamic function allocation. *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2015, ECCE '15*, 1-8. https://doi.org/10.1145/2788412.2788433

Read, G. J. M., Salmon, P. M., & Lenné, M. G. (2015). Cognitive work analysis and design : Current practice and future practitioner requirements. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *16*(2), 154-173.

Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P., & Diguet, J.-P. (2022). Integrating Transparency to Ecological Interface Design. *Proceedings of the 32nd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2022)*, 3301-3308.

Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P., & Lassalle, J. (2021). Using cognitive work analysis to develop predictive maintenance tool for vessels. *31st European Safety and Reliability Conference*.

Simon, L., Rauffet, P., Guérin, C., & Lassalle, J. (2021). Exploiter la méthode CWA pour le design écologique d'une interface de maintenance 4.0. *Onzième colloque de Psychologie Ergonomique EPIQUE 2021*, 210.

Tanguy, A., Carrière, L., & Laforest, V. (2023). Low-tech approaches for sustainability : Key principles from the literature and practice. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, *19*(1), 2170143.

Retracer des trajectoires de professionnels engagés dans la durabilité dans une approche systémique : exemples dans le domaine de l'enseignement supérieur et de l'agroécologie

Kérivel Thibault
Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD)
Université de Brest
Thibault.kerivel@univ-brest.fr

Prost Magali
Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD)
Université de Brest
Magali.prost@univ-brest.fr

Chloé Trividic
Service d'Ingénierie et d'Appui à la Médiatisation pour l'Enseignement
Université de Brest
Chloe.trividic@univ-brest.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Les transitions vers des activités plus durables sont loin d'être normatives mais suivent plutôt des trajectoires singulières. Les documenter devient un enjeu dans des perspectives de formation et d'accompagnement, que ce soit pour donner à voir des parcours inspirants ou pour analyser des phénomènes clés en vue de soutenir les transitions. Pour ce faire, nous proposons une méthodologie systémique originale, associant une analyse multi-niveaux et longitudinale pour l'analyse de trajectoires. Cette méthodologie, nommée "chronique des trajectoires de durabilité" a été déployée sur deux terrains distincts, l'un pour l'accompagnement à la transition agro-écologique des agriculteurs, l'autre pour celui d'enseignants-chercheurs souhaitant intégrer les questions de durabilité dans leurs enseignements. Les implications méthodologiques sont discutées en mettant en évidence des défis pour les travaux futurs.

MOTS-CLÉS
transitions ; durabilité ; chronique des trajectoires ; approche systémique ; activité

1 INTRODUCTION

Dans l'ensemble des secteurs professionnels, des acteurs s'engagent dans des transitions vers des activités plus durables (i.e. durable dans le sens donné par Prost et al. (2024) en référence au modèle Triple Bottom Line d'Elkington (1998)). Ces transitions se font parfois sur des temps courts, en rupture avec ce qui était mis en place jusqu'alors. Parfois, elles sont conduites chemin-faisant sur des empans temporels plus longs. C'est ce deuxième type de trajectoires qui nous intéresse et pour lequel nous cherchons à éprouver une méthodologie. Ces parcours de transition vers plus de durabilité, tous singuliers, et les enjeux associés prennent place dans des environnements complexes. Pour appréhender cette complexité inhérente aux enjeux de durabilité, il apparait nécessaire de s'inscrire dans un paradigme systémique afin de dépasser une vision linéaire de la transition des activités professionnelles. Notre communication a pour but de présenter et discuter d'une méthodologie

systémique, associant une analyse multiniveau et longitudinale pour l'analyse de trajectoires d'individus. Cette méthodologie a été déployée sur deux terrains distincts, l'un pour l'accompagnement à la transition agro-écologique des agriculteurs, l'autre sur l'accompagnement d'enseignants-chercheurs souhaitant intégrer les questions de durabilité dans leurs enseignements. L'enjeu de cette contribution est de présenter la mise en œuvre d'une méthode, les résultats présentés se veulent illustratifs et ne feront pas l'objet d'une discussion approfondie. Dans un premier temps, nous exposerons notre positionnement théorique puis, nous présenterons la méthodologie déployée sur les deux terrains, avant de conclure sur des points significatifs de la démarche ainsi que des éléments de préoccupations pour les chercheuses et chercheur engagés dans ce travail.

2 POSITIONNEMENT THEORIQUE

L'objectif des deux études présentées dans cette communication est de rendre compte des freins et leviers d'individus intégrant les questions de durabilité à leur activité de travail. Pour cela, nous avons utilisé le modèle du SSoS proposé par Thatcher & Yeow (2016). Ce modèle nous intéresse en ce qu'il propose une analyse à la fois multiniveau et longitudinale, spécifique à la durabilité, permettant ainsi de rendre compte de trajectoires d'individus. Ce modèle se base sur un emboîtement hiérarchique de systèmes où des systèmes "parents" et "enfants" forment un système de systèmes (Figure 1).

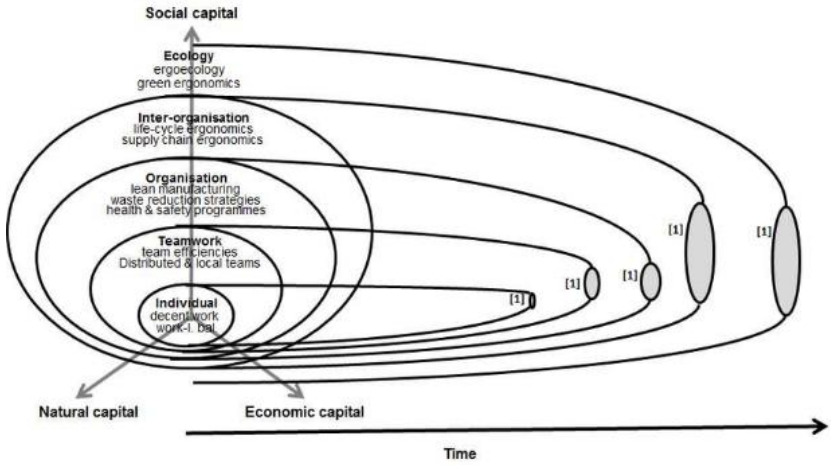


Figure 1. Modèle du Sustainable System of System proposé par Thatcher & Yeow (2026)

Le modèle permet de représenter visuellement les différents systèmes (composés d'acteurs) et de prendre en compte les interactions qui régissent cet ensemble de systèmes. De cette façon, les phénomènes mis à jour au sein d'un système « cible » peuvent être caractérisés et compris par l'analyse de l'influence des autres systèmes sur ce système cible. Complémentairement, ce modèle systémique et multiniveau permet de rendre compte de la temporalité des interactions, ce qui dans une perspective de transition, est essentiel. Pour autant, ce modèle n'est pas pensé initialement pour supporter des données issues de l'analyse de l'activité développée par l'ergonomie de langue française. La volonté d'articuler ces deux approches imposent de penser un paradigme capable de soutenir cette articulation. Thatcher, Guibourdenche et Cahour (2019) ont engagé un dialogue en ce sens, ils pointent les différences conceptuelles entre l'approche du système de systèmes durables (SSoS) et une approche particulière de l'analyse de l'activité au sein de l'ergonomie francophone centrée sur l'activité (FACE).

Notre travail s'inscrit donc dans ce paradigme hybride au regard des enjeux que soulève l'étude de la durabilité. Nous partageons le point de vue développé par Thatcher et al. (2019) sur la nécessité de s'équiper méthodologiquement et épistémologiquement d'outils capables de rendre compte de phénomènes complexes et systémiques. Pour saisir ces phénomènes, il nous parait essentiel de tenir les enjeux d'une analyse de l'activité des acteurs en situation de travail d'un côté et d'une analyse systémique de ces activités de l'autre. Cette hybridation invite à dépasser l'usage de l'approche systémique et de la sémantique associée comme un simple outil de représentation d'un

contexte dans lequel sont plongées les activités que nous analysons. Cette hybridation invite aussi à penser la complémentarité entre les approches centrées sur l'activité et les approches systémiques afin de ne pas basculer dans une description désincarnée des trajectoires de transitions vers plus de durabilité, risquant ainsi d'étouffer la singularité et la richesse des parcours. Le défi est donc de taille : comment intégrer à une analyse multiniveau et longitudinale (sur des temps relativement longs donc) des données liées à l'expérience vécue des acteurs ? Notre proposition méthodologique cherche à alimenter cette réflexion et à mettre en lumière les défis que cela engage.

Dès lors que l'on souscrit à la vision paradigmatique évoquée, apparait l'enjeu d'opérationnalisation de l'étude des systèmes notamment dans les sciences humaines et sociales (Thatcher et al., 2019). Au-delà des propositions théoriques, notamment issues de l'ergonomie (Maier, 1989 : Wilson, 2014 ; Thatcher et Yeow, 2016), il existe à notre connaissance peu d'études ayant permis de rendre compte de façon systémique des phénomènes de transformation. Nous avons pu identifier trois études empiriques (Chizallet et al., 2024 ; Kerivel et al., 2024 : Trividic et al., 2025) qui cherchent à opérationnaliser le modèle Sustainable System of Systems (SSoS) (Thatcher et Yeow, 2016). D'autres études, utilisant d'autres modèles systémiques comme celui des systèmes d'activités (Engestrom et Sannino, 2021), apportent des éléments de compréhension des activités humaines dans une perspective systémique (Lémonie, 2025 ; Crosse,2023). Indépendamment des modèles qui supportent ces analyses, ces études permettent de mettre à jour la complexité tout en relevant des défis méthodologiques ad hoc. L'enjeu de notre communication est d'envisager les bases d'une démarche méthodologique communes à différents domaines pour la compréhension de l'activité humaine dans une perspective longitudinale et systémique.

Dans la suite de cette communication, nous présentons une proposition d'opérationnalisation du modèle du SSoS en essayant d'intégrer des données de contexte et d'activité, pour l'étude des trajectoires de professionnels en transitions vers plus de durabilité.

3 POSITIONNEMENT METHODOLOGIQUE : CHRONIQUE DES TRAJECTOIRES DE DURABILITE

La méthodologie que nous voulons mettre en discussion, la chronique des trajectoires de durabilité, a été mobilisée dans deux études présentées ici : la première porte sur la transition agro-écologique d'agriculteurs et la seconde sur l'intégration des questions de durabilité aux enseignements dispensés par des enseignants-chercheurs à l'université. Ces deux catégories d'acteurs évoluent dans des environnements complexes. Les acteurs qui composent ces environnements sont interdépendants si bien que lorsqu'une relation entre les acteurs est modifiée, c'est l'ensemble de l'environnement qui est modifié. L'introduction de contenus pédagogiques en lien avec la TEDS ou la mise en place de pratiques agroécologiques constituent des modifications majeures dans chaque système. Ces orientations professionnelles impliquent des adaptations pour les acteurs dans le temps. Dès lors, et dans la perspective de comprendre les transformations à l'œuvre chez les enseignants ou chez les agriculteurs, il apparait nécessaire de rendre compte de la complexité de la trajectoire de transition en intégrant l'analyse de l'environnement dans lequel évoluent les acteurs. La méthodologie mise en place vise ainsi à étudier les trajectoires de travailleurs engagés dans plus de durabilité en cherchant à mettre en évidence les difficultés rencontrées et les ressources mobilisées lors de ce parcours de transition. Pour ce faire, nous proposons à la fois une méthode de collecte et d'analyse des données que nous regroupons sous le nom de chronique des trajectoires de durabilité.

La démarche de collecte de données est inspirée de la démarche de la chronique du changement proposée par Chizallet et al. (2024). Cet outil, qui rend visibles les systèmes, se veut être un véritable levier d'accompagnement et de transformation. L'objectif est d'outiller les agriculteurs et les acteurs qui les accompagnent (e.g. conseillers agricoles) pour dépasser des difficultés et atteindre des objectifs en aidant à concevoir des ressources et donner à l'agriculteur un rôle de « concepteur » de nouvelles situations de travail. Nous avons repris les principes de cet outil et l'avons l'adapté pour en faire un outil de collecte de données rétrospectif (Trividic & al., 2025; Prost & al., soumis). Cette méthode consiste à mener des entretiens approfondis séquencés en deux temps : a) un premier temps qui vise

à débuter d'une feuille blanche pour construire la trajectoire de l'interviewé et à poser une série

de questions sur le parcours de manière à renseigner une frise avec des repères temporels ; b) un second temps d'entretien, où des questionnements précis sont posés visant à approfondir le déroulement du parcours, en essayant autant que possible de questionner des situations et contextes précis relativement aux : objectifs poursuivis faisant référence aux intentions, motivations, préoccupations, valeurs, attentes des enseignants-chercheurs ; difficultés pointant les obstacles et contraintes rencontrés lors du parcours ; ressources mobilisées qui correspondent aux leviers, stratégies mises en place pour répondre à leurs objectifs ou palier une difficulté.

La particularité de ce second temps est de consigner les principaux éléments mentionnés par l'interviewé sur la frise en les écrivant sur des post-its de couleurs (bleu = leviers/ressources ; rose = difficultés/freins ; jaune = objectifs/préoccupations) (figure 2). Cette visualisation co-construite permet à l'intervieweur et à l'interviewé de se mettre d'accord sur le déroulement du vécu et de ne pas oublier certains éléments. Les entretiens sont tous enregistrés.

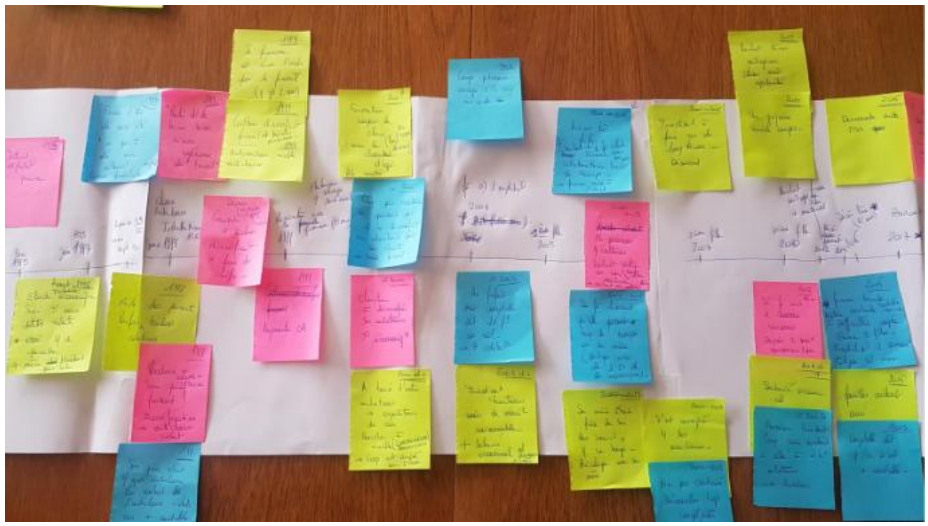


Figure 2. Illustration de la frise renseignée en cours d'entretien

Une fois les données collectées, l'étape d'analyse des données consiste à retranscrire les entretiens (à l'aide du logiciel Whisper suivi d'une réécoute avec corrections des éventuelles erreurs). Les données sont ensuite codées dans le logiciel d'analyse de contenu LibreQDA (outil open source développé par l'université de Sherbrook). L'analyse a ensuite été scindée en deux parties :

- Une première qui consiste à réaliser une analyse thématique inductive (Braun and Clarke, 2006) pour catégoriser la nature des freins, leviers et préoccupations mentionnés par les interviewés.
- Une seconde qui vise à analyser les données au regard du modèle de Ssos de Thatcher & Yeow (2016). La grille de codage utilisée comporte des informations sur a) le niveau d'entrée et de sortie de l'élément évoqué ; b) le sens de l'interaction entre les systèmes et la nature de ces interactions (freins/ressources/préoccupations).

Une fois le codage terminé, une analyse à plat des données a été produite en comptabilisant le nombre de freins, leviers et ressources selon leur nature. Puis, une analyse diachronique multiniveau a été réalisée au départ manuellement puis de manière automatisée. En effet, le traitement manuel s'est avéré être très chronophage (traitement sur Excel puis visualisation sur Powerpoint et Miro) et ne permettait pas d'adapter le codage en cours d'analyse. Un logiciel a été conçu spécifiquement pour l'étude afin de permettre la visualisation des données visant à renseigner le modèle du SSoS.

Nous allons illustrer la méthodologie décrite avec deux études. Nous en présenterons le contexte, quelques éléments complémentaires liés à la méthodologie et montrerons quelques résultats liés à l'analyse diachronique (l'analyse synchronique n'étant pas dans les objectifs de cette communication, nous ne les exposerons pas ici).

4 ILLUSTRATIONS À PARTIR DE DEUX CAS D'ÉTUDE

4.1 Trajectoire d'agriculteurs engagés dans la transition agro-écologique

La première étude présentée prend place dans le cadre d'un projet financé par la région Bretagne où des acteurs du conseil agricole se questionnent quant à la manière de faire adhérer la masse des agriculteurs à la nécessité d'opérer des transitions fortes pour répondre aux enjeux de l'agriculture et aux attentes sociétales (changement climatique, qualité de l'eau, réduction des intrants de synthèse, bien-être animal, bien-être humain, sécurité alimentaire, recherche de valeur ajoutée, organisation du travail, etc.). L'objectif du projet est d'étudier les trajectoires, toutes singulières, d'agriculteurs engagés dans la transition agro-écologique (TAE) en mettant à jour les éléments déclencheurs de leur évolution, les actions qu'ils ont mises en œuvre ; l'idée étant de sensibiliser et inciter d'autres agriculteurs à s'engager dans une TAE en montrant que cette dernière n'est pas linéaire et normative.

Douze agriculteurs pionniers en AE ont été interrogés par un binôme composé d'un agronome et une chercheuse en ergonomie/sciences de la formation. Ce binôme paraissait important en raison de la densité des informations collectées et la longueur des entretiens (de deux à cinq heures) et pour associer les compétences des intervieweurs (agronomie et méthodologie de recherche) garantissant une meilleure compréhension des situations relatées par les agriculteurs. Les agriculteurs (onze hommes et une femme) sont revenus sur l'ensemble de leur carrière.

Lors de la première phase (i.e. renseigner la frise chronologique avec des dates clés), les agriculteurs ont été questionnés sur leur histoire individuelle (naissance d'enfants, décès, formation, famille dans l'agriculture, etc.) et professionnelle (événements marquants, changements politiques, intégration dans des collectifs, etc.). La deuxième phase a permis de renseigner plus finement la frise à l'aide des questions relatives aux objectifs, difficultés et ressources mobilisées tout au long du parcours.

Les échanges ont été très riches et il a fallu parfois recentrer les échanges sur ce qui s'est réellement passé sur l'exploitation. La visualisation de la frise a aidé à de nombreuses reprises les agriculteurs à se resituer dans le temps ; l'empan temporel questionné est très large (parfois près de quarante années), il est donc impossible de revenir finement sur l'ensemble du parcours.

Les données collectées étaient de différentes natures et les premiers résultats de l'analyse synchronique ont montré une variété de freins et leviers. Aussi, nous avons fait le choix de concentrer l'analyse diachronique sur le poids des relations sociales dans les parcours de transition.

Les résultats sont en cours d'analyse et de modélisation. Ils seront présentés lors de la communication.

4.2 Trajectoire d'enseignants-chercheurs intégrant les questions de durabilité à leurs enseignements

La seconde étude présentée ici a été réalisée auprès d'enseignants-chercheurs. En France, avec la parution de notes de cadrage ministériel, les universités sont incitées à intégrer au premier cycle un socle de connaissances et compétences sur la transition écologique pour un développement soutenable (TEDS), ainsi qu'à en engager une intégration disciplinaire au sein des cursus et des disciplines. La démocratisation des enseignements sur la TEDS est encore timide et des réflexions sont en cours sur la manière d'accompagner le changement de pratiques de la communauté enseignante. L'objectif est alors, à travers l'étude de trajectoires d'enseignants ayant déjà transformé leurs pratiques, de comprendre, à travers leur vécu, ce qui a soutenu ou empêché ces transformations. De tels résultats visent à nourrir la réflexion et proposer des pistes d'intervention aux acteurs qui participent à la stratégie d'accompagnement de la mise en œuvre de la TEDS à l'université.

Après un appel à participation auprès d'enseignants-chercheurs moteurs dans des projets intégrant la dimension socio-environnementale à l'université, cinq enseignants-chercheurs de disciplines différentes et d'une même université française se sont portés volontaires pour être interviewés. Concrètement, les entretiens (durée moyenne de 80 minutes) ont été menés

individuellement par une chercheuse en se centrant sur les objectifs poursuivis, les contraintes rencontrées et les ressources mobilisées. L'évocation de chacun de ces trois items alimentent les échanges à propos des deux autres. Les entretiens ont tous le même déroulé. Ils débutent par une phase de présentation de la modélisation de l'approche multiniveau utilisée (i.e. SSoS) dans lequel les enseignants se situent afin de leur permettre de s'y référer durant l'entretien. Les relances avaient pour but de distinguer ce qui relève de la sphère personnelle (e.g. amis) et professionnel (e.g. collègues). Puis, l'entretien a permis, à partir d'une page blanche, de construire la trajectoire des interviewés en posant une série de questions sur le parcours universitaire et sur les enseignements intégrant la TEDS, de la naissance de l'idée du cours à sa mise en œuvre. Enfin, des questionnements précis visaient à approfondir le déroulement de la mise en œuvre des enseignements en essayant autant que possible de questionner des situations et contextes précis (utilisation des post-its).

Les résultats diachroniques peuvent être analysés sous différents angles. A titre illustratif, pour montrer la richesse des résultats, la figure 3 présente l'évolution des ressources (leviers) mobilisés par l'un des enseignants-chercheurs interviewés.

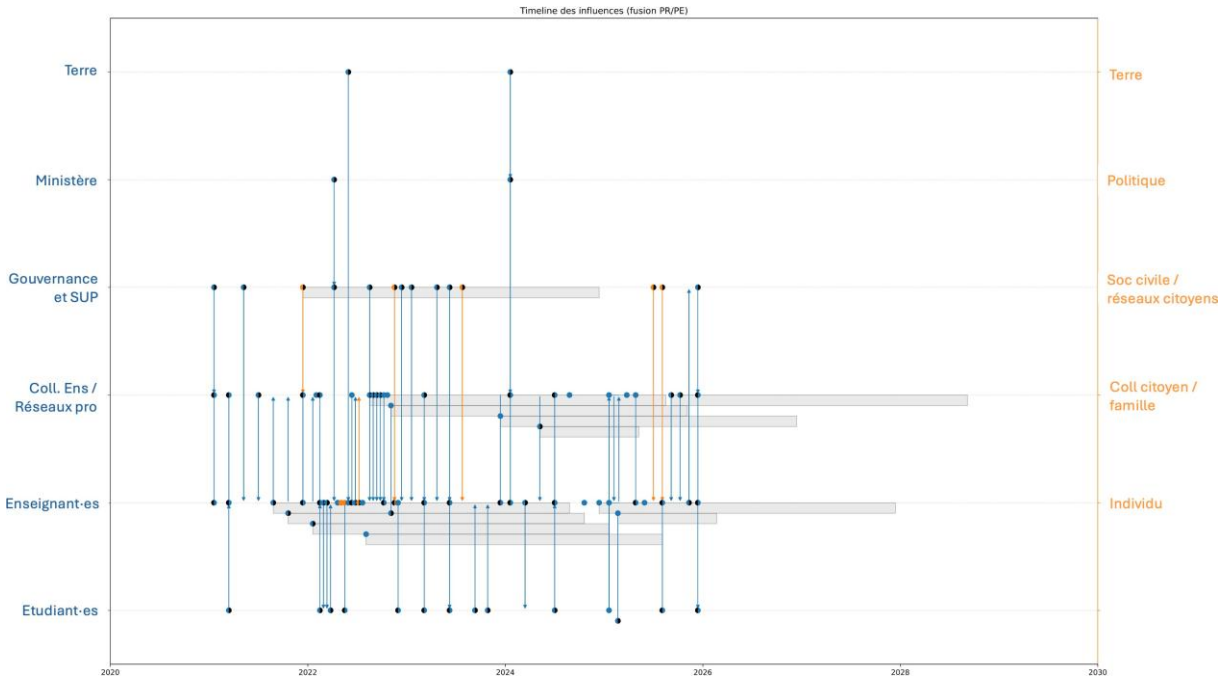


Figure. 3. Analyse diachronique des ressources mobilisées par un enseignant-chercheur interviewé

Nous observons des relations bidirectionnelles (symbolisées par la direction des flèches dans le graphe). Autrement dit, les relations - voire influences - entre les systèmes sont ascendants et descendants, notamment entre les niveaux "enseignants" et "collectifs d'enseignants/réseau professionnel". Cette prédominance des relations entre collectifs et enseignants met en évidence une porosité entre niveaux de systèmes et traduit l'influence mutuelle entre enseignant et le collectif dans lequel il évolue. Le collectif est ici une ressource pour le déploiement d'enseignements liés à la TEDS tout autant que l'enseignant est une ressource pour le collectif (en particulier sur le début du projet). Un enseignant rapporte en ce sens que "c'est qu'on n'est jamais plus efficace que quand on fait les choses soi-même et qu'on montre que ça marche pour que les collègues s'embarquent". Une autre précise : "j'ai aussi le soutien de la direction, je n'ai pas eu besoin de me battre contre la direction. Je sais que c'est une grande chance. Et donc tout ce que j'ai proposé, j'avais derrière l'aval". Les relations bidirectionnelles ne s'observent pas dès lors que le niveau "gouvernance et SUP" entre en jeu, les instances de l'université peuvent être une ressource pour l'enseignant en proposant des formations à la TEDS ou en validant des maquettes intégrant des enseignements innovants.

Les relations entre les systèmes peuvent être ponctuelles ou plus étendues (représentées dans la

Figure3 par les zones grisées). Ceci met en évidence les différentes temporalités dans un parcours de transition : certaines ressources peuvent soutenir la mise en place d'enseignement sur plusieurs mois. C'est le cas, par exemple d'un acteur qui dit "on a beaucoup de lien avec la société civile, à l'échelle de l'équipe pédagogique, des associations avec qui on travaille, de sensibilisation à l'environnement, ...". On observe également une porosité entre système personnel (en orange dans la figure) et professionnel (en bleu), montrant ainsi l'interconnexion entre ce qui se joue dans la sphère privée et dans le travail. La question du sens et des valeurs est au cœur des questions de durabilité, nos résultats permettent d'en montrer l'articulation.

5 DÉFIS MÉTHODOLOGIQUES À RELEVER

Le travail présenté dans cette communication s'inscrit dans un paradigme systémique pour l'analyse de l'activité des professionnels en transition. Cette orientation paradigmatique nous semble essentielle dans la perspective de dépasser une approche "réductionniste" centrée sur la compréhension des composants d'un système (un acteur, une catégorie d'acteurs) (Chizallet et al., 2024 ; Thatcher et al., 2019). Pour cela, nous adoptons une approche plus "globale" centrée sur la compréhension des acteurs mais aussi des relations entre les acteurs au sein d'un système afin de saisir les enjeux complexes que soulèvent les questions de transitions. Aussi, s'intéresser aux questions de durabilité nécessite de changer d'échelle de temps et d'intégrer des analyses longitudinales, ce qui pose des défis importants dès lors que l'on a une préoccupation pour l'activité et pour l'expérience vécue des acteurs (Thatcher et al., 2019).

Les deux études présentées ici s'intéressent à la compréhension des freins et leviers qui permettent à des individus d'intégrer la durabilité dans leur pratique. Pour ce faire, nous proposons d'entrer par une analyse de trajectoire, approche classiquement mobilisée par la sociologie et moins par l'ergonomie ou la psychologie ergonomique dont l'unité d'analyse est l'activité. La durabilité étant par essence complexe, mobiliser une approche systémique semble indispensable. Notre défi est donc de taille : rendre compte de la trajectoire d'individus sur un temps long avec une approche systémique. La proposition du Ssos de Thatcher & Yeow (2016) apparait être un modèle pertinent mais souffre de mise en pratique empirique.

Lors de nos tentatives méthodologiques, nous nous sommes confrontés à des difficultés de différentes natures, posant des défis pour la suite de nos travaux :

Le grain de l'expérience vécue : retracer des trajectoires sur des temps longs implique de changer la focale d'analyse, ce qui pose une difficulté majeure en lien avec l'unité d'analyse privilégiée dans l'analyse de l'activité. Comment donc intégrer des données d'activité sur des empans temporels aussi longs ? Quel type de relances permet de "zoomer" et "dézoomer" certains aspects du parcours de la personne ? L'entretien d'explicitation, proposé par Vermersch (1994) donne des pistes pour "creuser" certains moments de l'expérience vécue, ce qu'il appelle la fragmentation. Pour autant, subsiste la question des moments à choisir pour affiner la compréhension. Sans doute que de demander aux interviewés eux-mêmes ce qui est le plus saillant dans l'expérience est une première piste. Pour la suite, nous prévoyons de demander en cours d'entretien quels sont les éléments les plus saillants pour éviter l'inférence dans l'analyse.

Les niveaux du SSoS : une autre question concerne les niveaux d'acteurs définis dans les systèmes qui composent le SSoS. Ces choix ne sont pas neutres car la visualisation qui est faite des résultats n'est pas un simple outil de représentation mais aussi (et surtout) un outil d'analyse des données. Thatcher & Yeow (2016) mettent au point un système hiérarchique qui doit rendre compte "de façon acceptable" de la réalité. Mais qui s'intéresse à l'activité et aux situations sait que cette représentation hiérarchique présente des limites et efface la complexité des liens. Le choix des niveaux de système nous apparait ainsi être un élément central qui doit être guidé par des objectifs de recherche.

Le recueil de données, la conduite de l'entretien : il est essentiel de définir un objet de recherche précis avant d'aller sur le terrain. Le temps d'appropriation de la méthodologie (type de question, mobilisation du support du Ssos, etc) nécessite du temps. De plus, l'étendue des empans

temporels offre des pistes d'exploration multiple qui peuvent avoir tendance à rendre flou l'objectif de recherche initial.

La représentation des données (visuels) et sa signification : notre méthode permet d'avoir des données riches, le pendant étant que nous avons été confrontés à la difficulté de les représenter. Il s'avère donc nécessaire de faire des choix, la manière de présenter les données donne à voir des résultats différents (dynamique de flux, dynamique temporelle des relations et leur impact, etc.).
Pour conclure, nous aimerions ouvrir la réflexion sur ce qu'implique l'inscription dans une approche systémique (Meadows, 2023). Est-ce une simple méthode ? Un paradigme ? Dans quelle mesure cela nécessite la collaboration avec différentes disciplines ? Le cas échéant, comment organiser cette collaboration ?

6 REMERCIEMENTS

Les autrices et auteur remercient vivement Pierre Bagot pour ses compétences et le temps qu'il a consacré à la conception du logiciel d'analyse diachronique des données.

7 BIBLIOGRAPHIE

Chizallet, M., Barcellini, F., & Prost, L. (2024). Sustainable system of systems at work: unravelling (some of) the complexity of farmers' transition to sustainability. *Ergonomics*, 67(4), 467–481. https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2163687

Crosse, M. (2023), Transformation des pratiques pédagogiques dans l'enseignement supérieur. Un processus en tension. *Paris : L'Harmattan*

Elkington, J., & Rowlands, I. H. (1999). Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. *Alternatives Journal*, *25*(4), 42.

Lémonie, Y. (2025). *Transformer et comprendre. Une introduction à la théorie historico-culturelle de l'activité* (pp. 480-p). Peter Lang.

Kerivel, T., Guibourdenche, J., Prost, M., & Bossard, C. (2024). Partage cognitif en situation entre jeunes footballeurs de haut niveau en centre de formation. Une analyse multiniveaux et longitudinale. *Revue d'anthropologie des connaissances*, *18*(18-1).

Maier, M. W. (1998). Architecturing principles for systems of systems. *Systems Engineering, 1*, 267–284.

Meadows, D. (2023). *Pour une pensée systémique*. Rue de l'échiquier.

Prost, M., Le Bail, C., Lassalle, J., Chizallet, M., Boudra, L., Guibourdenche, J., ... & Rétaux, X. (2024, October). Ergonomics for sustainable development: issues, models and practices from the historical analysis of the ARPEGE's French commitee Design for Sustainable Development. In *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2024* (pp. 1-8).

Prost, M., Kerivel, T., Bagot, P. & Trividic, C.(soumis). Etude de l'activité dans un contexte de transition : un regard systémique appliqué aux enseignants engagés dans la TEDS. *Education permanente.*

Strauss, A. & Corbin, MJ (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory.* SAGE Publications.

Thatcher, A., Guibourdenche, J., & Cahour, B. (2019). Sustainable system-of-systems and francophone activity-centered approaches in ergonomics : Converging and diverging lines of dialogue. *Psychologie française*, *64*(2), 159-177.

Thatcher, A., & Yeow, P. H. P. (2015). A sustainable system of systems approach: a new HFE paradigm. *Ergonomics*, 59(2), 167–178. https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1066876

Trividic, C., Prost, M. & Kerivel, T. (2025). Leviers et freins à la mise en place d'enseignements liés à la Transition Écologique pour un Développement Soutenable, Colloque *Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur*, Brest, 19 au 23 mai 2025.

Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. ESF, Paris.

Wilson, J. R. (2014). Fundamentals of systems ergonomics/human factors. *Applied Ergonomics*, 45(1), 5–13.

Transition socio-écologique et durabilité du travail : même combat ? Quel rôle pour la psycho-ergonomie ?

Vincent Grosjean
INRS
Vincent.Grosjean@inrs.fr

Émilie Dufour
INRS
emilie.dufour.pro@gmail.com

Christine Jeoffrion
Université Grenoble Alpes - UFR SHS
christine.jeoffrion@univ-grenoble-alpes.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Le rôle du psycho-ergonome intervenant en santé au travail implique un double regard : sur l'activité, où se situent les tensions psychosociales et les risques, et sur l'organisation, siège de causes structurelles. Or, ceux qui interrogent les conditions d'une transition socio-écologique des entreprises notent que des caractéristiques de la gouvernance impactent la durabilité et les conditions de travail. Dès lors, une intervention en organisation en transition centrée sur ces questions doit cibler trois niveaux hiérarchisés : identifier tensions et risques du travail, interroger la gouvernance comme « cause profonde » et questionner l'organisation, comme vecteur intermédiaire entre ces causes profondes et leurs effets. Centrée sur un cas d'entreprise à mission, la communication permettra d'expliciter quelques-unes des interactions entre ces niveaux d'analyse et montrera comment la Théorie Historico-Culturelle de l'Activité a été mobilisée dans le cadre d'une recherche-intervention.

MOTS-CLÉS
Entreprise à mission, gouvernance d'entreprise, santé au travail, approche systémique.

1 INTRODUCTION

De nombreux travaux, produits notamment par des collègues contribuant à Commission Concevoir pour le Développement Durable (CCDD) d'Arpège, ont souligné la nécessité de prendre en compte les impacts sur le travail et les travailleurs dans les démarches de transition initiées dans les entreprises, et ce dans de multiples secteurs : l'agriculture (Cerf et al., 2024; Prost et al., 2017), l'alimentation (Nascimento et al., 2025), le transport (Bastit & Pechmann, 2021). Du point de vue des enjeux de transition, une prise en compte insuffisante de ces impacts va dans un premier temps engendrer des tensions (Rupp & Mallory, 2015), des conflits du buts (Tran et al., 2023), voire une augmentation des risques (Nascimento et al. 2025). Au-delà du coût humain, il est en outre assez clair que cette prise en compte insuffisante peut amener à un échec de la transformation, pourtant considérée comme socialement souhaitable par l'entreprise. Il y a donc intérêt à ce que les réorientations des activités de l'entreprise vers des pratiques jugées plus durables prennent en compte le fait que cela s'accompagne, pour les salariés, d'une évolution des exigences qui s'adressent à eux et, dès lors, de transformations de leur travail. A l'instar des mobilisations en faveur de transformations sociétales qui associent « fin du monde » et « fin du mois », un enjeu porté pas nos disciplines pourrait être l'association « transition vers une entreprise plus durable » et « durabilité du travail » (Boudra, 2016). Dès lors, si le développement durable vise à « répondre aux besoins du

présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » (Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1987, p. 51), il convient d'y ajouter l'impératif du travail soutenable (i.e., la nécessité que cela soit réalisé sans porter atteinte à la santé et aux bien-être des salariés de l'entreprise).

Au-delà de la sphère francophone, on peut constater que la notion de « système de travail soutenable » (Zink, 2014) s'est imposée de la même manière. Des auteurs notent que l'intégration des enjeux de soutenabilité impliquent souvent une complexification des cadres d'analyse et la prise en compte de dimensions systémiques plus larges (Bolis, Sigahi, Thatcher, Saltorato, & Morioka, 2023), ce qui fait écho aux intentions de ce symposium.

Pour ce qui nous concerne, dans le cadre de travaux portés par l'INRS, nous nous sommes intéressés à une catégorie d'entreprises, institutionnalisée en 2019 en France dans le but précis de donner dans leur gouvernance une place à des ambitions de transition sociétale en environnementale. L'objectif pour nous était de voir *si* et *dans quelle mesure* cette forme émergente d'entreprises était dotée des particularités susceptibles d'aborder différemment les interactions entre les choix de transformations des activités de l'entreprise et les impacts de ces transformations sur le travail.

Dans la suite de cette contribution, nous présentons les particularités distinctives de ces entreprises, puis explicitons le cadre d'analyse systémique que nous avons mobilisé pour les analyser. Celui-ci a été choisi en fonction d'un objectif de compréhension, mais également d'accompagnement puisqu'il a été déployé dans le cadre d'une recherche-intervention. Nous continuons en donnant un aperçu des méthodologies mises en place et illustrons par quelques résultats.

2 SPECIFICITES DES ENTREPRISES A MISSION

Dans le cadre de la loi PACTE, votée en 2019, le législateur a cherché à faire évoluer la notion d'entreprise, en modifiant la définition de son objet social pour y inclure des obligations de prise en compte des enjeux sociaux et environnementaux. La loi a également donné la possibilité aux entreprises d'adopter une qualité juridique : la qualité de société à mission. Pour ce faire, les entreprises doivent se définir une raison d'être revêtant un caractère d'utilité sociale et/ou environnementale qu'elles se doivent d'inscrire dans leurs statuts. Dans son principe, la société à mission (SAM) vise dès lors à concilier deux notions que sont l'intérêt commun des associés d'une part et la poursuite d'objectifs plus larges d'intérêt général d'autre part. Dans l'esprit de la loi, la raison d'être pose « les principes dont [l'entreprise] se dote et pour le respect desquels elle entend affecter des moyens dans la réalisation de son activité » (article 1835 du code civil). La loi impose en outre à l'entreprise de préciser les objectifs sociaux ou environnementaux qu'elle se fixe, ces éléments étant intégrés à ses statuts. L'entreprise doit par ailleurs définir les modalités du suivi de l'exécution de sa mission. Elle a dès lors l'obligation de constituer un comité de mission, distinct des organes sociaux, et devant comporter au moins un salarié[52]. Celui-ci sera chargé du suivi de la mission et devra présenter annuellement un rapport joint au rapport de gestion lors de l'Assemblée Générale des actionnaires. Ce comité a le pouvoir de procéder à toute vérification qu'il juge opportune et peut se faire communiquer tout document nécessaire au suivi de l'exécution de la mission. Enfin, l'exécution des objectifs sociaux et environnementaux fait l'objet d'une vérification tous les 2 ans environs par un organisme tiers indépendant. Actuellement, selon l'observatoire des sociétés à mission, plus de 2.400 entreprises, de taille et d'activités variables, ont modifié leurs statuts pour adopter la qualité de la société à mission.

Si ce modèle d'entreprise est une nouveauté dans le paysage juridique français et que peu d'équivalents existent en Europe[2], on peut toutefois considérer qu'il rentre dans la catégorie plus large des entreprises dites « hybrides » (Battilana & Dorado, 2010). Ce terme renvoie aux entreprises qui partagent la caractéristique d'être guidées, dans leurs pratiques, vers des orientations divergentes,

[52] La loi précise que les entreprises de moins de 50 salariés ne sont pas dans l'obligation de constituer un comité de mission mais de désigner *a minima* un référent de mission.

[2] Un modèle proche est proposé en Italie.

voire parfois contradictoires, qui découlent précisément du fait qu'elles poursuivent des finalités qui entrent en tension les unes avec les autres. En ce sens, elles se distinguent du modèle dominant, caractérisé par une recherche de maximalisation du profit. La littérature considère que les entreprises hybrides, du fait de la coexistence en leur sein de plusieurs objectifs, sont le théâtre de tensions organisationnelles qui prennent la forme de conflits d'idée, de principes ou d'actions. Certains auteurs vont jusqu'à considérer que l'existence de tensions constitue la caractéristique centrale des entreprises hybrides (Smith et al., 2013).

Nous avons jugé que notre intérêt pour cette catégorie émergente d'entreprises imposait l'adoption d'un cadre d'analyse élargi, multiscalaire, capable d'intégrer dans l'analyse des facteurs organisationnels et liés à l'activité – comme classiquement dans nos disciplines –, mais également des facteurs liés à la gouvernance. En effet, une des idées fortes sur laquelle des chercheurs en sciences de gestion se sont basés pour élaborer ce modèle des entreprises à mission, est que la gouvernance de l'entreprise doit évoluer pour que celle-ci puisse agir de manière utile socialement, eu égard aux enjeux environnementaux et sociaux actuels. Cette prise de position découle du constat selon lequel les organes de gouvernance (e.g. le conseil d'administration ou le conseil de surveillance) exercent une forme de « contrôle sur l'action » (Hatchuel & Segrestin, 2007, p. 29) et ont une influence importante sur l'activité de l'entreprise. Partant d'un intérêt pour la façon dont la gouvernance d'une entreprise à mission implémente les objectifs sociaux et environnementaux, et ceci en tenant compte ou non des impacts sur le travail et les travailleurs, nous avons voulu adopter un cadre d'analyse systémique élargi à la gouvernance (cf. Figure 1).

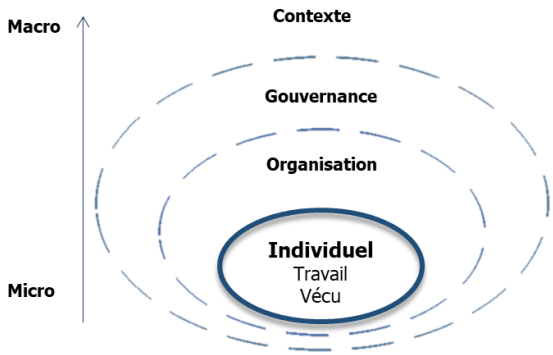


Figure 1. Cadre d'analyse élargi à la dimension gouvernance

3 CONTEXTE ET CADRE D'ANALYSE

Le travail de terrain présenté ici est issu d'une recherche-intervention conduite sur une durée de deux ans dans une entreprise de transport urbain, ayant acquis la qualité de société à mission six mois avant le démarrage de l'étude. Dans sa composante centrée recherche, il s'agissait pour nous de collecter des informations sur le processus de passage en SAM, ses impacts sur le travail, la façon dont les transformations étaient vécues par les salariés et dont le fait d'être une SAM affectait la prise en compte des effets de l'hybridité sur le travail. Dans sa composante d'intervention, l'accord passé avec l'entreprise visait à soutenir le développement des capacités réflexives et d'action des collectifs impliqués et singulièrement celles de la direction. Pour ce faire, nous devions donc fournir à l'entreprise un regard extérieur étayé scientifiquement sur le vécu des salariés face aux transformations induites par la poursuite des objectifs associés à la mission. Éclairer les dynamiques internes associées à cette évolution — tensions, reconfigurations des pratiques, évolutions de certains « repères » professionnels — pouvait constituer un retour d'information susceptible de mettre l'entreprise en capacité de réajuster son projet ou les modalités de sa mise en œuvre. La recherche-intervention se conçoit ainsi comme un dispositif combinant enjeu d'intelligibilité et de développement, visant la fois la compréhension scientifique et de la transformation des pratiques

génératrices de tensions.

L'ancrage méthodologique et conceptuel s'est appuyé sur la théorie historico-culturelle de l'activité (THCA), mobilisée notamment en psychologie ergonomique francophone pour penser, analyser et accompagner les processus de transformation du travail. Inscrite dans la filiation des travaux de Vygotski, Leontiev et Engeström (Sannino, Engeström, & Lemos, 2018), cette approche conçoit l'activité humaine comme un système dynamique médiatisé par des instruments matériels et symboliques, historiquement constitué et socialement situé. En outre, ce cadre de pensée nous a semblé intéressant parce qu'il attribue une fonction développementale aux tensions, qui nous intéressent particulièrement au vu de la littérature sur les entreprises hybrides – catégorie englobant les entreprises à mission.

Ce cadre théorique repose sur le postulat que « la complexité cognitive, sociale et culturelle est telle que seule une approche historique et contextuelle peut prétendre représenter significativement l'activité humaine en situation réelle » (Nascimento, 2024). L'outillage conceptuel et méthodologique permet notamment d'articuler l'objectif de production de connaissances et celui d'accompagnement du changement. Le chercheur-intervenant, en restituant de manière réflexive les analyses produites — notamment autour des tensions identifiées —, contribue à créer les conditions d'un apprentissage organisationnel et d'une réélaboration collective du sens de l'action.

L'intervention ne vise pas à prescrire des solutions, mais à favoriser le débat et la réflexivité. Il s'agit plutôt de construire des espaces où les acteurs peuvent élaborer, à partir d'analyse ciblées sur les changements induits par la stratégie de transition de l'entreprise sur leur propre activité, un regard critique sur les effets pour eux de ces évolutions en cours de déploiement. La centration sur les tensions et contradictions, vues par la THCA comme autant de possibilités de progrès, nous a semblé particulièrement intéressante.

Ce cadre d'analyse (cf. Figure 2) permet de conceptualiser le projet de passage en SAM comme une évolution de l'objet (i.e., le motif des activités de l'entreprise), l'entreprise se voyant assignée, par la modification de ses statuts, un certain nombre de finalités complémentaires. Dans le cas d'entreprise qui nous occupe, il ne s'agit désormais plus seulement de transporter des personnes en respectant un cadre fixé par l'Autorité Organisatrice de la Mobilité (AOM), mais de le faire tout en poursuivant un certain nombre d'objectifs complémentaires précisés dans ses statuts.

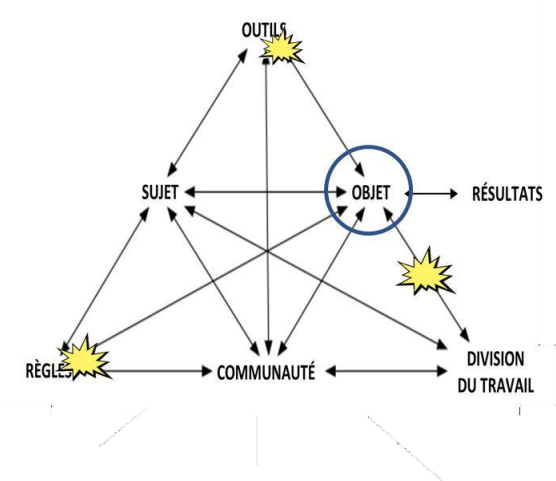


Figure 2. Représentation du système d'activité tel que conceptualisé par la THCA. Les éléments en jaune représentent des hypothétiques tensions.

Dans la mesure où la mission amène à transformer l'objet, le modèle prévoit l'apparition de tensions ailleurs dans le système. Si celles-ci sont reconnues comme telles et correctement prises en considération, elles seront des sources de développement (Nascimento, 2024).

En tant que cadre explicatif, la THCA permet dès lors de conduire une analyse multi-scalaire de

l'activité : depuis les tensions intrapsychiques et les régulations individuelles jusqu'aux interactions collectives, organisationnelles et institutionnelles (i.e., jusqu'au niveau de la gouvernance). Par ailleurs, la THCA prête une attention particulière au processus de *développement,* ce qui fournit un cadre pour penser l'intervention. Celui-ci est envisagé comme médiatisé par des artefacts, qui prennent la forme d'instruments matériels et/ou symboliques sur lesquels s'appuient les acteurs pour élargir leurs possibilités de penser (Sannino, 2015). Dans le cadre d'une intervention, le chercheur-intervenant va être amené à mobiliser des artefacts qui vont soutenir le travail de prise de recul sur l'activité et donner l'opportunité de produire des solutions expansives (i.e., de nouvelles manières de réaliser le travail). Si dans le champ de l'ergonomie, ces artefacts prennent la forme de traces de l'activité (Mollo & Falzon, 2004), ou dans d'autres cas, de mesures chimiques et physiologiques (Judon et al., 2019), dans notre contexte, les supports ont été choisis afin de permettre l'évocation de tensions en lien avec le déploiement des objectifs de mission, ce qui nous rapproche de ce qu'ont fait Le Bail, Prost & Chizallet (2023) dans un autre contexte.

Le rôle de l'intervenant est donc centré sur la mobilisation des acteurs dans une analyse guidée des transformations de leur système d'activité – et particulièrement des contraintes émergentes du fait des transformations. S'agissant, dans notre cas, de transformations en lien à la stratégie globale de l'entreprise, l'enjeu implique pour l'intervenant d'assister le collectif dans la compréhension des rapports entre leurs expériences de travail et des causes systémiques sous-jacentes. En outre, nous avons voulu tenir compte du fait que, dans une organisation complexe, et s'agissant de comprendre les impacts de choix stratégiques, les leviers d'actions ne sont en règle générale pas aux mains de ceux qui vivent les tensions, ce qui implique que l'intervenant accepte de jouer un rôle dans la *circulation hiérarchique* au sens de Gomez (2013).

4 ENTREPRISE ABORDÉE

Comme dit plus haut, l'intervention a porté sur une entreprise de transport collectif urbain qui a le statut juridique de Société Publique Locale, emploie de l'ordre de 1.800 salariés et existe depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Elle a adopté la qualité juridique de société à mission à l'été 2023. Dans ce cadre, elle a précisé sa raison d'être et s'est fixé des objectifs statutaires qui sont structurés en cinq pôles, correspondant à cinq cibles d'action : *Notre Planète, Nos Clients, Nos Salariés, L'Économie de Notre Territoire et Notre Développement*.

Tableau 1 : Les cinq engagements statutaires de l'entreprise

N°	Cible	Définition dans les statuts de l'entreprise
1	Planète	Engagée en faveur de la **préservation de la planète**, [l'entreprise] développe des liens entre les territoires et contribue à **améliorer l'empreinte environnementale de l'agglomération** par la performance de son réseau, la **décarbonation de ses activités** et l'engagement de ses salariés.
2	Client	Entreprise citoyenne, à l'écoute de ses clients, [l'entreprise] s'engage à **développer des solutions de mobilité** adaptées à leurs besoins et au territoire. Elle **favorise l'inclusion de tous** et s'implique pour le bien vivre ensemble et le respect mutuel.
3	Salarié	[L'entreprise] s'engage pour le **bien vivre dans l'entreprise**. Elle veille à la **sécurité et au bien-être de ses agents** tout au long de leur carrière. Elle **encourage le dialogue social** et la transmission de valeurs partagées au bénéfice d'une ambition et d'une mobilisation collectives.
4	Territoire	Actrice économique responsable, [l'entreprise] **contribue à l'accès à l'emploi** et s'engage à **prendre part au développement économique du territoire**, en s'appuyant sur les TPE et les PME.
5	Développe-ment	[L'entreprise] **s'investit dans l'innovation technique et sociale** pour **améliorer sa performance** et **développer son expertise** au service des politiques publiques de mobilité.

Notons que les salariés sont au nombre des cibles et que l'engagement qui les concerne mentionne à la fois une culture de dialogue, à la fois une centration sur le bien-être et la sécurité.

5 MÉTHODOLOGIE DÉPLOYÉE

Au vu des objectifs du symposium, l'objet de cette contribution n'est pas de présenter ici une synthèse des résultats des deux années de recherche-intervention mais plutôt d'illustrer l'intérêt du cadre de la THCA dans ce contexte.

En cohérence avec d'autres modalités d'intervention fondée sur l'approche historico-culturelle (Lémonie & Grosstephan, 2021 ; Vilela et al., 2020), l'intervention a commencé par une phase ethnographique qui nous a permis de comprendre le système de gouvernance, la structuration des activités de l'entreprise et le contexte d'adoption du modèle d'entreprise à mission. Cette phase s'est appuyé sur des entretiens auprès de membres du comité de direction et de salariés impliqués dans la définition de la mission de l'entreprise, ainsi que sur des observations. Elle a été suivie d'une phase de déploiement d'espaces collectifs avec les salariés. Celle-ci a d'abord concerné les managers de proximité, cheville ouvrière pressenti de la mission (8 entretiens collectifs et 48 participants au total), puis les agents des cinq secteurs principaux de l'entreprise (conduite, contrôle, maintenance, commercial et régulation (6 entretiens collectifs et 35 participants au total). Des artefacts ont été mobilisés – pour certains construits – pour soutenir les échanges et les orienter vers les questions pertinentes pour notre intervention. Dans le cas des managers, c'est la méthodologie dites des six chapeaux de la réflexion (De Bono, 1985) qui a servi de médiateurs de la réflexion ; dans le cas des agents, c'est un dispositif de type « fresque » construit spécifiquement avec l'entreprise. Nous ne présenterons pas ces méthodologies en détail, un article est en préparation sur l'un des dispositifs.[3]

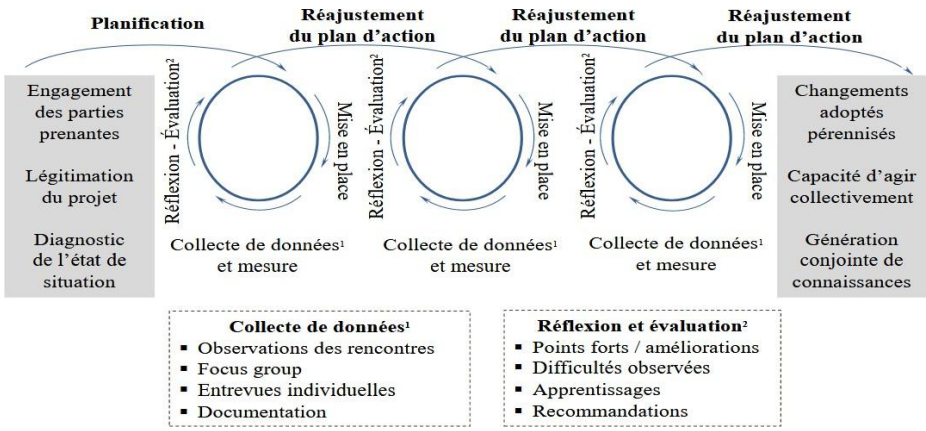


Figure 3. Schéma du processus itératif d'intervention (inspiré de Roy et Prévost, 2013)

Des restitutions intermédiaires ont eu lieu régulièrement, tout à la fois pour ajuster de manière itérative le processus d'intervention, mais aussi pour alimenter la réflexion de nos interlocuteurs avec les données issues de nos constats. On peut schématiser ce processus (Figure 3).

C'est par ailleurs cette logique itérative et incrémentale qui a amené à choisir un dispositif médiateur différent pour les managers et pour les agents.

5.1 Analyses

Les entretiens collectifs ont été enregistrés puis leur contenu intégralement retranscrit à l'aide d'une application de traitement du langage et de transcription automatique de la parole. Une analyse

[3] La référence de l'article sera ajoutée dans la biblio. Nous ne la mettons pas ici parce qu'elle nous aurait mis en porte-à-faux avec l'impératif d'anonymisation de notre contribution.

de contenu thématique a été conduite sur l'ensemble du corpus. Le codage a été outillé par le logiciel NVivo 15. Les unités d'analyse correspondaient à des segments de discours et de texte de longueur variable (i.e., phrase ou paragraphe) en fonction de leur pertinence analytique. Les catégories ont été définies a priori à partir du cadre théorique (e.g., objet de l'activité, transformations, entraves à l'objet, solutions, etc.). L'analyse a été menée d'une part de manière transversale afin d'identifier les consensus et dissensus entre les groupes, d'autre part pour chacun des groupes.

5.2 Restitution – Feed-back

Les retours d'information ont été organisés à destination d'un comité de pilotage de l'intervention et de l'équipe de direction.

6 ILLUSTRATION DES APPORTS

Nous nous limiterons ici à pointer trois apports.

6.1 Entre la multiplication des projets et l'objectif de bien-être

Comme bien des entreprises modernes – impliquées ou non dans une démarche de transition – l'entreprise traverse un nombre conséquent d'évolutions. Celles-ci sont, dans le cas de figure, pour certaines très directement liées à la mission, pour d'autres partiellement en lien, alors que d'autres seraient sans doute apparues quoi qu'il en soit, mission ou non. Un certain nombre de remarques des managers attestent de cette sensation d'être dans une entreprise où les projets sont multiples :

« Les conducteurs, je ne les manage plus, on n'a plus le temps. On a trop de nouveaux, on est trop sollicités à droite à gauche, on a trop de réunions […]. Plus le temps. Il faut être honnête. »

« C'est l'exigence, l'exigence qui monte, […] sans arrêt. On crée toujours des nouveaux besoins, des nouvelles organisations aussi, on développe, on grandit, et puis ces organisations elles alimentent toujours une machine, et cette machine elle avance, elle avance, et puis faut y aller. Faut suivre. »

« Ouais les nouveautés vont peut-être trop vite.»

« J'ai mis « innovation » parce que c'est ce qui déborde chez nous, des innovations en permanence. Il y a énormément de projets du côté de notre direction comme du côté de [l'AOM].»

Cette dynamique empêche l'accompagnement des nouveaux embauchés telle que demandé dans l'entreprise. Par ailleurs, les managers font part de difficultés à se positionner, qui se traduit par : « *On doit être bienveillants* » : « *Il faut prendre avec des pincettes* » : « *Il faut bien peser ses mots* », ceci alors même que le souci du bien-être des agents est reconnu comme une avancée *« On sent que l'entreprise a pris un virage et qu'elle se soucie du bien-être des salariés dans son ensemble depuis quelques années, ce qu'on ne voyait pas forcément avant. »*

6.2 Impacts de l'autorité organisatrice de la mobilité sur le quotidien

Nous évoquons ce sujet parce qu'il illustre les interactions entre ce qui découle du niveau de la gouvernance – ici de l'AOM – sur l'activité (cf. Figure 1). On peut prendre l'exemple de décisions d'aménagement. Les salariés constatent une volonté de cohabitation des modes de transport sur des zones du réseau qui ne tient pas toujours compte des difficultés éprouvées par les conducteurs. La cohabitation se fait sans élargissement des voieries, ce qui au mieux réduit la "vitesse commerciale" des bus, voire empêche de garder les distances de sécurité obligatoires. La présence d'agents de conduite dans les réunions de concertation avec les élus ne suffit pas à ce qu'ils soient entendus, leur expertise et leurs contraintes sont peu intégrées aux décisions.

« *Le problème, c'est la pression du décideur. » ;* « *On signale mais c'est quand même mis en place*. » ; « *On veut du tout vélo. Ok, mais dans une rue qui fait 10 mètres de large, où on veut des trottoirs de 1,40 mètres de chaque côté, une piste cyclable de 4 mètres, des bus… […] ça ne marche pas.* ».

6.3 Illustration de modèle avec le cas des conducteurs

Le métier de conducteur est le plus important en effectifs, il rassemble de l'ordre de 1.100 agents.

Le métier est caractérisé notamment par de fortes contraintes horaires et une forme de socialisation particulière du fait du temps passé dans les véhicules. Le dispositif d'expression collective a permis de toucher un certain nombre de tensions d'objectifs. Un exemple intéressant concerne les difficultés d'application des règles d'écoconduite – qui visent à réduire la consommation des véhicules. Les conducteurs évoquent une tension entre cette consigne et la nécessité de respecter les temps de parcours prescrits. Il apparaît que si certains temps de parcours sont considérés comme réalistes, d'autres leur apparaissent inatteignables. C'est notamment le cas les lignes affectées par de travaux de voirie. Les stratégies divergent sur la manière de résoudre cette tension. Nous détaillerons davantage dans la communication orale, mais on peut synthétiser les difficultés à l'aide de la figure suivante.

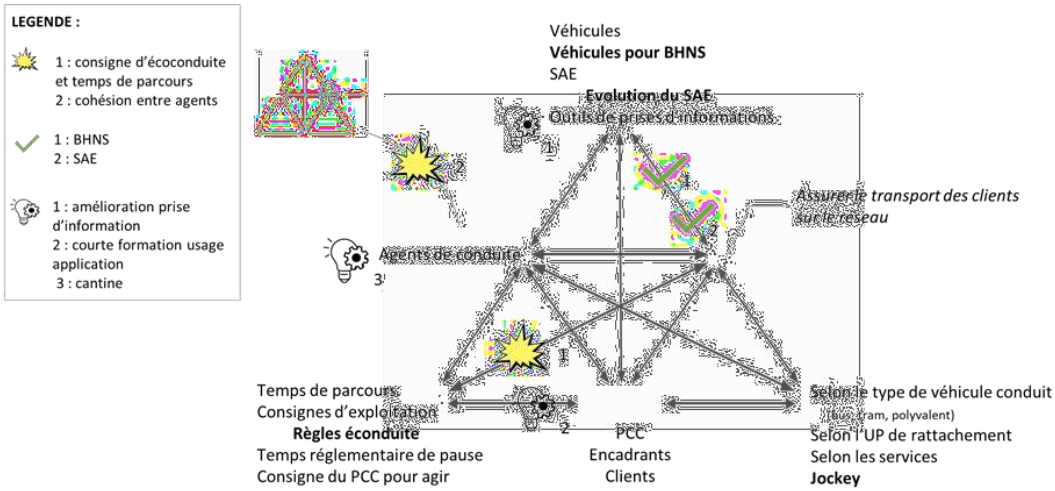


Figure 4. Représentation des impacts de la mission sur l'activité de conduite.

7 CONCLUSION

Le cadre canonique de la THCA et le dispositif de co-construction incrémentale avec l'entreprise d'artefacts médiateurs servant de support aux échanges ont permis d'amener les salariés à s'exprimer par rapport à différentes tensions en lien avec le travail. Dans le cadre de cette intervention, l'intervenant a conservé un rôle dans la remontée d'informations sur les impacts sur le travail, tout comme il a agi en concertation avec l'entreprise pour créer un cadre favorable à l'expression des tensions. Ceci nous éloigne de certains modèles d'intervention proposés dans la lignée de la THCA, mais nous semblait nécessaire au vu de la taille de l'entreprise et de la division du travail.

De la même manière, étant donné la fréquence d'évocation de l'AOM dans les entretiens, il nous semble que la prise en considération dans la modélisation de la couche gouvernance était un choix pertinent. L'autorité organisatrice a en effet un rôle et un pouvoir de détermination du travail considérable.

Enfin, bien que le court aperçu présenté ici ne permette pas d'en juger, nous considérons que le dispositif déployé a permis aux salariés d'éliciter un nombre important de tensions, charge restant à l'entreprise de mobiliser ce matériau pour s'améliorer dans le sens d'une meilleure prise en compte des impacts des transformations liées à la mission, en conformité avec ses engagements.

Dans le cas particulier de cette SAM, la mobilisation du cadre de la THCA a permis de construire un dispositif d'accompagnement d'une démarche de transition qui ne fasse pas l'impasse sur la question de la durabilité du travail. Notons toutefois que c'était précisément la volonté de l'entreprise d'être instruite sur la façon dont les salariés comprenaient et vivaient les impacts des transformations qui nous a donné l'occasion de réaliser ce travail. En ce sens, on pourrait dire que l'acceptation de ce regard extérieur allait déjà dans le bon sens.

8 BIBLIOGRAPHIE

Bastit, A., & Pechmann, F. V. (2021). La transition vers l'électrique pour des milliers de bus à la RATP : La puissance

du numérique au service d'un projet titanesque. *Annales des Mines - Enjeux numériques*, *15*, 3, 67− 73. https://doi.org/10.3917/ennu.015.006

Battilana, J., & Dorado, S. (2010). Building Sustainable Hybrid Organizations: The Case of Commercial Microfinance Organizations. *Academy of Management Journal*, *53*, 6, 1419− 1440.

Bolis, I., Sigahi, T. F. A. C., Thatcher, A., Saltorato, P., & Morioka, S. N. (2023). Contribution of ergonomics and human factors to sustainable development: a systematic literature review. *Ergonomics, 66*, 3, 303-321.

Boudra, L. (2016). Durabilité du travail et prévention en adhérence : Le cas de la dimension territoriale des déchets dans l'activité de tri des emballages ménagers. [Thèse de doctorat, Université de Lyon].

Cerf, M., Prost, L., Lefeuvre, T., Le Du, L., & Gross, H. (2024). Représenter l'activité pour ouvrir l'exploration et l'imaginaire des concepteurs : Le cas de la conception d'artefacts pour la transition agroécologique. *Activités*, *21*, 1. https://doi.org/10.4000/activites.9474

De Bono, E. (1985). *Six Thinking Hats*. Little, Brown and Company.

Gomez, P.-Y., (2013), *Le travail invisible. Enquête sur une disparition*, Paris, Editions François Bourrin.

Hatchuel, A., & Segrestin, B. (2007). La société contre l'entreprise ? Vers une norme d'entreprise à progrès collectif. *Droit et société*, *65*, 1, 27− 40.

Judon, N., Galey, L., de Almeida, V. S.-D., & Garrigou, A. (2019). Contributions of participatory ergonomics to the involvement of workers in chemical risk prevention projects. *WORK*, *64*, 3, 651− 660.

Le Bail, C., Prost, M., & Chizallet, M. (2023). Soutenir la conception collaborative de nouveaux objets de travail qui participent au développement durable : Le cas d'un collectif d'enseignants− chercheurs en Sciences du Sport. *Activités*, *20*, 2.

Mollo, V., & Falzon, P. (2004). Auto- and allo-confrontation as tools for reflective activities. *Applied Ergonomics*, *35*, 6, 531− 540.

Nascimento, A. (2024). Penser la demande de changement culturel dans l'intervention ergonomique : défis et opportunités pour une démarche développementale. *Activités*, 21, 1.

Nascimento, A., Cerf, M., Boccara, V., Le Bail, C., Le Bouter, R., Gaillard, I., Lyonnet, A., Riou, A., Garrigou, A., & Boudra, L. (2025). Ecologization and transformation of work at the meso and micro levels of transition: Findings from two territorial food projects in France. Agroecology and Sustainable Food Systems, (0), 1− 30.

Rupp, D. E., & Mallory, D. B. (2015). Corporate Social Responsibility: Psychological, Person-Centric, and Progressing. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, (2), 211− 236.

Sannino, A. (2015). The principle of double stimulation: A path to volitional action. *Learning, Culture and Social Interaction*, 6, 1− 15.

Sannino, A., Engeström, Y., & Lemos, M. (2018). Formative interventions for expansive learning and transformative agency. In *Cultural-historical activity theory approaches to design-based research* (pp. 113-147). Routledge.

Smith, W. K., Gonin, M., & Besharov, M. L. (2013b). Managing Social-Business Tensions : A Review and Research Agenda for Social Enterprise. *Business Ethics Quarterly, 23*(3), 407− 442.

https://doi.org/10.5840/beq201323327

Tran, J., Chassaing, K., Petit, J., & Caroly, S. (2023). Transition écologique et organisationnelle : La complexité pour les chefs d'équipe des jardiniers de trouver un accord dans un système relationnel en contradiction. *Actes du 57ème Congrès de la SELF*. Développer l'écologie du travail : Ressources indispensables aux nouvelles formes de souverainetés.

Zink, K. J. (2014). Designing sustainable work systems: The need for a systems approach. *Applied Ergonomics, 45*(1), 126-132.

Instruments soutenant la transition écologique : quelles caractéristiques du point de vue de l'ergonomie ?

Julien Guibourdenche
AKTEN
Haute École Pédagogique du canton de Vaud (UER MI)
julien.guibourdenche@akten.fr

Myriam Fréjus
EDF Labs
myriam.frejus@edf.fr

Samuel Thiriot
European Institute For Energy Research
Samuel.Thiriot@eifer.org

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Malgré l'importance de la question, peu de débats existent en ergonomie sur les caractéristiques que doivent présenter les instruments soutenant le travail des acteurs et actrices de la transition écologique. Comment instrumenter ces activités de développement, en transition aux frontières entre passé, présent et avenir ? Quelles seraient les caractéristiques des artefacts instrumentant cette activité de développement ? Cette communication propose une réflexion possible à partir d'une mise en regard de résultats d'analyse d'activité et de choix de conception d'un instrument numérique d'aide au développement des actions contribuant aux plans climats des métropoles. De ce point de vue, les artefacts instrumentant la transition écologique en tant qu'activité de travail doivent au moins permettre : l'articulation entre instrument individuel et collectif (dont évolutivité temporelle), la mobilisation d'un catalogue de contenus CAET interprétables, la disponibilité unifiée et rapide des contenus CAET, la traduction de contenus scientifiques en représentations graphiques adaptées et explorables. Nous revenons en discussion sur les travaux en ergonomie et ceux portant sur les instruments et l'instrumentation de l'action publique.

MOTS-CLÉS
Plan Climat – Développement – Conception - Artefact - Instrument

1 DE L'INSTRUMENT D'ACTION PUBLIQUE A L'INSTRUMENT DANS L'ACTIVITÉ DE TRAVAIL

Malgré son nom, un *instrument d'action publique* comme un plan climat air énergie territorial[1] (PCAET) ne fait pas instrument dans le travail des acteurs et actrices de son développement (Guibourdenche & Fréjus, 2023), pas au sens de l'ergonomie ou de l'approche instrumentale par exemple (Bationo Tillon et al., 2026). Ceci pour une raison simple : les instruments d'action publique n'ont jamais été théorisés, analysés ni conçus sérieusement sous l'angle d'une ergonomie ou d'une approche visant l'activité de travail elle-même. En sciences sociales, un instrument d'action publique est « un dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la

[1] Un PCAET est un instrument d'action publique au sens où il traduit les objectifs des échelons régionaux, nationaux et internationaux dans une politique à l'échelle d'un territoire, principalement par le biais de la législation et ses supports sociotechniques. Les 4 principaux objectifs d'un PCAET sont de (1) réduire l'énergie consommée, (2) augmenter l'énergie produite, (3) décarboner l'activité réalisée (émettre moins de gaz à effets de serre (GES), capturer le CO2, etc.) et (4) améliorer la qualité de l'air (au-delà des GES, limiter la présence des particules fines, etc.). Par exemple, il s'agit de faire baisser les émissions de GES de 75 % par rapport à 2005 d'ici 2050.

puissance publique et ses destinataires en fonction des représentations et des significations dont il est porteur (…) à vocation générique et porteur d'une conception concrète du rapport politique/société et soutenu par une conception de la régulation. » (Lascoumes & Le Galès, 2004, p. 13-14). L'instrumentation de l'action publique est alors entendue comme « l'ensemble des problèmes posés par le choix et l'usage des outils (des techniques, moyens d'opérer, des dispositifs) qui permettent de matérialiser et d'opérationnaliser l'action gouvernementale. » (Lascoumes & Le Galès, 2004, p. 12). L'ergonomie peut tout à fait prendre sa place dans la réflexion portant sur cette « instrumentation » et sur le développement du pouvoir d'agir des acteurs et actrices en situation de travail. Mais peu de travaux ont visé cet objectif. Par conséquent, à ce jour, le travail de développement d'un PCAET est à la fois légitimé par le PCAET en tant que cadre politique, législatif et réglementaire général, mais en panne de pouvoir et capacité d'agir dans les situations de travail quotidien des milliers d'acteurs et actrices sensés y contribuer. Nous ne reviendrons pas ici sur les conséquences possibles de ce manque sur la santé et la performance des individus, collectifs et systèmes de travail, considérant que cela leur est défavorable.

Dès lors, comment instrumenter ces activités de développement aux frontières entre passé, présent et avenir ? Comment rendre ces acteurs et actrices plus capables de développer ensemble les actions contribuant à leur PCAET, et plus largement la soutenabilité et désirabilité des changements actuels ? Quelles seraient les caractéristiques des artefacts instrumentant ce développement ? Plusieurs réflexions sont ouvertes en ergonomie, mobilisant ou non des artefacts numériques. Cependant, peu de débats existent en ergonomie sur les caractéristiques que doivent présenter les artefacts soutenant le travail des acteurs et actrices de la transition écologique (Cerf et al., 2024 ; Robert & Béguin, 2021). Cette communication propose une réflexion à partir de résultats d'analyse et de la conception d'un instrument numérique d'aide au développement de plans climats.

2 METHODOLOGIE

La méthodologie initiale de cette recherche a été présentée par Guibourdenche & Fréjus (2023). Elle s'appuie sur 3 ans de collaboration au sein d'un projet européen H2020 en collaboration avec une grande métropole française devant concevoir puis piloter et faire vivre son PCAET, ainsi qu'inspirer d'autres métropoles européennes au sein du projet. Cette recherche a couvert la totalité de la temporalité du projet, depuis l'analyse de la demande jusqu'aux spécifications et maquettage de principes d'interaction avancés ainsi que l'accompagnement du développement informatique du prototype présenté par les figures 1 et 2 suivantes.

La demande initiale de la métropole oscillait entre tableau de bord ou plateforme collaborative comme solutions techniques potentielles. Elle portait également sur une volonté de meilleure compréhension des besoins liés au PCAET. L'analyse d'activité de travail de 25 acteurs et actrices de la métropole et du territoire[2] (entretiens et observations en situation de travail, durée moyenne 80 minutes), couplée à la démarche de conception, a progressivement permis de produire un prototype utilisable instrumentant les situations de travail de développement des actions liées aux PCAET.

Cette communication propose un nouvel éclairage des résultats empiriques et des caractéristiques retenues en conception de l'artefact appelé à instrumenter le travail des acteurs et actrices développant le PCAET. Pour cela nous prenons 4 points d'appuis conceptuels dans la suite de cette communication. En décrivant les grandes *caractéristiques de l'activité* des acteurs et actrices des PCAET, nous approchons des *dimensions instrumentales* permises, empêchées et futures souhaitables dans cette entité mixte entre point de vue subjectif et aspect artefactuel qu'est l'instrument (Rabardel, 1995). Sur cette base nous abordons les *hypothèses de conception* de l'artefact ainsi que des exemples de *fonctionnalités* retenues. Afin d'illustrer concrètement ces quatre types de points d'appuis sur les quatre axes de résultats discutés dans cette communication, deux copies d'écran (Figures 1 et 2 suivantes) de l'actuel prototype sont proposées. Elles proviennent du prototype développé par l'équipe projet sur la base de notre collaboration. Cette communication ne les décrit que dans la mesure où elles permettent cette illustration, donc de façon non-systématique.

[2] Cf. Guibourdenche & Fréjus (2023) pour les profils des participant·e·s.

3 RESULTATS ET HYPOTHESES DE CONCEPTION CENTRÉE SUR L'ACTIVITÉ DE DÉVELOPPEMENT DES PCAET

3.1 Activités individuelles, concertations et ajustements au fil du temps

Une première caractéristique est la circulation entre activité individuelle et collective. Au fil du temps, une action ou un plan contribuant au PCAET (e.g. rénovation d'un quartier, plan d'urbanisme ou d'alimentation) est tour-à-tour portée par un individu ou un petit groupe de « porteurs », débattue en réunion, assemblée ou au sein d'ateliers participatifs. Action et plan reviennent ensuite aux niveaux des individus et petits groupes afin d'ajuster les éléments en regards des débats, de mener les actions, de faire participer plus d'acteurs et actrices, débordant éventuellement le périmètre initial du territoire administratif. Ce cycle peut se répéter à nouveau. La construction et le développement des plans climat est donc de ce point de vue une respiration entre activités individuelles et collectives nourrissant des transformations constantes aux frontières de l'existant. L'issue des débats et du travail à mener pour ajuster est la plupart du temps incertaine.

Par conséquent, deux hypothèses de conception ont été retenues afin d'instrumenter et rendre les acteurs et actrices capables de suivre et coconstruire leur instrument de travail autour d'une action contribuant au PCAET : celle de l'usage individuel et celle de l'ajustement, au fil du temps, de l'espace individuel devenant progressivement collectif ou commun. Un espace créé à l'instant « t » par un individu fait instrument dans la situation de création (e.g., créer un tableau de bord initial sur les émissions de GES avant d'aller rencontrer d'autres acteurs et actrices et d'en discuter ensemble).

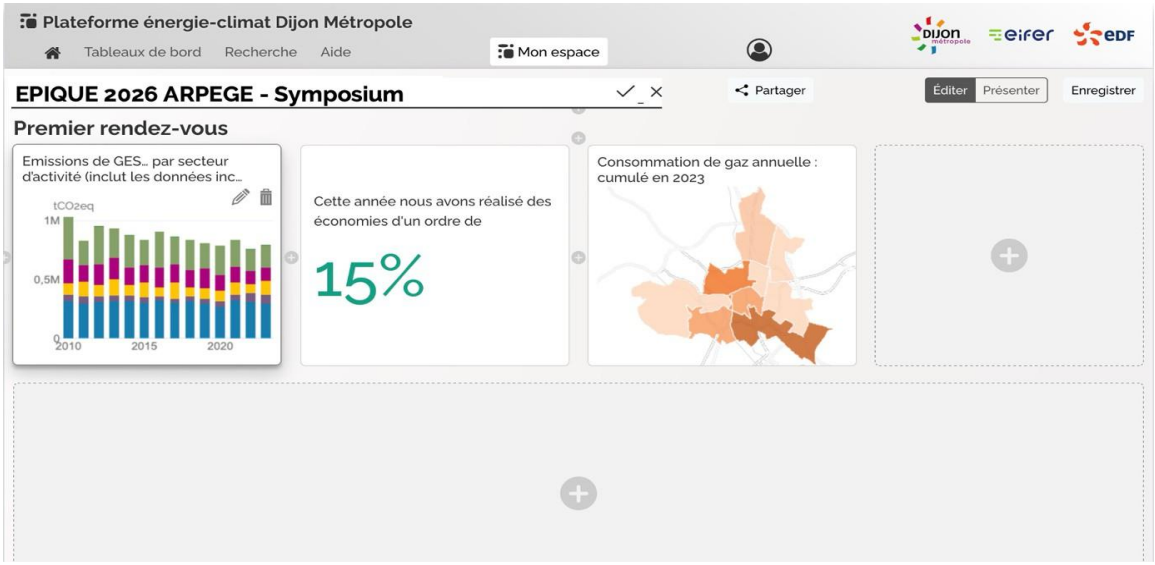


Figure 28 : Copie d'écran d'un tableau de bord créé spécifiquement en vue d'une réunion à venir, à partir de l'espace individuel (« Mon espace »)

À titre d'illustration, la figure 1 présente un tableau de bord issu du prototype développé. Il a été créé depuis « Mon espace », un espace appartenant à un·e utilisat·eur·rice individuel·le et dont le libellé est visible sur la barre de menu. Cette figure illustre une situation de création d'un premier tableau de bord en amont d'une réunion prévue dans quelques jours. Ici le titre de ce tableau de bord fait référence à EPIQUE 2026 pour illustrer son caractère spécifique. Les titres réels auront plus à voir avec le nom des actions à mener pour développer le PCAET ou tout autre sujet pertinent du point de vue de l'utilisat·eur·rice et de ses interlocut·eur·rices. Ce titre est éditable, tout comme les zones de texte. Selon la seconde hypothèse de conception, cette action et ce tableau de bord doivent pouvoir être largement débattus, analysés, contestés, refondus, modifiés… Le statut d'instrument de ce tableau (e.g. Figure 1) doit donc pouvoir changer à travers le temps, ce changement formant le corollaire d'un franchissement de frontière entre un déjà-là de l'activité et ce qui cherche à advenir.

Concernant l'artefact, cela engage alors différentes fonctionnalités dans la conception : possibilité de créer un espace dédié à un individu, possibilité pour cet individu de créer un ou plusieurs tableaux, possibilité d'ajout de contenus (en cliquant sur les tuiles ou sur les « + » dans la figure 1), possibilités d'ajustements (taille, place, etc.) du contenu du tableau au fil des échanges, possibilité de partage progressif de ce tableau, par exemple. Concrètement, un individu en responsabilité crée un tableau qui sera ensuite progressivement enrichi, ajusté et partagé au fil du temps de l'analyse, des débats et décisions concertées avec d'autres acteurs et actrices.

3.2 Raconter/discuter l'histoire d'une partie de territoire autour des contenus CAET

La seconde caractéristique est la mobilisation d'une variété immense de supports graphiques, textuels, cartographiques ou statistiques, appelés contenus CAET (Guibourdenche & Fréjus, 2023). Le développement des PCAET s'appuie aussi bien sur des récits, discours et textes que sur des chiffres et statistiques ou cartes (lorsque celles-ci existent et sont accessibles). Les outils servant au développement des PCAET doivent donc intégrer non seulement des statistiques, mais aussi des cartes, des moyens d'éditions textuels et graphiques avancés permettant soit de synthétiser des analyses et débats, soit de raconter le projet, l'histoire des lieux, des hommes et femmes prenant partie au projet, etc. Ils doivent permettre de créer des récits avec ces différents contenus CAET et cela en laissant les acteurs et actrices libres de créer leur récit, leur espace, pour mener leur action singulière et spécifique.

L'hypothèse de conception retenue est celle de mobilisation possible (pas obligatoire) d'une grande variété de contenus CAET. L'idée de contenu CAET a été conceptualisée afin de se différencier des « données » ou des « data », ces notions renvoyant à des échelles de traitement informatique éloignées du temps de la concertation et de la co-construction. Ces données ou data doivent se muer en contenus facilement mobilisables et interprétables pour être utilisés comme instruments et non pas comme objet d'une activité s'interrogeant sur la façon de le mobiliser dans l'action. Sur le plan de l'artefact, ces contenus se présentent sous formes de tuiles aisément sélectionnables et modifiables. Ainsi, sur la figure 1 précédente, les tuiles 1 (histogramme) et 3 (carte interactive) ont été importées depuis une page de recherche de contenus CAET. Cette page est intégrée à l'outil et accessible soit depuis le menu général (« Recherche ») soit en cliquant sur les tuiles comportant l'icône « + ».

3.3 Une fluidité entre recherche, ajout, analyse, détail et lien

La troisième caractéristique est l'interdépendance entre les classes d'activités identifiées : recherche, analyse, conception etc. Cette interdépendance implique notamment que l'accès aux contenus CAET soit fluide et quasiment instantané afin de ne pas rompre le soutien aux réflexions des acteurs et actrices, en situation de concertation par exemple.

Du fait de la nature incertaine et située d'une dynamique de débat pour la concertation sur les actions à mener, les acteurs et actrices du développement des PCAET ont besoin de pouvoir rapidement rechercher, trouver et ajouter de nouveaux contenus en cours d'analyse et de discussion avec leurs interlocut·eur·rices. Une analyse initiale sur les consommations d'énergie peut rapidement ouvrir sur la recherche de contenus concernant l'évolution de la population, celle des moyens de chauffages ou d'autres contenus interdépendants (Guibourdenche & Fréjus, 2023) pouvant permettre d'expliquer les consommations d'énergie. Ne pas pouvoir le faire en direct durant la concertation n'est pas seulement un problème fonctionnel d'utilisation, c'est une rupture dans le développement de la pensée émergeant lors des temps collectifs de concertation ou individuels (conception de tableau, analyse, etc.). Cette rupture est aussi celle du développement du PCAET en train de se faire et des systèmes d'activités en question ou en devenir lors des réunions. D'un point de vue théorique, dans ces moments de rupture ou discontinuité, l'artefact qui devrait fournir le contenu pour poursuivre les échanges devient l'objet de l'activité au lieu de l'instrumenter. D'un appui sur des contenus CAET sur la démographie on passe alors à des questions comme « où trouver les données démographiques à la maille IRIS » ? Plus génériquement : « tel contenu est-il présent dans tel outil ? Quel est le mot de passe de la plateforme fournissant ces contenus ? Y a-t-on seulement accès depuis le lieu où l'on se trouve ? » Autant de questions formant des ruptures et discontinuités dans le travail de développement des

PCAET et ses processus interprétatifs fragiles (Guibourdenche & Fréjus, 2023).

Ce problème est classique en conception centrée sur l'activité, mais s'avère largement impactant pour le développement des PCAET. L'hypothèse de conception retenue ici est donc celle d'une fluidité possible et portée par l'artefact, entre les différentes classes d'activités soutenant le travail de développement des PCAET : conception, analyse, recherche, suivi, communication. Sur le plan fonctionnel et instrumental, l'artefact devrait donc par exemple proposer une large gamme de contenus CAET disponibles à la recherche, et cela à partir du tableau en cours de conception, analyse ou discussion par les acteurs. A l'inverse, tout artefact prétendant soutenir cette activité ne devrait pas demander implicitement (par manque de conception) aux acteurs et actrices de se connecter à la multitude de plateformes externes proposant des tableurs de données certes statistiquement étayées mais difficilement mobilisables en tant que telles dans les situations de co-construction des actions et connaissances entre acteurs et actrices. C'est pourquoi, sur la figure 1 précédente, l'utilisat·eur·rice peut modifier son tableau en cours de discussion avec ses interlocut·eur·rices directement depuis ce tableau : en cliquant sur une tuile et non pas en se connectant sur une autre plateforme (donc un autre artefact) avec des identifiants et mots de passe différents à chaque fois par exemple.

3.4 Incarner des concepts scientifiques abstraits, partager et coconstruire des connaissances communes

Une quatrième caractéristique de l'activité de développement des actions contribuant aux PCAET est la difficulté à incarner les concepts scientifiques et environnementaux, à les faire parler et les rendre concrets, ceux-ci étant largement abstraits et éloignés du monde de la majorité des acteurs et actrices du territoire. Débattre d'une action contribuant au PCAET, c'est à un moment donné mobiliser des notions scientifiques comme les *gaz à effets de serre*, les *émissions carbones*, les *tonnes équivalent carbone*, la notion de *climat*… Mais avec un public ne provenant pas, la plupart du temps, du domaine scientifique : les élus, les citoyens, les représentants d'organisations privées ou publiques.

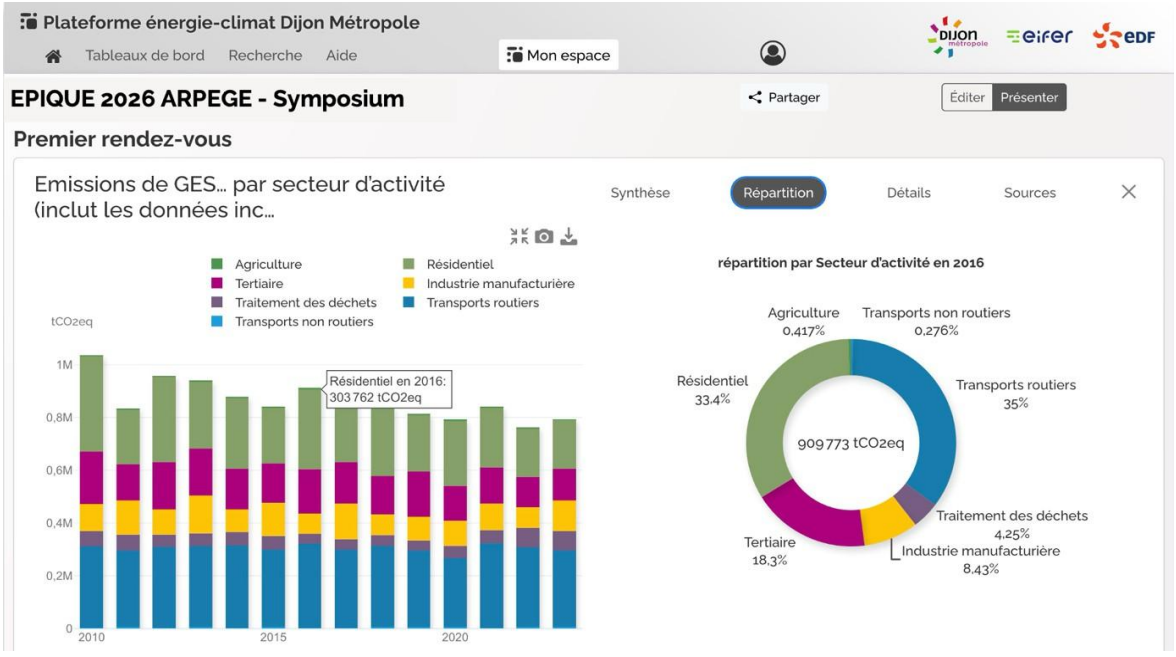


Figure 2. Copie d'écran d'un histogramme interactif (à gauche) et de la répartition par secteur

Dès lors, une tension inhérente au travail de développement d'un PCAET est de pouvoir tenir une certaine assise scientifique tout en (1) permettant des simplifications, équivalences, métaphores ou des récits qui (2) permettent de rendre palpables ces notions, de les incarner pour tous les publics de contributeurs potentiels au PCAET.

Pour cette raison, les représentations graphiques des statistiques ou des cartes ne doivent pas renvoyer à un « monde » scientifique en première intention. Ils doivent en respecter certains codes et

assises empiriques mais exprimer plus simplement les catégories de résultats, les tendances et concepts, les rendre explorables par l'utilisat·eur·rice. Afin d'en respecter les codes, un principe de traçabilité de l'origine des contenus CAET a ainsi été développé avec l'équipe du projet de conception et certains experts produisant les données sources. De plus, une sous-section « sources » accompagne tout contenu CAET en citant les organismes habilités ayant traité des données pour le produire (cf. figure 2 précédente, à droite). Il s'agit d'acteurs et actrices de la métropole, de la région ou d'institutions publiques nationales ou bien encore d'organisations privées.

Pour cette raison également, des choix de simplification graphique et des principes d'interaction permettant d'explorer dans le détail un graphique initial ont été développés. La figure 2 en présente une illustration : en survolant le graphique de gauche, la partie droite « Répartition » donne plus de détails, ici à propos de la répartition des émissions de GES en 2016. Ce même principe peut par exemple s'appliquer à une carte interactive à des mailles différentes : IRIS, quartier, ville ou métropole par exemple. Enfin, pour cette même raison, les contenus CAET ne sont jamais représentés sous forme de tableur en première intention, mais bien d'abord sous des formats graphiques simplifiés et explorables dans le détail (Figure 2). In fine, des tableurs de données peuvent être téléchargés depuis la zone du contenu si l'utilisat·eur·rice le souhaite, par exemple en cliquant sur l'onglet « Détails » (Figure 2, à droite).

4 LIMITES ET PERSPECTIVES

Concernant le développement des PCAET, nos 4 axes de résultats suggèrent donc que l'instrumentation de l'activité de travail des acteurs et actrices passe par les axes de conception suivants :

- l'articulation entre instrument individuel et collectif, incluant une évolutivité à travers le temps,
- la mobilisation d'un catalogue de contenus CAET interprétables pour les acteurs et actrices du territoire,
- le soutien du travail de recherche et d'élaboration de la pensée par la disponibilité unifiée et rapide des contenus CAET,
- la traduction de contenus scientifiques en représentations graphiques adaptées, explorables.

Ces 4 axes de résultats ne sont qu'une partie de notre recherche. D'autres caractéristiques n'ont pas été présentées dans cette communication. Au-delà de quelques retours positifs dans des contextes assez informels, l'appropriation et l'usage du prototype n'ont pas été évalués systématiquement. Cela aurait permis de dépasser l'étape de conception et développement pour considérer la conception dans l'usage, la validation, invalidation et l'enrichissement de ces premières hypothèses formalisées jusque dans le prototype. Cela aurait également permis de mieux comprendre les effets en matière de développement de pouvoir d'agir sur le PCAET, aux niveaux individuels, collectif et organisationnels. En ergonomie, relativement aux caractéristiques des artefacts soutenant la transition écologique notre étude se positionne de façon complémentaire aux travaux de Robert & Béguin ainsi que de Cerf et al. (2024). La carte interactive recensant les arbres disponibles pour la cueillette du tilleul (Robert & Béguin, 2021) diffère de l'artefact conçu dans notre recherche mais fait partie du type de carte rencontrée sur notre terrain, permettant des synergies locales entre différents acteurs et actrices. A l'échelle d'un PCAET cependant, des dizaines d'actions et de plans de cet ordre doivent être menés et développés. Ce qui engendre aussi la diversification de ce type de contenus et la nécessité de pouvoir passer de l'un à l'autre au fil du temps comme nous le montrons dans notre étude. En écho, il y a en quelque sorte des centaines de « milieux » (Robert & Béguin, 2021) à co-construire et faire évoluer pour pouvoir générer une (ou des) dynamique collective sur un territoire métropolitain. Dans ce cadre, la nécessité de pouvoir se situer sur une carte avec d'autres, de se relier, est importante en effet. Elle avait été identifiée et intégrée dans la conception pour le PCAET. Mais elle ne peut pas non plus être la seule possibilité pour un PCAET, car celui-ci vise in fine la transformation du système territorial dans son ensemble.

Relativement à la recherche menée par Cerf et al. (2024) sur la représentation de l'activité pour

la transition écologique (agroécologique dans Cerf et al. (2024)), notre communication et notre recherche proposent plus d'avancées sur les étapes ultérieures de conception et développement des artefacts. Dans la mesure ou cet artefact est conçu à partir d'analyse et formalisations d'activité de 25 acteurs et actrices du territoire, il aurait été intéressant de mettre en discussion ces choix et les représentations de l'activité ou objets intermédiaires que nous avons mobilisés afin de concevoir le prototype des figures 1 et 2. Il nous semble cependant qu'un tel effort ne peut se passer, dans certains cas comme le nôtre par exemple, de traductions progressives entre activité et conception ; passant par des écrits, des présentations, des ateliers de conception-débat, des maquettes, spécifications et supports pédagogiques. En ergonomie, ces traductions, temps et supports permettent classiquement de guider et accompagner les concepteurs/développeurs techniques mais aussi les parties prenantes du projet (e.g. les responsables de l'organisation métropolitaine) vers une meilleure performance dans et par l'activité de travail.

Par-delà les plateformes digitales de données, les instruments de gestion et de politique publique, les acteurs et actrices du développement des PCAET mènent des activités de travail spécifiques et ont des besoins précis en matière d'instrumentation et d'accompagnement soutenant réellement leur travail en action (Guibourdenche & Fréjus, 2023). Cela signifie-t-il plus généralement qu'un instrument d'action publique pour la transition écologique ne doit plus être réduit à « un dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la puissance publique et ses destinataires » (Lascoumes & Le Galès, 2004, p.12) ? Il pourrait aussi être considéré comme organisant l'activité de travail des acteurs et actrices de la puissance publique et celle de leurs destinataires : pas seulement des « rapports sociaux ». A partir de là, sa traduction opérationnelle dans les situations de travail faisant la transition écologique deviendrait peut-être plus cruciale et donc performante. Nos travaux nous semblent montrer que pour être réellement performante globalement comme pour la santé des acteurs et actrices, leur conception doit intégrer les principes et approches de l'ergonomie. Sans quoi les acteurs et actrices opérationnels sont pris entre des injonctions à réaliser des concertations pour des enjeux planétaires majeurs, mais sans instruments et conditions de travail adaptés. De ce point de vue l'instrumentation de l'action publique deviendrait alors bien plus que « l'ensemble des problèmes posés par le choix et l'usage des outils » (Lascoumes & Le Galès, 2004, p.13).

Cela deviendrait l'ensemble des problèmes posés par la conception d'artefacts et dispositifs centrés sur l'activité de travail des acteurs, ainsi que par la conception visant le développement de cette activité de travail orientée vers ou par l'action et les politiques publiques. Le choix et l'usage d'outils présupposent des artefacts existants alors que ce n'est pas le cas aujourd'hui. De plus il ne s'agit pas que d'outils mais d'instruments dans une activité humaine qui transforme le monde, le travail. Il serait donc intéressant de poursuivre ces efforts d'intégration, rapprochement et distinction entre instrument d'action publique et instrument dans l'activité de travail orienté vers et par l'action publique.

5 BIBLIOGRAPHIE

Bationo Tillon, A., Decortis, F., Folcher, V., & Bourmaud, G. (2026). *Approche instrumentale - Expansion et devenirs*. Toulouse : Octarès Editions.

Cerf, M., Prost, L., Lefeuvre, T., Le Du, L., & Gross, H. (2024). Représenter l'activité pour ouvrir l'exploration et l'imaginaire des concepteurs : Le cas de la conception d'artefacts pour la transition agroécologique. *Activités, 21*(1). https://doi.org/10.4000/activites.9474

Guibourdenche, J., & Fréjus, M. (2023). Concevoir pour l'activité de travail orientée vers l'action publique : Le cas d'un Plan Climat-Air-Énergie Territorial. *Activités, 20*(2). https://doi.org/10.4000/activites.8798

Lascoumes, P. & Le Galès, P. (2004). L'action publique saisie par ses instruments. In P. Lascoumes & P. Le Galès (Eds.), Gouverner par les instruments (pp. 11-44). Presses de Sciences Po. DOI : 10.3917/scpo.lasco.2005.01.0011

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Une approche cognitive des instruments contemporains.* Paris : Armand Colin.

Robert, J., & Béguin, P. (2021). Faire milieu : Penser l'espace du travail et de sa transformation. *Activités, 18*-2. https://doi.org/10.4000/activites.7038

SYMPOSIUM #6 :

PENSER LES ACTIVITÉS HUMAINES DANS UN CONTEXTE DE TRANSITION DANS LE SECTEUR MARITIME

Penser les activités humaines dans un contexte de transition dans le secteur maritime

Organisatrices

Cathy Toupin
Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe, 2 rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis
cathy.toupin@univ-paris8.fr

Marion Albert

Université Bretagne Sud, Lab-STICC, rue Saint-Maudé, 56100 Lorient
marion.albert@univ-ubs.fr

Julie Lassalle
Université Bretagne Sud, Lab-STICC, rue Saint-Maudé, 56100 Lorient
julie.lassalle@univ-ubs.fr

OBJECTIFS

Le secteur maritime en France représente plus de 525 000 emplois et est le deuxième espace maritime au monde. Ces dernières années, le secteur a connu de nombreuses transformations, marquées notamment par une diminution des emplois (en particulier pour la pêche, du fait de la réduction du nombre de navires, des restrictions européennes pour préserver les populations de poisson, de la pénibilité du travail à bord, de la perte d'attractivité du métier), des risques nombreux et variés et une accidentologie très élevée.

Les activités de travail des marins, à terre et en mer, sont en effet marquées par des contraintes physiques, psycho-sociales, biologiques et chimiques connues et documentées dans la littérature scientifique *(ports de charges, mouvements répétitifs, bruits, rythmes de travail, vibrations, températures extrêmes, conditions météorologiques/événements de mer, animaux dangereux, polluants/déchets plastiques, produits chimiques, perte de marges décisionnelles, sur-sollicitations techniques et administratives, etc.)*.
Mais ces professionnel·le·s doivent également faire face à l'émergence de nouveaux risques liés à des changements organisationnels *(intensification des rythmes et horaires atypiques),* techniques *(orientation des choix techniques et d'innovations)*, réglementaires et écologiques *(politiques européennes de gestion de la ressource et de préservation du milieu).*

Dans ce contexte, l'impact de ces changements et de ces risques sur les activités des marins, doit être questionné, en montrant :

- Comment les conditions de travail et difficultés associées sont exprimées par ces dernier·ère·s et entendues par les instances de représentation ;
- Les stratégies de préservation et de protection qu'iels construisent individuellement et/ou collectivement dans l'activité pour faire face aux risques et aux changements ;
- Les effets sur leur santé physique et psychique (fatigue, stress, anxiété, burn-out, dépression, absentéisme, accident du travail, harcèlement, violences, addictions aux substances psychoactives, etc.) ;
- Comment l'approche ergonomique peut, à travers des approches macro, méso et microscopiques, accompagner ces changements pour soutenir et développer le pouvoir d'agir des marins.

Ce symposium propose d'illustrer et de discuter ces questions, à partir de quatre contributions qui ont toutes en commun d'étudier les activités en transition/transformation dans le secteur de la pêche.

La **première contribution**, proposée par Cathy Toupin (Université Paris 8), Marion Albert (Université Bretagne Sud), Gaëtan Bourmaud, Leïla Boudra (Université Paris 8), Angèle Grövel, Muriel Taillens, Jorge Munoz et Brice Loddé (Université de Bretagne Occidentale) présente les objectifs et premiers résultats d'un projet de recherche pluridisciplinaire (en sociologie, ergonomie, droit et médecine) visant à améliorer les connaissances sur la santé (physique et mentale) des marins-pêcheur·euse·s.

La **seconde contribution**, présentée par Marion Albert, Christine Chauvin (Université Bretagne Sud), Sébastien Le Du et Cédrik Renault (Institut Maritime de Prévention) montre l'apport de l'analyse ergonomique du travail (AET) pour la compréhension des situations dangereuses et l'évaluation des risques professionnels dans le secteur de la pêche. L'AET permet en effet d'identifier les déterminants de l'activité des marins-pêcheur·euse·s ainsi que les variabilités à l'origine des situations dangereuses.

La **troisième contribution**, proposée par Julie Lassalle, Laurent Guillet et Laetitia Fradet (Université Bretagne Sud) étudie les effets potentiels d'un nouvel outil innovant (un filet de catinage biodégradable) sur l'activité réelle et les risques pour la santé de mytiliculteur.trice.s, en interrogeant l'idée, souvent implicite, qu'une modification des propriétés matérielles d'un outil serait neutre du point de vue du travail.

Enfin, la **quatrième contribution**, présentée par Julie Lassalle (Université Bretagne Sud), Magali Prost, Thibault Kérivel et Meriam Karaa (Université de Bretagne Occidentale), se centre, dans le cadre d'une chaire Pratiques Alimentaires Durables, sur les difficultés rencontrées dans la coordination et la mise en place des actions liées à la durabilité dans la filière halieutique.

Travail, santé et risques à la pêche : approches croisées

Cathy Toupin
Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe 2 rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis
cathy.toupin@univ-paris8.fr

Marion Albert
Université Bretagne Sud, Lab-STICC rue Saint-Maudé, 56100 Lorient
marion.albert@univ-ubs.fr

Gaëtan Bourmaud
Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe 2 rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis
gaetan.bourmaud@univ-paris8.fr

Leïla Boudra
Université Paris 8, Laboratoire Paragraphe 2 rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis
leila.boudra@univ-paris8.fr

Angèle Grövel
Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire LABERS, Faculté de médecine et de sciences de la santé, Département SHS
22 rue Camille Desmoulins, 29200 Brest
angele.grovel@univ-brest.fr

Muriel Taillens
Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire AMURE, Technopôle Brest-Iroise Rue Dumont D'urville, 29280 Plouzané
muriel.taillens@univ-brest.fr

Jorge Munoz
Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire LABERS 20 rue Duquesne, 29200 Brest
jorge.munoz@univ-brest.fr

Brice Loddé
Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire ORPHY 6 Av. Victor le Gorgeu, 29238 Brest
brice.lodde@univ-brest.fr

Catégorie de soumission : "contribution pour un symposium" (contribution courte)

RÉSUMÉ

La pêche maritime se caractérise par une forte accidentologie, qui se traduit par un indice de fréquence des accidents de travail élevé. Les risques professionnels de ce secteur représentent une menace pour la santé des professionnel.le.s. En mobilisant une approche pluridisciplinaire (ergonomique, sociologique, juridique et médicale) et cinq unités de recherche, le projet TSR-Pêche (présenté dans le cadre de cette communication) vise à améliorer les connaissances sur la santé (physique et mentale) des marins-pêcheur·euse·s, et proposer une synthèse critique des réglementations en vigueur. En outre, la recherche vise à questionner la dynamique des rapports de genre au sein d'un métier traditionnellement ancré dans une "masculinité hégémonique" (Connell, 1995) qui valorise le courage, la force physique et la prise de risque. La féminisation très discrète du métier et l'arrivée d'une "nouvelle génération embarquée" (Clouette, 2021) a priori porteurs d'une masculinité alternative reconfigurent-elles tout à la fois les pratiques face aux risques et les rapports de genre ? Une attention soutenue

sera ainsi accordée aux ressorts genrés de la santé au travail des marins pêcheurs. Afin d'être au plus près des réalités et enjeux du terrain, le projet mobilise, notamment via des enquêtes par entretiens et des observations embarquées, des marins-pêcheur·euse·s (élèves et professionnel.les) et les acteur.rices. du secteur engagé.e.s dans la prévention des risques professionnels et la santé au travail.

MOTS-CLÉS
Pêche, risques, santé, genre, approche pluridisciplinaire.

---

1 LE SECTEUR DE LA PÊCHE FRANÇAIS : UNE FORTE SINISTRALITÉ DANS UN CONTEXTE DE TRANSITION

Le secteur maritime français, qui représente le deuxième espace maritime au niveau mondial (avec 11 millions de km^2 de surface maritime), s'est profondément transformé ces dernières années. En particulier, entre 2002 et 2023, le secteur de la pêche a perdu plus de 46 000 emplois, avec un nombre estimé à 13 777 en 2021. Les principaux facteurs explicatifs de cette diminution des emplois sont la réduction du nombre de navires de pêche (moins 24% entre 2000 et 2020), les restrictions européennes visant à préserver les stocks de poissons, mais également les problèmes d'attractivité du métier fortement liés à la pénibilité du travail et aux risques nombreux et variés à bord des navires.
En France, le secteur de la pêche se distingue en effet par une forte sinistralité avec 689 accidents du travail maritime (ATM) et 7 décès recensés en 2023, et un indice de fréquence de 70 pour 1 000 ETP (contre 40 pour le secteur du BTP) (Institut Maritime de Prévention, 2024). Si le nombre d'ATM est en diminution depuis 2012, l'indice de fréquence reste stable et élevé, malgré la baisse du nombre de marins-pêcheur·euse·s.

Le maintien d'un tel niveau de sinistralité, malgré les actions de prévention engagées par la profession sur la santé et la sécurité à bord des navires (notamment par l'Institut Maritime de Prévention), indique que les conditions de travail restent encore particulièrement pénibles à bord, avec des contraintes physiques et environnementales connues et documentées dans la littérature scientifique, mais également l'émergence de nouveaux risques, notamment psychosociaux, liés aux changements organisationnels, techniques, réglementaires et écologiques qui caractérisent désormais le milieu. L'accumulation de ces contraintes, auxquelles s'ajoute la dévalorisation sociale de ces professions, contribue à une crise de la relève et de l'attractivité (Brulé-Josso, 2024).
Dans ce contexte, les chercheur.euse·s mobilisé·es dans le projet de recherche présenté dans cette communication visent à questionner et documenter, dans une approche pluridisciplinaire, l'impact de ces changements et de ces risques sur les activités des marins, et leur santé physique et mentale.

2 LES AXES DE RECHERCHE ET ANCRAGES MÉTHODOLOGIQUES

Ce projet mobilise des expertises dans les domaines ergonomique, sociologique, juridique et médical, pour questionner quatre grands axes de recherche.

- Les activités de travail en mer sont marquées par de nombreux ***risques physiques et environnementaux***, parfois changeants et incertains *(ports de charges, mouvements répétitifs, bruits, vibrations, températures extrêmes, conditions météorologiques, animaux dangereux, polluants/déchets plastiques, produits chimiques, etc.).* Et la grande diversité de navires (en termes de taille, d'aménagement, de durée des marées, de caractéristiques et nombre de marins-pêcheur·euse·s, etc.) rend complexe la prévention de ces risques.

Une attention particulière est accordée, dans une perspective ergonomique (à partir d'une compréhension fine de l'activité réelle des marins à bord des navires, et d'une analyse croisée des parcours individuels - mêlant santé et travail - appuyée sur des entretiens de type biographique (Bourmaud et Gouédard, 2022)), aux stratégies de préservation construites individuellement et/ou collectivement dans l'activité par les pêcheur·euse·s, permettant de faire ressource pour gérer ces risques du travail. Le projet explore également, à partir d'enquêtes de terrain sociologiques et ergonomiques, comment ces conditions de travail sont intériorisées par les pêcheur·euse·s et

comment les mécanismes de socialisation du risque jouent un rôle dans l'explication de ces conditions. L'exploitation de la littérature permet enfin de cerner les risques les plus récurrents en cause, et l'expertise médicale de déterminer, à partir de l'exploitation de données épidémiologiques sur la santé des marins, les nuisances en cause et leurs effets.

- La seconde dimension du projet interroge ***les changements organisationnels et technologiques et les risques psychosociaux*** du travail embarqué *(rythmes d'activité et horaires atypiques à composante nocturne, temps de repos réduit, vie en huis clos et isolement social, exigences de travail, pressions managériales, ambiance dégradée, changements technologiques, diminution de la ressource et quotas et politiques européennes de gestion de la ressource, mode spécifique de rémunération et contraintes de rentabilité, pressions et tensions réglementaires, technologiques et sociétales, etc.).* Il s'agit, une fois ces facteurs de risques identifiés (à partir d'enquêtes de terrain et de données médicales), de comprendre leurs effets sur la santé physique et psychique (fatigue, stress, anxiété, burn-out, dépression, absentéisme, accident du travail, harcèlement, violences, addictions aux substances psychoactives, etc.), et comment les marins expriment (ou non) ces difficultés, et via quels relais collectifs et instances de représentation (coopératives maritimes, syndicats professionnels, comités des pêches).

- Le projet s'intéresse également au ***processus de reconnaissance (et sous-reconnaissance) des maladies professionnelles, et aux politiques de prévention dans le secteur***. Le secteur de la pêche se caractérisant sur le plan juridique par un régime de protection sociale propre géré par l'ENIM (Établissement national des invalides de la marine), l'analyse des conditions de travail du secteur exige donc d'éclairer les différentes réglementations applicables au secteur de la prévention et de la réparation. L'une des particularités de l'ENIM est qu'il n'existe pas de branche AT/MP comme pour la sécurité sociale (Chaumette, 2010, 2022). Il apparaît donc nécessaire d'interroger ces spécificités car cette absence de branche entraîne des conséquences particulières au niveau de la prévention des risques professionnels. Ces connaissances s'articuleront avec l'expertise médicale en matière de suivi.

- Enfin, les marins-pêcheur·euse·s n'étant pas égaux dans l'exposition aux diverses contraintes déjà évoquées, un axe du projet s'intéresse à la question du ***genre à bord des navires de pêche***. On constate une répartition genrée du travail selon les principes de ségrégation horizontale et verticale définis par Danièle Kergoat (2000) pour analyser les formes de la division sexuelle du travail.

D'une part, les femmes sont davantage présentes dans les activités de transformation et de commercialisation que dans les activités de pêche embarquée (FranceAgriMer, 2017). En effet, le taux de féminisation s'élève à 1,4% selon la Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture (DGAmpa), soit 147 femmes exerçant dans les secteurs de la petite pêche, pêche côtière, et pêche au large. Aussi, lorsqu'elles parviennent à franchir la coupée du navire, les pêcheuses accèdent dans une moindre mesure aux postes décisionnels et stratégiques, comme celui de patron ou de chef mécanicien, rappelant la force du "plafond de verre" sinon d'un "plancher collant" (White Berheide, 1992), mécanisme invisible constaté par ailleurs dans d'autres mondes professionnels en voie de féminisation.

D'autre part, les inégalités et les stéréotypes de genre représentent, à l'échelle mondiale, des obstacles particulièrement pesants pour l'accès à l'emploi des femmes dans ce secteur (OECD, 2025). Les femmes peuvent être considérées comme un groupe « à risques », plus vulnérable, du fait de l'inadaptation de certains outils et équipements de travail à leur morphologie, ou d'une surexposition possible aux violences sexuelles et sexistes (Grövel et Stevanovic, 2016). En cause le modèle de "masculinité hégémonique" (Connell, 1995) dont les attributs reposent, paradoxalement aux incertitudes de l'environnement naturel de travail, la mer, sur "le contrôle de soi et une position de maîtrise totale" (Clouette, 2021).

La recherche vise à mesurer en outre les incidences d'une socialisation aux risques à bord, dont les

mécanismes héritent directement de la socialisation genrée particulièrement opérante dans les milieux populaires et ruraux dont sont issus les pêcheur.euses, sur les pratiques en matière de sécurité et santé au travail.

L'étude de la santé mentale et physique des marins-pêcheur·euse·s se fera donc ici, dans une approche intégrée et systémique, grâce à la combinaison d'outils et techniques de collecte de données issues des quatre disciplines engagées dans la recherche : enquêtes de terrain, entretiens semi-directifs, observations et analyses ergonomiques de l'activité, analyse de la réglementation, exploitation de données épidémiologiques sur la santé. La mise en place opérationnelle de ce projet nécessitera une collaboration étroite avec les acteur·rice·s du monde professionnel de la pêche, des marins-pêcheur·euse·s, armateurs, médecins des gens de mer, mais également ceux.celles institutionnellement engagé.e.s dans les actions de prévention de la santé au travail.

Le projet de recherche, d'une durée de 18 mois, a débuté en septembre 2025. Au moment de la soumission de cette communication, plusieurs actions ont déjà été menées : une dizaine de réunions de travail avec l'ensemble des membres scientifiques du projet *(sur les aspects administratifs du projet, le calendrier de travail et les grandes étapes de la recherche, la méthodologie)* ; la participation à des événements scientifiques en lien avec la thématique de recherche (projection-débat de film documentaire, conférences sur le genre) ; des rencontres avec des acteurs du monde institutionnel de la pêche (OCAPIAT ; Comité des pêches maritimes et des élevages marins du Finistère ; Institut Maritime de Prévention, ENIM) ; une quinzaine d'entretiens avec des marins-pêcheur·euse·s et des élèves de lycées professionnels ; la valorisation du projet dans un colloque. Les prochains mois seront consacrés à la poursuite d'entretiens et aux premiers recueils en mer auprès des marins-pêcheurs.

3 ORIGINALITÉ DE LA RECHERCHE

Le projet présenté dans cette communication contribue à faire évoluer les modèles d'investigation et de reconnaissance des liens entre travail et santé, par des approches croisant l'ergonomie, la sociologie, le droit et la médecine, pour analyser les processus et déterminants genrés notamment de l'expression des maux du travail.

Un des apports du projet est d'étudier un domaine jusqu'alors peu investigué dans le champ scientifique, celui de la santé mentale des marins-pêcheur·euse·s et de ses déterminants genrés. Les études ont surtout insisté sur les impacts physiologiques causés par un métier dangereux et pénible physiquement. Nous proposons de parer à un manque de recherches en investiguant de manière interdisciplinaire les dimensions psychosociales de la santé des pêcheur·euse·s au prisme des changements organisationnels et technologiques, et des évolutions des réglementations juridiques, notamment en matière de sécurité au travail.

4 BIBLIOGRAPHIE

Berheide, C.W. (1992). « Women Still 'Stuck' in Low-Level Jobs », *Women in Public Service: A Bulletin of the Center for Women in Government* 3 (Fall).

Bourmaud, G., & Gouédard, C. (2022). La chronique de vulnérabilité : un outil de mobilisation de l'histoire et de l'expérience du sujet au service de l'intervention ergonomique. In *Actes du 56ème Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : Penser et agir ensemble pour transformer durablement* (Genève, 6–8 juillet 2022).

Brulé-Josso, S. (2024, décembre). *Projet PECHKEUR : Le vécu au travail des marins.* Synthèse du comité de recherche régional 2. Équipe Glaz. Document interne.

Chaumette, P. (2010). De la reconnaissance des maladies professionnelles maritimes, *DMF, n°710.*

Chaumette, P. (2022). Une branche AT/MP en vue à l'ENIM ?, *DMF, n°843.*

Clouette, F. (2021). Marins-pêcheurs : des masculinités à coudre bord à bord. *Sociologie du travail, 63(*3). http://journals.openedition.org/sdt/39770

Connell, R. W. (1995). *Masculinities*. Polity Press.

FranceAgriMer (2017). *La place des femmes dans les secteurs pêche et aquaculture en France.* Étude réalisée par le Groupement Monfort – Baelde – Vouhe.

Grövel, A., & Stevanovic, J. (2016). Attention : femmes à bord ! Périls de la féminisation chez les officiers de la Marine marchande. *Travail, Genre et Sociétés, 36*, 79–96.

Institut maritime de prévention (2024). *Accidents du travail maritime : Évolutions sur la période 2017-2024*. https://www.institutmaritimedeprevention.fr/accidentologie/bilan-annuel-des-accidents-travail-maritime

Kergoat, D. (2000). Division sexuelle du travail et rapports sociaux de sexe. Dans H. Hirata, F. Laborie, H. Le Doaré, D. Senotier (dirs.), *Dictionnaire critique du féminisme* (pp.35-43). Presses universitaires de France, Paris. OECD (2025). OECD Review of Fisheries 2025, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/560cd8fc-en.

Apport de l'analyse de l'activité pour la compréhension des situations dangereuses à bord de navires de pêche

Albert Marion
Université Bretagne Sud, Lab-STICC, UMR CNRS 6285
marion.albert@univ-ubs.fr

Le Du Sébastien
Institut maritime de prévention (IMP)
sebastienledu@institutmaritimedeprevention.fr

Renault Cédrik
Institut maritime de prévention (IMP)
cedrikrenault@institutmaritimedeprevention.fr

Chauvin Christine
Université Bretagne Sud, Lab-STICC, UMR CNRS 6285
christine.chauvin@univ-ubs.fr

RÉSUMÉ

La pêche demeure l'un des métiers les plus dangereux. L'analyse d'accidents graves impliquant des équipements de traction et de levage met en évidence l'influence de facteurs techniques, organisationnels et réglementaires. Dans un contexte de transition et dans la perspective d'améliorer la santé et la sécurité des marins-pêcheur·euse·s, l'analyse ergonomique du travail apporte un éclairage complémentaire à l'évaluation des risques professionnels. Cette analyse permet de comprendre l'activité des marins-pêcheur·euse·s et d'identifier les déterminants et les variabilités à l'origine des situations dangereuses.

MOTS-CLÉS (5) : pêche, apparaux de traction et de levage, analyse ergonomique du travail, analyse et évaluation des risques professionnels, situations dangereuses

1 INTRODUCTION

Le secteur de la pêche maritime se distingue par son caractère artisanal, sa forte réglementation et sa dépendance à l'état des ressources halieutiques et de l'environnement. Malgré les progrès récents en matière de sécurité des navires et du travail, la pêche en mer demeure l'une des professions les plus dangereuses (Poulain, 2025), avec des taux d'accidents mortels très supérieurs à ceux des industries terrestres (NIOSH, 2024), en Europe comme dans d'autres pays industrialisés, en particulier sur les petits navires (Willis et al., 2023). Les accidents surviennent majoritairement sur le pont du navire (Rasmussen & Ahsan, 2018), notamment lors des opérations impliquant les engins et apparaux de pêche. Ces derniers – treuils, vire-filets, paumailleurs, etc. – présentent un risque élevé d'engagement ou d'écrasement pouvant provoquer des blessures graves, comme des amputations, voire des décès (Chauvin *et al*., 2017 ; Lincoln *et al*., 2017 ; Lucas *et al*., 2013 ; Victoroff *et al*., 2023).

Une étude récente (Albert *et al*., 2025), reposant sur une méthode mixte (i.e. analyses quantitative et qualitative d'accidents à bord de navires de pêche), montre une relation significative entre l'utilisation des apparaux de traction et de levage, la gravité des accidents, le processus accidentel et l'opération réalisée. Ces résultats soulignent l'importance de mieux comprendre les processus accidentels en analysant l'activité réelle des marins-pêcheur·euse·s dans une perspective de prévention.

Dans ce contexte, et conformément à l'obligation pour l'employeur d'inscrire l'analyse et l'évaluation des risques dans un document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) (Décret n°2001-1016 du 5 novembre 2001), notre propos est de montrer comment l'analyse ergonomique du travail (AET) peut enrichir ce document. Si ce décret a eu un impact important dans

les entreprises (Bourgeois & Van Belleghem, 2004), il s'applique également au secteur de la pêche. Nous nous concentrons ici sur l'utilisation d'un paumailleur[1] à bord d'un fileyeur[2], dont les difficultés et variabilités lors de l'usage ont déjà été mises en évidence (Thiébaut-Rizzoni, 2023).

2 CADRAGE THÉORIQUE

2.1 Approche critique du modèle dominant de prévention des risques professionnels

Les approches dominantes de la prévention des risques reposent majoritairement sur des modèles visant à éviter la rencontre entre le danger et la personne (Bourgeois & Van Belleghem, 2004 ; Gaillard, 2015 ; Garrigou *et al*., 2004). Deux orientations principales en découlent : l'orientation technico-réglementaire et celle centrée sur le comportement humain. La première considère le danger et le dommage dans un lien de causalité directe ; la prévention est principalement vue sous l'angle de la maîtrise des « conditions dangereuses » par des dispositifs techniques et réglementaires, plaçant ainsi la personne au travail dans une position passive. La seconde reconnaît à cette personne une capacité d'agir, mais essentiellement pour expliquer l'accident par ses erreurs, ses manquements ou son inadéquation à la tâche, faisant d'elle le maillon faible du système. Ces approches partagent une vision réductrice de la personne au travail, souvent limitée à ses dimensions physiques ou physiologiques, et centrent la prévention sur le respect de prescriptions et de consignes conçues pour des situations nominales. Elles tendent ainsi à sous-estimer la variabilité réelle des situations de travail, les situations dégradées ou incidentelles, et à individualiser la responsabilité des accidents, au détriment d'une meilleure compréhension du travail réel (*ibid.*). L'évaluation des risques professionnels et le DUERP qui en découle reposent essentiellement sur ce modèle dominant. Les limites identifiées ne remettent néanmoins pas en cause les finalités de l'évaluation des risques professionnels, d'autant que la circulaire d'application du décret (Circulaire DRT n°6 du 18 avril 2002) met explicitement en avant l'intérêt de l'analyse du travail réel dans le cadre de cette évaluation (Gaillard, 2015).

2.2 Apport de l'ergonomie pour l'analyse et l'évaluation des risques professionnels

De nombreux auteurs soulignent l'importance de l'ergonomie pour l'analyse et l'évaluation des risques professionnels (Bourgeois & Van Belleghem, 2004 ; Coutarel *et al*., 2002 ; De Miranda Prottes *et al.*, 2012 ; Gaillard, 2011, 2015 ; Garrigou *et al*., 2004). Dans ce cadre, l'AET (Falzon, 1998 ; Teiger *et al*., 2006 ; Wisner, 1990) est essentielle pour appréhender les situations de travail de manière systémique. Cela permet de caractériser les déterminants de la situation dans leur diversité et leur variabilité, puisqu'ils sont susceptibles de générer des situations à risque. L'exposition aux dangers ne peut être comprise comme une donnée définie a priori, mais comme une énigme à formuler collectivement, résultant de la combinaison de facteurs humains, techniques et organisationnels (Garrigou *et al*., 2004). Formuler cette énigme implique d'adopter un modèle de la personne au travail intégrant ses différentes dimensions (biologique, cognitive, sociale et psychique) et de comprendre les compromis opératoires réalisés pour faire face aux différentes variabilités du travail.

Les métiers de la sécurité et de la santé utilisent des outils d'analyse et d'évaluation reposant sur des conceptions implicites du risque et de la santé. Les connaissances issues de l'AET sont souvent difficiles à concilier avec les exigences de synthèse et de cotation de ces outils, ce qui rend essentiel que les ergonomes comprennent ces dispositifs pour pouvoir les enrichir et les transformer (Gaillard, 2011, 2015). L'articulation entre l'AET et des dispositifs comme le DUERP peut impliquer des

[1] Le paumailleur est un engin de pêche qui permet de ranger, d'empiler et de guider les filets dans un parc après que les poissons ont été retirés des mailles du filet.

[2] Un fileyeur est un navire utilisant des engins de pêche dits « dormants » (en l'occurrence des filets) pour la capture des poissons.

compromis importants en termes de décontextualisation et de généralisation, illustrant la difficulté d'intégrer le caractère situé des risques (*ibid.*). Il est donc crucial de s'interroger sur la contribution concrète de l'ergonomie à l'analyse et l'évaluation des risques professionnels, afin de centrer la prévention sur le travail réel (Bourgeois & Van Belleghem, 2004 ; Gaillard, 2015).

2.3 L'approche du travail réel dans l'analyse et l'évaluation des risques professionnels

Dans un travail mené avec l'INRS et la MSA, Coutarel *et al*. (2002) ont contribué à l'élaboration d'un guide d'évaluation des risques professionnels dans les abattoirs de gros animaux. Bien qu'appuyé sur un modèle classique d'évaluation des risques, ce guide intègre une analyse du travail réel et de ses variabilités en mobilisant la notion de « facteurs de risque ». Définis comme des paramètres présents dans les situations de travail, ces facteurs, par leurs interactions, contribuent à la survenue d'accidents ou de maladies professionnelles et permettent d'enrichir le DUERP (INRS, 2003).

Bourgeois et Van Belleghem (2004) proposent également une approche d'enrichissement du DUERP classique fondée sur la prise en compte du caractère instable des situations de travail et des compromis opératoires que les personnes doivent constamment réaliser. Certaines configurations peuvent conduire à des arbitrages défavorables à la santé ou à la sécurité, notamment lorsque les savoir-faire de prudence ne peuvent plus être mobilisés. Ces situations de « débordement » sont caractéristiques des situations à risque et peuvent concerner aussi bien des travailleur·euse·s novices qu'expérimenté·e·s. Cette approche a conduit les auteurs à élaborer un DUERP visant à reconstruire les processus menant aux situations à risque, tout en respectant les exigences réglementaires. Ils proposent, pour ce faire, un tableau dont l'originalité réside dans l'intégration d'une colonne visant à décrire les conditions de survenue ou de variabilité de la situation dangereuse.

3 PROBLÉMATIQUE

Au regard du contexte et du cadrage théorique développés, notre problématique est la suivante : dans un secteur particulièrement exposé aux accidents du travail, comme la pêche maritime, comment l'analyse ergonomique du travail peut-elle contribuer à enrichir les dispositifs réglementaires d'analyse et d'évaluation des risques, tels que le document unique (DUERP), en intégrant la complexité et la variabilité des situations de travail réelles, afin de renforcer la prévention ?

4 MÉTHODOLOGIE

Ce travail repose, d'une part, sur l'analyse d'une base de DUERP rédigée pour un navire de pêche de type fileyeur et, d'autre part, sur l'analyse de l'activité d'un marin au poste de commande d'un paumailleur à bord d'un navire du même type.

Les fileyeurs font partie des navires utilisant des engins de pêche « dormants » ; il s'agit, dans ce cas, de filets. Sur ces bateaux, chaque campagne de pêche est rythmée par la mise à l'eau des filets (opération de « filage ») et leur remontée (opération de « virage »). Deux machines sont utilisées lors du virage : le vire-filet qui hisse le filet à bord du navire et le paumailleur qui sert à ranger, empiler et guider les filets dans un parc après que les poissons ont été « démaillés » (dégagés des mailles du filet).

Le DUERP qui a été utilisé pour l'analyse est un outil générique – fourni par l'Institut Maritime de Prévention (IMP) – qui vise à faciliter l'évaluation des risques qui doit être réalisée par les armateurs.

L'AET porte sur l'activité observée à bord d'un fileyeur de 12 mètres (longueur hors tout). Ce navire est typique de la flotte lorientaise. Pratiquant la pêche côtière, il pêche à la journée, en quête de sole pendant la saison, ou de lieu jaune ou bar pour diversifier son activité. Le navire a été construit en 1987, mais a été modifié à plusieurs reprises. Son équipage est composé du patron-pêcheur et de trois marins. Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'activité du marin au poste de commande du paumailleur. Cette activité a été filmée et une analyse de l'activité de ce marin a été réalisée à partir de trois séquences vidéo jugées représentatives de l'activité d'une durée cumulée de 5 minutes et 40 secondes. L'analyse a porté sur les actions réalisées et les postures adoptées par le marin. Elle vise à mettre en évidence les contraintes de l'activité, ses déterminants ainsi que leur variabilité. Les trois séquences vidéo utilisées pour l'analyse serviront ultérieurement de support à la

réalisation d'entretiens d'alloconfrontation.

5 RÉSULTATS

5.1 Risques professionnels figurant dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP)

À bord d'un fileyeur, les risques identifiés pour les opérations de filage sont des risques d'entraînement par le filet et de chutes à la mer. Les principaux risques identifiés pour les opérations de virage sont des risques d'écrasement (les pièces en mouvement du vire-filet constituant le danger) et de TMS (engendrés par les efforts physiques intenses liés à la manipulation du filet et par les gestes répétitifs requis pour le démaillage du poisson). Les risques spécifiques au poste de commande du paumailleur sont des risques d'entraînement par le filet ou par les pièces du paumailleur, de coincement/écrasement (les pièces en mouvement constituant ici le danger), de perturbations du mouvement susceptibles d'entraîner une chute ou encore des risques biologiques liés à la présence des espèces retenues dans les filets.

Le DUERP fait apparaître ces risques et ces dangers, ainsi que les phases de travail auxquels ils sont associés. Il contient également un descriptif des situations dangereuses et liste des mesures de prévention envisageables. Parmi ces différents items, le descriptif des situations dangereuses est celui qui reflète le plus l'activité du marin. Par exemple, durant les manœuvres de l'engin de pêche et pour le risque de chute, le DUERP décrit la situation dangereuse de la façon suivante :

« *Pendant les manœuvres de l'engin de pêche, surtout au paumailleur et pendant le filage, les marins sont exposés à un risque de chute dans plusieurs situations :*

- *Lors des déplacements dans les parcs dont il faut enjamber les cloisons ;*
- *Lors du travail debout sur des caisses retournées, un tas de filets ou encore les pieds en appui dans les encoches des planches de parc.* »

Les mesures de prévention qui découlent de ces observations et analyses sont listées de la façon suivante :

« **Aménagement d'espaces de circulation à plat pont sur les côtés et entre les parcs ;*
**Commande du dispositif de positionnement hydraulique du paumailleur par une télécommande filaire ;*
**Implantation de mains-courantes ;*
**Mise à disposition d'une plateforme de travail amovible (p. ex. suspendue sur les cloisons des parcs) ;*
**Mise à disposition et port de chaussures ou bottes de sécurité.* »

5.2 Tâche et activité du marin au poste de commande du paumailleur

La tâche du marin au poste de commande du paumailleur est définie par son but et les moyens dont il dispose pour l'atteindre. Il poursuit en fait plusieurs buts : il conduit la machine, surveille la bonne entrée/sortie du filet et empêche les bourrages. À bord du navire retenu pour l'étude, ce marin intervient également, ponctuellement, pour tasser ou replacer le filet dans le parc. Son activité est fortement déterminée par les caractéristiques de la machine (forme et emplacement des commandes) et par l'aménagement de l'espace dans lequel il intervient ; ces déterminants peuvent être qualifiés de « matériels ». Elle est également déterminée par l'organisation du travail définie au sein de l'équipage ; ainsi, la tâche consistant à tasser le filet pourrait être exécutée par une autre personne.

La Figure 1 présente les principaux éléments matériels de la situation de travail. Elle montre la machine et le guide filet qui l'accompagne. On remarque que le paumailleur se trouve au-dessus du parc à filet. La commande du paumailleur (marche, arrêt, positionnement) est locale ; le marin est donc en contact avec la machine. On voit qu'il se tient à genou sur une planche posée entre deux cloisons du parc à filet et qu'il est en appui sur une cloison intérieure. La photo permet également de visualiser le filet et sa trajectoire.

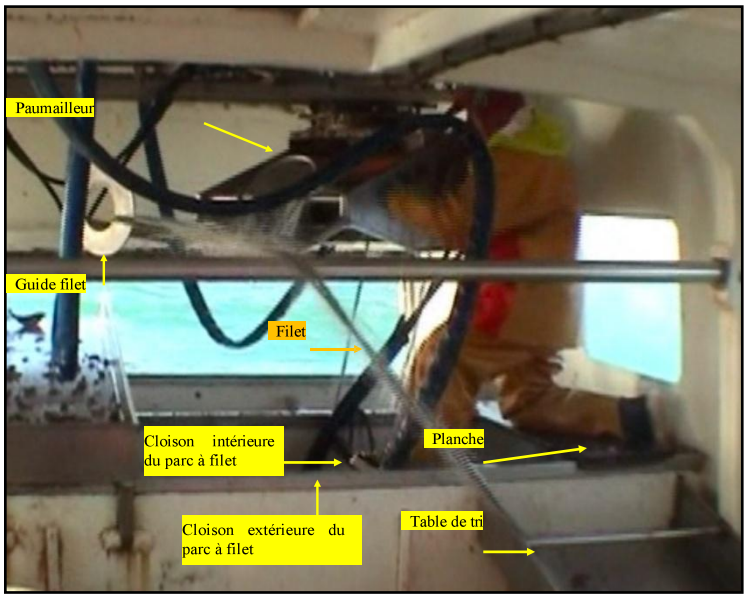


Figure 1 – Le poste de travail du marin et son environnement

Plusieurs actions ont été distinguées en fonction de leur but. La Figure 2 montre le pourcentage du temps consacré à ces différentes actions sur 5 minutes et 40 secondes d'enregistrement. Elle met en évidence l'importance des variabilités qui obligent le marin à arrêter la machine pour débloquer le filet, le démêler, le repositionner ou bien pour démailler une capture. La gestion de ces variabilités représente en effet plus du tiers du temps.

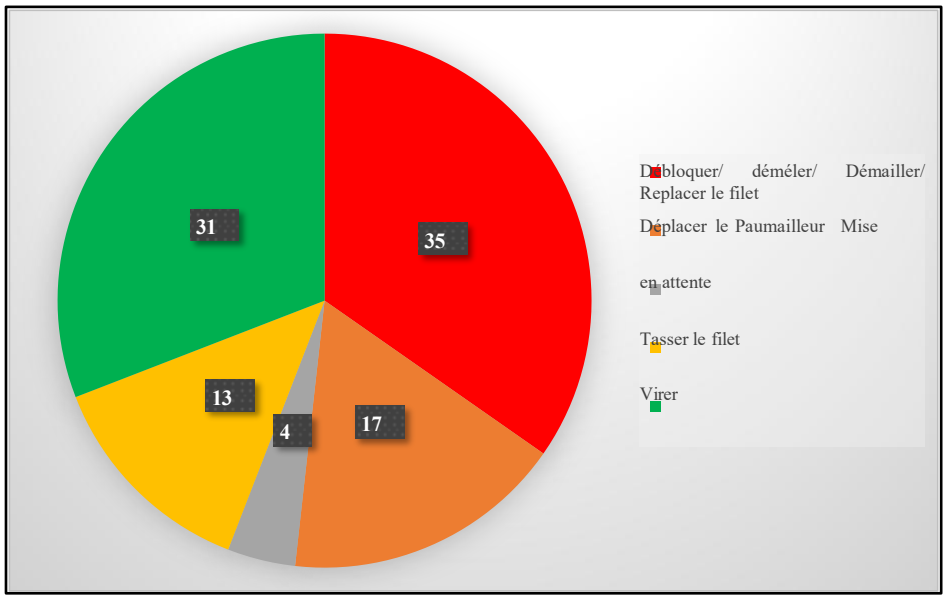


Figure 2 – Pourcentage du temps consacré aux différentes actions (5 minutes et 40 secondes)

Pour gérer ces variabilités, le marin adopte différentes postures déterminées par le type de variabilités (*cf*. Tableau 1) ; il travaille assis sur la planche ou, le plus souvent, debout en déséquilibre avec le dos courbé.

Tableau 1 – Contraintes posturales associées à la gestion des variabilités

Variabilités	**Postures adoptees**
Blocage du filet entre la table de tri et le parc	À genou sur la planche (jambe droite), pied gauche entre la table et le parc, appui sur la jambe gauche, dos courbé (*cf*. Figure 3). **Ou** Debout, jambe droite sur la cloison intérieure du parc, jambe gauche entre le parc et la table, dos courbé.
Capture coincée dans le filet, au niveau du guide filet	Assis sur la planche (s'il est possible de donner du mou au filet pour ramener la capture et le filet au niveau de la planche). **Ou** Debout avec le pied droit sur la planche et le pied gauche en appui sur la cloison intérieure du parc (*cf*. Figure 4).
Filet emmêlé avant de passer dans la machine	À genou ou debout sur la planche (jambe droite) et en appui sur la jambe gauche (posée sur la cloison intérieure du parc), dos courbé (*cf*. Figure 5).

Figure 3 – Déblocage du filet entre la table de tri et le parc

Figure 4 – Retrait d'une capture au niveau du guide filet

Figure 5 – Démêlage du filet

Cette analyse met en évidence des situations dangereuses caractérisées par le fait que le marin travaille en hauteur, en déséquilibre, le dos courbé et l'attention fixée sur l'élément de variabilité. Elle montre que l'état du filet et la présence de captures constituent des déterminants de l'activité. La présence de captures à l'entrée du paumailleur découle, elle-même, de l'organisation du travail ; c'est, en effet, aux marins qui travaillent en amont, à la table de tri, que revient la tâche de démaillage.

La même analyse a été réalisée pour les autres actions. Toutes génèrent des contraintes posturales importantes et sont donc associées à des situations dangereuses. On peut prendre également l'exemple des contraintes associées à l'action consistant à déplacer le paumailleur le long du rail latéral. Cette action vise à dégager un espace qui permettra au marin d'accéder à la partie arrière du parc à filets. Elle l'oblige à se déplacer sur la cloison extérieure du parc à filet, la tête penchée ; il a le bras gauche tendu pour atteindre la commande hydraulique permettant la translation de la machine et se tient au paumailleur avec la main droite.

L'analyse de l'activité permet donc d'établir un lien direct entre les contraintes de l'activité et les situations dangereuses, mais aussi d'identifier leurs déterminants : les déterminants matériels fixes (aménagement de l'espace, caractéristiques de la machine), les déterminants organisationnels susceptibles de présenter une certaine variabilité et les déterminants relatifs à l'objet même du travail (ici les captures) présentant une forte variabilité.

6 DISCUSSION

L'AET réalisée nous permet d'enrichir l'analyse et l'évaluation des risques « classiques », en mettant en évidence les conditions de survenue – entendues comme les déterminants et les variabilités – des situations dangereuses. En nous centrant spécifiquement sur le risque de chute de hauteur lors de la manœuvre du paumailleur, nous avons identifié deux situations dangereuses ainsi que les conditions de survenue qui leur sont associées.

La première situation renvoie à l'utilisation et à la manœuvre du paumailleur en marche, en équilibre en hauteur et dans des postures contraignantes (*cf*. Figure 1). Elle est principalement déterminée par des éléments matériels fixes (largeur, hauteur et emplacement de la planche ; emplacement du paumailleur et de ses commandes ; conception du parc ; emplacement et hauteur de la table de tri ; environnement exigu, encombré).

La seconde concerne l'intervention sur le filet alors que le paumailleur est à l'arrêt. Le marin est en déséquilibre, en hauteur, dans des postures contraignantes (*cf*. Figures 3 et 4). Des déterminants matériels fixes (emplacement du guide filet ; type de filet) s'ajoutent à ceux précédemment cités. Dans cette situation dangereuse, les conditions de survenue relèvent également de déterminants présentant une variabilité. Il s'agit de déterminants matériels (état du filet) et organisationnels (le démaillage en amont ayant un impact sur l'état du filet et sur la présence de captures). Enfin, un déterminant propre à l'objet de pêche (nombre et types de captures, notamment les crabes) interroge les décisions mêmes du patron, en particulier en matière de temps d'immersion du filet et de choix de la zone de pêche.

L'évaluation des risques professionnels classique repose le plus souvent sur une « photographie de l'activité ». Cette vision statique de la situation de travail (De Miranda Prottes *et al*., 2012 ; Liu *et al.*, 2023) oriente prioritairement les actions de prévention vers les déterminants fixes de l'activité, principalement de nature matérielle. La prise en compte des conditions de survenue des situations dangereuses permet d'intégrer la complexité et la variabilité des situations de travail réelles et conduit à envisager d'autres leviers de prévention. Dans notre exemple, et en complément des mesures déjà proposées, il conviendrait ainsi d'interroger l'organisation du travail. Si la répartition et la coordination des tâches ont été identifiées comme des déterminants organisationnels centraux, les décisions stratégiques du patron méritent également d'être examinées. Les choix de pêche, tels que le temps d'immersion du filet et la zone exploitée, modifient en effet la nature et la complexité de traitement des captures. Ces facteurs contribuent à accroître la charge de démaillage, les interruptions au cours de la manœuvre du paumailleur et à accentuer les situations dangereuses.

7 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nos travaux s'inscrivent dans la lignée de réflexions, déjà anciennes, portant sur l'articulation entre l'évaluation des risques professionnels, sa traduction dans le DUERP et l'AET. Ils confirment, à la suite de Bourgeois et Van Belleghem (2004), la nécessité d'intégrer, au sein du DUERP, l'analyse du travail réel ; ceci, conformément aux orientations déjà formulées dans la circulaire d'application du décret (Circulaire DRT n°6 du 18 avril 2002).

Dans le domaine de la pêche, cette extension du DUERP nous a permis d'enrichir la réflexion relative aux actions de prévention, en complétant les dimensions individuelles et matérielles par la prise en compte de l'organisation du travail. L'analyse menée sera complétée par des entretiens d'alloconfrontation, qui apporteront des éléments de compréhension supplémentaires concernant l'activité de manœuvre du paumailleur et ses déterminants. Le cadre étendu du DUERP devra également faire l'objet d'une validation par les professionnel·le·s concerné·e·s, afin de s'assurer qu'ils en comprennent les enjeux et perçoivent l'utilité d'une démarche visant à identifier les conditions de survenue des situations dangereuses.

La démarche développée ici pourra être déployée pour d'autres types de navires et d'opérations ainsi que dans d'autres secteurs ; ceci afin d'enrichir l'évaluation des risques et de démontrer l'intérêt d'une prise en compte de l'AET. Enfin, l'intégration de cette démarche dans la formation des préventeur·rice·s permettra d'articuler les enseignements en ergonomie avec les obligations réglementaires relatives à l'EVRP et au DUERP (Décret n°2001-1016 du 5 novembre 2001).

8 BIBLIOGRAPHIE

Albert, M., Du, S. L., Renault, C., & Chauvin, C. (2025). Analysis of occupational accidents on board fishing vessels – What scope of regulations to prevent accidents involving deck machinery? *Safety Science*, *191*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2025.106950

Bourgeois, F., & Van Belleghem, L. (2004). Avec l'approche travail dans l'évaluation des risques professionnels (décret du 5/11/01), enfin du nouveau en prévention. In *Travailler, une expérience quotidienne du risque*. Octarès.

Chauvin, C., Le Bouar, G., & Lardjane, S. (2017). Analysis of occupational injuries in the sea fishing industry according to the type of fishery and the fishing activity. *International Maritime Health*, *68*(1), 31-38. https://doi.org/10.5603/IMH.2017.0006

Circulaire DRT n°6 du 18 avril 2002 prise pour l'application du décret n° 2001-1016 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, prévue par l'article L. 230-2 du code du travail et modifiant le code du travail.

Coutarel, F., Daniellou, F., & Dugué, B. (2002). Évaluation des risques professionnels : Quelle articulation des savoirs, des règles et des acteurs. *37ème Congrès de la SELF*, 266-271.

De Miranda Prottes, V., Oliveira, N. C., & De Oliveira Andrade, A. B. (2012). Ergonomic work analysis as a tool of prevention for the occupational safety and health management system. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, *41*(S1), 3301-3307. https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0597-3301

Décret n°2001-1016 du 5 novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, prévue par l'article L. 230-2 du code du travail et modifiant le code du travail (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat).

Falzon, P. (1998). La construction des connaissances en ergonomie : Éléments d'épistémologie. In M.-F. Dessaigne & I. Gaillard, *Des évolutions en ergonomie* (p. 211-224). Octarès.

Gaillard, I. (2011). Sécurité en action, ergonomie et action sur les risques : La négociation est en cours. *46ème Congrès de la SELF*, 207-213.

Gaillard, I. (2015). L'évaluation des risques professionnels (ERP) vue par l'ergonome : le bon moment pour prendre en compte le travail réel. In P. Jansou, & M. Drulhe, *Santé au travail : pour une nouvelle dynamique - Constats et ouvertures* (p. 20-28). Octarès Éditions.

Garrigou, A., Peeters, S., Jackson, M., Sagory, P., & Carballeda, G. (2004). Apports de l'ergonomie à la prévention des risques professionnels. In P. Falzon, *Ergonomie* (p. 497-514). Presses Universitaires de France. https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0497

INRS. (2003). *Évaluer les risques professionnels en abattoir et atelier de découpe. Aide à la rédaction d'un document unique* (ED 898).

Lincoln, J., Woodward, C., King, G., Case, S., Lucas, D., & Teske, T. (2017). Preventing fatal winch entanglements in the US southern shrimp fleet : A research to practice approach. *Journal of Safety Research*, *60*, 119-123. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2016.12.007

Liu, R., Liu, H.-C., Shi, H., & Gu, X. (2023). Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications. *Safety Science*, 160, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.106050

Lucas, D., Woodward, C., & Lincoln, J. (2013). Fatal and nonfatal injuries involving fishing vessel winches—Southern shrimp fleet, United States, 2000-2011. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, *62*(9), 157-160.

NIOSH. (2024). *Commercial Fishing. Overview*. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). https://www.cdc.gov/niosh/maritime/about/commercial-fishing.html

Poulain, F. (2025). Fishing Can Be Safer. *Journal of Agromedicine*, *30*(2), 196-197. https://doi.org/10.1080/1059924X.2024.2434076

Rasmussen, H., & Ahsan, D. (2018). Injuries and Fatalities in Danish Commercial Fishing Fleet in 1998–2016. *Safety*, *4*(2), 1-15. https://doi.org/10.3390/safety4020013

Teiger, C., Barbaroux, L., David, M., Duraffourg, J., Galisson, M.-T., Laville, A., & Thareaut, L. (2006). Quand les ergonomes sont sortis du laboratoire. À propos du travail des femmes dans l'industrie électronique (1963–

1973). Rétro-réflexion collective sur l'origine d'une dynamique de coopération entre action syndicale et recherche-formation-action. *Perspectives Interdisciplinaires sur le Travail et la Santé*, (8-2), 1-50. https://doi.org/10.4000/pistes.3045

Thiébaut-Rizzoni, T. (2023). *Amorcer le processus de transition écologique dans la pêche artisanale : Apports d'une approche multi-niveaux pour l'implémentation d'un filet de pêche biodégradable* [Thèse de doctorat en psychologie-ergonomie]. Université Bretagne Sud.

Victoroff, T., Case, S., Robertson, L., & Syron, L. (2023). Workplace Injuries Caused by Commercial Fishing Winches—Alaska, 2000–2020. *Journal of Agromedicine*, *28*(3), 433-443. https://doi.org/10.1080/1059924X.2023.2171524

Willis, S., Bygvraa, D. A., Hoque, Md. S., Klein, E. S., Cagri Kucukyildiz, Westwood-Booth, J., & Holliday, E. (2023). The human cost of global fishing. *Marine Policy*, *148*, 1-4. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105440

Wisner, A. (1990). La méthodologie en ergonomie : D'hier à aujourd'hui. *Performances Humaines et Techniques*, *50*, 32-39

.

La durabilité à l'épreuve de l'activité : analyser les effets d'un filet biodégradable en mytiliculture

Julie Lassalle
Université Bretagne Sud, Lab-STICC
julie.lassalle@univ-ubs.fr

Laurent Guillet
Université Bretagne Sud, Lab-STICC
laurent.guillet@univ-ubs.fr

Laetitia Fradet
Université Bretagne Sud, Lab-STICC
laetitia.fradet@univ-ubs.fr

Loevan Kerbrat
Université Bretagne Sud, Lab-STICC
loevankerbart@gmail.com

RÉSUMÉ
Le projet FILL *(Filet Innovant pour la cuLture des mouLes)* a pour objectif de concevoir et tester un filet de catinage biodégradable pour soutenir le développement durable des activités de la mytiliculture. L'étude présentée dans cette contribution vise une compréhension fine de l'activité à un niveau micro (chronique d'activité), méso (organisation de l'activité) et macro (système d'activité) et questionne l'hypothèse, souvent implicite, qu'une modification des propriétés matérielles d'un outil serait neutre du point de vue du travail. L'étude des gestes, de l'organisation, des relations instrumentales et du système permet d'appréhender les effets de ce nouvel outil du point de vue de l'activité réelle et de ses possibilités d'appropriation.

MOTS-CLÉS
Analyse de l'activité, conception, mytiliculture, durabilité, innovation.

1 INTRODUCTION

Face aux enjeux écologiques et de développement durable (qui vise la prise en compte simultanée de trois dimensions : environnementale, économique et sociale, Elkington, 1998), les activités humaines sont appelées à se transformer en profondeur. Pour répondre à ces pressions, des secteurs comme la pêche - dont la viabilité dépend directement de l'état de santé du milieu maritime

- investissent des stratégies d'innovation pour remplacer, reconfigurer ou verdir les techniques les plus polluantes ou les moins soutenables. Les transitions écologiques sont en effet fréquemment orientées vers des solutions et des optimisations techniques visant à rendre les objets plus propres, les processus plus efficients et les matériaux plus respectueux de l'environnement (Savaget et al., 2019). Cette approche fait cependant l'objet de critiques pour sa vision réductrice de la durabilité, centrée sur les performances environnementales et marginalisant la dimension sociale - diversité des usages, appropriation, efficacité des transitions - (Goutille et al., 2024 ; Keeley et al., 2025 ; Lassalle & Amelot, 2023 ; Mu et al., 2025).

Les orientations centrées sur les solutions techniques reposent implicitement sur l'hypothèse selon laquelle l'innovation constituerait un changement neutre du point de vue de l'activité. C'est-à-dire qu'un nouvel objet technique - ou la modification de certaines de ses caractéristiques - serait en même temps bénéfique du point de vue environnemental et sans incidence du point de vue de

l'activité. Le remplacement ou la modification technique serait ainsi *a minima* sans effet sur l'organisation du travail, les usages et les gestes professionnels existants ou encore la santé des personnes. Pourtant, dans le secteur de la pêche, les études sur les impacts socio-économiques des politiques de gestion des pêches incluant le soutien à l'innovation, montrent que celles-ci restent insuffisantes du point de vue de la durabilité sociale (Alexander & Kelling, 2024). Cette dimension demeure reléguée au second plan au profit des aspects biologiques et écologiques (Bitetto et al., 2025), les effets sur le travail réel étant rarement investigués. Ainsi, une question centrale émerge : les solutions techniques conçues pour répondre à des enjeux environnementaux favorisent-elles véritablement le développement durable des activités humaines ?

2 CONTEXTE : LE PROJET FILL

En 2021, les océans cumulaient plus de 17 millions de tonnes métriques de plastique - soit 80 % des déchets marins (Commission Européenne, 2018). Ces déchets contribuent à dégrader la santé du milieu marin et à son dérèglement, favorisant par exemple certaines espèces invasives (Parlement Européen, 2021). Ces impacts représentent une menace pour la résilience des écosystèmes marins et un risque certain pour la durabilité des activités de pêche.

La mytiliculture (activité de production de moules) se confronte à ces nouveaux enjeux et aux objectifs de réduction des plastiques en milieu marin. Le projet FILL (Filet Innovant pour la cuLture des mouLes), cofinancé par la Région Bretagne et le FEAMPA "Recherche & Innovation", s'inscrit dans cette démarche. Son objectif est de concevoir un filet biodégradable pour contribuer au développement d'activités aquacoles durables. D'une durée de 36 mois (2024-2026), le projet FILL réunit un consortium de partenaires académiques et techniques (Université Bretagne Sud, SMEL, NaturePlast, FILT1860, CETI, CRC Normandie - Mer du Nord) engagés dans la conception et l'expérimentation d'un filet de catinage innovant (filet FILL). Le filet de catinage est utilisé pour maintenir les moules sur les bouchots (ou pieux) tout au long de leur croissance et prévenir les pertes dues au ressac, aux tempêtes ou à la prédation. Parmi les gestes techniques propres à la culture sur bouchots, le catinage occupe une place centrale. Il est important de souligner que, à notre connaissance, aucune donnée scientifique n'est aujourd'hui disponible sur l'activité de catinage elle-même, que ce soit du point de vue des gestes, de l'organisation du travail ou de ses déterminants systémiques. Cette absence de connaissances constitue un angle mort majeur pour la conception d'innovations techniques dans ce domaine.

L'étude ergonomique de la présente contribution cherche à la fois à documenter cette activité, pour orienter la conception, et à tester l'hypothèse de neutralité technique du nouveau filet, c'est-à-dire l'absence d'incidence sur l'activité de la modification des caractéristiques techniques du filet d'une matière plastique conventionnelle à une matière biodégradable en milieu marin. Cette étude s'est articulée autour de trois niveaux d'analyse complémentaires : (1) un niveau macro, centré sur l'analyse du système d'activité au sein duquel prend place l'activité de catinage et des transformations du milieu qui structurent l'activité mytilicole (Engeström, 2011) ; (2) un niveau méso, focalisé sur le cycle d'usage du filet de catinage, de sa réception à sa fin de vie, afin de comprendre l'organisation de l'activité, les différentes étapes qui la structurent ainsi que les relations stabilisées entre le filet et les autres instruments mobilisés dans l'activité, relations qui renvoient à l'organisation fonctionnelle des instruments au sein du système d'instruments construit dans l'activité (Rabardel & Bourmaud, 2005) ; (3) un niveau micro, centré sur l'activité de catinage en mer afin d'analyser les usages in situ du filet de catinage (filet conventionnel et filet FILL) et les effets de l'innovation sur les gestes et les temporalités de l'activité.

3 MÉTHODE

L'étude a été conduite auprès de deux entreprises normandes de mytiliculture engagées volontairement dans le projet. Les observations et les entretiens ont plus précisément été réalisés auprès de deux acteurs : (1) le gérant (homme, 45 ans, expérience professionnelle > 20 ans) de la concession mytilicole A (6 personnes, env. 6,5 km de pieux à moules) ; (2) le cogérant (homme, 26 ans, expérience professionnelle = 4 ans) de la concession mytilicole B (3 personnes, env. 3,5 km de pieux à

moules).

Deux types de données ont été recueillis : des données issues d'entretiens et des données issues d'observations *in situ*. Les données d'entretien ont été obtenues à partir d'un entretien semi-directif réalisé auprès de chaque professionnel (juin et juillet 2025). Ces entretiens ont fait l'objet d'une analyse thématique, à l'aide du logiciel NVivo 11, afin de comprendre les éléments structurants de l'activité au niveau macro (contraintes et tensions systémiques, évolution dans le temps) et méso (organisation de l'activité, usages du filet, relations instrumentales). Les observations *in situ* ont été réalisées à terre, en entrepôt, et en mer au moment du catinage, c'est-à-dire lors de la pose du filet sur les pieux (juin 2025, octobre 2025, janvier 2026). Au total, environ 8 heures d'observation ont été réalisées. Ces observations ont permis à la fois de compléter les analyses des niveaux macro et méso et d'investiguer le niveau micro de l'activité (activité de catinage, actions, durée). Cette étape incluait également des observations spécifiques visant une analyse comparative des effets des filets lors de la pose successive de dix filets FILL et de dix filets conventionnels en conditions réelles d'usage (janvier 2026). Toutefois, les données issues de l'observation de cinq filets FILL et de cinq filets conventionnels ont dû être rejetées, leur différence de diamètre rendant toute comparaison rigoureuse impossible. Les données d'observation ont permis d'établir des chroniques d'activité afin d'obtenir une représentation quantitative du nombre d'actions composant l'activité de catinage, de leur fréquence et de leur durée pour les deux types de filets.

4 RÉSULTATS

4.1 Analyse du système de l'activité de catinage : niveau macro

L'activité de catinage s'intègre dans le système plus large de l'activité de mytiliculture qui se décompose en plusieurs grandes étapes : le captage et la mise en élevage des moules (naissains), l'entretien des parcs (par exemple, vérification et réparation des pieux), la pose sur pieux des naissains et la croissance des moules, la récolte. L'ensemble de ces étapes est soumis à des cycles biologiques et environnementaux qui configurent l'activité. Le travail mytilicole est en effet rythmé par les saisons, les marées et la croissance des moules ce qui induit une forte variabilité de la charge et des conditions de travail. Les résultats obtenus pour le niveau macro de l'analyse montrent l'influence de cette variabilité du milieu sur l'activité. Premièrement, la diminution de l'amplitude des grandes marées a des conséquences importantes sur l'organisation du travail. L'accès aux concessions « à pied sec » est devenu plus difficile ou impossible dans les zones les plus basses. Cela a rendu l'utilisation de perches (ou cannes) indispensable pour enfiler les filets sur les pieux depuis le bateau, modifiant les méthodes de travail traditionnelles (préparation sur bâtis avec enfilage et enroulement du filet autour des genoux) au profit de l'utilisation de la perche. Bien que facilitant le travail, celle-ci exige des filets une certaine rigidité afin d'assurer leur maintien lors de la pose (sans glisser de la perche). *« Elle (la perche) est venue surtout avec des périodes où on avait moins de grandes marées et qu'on ne pouvait pas accéder à pied sec sur les concessions les plus basses. […] C'est des cycles. […] il y a des cycles à peu près tous les 30 ans. […] Mais on a de plus en plus de petites marées, et surtout à cette époque-ci, on va dire de mai jusqu'à septembre […]. »*

Deuxièmement, les résultats montrent une charge de travail croissante pour lutter contre les effets des changements climatiques et écologiques. Ceux-ci entraînent notamment une modification du développement des moules qui se traduit par une croissance ralentie (« moins de quantité de moules sur les cordes ») et une fragilisation du byssus - fibre élastique qui permet à la moule de s'accrocher à son support - liée en partie au manque de nutriments et à la pollution du milieu marin. Ainsi, les moules poussent moins vite et tiennent moins bien sur les pieux conduisant à des pertes de production, elles-mêmes renforcées par l'augmentation du nombre de tempêtes. L'ensemble de ces modifications du milieu nécessitent la pose d'un plus grand nombre de filets de catinage pour maintenir les moules sur les pieux (posés les uns sur les autres, au fur et à mesure de la croissance des moules). Ces constats indiquent un renforcement de la dépendance au filet de catinage pour assurer un niveau de production viable économiquement. Dans le même temps, ces filets qui descendent près du sol servent « d'échelles » aux prédateurs comme les crabes pour atteindre les

moules, dans un contexte de lutte marquée contre la prédation. *« Il a un rôle à jouer (le filet) et il a le mauvais rôle de servir d'échelle. […] comme il descend quasiment au pied du pieu, […] (à) une trentaine de centimètres du sol. […] elles ont juste à tendre les pattes. Elles s'accrochent et elles montent dessus. Et c'est des véritables échelles pour elles. »* En effet, les changements du milieu ont également pour conséquence une augmentation importante de la prédation conduisant à des pertes significatives de production. *« […] les années où on a eu une grosse prédation, on protégeait et on a perdu quasiment 40% de notre production ».* La lutte contre la prédation est devenue un nouvel enjeu pour les activités mytilicoles. Elle nécessite notamment la multiplication des dispositifs de protection comme des gaines anti-oiseaux, des manchons de protection (posés en bas des pieux pour empêcher les crabes et araignées de monter), etc. En plus de ces protections individuelles par pieu (jugées coûteuses, peu efficaces et génératrices de plastique), les professionnels protègent également des concessions entières à l'aide de filets de pêche à grandes mailles et de casiers, nécessitant l'embauche de pêcheurs professionnels pour leur entretien. Par ailleurs, les moules sont cependant des filtreuses très sensibles ; le moindre contact (y compris avec le filet) les fait se fermer, interrompant leur filtration et ralentissant leur croissance. Certains filets très fins (comme les gaines de protection contre les oiseaux) peuvent ainsi freiner la pousse des moules s'ils sont mis trop tôt ou trop tard. Ces relations entre dispositifs de protection et monde vivant contribuent à augmenter les contraintes de l'activité, la charge de travail et à diminuer les capacités de production. Globalement, la lutte contre la prédation est un objet émergent de l'activité et participe à l'augmentation du nombre de filets à poser pour protéger les moules tout au long de leur phase de croissance et *in fine*, des coûts humains (augmentation de la charge de travail concernant leur pose et leur entretien) et financiers.

Troisièmement, l'analyse met en évidence l'émergence de coûts et de risques nouveaux. En plus d'une charge de travail croissante liée aux nécessités d'adaptation face aux modifications du milieu et à la fragilisation de la production, les activités mytilicoles doivent gérer les filets et les dispositifs plastiques en fin de vie. Le coût financier de prise en charge par les filières de traitement des déchets croît en raison du plus grand nombre de filets utilisés. Le recyclage est complexe et coûteux car les filets sont souillés par des coquillages et des résidus biologiques. Par ailleurs, les filets permettant de maintenir les naissains de moules sur les chantiers avant leur pose sur pieux ou les gaines anti-canards qui servent à protéger les moules de la prédation par les oiseaux se fragmentent en petits morceaux avec le temps. Ces fragments sont difficiles à collecter et une partie reste dans le milieu marin. Ils participent à la fois à la dégradation de l'écosystème et à la dévalorisation de la profession, les fragments étant visibles sur les estrans et les plages. Leur ramassage lors de la remise en eau des déchets biologiques entraîne un coût physique supplémentaire et l'émergence de risques pour la santé. Les professionnels doivent en effet se baisser pour récupérer les débris de filet.

Ces nouvelles adaptations visent à maintenir la productivité et la pérennité de l'activité. Elles génèrent cependant des coûts humains (augmentation du temps et de la charge de travail, risques émergents pour la santé), financiers (achats et entretien des filets et dispositifs contre la prédation, perte de production) et environnementaux (augmentation de résidus de plastique, ralentissement de la croissance des moules) qui à la fois modifient l'activité et fragilisent sa durabilité.

4.2 Analyse de l'organisation de l'activité et des relations instrumentales : niveau méso

Les résultats obtenus par l'analyse du niveau méso permettent de tracer le parcours d'usage du filet de catinage : de son stockage à sa gestion en fin de vie. Cinq grandes étapes ont été observées : **(1)** la réception en palettes (bobines de filet) et le stockage en intérieur ; **(2)** la préparation en entrepôt : la bobine est tout d'abord déroulée à l'aide de dispositifs spécifiques qui permettent l'ajustement de la longueur des filets puis, la découpe pour obtenir des filets individuels (Figure 1), ensuite, une extrémité de chaque filet est fermée grâce à un nœud fait à la main ou à une agrafe (technique privilégiée par l'entreprise A), cette extrémité sera positionnée au haut du pieu (Figure 1, photo d) ; **(3)** la pose en mer (sur les pieux) à l'aide d'une perche (Figure 1, photos c et d), au total, 3 à 6 filets par pieu peuvent être posés selon le rythme de croissance des moules, les conditions météos, la prédation et la stratégie commerciale de l'entreprise. La couleur du filet peut être utilisée comme repère visuel pour jauger "à l'œil" l'état de développement des moules et la nécessité ou non

d'ajouter un nouveau filet ; (**4)** récolte mécanisée des moules sur les pieux et transport jusqu'à l'entrepôt. Les moules sont alors "dégrappées" mécaniquement, c'est-à-dire séparées du filet, avant d'être lavées, triées et conditionnées ; **(5)** le filet est récupéré, séché (le traitement des filets en fin de vie étant facturé au poids) puis stocké en bennes avant leur prise en charge par les déchetteries.

Figure 1. A droite : photos de deux dispositifs de préparation/découpe des filets : la photo a (gauche) montre un établi, la position des piquets à chaque extrémité est réglable pour ajuster la longueur des filets ; la photo b (droite) montre une roue, la position des poignées est réglable pour ajuster la longueur des filets. A gauche, deux photos (c et d) montrent respectivement des perches et l'installation du filet sur le pieu à l'aide de la perche

Ce niveau d'analyse a permis de dégager des relations stabilisées entre le filet de catinage et les instruments nécessaires à sa préparation et à son utilisation : le dispositif de préparation/découpe, l'agrafe (l'entreprise A a choisi de passer du nouage manuel à l'agrafage du filet pour gagner du temps de main d'œuvre et diminuer la sollicitation des doigts), la perche (instrument central en mer pour permettre la pose du filet sur les pieux) et la dégrappeuse. Le filet FILL doit ainsi *a minima* maintenir la qualité des relations instrumentales existantes, c'est-à-dire qu'il ne doit pas générer de nouvelles contraintes lors de ces différentes étapes. Par exemple, la relation entre le filet et le dispositif de préparation/découpe doit être maintenue pour que le déploiement de l'innovation ne contraigne pas cette étape. La tension du filet FILL doit être suffisante pour que la longueur obtenue soit fiable lors de l'utilisation des dispositifs (un filet trop souple pourrait se détendre et la longueur obtenue, plus longue que celle souhaitée). Le filet FILL doit également permettre de maintenir l'utilisation des agrafes. Ce besoin, identifié au cours de l'analyse, a permis d'améliorer la conception par itération sur les premiers prototypes (ceux-ci ne permettaient pas l'utilisation de l'agrafe qui ne tenait pas sur le filet). Cet exemple illustre la nécessité de prendre l'activité comme point de départ de la conception, mais aussi comme finalité. « … *l'épaisseur du fil et la soudure (sont importants pour un nouveau filet) parce que généralement l'agrafe en fait on la met entre deux intervalles de soudure, là où le filet est soudé pour faire la maille. […] oui, c'est beaucoup plus rapide. […] qu'à faire les nœuds. […] À la longue, oui, sur des grosses quantités de filets (ça protège). […] Il faut deux fois plus de temps pour faire les nœuds.* » En mer, la relation entre le filet et la perche est centrale pour la pose du filet sur le pieu. Le diamètre et la souplesse du filet doivent à la fois permettre une installation aussi rapide et facile que les filets actuels et garantir sa tenue sur la perche le temps de la pose (le filet ne doit pas en glisser). Les relations instrumentales nécessitent donc d'être prises en compte par la conception à la fois en amont, pour intégrer la nécessité de leur maintien et, en aval, du point de vue de l'évaluation et de l'analyse du processus d'appropriation du nouveau filet, pour vérifier les effets de l'innovation sur les usages et l'activité.

4.3 **Chroniques d'activité : niveau micro**

Les chroniques d'activités représentées sur la figure 4 ont permis de comparer l'activité des professionnels lors de l'utilisation du filet FILL et d'un filet plastique conventionnel. Les résultats montrent que l'activité de catinage est décomposable en 3 actions (voir Figure3) : « ouverture de l'extrémité du filet » (celle non fermée par une agrafe ou un nœud), « installation du filet sur la perche » (celui-ci est « enfilé » sur la perche) et « pose du filet sur le pieu » (le filet est « enfilé » sur le pieu grâce à la perche). Les chroniques d'activité montrent une répartition du temps presque égale entre la préparation du filet sur la perche (c-à-d. ouverture et installation) et son enfilage sur le pieu. En moyenne, sur l'ensemble du cycle complet (c-à-d. ouverture, installation et pose), la préparation du filet sur la perche occupe 51% du temps et son installation sur le pieu, 49%. Pour le filet conventionnel, la phase « installation du filet sur la perche » dure 2,6 secondes en moyenne. Ce temps reste stable au cours des 5 cycles (entre 2 et 3,3 secondes). La phase « ouverture du filet » dure 1 seconde en moyenne, avec un écart-type plutôt faible (= 0,19). Les phases d'ouverture du filet et son installation sur la perche constituent les deux phases qui ont l'effet le plus important sur la durée d'un cycle.

Figure 3 : série de photos représentant, de gauche à droite, les 3 actions principales du catinage : "ouverture du filet", "installation du filet sur la perche", "pose du filet sur le pieu".

Si les actions sont similaires entre les deux filets observés (FILL et conventionnel), le type de filet impacte notablement leur durée. Ainsi, la durée d'un cycle complet de catinage est près de deux fois plus longue lors de l'utilisation du filet FILL que lors de l'utilisation du filet conventionnel. Il en est de même pour les étapes « ouverture du filet » et « installation du filet sur la perche », dont la durée est également près de deux fois plus longue avec le filet FILL qu'avec le filet conventionnel (avec respectivement 180 % et 216 % d'augmentation).

L'évolution des courbes représentant les durées des actions au cours de l'enchaînement des pieds montre cependant une diminution de la durée du cycle de catinage avec le filet FILL au fur et à mesure de la manipulation. À l'inverse, une augmentation ou une stagnation des durées des étapes du catinage avec le filet conventionnel est observée.

Ces résultats peuvent témoigner d'un effet d'apprentissage, les professionnels étant peu habitués à manipuler le filet FILL par rapport au filet conventionnel. À l'inverse, les professionnels étant déjà familiarisés avec le filet conventionnel, une seconde hypothèse permettant d'expliquer ces résultats serait une accélération du cycle de catinage afin de rattraper le temps perdu lors de l'expérimentation du filet FILL (réalisée auparavant). Cela témoigne notamment des contraintes de l'activité dans un milieu fortement dépendant des horaires de marée.

Par ailleurs, ces résultats doivent être envisagés au regard des conditions expérimentales spécifiques, notamment des conditions de grand vent. Les conditions venteuses ont pu influencer l'utilisation des filets : le filet FILL, beaucoup plus souple que le filet conventionnel, se retrouvait plus facilement balayé par le vent et était donc plus difficile à saisir. D'un point de vue technique, le filet FILL présente également des mailles plus fines et une plus grande souplesse ; il s'emmêle ou s'enroule donc plus facilement sur lui-même. L'ouverture du filet est ainsi plus complexe, ce qui rallonge le temps nécessaire à cette étape, en particulier en conditions venteuses.

Ces résultats témoignent d'une différence significative entre les deux filets, tant du point de vue du développement des usages que de leurs caractéristiques techniques.

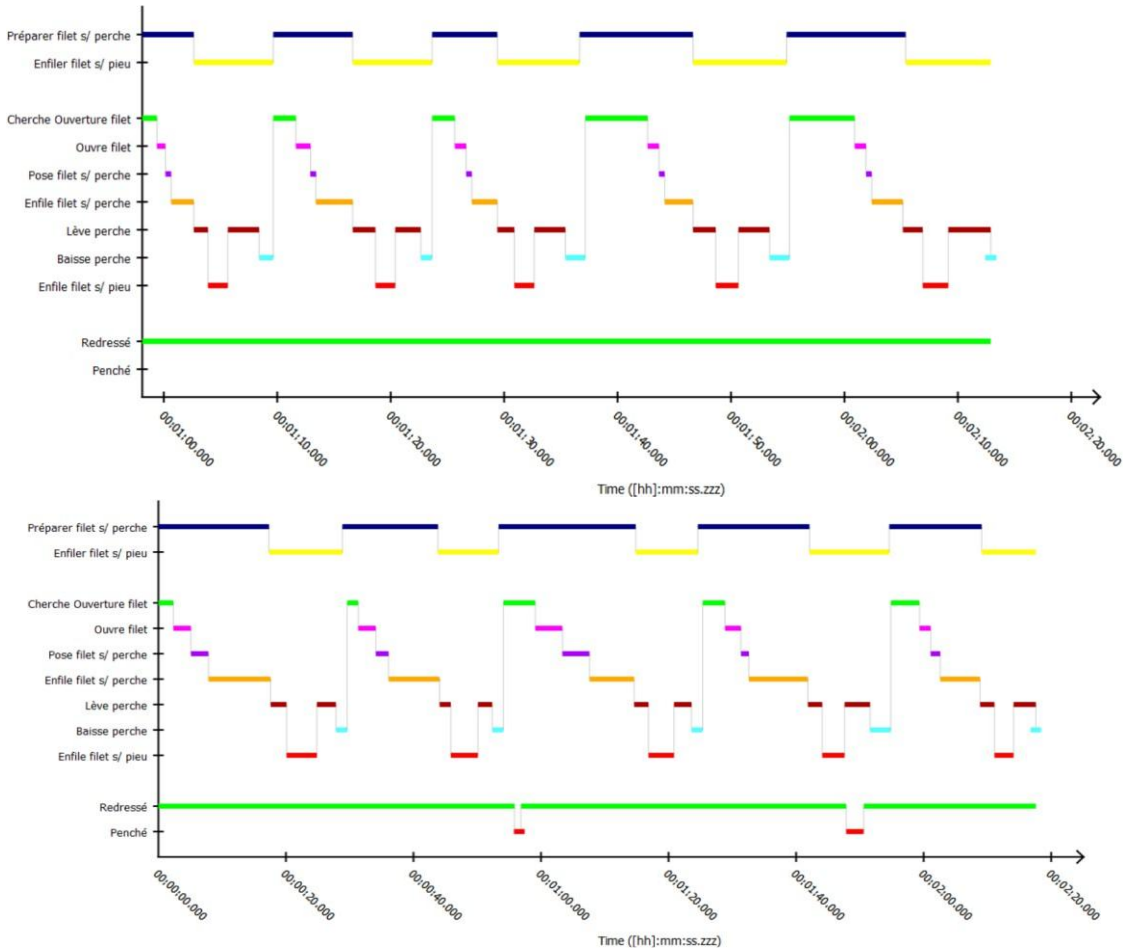


Figure 4 : Chroniques de l'activité de catinage en mer pour le filet conventionnel (chronique du haut) et pour le filet FILL (chronique du bas).

5 DISCUSSION

Globalement, les analyses remettent en cause l'hypothèse de neutralité inscrite dans la conception des technologies orientées vers la durabilité. Les résultats montrent que la modification des propriétés matérielles d'un filet de catinage peut entraîner des transformations de l'activité à différents niveaux d'analyse : micro (activité située et gestes), méso (organisation, cycle d'usage et relations instrumentales) et macro (système d'activité et transformations du milieu).

Au niveau micro, les chroniques d'activité permettent de constater que l'utilisation du filet FILL demande un temps de catinage plus important que celui observé avec le filet conventionnel, notamment lors des phases d'ouverture du filet et d'installation sur la perche. Ces résultats tendent à montrer que le déploiement du nouveau filet ne donne pas lieu à des usages immédiatement équivalents à ceux développés avec le filet conventionnel. Ils pourraient témoigner d'un temps d'apprentissage associé à une forme de « perte temporaire de savoir-faire » (Urmes et al., 2022). Ainsi, une innovation écologiquement vertueuse du point de vue des matériaux peut générer, au moins temporairement, des contraintes supplémentaires sur l'activité réelle. Le développement de nouveaux usages relève d'un processus d'appropriation qui s'inscrit dans la durée (Rabardel, 1995). Toutefois, ces résultats doivent être interprétés avec prudence. Les observations ont été réalisées dans des conditions expérimentales spécifiques (notamment de grand vent) susceptibles d'avoir influencé l'utilisation des filets. Les professionnels observés disposent également d'une expérience limitée avec le filet FILL. Il serait donc nécessaire de reproduire l'expérimentation avec davantage d'échantillons et un enchaînement alterné de filets FILL et conventionnels.

Au niveau méso, les résultats montrent que les usages du filet ne peuvent être compris uniquement à partir de la situation de pose en mer. L'activité de catinage s'inscrit dans un cycle d'usage plus

large allant de la préparation des filets à leur gestion en fin de vie. L'analyse a permis d'identifier plusieurs relations instrumentales stabilisées entre le filet et les autres instruments mobilisés dans l'activité : dispositifs de préparation et de découpe, agrafes, perche et dégrappeuse. La conception d'un nouveau filet ne peut être pensée indépendamment des relations instrumentales existantes dans l'activité réelle. L'exemple de l'agrafage illustre ce constat : cette pratique constitue déjà une stratégie développée par certains professionnels pour limiter le temps de préparation des filets et réduire certaines contraintes associées au nouage manuel (sollicitation des doigts). L'analyse de l'activité a ainsi permis d'identifier cette relation instrumentale comme un élément à préserver dans la conception du filet FILL. Ces résultats rejoignent les travaux de Barcellini et al. (2013), qui montrent que les projets de conception constituent des espaces de transformation des activités et non de simples démarches d'introduction d'artefacts techniques. Cette analyse soulève également la question de la délimitation du périmètre de l'activité. Initialement envisagée comme une activité située en mer, l'analyse de l'activité a rendu visible un périmètre plus large, étendu à l'ensemble du cycle de vie du filet et des situations de travail qui lui sont associées. Cette extension a permis de mettre au jour des éléments utiles à la conception qui n'auraient pas été visibles à partir de la seule observation de la pose des filets en mer.

Au niveau macro, les résultats montrent que les usages du filet de catinage s'inscrivent dans un système d'activité profondément restructuré par les transformations du milieu marin. Les modifications environnementales et biologiques, l'augmentation de la prédation, ou encore les transformations des rythmes de marées contribuent à reconfigurer l'activité mytilicole et ses contraintes. Ces résultats rejoignent les travaux de Boudra (2019), qui montrent que l'activité ne peut être analysée indépendamment des transformations du milieu dans lequel elle prend place. Les professionnels décrivent notamment une augmentation du nombre de filets et de dispositifs de protection nécessaires pour maintenir un niveau de production économiquement viable. Ces adaptations génèrent cependant des coûts humains, financiers et environnementaux supplémentaires : augmentation de la charge de travail, augmentation de la consommation de plastiques, nouvelles contraintes physiques, multiplication des opérations de gestion des déchets ou encore dévalorisation sociétale du métier. Ces constats mettent au jour un paradoxe inhérent à la problématique de durabilité de l'activité mytilicole. Les adaptations nécessaires au maintien de la viabilité productive et économique de l'activité contribuent en retour à fragiliser certaines conditions de sa durabilité. Cette dynamique tend à instaurer une boucle de fragilisation des conditions de durabilité des activités humaines et des milieux, au sein de laquelle les contraintes se renforcent mutuellement : les adaptations mises en œuvre pour répondre aux contraintes existantes contribuent en retour à les renforcer. Ces résultats prolongent les analyses critiques des approches technocentrées de la durabilité et l'invitation à concevoir depuis les milieux et le vivant (Lassalle & Amelot, 2023 ; Goutille et al., 2024).

En conclusion, les effets d'une innovation orientée vers la durabilité ne sont ni neutres ni automatiquement favorables à l'activité. La contribution d'une innovation au développement durable d'une activité ne peut être évaluée à partir de ses seules performances environnementales. Elle dépend également de sa capacité à s'intégrer dans un système d'activité et un milieu déjà sous tension, ainsi qu'à préserver l'organisation et les relations instrumentales fonctionnelles qui soutiennent l'activité réelle.

6 BIBLIOGRAPHIE

Alexander, K. A., & Kelling, I. (2024). Social sustainability in seafood systems: a rapid review. *Cambridge Prisms: Coastal Futures*, 2(e1). https://doi.org/10.1017/cft.2023.31

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. Dans P. Falzon (Dir.), *Ergonomie constructive* (pp. 191-206). Presses Universitaires de France.

Boudra, L. (2019). Activité humaine, espace et territoire. Éléments de réflexion à partir d'une analyse systémique et multiscalaire. *Ergologia*, (22), 69-90.

Bitetto, I., Andrés, M., Sánchez-Maroño, S., Altuna-Etxabe, M., García, D., Ibaibarriaga, L.,... Rindorf, A. (2025). *SEAWISE report on the impact of socio-economic effects of fisheries management* (Version 1). DTU aqua. https://doi.org/10.11583/DTU.28081571.v1

Commission Européenne. (2018, 28 mai). Single-use plastics: New EU rules to reduce marine litter. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_18_3909

Elkington, J. (1998). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers.

Engeström, Y. (2011). From design experiments to formative interventions. *Theory & Psychology,* 21(5), 598–628. https://doi.org/10.1177/0959354311419252

Goutille, F., Lassalle, J., Thiebaud-Rizzoni, T., Garrigou, A., Guillet, L., Chauvin, C., & Boudra, L. (2024). *Analyse systémique de l'activité et finalités du travail en milieux halieutique et agricole*. *Laboreal,* 20(1). https://doi.org/10.4000/120d0

Keeley, A. R., Koo, K., Chapman, A., & Managi, S. (2025). Psychological and socio-economic drivers of public acceptance for direct air capture and utilization technology. *Journal of Cleaner Production, 519*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145962

Lassalle, J., & Amelot, A. (2023). Appropriation de technologies pour la transition énergétique : Apports de l'approche instrumentale pour la conception. *Activités,* 20(2). https://doi.org/10.4000/activites.8879

Lassalle, J., Goutille, F., & Boudra, L. (2024). Techno-solutionism and sustainable development: The activity analysis as a way of reintroducing the primacy of the "living" over technology. In *Proceedings of the 22nd triennial congress of the International Ergonomics Association (IEA)*. https://doi.org/10.1007/978-981-95-0211-0_50

Mu, L., Li, Y., Liu, H., & Wang, Q. (2025). Implementation or inaction: How governmental multi-interventions catalyze farmers' adoption for climate adaptation technology? *Journal of Cleaner Production, 525*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146193

Parlement européen. (2021, 9 juin). *Stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030 : Ramener la nature sur 30% du territoire de l'UE*. (2020/2216/INI). https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0277_FR.html

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Rabardel, P., & Bourmaud, G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. In P. Rabardel & P. Pastré (Dir.), *Modèles du sujet pour la conception : Dialectiques activités développement* (pp. 211-229). Octarès.

Savaget, P., Geissdoerfer, M., Kharrazi, A., & Evans, S. (2019). The theoretical foundations of sociotechnical systems change for sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production, 206*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.208

Urmes, I., Quillerou, E., Gaudez, J., Pichene Houard, C., Morel, C., Cael, O., Reno, J., Rémy, C., & Adam, Y. (2022). *Processus d'apprentissage d'un geste technique en faveur de la prévention des TMS des membres supérieurs : Cas d'application : Le secteur de la coiffure* [Ergonomie - Biomécanique - Physiologie du travail]. INRS.https://www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/etude.html?refINRS=EL2022-004

Tensions systémiques et durabilité au sein de la filière halieutique

Julie Lassalle
Université Bretagne Sud
Lab-STICC
julie.lassalle@univ-ubs.fr

Magali Prost
Université de Brest, UFR FSSE
CREAD
magali.prost@univ-brest.fr

Thibault Kerivel
Université de Brest, UFR FSSE
CREAD
thibault.kerivel@univ-brest.fr

Meriam Karaa
Université de Brest
LEGO
meriam.karaa@univ-brest.fr

Catégorie de soumission : contribution longue, contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Cette étude analyse les tensions systémiques qui freinent la durabilité de la filière halieutique française à partir du cadre de la théorie historico-culturelle de l'activité (Engeström, 1987). Quarante-quatre entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès d'acteurs de la filière. L'analyse met en évidence quinze tensions regroupées en cinq grandes familles. Les résultats montrent que ces tensions sont interdépendantes et produisent des trajectoires qui fragilisent les conditions de la durabilité de l'ensemble de la filière. Certaines tensions, comme la gouvernance ou la dépendance au milieu, sont largement partagées, tandis que d'autres, notamment celles relatives à la santé humaine et la prise de risque, demeurent fortement invisibilisées. L'étude révèle ainsi un angle mort majeur : le pilier social de la durabilité reste marginalisé au profit des dimensions économiques, réglementaires et environnementales. Ces résultats soulignent la nécessité de construire la durabilité comme un objet partagé entre les acteurs du système halieutique, en intégrant l'activité réelle comme point de départ et comme finalité.

MOTS-CLÉS
Système, Filière, halieutique, durabilité, tensions.

1 INTRODUCTION

De nombreux travaux soulignent qu'actuellement les systèmes alimentaires européens demeurent structurellement insoutenables et que les politiques mises en œuvre peinent à produire de réelles transformations systémiques (Commission européenne, 2020 ; Le Cacheux, 2023). Selon Mesnil (2008, cité par Le bras et al., 2024), le secteur de la pêche connaîtrait un état de crise durable lié à des pressions écologiques, socio-économiques et réglementaires. Dans ce contexte, le secteur halieutique

(pêche) apparaît comme un système socio-technique et écologique complexe, structuré à la fois par des enjeux environnementaux globaux (préservation du milieu marin) et des transformations et exigences socio-économiques. Il est donc particulièrement pertinent pour observer et analyser les tensions liées aux enjeux de durabilité au niveau d'une filière. Cette communication propose d'analyser la manière dont les enjeux de durabilité structurent et reconfigurent la filière halieutique notamment en identifiant les freins au développement de filières alimentaires durables. L'étude présentée repose sur une approche systémique, intégrant les acteurs du système, et multiscalaire, articulant les niveaux organisationnels, sectoriels et politiques. La filière halieutique est appréhendée comme un observatoire avancé des défis de la durabilité, en raison de sa forte dépendance au milieu naturel et de la vulnérabilité économique et sociale qui en découle.

Dans une perspective issue de la théorie historico-culturelle de l'activité (Engeström, 1987 ; 2011), la filière est conceptualisée comme un système d'activité (SA, Figure 1) élargi. Ce SA est structuré par un objet partagé – la production halieutique – médié par des instruments techniques, réglementaires et financiers, organisé par une division du travail, encadré par des règles institutionnelles nationales et européennes et impliquant une communauté d'acteurs hétérogènes.

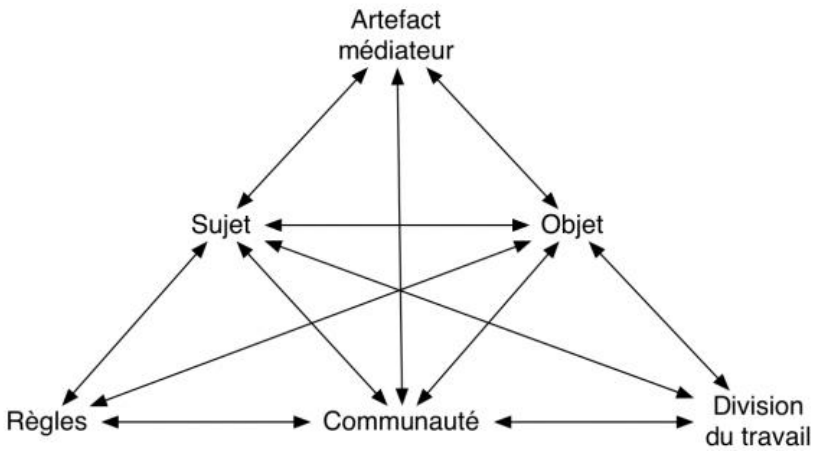


Figure 1 : modélisation des composants d'un système d'activité (issu d'Owen, 2008)

La 3ème génération des travaux (Engeström & Sannino, 2021) a été mobilisée dans la présente étude dans une visée analytique. Le système d'activité permet l'analyse des contradictions au sein et entre différents systèmes d'activité. Les contradictions rendent compte de « l'automouvement » des systèmes d'activités ; elles constituent le moteur du changement et du développement des systèmes d'activité (Lemonie, 2025). Elles sont historiquement accumulées ou héritées au sein d'un système d'activité. Pour mettre à jour ces contradictions, il est nécessaire d'identifier les manifestations observables sur le plan de l'action située (Engeström, 2008). Les conflits, tensions ou dilemmes récurrents permettent d'en rendre compte (Lemonie, 2025). L'objectif de cette étude était précisément d'identifier les tensions au sein des systèmes d'activité afin de mettre à jour les contradictions. Cette communication se focalise uniquement sur les tensions observées, l'analyse des contradictions est un travail encore en cours au moment de l'écriture. Les tensions peuvent être comprises comme un écart entre ce que le système vise (finalité, objet) et les conditions réelles dans lesquelles l'activité se déploie, écart conduisant à des difficultés récurrentes, des conflits ou des blocages au sein de la filière.

L'hypothèse centrale de cette étude pose que les difficultés en lien avec les enjeux de durabilité au sein de la filière relèvent moins d'un déficit d'engagement des acteurs que de tensions systémiques inscrites dans l'architecture même du système d'activité. Mettre à jour les tensions systémiques répond à deux enjeux de recherche. Le premier est de mieux comprendre ce qui structurellement freine les dynamiques bénéfiques du point de vue de la durabilité. Le second est, à partir de

l'identification de ces tensions, d'envisager des espaces favorables à ces dynamiques au sein de la filière.

2 METHODOLOGIE

Au total, quarante-quatre entretiens semi-directifs ont été réalisés entre septembre 2024 et mars 2025 auprès de 5 catégories d'acteurs : socio-professionnels ; politiques ; santé et prévention ; scientifiques et acteurs de la formation ; financeurs. Les acteurs interrogés et leurs catégories d'appartenance sont détaillés dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Nombre d'acteurs interrogés selon leurs types et leurs rôles au sein de la filière - Catégorie - : SCI : acteur scientifique, SANT : acteur santé et prévention, PRO : acteur socio-économique, POL : acteur politique, FIN : acteur financier.

Catégorie	Type d'acteurs	Nb acteurs
SCI	Scientifiques	6
SCI	Formation	1
SANT	Santé - prévention	5
PRO	Armement	2
PRO	Distribution	1
PRO	Mareyage	2
PRO	Criée / port	1
PRO	Poissonniers	1
PRO	Pêcheurs	3
PRO	Logistique / transport	1
POL	Labels	2
POL	Politique / institutions / syndicat	11
POL	ONG environnementales	5
POL	OP (organisations professionnelles)	2
FIN	Financeurs	1

Les entretiens ont été conduits à l'aide d'un guide d'entretien divisé en 4 grandes thématiques : (1) l'activité : objet d'activité, tâches à accomplir, difficultés au quotidien ; (2) les relations avec les acteurs au sein de la filière : qui et ce qui influence leur activité, gouvernance, tensions entre acteurs ; (3) les enjeux et réalité d'une filière halieutique durable : définition de la durabilité, effets au quotidien des enjeux de durabilité (sur les pratiques, les conditions de travail, etc.), les difficultés vécues, les solutions perçues ; (4) la projection : évolution projetée et vision pour une filière durable. L'ensemble de ces thématiques devaient à la fois permettre de mieux comprendre les SA et d'identifier les tensions systémiques à l'œuvre. La présente contribution se focalise sur le second objectif et présente les principaux résultats concernant les tensions systémiques, obtenues à partir de leurs manifestations situées dans les activités de travail, au regard des enjeux de durabilité.

Chaque entretien durait entre 1h30 et 2h, la totalité des 44 entretiens a été intégralement retranscrite. La durée totale des matériaux représente environ 90 heures de données et 1300 pages de verbatims. Une analyse qualitative inductive a été conduite pour identifier les tensions qui émergeaient des discours. La première étape du codage a consisté en une immersion dans les données en alternant lecture flottante et catégorisation assistée par intelligence artificielle (NotebookLM). L'objectif de cette étape était d'établir un premier filtre sur les 1300 pages d'entretien et de construire une première version de la grille de codage composée d'un ensemble de tensions systémiques récurrentes. Une seconde étape a consisté à consolider cette grille au cours de 3 ateliers d'une journée réunissant l'équipe en ergonomie impliquée dans cette étude (3 chercheures et chercheurs). Ces temps ont permis d'éprouver la grille à partir d'un échantillon d'entretiens représentant environ 10 % du corpus total d'entretiens et issus de différentes catégories d'acteurs. Ce travail a permis de stabiliser la grille de codage à partir de l'obtention d'un consensus pour chaque catégorie de tension. Une fois

la grille stabilisée, l'ensemble des entretiens a été analysé par la première autrice de la communication à l'aide de l'outil constitué.

3 RESULTATS

L'analyse réalisée met au jour un ensemble de 15 tensions systémiques qui traversent le système d'activité élargi de la filière halieutique : réglementations descendantes perçues comme contraignantes et déconnectées du travail réel ; opposition entre règles globales et réalités locales ; tensions liées à la chaîne de valeur et au marché ; tensions entre dépendance au milieu naturel et impératifs de rentabilité ; écart entre idéal normatif de durabilité et confrontation au réel ; vision non partagée de la durabilité au sein de la filière ; méfiance et défiance au sein de la filière ; manque d'unité et divergences entre les types de pêche ; inégalités de représentation et défauts de gouvernance ; difficultés de financement ; problématiques d'attractivité ; conditions de travail et organisation contraignantes ; enjeux de santé mentale et physique ; différences de perception et de prise de risque. Ces tensions peuvent être regroupées au sein de 5 familles (voir le détail dans le tableau 2 ci-dessous), à savoir les tensions relatives : à la gouvernance et à la régulation, à la dimension économique et financière, à des contraintes exogènes, aux dynamiques collectives au sein de la filière, à la santé et aux conditions de travail.

Les tensions identifiées ne sont pas indépendantes les unes des autres, elles sont interconnectées (par des liens de causalité ou d'interdépendances) et constituent une dynamique qui structure le système d'activité et le contraint du point de vue de sa durabilité. À l'inverse, cette dynamique engendre des trajectoires non durables où les tensions se renforcent mutuellement. Par exemple, la dégradation du milieu marin conduit à des politiques de gestion des populations de poissons qui produisent des réglementations éloignées des réalités et des contraintes des activités de la filière (manque de visibilité de certains acteurs, méconnaissances des activités réelles, faible prise en compte des savoirs locaux et des spécificités territoriales, etc.). Ces réglementations entraînent des contraintes nouvelles sur les activités qui composent la filière halieutique. Ces contraintes contribuent au déclin d'une attractivité qui pose un problème pour la pérennité de la filière et pour la production d'un volume suffisant pour maintenir un niveau de compétitivité viable, notamment face aux imports. Cet exemple illustre une trajectoire qui fragilise les conditions de durabilité de la filière.

Par ailleurs, les résultats montrent que certaines tensions sont partagées par une large diversité d'acteurs, en particulier la « dépendance au milieu » (contraintes exogènes), la « gouvernance », les « réglementations descendantes » (gouvernance et régulation) et la « vision non partagée de la durabilité » (dynamiques collectives), ce qui en fait des enjeux reconnus à l'échelle du système. D'autres tensions sont davantage polarisées (c.-à-.d qu'il y a un fort écart entre acteurs dans l'expression de la tension), comme la « chaîne de valeur » (dimension économique, peu portée par les acteurs de la santé et de la prévention), les « règles globales versus locales » (gouvernance et régulation, tension majoritairement portée par les acteurs scientifiques et peu par les autres catégories d'acteurs), ou encore la « santé » et la « perception de risque » (santé et conditions de travail, tension majoritairement portée par les acteurs de la santé et de la prévention et peu par les autres catégories d'acteurs), traduisant des écarts marqués entre groupes d'acteurs. Certaines tensions sont invisibilisées (portées par peu d'acteurs), notamment celles concernant la santé et la perception du risque. Ces dernières sont très fortement portées par les acteurs au plus près du travail réel, mais peu reprises dans les arènes de décision et circulent faiblement entre les groupes. L'analyse met ainsi en évidence un angle mort majeur : le pilier social de la durabilité reste marginalisé au profit des dimensions économiques, réglementaires et environnementales. Ce découplage entre activité réelle et gouvernance contribue à produire des décisions et des réglementations déconnectées du travail concret. Il reconfigure les activités par de nouvelles contraintes et contribue à construire des trajectoires qui freinent les dynamiques de durabilité de l'ensemble de la filière.

Tableau 2 : Synthèse des tensions systémiques identifiées dans la filière halieutique, regroupées en famille, au regard des enjeux de durabilité.

Familles de tensions	Définition	Verbatims
Gouvernance et régulation	Tensions liées à des dispositifs de régulation perçus comme descendants, prescriptifs et insuffisamment ajustés aux conditions concrètes d'exercice du travail. Elles traduisent également des inégalités de capacité à faire entendre sa voix dans les arènes de décision, ainsi qu'un écart entre les prescriptions normatives de durabilité et les réalités situées de l'activité.	« Les petits pêcheurs artisans, ils n'ont ni le temps, ni peut-être les compétences... là où les grands armements peuvent embaucher des ingénieurs pour défendre leurs intérêts » E08. « Bruxelles nous impose des contraintes [...] qui font que les bateaux sont restreints par le volume. [...] On parle de confort et de sécurité. Quand dans le même temps, ils nous demandent aussi d'augmenter les normes de sécurité, il y a un moment où on ne peut pas le faire si on n'augmente pas la taille des bateaux [...] on est tellement contraints par ces normes-là aujourd'hui que c'est contre-productif à tous les niveaux » E2. « Le changement climatique fait bouger les poissons... Et les pêcheurs sont meilleurs pour suivre les poissons que les gouvernements... [...] Les poissons échappent aux règles » E41.
Dimension économique et financière	Tensions associées à la structuration de la chaîne de valeur, à la concurrence sur les marchés et aux capacités d'investissement. Elles renvoient à des fragilités économiques qui compromettent la soutenabilité des activités et de la filière.	« Le produit français, c'est devenu un produit de complément... L'essentiel des rayons... c'est fait avec des produits d'importation » E04. « On est soumis à des imports massifs, où on ne respecte ni les quotas, ni la condition humaine... une concurrence totalement déloyale » E02. « Investir dans un bateau zéro carbone aujourd'hui, c'est 30 à 40% de surinvestissement par rapport au bateau qui sortait il y a quelques années. Et pour autant, le poisson, il ne va pas être payé plus cher » E32.

Contraintes exogènes	Tensions produites par la dépendance forte aux dynamiques du milieu naturel, combinée à des impératifs de rentabilité. Elles signalent la vulnérabilité des activités face aux transformations climatiques, écologiques et réglementaires.	« Le réchauffement climatique... fait bouger ce qui était nos points de référence et on n'a pas grand-chose auquel s'accrocher. » E35.
Dynamiques collectives au sein de la filière	Tensions liées à l'absence de représentation commune de la durabilité, aux logiques de défiance entre acteurs et aux divergences de priorités entre métiers et catégories d'acteurs qui composent la filière.	« C'est que le milieu de la pêche, on ne va pas tous dans le même sens. Et c'est un peu dommage parce que je pense qu'on perd les priorités » E14. « Si son chalutier passe dans tes filets, tu perds du matos, tu perds du pognon. Ton filet, il peut se faire pêcher » E09.
Santé et conditions de travail	Tensions relatives aux conditions effectives d'exercice, à l'attractivité des métiers, aux contraintes organisationnelles ainsi qu'aux risques physiques et psychiques. Elles renvoient aussi à des prescriptions de rôles qui excèdent le cœur du métier.	« On travaille au froid, on travaille de nuit, on travaille en flux tendu, on travaille répétitif... » E12. « À l'origine, ils sont censés pêcher. Mais on leur demande d'être soignants, d'être pompiers, d'être au clair avec les normes, d'être entrepreneur » E29. « La conception des navires est "centrée pêche". Ce n'est pas une approche orientée travail à la pêche » E01.

4 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Cette étude met en évidence plusieurs constats majeurs. Premièrement, si chaque acteur agit de manière cohérente à son échelle, le système d'activité élargi de la filière halieutique produit, à l'échelle collective, des effets qui ne sont pas cohérents au regard des enjeux de durabilité. Autrement dit, ce qui apparaît comme rationnel au niveau de chaque activité peut générer, dans l'ensemble de la filière, des dynamiques contre-productives (par exemple entre productions de réglementations et activités halieutiques). Un premier décalage ressort entre, d'une part, ce qui structure le système — gouvernance, marché, règles — et, d'autre part, ce qui conditionne sa durabilité réelle (c'est-à-dire sa capacité à se maintenir dans le temps sans dégrader les conditions sociales, économiques et écologiques de son fonctionnement) — santé, attractivité, risque.

Ces résultats montrent également que la durabilité ne peut pas être pensée uniquement au sein du périmètre de chaque activité ou catégorie d'acteurs prises séparément, mais comme une construction collective qui suppose un espace de renégociation des finalités et une meilleure visibilité de la dimension sociale. Dans la filière halieutique, cette transformation demeure contrainte par la fragmentation du système d'activité élargi. Chaque acteur construit généralement ses stratégies d'adaptation et de réponse aux nécessités de durabilité à partir de ses propres enjeux et de sa propre

logique d'activité. Cette fragmentation limite l'émergence d'un objet partagé, pourtant nécessaire à la coordination entre acteurs et à la construction de trajectoires communes de durabilité.

Plus largement, cette étude souligne la nécessité d'appréhender la durabilité à l'échelle du système d'activité élargi de la filière. Une lecture centrée uniquement sur les acteurs, pris isolément, ne permet pas de saisir les dynamiques qui se construisent entre les activités, ni les tensions systémiques qui dégradent les conditions de durabilité. À l'inverse, l'analyse des tensions permet d'identifier les freins et les trajectoires de non-durabilité qui se dessinent au sein de la filière. Elle invite ainsi à déplacer la focale : il ne s'agit pas seulement d'ajouter de nouvelles prescriptions de durabilité aux activités existantes mais de créer les conditions d'une renégociation collective de ce qui doit être soutenu et préservé (par exemple, santé, attractivité), d'une part, et de ce qui doit être transformé (comme les dynamiques collectives), d'autre part. Dans cette perspective, la durabilité doit être construite comme un objet partagé entre les systèmes d'activité qui composent la filière, intégrant pleinement la dimension sociale et l'activité réelle.

5 BIBLIOGRAPHIE

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit.

Engeström, Y. (2008). *From teams to knots: Activity-theoretical studies of collaboration and learning at work*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511619847

Engeström, Y. (2011). From design experiments to formative interventions. *Theory & Psychology, 21*(5), 598–628. https://doi.org/10.1177/0959354311419252

Engeström, Y., & Sannino, A. (2021). From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning. *Mind, Culture, and Activity,* 28(1), 4–23. https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328

Commission Européenne. (2020). *A farm to fork strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system* (Communication No. COM(2020) 381 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381

Le Bras, Q., Gascuel, D., Quemper, F., & Levrel, H. (2024). *Transition and adaptation: An analysis of how professional fishermen change their practices. Marine Policy*, 164, 106154. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106154

Le Cacheux, J. (2023). Agriculture « durable » et alimentation « saine » en Europe : De la ferme à la fourchette…, un très long chemin. *Revue de l'OFCE,* 183(4), 217–237. https://doi.org/10.3917/reof.183.0217

Lémonie, Y. (2025). *Transformer et comprendre. Une introduction à la théorie historico-culturelle de l'activité*. Peter Lang. https://doi.org/10.3726/b22315

Mesnil, B. (2008). Public-aided crises in the French fishing sector. *Ocean & Coast Management*, 51(10), 689–700. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.07.009

Owen, C. (2008). Analyser le travail conjoint entre différents systèmes d'activité. *Activités,* 5(5-2). https://doi.org/10.4000/activites.2053

SYMPOSIUM #7 :

UNE VISION HOLISTIQUE DE LA CYBERSÉCURITÉ POUR LA FORMATION VERS UN RENFORCEMENT DU POUVOIR D'AGIR DES ACTEURS

Une vision holistique de la cybersécurité pour la formation : vers un renforcement du pouvoir d'agir des acteurs

Organisateurs

Cecilia, De La Garza, EDF Lab Paris Saclay et CRTD – Cnam
Département PERICLES – FOH
7, Av. Gaspard Monge
91120 Palaiseau
cecilia.de-la-garza-corona@edf.fr

Laurent, Guillet, Université Bretagne Sud – Lab-STICC CNRS, UMR 6285
Centre de recherche
Rue Saint Maudé
56 100 Lorient
Laurent.guillet@univ-ubs.fr

OBJECTIFS

L'objectif de ce symposium est de fédérer des chercheur·es et des praticien·nes travaillant sur les dimensions psycho-ergonomiques, organisationnelles et techniques en cybersécurité. L'accroissement significatif des cyberattaques et les coûts socio-économiques engendrés nécessitent de s'interroger sur la manière dont les organisations et les acteurs peuvent y faire face. Les contributions réunies dans ce symposium rappellent le caractère fondamentalement transversal de la cybersécurité : protéger les systèmes numériques ne saurait se limiter à une logique technique. Cet environnement numérique en constante évolution nécessite une approche holistique pour la protection des organisations en intégrant l'activité humaine et ses contraintes. Il s'agit d'envisager ici la transition vers un système socio-technique plus robuste qui vise à soutenir le pouvoir d'agir des acteurs pour renforcer leurs pratiques de cybersécurité en tant qu'experts et non-experts de la cybersécurité.

Ce symposium sera structuré en 3 axes de réflexion : La résilience organisationnelle, le pouvoir d'agir et la formation.

Renforcer la résilience organisationnelle dans le système d'activité

La résilience organisationnelle émerge comme un fil conducteur dans les travaux présentés. Les recherches menées pour analyser les exercices de gestion de crise cyber visent à identifier les facteurs de réussite au sens de Hollnagel (2011), mais aussi les facteurs de difficulté et de vulnérabilité permettant d'orienter des axes d'amélioration propres à ce type de crise. Il s'agit de mettre en lumière les spécificités des crises cyber, où la rapidité de propagation des menaces et l'interdépendance des systèmes exigent des formes de résilience adaptées. Il convient d'échanger sur la manière dont les différentes approches théoriques et méthodologiques (notamment la théorie de l'activité d'Engeström, 1997) permettent de faire émerger les tensions entre besoins individuels, collectifs et les ressources disponibles (outils, compétences, culture organisationnelle). Il s'agit de se questionner sur ce qui permet aux acteurs de développer leur capacité à réagir efficacement tout en tenant compte de l'ensemble des contraintes de l'activité (par exemple les contraintes réglementaires). Cette approche systémique offre un cadre précieux pour comprendre comment les organisations peuvent développer une cybersécurité robuste et durable. L'objectif étant de s'interroger sur ce qui caractérise et renforce la résilience des organisations face aux cyberattaques.

Le pouvoir d'agir : une ressource pour la résilience organisationnelle ?
Le pouvoir d'agir en cybersécurité, introduit une dimension essentielle, souvent négligée : celle de la capacité des individus et des collectifs à influencer leur environnement pour prévenir et gérer les cyberattaques. Il s'agit de s'interroger sur ce qui façonne ce pouvoir d'agir, comment contribue-t-il à la robustesse du système sociotechnique ? Cela implique notamment de prendre en considération la conscience de la situation dans la gestion de crise et les facteurs qui influencent la prise de décision comme : les biais cognitifs et les dispositions de raisonnement ou encore les contraintes individuelles et/ou organisationnelles. A cela s'ajoute les exigences spécifiques à la gestion d'une crise cyber associant des mécanismes de diagnostic à des connaissances techniques en cybersécurité, des connaissances sur les virus, les *modus operandi* des attaquants. Le Change Lab apporte une perspective méthodologique, il implique de co-construire des solutions avec les acteurs de terrain, en prenant en compte la pluralité des besoins et des contraintes. Il convient de se questionner sur : les intérêts et les limites de cette approche ? et comment les exercices de gestion crise renforcent-ils le pouvoir d'agir des participants ?

Concevoir des environnements de formation
Au-delà de l'analyse du système d'activité, pour apporter un éclairage sur les questionnements relatifs au pouvoir d'agir, il s'agit d'intégrer dans les dispositifs de formation ce qui fait ressource dans les situations pour les acteurs. Ceci ouvrirait la voie à des formations innovantes qui permettent de soutenir le pouvoir d'agir des individus et des collectifs en combinant par exemple des exercices immersifs et feedbacks cognitifs. Les discussions visent à enrichir les réflexions pour la conception de formations, d'outils d'évaluation et de protocoles d'intervention, adaptables à différents contextes (entreprises, institutions publiques, infrastructures critiques). L'objectif est d'identifier comment concevoir des environnements d'apprentissage – exercices de crise, mises en situation, simulations utilisant des plateformes immersives, débriefings réflexifs – qui permettent aux acteurs de développer des compétences transférables en situation de crise.

Ce symposium propose de dépasser les app roches purement techniques de la cybersécurité en plaçant l'humain et l'organisation, vu comme une ressource de l'activité, au centre des stratégies de cyberdéfense pour la santé et la durabilité des systèmes sociotechniques. Ce symposium révèle une complémentarité forte entre les approches psycho-ergonomiques, organisationnelles et techniques. Les pistes transversales proposées – résilience, conscience de la situation, formation immersive, pouvoir d'agir – pourraient structurer un programme de recherche collaboratif, visant à renforcer la préparation et la réponse aux crises cyber dans divers contextes.

STRUCTURATION DU SYMPOSIUM

La structuration prévisionnelle du symposium d'une durée de 90 à 120 minutes prévoit une introduction de 5 à 10 minutes, quatre présentations de 10 à 15 minutes chacune. Les présentations seront suivies de trente minutes d'échanges avec l'auditoire. Jean-Christophe Le Coze est sollicité comme animateur de ce symposium, conjointement à Cecilia De La Garza, Julie Lassalle et Laurent Guillet, pour faire le lien entre cybersécurité, formation et risques associés. L'objectif est de fédérer un ensemble de chercheuses et chercheurs sur cette thématique pour envisager des collaborations (création d'un groupe de travail, collaborations scientifiques, organisation de webinaires, ateliers ou journées d'étude) pour approfondir les questions soulevées lors du symposium.

CONTRIBUTIONS AU SYMPOSIUM

- **DE LA GARZA, C.** Chercheuse
- **BENCHEKROUN, T, H.** Enseignant-Chercheur
- **LELIEVRE, A.** Doctorante
  EDF R&D/ CRTD-Cnam
  Contact mail : cecilia.de-la-garza-corona@edf.fr
  Titre de la communication : Améliorer la préparation à la gestion de crise cyber : apports des analyses FH d'exercices de crise.
  Résumé : EDF organise des exercices de crise cyber pour préparer les cellules de direction, managers, experts en cybersécurité, opérationnels et métiers. Depuis trois ans, une équipe à la R&D conduit des analyses pluridisciplinaires – ergonomie et cyber – de ces exercices. Comprendre les missions des acteurs et enjeux propres à la crise cyber, par rapport aux études classiques d'accidents dans les systèmes à risques, est un atout pour améliorer la formation et la prévention. Une méthode est proposée permettant de caractériser des formes de résilience organisationnelle d'après des facteurs de succès propres à la crise cyber, ainsi que des axes à améliorer.

- **BOURHIM, A.** Doctorant
- **LASSALLE, J.** Chercheuse
- **GUILLET, L.** Enseignant-Chercheur
  Laboratoire Lab-STICC, CNRS, UMR 6285– Lorient
  Contact mail : Laurent.guillet@univ-ubs.fr
  Titre de la communication : Pour contribuer à la cybersécurité – Renforcer le pouvoir d'agir en cybersécurité : analyse du système d'activité d'une université
  Résumé : L'objectif de cette recherche est de mieux comprendre ce qui soutient le développement du pouvoir d'agir individuel et collectif en matière de cybersécurité pour contribuer à des organisations robustes et durables. La théorie historico-culturelle de l'activité d'Engeström (2011) est mobilisée pour guider l'analyse du système d'activité de l'Université Bretagne Sud de la cybersécurité et guider l'intervention (change lab). Il s'agit de prendre en compte la pluralité des besoins pour identifier ce qui entrave ou fait ressource du point de vue de la cybersécurité. Ce travail doit contribuer à la conception des projets partagés et intégrés de la cybersécurité pour aboutir à un système plus robuste.

- **VITAL, N.,** Doctorant
- **TREMOLIERE, B.,** Enseignant-Chercheur
- **LEDOUX, A.,** Directrice Société Alcyconie
- **CHEVALIER, A.** Enseignante-Chercheuse
  Université de Toulouse, Laboratoire CLLE UMR 5263 CNRS & Société Alcyconie
  Contact mail : nathan.vital@univ-tlse2.fr, aline.chevalier@univ-tlse2.fr
  Titre de la communication : Raisonnement, biais cognitifs et conscience de la situation en gestion de crise d'origine cyber : liens d'intérêts
  Résumé : Cette étude se centre sur la caractérisation des liens entre les capacités et dispositions de raisonnement (théories des processus duels), de la propension à traiter les informations de manière biaisée et du degré d'élaboration de la conscience de la situation des professionnels impliqués dans les cellules de gestion de crise d'origine cyber, ce qui à notre connaissance est inédit dans la littérature scientifique. Pour ce faire, une étude en ligne a été mise en place permettant de mesurer la performance de prise de décision à l'aide de scénarios écologiques impliquant des gestions de crise d'origine cyber afin d'investiguer le rôle prédicteur du raisonnement et de la conscience de la situation.

- **LOUVETON, N.** Enseignant-Chercheur
- **CASTILLO, J.** Post-doctorant
- **PARENTHEON, M.** Enseignant-Chercheur
  Laboratoire CeRCA - Poitiers
  Contact mail :nicolas.louveton@univ-poitiers.fr
  Titre de la communication : Ergonomie cognitive et formation immersive : Modélisation et impact de la charge cognitive, de la conscience de la situation et de la présence dans la gestion des cybercrises.
  Résumé : Ces recherches visent à améliorer la formation à la gestion des cybercrises pour les équipes non-techniques utilisant un Cyber Range. Un modèle théorique intègre la Charge Cognitive (CL), la Conscience de la Situation (SA) et la Présence/Immersion. Les études soulignent que l'efficacité de la simulation dépend fortement de la conception du scénario et des stimuli mais aussi des caractéristiques de l'animation en temps réel. Les facteurs influençant la CL et sa relation avec la SA et la présence demeurent un domaine crucial à explorer pour définir des situations d'apprentissage immersives plus efficaces.

Résilience organisationnelle et paradigme FOH dans la gestion d'une crise cyber : étude de trois exercices

De la Garza Cecilia
EDF R&D – CRTD, Cnam
cecilia.de-la-garza-corona@edf.fr; cecilia.de-la-garza-corona@lecnam.net
Benchekroun Tahar Hakim
CRTD, Cnam
Tahar-hakim.benchekroun@lecnam.net

Catégorie de soumission : contribution longue pour un symposium

RÉSUMÉ

Depuis trois ans une équipe à la R&D conduit des analyses pluridisciplinaires – ergonomie et cyber – d'exercices de crise cyber en vue de comprendre les enjeux propres à ce type de situation et d'améliorer la formation et la prévention. Une méthode d'analyse est proposée permettant de caractériser des formes de résilience organisationnelle d'après des facteurs de réussite, ainsi que des facteurs de difficulté et de vulnérabilité propres à la crise cyber. Les résultats obtenus questionnent les connaissances et les modèles FOH développés dans le domaine des systèmes sociotechniques à risque. En effet, l'attaque résulte d'un acte malveillant intentionnel. La prévention nécessite alors, d'un point de vue organisationnel et individuel, le développement de moyens défensifs et offensifs adaptés, et des compétences spécifiques pour les experts en cybersécurité.

MOTS-CLÉS
Gestion de crise, cyberattaque, résilience organisationnelle, prévention défensive, compétences défensives.

1 INTRODUCTION

Des chercheur·es en ergonomie et en psychologie cognitive, en collaboration avec des expert·es en cybersécurité, ont lancé un projet visant à analyser d'un point de vue Facteurs Organisationnels et Humains (FOH) la gestion de crise cyber à travers des exercices de crise. L'objectif est de montrer comment les sciences humaines et sociales, notamment l'ergonomie et la psychologie cognitive, contribuent à comprendre la cybersécurité et la cyberdéfense. De façon schématique, la cybersécurité renvoie aux outils techniques de conception et de surveillance pour la prévention des menaces et la protection des données. La cyberdéfense est la réponse aux incidents et la résilience, notamment organisationnelle face aux attaques. La cyberdéfense, longtemps associée au domaine militaire, concerne désormais les entreprises face à l'évolution des menaces. Toutefois, cybersécurité et cyberdéfense ont été peu étudiées d'un point de vue FOH et des exigences cognitives sous-jacentes aux activités des experts faisant face à des cyberattaques. Cette étude propose ainsi une caractérisation FOH de la gestion de crise, afin d'enrichir, entre autres, les pratiques de préparation de ces experts (RSSI, analystes SOC - Security Operation Center -, informaticiens mobilisés en crise). Elle s'appuie sur une analyse d'un cas réel (Stoessel et al., 2024), sur un ensemble d'entretiens menés auprès de différents experts sur leurs activités et sur l'étude de trois exercices de crise cyber. Les résultats conduisent à interroger les paradigmes FOH existants pour l'étude de la sécurité industrielle. En effet, dans la gestion d'une crise cyber, un élément nouveau apparaît : « l'acte malveillant intentionnel », externe, difficile à anticiper et à identifier. Ce phénomène on ne peut ignorer si l'on veut instruire l'activité des experts cyber, car c'est le facteur déclenchant de la crise. Comprendre les activités individuelles et collectives face aux intentions malveillantes nécessite d'intégrer des

paramètres tels que le « doute » et la « méfiance », les « croyances » lors de la détection et de la gestion d'une attaque (Hettema, 2021). Les modèles existants en psychologie cognitive nécessitent probablement des ajustements.

Les principes de prévention nécessitent alors d'être à la fois défensifs (mettre en place des barrières techniques et organisationnelles) et offensifs (connaître les modalités d'attaque des attaquants, faire de la veille sur des vulnérabilités techniques, faire des tests de vulnérabilités des SI, etc.). Au travers l'analyse de trois exercices de crise présentée ici, nous verrons comment les FOH peuvent contribuer à des principes de prévention adaptés à cette situation.

Comme en sécurité classique, la cybersécurité s'est d'abord concentrée sur les aspects techniques. Puis, les travaux en SHS ont visé en grande partie la social engineering, i.e. les techniques développées par des hackers pour tendre des pièges à l'utilisateur final (Hadnagy, 2018). Celles-ci exploitent la méconnaissance, la distraction ou la surcharge des utilisateurs pour les piéger ; autrement dit elles exploitent les vulnérabilités humaines, ce qui est différent de l'« erreur humaine », dans tous les cas au sens classique du terme. Le fameux phishing en est un exemple concret. Mais les attaquants exploitent aussi des vulnérabilités techniques pour compromettre la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des données, notamment via des attaques de type APT (Advanced Persistent Threats), menées par des groupes étatiques disposant de moyens importants. Stuxnet illustre ces attaques particulièrement redoutées dans les Systèmes Sociotechniques à Risques (SSR) (Langner, 2013). Et d'ailleurs, la prise de conscience des menaces cyber s'est renforcée après la découverte de Stuxnet en 2010, un virus sophistiqué introduit via une clé USB et visant les automates industriels iraniens. Exploitant une attaque de type « man-in-the-middle », il a saboté des centrifugeuses en faussant les informations remontées aux opérateurs, détruisant environ mille machines et retardant le programme nucléaire iranien (Billois, 2022). Cet épisode a montré la porosité entre systèmes informatiques (SI) et systèmes industriels (OT), accélérant le développement de politiques de cybersécurité dans l'industrie.

2 CADRAGE THEORIQUE

2.1 Résilience des organisations et décisions expertes en situation de crise

En s'appuyant sur vingt ans de travaux à la R&D d'EDF (Le Bot, Pesme, 2010), nous considérons la résilience organisationnelle comme un processus dynamique qui ne se limite pas à compenser l'échec des moyens prévus. Elle résulte de la tension entre deux rationalités : l'anticipation (conception sûre, procédures, organisation, formation) et l'adaptation en situation réelle (réorganisations et nouveaux modes opératoires en fonction des ressources disponibles). La résilience se construit donc « en situation », lorsque l'activité humaine et l'organisation se transforment pour faire face à une rupture, en reconfigurant équipes et modes opératoires. Elle correspond à la capacité à gérer l'écart entre le «*Knowing what to do*», i.e. capacité organisationnelle initiale et le "*Knowing what to look for (…)*", i.e. l'habilité ou la capacité de gérer l'inattendu (Hollnagel, 2009), tout en apprenant de l'expérience pour s'améliorer.

Analyser la résilience organisationnelle revient à identifier les facteurs de succès — décisions, diagnostics, résolutions de problèmes et ressources prévues et adaptées ayant permis de faire face à la crise — mais aussi les difficultés et échecs, car ce sont ces derniers qui orienteront les axes de progrès. Note étude étant empirique, elle cherchera à comprendre ces mécanismes *in situ*, au travers l'analyse des exercices de crise. Malgré leurs limites, ceux-ci offrent un terrain pertinent pour caractériser la cybersécurité, la cyberdéfense et la résilience organisationnelle des SSR.

2.2 Problématique

Sur la base de notre positionnement théorique, nos analyses auront pour but de montrer comment la résilience des organisations de crise permet de faire face à une situation critique, en articulant l'anticipation et l'adaptation en vue de décider, d'agir et d'être capable d'innover si nécessaire et de transformer l'activité et les moyens disponibles. L'activité de gestion de crise sous-tend des compétences et des expertises des différents acteurs assurant la surveillance, les analyses, les

diagnostics, ainsi que des prises de décision expertes et stratégiques en situation d'attaque. En outre, l'activité de gestion d'une crise cyber est une activité collective de fait car une organisation de crise est prévue activant un réseau d'acteurs de différentes entités. Il est nécessaire de comprendre comment les collectifs - cellules de crise, les experts en cybersécurité, les directeurs de crise, les métiers des différentes entités, etc. - collaborent, se coordonnent, et coopèrent pour assurer une gestion fiable et efficace de la crise.

Ainsi la résilience organisationnelle sera caractérisée par :

- D'un côté, des Facteurs de Réussite (FR) observés, i.e. des critères de fiabilité et d'efficacité lors de la gestion de crise, le déploiement de modes opératoires efficaces et la prise de décision ad hoc face aux exigences de la crise ;
- De l'autre côté, des Facteurs de Difficulté (FD) et des Facteurs de Vulnérabilité (FV) observés ou verbalisés *a posteriori* lors d'entretiens.

FD et FV traduisent un manque d'adéquation des moyens prévus par rapport aux exigences, à la complexité, voire à l'adversité de certaines situations de crise (Oufi, De la Garza, Nascimento, 2025). Les premiers sont des facteurs qui seront constatés lors des observations comme ayant posé un problème ou empêché une action ou une décision. Par exemple, i) l'impossibilité de pouvoir communiquer entre des acteurs d'entités et cellules de crise spécifiques dans certaines configurations d'attaque ; ii) la difficulté à prendre une décision face à un manque d'informations.

Les FV, peuvent être individuels (fatigue, stress, formation) et résulter d'un faible ajustement entre les exigences et les capacités — mentales et/ou physiques — des individus. Mais la vulnérabilité peut être une fragilité organisationnelle ou technique préexistante : une insuffisance de protection des SI — que ce soit en raison d'un défaut de mise à jour, d'un manque de personnel ou de ressources pour protéger les données, surveiller, maintenir, détecter une faille — sans oublier les aspects liés à la conception des solutions techniques. Ce qui nous intéresse particulièrement ici ce sont les aspects qui au cours d'une gestion de crise cyber vont créer des vulnérabilités et aggraver l'attaque. Il s'agit par exemple d'informations importantes pour la cybersécurité non transmises ou non transmises à temps, d'actions importantes pour la cybersécurité non réalisées à temps.

FR, RD et FV sont tracés lors des observations puis analysés finement et discutés *a posteriori* avec les experts observés. Ils permettent ainsi de caractériser la résilience organisationnelle en situation.

3 METHODOLOGIE

Nous avons déployé une démarche empirique fondée sur l'observation d'exercices de crise en partant de notre expérience dans le domaine nucléaire. Les particularités de la crise cyber ont nécessité des ajustements en termes d'organisation des observations puis des analyses.

Ces exercices sont intéressants dans la mesure où ils sont réalistes et ils permettent à différents acteurs de s'entraîner – experts en cybersécurité, directeurs, métiers…– tout en testant cinq aspects essentiels de la gestion de crise :

- Les dispositifs de crise : les organisations, les référentiels de crise, les outils de communication et de partage d'information.
- Certaines phases de la crise cyber comme l'alerte, la levée de doute, les analyses, les décisions en termes d'actions de remédiation, la simulation de la mise en œuvre de certaines actions importantes pour la cybersécurité.
- Les capacités d'analyse des divers experts en cybersécurité et leurs décisions en termes d'actions importantes pour la cybersécurité et contrer l'attaque. Aussi les décisions expertes et stratégiques d'autres acteurs de la crise.
- Les modalités de coordination et de coopération nécessaires à la prise de décision, la transmission d'informations, la mise en œuvre des actions de remédiation et des PCA, entre autres.
- Les prémices des Plans de Continuité d'Activité (PCA).

Les Facteurs de Réussite (FR), comme ceux de difficulté (FD) et de vulnérabilité (FV) seront associés à ces éléments caractérisant la gestion de crise cyber.

3.1 **Présentation des trois exercices**

Le Tableau 1 résume les principales caractéristiques des exercices observés.

Une entité est constituée de différents Services, Départements, Groupes et par conséquent le risque est que plusieurs métiers distincts soient impactés par une attaque. Une entité peut avoir des bureaux ou des sites à des endroits géographiques distincts.

Tableau 1 – Caractéristiques des exercices de crise cyber étudiés

Type d'Exercice cyber	Caractéristiques	Entités impactés	Durée
1. Exercice 1 : Groupe	Malware wiper + exfiltration de données Sensibles	16, chacune ayant sa propre organisation de crise	6 h
2. Exercice 2 : une Entité	Attaque de la *supply chain* chez un partenaire	1	3h
3. Exercice 3 : deux Entités	Clé USB vérolée avec un wiper : suppression des données des disques durs des PC et réécriture par-dessus. Le wiper utilise une Vulnérabilité de Symantec Endpoint Protection (SEP)	2 au début puis d'autres par la suite	3h30

3.2 **Recueil de données**

Un triple recueil de données a été réalisé en trois temps et avec des objectifs distincts.

1. Des analyses documentaires ont guidé la compréhension des organisations ; la connaissance du scénario, du matériel prévu et des objectifs de l'exercice a guidé la préparation des observations et ont alimenté nos analyses. Nous avons pu participer à des réunions de préparation en amont.

2. Les observations se sont faites *in situ*, afin de recueillir de façon la plus détaillée à l'aide d'une grille la chronologie des évènements, des actions, des prises de décision et interactions entre acteurs selon leur inscription dans une chronique de temps. En fonction des caractéristiques des exercices, une répartition des observateurs a été décidée selon les missions ciblées et les possibilités d'observation (le tableau 2 présente les modalités d'observation par exercice).

Pour toute observation, il y a eu des experts en ergonomie et des experts en cybersécurité. La même grille de recueil de données a été utilisé par l'ensemble des observateurs (le tableau 3 montre un extrait d'une chronique d'observation).

3. Enfin, des entretiens *a posteriori* ont été menés auprès des acteurs observés afin de confronter notre compréhension sur les éléments identifiés comme FR, FD et. FV, les approfondir, les compléter et les valider. Pour chaque acteur un canevas d'entretien a été prévu car l'activité entre un directeur de crise, un expert de la cybersécurité ou un secrétaire est très différente. Les entretiens ont été enregistrés avec l'accord des participants pour pouvoir réaliser des retranscriptions et des analyses thématiques par la suite.

Tableau 2 – Organisation des observations des trois exercices de crise

Organisation des observations	Exo 1	Exo 2	Exo 3
Nombre de cellules de crise observées	3	2	2
Répartition des observateur.trices	2 / salle	deux en salle 1 et une en salle 2	2 / salle
Acteurs ciblés	Différents types d'experts en cybersécurité, RSSI, directeurs ou pilotes de crise, des métiers impactés par l'attaque		

Dans les deux premiers exercices, les cellules de crise observées étaient en interaction avec d'autres cellules de crise ou avec des acteurs d'autres services.

Tableau 3 - Extrait d'un recueil de données lors d'un exercice de crise cyber (phase de début)

Heure	Qui	A qui	Action/échanges	1ères analyses pour établir les FR, FD, FV
08:59	D	DSI	« *Est-ce qu'on ouvre une crise ? Qu'est-ce que tu conseilles ?* »	Concertation face à une situation incertaine
08:59	DSI	D	*« Il faut ouvrir pour savoir ce qui arrive et pouvoir contenir ce qu'il se passe. Oui, on ouvre une crise afin d'en savoir plus, prendre les mesures nécessaires et pour contenir la crise. »*	Décision ouverture crise sur critère: "*pouvoir contenir ce qui se passe*" Pas de secrétaire nommée pour la main courante, le D prend des notes à côté
	D	DSI	*- - « Tu sais si le Département « P » a entamé des actions ?* *- - Pas encore* »	Recherche d'informations du terrain
09:02	D	RSSI/ DSI	Validation du CP de l'ouverture de la cellule de crise locale	Entrée officielle en gestion de crise
09:02	RSSI	DSI/ D	« *On est que tous les trois. Il faut qu'on décide le niveau d'expertise qu'il nous faut.* »	Suggestion du RSSI d'élargir la cellule de crise aux experts nécessaires après 5 mn de discussion
09:03	RSSI	EC	RSSI appelle trois Experts de la Cyber (EC)	Décision d'appeler les EC considérés pertinents pour la situation en cours
09:04	RSSI	EC	[Etat des lieux par le RSSI de la situation en cours] « *Lundi 17/06 fin de journée 5 PC deviennent inutilisables et 2 machines du contrôle commande...* »	Point sur la situation, partage d'informations
09:04	EC	RSSI	*« Il faut faire un tour des différents acteurs pour savoir depuis quand ils ont ça, quelles actions ils ont faites…* »	Décision des EC de réaliser un état des « lieux » auprès des acteurs mobilisés
09:04	RSSI	EC	« *On a ouvert une cellule de crise…* »	Infos aux EC des actions côté cellule de crise
09:04	EC	RSSI	« *Y-a-t-il eu une évolution depuis hier ?* »	Contextualisation et prise en main de la situation par les EC
09:04	RSSI	EC	« *Globalement, il y a une dégradation sur certaines machines mais c'est circonscrit.* »	Diagnostic un peu général, avec une croyance "*c'est circonscrit*"
09:04	EC	RSSI	« *On va voir ça et on reste en ligne ouverte / Et vous nous tenez au courant.* »	Prise en main de la situation par les EC et décision de rester en contact via Teams
09:06	EC	RSSI	« *On va se retourner vers le Département P pour avoir des éléments supplémentaires : visite, clé USB, caractériser la situation, extension de cette situation … on peut aussi interroger le SOC pour savoir si ces machines ont un antivirus… on aura peut-être des indicateurs sur un malware ou...* »	Prise en main de la situation par les EC : formulation d'hypothèses et discussion sur les points à explorer Cherchent à caractériser la situation et la gravité éventuelle

3.3 Une analyse qualitative et pluridisciplinaire

L'analyse qualitative et pluridisciplinaire menée avec des ergonomes et des experts en cybersécurité comprend cinq étapes :

- La reconstitution des chronologies par chaque observateur.trice et un premier travail pour dégager des FR, FD et FV notés par chacun.e en vue d'aboutir à une chronologie commune, du moins par cellule de crise observée. Le Tableau 3 illustre un exemple de chronologie (colonne 1 : l'heure ; colonnes 2 et 3 les acteurs de la cellule de crise : Directeur de crise (D), Directeur du Système d'Information (DSI), le RSSI, expert en cybersécurité (EC) ; colonne 4 : les actions ; colonne 5 : les premières analyses pour dégager les FR, FD, FV.
- L'élaboration d'une narration de l'histoire qui s'est déroulée lors de l'exercice retraçant les principaux évènements par cellule de crise afin de retrouver la logique de chacune des histoires, qui se déroulent en parallèle.
- Mise en commun et classification thématique des FR, FD et FV identifiés de façon collective et confrontation entre analystes afin de décider d'une liste à conserver et qui permettent de préparer les entretiens.
- Réalisation d'entretiens auprès des acteurs observés.
- Caractérisation de la résilience organisationnelle au travers des FR, FD et FV.
- Proposition de recommandations pour la prévention en matière de cybersécurité.

Dans la suite la partie suivante seront présentés les principaux résultats des analyses dont le socle est la colonne 5 du tableau 3. En effet, ces analyses correspondent à des analyses fines de l'activité des acteurs observés, complétés par les entretiens.

4 PRINCIPAUX RÉSULTATS

4.1 Sept thématiques de Facteurs de Réussite, de Difficulté et de Vulnérabilité

A partir des faits, décisions, actions, diagnostics notés dans la colonne 5, tableau 3, une première phase d'analyse a conduit à classer les faits selon des FR, FD ou FV. Puis, lors d'une deuxième phase, un classement thématique de ces différents facteurs a été proposé. Sept thématiques se dégagent, construites *a posteriori*, d'après les résultats de l'analyse de l'activité en gestion de crise, et qui sont communes aux trois exercices de crise. Elles sont présentées brièvement ci-dessous avec leurs sous-thématiques associées.

- Les choix organisationnels faits en amont de la gestion de crise : structure et adéquation des cellules de crise, définition des missions, des circuits de décision, schémas de communication, etc. ;
- Les modalités de gestion de crise constatées lors des observations, i.e. l'activité des acteurs engagés dans la crise, tels que : analyses, diagnostics et prises de décision, fonctionnement collectif ;
- Les ressources documentaires : référentiels, fiches réflexe, schémas réseaux informatiques, PCA (Plans de Continuité d'Activité), etc. ;
- Les outils de communication et de partage d'information prévus pour la gestion de crise : Teams, autres outils spécifiques de communication pour la crise, les outils pour la main courante, etc. ;
- La cybersécurité et la technique : les choix en matière de cybersécurité, actions de remédiation et de restauration, les entités spécifiques impliquées, la gestion technique de l'attaque ;
- Les environnements de travail : caractéristiques des salles, équipements, distribution géographique des acteurs, etc. ;
- La formation et préparation des acteurs : l'adéquation des formations, la qualité des exercices de crise, etc.

4.2 FR, FD et FV et axes de travail associés pour l'amélioration de la résilience organisationnelle

Le tableau 4 illustre pour trois des thématiques des exemples de FR, FD et FV ainsi que les impacts constatés lors des observations ou signalés par les acteurs lors des entretiens.

A partir de ces analyses, un travail a été mené en partant de chacun de ces Facteurs - FR, FD, FV

- et des constats et risques associés en vue de proposer des axes de travail par thématique et sous-thématique, pour améliorer la résilience organisationnelle en situation de gestion de crise. Ainsi, sont proposés des repères et actions,
- Dans la thématique « Organisation » pour structurer les audios de crise, le pilotage, la durée, les participants afin fiabiliser les communications et limiter la charge de travail qui s'est avérée élevée pour certains acteurs.
- Dans les thématiques « Ressources documentaires » et « Cybersécurité » pour définir des fiches de présentation des actions cyber importantes et leurs impacts, comme l'isolement des data centers, afin de faciliter leur explication, d'accélérer la prise de décision, d'éviter la perte de temps et l'aggravation de l'attaque.
- Dans la thématique « Formation et préparation des acteurs » pour les directeurs de crise, non familiarisés avec la cybersécurité, et les experts cyber d'ordre divers, d'après des besoins propres et des phases de crise non observées jusqu'à présent, comme la « levée de doute ».

Et outre, des recommandations ont été faites en vue de mettre en avant les FR afin de comprendre ce qui les caractérise pour les maintenir et/ou s'en inspirer pour de futures formations. Ceci est traité en parallèle dans le cadre d'une thèse (Lelièvre, De la Garza, Benchekroun, 2025).

Tableau 4 – Exemples de FR, FD et FV dans trois thématiques et exemples d'impacts sur la gestion de crise

Thématique	**Exemple de FR**	**Exemple de FD**	**Exemple de FV**
Choix organisationnels en anticipation Missions des acteurs	Missions bien identifiées et attribuées → *Facilitation et fiabilisation de la gestion de crise*	Multiplicité et hétérogénéité des cellules de crise → *Multiplicité de communications et impacts sur la charge de travail*	Multiplicité et hétérogénéité des cellules de crise → *Risque de perte ou de retard dans la transmission d'information*
Circuits de décision et de communication		Difficulté dans la circulation d'une action importante pour la cybersécurité depuis la préconisation par l'expert cyber et jusqu'à sa mise en œuvre → *Risque d'aggravation de l'attaque*	
Modalités effectives de gestion Prise de décision experte	Compréhension de la situation par les experts cyber Préconisations d'actions ad hoc → *Fiabilisation de la gestion de crise*	Doute de la localisation exacte de l'attaquant dans les SI et des zones attaquées, hésite à isoler une zone des SI → *Difficulté à localiser un attaquant qui se cache, qui peut chercher à tromper*	Manque de fluidité dans le circuit de décision pour la mise en œuvre d'une action importante pour la cybersécurité → *Aggravation attaque*
Fonctionnement collectif	Un réseau d'experts en cyber compétent qui réussit à se coordonner → *Facilitation et fiabilisation des analyses, diagnostics et prises de décision par rapport à l'attaque en cours*	Des audios mélangeant du pilotage et de l'opérationnel et créant des confusions dans les missions et dans l'adressage des informations → *Risque de confusion, perte de temps, augmentation charge de travail*	
Cybersécurité et technique Analyses expertes et actions techniques	Choix techniques pertinents pour isoler et protéger le SI → *Gestion de crise adéquate* Plans d'action prenant en compte les impacts de l'attaque sur les métiers et anticipation des PCA → *Gestion adéquate préparant la phase post crise*	Une mise en œuvre longue pour certaines actions importantes pour la cybersécurité → *Perte de temps, augmentation charge de travail experts, aggravation de la crise*	Difficulté pour les non-experts de comprendre certaines indications → *Risque de perte de temp et d'incompréhensions*

5 DISCUSSION ET PERSPECTIVES

La dimension intentionnelle et planifiée d'une cyberattaque, comme expliqué auparavant, transforme le cadre d'analyse FOH : elle introduit, au-delà de l'incertitude inhérente aux SSR, des mécanismes de doute et de méfiance qui appellent le développement de nouvelles connaissances et de modèles de l'activité humaine en SHS. Ces mécanismes étant difficilement observables, les entretiens au cours de cette étude confirment que d'un point de vue cognitif et coopératif, face à des anomalies, les experts en cyber vont mobiliser des processus de nature plus subjective centrés sur des croyances avant de pouvoir déterminer avec certitude qu'il s'agit d'actes malveillants. Ils mobilisent alors une double stratégie en parallèle : d'un côté une recherche de panne classique, en lien avec le fonctionnement technique des SI, et de l'autre une recherche fondée sur la méfiance, le doute et des croyances selon des indices qui pourraient laisser présager une attaque. Sachant que dans nombre de cas les signaux s'avèrent des faux positifs. Ainsi, un des axes qui apparaît crucial en termes de prévention, c'est la formation et le développement de compétences défensives et offensives chez les experts en cybersécurité tout en réinterrogeant des cadres tels que la capacité à donner sens (*sensemaking*) de Weick (1995) face à des signaux opaques et sournois. En outre, les experts doivent continuellement actualiser leurs connaissances sur les vulnérabilités émergentes, les nouvelles formes d'attaque, par exemple avec l'IA générative, ainsi que suivre le contexte géopolitique, qui influence directement le niveau de menace (Rid & Buchanan, 2015). La préparation à la gestion d'une crise cyber ne peut donc être dissociée de ces spécificités : elle implique une veille cognitive, une agilité décisionnelle et une capacité à raisonner sous méfiance, dimensions peu présentes dans les crises industrielles classiques. Ainsi, comment former des experts à travailler dans un environnement où la « tromperie » est un élément central de l'activité ? Les travaux de Fraunholz, Duque-Anton, Lipps, Reti, Krohmer, Pohl, Tammem, Schotten (2018) sur la *deception detection*, ou détection de la tromperie, amènent à explorer l'utilisation des *honeypots* (leurre ou appât numérique) dans des entraînements afin de renforcer ces compétences défensives et offensives Cela permettrait par exemple de s'entraîner à : i) une capacité à générer des hypothèses multiples ; ii) une vigilance soutenue mais non paralysante ; iii) une tolérance au doute ; iv) une capacité à réviser rapidement ses modèles mentaux. De façon plus large les exercices de crise et les simulations pour répondre aux besoins de formation des experts en cybersécurité nécessitent de répondre à cinq critères décrits ci-après.

- Réalistes, intégrant incertitude, signaux contradictoires, sournois, trompeurs.
- Evolutifs, nécessitant des adaptations à des formes d'attaque variées.
- Ambigüs, où la frontière entre incident technique et l'acte malveillant est floue.
- Collectifs, mobilisant coordination, communication et partage d'hypothèses.
- Stratégiques, intégrant enjeux politiques, médiatiques et organisationnels.

Le but est d'explorer ces formes de formation lors de travaux futurs.

6 BIBLIOGRAPHIE

Billois, G. (2022). Cyberattaques—Les dessous d'une menace mondiale. Hachette.

Hadnagy, C. (2018). Social Engineering: The Science of Human Hacking. 2nd ed. Wiley. https://www.perlego.com/book/996100/social-engineering-the-science-of-human-hacking-pdf.

Hettema, H. (2021). Rationality Constraints in Cyber Defense: Incident Handling, Attribution and Cyber Threat Intelligence. Computers & Security 109 (October):102396. https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102396.

Fraunholz, D., Duque Anton, S., Lipps, C., Reti, D, Krohmer, D., Pohl, F. ,Tammem, M., Schotten, H.D (2018). Demystifying Deception Technology: A Survey, arXiv:1804.06196v1[cs.CR], https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.0619

Hollnagel, E. (2010). How Resilient Is Your Organisation? An Introduction to the Resilience Analysis Grid (RAG). Sustainable Transformation: Building a Resilient Organization, May 2010, Toronto, Canada. hal-00613986

Klein, G. (2015). A naturalistic decision-making perspective on studying intuitive decision making.*Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 4*(3), 164–168. https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.07.001

Langner, R. (2013). To Kill a Centrifuge. A Technical Analysis of What Stuxnet's Creators Tried to Achieve (p. 37). The Langner Group.

Le Bot, P. , & Pesme, H. (2010). The Model of Resilience in Situation (MRS) as an idealistic organization of at-risks systems to be ultrasafe. Proceedings of a Meeting Held 7-11 June 2010. Presented at the PSAM10—10th

International Conference on Probabilistic Safety Assessment & Management. Seattle, Washington, USA.
Lelièvre, A., De la Garza, C, Benchekroun, T.H. (2025). Decision-Making in the Face of Malicious Intent. From detection to crisis management the case of cybersecurity operators. European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE) - Critical reflection for a better tomorrow, Oct 2025, Tallinn, Estonia. hal-05319516v1
Oufi, N, De la Garza, C, Nascimento, A. (2025). Dynamics of COVID-19 crisis management in hospitals and its long-term effects: An analysis using organizational resilience. Applied Ergonomics Jul;126:104486. doi: 10.1016/j.apergo.2025.104486.
Stoessel, C., De la Garza, C., Frelin, E., Coye de Brunelis, T. (2024). Cybersécurité et FOH : quelques éléments de retour d'expérience issus du cas Stuxnet. Congrès Lambda Mu 24, "Les métiers du risque : clés de la réindustrialisation et de la transition écologique", IMdR, Oct 2024, Bourges, France. hal-05016308.

La cybersécurité comme révélateur de contradictions organisationnelles : analyse du système d'activité d'une université

Ayoub Bourhim, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Centre de recherche Rue Saint Maudé 56 100 Lorient
ayoub.bourhim@univ-ubs.fr

Julie Lassalle, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Centre de recherche Rue Saint Maudé 56 100 Lorient
julie.lassalle@univ-ubs.fr

Laurent Guillet, Université Bretagne Sud, Lab-STICC
Centre de recherche Rue Saint Maudé 56 100 Lorient
laurent.guillet@univ-ubs.fr

Sébastien Meineri, Université Bretagne Sud, LP3C
Faculté Lettres, Langues, Sciences Humaines et Sociales 27 rue Armand Guillemot, CS 7030
56 100 Lorient Cedex
sebastien.meineri@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission "contribution pour un symposium"

RÉSUMÉ

L'objectif de cette recherche est de mettre en œuvre une méthodologie visant à approfondir la compréhension du système d'activité de la cybersécurité dans un établissement universitaire, afin d'amorcer une reconceptualisation de l'objet de l'activité cyber. Cette démarche vise à contribuer au développement d'organisations plus robustes et durables. La théorie historico-culturelle de l'activité d'Engeström (2014) est mobilisée pour analyser le système d'activité et structurer la démarche d'intervention. L'enjeu est de prendre en compte la pluralité des besoins et les contraintes des acteurs pour identifier les contradictions organisationnelles qui entravent ou soutiennent la cybersécurité. Ce travail vise à alimenter la conception de projets de cybersécurité partagés et intégrés, afin de renforcer la cohérence organisationnelle.

MOTS-CLÉS
Cybersécurité – Système d'activité - Change Labs – Contradictions

1 INTRODUCTION

Face à l'intensification des cyberattaques, les organisations ont majoritairement orienté leurs efforts de cybersécurité vers des solutions techniques et normatives. Le renforcement des dispositifs de protection, des règles et des outils constitue le principal levier mobilisé pour réduire les risques. Toutefois, plusieurs travaux (Bada et al., 2015 ; Smith et al., 2020) soulignent que ces investissements montrent des effets limités lorsqu'ils ne sont pas articulés aux conditions réelles de travail des acteurs et à l'organisation de l'activité. Les pratiques de cybersécurité s'inscrivent en effet dans des situations de travail concrètes, marquées par des contraintes de temps, de ressources et de priorités

concurrentes. Dans ces contextes, les acteurs doivent composer avec les exigences de sécurité tout en assurant la continuité de leur activité, ce qui influence directement leurs décisions et leurs pratiques (De La Garza et al., 2022). Lorsque la cybersécurité est principalement pensée comme une question technique, l'humain est réduit à un rôle d'utilisateur chargé d'appliquer des règles conçues en amont, souvent sans prise en compte de l'activité réelle. À l'inverse, considérer la cybersécurité comme une activité sociotechnique conduit à reconnaître le rôle central des acteurs dans la construction effective de la sécurité. Dans cette perspective, les difficultés observées ne relèvent pas uniquement d'un défaut de conformité individuelle, mais de tensions organisationnelles et de contraintes systémiques qui structurent l'activité. Des méthodologies d'intervention ergonomique en matière de conception organisationnelle existent. Elles convergent autour de plusieurs principes : la centralité de l'analyse de l'activité et du travail réel, une approche participative impliquant les acteurs dans la transformation de leur travail, et une dimension pédagogique de l'intervention, à la fois moyen et résultat de l'action (Raspaud & Falzon, 2020). Dans la présente contribution, la théorie historico-culturelle de l'activité (CHAT) est mobilisée pour analyser les tensions et contradictions[53] qui traversent l'activité, tout comme les Laboratoires du Changement (Change Laboratories), mobilisés comme dispositif méthodologique d'intervention participative. La CHAT (Engeström, 1991) permet d'analyser l'activité comme un système sociotechnique structuré par la multivocalité et par des contradictions historiquement construites. Les Laboratoires du Changement traduisent cette perspective en un dispositif permettant aux acteurs d'identifier collectivement des contradictions, d'en analyser les racines historiques et de co-construire des pistes de transformation (Virkkunen & Newnham, 2013).

L'objectif de cette recherche est de comprendre comment le Change Lab permet de rendre visibles des contradictions organisationnelles et d'amorcer une reconceptualisation de l'objet de l'activité au sein d'un établissement d'enseignement supérieur. Ce travail doit contribuer à la conception des projets partagés et intégrés de la cybersécurité pour aboutir à un système plus robuste. La recherche repose sur une méthodologie mixte à dominante qualitative, fondée sur une étude de cas approfondie menée au sein de l'Université Bretagne Sud (UBS).

2 CADRE THÉORIQUE

2.1 Cybersécurité, activité située dans un système sociotechnique

La cybersécurité est régulièrement abordée à travers des approches techniques visant à protéger les systèmes d'information contre des menaces identifiées. Ces approches reposent principalement sur la mise en place de dispositifs techniques, de procédures et de règles destinées à encadrer les comportements des utilisateurs. Si ces dispositifs constituent des composantes indispensables de la sécurité des systèmes numériques, ils ne suffisent toutefois pas à rendre compte de la complexité des situations rencontrées dans les organisations. Comme le soulignent Rasmussen (1997) et Hollnagel (2014), la sécurité des systèmes complexes ne peut être réduite à un ensemble de mesures techniques, mais doit être appréhendée comme une activité inscrite dans des systèmes sociotechniques. Ce constat s'applique pleinement à la cybersécurité (Anderson, 2020). Cette lecture systémique s'inscrit également dans une tradition francophone en ergonomie et psychologie du travail, qui a analysé les accidents non comme de simples défaillances individuelles, mais à partir de l'activité réelle et des situations de travail. Les travaux de Faverge (1967), puis de Leplat et Cuny (1979), ont contribué à déplacer l'analyse des accidents du comportement isolé de l'opérateur vers les conditions dans lesquelles ce comportement prend sens. Dès lors, la cybersécurité est indissociable des activités humaines qui la mettent en œuvre, la contournent où la transforment. Les comportements en matière de cybersécurité ne relèvent pas uniquement de décisions individuelles. Ces comportements

[53] *Le terme « contradiction » est employé ici par commodité. Les résultats présentés doivent être compris comme des hypothèses de contradictions, dans la mesure où les données permettent d'étayer une interprétation plausible des tensions observées, sans garantir de manière définitive que les causes identifiées soient à l'origine des phénomènes analysés.*

s'inscrivent dans des contextes organisationnels marqués par des contraintes multiples, telles que les exigences de performance, les temporalités du travail, les ressources disponibles ou encore les cadres réglementaires. Ces contraintes influencent la manière dont les règles sont interprétées et intégrées dans l'activité, et participent à la production de situations de vulnérabilité (De La Garza et al., 2022). Les travaux sur les systèmes complexes montrent que le comportement humain ne doit pas être considéré comme une source première de défaillance (Hweidi & Eleyan, 2023), mais comme une composante adaptative du système : la variabilité constitue une réponse normale aux conditions changeantes (Hollnagel, 2014), et l'analyse de la sécurité doit porter sur les conditions dans lesquelles les décisions sont prises, plutôt que sur les décisions elles-mêmes (Rasmussen, 1997). Sous cet angle, la cybersécurité ne renvoie pas uniquement à des compétences individuelles ou à des connaissances techniques, mais à la capacité des acteurs à composer avec les contraintes du système, à mobiliser des ressources et à intégrer des exigences transversales dans l'activité réelle. Cette conception s'inscrit dans une approche située et médiée de l'action (Engeström, 2015). Cette contribution adopte une approche qui considère la cybersécurité comme un catalyseur des tensions organisationnelles, plutôt que comme une activité autonome, isolée du fonctionnement global de l'organisation. L'objet de l'étude n'est donc pas la cybersécurité comme domaine technique autonome, mais le système d'activité dans lequel les exigences de cybersécurité sont interprétées, négociées et intégrées aux activités universitaires.

2.2 Cadre de la Théorie historico-culturelle de l'activité

La théorie historico-culturelle de l'activité (CHAT) s'inscrit en rupture avec des approches qui envisagent l'action comme un processus purement individuel. Dans la CHAT, l'activité constitue l'unité d'analyse fondamentale : l'action est orientée vers un objet, médiatisée par des artefacts, et inscrite dans des contextes sociaux, culturels et historiques (Engeström, 1987). Lémonie (2025) rappelle que cette approche ne constitue pas seulement un cadre descriptif de l'activité, mais aussi un cadre d'analyse et d'intervention visant à comprendre les conditions de transformation des systèmes d'activité. Dans sa formulation élargie, le modèle d'Engeström conceptualise l'activité comme un système composé de six composantes interdépendantes : Sujet, Objet, Outils (artefacts médiateurs), Règles, Communauté et Division du travail. L'Objet joue un rôle central : il oriente l'activité, lui donne sens, et peut évoluer au cours du temps (Engeström, 2015). Deux principes structurent ce cadre. D'une part, la multivocalité, selon lequel les systèmes d'activité réunissent des acteurs porteurs de rationalités, objectifs et intérêts différents (Engeström et al., 1999). D'autre part, les contradictions entendues comme des tensions structurelles historiquement construites au sein ou entre composantes du système. Engeström (1987) distingue quatre niveaux de contradictions (primaires, secondaires, tertiaires, quaternaires). Dans cette recherche, les contradictions sont appréhendées comme des points d'entrée pour comprendre les difficultés rencontrées et comme des leviers potentiels de transformation, à condition d'être rendues visibles et travaillées collectivement.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 Recueil des données

Les établissements d'enseignement supérieur constituent des contextes particulièrement pertinents pour l'étude de la cybersécurité (Ulven & Wangen, 2021), en raison de la diversité des acteurs impliqués, de la multiplicité des systèmes numériques utilisés et de la nature sensible des données traitées. Ils sont soumis à des contraintes spécifiques, notamment en matière de ressources, de gouvernance et d'autonomie des acteurs, qui influencent les pratiques de cybersécurité. Dans ce contexte, la cybersécurité ne constitue pas une activité autonome, mais s'articule avec des missions principales telles que l'enseignement, la recherche et l'administration. Ce caractère transversal en fait un terrain propice à l'analyse des tensions entre objectifs, règles et pratiques, ainsi qu'à l'étude des conditions d'activité dans des systèmes d'activité complexes. Le terrain d'investigation pour cette étude est celui d'une université française, l'Université Bretagne Sud (UBS).

La collecte des données s'est déroulée en deux phases pour saisir la multivocalité du système d'activité lié à la cybersécurité. Une première phase a reposé sur la conduite de huit entretiens semi-directifs auprès d'acteurs institutionnels et techniques impliqués dans la cybersécurité de l'organisation : six cadres de la Direction des Systèmes d'Information (DSI), un membre de la présidence de l'université et la Déléguée à la Protection des Données (DPO). Ces acteurs ont été ciblés en priorité en tant que concepteurs et gestionnaires du système de cybersécurité, permettant de croiser les perspectives techniques, stratégiques et réglementaires. Ces entretiens visaient à recueillir les représentations, les contraintes perçues et les pratiques déclarées des acteurs, en lien avec les différentes composantes du système d'activité. Les guides d'entretien ont été construits à partir du modèle d'Engeström, en structurant les questions autour des composantes suivantes : Sujet, Objet, Outils, Règles, Communauté et Division du travail. Cette structuration visait à favoriser une compréhension systémique de l'activité, tout en laissant une marge de flexibilité permettant l'émergence de thèmes non anticipés. Les entretiens, d'une durée moyenne d'une heure, ont été enregistrés et intégralement retranscrits. Dans la seconde phase, des groupes de discussion (focus groups) ont été organisés (Krueger & Casey, 2000) pour élargir la diversité des points de vue recueillis et confronter les représentations issues des entretiens individuels. Ces focus groups ciblaient les populations utilisatrices non rencontrées lors de la première phase : enseignants-chercheurs, personnels BIATSS et étudiants. Trois focus groups ont été menés : un groupe de cinq enseignants-chercheurs (n = 5), un groupe de trois personnels BIATSS (n = 3) et un groupe de quatre étudiants (n = 4), soit douze participants au total pour cette phase. Cette méthode permet de faire émerger des convergences et des divergences au sein des collectifs. Elle s'inscrit dans une logique de prise en compte de la multivocalité. Le tableau 1 synthétise l'ensemble du dispositif de recueil de données.

Tableau 1. Synthèse du dispositif de recueil de données et des participants

Dispositif	Participants	n	Objectif
Entretiens semi-directifs	Cadres DSI, présidence, DPO	8	Représentations stratégiques, techniques et réglementaires
Focus group 1	Enseignants-chercheurs	5	Point de vue des acteurs académiques
Focus group 2	Personnels BIATSS	3	Point de vue administratif et technique
Focus group 3	Étudiants	4	Point de vue des usagers étudiants
Change Lab	Directeur DSI, enseignante-chercheuse, 2 BIATSS, étudiante	5	Discussion données miroir et reconceptualisation

3.2 Analyse des données

Les données issues des entretiens et des groupes de discussion ont fait l'objet d'une analyse thématique, guidée par le cadre de la théorie de l'activité. Les retranscriptions des entretiens ont été codés en référence aux composantes du système d'activité et aux différents niveaux de contradictions identifiés par Engeström. Cette analyse visait à modéliser le système et à mettre en évidence les tensions structurelles au sein du système et les ressources mobilisées par les acteurs pour faire face aux contraintes de l'activité. Cette analyse a permis de mettre en évidence les relations entre les composantes du système et d'identifier les tensions susceptibles d'entraver ou de soutenir l'action collective. Cette modélisation ne vise pas à figer l'activité, mais à fournir un support pour l'analyse et la discussion collective. Une tension a été retenue comme contradiction lorsqu'elle apparaissait dans plusieurs sources de données ou lorsqu'elle était reconnue collectivement comme structurante lors des ateliers.

3.3 Déploiement du Change Laboratory comme outil d'analyse et de transformation

Dans une logique de recherche-intervention, l'analyse du système d'activité a été articulée à une démarche de type Change Lab. Les Laboratoires du Changement (Change Labs) constituent une traduction méthodologique de la CHAT et du cycle d'apprentissage expansif (Engeström et al., 1996 ; Virkkunen & Newnham, 2013). Ils reposent sur une démarche d'intervention participative visant à : (1) rendre visibles des contradictions à partir de données miroir issues de l'activité réelle, (2) analyser leurs racines historiques, (3) élaborer collectivement un nouveau modèle d'activité, (4) expérimenter et mettre à l'épreuve ce modèle dans l'activité réelle, (5) consolider et stabiliser les nouvelles pratiques au sein de l'organisation, et (6) évaluer collectivement le processus pour en tirer des enseignements pour le développement ultérieur de l'activité. Les Change Labs mobilisent des artefacts médiateurs, tels que des modèles du système d'activité, des traces de l'activité réelle et des supports visuels, afin de soutenir la réflexion collective et d'outiller l'analyse des contradictions. Le groupe ayant participé au Change Lab était constitué de cinq participants représentant différentes positions dans le système d'activité : le directeur de la DSI, une enseignante-chercheuse, un personnel BIATSS en charge de fonctions techniques, une BIATSS en charge de missions administratives et une étudiante. Le recrutement s'est effectué sur la base du volontariat.

Dans cette contribution, le Change Lab est mobilisé comme un dispositif d'analyse-intervention. Il ne vise pas à démontrer une transformation organisationnelle stabilisée, mais à rendre visibles les tensions du système d'activité et à soutenir une reconceptualisation collective de son objet. L'article se concentre donc sur les phases de questionnement, d'analyse des contradictions, d'identification d'un catalyseur de reconceptualisation et de modélisation d'un système alternatif. Les phases de mise en œuvre, d'évaluation et de consolidation restent hors du périmètre de cette contribution, notamment en raison du calendrier universitaire, de la disponibilité limitée des acteurs et de l'absence de ressources dédiées à une expérimentation à l'échelle de l'établissement.

Phases réalisées :

Questionnement (Atelier 1)

À partir de « données miroir » issues des entretiens et focus groups, les participants ont formulé les problèmes rencontrés dans leur activité. Cette phase correspond au moment où les acteurs commencent à analyser collectivement leur système d'activité et à identifier les tensions qui le traversent.

Analyse des contradictions (Ateliers 1 et 2)

L'analyse a porté à la fois sur :

- les contradictions actuelles (entre règles, outils, division du travail, objet, communauté)
- leurs origines historiques, à travers la construction d'une frise chronologique collective.

Cette phase constitue le passage de l'expérience vécue vers une compréhension plus abstraite et systémique du fonctionnement du système d'activité.

Identification de la contradiction fondamentale (Atelier 3)

Le travail collectif a permis d'identifier la contradiction fondamentale : la fragmentation historique de l'université. Ce moment marque un déplacement analytique : il ne s'agit plus seulement de recenser des tensions situées, mais d'identifier une dynamique structurelle sous-jacente. Les flèches rouges dans la figure 1, illustrent ces contradictions dans le système d'activité.

Modélisation d'un système reconceptualisé (Atelier 4)

Les participants ont travaillé sur :

- la reformulation de l'objet de l'activité ;
- la définition de critères d'un système plus cohérent ;
- l'élaboration de premières pistes de transformation.

Cette étape correspond à la production d'un modèle conceptuel alternatif, sans mise à l'épreuve concrète dans l'organisation.

4 RÉSULTATS

Avant l'analyse des contradictions, il convient de définir les composantes du système d'activité de l'UBS telles qu'identifiées lors de l'étude et le modèle d'Engeström (1987) :

- Sujet : acteurs universitaires engagés dans l'activité (enseignants-chercheurs, personnels administratifs, DSI, gouvernance, étudiants).
- Objet : finalité de l'activité (voir détail ci-après).
- Outils : dispositifs organisationnels et numériques.
- Règles : cadres institutionnels, réglementaires et normes internes et externes.
- Communauté : ensemble des composantes, services et acteurs internes et externes.
- Division du travail : répartition des rôles, responsabilités et niveaux de décision.

4.1 Les contradictions

Le système d'activité originel de l'université (Figure 1 : représenté à droite du schéma par le système initial) repose sur un objet simple : « Assurer l'enseignement et la recherche ». La confrontation avec les données miroir révèle quatre contradictions majeures, identifiées sur la base de leur présence dans plusieurs sources de données ou de leur reconnaissance collective lors des ateliers. Ces contradictions sont synthétisées dans le tableau 2.

Tableau 2. Contradictions identifiées à partir des données miroir

Contradiction	Composantes	Manifestations discursives	Verbatim
Manque d'interconnaissance des métiers	Communauté / Division du travail	Faible connaissance des contraintes et rôles des autres acteurs	« Pour moi la DSI c'est une nébuleuse, c'est-à-dire que je sais pas qui y a dedans. Je sais pas qui m'adresse, je sais pas comment ça se pilote d'ailleurs. »
Manque de ressources	Outils / Objet	Insuffisance des ressources humaines, techniques et organisationnelles nécessaires pour soutenir l'objet de l'activité	« La DSI reçoit énormément de demandes d'ajout de service […]. Mais à un moment on peut pas répondre à la demande parce qu'on n'a pas des ressources disponibles pour pouvoir y répondre. Le carnet de commande, c'est énorme quoi. »
Sécurité vs liberté académique	Règles / Sujet	Règles de sécurité perçues comme contrôle ou surveillance	« On s'est pris une volée de bois vert par certains enseignants-chercheurs : "Quoi la DSI va nous espionner ? […] On a la liberté académique…" »
Outils inadaptés	Outils / Objet	Faible appropriation des outils institutionnels	« La DSI a mis en place un PAD qui marche très bien […] c'est sécurisé, c'est sur nos serveurs, c'est super. Sauf que ça ressemble à de l'informatique de la Première Guerre mondiale russe. »

4.2 L'analyse historique et l'identification de la contradiction fondamentale

Le travail autour de l'analyse historique (Figure 1 : partie inférieure), établie via une frise chronologique retraçant l'évolution du système, a permis d'identifier une contradiction fondamentale liée à la fragmentation historique de l'université. L'UBS s'est construite sur un regroupement d'organismes et de composantes initialement indépendants, possédant chacun leur propre histoire, culture et manière de fonctionner. Cette organisation en composantes relativement autonomes a contribué à maintenir une faible interconnaissance entre les métiers, les services et les communautés d'acteurs. Dans ce contexte, la cybersécurité peut être perçue comme insuffisamment articulée aux besoins réels des acteurs, à leurs contraintes d'activité et à leurs manières de travailler. La contradiction ne réside pas uniquement dans le fait que la cybersécurité soit associée à la DSI, mais dans le décalage entre une cybersécurité pensée comme exigence transversale et un système organisationnel où les acteurs disposent d'une connaissance limitée des contraintes, objectifs et pratiques des autres communautés.

« Au début c'était "Ah oui, bienvenue" parce que la DSI chez nous jusqu'à pas longtemps c'était l'ennemi ».

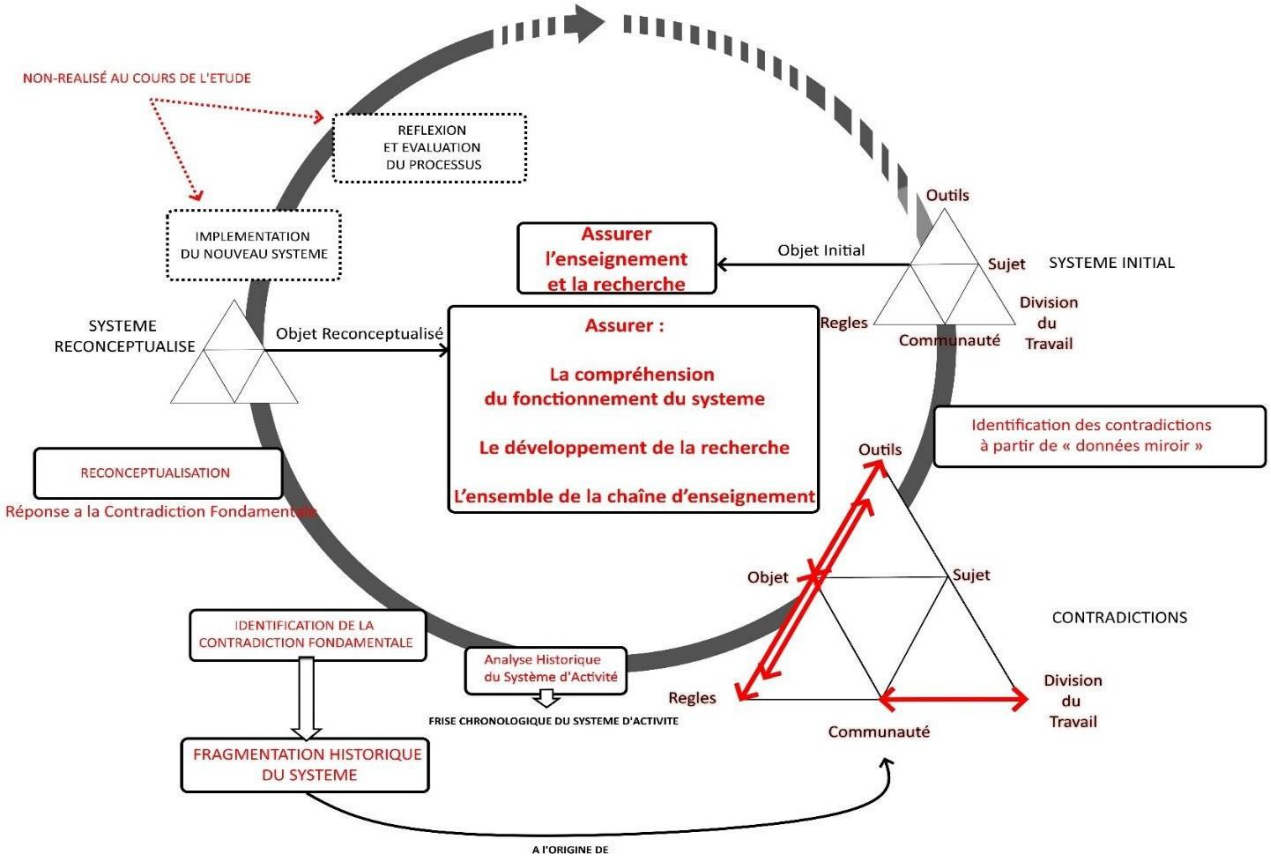


Figure 1 : Schématisation des étapes de la recherche et résultats associés.

4.3 Reconceptualisation de l'objet de l'activité

Le processus de changement (Figure 1 : mouvement ascendant du cycle) opère une reconceptualisation de l'objet. L'objet initial (« Assurer l'enseignement et la recherche ») est problématique car il invisibilise une grande partie des acteurs (administratifs, services techniques, DSI) pourtant essentiels au fonctionnement de l'université. Cette vision étroite empêche par exemple de voir la cybersécurité comme une responsabilité partagée.

Élargissement de l'Objet : Le Système Reconceptualisé (Figure 1 à gauche) remplace l'objet initial par une vision élargie. Il intègre désormais la compréhension du fonctionnement institutionnel global, le soutien à la recherche et la sécurisation de l'intégralité de la chaîne d'enseignement (du recrutement au diplôme).

Pistes d'action : La cohérence du futur système repose sur la formalisation de cadres de dialogue et la transparence des contraintes opérationnelles de chaque acteur :

« Ce qu'il nous faudrait, c'est une page intranet qui décrive notre offre de services et comment on est organisé... que les gens connaissent un peu notre contexte et nos contraintes. »

Cependant comme évoqué dans la méthodologie, comme l'indiquent les pointillés en haut dans la figure 1, l'implémentation concrète de ce nouveau modèle (ex : généralisation des formations, nouveaux outils collaboratifs) et l'évaluation de sa pérennité constituent la phase ultérieure de l'expérimentation.

5 DISCUSSION

Les résultats de cette recherche mettent en évidence que les difficultés rencontrées en matière de cybersécurité ne peuvent être expliquées par des défaillances individuelles ou par un manque de conformité aux règles. Au contraire, ils montrent que les pratiques observées s'inscrivent dans un

système d'activité complexe, historiquement construit, traversé par des contradictions structurelles. L'analyse des contradictions identifiées à l'UBS confirme que la cybersécurité ne relève pas uniquement des compétences individuelles, mais constitue une propriété émergente du système d'activité. Les tensions mises en évidence (fragmentation organisationnelle, manque d'interconnaissance des métiers, ressources limitées) restreignent les marges de manœuvre des acteurs, indépendamment de leur niveau de sensibilisation ou de leur bonne volonté. Dans la perspective de la théorie de l'activité, ces tensions peuvent être comprises, comme des contradictions secondaires au sein du système d'activité lié à la cybersécurité universitaire. Elles révèlent des désajustements entre les composantes du système, notamment entre règles, outils, division du travail, communauté et objet. Toutefois, cette qualification dépend du niveau d'analyse retenu. Si l'université est appréhendée comme un système d'activité global, ces tensions apparaissent comme internes au système. En revanche, si l'on distingue plus finement les systèmes d'activité spécifiques de la DSI, des enseignants-chercheurs, des personnels BIATSS ou des étudiants, certaines tensions peuvent également être interprétées comme des tensions entre systèmes d'activité adjacents, donc des contradictions quaternaires. Cette lecture inter-systèmes constitue une perspective d'approfondissement, dans la mesure où elle demanderait de modéliser plus précisément les objets, règles, outils et divisions du travail propres à chacun de ces systèmes. La cybersécurité apparaît conditionnée par la possibilité pour les acteurs de comprendre le système dans lequel ils agissent, d'anticiper les conséquences de leurs actions et de coopérer avec d'autres communautés impliquées dans le système. Lorsque ces conditions ne sont pas réunies, les individus sont conduits à arbitrer en faveur de leurs objectifs immédiats, au détriment d'exigences de sécurité perçues comme peu compatibles avec l'activité réelle. Les tensions mises en évidence au cours du processus ne relèvent pas uniquement de la cybersécurité en tant que telle. Elles renvoient plus largement à des enjeux d'organisation du travail, de coordination entre métiers, de répartition des responsabilités et de circulation de l'information. La cybersécurité apparaît comme un catalyseur de difficultés organisationnelles plus générales, plutôt que comme un problème isolé ou strictement technique. L'analyse systémique proposée par la théorie de l'activité permet de déplacer le regard d'une lecture centrée sur des manquements individuels vers une compréhension des conditions structurelles de l'activité.

Le Change Lab a permis de rendre visibles des tensions jusque-là peu explicitées, de reconstruire l'histoire du système et d'amorcer une reconceptualisation collective de l'objet de l'activité. Son apport ne réside donc pas dans la preuve d'une transformation organisationnelle stabilisée, mais dans la production d'un cadre partagé permettant aux acteurs de redéfinir ce qui fait problème dans l'activité cyber. Cette contribution se situe ainsi à un niveau intermédiaire : elle dépasse une analyse externe du système, sans pour autant couvrir les phases de mise en œuvre, d'évaluation et de consolidation nécessaires pour attester une transformation durable des pratiques.

Ces résultats ouvrent une perspective de recherche portant sur les conditions de développement effectif des capabilités collectives au sein des organisations complexes (Sen, 1999). Les observations et le processus engagé dans le cadre des Change Labs peuvent être rapprochés des travaux sur les environnements capacitants (Falzon, 2010 ; Raspaud & Falzon, 2020), dans la mesure où ils mettent en lumière l'importance des conditions organisationnelles qui permettent (ou pas) la conversion des ressources disponibles en actions collectives coordonnées. L'articulation entre analyse des contradictions, mise en œuvre opérationnelle et suivi longitudinal apparaît dès lors comme une condition nécessaire pour évaluer la transformation durable des marges de manœuvre des acteurs.

6 BIBLIOGRAPHIE

Anderson, R. (2020). *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems* (3e éd.). Wiley.

Bada, M., Sasse, A. M., & Nurse, J. R. C. (2015). Cyber security awareness campaigns: Why do they fail to change behaviour? In *Proceedings of the International Conference on Cyber Security for Sustainable Society*. IEEE.

De La Garza, C., Stoessel, C., & Oufi, N. (2022). Prise en compte des facteurs organisationnels humains en cybersécurité : Aller au-delà de l'erreur humaine. Dans *Actes du 42e Congrès Lambda Mu de l'IMdR*. EDF Lab

Paris-Saclay.

Engeström, Y. (1985, 2014). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Engeström, Y. (1991). Non scolae sed vitae discimus : Toward overcoming the encapsulation of school learning. *Learning And Instruction*, 1(3), 243259. https://doi.org/10.1016/0959-4752(91)90006-t

Engeström, Y., Engeström, R., & Vähäaho, T. (1999). When the center does not hold: The importance of knotworking. In S. Chaiklin, M. Hedegaard, & U. J. Jensen (Eds.), *Activity theory and social practice: Cultural-historical approaches* (pp. 345–374). Aarhus University Press.

Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133–156. https://doi.org/10.1080/13639080020028747

Engeström, Y., Virkkunen, J., Helle, M., Pihlaja, J., & Poikela, R. (1996). The Change Laboratory as a tool for transforming work. *Lifelong Learning in Europe*, 1(2), 10–17.

Faverge, J.-M. (1967). *Psychosociologie des accidents du travail*. Presses Universitaires de France. Falzon, P. (2010). *Ergonomie constructive*. Presses Universitaires de France.

Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. Ashgate.

Hweidi, M., & Eleyan, D. (2023). Human error paradigm in cybersecurity: A critical review. *Computers & Security*, 123, 102987. https://doi.org/10.1016/j.cose.2023.102987

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2000). *Focus groups: A practical guide for applied research* (3rd ed.). Sage. Leplat, J., & Cuny, X. (1979). *Les accidents du travail* (2e éd. mise à jour). Presses Universitaires de France.

Lémonie, Y. (2025). Transformer et comprendre : Une introduction à la théorie historico-culturelle de l'activité. Peter Lang. https://doi.org/10.3726/b22315

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Safety Science*, 27(2–3), 183–213. https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0

Raspaud, S., & Falzon, P. (2020). De Sen à la pratique ergonomique : conditions et enjeux d'une intervention capacitante. *Activités*, 17(1). https://doi.org/10.4000/activites.5000

Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.

Smith, M., Jones, R., & Taylor, P. (2020). Why cybersecurity awareness fails. *Computers & Security*, 92, 101745. https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.101745

Ulven, J. B., & Wangen, G. (2021). A systematic review of cybersecurity in higher education. *Information & Computer Security*, 29(3), 454–478. https://doi.org/10.1108/ICS-01-2020-0006

Virkkunen, J., & Newnham, D. S. (2013). *The Change Laboratory: A tool for collaborative development of work and education*. Sense Publishers

.

Conscience de la situation en gestion de crise d'origine cyber : quels liens avec le raisonnement et les biais cognitifs ?

Nathan Vital
Université de Toulouse, Laboratoire CLLE UMR 5263 CNRS
nathan.vital@univ-tlse2.fr

Bastien Trémolière
Université de Toulouse, Laboratoire CLLE UMR 5263 CNRS
bastien.tremoliere@univ-tlse2.fr

Stéphanie Ledoux
C.E.O, Alcyconie
stephanie.ledoux@alcyconie.com

Aline Chevalier
Université de Toulouse, Laboratoire CLLE UMR 5263 CNRS
aline.chevalier@univ-tlse2.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un symposium

RÉSUMÉ

Cette étude examine les liens entre conscience de la situation (SA), style de raisonnement et susceptibilité aux biais cognitifs en gestion de crise d'origine cyber sur la prise de décision. Dans un contexte caractérisé par l'incertitude et la pression temporelle, nous postulons qu'un raisonnement analytique favorise une meilleure SA, qui se traduit par une réduction des biais cognitifs et, *in fine*, une meilleure prise de décision. Un protocole expérimental en ligne (N = 191 attendus), combinant exercices écologiques de crise et mesures psychométriques (de raisonnement, d'ouverture d'esprit, et de biais cognitifs), permettra de cartographier les liens entre nos variables d'intérêt.

MOTS-CLÉS
Gestion de crise cyber, Prise de décision, Conscience de la situation, Biais cognitifs, Raisonnement.

1 INTRODUCTION

La gestion de crise d'origine cyber constitue un champ de recherche en pleine expansion, en raison de la multiplication des attaques informatiques ciblant les infrastructures critiques, les organisations publiques et/ou privées, ou encore les systèmes industriels (ANSSI, 2025). La conscience de la situation est un concept qui permet de comprendre comment les individus prennent des décisions notamment, en situations dynamiques. La conscience de la situation renvoie à la capacité à percevoir les informations, les comprendre et anticiper l'évolution de la situation afin d'ajuster ses décisions en temps réel (Endsley, 1995). Or, la majorité des travaux existants se centrent sur des contextes de crise plus traditionnels (ex. : crises humanitaires, crises industrielles, secteur médical ; cf. Paulus et al., 2022). Bien que dense, la littérature sur la prise de décision et conscience de la situation demeure majoritairement centrée sur les dimensions techniques de la gestion de crise d'origine cyber. Les travaux actuels se concentrent sur l'impact de la conscience de la situation cyber sur la mise en place, l'application et la gestion des protocoles de sécurité informatique afin de prévenir des cyberattaques

et sur la récupération, le traitement, l'analyse et la visualisation des données/informations techniques (Brynielsson et al., 2016 ; Rongrong et al., 2019 ; Jiang et al., 2022). En revanche, les processus cognitifs qui sous-tendent la prise de décision dans des contextes autres que techniques (i.e. relatifs à la crise) restent peu étudiés, en particulier lorsqu'il s'agit de comprendre comment les opérateurs élaborent une conscience de la situation à partir d'informations souvent incomplètes, incertaines ou contradictoires.

Les situations de gestion de crise d'origine cyber mobilisent des formes particulières de traitement de l'information notamment en raison de la rapidité des événements, de leur caractère souvent invisible ou abstrait, et de l'interconnexion forte entre systèmes numériques et processus décisionnels internes à l'organisation. Ainsi, cette situation dynamique rend d'autant plus complexe l'élaboration d'une conscience de la situation optimale (Martin et al., 2013).

Les études actuelles centrées sur les aspects techniques n'intègrent pas suffisamment les dimensions décisionnelles et organisationnelles. Or, en situation de crise cyber, les opérateurs doivent prendre des décisions majeures ayant des impacts sur les ressources humaines, la communication de crise, la gestion juridique, la continuité de l'activité ou encore la gouvernance globale de l'entreprise ou de la structure atteinte. C'est pourquoi, dans la présente étude, nous nous intéressons aux processus de raisonnement des opérateurs impliqués dans les cellules de crise cyber, et à la manière dont ces processus influencent l'élaboration de la conscience de la situation. Cette hypothèse est, à notre connaissance, inexplorée dans la littérature actuelle. L'objectif est de déterminer dans quelle mesure les erreurs de raisonnement heuristique, appelées biais cognitifs, affectent la capacité à interpréter correctement une situation complexe, à projeter son évolution et à prendre des décisions adaptées.

Notre étude repose sur l'hypothèse que les processus de raisonnement constituent un maillon fondamental dans l'élaboration de la conscience de la situation, celle-ci étant elle-même un prédicteur essentiel de la qualité des décisions prises en contexte dynamique (Brehmer, 2007 ; Endsley, 1995 ; Martin et al., 2013). En effet, le traitement de l'information en situation de crise peut être altéré par des biais cognitifs tels que le biais de confirmation, l'ancrage, le cadrage ou encore le point aveugle des biais[54] qui influencent directement la manière dont les opérateurs perçoivent et interprètent les données disponibles (Paulus et al., 2022). Comprendre ces mécanismes permet non seulement de mieux expliquer les écarts entre les décisions prises et les objectifs fixés, mais ouvre également des perspectives concrètes en matière de prévention et de formation.

Notre objectif est l'exploration des relations entre les différentes variables d'intérêt dans un échantillon de professionnels. Pour cela, un dispositif expérimental sous forme de questionnaire en ligne est mis en place, permettant de maximiser le nombre de participants. Concrètement, les participants sont confrontés à des scénarios sous forme d'exercices de crise dans lesquels ils doivent prendre des décisions sur des sujets spécifiques relevant de la gestion de crise. Les exercices traitent d'aspects juridiques, communicationnels, techniques, etc. Après chaque exercice, nous mesurons leur conscience de la situation par rapport au scénario à l'aide d'une échelle auto-rapportée (Braarud, 2021). En parallèle, nous mesurons leur sensibilité aux biais cognitifs (biais de confirmation, effet de cadrage, effet d'ancrage et point aveugle des biais) ainsi que leur style de raisonnement et d'ouverture d'esprit.

2 MÉTHODE

2.1 Participants

Nous envisageons un échantillon de 191 participants basé sur des valeurs standard d'alpha, beta et une petite taille d'effet. L'étude est préenregistrée sur OSF (*Open Science Framework*). A l'aide du

[54] Le biais de confirmation renvoie à la tendance à rechercher ou privilégier des informations compatibles avec nos croyances, le biais d'ancrage désigne l'influence d'une valeur initiale sur un jugement, le biais de cadrage reflète l'impact de la présentation d'une même information sur la décision, et le point aveugle des biais correspond au fait de reconnaître les biais chez autrui tout en sous-estimant les siens.

réseau professionnel de la société Alcyconie, nous accédons à une population d'experts dans le domaine de la gestion de crise d'origine cyber. Nous incluons des participants étant amenés à faire partie d'une cellule de crise décisionnelle cyber, i.e. des individus ayant déjà vécu des situations de crise en ayant fait partie d'une cellule de crise (ou à minima des individus ayant déjà participé à un exercice de gestion de crise). Plusieurs profils sont attendus : Comité exécutif, Directeur Systèmes Information, Responsable Sécurité Systèmes Information, Responsable communication, Responsable Ressources Humaines, etc. Ces variables seront contrôlées au sein de l'étude.

2.2 Matériel et Procédure

Une étude en ligne (*via* Qualtrics), évalue d'abord le profil sociodémographique et l'expertise des participants. Dans la première partie, nous mesurons leur sensibilité à l'effet de cadrage (*gain frame*) et à l'effet d'ancrage avant de les confronter à 4 scénarios décisionnels de crise cyber au format QCM et tirés aléatoirement parmi une banque de 10 scénarios. Ces derniers sont suivis d'une mesure de la conscience de la situation via l'échelle SA3 (Braarud, 2021 ; Likert en 7 points allant de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord ») couvrant ses trois dimensions (i.e. perception, compréhension, projection). Ensuite, nous mesurons la sensibilité au biais de confirmation et au cadrage (*loss frame)*, puis la première partie se clôture sur la mesure de 3 items du *Cognitive Reflection Test* mesurant le style de raisonnement (Thomson & Oppenheimer, 2016 ; Sirota et al., 2020) et 4 items de la *Actively Open Minded Thinking scale* (Baron et al., 2008 ; Likert en 7 points allant de « Pas du tout d'accord » à « Tout à fait d'accord ») mesurant l'ouverture d'esprit. Les mesures des biais cognitifs sont issues et adaptés de Berthet et al. (2022) et Paulus et al. (2022).

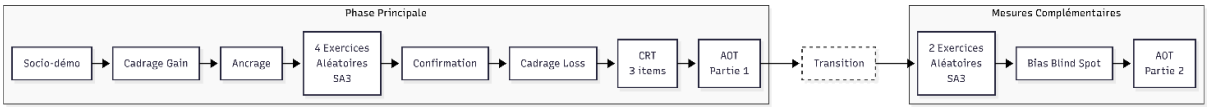


Figure 1. Représentation schématique du protocole expérimental et de l'ordre de passation des mesures

2.3 Hypothèses et plan d'analyse

Nous prédisons que le style cognitif de raisonnement plus intuitif des participants et leur propension à être biaisés impacteront négativement l'élaboration de la conscience de la situation qui impliquera à son tour une moindre performance aux exercices de gestion de crise d'origine cyber.

Nous envisageons l'utilisation de modélisation linéaire (GLM) afin d'observer l'impact du raisonnement, de la propension au traitement biaisé de l'information et de la conscience de la situation sur la performance aux exercices de gestion de crise.

2.4 Résultats descriptifs préliminaires

A ce jour, 40 participants ont complété l'étude. Cet échantillon pilote se caractérise par un haut niveau d'expertise terrain, avec une moyenne de 4,1 crises réelles vécues par participant (*ET* = 5,4). Les analyses descriptives préliminaires montrent une tendance au raisonnement de type analytique, marqué par une nette résistance à l'effet de cadrage (55 % des experts y sont totalement insensibles) et une forte disposition à l'ouverture d'esprit active (*M* = 5,46 ; *ET* = 0,70). Néanmoins, une variance notable persiste face au biais de confirmation (les scores s'étalant de -5 à +4), suggérant que même des professionnels demeurent vulnérables à une recherche orientée de l'information. Enfin, une inspection visuelle des données (cf. Figure2) esquisse une première tendance positive entre le niveau moyen de conscience de la situation (*M* = 4,60 ; *ET* = 1,01) et la qualité de la prise de décision. Bien que ces observations préliminaires nécessitent d'être confirmées sur l'échantillon complet, elles sont de bons indices quant à la pertinence de notre protocole expérimental et la viabilité de nos hypothèses.

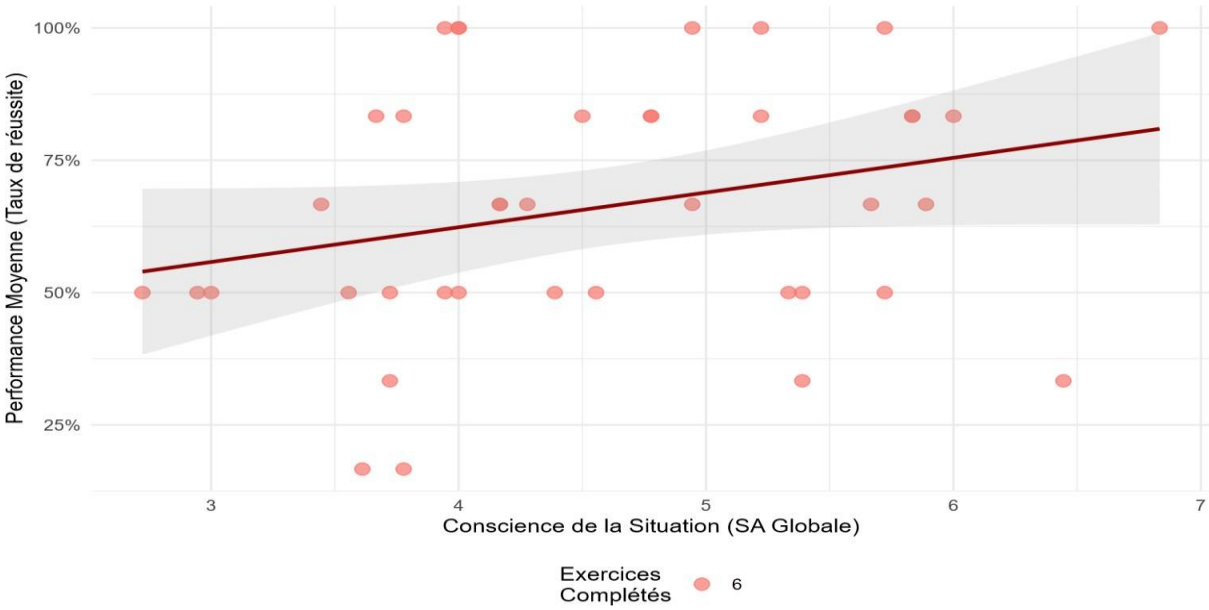


Figure 2. Relation préliminaire entre Conscience de la Situation et performance aux exercices de gestion de crise

3 DISCUSSION ET PERSPECTIVE

Les données sont en cours de recueil depuis février 2026. Les résultats attendus permettront de mieux comprendre les mécanismes d'erreur en situation de crise cyber, tout en alimentant la littérature scientifique en psychologie cognitive et ergonomique sur ces situations à fort enjeux. En objectivant le lien entre biais cognitifs et dégradation de la conscience de la situation, cette étude fournira une base empirique pour le développement d'interventions visant à favoriser une meilleure prise de décision (projet de thèse, non présenté ici). Ces interventions, intégrées à la formation des cellules de crise, pourraient viser à stimuler le raisonnement analytique pour protéger la SA des opérateurs face à l'incertitude. L'objectif est d'apporter des données afin de comprendre au mieux ces situations et accompagner les structures à être toujours plus résilientes face à la menace cyber.

4 BIBLIOGRAPHIE

ANSSI. (2025). Tendances - Les cybermenaces. Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information. https://cyber.gouv.fr/tendances-les-cybermenaces

Braarud, P. Ø. (2021). Investigating the validity of subjective workload rating (NASA TLX) and subjective situation awareness rating (SART) for cognitively complex human–machine work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *86*, 103233. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103233

Brynielsson, J., Franke, U., & Varga, S. (2016). Cyber Situational Awareness Testing. In B. Akhgar & B. Brewster (Éds.), *Combatting Cybercrime and Cyberterrorism* (p. 209-233). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38930-1_12

Champely, S. (2006). *pwr: Basic Functions for Power Analysis* (p. 1.3-0) [Jeu de données]. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.pwr

Endsley, M. R. (1995). Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, *37*(1),65-4. https://doi.org/10.1518/001872095779049499

Evangelopoulou, M., & Johnson, C. W. (2014). Attack Visualisation for Cyber-Security Situation Awareness. *9th IET International Conference on System Safety and Cyber Security (2014)*,1.2.2-1.2.2. https://doi.org/10.1049/cp.2014.0966

Jiang, L., Jayatilaka, A., Nasim, M., Grobler, M., Zahedi, M., & Babar, M. A. (2022). Systematic Literature Review on Cyber Situational Awareness Visualizations. *IEEE Access*, *10*, 57525-57554. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3178195

Lif, P., Granasen, M., & Sommestad, T. (2017). Development and validation of technique to measure cyber situation awareness. *2017 International Conference On Cyber Situational Awareness, Data Analytics And Assessment (Cyber SA)*, 1-8. https://doi.org/10.1109/CyberSA.2017.8073388

Martin, C., Hourlier, S., & Cegarra, J. (2013). La charge mentale de travail : Un concept qui reste indispensable, l'exemple de l'aéronautique: *Le travail humain*, *Vol. 76*(4), 285-308. https://doi.org/10.3917/th.764.0285

Paulus, D., De Vries, G., Janssen, M., & Van De Walle, B. (2022). The influence of cognitive bias on crisis decision-making: Experimental evidence on the comparison of bias effects between crisis decision-maker groups. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *82*, 103379.
https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103379

Rongrong, X., Xiaochun, Y., & Zhiyu, H. (2019). Framework for risk assessment in cyber situational awareness.*IET Information Security*, *13*(2), 149156. https://doi.org/10.1049/iet-ifs.2018.5189

Ergonomie cognitive et formation immersive : Aspects de la charge cognitive, de la conscience de la situation et de la présence dans la gestion des crises d'origine cyber.

José Manuel CASTILLO
CeRCA CNRS UMR 7295, Université de Poitiers
Jose.manuel.castillo.pimentel@univ-poitiers.fr

Nicolas LOUVETON
CeRCA CNRS UMR 7295, Université de Poitiers
nicolas.louveton@univ-poitiers.fr

Marc PARENTHOEN
XLIM UMR CNRS 7252, Université de Poitiers
marc.parenthoen@univ-poitiers.fr
Catégorie de soumission : "contribution pour un symposium"

RÉSUMÉ

L'utilisation des Cyber Ranges comme outil de formation en cybersécurité et en gestion de crise cyber est reconnue pour son caractère immersif. Cependant, leur efficacité auprès d'un public non technique reste limitée, notamment en termes de motivation, d'engagement et de développement de la conscience situationnelle. Le présent travail décrit le dispositif RéSISTeCC, conçu pour la formation technique et stratégique des équipes de petites structures en gestion de crise cyber. L'objectif de ce travail est de présenter les premiers résultats relatifs à la conception de ce type d'exercices, en prenant en compte quatre indicateurs clés : immersion, présence, conscience de la situation et charge mentale. Une méthodologie d'analyse est proposée, accompagnée de premières recommandations pour l'optimisation des dispositifs immersifs.

MOTS-CLÉS
Charge Mentale, Présence, Cyber Ranges, Conscience de la Situation, Cybersécurité

1 INTRODUCTION

L'augmentation et la sophistication des cyberattaques ont fait de la cybersécurité un enjeu systémique, dépassant la seule dimension technique pour s'étendre aux sphères organisationnelle, cognitive et humaine (Nobles, 2018). Les organisations dépendent désormais de manière critique de leurs infrastructures numériques (applications, bases de données, etc.) pour assurer leurs activités ; toute altération malveillante de leurs systèmes d'information peut donc entraîner des conséquences immédiates et déstabilisatrices sur leur fonctionnement. Dans cette optique, une crise cyber est définie comme une rupture de l'équilibre opérationnel d'une organisation, provoquée par des actions malveillantes ciblant ses services et outils numériques (ANSSI, 2021).

Ces crises peuvent résulter aussi bien d'erreurs internes que d'attaques externes, souvent appuyées par des stratégies d'ingénierie sociale (Pollini et al., 2022 ; Young et al., 2018). Leur gestion exige une coordination entre décisions techniques, stratégiques et communicationnelles, dans des conditions d'incertitude et de pression temporelle accrues.

Dans ce contexte, de nombreuses organisations accordent une priorité croissante à la formation de cellules de gestion de crise cyber. Ces dernières années, les exercices de cybersécurité, et en particulier les entraînements basés sur des cyber ranges (simulateur ou réplique d'un système

d'information), se sont imposés comme des dispositifs privilégiés pour l'entraînement et l'évaluation des capacités de détection, d'atténuation et de réponse aux incidents (Russo et al., 2020 ; Yamin et al., 2020). Cependant, la majorité de ces dispositifs a été conçue pour des experts techniques, centrant l'apprentissage sur des compétences opérationnelles et reléguant au second plan la formation des profils stratégiques (décisionnels) ou non techniques, qui jouent pourtant un rôle déterminant en situation de crise.

Cette orientation *technocentrée* limite la compréhension de la performance collective, alors que l'efficacité de la gestion de crise dépend largement de processus cognitifs et sociaux tels que la coordination, la communication, le partage d'informations et la prise de décision collective (Schraagen & van de Ven, 2011).

Actuellement, face à la nécessité croissante de former les organisations à la gestion et à la prévention des incidents cyber, les offres de formation en cybersécurité se multiplient. Elles vont des exercices de type table-top à des dispositifs plus sophistiqués basés sur l'entraînement par simulation. Cependant, la littérature disponible souligne que la majorité de ces formations ciblent principalement un public technique, laissant ainsi un écart de connaissances concernant la structuration de dispositifs immersifs en cybersécurité destinés à des publics non techniques ou mixtes.

Dans cette optique, l'ergonomie cognitive représente un cadre particulièrement pertinent pour analyser la façon dont les opérateurs (techniques, non techniques et mixtes) perçoivent l'information, construisent des modèles mentaux et agissent au sein de systèmes sociotechniques complexes. L'étude de ces processus s'avère essentielle pour concevoir des plateformes immersives dédiées à la gestion de crises cyber (Castillo et al., 2024a). Ce travail a pour objectif, d'une part, d'intégrer des principes issus de l'ergonomie cognitive dans la conception d'entraînements immersifs à la gestion de crise cyber et, d'autre part, de présenter le dispositif RéSISTeCC comme une application concrète de ces principes, à travers l'utilisation d'un cyber range destiné à des équipes à la fois techniques et stratégiques.

2 FORMATION IMMERSIVE EN UTILISANT CYBER RANGES

L'entraînement par simulation s'inscrit dans le paradigme de l'apprentissage expérientiel, ce cadre conçoit l'apprentissage comme un processus articulant expérience directe, perception et action pour produire des connaissances (Kolb, 1984). Cette approche, largement utilisée dans les contextes militaires et médicaux, s'est révélée particulièrement efficace pour préparer les individus à des situations dangereuses ou hautement complexes, où l'erreur en conditions réelles pourrait s'avérer coûteuse ou irréversible (Lateef, 2010; Moorthy et al., 2005). La simulation permet ainsi de reproduire des systèmes réels avec un haut degré de fidélité et d'offrir des opportunités de pratique active, de réflexion et de rétroaction, facilitant le transfert des compétences vers l'environnement opérationnel (Gkioulos & Chowdhury, 2021; Hautamaki et al., 2019).

Dans le domaine de la cybersécurité, les Cyber Ranges (CR) constituent des environnements virtuels capables de répliquer des réseaux, outils et applications dans un cadre sécurisé, où les participants peuvent expérimenter des attaques simulées et tester des réponses sans risque pour l'infrastructure réelle. Plusieurs travaux ont montré que ce type d'entraînement favorise l'intégration des connaissances, l'utilisation plus large d'outils techniques et l'amélioration des performances en résolution de problèmes (Karjalainen et al., 2019; McClain et al., 2015; Vykopal et al., 2017).

Cependant, l'efficacité pédagogique de ces dispositifs ne dépend pas uniquement de leur réalisme technique, mais aussi de la clarté des objectifs d'apprentissage, de la structure des scénarios et de la qualité des retours fournis (Karjalainen & Kokkonen, 2020).

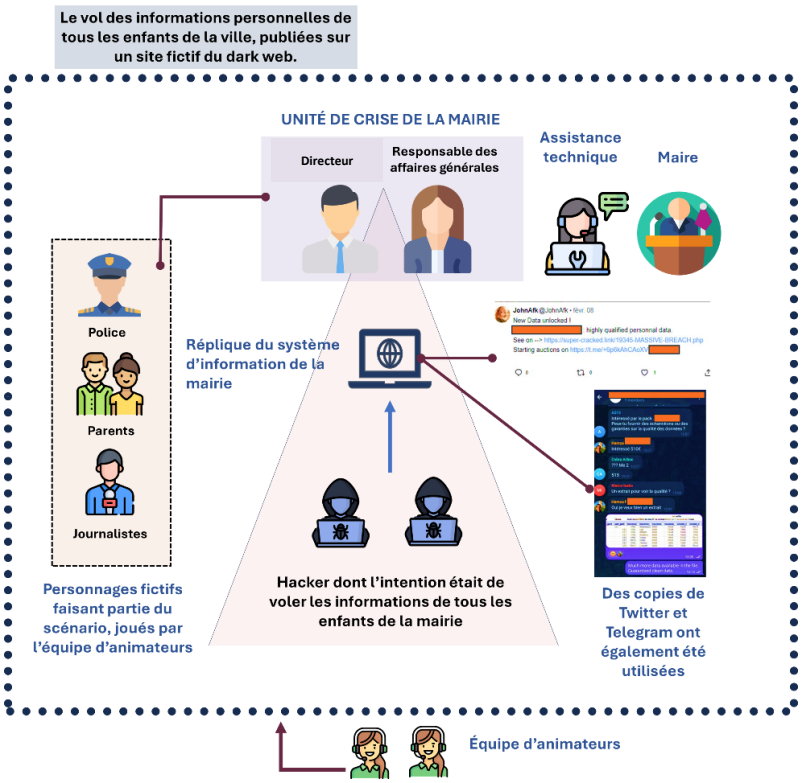
D'un point de vue de l'ergonomie, la performance en simulation n'émerge pas automatiquement de la technologie, mais de l'interaction entre le système, la tâche et les processus cognitifs des participants. Par conséquent, la conception d'un cyber range doit explicitement prendre en compte l'impact des caractéristiques de l'environnement sur l'attention, la mémoire, la compréhension et la prise de décision.

3 LE DISPOSITIF RESISTECC COMME CAS APPLIQUÉ

Le projet RéSISTeCC (Résilience par la Simulation Immersive Stratégique et Technique de Crises Cyber) a été conçu pour former des petites collectivités, des institutions publiques et des entités socio-économiques à la gestion de crise cyber au moyen d'un dispositif sociotechnique fondé sur la simulation immersive (Castillo et al. 2024a). Contrairement aux approches centrées exclusivement sur les experts techniques, RéSISTeCC intègre à la fois des cellules techniques et stratégiques, visant le développement de compétences collectives en matière de coordination, de communication et de prise de décision.

Les exercices sont structurés sous forme de scénarios narratifs dans lesquels les facilitateurs / responsables pédagogiques injectent des événements ou stimuli représentant des incidents techniques ou liés au déroulement de la crise. Ces stimuli peuvent être *structurants*, lorsqu'ils orientent l'accomplissement de tâches ou comportements spécifiques, ou *saturants*, lorsqu'ils introduisent des distractions ou une pression temporelle afin d'augmenter l'incertitude ou le stress chez les participants. Ainsi, l'entraînement cherche à reproduire non seulement les aspects techniques d'une crise, mais aussi ses dimensions cognitive et émotionnelle, générant des comportements, des interactions et des processus décisionnels comparables à ceux observés en situation réelle. La Figure 1 présente un exemple d'exercice RéSISTeCC.

Figure 1. Exemple d'un exercice RéSISTeCC, figure adaptée au français de Castillo et al. (2024b)

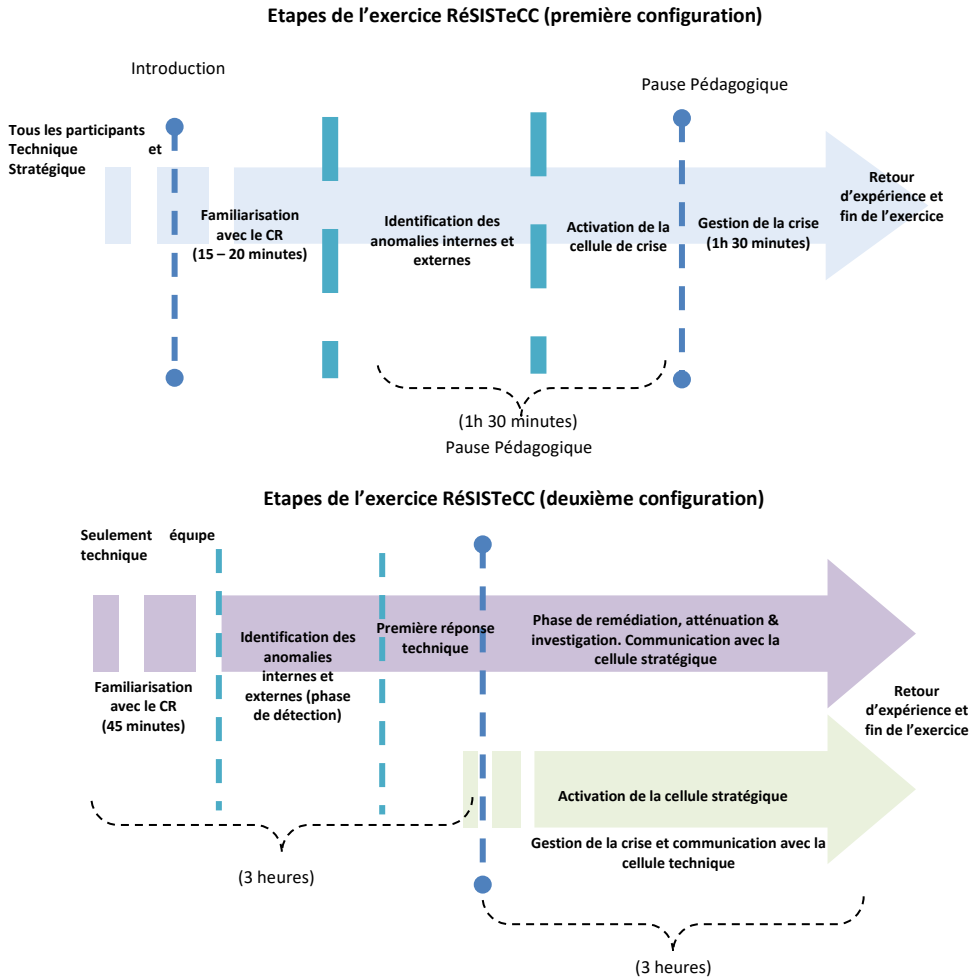


À ce jour, deux configurations de l'exercice ont été mises en œuvre. La première, d'une durée d'environ quatre heures, réunissait les participants au sein d'une cellule de crise intégrant des fonctions techniques et stratégiques. L'exercice débutait par la gestion d'incidents techniques (anomalies) évoluant progressivement vers une situation de crise nécessitant une prise en charge globale. Les actions évaluées concernaient l'identification des anomalies internes et externes, la détection de données compromises, l'analyse des intentions de l'attaquant et la planification de la continuité des activités critiques de l'organisation, tout en gérant simultanément la cyberattaque.

La seconde configuration, d'une durée d'environ huit heures, débutait exclusivement avec la cellule technique, confrontée à un scénario opérationnel déclenchant progressivement la crise. La cellule stratégique était constituée ultérieurement, sur la base des éléments transmis par la cellule technique. La gestion reposait alors sur une coordination structurée entre les deux cellules. Les critères d'évaluation demeuraient similaires, avec un accent renforcé sur la communication intercellulaire, les actions d'investigation et de remédiation (cellule technique) et la planification à court, moyen et long terme de la reprise des activités en mode dégradé (cellule stratégique).

Dans les deux cas, une phase introductive présentait les objectifs, les règles et les ressources disponibles, suivie d'une phase d'appropriation du système d'information (cyber range) de quinze minutes. Des stimuli préparatoires étaient injectés pour faciliter l'adaptation (rédaction de courriels, consultation de bases de données, gestion d'appels). Une pause pédagogique à mi-exercice permettait d'analyser les décisions initiales et les difficultés rencontrées. Enfin, un débriefing structuré concluait la simulation. La Figure 2 présente les différentes configurations de l'exercice RéSISTeCC.

Figure 2. Différentes configurations de l'exercice RéSISTeCC



Afin d'évaluer l'efficacité des exercices RéSISTeCC, des études quantitatives portant sur les dimensions psychologiques (réponses aux questionnaires psychométriques) et comportementales des participants sont actuellement conduites. Concernant les variables psychologiques, ces études incluent l'évaluation de la présence, de la conscience de la situation et de la charge cognitive. S'agissant des dimensions comportementales, une liste d'indicateurs observables est établie à partir des actions concrètes attendues lors d'une crise d'origine cyber. Ces indicateurs s'appuient sur les principaux référentiels existants en matière de gestion de crise cyber et sont structurés au sein du cadre d'évaluation PERCY (Performance et Réaction à la Crise Cyber), en cours de validation pour adapter ces référentiels au cas des petites entités de niveau débutant à intermédiaire en gestion de

crise cyber. Ce cadre d'évaluation vise à modéliser le performance cognitive et comportementale en contexte de simulation de crise cyber. Dans la suite, seront précisés différents aspects généraux observés au cours de la mise en œuvre des exercices RéSISTeCC, au regard des variables précédemment mentionnées. Pour chaque variable, sera précisé différents aspects généraux observés et comment ceux-ci ont influencé la mise en œuvre des exercices RéSISTeCC.

3.1. Immersion et présence

L'immersion est définie comme un état psychologique caractérisé par une implication profonde dans l'environnement simulé et une focalisation attentionnelle soutenue, réduisant la conscience du monde physique (Agrawal et al., 2020 ; Witmer & Singer, 1998). *L'état de présence*, étroitement liée à l'immersion, correspond à l'expérience subjective *d'être là*, c'est-à-dire de se percevoir comme faisant partie de l'environnement virtuel. L'évaluation de cette variable psychologique a été réalisée à l'aide du Presence Questionnaire (Witmer & Singer, 1998 ; Robilliard et al. 2002).

Lors des premières expérimentations, il a été observé que plusieurs phases du chronogramme initialement planifié étaient régulièrement contournées par les animateurs experts afin de mieux s'adapter aux besoins d'apprentissage réels des participants, notamment en raison des comportements parfois inattendus de ces derniers et de leur manière d'appréhender les éléments intégrés au cyber range. Cette inadéquation entre la planification et le déroulement effectif du scénario a mis en évidence une perte d'efficience dans la phase de conception, nous conduisant à formaliser un modèle de scénarisation adaptative fondé sur les compétences effectivement mobilisées en situation de simulation.

Dans cette ligne, le dispositif RéSISTeCC a adopté le principe du *fusil de Tchekhov*, selon lequel chaque élément introduit dans un scénario doit remplir une fonction narrative précise. Ainsi, chaque composant intégré au cyber range possède une finalité pédagogique explicite (Castillo et al. 2025). Tous les stimuli, outils et indices informationnels présentés durant l'exercice (courriels, alertes, bases de données) doivent être intégrés de manière significative à la progression du scénario, afin d'éviter les éléments superflus susceptibles de perturber la cohérence narrative ou de disperser l'attention.

3.2. Conscience de la situation pour la gestion de crise cyber

La Conscience de la Situation constitue l'un des principaux prédicteurs de la performance dans des environnements complexes et à haut risque. Selon le modèle d'Endsley (1995), elle comprend trois niveaux : la perception des éléments, la compréhension de leur signification et la projection des états du système. Dans le domaine cyber, cette tâche est particulièrement exigeante, car l'environnement repose sur des représentations abstraites ou immatériel (logs, alertes, diagrammes de réseau).

L'intérêt d'évaluer la conscience de la situation réside dans la corrélation entre sa présence et l'exécution d'actions visant à atténuer la crise, notamment entre un niveau élevé de conscience de la situation et la performance décisionnelle. Pour évaluer cette variable, le questionnaire SART (Situation Awareness Rating Technique) de Taylor a été utilisé. Celle-ci repose sur trois composantes principales : les demandes de la situation (exigences en ressources attentionnelles), les ressources de l'individu (ressources attentionnelles disponibles) et le niveau de compréhension de la situation, tout comme l'échelle de présence, l'échelle de Taylor est complétée à l'aide d'une échelle de type Likert dont les réponses varient de 1 à 7.

Dans le cas des formations RéSISTeCC, les opérateurs doivent donc construire des hypothèses à partir d'informations fragmentaires, identifier des anomalies et anticiper l'évolution de l'attaque. Pendant les exercices, il est essentiel de considérer la manière dont la conscience de la situation peut être mobilisée dans un contexte de formation ou d'apprentissage utilisant une plateforme de type cyber range. Les caractéristiques du système (par exemple, les systèmes d'information, les messages) ainsi que les stimuli qui font partie du scénario doivent être suffisamment pertinents et adaptés pour permettre aux participants d'identifier, de comprendre et d'anticiper les actions conformément aux objectifs définis par les facilitateurs. Autrement dit, les propriétés techniques et qualitatives du Cyber Range et du scénario doivent faire l'objet d'une évaluation rigoureuse afin d'assurer l'alignement des

comportements des participants avec les objectifs pédagogiques de l'exercice. Par exemple, si un dysfonctionnement technique ralentit la simulation au cours de l'exercice, les participants pourraient l'interpréter à tort comme une attaque ou une manipulation du système, les conduisant ainsi à engager des actions inadaptées.

Par ailleurs, la conscience de la situation peut être renforcée grâce à l'intégration d'outils pédagogiques en amont des exercices de gestion de crise. Une de nos premières études (Castillo, 2025b) révèle ainsi que le visionnage d'un tutoriel vidéo sur la gestion des crises cyber améliore significativement la perception des enjeux pendant l'exercice. Les participants ayant suivi cette vidéo, que ce soit avant le début de la session ou en cours d'exercice, ont démontré une meilleure maîtrise de cette dimension. Bien que ces résultats restent préliminaires, ils laissent supposer qu'un accompagnement pédagogique en amont favorise une compréhension plus fine de la situation, une attention soutenue et une gestion plus efficace des contraintes contextuelles, telles que l'incertitude ou la variabilité des scénarios.

3.3. Charge mentale et régulation du stress

La théorie de la charge cognitive (Sweller et al., 1998, 2019) postule que la mémoire de travail possède une capacité limitée et que l'apprentissage se dégrade lorsque la demande cognitive excède cette capacité. Elle distingue la charge intrinsèque, liée à la complexité de la tâche, et la charge extrinsèque, résultant de la présentation de l'information ou d'éléments non pertinents. Dans notre cadre, l'évaluation de cette variable a été réalisée à l'aide de la version française du NASA-TLX (Hart et al. 1988 ; Cegarra & Mongardo, 2009).

Dans une simulation de crise cyber, si la complexité est nécessaire au réalisme, les problèmes techniques ou les interfaces peu intuitives constituent des sources de charge extrinsèque qui saturent les ressources cognitives et entravent l'apprentissage. La régulation progressive des stimuli, la clarification des objectifs et l'intégration de séances de débriefing permettent de redistribuer les ressources cognitives vers des processus d'apprentissage plus productifs.

En d'autres termes, l'étude de la charge cognitive en situation de simulation nous a permis de distinguer les éléments pertinents pour l'apprentissage de ceux qui ne le sont pas et, par un processus itératif, d'améliorer la qualité des simulations en mesurant les performances des participants.

Concrètement, son application a montré que le scénario simulé devait constituer une situation génératrice de stress pour les participants. Autrement dit, le stress devait être intégré au dispositif sous forme de stimuli visant à induire un état émotionnel d'alerte. Cet aspect est étroitement lié à l'intensité des stimuli injectés (*stimuli saturants)* en début d'exercice, afin de placer les participants dans une dynamique émotionnelle cohérente avec une situation de gestion de crise. Ainsi, en fonction de l'engagement des équipes dans la résolution des problèmes, les stimuli saturants sont diminués ou, dans certains cas, cessent d'être injectés par les animateurs.

Une seconde application a mis en évidence que le scénario doit faire l'objet d'une conception rigoureuse, impliquant un examen attentif de sa structuration, de sa présentation et de sa cohérence globale. Ceci vise à éviter que les participants mobilisent des ressources attentionnelles sur des éléments périphériques ou non pertinents, ce qui pourrait réduire leur immersion dans l'exercice.

À titre d'exemple, une mauvaise qualité des supports pédagogiques, des objectifs mal définis ou irréalistes peuvent perturber l'engagement des apprenants. Ainsi, nous considérons qu'une conception inadéquate d'un exercice de simulation en gestion de crise cyber peut affecter négativement le processus d'immersion des participants et, par conséquent, compromettre leur apprentissage. Enfin, la charge extrinsèque peut aussi découler des spécificités mêmes du cyber range, notamment des propriétés techniques et des outils numériques mis en œuvre. Cela met en lumière l'importance d'une phase d'appropriation en amont de l'exercice, destinée à familiariser les participants avec les outils, les rôles et le contexte de l'exercice.

En ce qui concerne le dernier type de charge cognitive, la charge essentielle, celle-ci est particulièrement favorisée lors de la pause pédagogique. Durant cette phase, les responsables pédagogiques explorent les perceptions des participants concernant les événements et l'exécution des différentes actions. Cette étape est également pertinente pour fournir un retour d'expérience sur les

actions réalisées et celles à mettre en œuvre en fonction de l'état de l'exercice, dans le but de faciliter l'apprentissage.

4 DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse du dispositif RéSISTeCC montre que l'efficacité des Cyber Ranges ne dépend pas uniquement de leur sophistication technologique, mais de leur adéquation aux principes du fonctionnement cognitif humain. L'immersion et la présence favorise l'engagement, la conscience de la situation oriente la décision et l'action ainsi et, finalement, la régulation de la charge mentale conditionne la capacité d'apprentissage. Ces dimensions forment un système interdépendant : un excès de stimuli peut accroître la présence mais dégrader la conscience situationnelle par surcharge, tandis qu'une simplification excessive peut réduire l'implication et limiter le transfert.

Ainsi, la conception d'entraînements immersifs doit être envisagée comme un problème ergonomique d'optimisation, recherchant un équilibre entre réalisme, complexité et capacités cognitives. Les Cyber Ranges peuvent alors être considérés non seulement comme des plateformes techniques, mais comme des dispositifs sociocognitifs destinés à organiser l'information, la tâche et le contexte de manière compatible avec les processus mentaux des participants.

Le dispositif RéSISTeCC illustre comment l'intégration systématique des concepts d'ergonomie cognitive, d'immersion, présence, de conscience de la situation et de charge mentale permet d'améliorer la qualité pédagogique des simulations et de jeter les bases du développement de métriques d'évaluation plus précises. Les recherches futures devront opérationnaliser ces variables au moyen d'instruments psychométriques et comportementaux afin de mesurer objectivement l'apprentissage et la performance collective dans des environnements immatériels complexes. Finalement, jusqu'à présent, le projet RESISTECC a démontré la difficulté de proposer un cadre d'étude standardisé pour des processus organisationnels très variables, en fonction de l'organisation participante ou des caractéristiques du système simulé. Dans cette perspective, nous nous situons à mi-chemin entre l'étude de cas et l'étude expérimentale. Il est donc nécessaire de collecter des données afin de mieux comprendre les différentes manipulations mises en œuvre, puis de proposer une modélisation permettant de réaliser, à l'avenir, des expériences plus ambitieuses et plus structurées.

5 BIBLIOGRAPHIE

Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) (2021). *Anticiper et gérer sa communication de crise cyber*.

Agrawal, S., Simon, A., Bech, Sø., BÆrentsen, K., & Forchhammer, Sø. (2020). Defining immersion: Literature review and implications for research on audiovisual experiences. In *AES: Journal of the Audio Engineering Society* 68 (6) 404–417. Audio Engineering Society. https://doi.org/10.17743/jaes.2020.0039

Castillo, J.M., Louveton, N., Parenthoen, M. (2024a) Formation immersive dans la gestion des crises d'origine cyber : Le cas du projet RESISTECC. IHM' 24, Paris, France

Castillo, J.M., Louveton, N., Parenthoen, M. (2024b) Improving Effectiveness of Cyber Crisis Management Trainings: Lessons Learned from an Exploratory Study Assessing Immersion, Cognitive Load, and Situation Awareness. In European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE 2024): Contributing to a sustainable and participatory future, European Association of Cognitive Ergonomics (EACE), Oct 2024, Paris, France.

Castillo, J.M., Louveton, N., Parenthoen, M. (2025a). A theoretical model for enhancing cyber crisis training in cyber ranges: Bridging cognitive load, situational awareness, and immersion. Cognition, Technology & Work, 27(4), 431–448. https://doi.org/10.1007/s10111-025-00844-3

Castillo, J.M., Louveton, N., Parenthoen, M. (2025b). Enhancing the effectiveness of cyber range training scenarios: Impact of video tutorials on mental workload, situational awareness and presence. En A. Moallem (Ed.), HCI for Cybersecurity, Privacy and Trust. HCII 2025. Lecture Notes

in Computer Science 15814, 193-212. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-92833-8_12

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. In *Human Factors* 37 (1) 32–64. https://doi.org/10.1518/001872095779049543

Gkioulos, V., & Chowdhury, N. (2021). Cyber security training for critical infrastructure protection: A literature review. In *Computer Science Review* (40). Elsevier Ireland Ltd. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100361

Hautamaki, J., Karjalainen, M., Hakkinen, P., & Hamalainen, T. (2019). Cyber security exercise – literature review to pedagogical methodology. *Inted2019 proceedings*, *1*, 3893–3898. Https://doi.org/10.21125/inted.2019.0985

Karjalainen, M., & Kokkonen, T. (2020). Review of pedagogical principles of cyber security exercises. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, *5*(5), 592–600. https://doi.org/10.25046/AJ050572

Karjalainen, M., Kokkonen, T., & Puuska, S. (2019). Pedagogical Aspects of Cyber Security Exercises. *Proceedings - 4th IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops, EUROS and PW 2019*, 103–108. https://doi.org/10.1109/EuroSPW.2019.00018

Kolb, D. A. (n.d.). *Experiential Learning: Experience As the Source of Learning and development*.

Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: Just like the real thing. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, *3*(4), 348–352. https://doi.org/10.4103/0974-2700.70743

McClain, J., Silva, A., Emmanuel, G., Anderson, B., Nauer, K., Abbott, R., & Forsythe, C. (2015). Human Performance Factors in Cyber Security Forensic Analysis. *Procedia Manufacturing*, *3*, 5301–5307. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.621

Moorthy, K., Vincent, C., & Darzi, A. (2005). Simulation Based Training. *BMJ*.

Nobles, C. (2018). Botching Human Factors in Cybersecurity in Business Organizations. *HOLISTICA – Journal of Business and Public Administration*, *9*(3), 71–88. https://doi.org/10.2478/hjbpa-2018-0024

Parenthoen, M. (2023)

Pollini, A., Callari, T. C., Tedeschi, A., Ruscio, D., Save, L., Chiarugi, F., & Guerri, D. (2022). Leveraging human factors in cybersecurity: an integrated methodological approach. *Cognition, Technology and Work*, *24*(2), 371–390. https://doi.org/10.1007/s10111-021-00683-y

Russo, E., Costa, G., & Armando, A. (2020). Building next generation Cyber Ranges with CRACK. *Computers and Security*, *95*. https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.101837

Schraagen, J. M., & van de Ven, J. (2011). Human factors aspects of ICT for crisis management. In *Cognition, Technology and Work* 13 (3) 175–187. https://doi.org/10.1007/s10111-011-0175-6

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. In *Educational Psychology Review* (Vol. 31, Number 2, pp. 261–292). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5

Sweller, J., Van Merrienboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, *10*(3), 251–296. https://doi.org/10.1023/A:1022193728205

Vykopal, J., Vizvary, M., Oslejsek, R., Celeda, P., & Tovarnak, D. (2017). Lessons learned from complex hands-on defence exercises in a cyber range. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, *2017-October*, 1–8. https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190713

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. In *Presence* 7 (3).

Yamin, M. M., Katt, B., & Gkioulos, V. (2020). Cyber ranges and security testbeds: Scenarios, functions, tools and architecture. In *Computers and Security*, 88. Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.101636

Young, H., van Vliet, T., van de Ven, J., Jol, S., & Broekman, C. (2018). Understanding human factors in cyber security as a dynamic system. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *593*, 244–254. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60585-2_23

POSTERS

Étude de l'influence des éléments gamifiés sur le comportement du conducteur

Alexis Boyer
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
alexis.boyer2@uphf.fr

Laura Wallard
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
laura.wallard@uphf.fr

Jérôme Floris
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
jerome.floris@uphf.fr

Philippe Simon
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
philippe.simon@uphf.fr

Eugénie Avril
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
eugenie.avril@uphf.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ

Cette étude examine l'impact de l'immersion dans une tâche secondaire gamifiée sur la capacité du conducteur à reprendre le contrôle d'un véhicule automatisé. Alors que la gamification s'installe dans l'habitacle pour améliorer l'expérience utilisateur, elle pourrait altérer la conscience situationnelle lors des phases critiques de transition. Cette étude mobilise le simulateur de conduite SHERPA pour comparer différents niveaux d'immersion ludique. L'objectif est de quantifier le coût du désengagement cognitif à travers des mesures de temps de réaction, de précision de trajectoire et d'indicateurs physiologiques, afin de guider la conception d'interfaces conciliant divertissement et sécurité routière.

MOTS-CLÉS
conduite automatisée, gamification, conscience situationnelle, reprise de contrôle, ergonomie cognitive

1 INTRODUCTION

L'automatisation de la conduite de Niveau 3, telle que définie par la Society of Automotive Engineers (SAE) transforme le rôle du conducteur en celui de superviseur, favorisant de plus en plus l'émergence d'activités gamifiées au sein de l'habitacle. Des études montrent déjà l'influence de différents types de jeux vidéo sur la reconstruction de la conscience situationnelle, notamment en raison de la nature et de la profondeur de l'immersion qu'ils génèrent (Jiang et al., 2024). En effet, cette immersion dans ces tâches de jeu sature les ressources attentionnelles limitées du sujet et altère la conscience situationnelle lors des phases critiques de transition (Endsley, 2021; Wickens, 2008). Cependant, les effets à long terme sont encore mal documentés et l'influence du jeu dépend du profil de l'utilisateur et du contexte de conduite (Avril et al., 2024). L'enjeu central de cette étude est donc de déterminer dans quelle mesure le degré d'immersion en jeu influence la conscience situationnelle

du conducteur lors de la phase de reprise de contrôle. Nous postulons que ce coût du désengagement se manifeste d'abord par une augmentation significative du temps de réaction lors d'une requête de reprise de contrôle (H1), illustrant la saturation des ressources attentionnelles (Wickens, 2008). Par ailleurs, nous formulons également l'hypothèse qu'une immersion forte dégrade la qualité de la trajectoire et la vitesse de récupération de la conscience situationnelle (H2). Ce phénomène s'expliquerait par une rupture de la boucle perception-action et une difficulté à reconstruire les niveaux de compréhension de l'environnement nécessaires à une conduite sécurisée (Berthoz, 1997; Endsley, 2021).

2 MÉTHODE

Ce projet s'inscrit dans une expérimentation de type observationnel dans le simulateur de conduite SHERPA (Simulateur Hybride d'Étude et de Recherche Pour l'Automobile). Ce simulateur de pleine échelle est monté sur une plateforme dynamique à 6 degrés de liberté, garantissant une étude en conditions écologiques. L'ensemble des participants (calculs statistiques estimés à 45 sujets), présenteront comme critères d'inclusion : être âgé de 18 ans ou plus et être titulaire du permis de conduire. Ils seront recrutés sur la base du volontariat et informés du protocole expérimental.

Préalablement à l'expérimentation, les participants devront prendre connaissance et signer un formulaire de consentement éclairé remis par l'expérimentateur principal.

3 PLAN EXPÉRIMENTAL

L'étude évalue l'impact du niveau d'immersion ludique sur la qualité de la reprise de contrôle lors d'une transition critique en conduite automatisée de Niveau 3 (SAE, 2018). La tâche principale est une conduite de véhicule sur autoroute. Dans chaque condition, un événement critique déclenche une requête de reprise de contrôle imposant une action corrective immédiate pour éviter un obstacle (voie bloquée). En parallèle de cette tâche de conduite, le participant doit gérer une tâche secondaire (jeu « *Snake* »). Il y a deux conditions expérimentales dans cette étude : une condition à immersion faible et une condition à immersion élevée. Une condition contrôle (conduite seule) est également présente. En condition d'immersion faible, le serpent rampe à une vitesse lente. En condition d'immersion élevée, le serpent rampe à une vitesse plus rapide. Chaque participant est exposé de manière contrebalancée aux différentes conditions, sur des sessions de 10 minutes. La performance globale est évaluée à travers le temps de réaction (temps entre l'alerte de reprise et l'action sur la pédale ou le volant), la stabilité de la trajectoire (écart type de la position latérale), le délai de première fixation visuelle sur la route (*eye-tracking glasses SMI* portées par le conducteur), complétés par les scores de performance au jeu et une mesure de la conscience situationnelle via le questionnaire SAGAT (Endsley, 2021).

4 RÉSULTATS

Les résultats sont en cours d'acquisition. Des pré-tests ont été effectués afin de tester et valider le dispositif de recherche. L'étude principale sera menée dans les prochaines semaines. Les données de l'étude principale n'ayant pas encore été collectées, cette section présente les résultats attendus sur la base des hypothèses formulées en introduction : nous anticipons que les participants en condition d'immersion présenteront des performances de conduite significativement inférieures et une reconstruction plus lente de la conscience situationnelle par rapport à la condition contrôle. Dans la condition d'immersion élevée, les participants présenteront des performances de conduite ainsi qu'une conscience situationnelle significativement inférieures à celles observées dans la condition d'immersion faible.

5 DISCUSSION

Dans cette étude, l'objectif est d'examiner l'effet de l'immersion sur les performances de conduite. Les résultats attendus devraient permettre de vérifier l'hypothèse selon laquelle le coût du désengagement se manifeste par une augmentation significative du temps de réaction lors d'une

requête de reprise de contrôle (H1), et donc une reconstruction plus lente de la conscience situationnelle en immersion. Si les résultats vont dans le sens attendu, cela viendrait soutenir les travaux de Gold et Bengler (2014) sur les dynamiques de reprise de contrôle, ainsi que les modèles de conscience situationnelle développés par Endsley (2021). Enfin, les pré-tests réalisés permettront d'optimiser le protocole pour limiter les biais méthodologiques et améliorer la validité de l'étude.

6 BIBLIOGRAPHIE

Avril, E., Picco, A., Lescarret, C., Lemercier, C., Arguel, A., & Caroux, L. (2024). Gamification in the transport and mobility sector: A systematic review. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 104, 286-302.

Berthoz, A. (1997). Le sens du mouvement. Odile Jacob.

Endsley, M. R. (2021). Situation awareness. Handbook of human factors and ergonomics, 434-455.

Gold, C., & Bengler, K. (2014). Taking over control from highly automated vehicles. *Advances in Human Aspects of Transportation: Part II*, *8*, 64–73.

Jiang, T., Wang, Y., & Tang, R. (2024). Playing games guiding attention improves situation awareness and takeover quality during automated driving. International Journal of Human–Computer Interaction, 40(8), 1892-1905.

SAE International. (2018). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles (Standard No. J3016_201806). SAE International.

Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human factors*, *50*(3), 449-455.

Robustesse des systèmes de production et santé des travailleurs face à la digitalisation

Eliette Darnaud
CRTD, Airbus Helicopters
eliette.darnaud@lecnam.net

Lucie Cuvelier
CESI LINEACT lcuvelier@cesi.fr

Willy Buchmann
CRTD
willy.buchmann@lecnam.net

Laurence Bellies
Airbus Helicopters
laurence.bellies@airbus.com

Flore Barcellini
CRTD
flore.barcellini@lecnam.net

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ

Les systèmes de travail sont l'objet de plusieurs transitions simultanées, comme la digitalisation ou l'évolution de la population, qui interrogent notamment la robustesse de ces systèmes et la santé des travailleurs. La notion de robustesse est mobilisée par de multiples disciplines (sciences pour l'ingénieur, sciences du vivant, sciences humaines et sociales). Ce poster a pour objectif de contribuer à conceptualiser cette notion pour l'ergonomie : nous l'entendons, à ce stade, comme le maintien d'une stabilité fonctionnelle assurée par l'existence de marges de manœuvre présentes dans une situation de travail. Nous illustrerons nos réflexions en cours à travers l'exemple d'un atelier d'assemblage dans l'industrie aéronautique vu comme un cas d'école des transitions en cours dans le secteur industriel (digitales, organisationnelles, démographiques).

MOTS-CLÉS
robustesse, digitalisation, ergonomie, industrie aéronautique, transitions

1 DES SYSTÈMES DE TRAVAIL EN TRANSITION : ACCÉLÉRATION ET HOMOGÉNÉISATION

Les systèmes de travail contemporains sont l'objet de plusieurs transitions simultanées qui redistribuent les ressources disponibles (humaines, technologiques, environnementales), modifient les configurations d'activité et modifient les équilibres organisationnels. Ces transitions ne sont pas indépendantes : elles se superposent, s'entremêlent et produisent sans doute des effets cumulatifs sur la robustesse des systèmes de travail.

D'une part, la digitalisation, dématérialisation totale ou partielle du processus de travail (Bobillier Chaumon, 2023), reconfigure en profondeur les ressources opératoires développées dans le travail (Chatigny, 2001). Ces transformations ne se réduisent pas à l'introduction d'outils numériques ; elles affectent les formes mêmes de l'activité, les modes de régulation collective, les organisations.

D’autre part, l'évolution des populations au travail (vieillissement, diversification des parcours, transmission intergénérationnelle des savoirs) modifie la structure des compétences et expériences disponibles au sein des collectifs.

Dans cette communication affichée, nous souhaitons explorer en quoi ces transitions questionnent la robustesse des systèmes de travail et quelles sont les stratégies organisationnelles ou opératoires mises en œuvre pour tenter d’assurer cette robustesse ainsi que les santés des travailleurs.

2 LA ROBUSTESSE : UN CADRE CONCEPTUEL MULTIDISCIPLINAIRE

La notion de robustesse traverse plusieurs disciplines. Si les définitions paraissent convergentes dans leur logique générale, elles s’avèrent, en pratiques, distinctes dans leurs objets et leurs critères. En ingénierie, la robustesse désigne le maintien des performances d'un système face aux variations de son environnement (Taguchi, 1986). En biologie des systèmes, Hamant (2023) la définit comme la stabilité fonctionnelle, c’est-à-dire la capacité d'un organisme à conserver ses propriétés malgré les fluctuations internes et externes. Dans les sciences des organisations, elle peut être considérée comme une qualité permanente d’un système qui aurait anticipé des perturbations probables et les réponses en adéquation (Fabbe-Costes & Ziad, 2021).

En ergonomie, plusieurs concepts voisins permettent d'éclairer et de circonscrire la notion. La résilience, telle que la définit Cuvelier (2011), renvoie à la gestion articulée des risques et des ressources ; elle suppose une dynamique de développement, là où la robustesse désigne davantage une propriété de maintien. La fiabilité et la sécurité désignent le fonctionnement malgré les perturbations, l'absence de pannes et la maîtrise des risques ; elles relèvent d'une logique de prévention et de contrôle des défaillances. La stabilité, enfin, correspond à une forme d'invariance dynamique : elle décrit la tendance d'un système à revenir à un état de référence après perturbation, sans nécessairement impliquer la plasticité adaptative que suppose la robustesse. Ces distinctions ne sont pas purement taxonomiques : elles engagent des conceptions différentes de la performance, du risque et du rôle de la variabilité dans le fonctionnement des systèmes de travail.

Dans la suite des travaux de Flamard (Flamard, 2018), nous définissons la robustesse en ergonomie comme la capacité d’un système à maintenir sa stabilité fonctionnelle en s’appuyant sur les fluctuations et la variabilité des ressources, plutôt qu’en cherchant à les éliminer. Elle suppose l’existence d’un intervalle de tolérance (Clément et al., 2018) (marge de manœuvre, diversité et redondance des ressources et des processus) à l’intérieur duquel le système peut absorber les variations sans perdre son efficacité opérationnelle.

La robustesse s’oppose à une optimisation étroite (Hamant, 2023), centrée sur la chasse à la variabilité, ainsi qu’à une logique d’ultra-sécurité (Amalberti, 2009) visant la réduction maximale des risques. Elle fait écho aux notions de performance dynamique (Bourgeois & Hubault, 2005), de performance totale (Falzon, 2004), ainsi qu’à la résilience comme capacité de gestion des ressources (Cuvelier & Falzon, 2011).

Dans cette perspective, la robustesse peut être envisagée comme une condition d’un travail performant : le maintien des fonctions face aux perturbations repose sur la redondance et la qualité des ressources mobilisées.

Nous proposons d’alimenter nos réflexions en cours sur ce concept à travers l’analyse ergonomique d’un cas : l’atelier d’assemblage mécanique d’un constructeur aéronautique récemment “modernisé”.

3 APPLICATION : LE CAS DE L’ASSEMBLAGE MÉCANIQUE D’UN CONSTRUCTEUR AÉRONAUTIQUE

Au sein de l’atelier d’assemblage mécanique sont assemblés les éléments mécaniques de transmission d’hélicoptères. Les premières analyses de cet atelier suggèrent que la robustesse se joue dans les interstices laissés aux espaces de régulation informelle, d'ajustement tacite et d'initiative que les opérateurs préservent ou construisent au-delà des prescriptions. C’est donc le travail réel qui serait source de robustesse.

Deux exemples de l'étude d'un cas d'assemblage mécanique dans l'aéronautique illustrent concrètement ce premier constat :

- L'atelier a été fortement digitalisé (outillage connecté, ordres de fabrication et procédures numérisées) surtout dans le but d'assurer la traçabilité, un enjeu majeur du secteur. Cependant, les **notes manuscrites,** comportant des relevés de références et des cotes**,** constituent toujours une ressource collective. Elles facilitent le suivi, la coordination entre compagnons et permettent de répondre aux demandes récurrentes et répétitives du système d'information sans avoir à remanipuler la pièce.
- Emblématique de la digitalisation, la **clef à torquer connectée assure** plusieurs fonctions : serrer, contrôler, tracer par la captation des données. Initialement prévue pour un usage individuel, le torquage (serrage d'écrous avec un effort défini) se fait à deux avec un compagnon qui effectue une série de serrage dans un ordre prescrit et un autre qui valide une à une les courbes de serrage sur l'interface numérique. Cet usage collectif permet au compagnon de rester concentré sur son activité de serrage en évitant de s'interrompre à chaque serrage pour valider les données.

Ainsi, face au manque de fiabilité et à la rigidité des systèmes digitalisés, la robustesse du système productif reposerait sur l'articulation entre dispositifs techniques, marge de manœuvre et ressources collectives

4 CONCLUSION : DEUX QUESTIONS EN PERSPECTIVES

Au-delà de la poursuite de l'étude empirique en cours, deux questions se posent alors, en particulier dans les phases de transitions :

1. **La robustesse comme condition de la santé au travail ?**
   La robustesse du système protège-t-elle/permet-elle de préserver la santé des opérateurs qui la garantissent ? À quelles conditions ?
2. **La robustesse peut-elle épuiser ses propres ressources ?**
   La robustesse peut-elle, paradoxalement, conduire à un affaiblissement progressif, à une usure ou une transformation des ressources sur lesquelles elle s'appuie, les ajustements tacites des opérateurs font certes tenir le système, mais on peut faire l'hypothèse que si ces phases durent ou s'enchainent, cela peut conduire à un épuisement progressif de ces ressources.

5 BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R. (2009). Quel futur et quelle stratégie de sécurité pour un système devenu ultrasûr ? *Transfusion Clinique et Biologique*, *16*(2), 80-85. http://www.sciencedirect.com/science/article/B6VN7-4W99NTP1/2/f31db42f4669966e7f2857410bf46c52

Bobillier Chaumon, M. E. (2023). *Psychologie du travail digitalisé: nouvelles formes du travail et clinique des usages*. Dunod.

Bourgeois, F., & Hubault, F. (2005). Prévenir les TMS. De la biomécanique à la revalorisation du travail, l'analyse du geste dans toutes ses dimensions. *@ctivités*, *2*(1), 19-36, http://www.activites.org/v12n11/bourgeois.pdf.

Chatigny, C. (2001). *La construction de ressources opératoires. Contribution à la conception des conditions de formation en situation de travail* Thèse de doctorat d'ergonomie, Conservatoire National des Arts et Métiers]. Paris.

Clément, A., Marmier, F., Kamissoko, D., Gourc, D., Wioland, L., Govaere, V., & Cegarra, J. (2018). Robustesse, résilience : Une brève synthèse des définitions au travers d'une analyse structurée de la littérature.

Extrait de : MOSIM 2018 - L'essor des systèmes connectés dans l'industrie et les services, 8. https://imtmines-albi.hal.science/hal-01852093Cuvelier, L., & Falzon, P. (2011). Resilience as resource-based design of anticipated situations. In E. Hollnagel, E. Rigaud, & D. Besnard (Eds.), *4th International Symposium on Resilience Engineering*.

Fabbe-Costes, N. et Ziad, Y. (2021). Controverse robustesse / résilience : ce que revèlent les supply chains soumises à la crise Covid-19. Marché et organisations, 42(3), 141-162. https://doi-org.proxybibpp.cnam.fr/10.3917/maorg.042.0141.

Falzon, P. (2004). *Ergonomie*. PUF.

Flamard, L. (2018). *La robustesse en ordonnancement : Une activité d'articulation des dimensions économiques et sociales : la commande du personnel de vente à la SNCF* [Phdthesis, Conservatoire national des arts et metiers - CNAM]. https://theses.hal.science/tel-01878218

Hamant, O. (2023). *Antidote au culte de la performance: la robustesse du vivant*. Gallimard.

Taguchi, G. (1986). *Introduction to Quality Engineering : Designing Quality into Products and Processes*.

Conception d'assistants IA dignes de confiance et compréhensibles : cas appliqués à l'industrie

Elise Durnerin
CATIE
e.durnerin@catie.fr

Joseph Gardette
CATIE
j.gardette@catie.fr

Enola Constanceau
CATIE
e.constanceau@catie.fr

Aline Roc
CATIE
a.roc@catie.fr

Charles Fage
CATIE
c.fage@catie.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ

Les systèmes IA se généralisent, mais ne sont pas forcément perçus comme étant dignes de confiance, ni conçus pour l'être en premier lieu (Ala-Pietilä *et al.*, 2020). Le projet Européen PEER, mené de 2023 à 2027, applique une approche de conception centrée sur les utilisateurs finaux (CCU) pour concevoir des assistants IA dignes de confiance, réellement utilisés et durablement adoptés. Cette démarche systématique et itérative repose sur 3 phases de montée en maturité technologique des prototypes de 4 cas d'usage. Le projet réalise actuellement la seconde phase. Les résultats des premières évaluations se révèlent axés sur la compréhensibilité du fonctionnement des assistants IA par les utilisateurs.

MOTS-CLÉS
conception centrée utilisateur, assistant IA, industrie du futur, expérimentations multisites, compréhensibilité

1 INTRODUCTION

Bien que de plus en plus présents en industrie, la réelle adoption des assistants IA fait face à une absence de confiance de la part des opérateurs, qui est notamment due à un manque de compréhensibilité ou de contrôle. Le projet PEER s'intéresse à 4 cas d'usage : 1) optimisation du paramétrage de machines industrielles de tri fabriquées en France, 2) optimisation de configuration d'entrepôts aux Pays Bas, 3) navigation pour des personnes à mobilité réduite dans la ville d'Amsterdam, 4) navigation pour des clients dans des supermarchés au Portugal. Les assistants IA s'intègrent à des logiciels métiers (cas d'usage 1 et 2) ou des applications mobiles (cas d'usage 3 et 4).

2 ETAPES DE LA CCU EN CONTEXTE INDUSTRIEL

Un atelier préliminaire d'analyse des besoins a été réalisé au sein de chacun des 4 cas d'usage pour développer des IA dignes de confiance (Friedman *et al.*, 2013), incluant des utilisateurs finaux (*e.g.,* personnes en fauteuil roulant pour une application grand public d'aide à la mobilité) et des employés des structures partenaires qui travaillent directement avec les utilisateurs finaux (*e.g., customer engineers* pour une solution d'aide au paramétrage de machine industrielle). Les éléments récoltés sont structurés pour établir les spécifications fonctionnelles des futurs prototypes : modélisation des interactions par BPMN (*Business Process Model and Notation*) (White & Bock, 2011), et enchainement des étapes par *journey mapping* (Endmann & Keßner, 2016).

Les prototypes sont ensuite développés en trois phases. En première phase (2024-2025), des maquettes fonctionnelles interactives (Figma) ou des simulateurs de déplacements (cartes vues de haut avec avatar contrôlable) (TRL 3 – *Technology Readiness Level*) sont produits pour explorer et valider les choix de conception relatifs aux recommandations du système IA avant d'engager les développements. En deuxième phase (2025-2026), des preuves de concept intégrant une première version des algorithmes (TRL 4) sont produites sur base d'une architecture commune adaptée à chaque cas d'usage. En dernière phase (2026-2027), toutes les fonctionnalités perçues comme pertinentes sont intégrées dans le 3ème prototype (TRL 5).

Les prototypes de ces 3 phases sont testés auprès d'un panel d'utilisateurs finaux ou de proxy représentatifs, d'abord en environnement contrôlé (TRL 3) en phase 1, puis progressivement en environnement réel industriel (TRL 5) en phase 3. Chaque phase d'évaluation établit des préconisations d'améliorations sur base d'indicateurs clés de succès : performance technique des modèles, qualité de l'expérience utilisateur, acceptabilité du système en situation réelle d'usage, *etc.* La confiance des utilisateurs est analysée sous le prisme de la *trustworthiness*, qui désigne les qualités ou attributs intrinsèques que les utilisateurs perçoivent, et qui font que le système inspire confiance en premier lieu (Mayer *et al.* 1995). Les utilisateurs peuvent interpréter les qualités d'un même système de manière très différente, en fonction de leurs expériences personnelles, de leurs attentes et du contexte (Ala-Pietilä *et al.*, 2020).

La *trustworthiness* des systèmes testés est analysée via une approche mixte générique : (1) observations (*e.g.*, comptabilisation des allers-retours, hésitations, réussites) et recueil des *verbatims* axées sur la prise de décision en séquence (*human-in-the-loop*, interactions humain-IA, collaboration), (2) entretien semi-dirigé divisé en deux parties, la première sur les facteurs prédictifs de la confiance et la seconde portant sur l'interface et l'expérience utilisateur, et (3) complétion d'un questionnaire spécifique, sur la plateforme Peac²h (https://www.peac2h.io/), développé dans le cadre du projet autour de 10 prédicteurs identifiés de la confiance (Durnerin *et al.*, 2025).

3 RÉSULTATS

Initialement centrées sur des enjeux d'explicabilité des modèles IA (traditionnellement traités du point de vue technique), des échanges avec les parties prenantes ont poussé à progressivement reconsidérer les problématiques sous l'angle de la compréhensibilité du fonctionnement des assistants IA par les utilisateurs finaux, c'est-à-dire la capacité de l'utilisateur à se forger un modèle mental et à anticiper le comportement futur du système (Ala-Pietilä *et al.*, 2020). Les résultats qualitatifs et quantitatifs de la première phase d'évaluation sont similaires pour les 4 cas d'usage, et montrent que la compréhensibilité du système joue un rôle majeur dans la confiance accordée à ce dernier par les utilisateurs. En particulier, des éléments saillants relatifs à la notion de collaboration (*e.g.*, intérêt pour un *chatbot*) ont été évoqués par 68% des participants (n=28). Un accès à l'explication souhaitée au moment voulu aurait un effet positif sur la compréhensibilité des utilisateurs et sur la collaboration avec l'assistant IA.

Les résultats du questionnaire indiquent que les participants des différents cas d'usage ont perçu les assistants IA comme étant dignes de confiance : score moyen de 3.32/5 pour le premier (± 0.45) et le deuxième cas d'usage (± 0.24), score moyen de 3.51/5 ± 0.41 pour le troisième cas d'usage et score moyen de 3.95/5 ± 0.2 pour le quatrième cas d'usage.

4 CONCLUSION

Le projet PEER rassemble des expertises complémentaires pour développer des systèmes favorisant une collaboration humain-IA efficace et acceptable. En particulier, il déplace le focus de l'explicabilité des algorithmes (technique) vers des éléments de compréhensibilité des assistants IA (perception humaine). Cela permet d'établir des préconisations ciblées sur les caractéristiques susceptibles de renforcer ou d'éroder le jugement de confiance pendant sa calibration au fil des interactions, afin d'orienter les choix de conception pour une réelle adoption des systèmes.

5 BIBLIOGRAPHIE

Friedman, B., Kahn Jr, P. H., Borning, A., & Huldtgren, A. (2013). Value sensitive design and information systems. In Early engagement and new technologies: Opening up the laboratory (pp. 55-95). Springer.

White, S. A., & Bock, C. (2011). BPMN 2.0 Handbook Second Edition: Methods, Concepts, Case Studies and Standards in Business Process Management Notation. Future Strategies Inc. ISBN 978-0-9849764-0-9.

Endmann, A. & Keßner, D. (2016). User journey mapping – A method in user experience design. i-com, 15(1), pp. 105-110.

Mayer, R. C., Davis, J. H., & Schoorman, F. D. (1995). An integrative model of organizational trust. Academy of management review, 20(3), 709-734.

Ala-Pietilä, P., Bonnet, Y., Bergmann, U., Bielikova, M., Bonefeld-Dahl, C., Bauer, W., ... & Van Wynsberghe, A. (2020). The assessment list for trustworthy artificial intelligence (ALTAI). European Commission.

Durnerin, E., Gardette, J., Constanceau, E., Roc, A., & Fage, C. (2025, October). Why and how to evaluate trustworthiness in AI?. In 3rd European Symposium on Artificial Intelligence in Manufacturing, ESAIM 2025.

6. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble du consortium du projet PEER pour son soutien. Ce projet a bénéficié d'un financement du programme de recherche et d'innovation « Horizon Europe » de l'Union européenne, au titre de la convention de subvention n° 101120406.

Impact d'une défaillance du guidage assisté sur le comportement de navigation en réalité virtuelle immersive

Manuella JAMET
Institut de Recherche Biomédicale des Armées
manu.jamet@outlook.fr

Léo FACCA
Institut de Recherche et d'Etudes Navales (IRENAV)
leo.facca@ecole-navale.fr

Adam CHAUVIGNY
Institut de Recherche et d'Etudes Navales (IRENAV)
adam.chauvigny@ecole-navale.fr

Marie-Hélène FERRER
Institut de Recherche Biomédicale des Armées,
mariehelene.ferrer@gmail.com

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ

Les technologies de navigation assistée transforment les stratégies d'orientation, mais leurs effets en situation de défaillance restent encore peu documentés. Cette étude exploratoire visait principalement à évaluer l'intérêt d'un simulateur de navigation en réalité virtuelle, nommé SimReco, comme dispositif expérimental permettant d'étudier l'adaptation d'utilisateurs confrontés à la panne d'un outil de guidage assisté. Un objectif secondaire était de produire des résultats préliminaires sur les ajustements comportementaux et subjectifs observés en situation de navigation dégradée. Seize participants ont réalisé une tâche de navigation dans un environnement virtuel simulant une jungle guyanaise. Ils devaient atteindre un objectif à l'aide de trois outils : une carte, une boussole et un dispositif de guidage assisté inspiré des applications de navigation sur smartphone. Trois conditions ont été testées : outils fonctionnels, panne initiale du dispositif de guidage, ou panne en cours de progression. Les mesures recueillies incluaient la durée de navigation, la distance parcourue, les fixations visuelles sur les outils disponibles, ainsi que des mesures de vigilance, de tension et d'expérience affective. Les résultats suggèrent une augmentation de la distance parcourue en situation de défaillance et une réorganisation des consultations des outils de navigation. Les autres mesures indiquent une amélioration globale de la vigilance et une réduction des affects négatifs, sans augmentation de la tension. Ces résultats préliminaires soulignent l'intérêt de SimReco pour étudier l'adaptation des utilisateurs en situation de navigation dégradée.

MOTS-CLÉS
réalité virtuelle, ergonomie cognitive, résilience, navigation, charge cognitive

1 INTRODUCTION

Les activités de navigation humaine varient en fonction de facteurs individuels (Yavuz & Spiers, 2026) et reposent traditionnellement sur l'utilisation de repères environnementaux, d'indices spatiaux et d'outils permettant de planifier ou d'ajuster un déplacement (Montello, 2005, Weisberg & Newcombe, 2016). L'essor des technologies numériques, notamment les smartphones et les dispositifs de navigation assistée, transforme toutefois ces pratiques d'orientation, y compris dans des contextes

pédestres. Ces outils facilitent l'accès à l'information spatiale et peuvent améliorer l'efficacité du déplacement, mais ils soulèvent également des questions ergonomiques importantes (Fonseca et al., 2021). En particulier, leur indisponibilité ou leur défaillance peut contraindre l'utilisateur à réorganiser ses stratégies de navigation, par exemple en s'appuyant davantage sur une carte, une boussole ou des repères environnementaux (Ranasinghe et al., 2018).

L'étude de ces situations dégradées présente un intérêt particulier pour l'ergonomie, car elle permet d'interroger la capacité des systèmes à soutenir l'adaptabilité des utilisateurs lorsque l'assistance automatisée ne fonctionne plus comme attendu. Toutefois, ces situations sont difficiles à manipuler en conditions réelles, notamment pour des raisons de contrôle expérimental, de sécurité et de reproductibilité. La réalité virtuelle constitue alors un outil pertinent pour reproduire une tâche de navigation (Coutrot et al., 2019 ; Goodroe et al., 2025). Elle peut permettre de reproduire des environnements complexes tout en contrôlant les conditions de navigation et les événements critiques, tels que la panne d'un dispositif de guidage.

Dans cette perspective, nous avons conçu et testé SimReco, un simulateur de navigation en réalité virtuelle. L'objectif principal de cette étude exploratoire était d'évaluer l'intérêt de ce simulateur comme dispositif expérimental permettant d'étudier l'adaptation d'utilisateurs confrontés à une situation de navigation dégradée. L'objectif secondaire était de décrire, à titre préliminaire, les modifications comportementales associées à la défaillance d'un outil de guidage assisté.

2 PARTICIPANTS, MATERIEL ET METHODE

Seize participants, dont huit femmes et huit hommes, âgés en moyenne de 36.8 ans (ET = 12.3), ont participé à cette étude exploratoire. Ils ont été répartis aléatoirement dans trois conditions expérimentales : une condition contrôle, dans laquelle l'ensemble des outils de navigation était fonctionnel ; une condition de panne initiale, où le dispositif de guidage assisté était indisponible dès le début de la tâche ; et une condition de panne en cours de progression, dans laquelle ce dispositif devenait indisponible pendant la navigation.

L'expérimentation s'est déroulée lors de sessions individuelles d'environ 30 minutes. Chaque session débutait par un questionnaire biographique et par l'administration des échelles auto-rapportées (voir plus bas). Les participants réalisaient ensuite un entraînement standardisé de cinq minutes afin de se familiariser avec le dispositif de réalité virtuelle et les outils de navigation disponibles, avant d'effectuer une tâche consistant à atteindre un objectif dans un environnement virtuel inconnu. À l'issue de la simulation, les échelles auto-rapportées étaient de nouveau administrées afin d'évaluer l'évolution de l'état des participants.

La simulation a été réalisée avec SimReco, un environnement virtuel conçu pour l'expérience représentant une jungle guyanaise. Cet environnement peut être décrit comme un environnement naturel simulé, dans la mesure où il reproduit un espace extérieur, végétalisé et inconnu pour les participants. Tous partaient du même point de départ et devaient localiser un trésor indiqué sur la carte et sur le dispositif de guidage assisté. Trois outils de navigation étaient disponibles : une carte, une boussole et un dispositif de guidage assisté (GPS). Le dispositif était couplé à un casque de réalité virtuelle intégrant un suivi oculométrique.

Les données recueillies combinaient des indicateurs comportementaux et oculométriques (i.e. durée totale de réalisation de la tâche, distance parcourue et nombre de fixations visuelles portées sur chacun des trois outils) ainsi que des données auto-rapportées. Ces dernières comprenaient la SPANE (Scale of Positive and Negative Experience ; Diener et al., 2010), qui évalue les expériences positives et négatives, et l'Activation-Deactivation Adjective Check List de Thayer (1986), utilisée pour mesurer deux dimensions : la vigilance et la tension.

3 RESULTATS

Les analyses descriptives mettent en évidence des différences de comportement selon les conditions expérimentales. Concernant la durée de navigation, les participants confrontés à une panne en cours de progression présentent un temps moyen plus élevé (M = 546 s) que ceux de la condition

contrôle (M = 318 s) et de la condition de panne initiale (M = 337 s). Toutefois, la proximité des médianes entre les groupes, associée à un écart-type important dans la condition de panne en cours de progression (ET = 425), indique une forte variabilité interindividuelle.

La distance parcourue apparaît plus importante dans les conditions de défaillance. Les participants de la condition de panne initiale (M = 1136 m) et de la condition de panne en cours de progression (M = 1094 m) parcourent des distances supérieures à celles observées en condition contrôle (M = 784 m). Ces résultats suggèrent une exploration plus étendue de l'environnement lorsque le dispositif de guidage assisté devient indisponible.

L'analyse des interactions avec les outils de navigation indique une augmentation du nombre de consultations de la carte dans les conditions de panne initiale (M = 55.8) et de panne en cours de progression (M = 63.8), comparativement à la condition contrôle (M = 35.8). Cette tendance apparaît cohérente avec l'indisponibilité du dispositif de guidage, même si les différences observées n'atteignent pas le seuil de significativité statistique. Le nombre de consultations du dispositif de guidage diffère. Un test non paramétrique de Kruskal–Wallis a montré une tendance à une différence entre les scénarios concernant le nombre de vues du dispositif de guidage, ($H(2) = 5.93$, $p = .052$, $\varepsilon^2 = .42$), avec une différence significative observée entre la condition contrôle (M = 88.6) et la condition de panne initiale (M = 10.6) lors des comparaisons post-hoc de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner ($p = .043$). Concernant le nombre de vues boussole, aucune différence significative n'a été observée entre les scénarios ($H(2) = 4.68$, $p = .096$, $\varepsilon^2 = .33$), bien qu'une tendance apparaisse entre les scénarios contrôle (M = 14.0) et panne en cours de progression (M = 30.4) ($p = .071$) suggérant dans ce dernier scénario un possible usage plus élevé de la boussole. Les mesures psychométriques ne révèlent pas de différence significative entre les groupes. Toutefois, les résultats suggèrent chez notre population totale une amélioration globale de la vigilance après la simulation (Mpré = 1.46, Mpost = 2.10, $t(15) = -3.59$, $p = .003$, $d = -0.89$). Celle-ci est associée à une diminution des affects négatifs (Mpré = 11.63, Mpost = 9.00, $t(15) = 3.37$, $p = .004$, $d = 0.84$). Aucun effet significatif n'est observé sur l'axe de tension.

4 DISCUSSION-CONCLUSION

Cette étude exploratoire visait à évaluer l'intérêt du simulateur SimReco pour étudier l'adaptation d'utilisateurs confrontés à la défaillance d'un dispositif de guidage assisté. Les résultats suggèrent que les situations de panne s'accompagnent d'une modification des comportements de navigation, marquée notamment par une augmentation de la distance parcourue et par un recours accru aux outils alternatifs, en particulier la carte et, dans une moindre mesure, la boussole. Ces observations indiquent que le simulateur permet de provoquer et d'observer des ajustements comportementaux en situation de navigation dégradée.

Les mesures auto-rapportées suggèrent par ailleurs que la simulation favorise un engagement cognitif, comme l'indique l'amélioration de la vigilance, sans générer de tension subjective excessive. La diminution des affects négatifs après la tâche va également dans le sens d'une expérience acceptable pour les participants. Ces résultats soutiennent l'intérêt de SimReco comme environnement expérimental contrôlé, capable de reproduire certains éléments pertinents des situations réelles de navigation : déplacement dans un environnement naturel inconnu, usage combiné de plusieurs outils de guidage et survenue d'une défaillance du dispositif assisté.

Ces résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence. La taille restreinte de l'échantillon limite la portée des analyses statistiques et ne permet pas de conclure définitivement sur les stratégies d'adaptation des utilisateurs. De plus, la validité écologique du dispositif doit être comprise comme partielle : si la simulation reproduit certains aspects d'une situation réelle de navigation, elle ne permet pas encore de rendre compte de l'ensemble des contraintes rencontrées en contexte naturel. De futures études devront préciser les usages réels auxquels le simulateur se réfère, augmenter la taille de l'échantillon et examiner plus finement les effets du moment d'apparition de la panne sur les stratégies de navigation. Dans une perspective ergonomique, ces résultats invitent à concevoir des systèmes capables de soutenir l'adaptabilité des utilisateurs lorsque les aides numériques deviennent indisponibles ou peu fiables.

5 REFERENCES PRINCIPALES

Coutrot, A., Schmidt, S., Coutrot, L., Pittman, J., Hong, L., Wiener, J. M., Hölscher, C., Dalton, R., Hornberger, M. & Spiers, H. J. (2019). Virtual navigation tested on a mobile app is predictive of real-world wayfinding navigation performance. *PloS one, 14(3),* e0213272.

Diener, E., Wirtz, D., Tov, W., Kim-Prieto, C., Choi, D. W., Oishi, S., & Biswas-Diener, R. (2010). New well-being measures: Short scales to assess flourishing and positive and negative feelings. Social indicators research, 97(2), 143-156.

Fonseca, F., Conticelli, E., Papageorgiou, G., Ribeiro, P., Jabbari, M., Tondelli, S., & Ramos, R. (2021). Use and perceptions of pedestrian navigation apps: Findings from Bologna and Porto. *ISPRS International Journal of Geo-Information, 10(7)*, 446.

Goodroe, S., Fernandez Velasco, P., Gahnstrom, C. J., Wiener, J., Coutrot, A., Hornberger, M., & Spiers, H. J. (2025). Predicting real-world navigation performance from a virtual navigation task in older adults. *PLoS One*, *20*(1), e0317026.

Montello, D. R. (2005). Navigation. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 257–294). Cambridge University Press

Ranasinghe, C., Heitmann, S., Hamzin, A., Pfeiffer, M., & Kray, C. (2018). Pedestrian navigation and GPS deteriorations: User behavior and adaptation strategies. In *Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction* (pp. 266–277). Association for Computing Machinery (ACM). https://doi.org/10.1145/3292147.3292154

Thayer, R.E. (1986). Activation-deactivation adjective check list: current overview and structural analysis. *Psychological report, 58(2)*, 607-614.

Weisberg, S. M., & Newcombe, N. S. (2016). How do (some) people make a cognitive map? Routes, places, and working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *42*(5), 768.

Yavuz, E., & Spiers, H. J. (2026). Determinants of individual navigation ability. *Nature Reviews Psychology*, 1-17.

Favoriser le pouvoir d'agir des professionnels en médico-social par une ergonomie du management de proximité

Armand Manukyan
Laboratoire 2LPN, Université de Lorraine, Association J.B Thiéry - Maxéville
armand.manukyan@univ-lorraine.fr

Meggan Batier
Association J.B Thiéry - Maxéville
meggan.batier@jbthiery.asso.fr

Jérôme Dinet
Laboratoire 2LPN, Université de Lorraine
jerome.dinet@univ-lorraine.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ

Le secteur médico-social français connaît des tensions structurelles (recrutement difficile, fort turn-over, postes vacants) et des risques psychosociaux qui fragilisent la qualité des accompagnements et l'attractivité des métiers. Le développement du pouvoir d'agir des équipes apparaît comme un levier de résilience : il permet de débattre de la qualité du travail, de faire évoluer les critères professionnels et d'élargir les marges de manœuvre. Cette communication propose la notion d'« ergonomie du management de proximité », qui articule ergonomie du travail, psychologie cognitive et modèles d'empowerment, pour adapter les pratiques managériales aux contraintes du médico-social. Le cadre théorique mobilise Kanter (empowerment structurel), Spreitzer (empowerment psychologique) et le modèle demande–contrôle–soutien de Karasek ; il postule que l'empowerment structurel favorise l'empowerment psychologique, qui réduit l'épuisement et le désengagement. Méthodologiquement, l'étude combine deux focus groups (13 professionnels) et deux questionnaires (Karasek et mesure d'empowerment) pour analyser les pratiques et représentations du management de proximité. Les premiers résultats soulignent le rôle central de la communication et des marges de régulation managériale comme leviers du pouvoir d'agir. L'hypothèse défendue est que l'ergonomie de management renforce la cohérence entre valeurs professionnelles, organisation du travail et transformations du secteur, contribuant à la résilience et à la soutenabilité des pratiques d'accompagnement.

MOTS-CLÉS

Management, pouvoir d'agir, médico-social, accompagnants

1 INTRODUCTION

Le secteur médico-social français est confronté à des tensions structurelles combinant difficultés de recrutement, fort turn-over et postes vacants, ainsi qu'à des risques psychosociaux qui dégradent la qualité des accompagnements et l'attractivité des métiers. Plusieurs travaux en clinique de l'activité présentent le développement du pouvoir d'agir comme une réponse à cette crise, en soulignant la nécessité de mettre en place des dispositifs permettant aux collectifs de débattre de la qualité du travail, de faire évoluer les critères du métier et d'élargir leurs marges de manœuvre. Les études d'intervention centrées sur l'empowerment psychologique des soignants montrent une amélioration

de la satisfaction au travail, contribuant également à réduire l'épuisement cognitif et émotionnel. L'articulation entre empowerment structurel, entendu comme l'ensemble des conditions organisationnelles capacitantes, et empowerment psychologique apparaît essentielle pour consolider l'identité professionnelle dans un environnement marqué par l'incertitude. Ce présent travail se définit comme une recherche qualitative visant à étudier une ergonomie du management, entendue comme un ensemble de stratégies d'analyse des contraintes cognitives des accompagnants et des dynamiques identitaires au sein des équipes médico-sociales. Le modèle théorique proposé servira de cadre d'analyse aux résultats qualitatifs issus de l'étude qualitative en cours auprès de managers de proximité et de professionnels de terrain. Les résultats définitifs seront présentés ultérieurement.

2 ERGONOMIE DU MANAGEMENT : PRINCIPES

L'ergonomie du management peut se définir comme une approche intégrant l'analyse du travail réel dans les pratiques d'encadrement. Cette approche vise à ajuster l'organisation du travail aux caractéristiques des situations et des professionnels. Elle s'appuie sur l'analyse de l'activité réelle, l'observation des situations critiques et la mise en dialogue des différents points de vue pour identifier les contraintes effectives et les ressources mobilisables. Petit et Negroni (2023) soulignent que le travail des managers de proximité est lui-même une activité complexe, soumise à des tensions de rôle intenses. Ces managers agissent comme des régulateurs à l'interface de plusieurs mondes : celui de la direction, centré sur la stratégie et les chiffres, et celui du terrain, centré sur le soin et la relation au patient. Enfin, l'ergonomie du management de proximité doit être un outil à mobiliser pour employer des méthodes agiles (co-conception avec les professionnels et avec les usagers) afin de produire des organisations flexibles face aux évolutions du secteur. Ce management s'inscrit également dans une logique d'empowerment structurel : il cherche à élargir l'accès aux ressources, à l'information et aux espaces de décision, afin de rendre possible l'autonomie de régulation des équipes.

3 FACTEURS COGNITIFS, STRESS ET POUVOIR D'AGIR

L'empowerment structurel trouve son origine dans les travaux de Kanter (1993), postulant que le pouvoir est une propriété structurale de l'environnement de travail. Ainsi, l'efficacité organisationnelle et le bien-être des salariés dépendent de l'accès à des structures favorisant l'action. Kanter soutient que les individus, limités dans l'accès à des ressources telle que l'information, peuvent entrer dans un cycle d'impuissance caractérisé par une résistance au changement, un manque d'engagement et une dégradation de la santé mentale. À l'inverse, des structures habilitantes libèrent le potentiel d'innovation et renforcent l'efficacité opérationnelle. Laschinger (1996) a ainsi montré que la perception d'un environnement habilitant est un prédicteur de l'efficacité perçue du travail. Spreitzer (1995) quant à lui, a déplacé la focale vers la perception subjective de l'individu, introduisant le concept d'empowerment psychologique. L'empowerment psychologique agit comme un moteur interne transformant les ressources structurelles en comportements proactifs (Clot, 2008). Le modèle de demande–contrôle–soutien (Karazek, 1979) montre que les situations combinant fortes exigences psychologiques et faible latitude décisionnelle sont particulièrement génératrices de stress, de fatigue et de désengagement. Orłowska et Laguna (2023) ont ainsi montré que l'empowerment structurel au niveau des unités de soins influence positivement l'empowerment psychologique au niveau individuel, lequel permet de diminuer l'épuisement et le désengagement. Par ailleurs, les accompagnants mobilisent des heuristiques construites dans l'expérience qui peuvent être mis à l'épreuve par les transformations rapides des publics, des outils et des injonctions institutionnelles. Un management ergonomique intègre ces dimensions en instituant des espaces de réflexivité au cours desquels les professionnels peuvent expliciter leurs raisonnements, confronter leurs interprétations. Ces dispositifs soutiennent la transformation des représentations et contribuent au développement d'un pouvoir d'agir à la fois individuel et collectif.

4 METHODE

Les études d'intervention centrées sur l'empowerment psychologique des soignants montrent qu'il joue un rôle dans la réduction de l'épuisement émotionnel et de la détresse professionnelle. L'articulation entre l'empowerment structurel et l'empowerment psychologique apparaît centrale pour consolider l'identité professionnelle dans un environnement marqué par l'incertitude. L'objectif de cette étude est donc d'observer en quoi le style managérial peut influer sur l'empowerment des professionnels et ainsi sur leurs représentations. La présente étude suit 13 professionnels, 12 accompagnants de proximité et un manager, sur deux focus group avec la passation de deux questionnaires. Le questionnaire de Karasek est utilisé comme un outil d'analyse des risques psychosociaux au travail. Il explore trois dimensions : la demande psychologique, la latitude décisionnelle et le soutien social. Il permet d'identifier les situations de tension au travail, notamment quand les exigences sont fortes et les marges de manœuvre faibles. Un questionnaire d'empowerment mesure le sentiment de pouvoir d'agir, d'autonomie et de participation de la personne dans son activité. Il aide à repérer les leviers d'action et de reconnaissance, utiles pour soutenir la qualité de vie au travail. Par ailleurs, l'étude repose sur une approche par focus groups, des entretiens collectifs semi-directifs destinés à recueillir des données sur les représentations et les pratiques des participants à propos du management de proximité et du pouvoir d'agir. Structurés autour de la matrice de SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threaths), leurs résultats préliminaires mettent en exergue de premiers éléments. En effet, les sessions permettent d'observer des facteurs organisationnels perçus comme facilitateurs ou obstacles du pouvoir d'agir. La qualité et la permanence de la communication entre les professionnels se montrent prédominants et laissés à l'arbitrage du responsable de service.

5 CONCLUSION

Favoriser le pouvoir d'agir des professionnels en médico-social suppose de dépasser une conception prescriptive et descendante du management pour adopter une ergonomie du management de proximité, centrée sur l'activité réelle, les ressources cognitives des accompagnants et les dynamiques identitaires des équipes. En s'appuyant sur les apports conjoints de l'ergonomie et de la psychologie de l'empowerment, il devient possible de concevoir des organisations augmentant la capacité des professionnels à débattre du travail, à transformer leurs marges de manœuvre et à coconstruire les innovations dans un secteur en profonde mutation. L'évolution de l'ergonomie vers des visées structurelles et cliniques renvoie ainsi au concept d'ergonomie constructive, portée notamment par Falzon (2023). Dans cette perspective, l'ergonome se focalise sur l'organisation et ses circuits décisionnels. L'enjeu est de passer d'un management qui prescrit et contrôle à un management qui équipe et soutient l'activité. Cette approche vise à concevoir des organisations capacitantes, c'est-à-dire des environnements sains, offrant des opportunités de développement aux individus et aux collectifs Le poster présentera les premiers résultats de l'étude et discutera des facteurs et des leviers opérationnels permettant aux managers de déployer cette ergonomie du management au sein des équipes médicosociales.

6 BIBLIOGRAPHIE

Al-Obiedat, A. M., Allari, R. S., & Gharaibeh, M. K. (2024). The psychological empowerment and quality of work life among Jordanian primary care nurses and midwives. *Frontiers in Medicine, 11*, Article 1476225.

Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Presses universitaires de France.

Falzon, P. (Dir.). (2013). *Ergonomie constructive*. Presses universitaires de France.

Kanter, R. M. (1993). *Men and women of the corporation* (2nd ed.). Basic Books.

Karasek, R. A., & Theorell, T. (1990). *Healthy work: Stress, productivity, and the reconstruction of working life*. Basic Books.

Laschinger, H. K. S. (1996). A theoretical approach to studying work empowerment in nursing: A review of studies testing Kanter's theory of structural power in organizations. *Nursing Administration Quarterly, 20*(2), 25–41.

Orłowska, A., & Laguna, M. (2023). Structural and psychological empowerment in explaining job satisfaction and burnout in nurses: A two-level investigation. *Journal of Nursing Management, 31*(5), 1233–1245.

Petit, J., & Negroni, P. (2023). Agir sur le travail des managers : Des enjeux de métier pour les ergonomes, pour les managers. *Activités, 20*(1).

Spreitzer, G. M. (1995). Psychological empowerment in the workplace: Dimensions, measurement, and validation. *Academy of Management Journal, 38*(5), 1442–1465.

L'utilisation des technologies dans la prise en charge rééducative de l'aphasie

Nicolas Ringot
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
nicolas.ringot@uphf.fr

Laura Wallard
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
laura.wallard@uphf.fr

Romain Magnier
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
romain.magnier2@uphf.fr

Eugénie Avril
UPHF, CNRS, UMR 8201, LAMIH
eugenie.avril@uphf.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ
L'aphasie est un trouble de la communication pouvant survenir après un accident vasculaire cérébral (AVC). Une prise en charge rapide est essentielle pour optimiser la rééducation. Dans ce contexte, les outils technologiques sont de plus en plus utilisés pour apporter le volume nécessaire de rééducation. Cette revue vise à recenser les dispositifs technologiques utilisés aujourd'hui en rééducation, à comprendre leur mise en œuvre dans la prise en charge, et à identifier leur efficacité. Pour ce faire, plusieurs bases de données ont été explorées selon les recommandations PRISMA. Divers outils ont été identifiés (applications, sites web, thérapie vidéo…). Une partie des données extraites portait sur l'acceptabilité et l'efficacité des outils, révélant leurs forces et limites, variables selon leur format et contenu. Ainsi, comprendre l'acceptabilité des dispositifs en identifiant les besoins contextuels est essentiel pour développer des dispositifs de télérééducation (TR) centrés sur le patient et les professionnels.

MOTS-CLÉS
aphasie, Télérééducation, TIC, acceptabilité, *Umbrella Review*

1 INTRODUCTION

En France, environ 300 000 personnes sont touchées par l'aphasie (FNAF, 2025), avec 30 000 à 40 000 nouveaux cas chaque année, principalement suite à un AVC (Poincare, 2014). Une rééducation efficace nécessite entre 20 et 50 heures, un volume difficile à atteindre dans les conditions actuelles (Kong et al., 2024), ce qui souligne le besoin de solutions complémentaires. Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) offrent une piste prometteuse en permettant de prolonger la rééducation hors des séances en présentiel et de suivre les patients à distance. La thérapie par visioconférence a d'ailleurs montré une efficacité comparable à la thérapie traditionnelle pour

l'évaluation de la conversation (Repetto et al., 2021). Cependant, l'intégration de ces technologies soulève des enjeux de personnalisation, d'acceptabilité et d'adaptation au quotidien des patients et des professionnels. La question centrale est donc : Que nous apprennent les revues existantes sur l'utilisation de la technologie pour la rééducation de l'aphasie, la personnalisation des dispositifs et leur acceptabilité ?

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Stratégie de recherche et sélection des articles

L'umbrella review a été réalisée conformément aux recommandations PRISMA relatives aux revues de revues systématiques et méta-analyses. Une recherche avancée a été effectuée dans les bases de données suivantes : PubMed, Scopus, et Web of Science, à l'aide d'une combinaison de mots clés relatifs à : l'Aphasie, l'AVC, la télérééducation et la technologie dans l'orthophonie. La stratégie de recherche a porté sur la période 2020-2025, soit les 5 dernières années.

2.2 Extraction et analyse des données

La recherche dans les 3 bases de données a été réalisée par un membre de l'équipe de recherche (NR). Les doublons ont été supprimés avec le logiciel Zotero. Les titres et les résumés (n=295 articles) ont ensuite été examinés par deux membres indépendants de l'équipe de recherche (NR et RM), selon les critères d'inclusion qui étaient : papiers rédigés en anglais et publiés dans des journaux, ces papiers devaient être des revues centrées sur l'aphasie et la technologie et nous devions y avoir accès. Nous avons, de fait, exclu tous les papiers qui n'étaient pas en lien avec l'aphasie. Pour toutes les études répondant à nos critères d'inclusion (n=11), le texte intégral a été récupéré, analysé et évalué par les deux mêmes auteurs. Tout désaccord a été résolu par la discussion. Pour toutes les publications répondant aux critères d'inclusion, deux auteurs (NR et RM), ont extrait indépendamment les informations selon les critères PICO. Ces critères comprennent cinq points : population (P), intervention (I), comparaison (C) et résultats (O). Les informations extraites ont été validées consensuellement par tous les auteurs.

3 RÉSULTATS

L'analyse des 11 articles sélectionnés a permis de mettre en évidence des informations utiles dans l'amélioration de la prise en charge des patients. Par exemple, concernant les périodes de rééducation, 6 articles sur 11 utilisaient la TR en phase chronique contre 2 en phase aigu et subaigu. Par ailleurs, pour les types d'usages, 30.6% utilisent l'ordinateur comme support de TR, 11.1% de la réalité virtuelle, 16.7% pour la visioconférence et 13.9% à la fois pour le smartphone, la tablette et les logiciels en ligne (Figure 1).

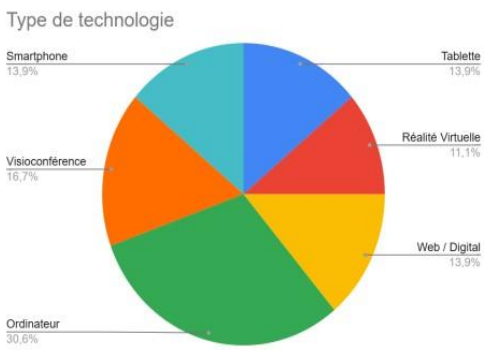


Figure 1 : utilisation des dispositifs dans les articles sélectionnés

Enfin, il existe un nombre important de dispositifs (tableau 1) qui sollicitent différents paramètres chez le patient aphasique, la plupart prenant la forme d'applications mobiles, le plus souvent sur tablette.

Tableau 1 : paramètres travaillés selon les dispositifs et leur support (liste non-exhaustive)

Dispositifs	*Paramètres travaillés*	Supports	Format
Listen-In	*Compréhension auditive, associations mots-images*	**Tablette**, smartphone	Application – Serious Game
Constant Therapy	*Capacités cognitives, langage, dénomination d'images, association, répétition, prononciation, lecture, écriture.*		
Word Trainer	*Dénomination d'images*		
iTalkBetter	*Dénomination d'images, langage spontané*		Application mobile
Talkpath	*Parler, écouter, lire, écrire + compétences paralinguistiques*		
iAphasia	*Écoute, compréhension écrite, répétition, dénomination, l'écriture et la fluence verbale*		
EVA Park	*Communication*	Ordinateur	Réalité virtuelle
StepByStep	*Dénomination d'objet et d'action, association mots images, prononciation des mots, répétition*	Ordinateur, **tablette**	Logiciel – Serious Game
Web ORLA	*Lecture et langage*		

4 DISCUSSION

Ces premiers résultats illustrent bien le fait que les technologies doivent tenir compte des capacités des patients et permettre aux professionnels de santé d'adapter leur prise en charge (Cichon et al., 2021 ; Ciortea et al., 2021). Les applications offrant un retour aux utilisateurs sont privilégiées (Gorshkov et al., 2025), la tablette étant le dispositif le plus utilisé. Pour favoriser l'acceptabilité, ces outils doivent rester sobres et facilement intégrables au domicile, en complément des séances traditionnelles (Repetto et al., 2021). L'utilisation de la TR permet de décharger les centres de rééducation après que les patients se soient accoutumés au préalable aux différents exercices. Cela fournit une continuité dans le traitement (Ciortea et al., 2021), et permet d'augmenter le dosage, notamment après la phase aigüe où les séances sont plus difficilement réalisées. Enfin, 5 articles montrent une amélioration significative de la compréhension, de la lecture, du calcul, de la fluidité verbale, ainsi que de la dénomination grâce à la téléréadaptation (Brun et al., 2026).

5 BIBLIOGRAPHIE

Cichon, N., Wlodarczyk, L., Saluk-Bijak, J., Bijak, M., Redlicka, J., Gorniak, L., & Miller, E. (2021). Novel Advances to Post-Stroke Aphasia Pharmacology and Rehabilitation. *JOURNAL OF CLINICAL MEDICINE*, *10*(17). (WOS:000694423500001). https://doi.org/10.3390/jcm10173778

Ciortea, V., Motoasca, I., Ungur, R., Borda, I., Ciubean, A., & Irsay, L. (2021). Telerehabilitation-A Viable Option for the Recovery of Post-Stroke Patients. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, *11*(21). (WOS:000718430600001). https://doi.org/10.3390/app112110116

Gorshkov, G., Buivolova, O., Gavrilova, E., & Dragoy, O. (2025). How Game Features and Treatment-Related Factors Facilitate Generalization in Technology-Based Aphasia Rehabilitation : A Systematic Review. *NeuroRehabilitation*, *56*(2), 113- 131. https://doi.org/10.1177/10538135241296737

Kong, Q., Wang, J., Huang, X., He, J., & Chang, J. (2024). Comparative Efficacy of Cognitive Training for Post-Stroke Aphasia : A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *38*(11-12), 863- 876. https://doi.org/10.1177/15459683241274755

Poincare, R. (2014). *FÉDÉRATION NATIONALE DES APHASIQUES DE FRANCE*.

Repetto, C., Paolillo, M., Tuena, C., Bellinzona, F., & Riva, G. (2021). Innovative technology-based interventions in aphasia rehabilitation : A systematic review. *APHASIOLOGY*, *35*(12), 1623- 1646. (WOS:000573114400001). https://doi.org/10.1080/02687038.2020.1819957

Brun, C., Arheix-Parras, S., Carlsberg, M., Glize, B., & Cogné, M. (2026). Efficacy of telerehabilitation for cognitive impairments after brain lesions : A systematic review. *ANNALS OF PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE*, *69*(2). (WOS:001627983100001). https://doi.org/10.1016/j.rehab.2025.102058

Démocratiser l'hydrographie : une approche UX pour rendre l'information hydrographique et bathymétrique accessible aux non-experts

Elmira Rezaei Sepasi
École de technologie supérieure (ÉTS)
elmira.rezaei-sepasi.1@ens.etsmtl.ca

Angélique Montuwy
École de technologie supérieure (ÉTS)
angelique.montuwy@etsmtl.ca

Sanaz Azimi
Université Laval
sanaz.azimi.1@ulaval.ca

Willian Ney Cassol
Université Laval
willian-ney.cassol@scg.ulaval.ca

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ

L'hydrographie et la bathymétrie jouent un rôle essentiel dans la navigation, la gestion des risques et les applications environnementales. Pourtant, ces informations restent difficiles d'accès et à interpréter pour les nonexperts. Cette revue de portée examine comment les pratiques issues de l'expérience utilisateur (UX) peuvent améliorer la communication de ces données. En analysant la littérature existante, nous identifions les principaux défis liés à l'accessibilité, à la compréhension et à l'utilisabilité des outils hydrographiques. Cette étude souligne le besoin d'approches plus centrées sur l'utilisateur pour rendre ces informations plus accessibles et exploitables.

MOTS-CLÉS
hydrographie, bathymétrie, expérience utilisateur, communication scientifique, non-experts

1 INTRODUCTION

L'hydrographie constitue un pilier fondamental pour la sécurité maritime, la gestion des ressources et la compréhension des environnements aquatiques. Elle permet de produire des données bathymétriques essentielles à de nombreux usages, allant de la navigation à la planification territoriale (Daponte et al., 2022). Cependant, malgré leur importance croissante, ces informations restent souvent difficiles à comprendre et à exploiter pour les utilisateurs non spécialisés. Cette difficulté s'explique en partie par la complexité des données, l'utilisation de terminologies techniques et des interfaces conçues principalement pour des experts.

Dans un contexte où les communautés locales, les organisations non gouvernementales et les décideurs doivent de plus en plus s'approprier ces données pour la prise de décision, il devient crucial de repenser leur communication et leur accessibilité. L'expérience utilisateur (UX) offre un cadre

pertinent pour répondre à ces enjeux en mettant l'accent sur les besoins et pratiques des utilisateurs (Norman, 2013). Cependant, son intégration en hydrographie reste limitée. Cette étude analyse comment les principes et méthodes UX peuvent améliorer la communication des données hydrographiques et bathymétriques auprès des non-experts. Elle examine la conception et l'usage de ces informations, les méthodes d'évaluation de l'utilisabilité, ainsi que l'intégration des retours utilisateurs dans l'amélioration des systèmes.

2 MÉTHODOLOGIE

Cette étude repose sur une revue de portée visant à cartographier les travaux existants sur la communication des données hydrographiques et bathymétriques, avec un accent sur l'expérience utilisateur (UX). Cette revue cherche à répondre aux questions suivantes : (1) comment les informations hydrographiques et bathymétriques sont conçues et communiquées ; (2) quelles méthodes d'évaluation de l'utilisabilité sont utilisées ; (3) comment les retours utilisateurs sont intégrés dans l'évolution des systèmes.

La démarche comprend quatre étapes principales : (1) identification des questions de recherche ; (2) recherche documentaire ; (3) sélection des études selon des critères d'inclusion et d'exclusion ; (4) extraction et analyse des données.

Cette approche est adaptée à l'exploration d'un domaine émergent et hétérogène, permettant d'identifier les tendances, les lacunes et les opportunités de recherche (Tricco et al., 2018 ; Peters et al., 2020). Le processus de sélection des études suit les recommandations PRISMA-ScR. La recherche documentaire a été réalisée dans plusieurs bases de données en hydrographie, systèmes d'information géographique et interaction humain-machine, à l'aide de mots-clés tels que « hydrography », « bathymetry », « user experience », « usability » et « visualization ». Les études ont été sélectionnées par filtrage des titres et résumés, puis par lecture complète.

Les articles retenus portent sur la conception, la visualisation ou l'évaluation de systèmes hydrographiques ou cartographiques, notamment impliquant des utilisateurs non-experts. Les études purement techniques sans dimension de communication utilisateur ont été exclues. Les articles retenus ont été analysés selon les approches de conception, les méthodes d'évaluation de l'utilisabilité, les types d'utilisateurs et les défis de communication. Au total, 587 études ont été identifiées, 59 évaluées en texte intégral et 10 retenues pour l'analyse finale. Les documents retenus comprennent principalement des articles de revues scientifiques et des communications de conférence.

3 RESULTATS PRELIMINAIRES

Les études analysées se regroupent autour de deux thèmes principaux : (1) la communication cartographique des éléments hydrographiques ; (2) les outils numériques de communication des données hydrographiques et bathymétriques. L'analyse de la littérature met en évidence plusieurs limites dans la communication des données hydrographiques. Tout d'abord, de nombreux outils sont conçus pour des experts, ce qui rend leur utilisation difficile pour les non-spécialistes. Les interfaces sont souvent complexes et peu intuitives, ce qui limite l'accès à l'information. Ensuite, la représentation des données bathymétriques pose des défis importants. Les visualisations actuelles ne tiennent pas toujours compte des capacités cognitives des utilisateurs, ce qui peut entraîner des erreurs d'interprétation. Des travaux ont pourtant montré que des visualisations adaptées peuvent améliorer la compréhension de données complexes (Keskin et al., 2023). Par ailleurs, les méthodes d'évaluation de l'utilisabilité restent peu développées dans le domaine de l'hydrographie. L'intégration de tests utilisateurs, d'entretiens et d'analyses de tâches pourrait permettre de mieux adapter les outils aux besoins réels des utilisateurs. Certaines initiatives numériques illustrent déjà ce potentiel, notamment les services web destinés à rendre l'information marine plus accessible pour différents types d'usagers (Coppini et al., 2017 ; Padilla-Ruiz et al., 2019). Ces constats soulignent l'importance d'une approche centrée sur l'utilisateur pour améliorer l'accessibilité, la compréhension et l'utilité des systèmes hydrographiques.

4 CONCLUSION

Dans l'ensemble, cette revue montre que l'évaluation UX reste limitée dans les systèmes d'information hydrographique et bathymétrique. Les études existantes se concentrent principalement sur l'utilisabilité et la performance pour des utilisateurs experts, tandis que l'accessibilité et la compréhension pour les non-experts restent peu explorées. Parmi les dix études analysées, quatre portent sur la perception des représentations cartographiques et six sur le développement et l'évaluation d'outils. Peu adoptent une approche centrée sur l'utilisateur, et des dimensions plus larges de l'UX, comme l'accessibilité, la confiance et la communication de l'incertitude, sont rarement abordées. Les travaux futurs devraient mieux intégrer les non-experts et développer des modes de communication plus clairs et adaptés aux contextes décisionnels, afin de soutenir une prise de décision plus éclairée.

5 BIBLIOGRAPHIE

Coppini, G., Marra, P., Lecci, R., Pinardi, N., Creti, S., Scalas, M., & Negro, G. (2017). SeaConditions: A web and mobile service for safer professional and recreational activities in the Mediterranean Sea. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *17*(4), 533–547.

Daponte, P., Rossi, G. B., & Piscopo, V. (2022). Measurement for the sea: Supporting the marine environment and the blue economy.

Keskin, M., Krassanakis, V., & Cöltekin, A. (2023). Visual attention and recognition differences based on expertise in a map reading and memorability study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *12*(1), 21.

Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. MIT Press.

Padilla-Ruiz, M., Stefanakis, E., & Church, I. (2019). Development of a user-centred web-mapping application for ocean modellers. *Marine Geodesy*, *42*(6), 507–534.

Peters, M. D., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBI Evidence Synthesis*, *18*(10), 2119–2126.

Tricco, A. C., et al. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, *169*, 467–473.

Analyse d'activité pour la conception d'un outil partagé : application à un système de production reconfigurable

Natalie Smith-Guérin
Lab-STICC UMR CNRS 6285, Université Bretagne Sud
natalie.smith-guerin@univ-ubs.fr

Loïck Simon
LS2N UMR CNRS 6004, Centrale Nantes
loick.simon@ls2n.fr

Clément Guérin
Lab-STICC UMR CNRS 6285, Université Bretagne Sud
clement.guerin@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : contribution pour un poster

RÉSUMÉ :

Dans le cadre de l'industrie du futur et des nouveaux systèmes de production reconfigurables (RMS), le projet ANR RODIC vise à proposer un outil d'aide à la (re)configuration de ligne de production. Afin d'identifier les fonctionnalités de cet outil, nous avons analysé les activités de (re)configuration des acteurs[55] concernés en nous appuyant sur la méthodologie du Cognitive Work Analysis et notamment du Work Domain Analysis permettant de formaliser l'activité. Nous avons obtenu 3 modélisations des activités que nous avons analysées. Appliquée à une entreprise de fabrication de coffrets d'emballage, l'analyse d'activité a permis de mettre en évidence similitudes et différences entre différents acteurs impliqués dans la reconfiguration du système industriel en termes de tâches réalisées, d'indicateurs de performance associées aux tâches et d'objets supports à la réalisation de ces tâches.

MOTS-CLÉS
CWA, analyse d'activité, RMS, industrie du futur, interdisciplinarité

1 INTRODUCTION

Ces dernières années, la demande client devient plus changeante, incertaine et nécessite donc de repenser les systèmes de production. Dans les systèmes de production reconfigurables (RMS) (Koren, 2005), la ligne de production est configurée en fonction de la demande. Le projet ANR RODIC s'inscrit dans cette thématique en proposant un outil d'aide à la configuration d'une ligne de production. Mais comment développer un outil qui réponde précisément aux tâches effectuées et aux besoins des futurs utilisateurs ? Quels sont les éléments et informations que doit fournir l'outil RODIC ? Pour répondre à ces questions, nous avons analysé l'activité de 3 acteurs impliqués dans la (re)configuration de lignes pour l'entreprise Alliora, dont le système de production est RMS, en nous appuyant sur la première phase de la méthodologie CWA (Cognitive Work Analysis). Cette communication décrit la méthode de codage utilisée et analyse les relations entre les 3 hiérarchies d'abstraction obtenues.

[55] Pour des soucis de simplification d'écriture nous inclurons hommes et femmes sous la dénomination acteur

2 METHODOLOGIE

La méthodologie CWA est un ensemble de méthodes et d'outils visant à comprendre et décrire un système sociotechnique et les fonctions qu'il mobilise (Naikar et al., 2005; Rasmussen et al., 1990; Simon et al., 2021; Stanton et al., 2017). Les analyses issues du CWA permettent notamment la compréhension des systèmes dits « intentionnels », caractérisés par une prise de décision qui est influencée par la connaissance des valeurs du système, des données provenant de l'environnement et des limitations internes (Rasmussen et al., 1990). Le CWA a été peu appliqué dans le cadre manufacturier et, à notre connaissance, jamais dans le cadre de systèmes industriels de type RMS. Notre objectif étant de créer un outil qui aide une personne dans son activité, nous cherchons à définir les indicateurs qu'elle vise à atteindre ainsi que les leviers à sa disposition. Pour cette étude, il nous apparaît plus approprié d'utiliser la première phase du CWA : l'analyse du domaine de travail ou Work Domain Analysis (WDA) et sa modélisation en hiérarchie d'abstraction (HA). Pour cela, des entretiens semi-directifs ont été réalisés avec chacun des 3 acteurs de (re)configuration de lignes de l'entreprise Alliora : le chef de projet, noté Acteur 1, (qui a un objectif donné par le client), le responsable de production, noté Acteur 2, (qui a pour objectif de créer la ligne tout en respectant un coût donné par le chef de projet), la cheffe de ligne, notée Acteur 3, (qui a pour objectif d'assurer la demande client et pour cela de s'assurer du bien être des opérateurs sur les postes de la ligne). Les entretiens ont été menés au regard des 5 niveaux du WDA et ont été codés selon (Naikar et al., 2005) (Stanton et al., 2017). Ces 5 niveaux définissent l'activité comme suit :

- Niveau 1 : Raisons d'être fonctionnelles de l'activité ainsi que les contraintes fonctionnelles (internes ou externes) qui s'imposent (i.e., objectifs de la reconfiguration)
- Niveau 2 : Valeurs cibles et mesures prioritaires liées aux activités (opérationnalisation des raisons d'être fonctionnelles et des contraintes fonctionnelles) (i.e., indicateurs de performance de la (re)configuration)
- Niveau 3 : Tâches liées aux raisons d'être fonctionnelles et contraintes fonctionnelles (ensemble des fonctions cognitives et physiques réalisées) (i.e., étapes dans la prise de décision lors de la création ou modification de la ligne de production)
- Niveau 4 : Tâches liées aux objets et ensemble des fonctions cognitives et physiques réalisables grâce aux objets physiques de l'environnement (i.e., analyse des éléments à disposition pour la création ou modification de la ligne de production)
- Niveau 5 : Objets physiques : Dispositifs techniques, documents, objets ou opérateurs humains mobilisés lors de la réalisation des tâches (i.e., éléments à disposition pour la création ou modification de la ligne de production).

Ces codages ont été réalisés conjointement par 3 experts de l'ergonomie et du génie industriel. Ce travail en interdisciplinarité permet de réduire des biais d'interprétation et assure la complémentarité des deux disciplines (Smith-Guerin et al., 2025). Les résultats du codage ont permis la modélisation de l'activité sous forme de HA, validées par les acteurs concernés.

3 RESULTATS / DISCUSSION

Cette méthodologie d'analyse de l'activité de (re)configuration a été appliquée à l'entreprise Alliora spécialisée dans la fabrication de coffrets d'emballage en carton pour différents types de produits (parfums, alcools, jeux de société, etc.), qui crée ses lignes de production en fonction de la demande client. Dans cette entreprise, 3 acteurs sont impliqués dans la configuration de lignes de production. Nous avons donc réalisé 3 entretiens, 3 codages et obtenus 3 HA (Figure 1).

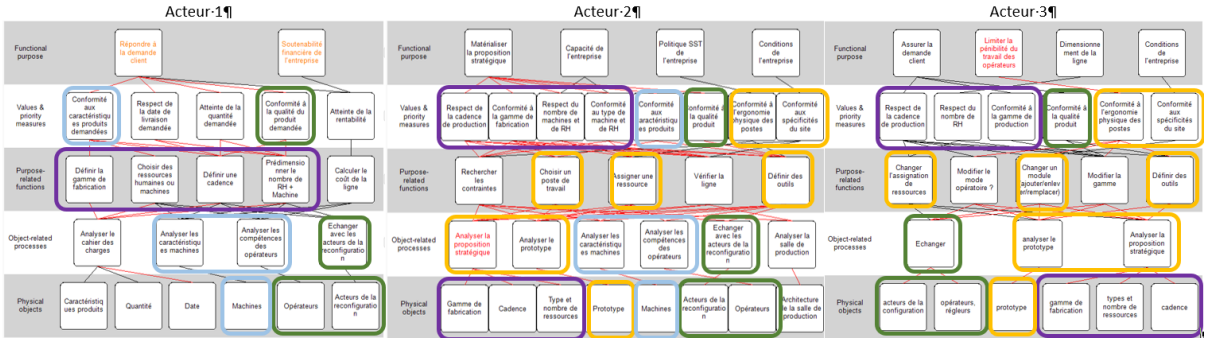


Figure 1 : HA des 3 acteurs de la reconfiguration

niv.1	Act.1	Act.2	Act.3
Act.1 (2)	-	0/2	0/2
Act.2 (4)	0/4	-	1/4
Act.3 (4)	0/4	1/4	-

niv.2	Act.1	Act.2	Act.3
Act.1 (5)	-	2/5	1/5
Act.2 (8)	2/8	-	5/8
Act.3 (6)	1/6	5/6	-

niv.3	Act.1	Act.2	Act.3
Act.1 (5)	-	0/5	0/5
Act.2 (5)	0/5	-	3/5
Act.3 (5)	0/5	3/5	-

niv.4	Act.1	Act.2	Act.3
Act.1 (4)	-	3/4	1/4
Act.2 (6)	3/6	-	3/6
Act.3 (3)	1/3	3/3	-

niv.5	Act.1	Act.2	Act.3
Act.1 (6)	-	3/6	2/6
Act.2 (8)	3/8	-	6/8
Act.3 (6)	2/6	6/6	-

Figure 2 : éléments communs entre les HA

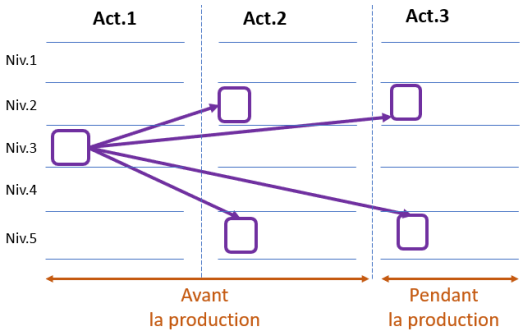


Figure 3 : liens entre les HA

Tout d'abord, nous pouvons remarquer que globalement, de nombreux éléments se retrouvent sur les 3 HA (Cf les éléments encadrés sur la Figure 1). Néanmoins au niveau 1, on n'observe que très peu de recouvrement (Cf Figure2), ce qui précise que les 3 acteurs de la (re)configuration ont des objectifs différents. Ceci est corroboré par le fait qu'au niveau 3, aucune tâche intervenant dans la prise de décision de l'acteur 1 ne se retrouve sur les tâches des acteurs 2 et 3 ; et 60% des tâches des acteurs 2 et 3 sont partagés (3/5) (Figure 2). Pour effectuer ces prises de décisions, les acteurs collectent et analysent des informations (niveau 4) en s'appuyant sur des sources d'information de types différents (niveau 5). On voit dans les Figure 1 et 2 que l'acteur 1 s'appuie en majorité sur des éléments qui sont fournis principalement par le client. A contrario, l'acteur 3 agit sur les mêmes éléments que l'acteur 2 (6/6). Ils utilisent donc les mêmes leviers pour effectuer leurs reconfigurations. La différence se situe au moment de leur intervention sur la ligne puisque l'acteur 2 agit dans la construction de la ligne, alors que l'acteur 3 quand la ligne existe et qu'elle est en production. En comparant les 3 HA, on remarque que des éléments des niveaux 2 (indicateurs) et 5 (objets) des acteurs 2 et 3 sont issus (les résultats de) des tâches réalisées (niveau 3) par l'acteur 1 (Figure 3). Ceci montre que la définition de la (re)configuration d'une ligne est faite en 2 temps, par les 2 premiers acteurs (le chef de projet puis le responsable de production). Puis la ligne est mise en place et la production est lancée. L'acteur 3 (la cheffe de ligne) peut encore reconfigurer en « améliorant » la ligne (par exemple, en déplaçant les opérateurs, en aménageant les postes ou en remplaçant un poste suite à une panne). Il existe donc 2 types d'activités de reconfiguration sur 2 temporalités différentes : avant et pendant la production. D'une part la création de la ligne effectuée par le chef de projet d'abord puis traduite par le responsable de production, avant la mise en production. D'autre part la modification de la ligne pendant la production par la cheffe de ligne.

4 CONCLUSION

Cette analyse d'activité des 3 acteurs de la reconfiguration dans l'entreprise Alliora a permis de préciser les tâches effectuées, les indicateurs à cibler ainsi que les informations nécessaires avant ou pendant la production. Les résultats définissent les besoins des acteurs et ainsi les préconisations

nécessaires en termes de fonctionnalités pour un outil d'aide à la (re)configuration (ressources disponibles, indicateurs à afficher ; pour choisir un poste, affecter une ressource, etc. pour chacun des 3 acteurs). Cette analyse montre, en outre, la nécessité d'un outil permettant le partage d'informations entre les acteurs conformément aux liens observés entre les HA. La méthodologie CWA semble pertinente pour la compréhension d'une activité multi-acteurs de (re)configuration et la conception de systèmes d'aide à la prise de décision dédiés.

5 BIBLIOGRAPHIE

Koren, Y. (2005). Reconfigurable manufacturing and beyond. *CIRP 3rd international conference on reconfigurable manufacturing*.

Naikar, N., Hopcroft, R., & Moylan, A. (2005). *Work Domain Analysis : Theoretical Concepts and Methodology*.

Rasmussen, J., Pejtersen, A. M., & Schmidt, K. (1990). *Taxonomy for cognitive work analysis*. Citeseer.

Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P., & Lassalle, J. (2021). Using cognitive work analysis to develop predictive maintenance tool for vessels. *31st European Safety and Reliability Conference*.

Smith-Guerin, N., Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P., & Berruet, P. (2025). An interdisciplinary approach between human factor and industrial engineering to a better understanding of RMS: an industrial case. *11th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control*. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2025.09.428

Stanton, N. A., Salmon, P. M., Walker, G. H., & Jenkins, D. P. (2017). *Cognitive Work Analysis : Applications, Extensions and Future Directions*. CRC Press.

HOMMAGES

Hommage à Catherine TEIGER

Communauté ARPEGE

Catherine Cailloux Teiger, figure de proue de l'ergonomie française, est décédée le 31 octobre 2024 à Paris, à l'âge de 85 ans.

Chercheuse en ergonomie au CNRS et au Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris, Catherine était une pionnière en recherche participative. Elle a notamment été très impliquée dans des questions de recherche relatives au travail des femmes, dont témoigne par exemple son article dans la revue Travailler "*Les femmes aussi ont un cerveau !" Le travail des femmes en ergonomie : réflexions sur quelques paradoxes*".

Lors d'un mené entretien par Hélène David et Esther Cloutier et publié dans la revue Pistes, Catherine rappelait comment elle est arrivée, au gré des ses rencontres à l'ergonomie. Pour ses fiançailles elle avait rencontré Alain Wisner et à se demande, en septembre 1967, elle a commencé à travailler à mi-temps au laboratoire comme stagiaire de recherche à l'essai, et, 40 ans après, en 2008 au moment de l'entretien, elle constatait en riant qu'elle n'en était jamais partie.

Elle s'est aussi intéressée à l'usure professionnelle, au vieillissement au travail, ou encore à la formation en santé et sécurité au travail (cf. l'ouvrage "*(Se) former pour transformer le travail*" qu'elle a coordonné avec Marianne Lacomblez).

Marianne Lacomblez lui a rendu un très bel hommage publié en 2025 dans la revue d'anthropologie des connaissances dans lequel elle rappelle qu'elle avait la conviction profonde que l'ergonomie ne pouvait qu'être renouvelée grâce aux questions soulevées par les mouvements sociaux. Elle argumentait dans ce sens en rappelant bien sûr ses liens, fondateurs, avec les militant·es syndicaux·ales. Puis Catherine Teiger devint progressivement fort attentive aux questions soulevées par la mouvance féministe dans le champ du travail.

Les analyses de l'activité guidée par cette préoccupation, ont sans conteste eu des qualités heuristiques. Catherine insistait toujours sur le renouvellement des hypothèses qui en résultait pour identifier des leviers d'action. Son héritage est précieux pour notre communauté.

Hommage à René BARATTA

Corinne Van De Weerdt
INRS, Département Sciences Appliquées au Travail et aux Organisations (SATO),
Laboratoire Enjeux Psychosociaux, Travail et Organisations (EPTO)
corinne.vandeweerdt@inrs.fr

René Baratta. Fils d'un peintre en bâtiment immigré italien, qui lui a transmis le « *goût du travail bien fait* », René Baratta ne se destinait pas immédiatement au cinéma. Il a obtenu d'abord un diplôme en sciences économiques. Il a commencé sa vie professionnelle dans le secteur social, travaillant dans des foyers pour mères célibataires et pour jeunes travailleurs. C'est lors d'un séjour de deux ans aux États-Unis qu'il a changé de trajectoire en apprenant les techniques de montage vidéo et en devenant le documentariste majeur du monde du travail que l'on connaît.

L'Ouvre Boite était la structure de production et de réalisation qu'il avait fondée à Paris, puis installée à Pantin.
Né à la Garenne-Colombes en Hauts-de-Seine le 7 août 1949, décédé à Paris le 4 septembre 2025, à l'âge de 76 ans.

René Baratta était réalisateur et ergonome. Il utilisait la vidéo comme un outil d'analyse des situations de travail dans les entreprises et les institutions où il intervenait. Il posait sa caméra avec une ambition multiple : montrer l'intelligence et l'investissement que les professionnels déploient au quotidien ; dévoiler l'invisible ; susciter le débat sur les conditions du travail.

J'ai rencontré René Baratta en 2007, grâce à Michel Berthet, alors Responsable du Département Homme au Travail à l'INRS, qui avait souvent collaboré avec lui. Michel avait proposé à René de venir exposer sa méthode d'auto-confrontation collective à l'INRS à Nancy. Il a immédiatement accepté et c'est ainsi qu'il nous a partagé sa démarche, montrant comment construire une parole collective des salariés sur leur travail à partir de la vidéo. Ce fut un moment clé pour explorer le potentiel de cet outil d'intervention, mais aussi la signature singulière de René, capable de capter le réel et de faire de ses images un puissant levier de dialogue social et d'amélioration des situations de travail.

Ce moment a marqué le début d'une collaboration, mais surtout d'une découverte : celle d'une approche inédite, exigeante et profondément humaine d'appréhension du travail.

Nous avons mené ensemble deux interventions. La première dans un centre de soins à domicile, la seconde dans un pôle ingénierie et maintenance de réseaux électriques.

Pour moi, cela a été une véritable formation à sa pratique. Une méthode patiente, rigoureuse, mais toujours ouverte à l'imprévu, où la vidéo n'était pas un simple outil de captation, mais un tremplin pour analyser, débattre et façonner ensemble une vision partagée du travail. Aujourd'hui encore, j'utilise la méthode d'auto-confrontation collective proposée par René.

Son utilisation de la vidéo offre une démarche interactive permettant de revenir sur les situations avec les professionnels qui les ont vécues, et cela autant de fois que nécessaire. La méthode invite les salariés et les encadrants à analyser ensemble les images, et à transformer l'observation en un espace de dialogue sur la santé, l'organisation, le management.

Les acteurs prenaient une part active dans les analyses de leur travail et dans les réflexions pour faire évoluer les situations. Par acteurs, j'entends les professionnels, mais aussi, dans certains cas, leurs conjointes, réunies à l'initiative de René. Cela montre qu'il comprenait que le travail ne s'arrête pas à la porte de l'entreprise. Les conjointes sont souvent les témoins invisibles du stress, de la fatigue, ou des douleurs ramenés à la maison. Les inclure permettait de révéler la face cachée du travail réel. La parole leur a été donné notamment dans le film « *Aucun risque ! Paroles de compagnons* ». Il s'agit d'un film majeur, devenu une véritable référence institutionnelle. Ce film-recherche remarquable réalisé par René, sorti en 1991, co-écrit notamment avec Damien Cru, fait encore aujourd'hui autorité en révolutionnant l'approche de la prévention des risques dans le BTP.

Avec René, le travail ne se regardait jamais de loin. Il se cherchait, se discutait, se confrontait. Son regard se portait sur ce qui ne se voit pas d'emblée : ce qui résiste, ce qui déborde, ce qui témoigne de l'intelligence au travail. Je me souviens de ces moments très concrets :

- par exemple lorsqu'un Chef de pôle a collé cette affichette sur la porte de son bureau à 17h : « *Activité en cours. Merci de ne pas déranger* ». Un signal clair pour s'assurer une fin de journée propice à la concentration, sans interruption, que René avait repéré.
- Ou encore ce moment où un soignant à domicile pose sa seringue, s'arrête, et échange un simple regard, un sourire silencieux avec le patient. Une séquence d'à peine deux secondes, mais face à laquelle René m'avait dit : « *tu vois, le cœur du métier, il est dans ces deux secondes-là. C'est là que la confiance se noue.* »

Je me souviens de ces débats sur ce qu'il est possible - ou non - de montrer. Car filmer le travail, pour lui, n'allait jamais de soi. Cela posait des questions éthiques, politiques, méthodologiques et déontologiques : que donne à voir l'image ? Que protège-t-elle ? Que risque-t-elle de trahir ?

Ses films — parfois hors des circuits habituels, parfois impossibles à diffuser en dehors de certains espaces comme les colloques — étaient à son image : des « objets vidéo non identifiés », rigoureux, intenses, dérangeants, mais profondément porteurs de sens.

Ce qui frappait, dans son travail, c'était sa ténacité. Sa capacité à tenir une démarche dans la durée, à revenir, à laisser les salariés reprendre leurs mots, ajuster leurs analyses, voire produire de nouvelles images. Progressivement, la parole circulait, s'épaississait, devenait collective. Jusqu'à ce que, parfois, les analystes s'effacent, laissant place à l'élaboration par ceux-là mêmes qui travaillent.

Je garde aussi en mémoire des moments plus informels, des soirées animées, des débats passionnés, où se mêlaient cinéma, travail, engagement. Car René était un homme profondément pédagogue, généreux, franc et drôle. Sa curiosité le rendait ouvert à toutes les formes d'expression : les cultures populaires, les histoires de résistance, et bien sûr, la musique, avec une passion pour le jazz.

Je n'ai pas la prétention de connaître tous ses centres d'intérêt ni de restituer toute la richesse de son parcours. Ce que j'en dis ici est forcément partiel, situé. Mais il me semble que ce qui traverse l'ensemble de son œuvre, c'est une même exigence : ne jamais parler à la place des travailleurs, créer les conditions pour que leur parole advienne, se transforme et devienne agissante.

Sa vie aura été guidée par une curiosité perpétuelle, portée par une préoccupation constante : réhabiliter le sens du travail.

J'adresse au nom d'Arpège nos plus sincères condoléances à sa famille, à ses proches, ainsi qu'à tous ceux qui ont partagé sa route. René restera dans nos mémoires comme une figure inoubliable.

Hommage à Michel NEBOIT

Eric Brangier
Université de Lorraine – Metz, Perseus, Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience Utilisateurs. EA 7312
Eric.Brangier@univ-lorraine.fr

Dr. Michel NEBOIT. Ancien chef du Service Ergonomie Psychologie Sociologie au Centre de Recherche de l'INRS. Ancien Responsable du département Homme au Travail au sein de l'INRS. Ancien Président et membre du conseil d'administration de la Société d'Ergonomie de Langue Française. Né à Rueil-Malmaison le 19 mars 1942, décédé à Saint-Dié-des-Vosges le 20 octobre 2025 à 83 ans.
Voir le film sur son parcours : https://ultv.univ-lorraine.fr/video/10637-histoires-de-lergonomie-presentation-de-michel-neboit/
Voir l'entretien de la SELF : https://www.ergonomie-self.org/wp-content/uploads/2016/07/Michel-Neboit.pdf

Il y avait chez Michel Neboit une manière singulière d'habiter le travail humain : non pas comme un territoire à administrer, mais comme une énigme à écouter. Certains chercheurs dissèquent le réel avec la froideur d'un scalpel. Michel semblait plutôt l'approcher avec une chaleur minutieuse, comme si chaque geste professionnel contenait une confession silencieuse de l'humanité.

Michel appartenait à cette génération rare qui avait connu l'ergonomie avant qu'elle ne devienne un vocabulaire institutionnel, avant les tableaux de bord sur la qualité de vie au travail, avant les consultants qui recyclent la souffrance en histogrammes colorés. Formé à la psychologie, chez Jacques Leplat, il avait commencé par observer l'apprentissage chez des élèves de centres professionnels, avant de rejoindre l'ONSER en 1971 pour travailler sur la conduite automobile et les stratégies visuelles des conducteurs. Il regardait déjà les humains comme des êtres qui négocient sans cesse avec leurs limites : fatigue, attention, peur, vitesse, adaptation.

Puis vint l'INRS, Nancy, la Lorraine, les entreprises, les transformations du travail, l'automatisation, l'informatisation. Là où certains voyaient des procédures, Michel voyait des vies et des activités humaines déplacées. Il avait compris très tôt que le stress n'était pas une faiblesse individuelle mais un symptôme organisationnel. Il osa parler de charge psychique avec Michel Vezina avant que le sujet ne devienne « fashionable ». Il s'intéressa à cette douleur discrète qui traverse les bureaux modernes comme un courant d'air glacial sous une porte mal fermée.

Avec du recul et peut-être à la manière d'une expression maladroite, je pense que cette sensibilité devait beaucoup à une forme d'éthique protestante discrète, jamais ostentatoire. Chez lui, les valeurs ne prenaient pas la forme d'un discours moral mais d'une manière d'être au monde : sobriété, responsabilité, attention à autrui, méfiance envers les hiérarchies théâtrales. Il semblait croire profondément que la dignité humaine se mesure dans la façon dont une société traite ceux qui travaillent en silence. En l'observant et discutant avec lui, j'avais le sentiment qu'il y avait dans sa posture scientifique des valeurs enracinées profondément : le goût du travail bien fait, le refus des artifices, l'importance de la conscience individuelle face aux systèmes collectifs. Même son rapport au savoir relevait presque d'une ascèse : produire de la connaissance sans se mettre en scène.

Chez lui, l'intelligence ne cherchait jamais à écraser. C'était une intelligence hospitalière. Ceux qui l'ont côtoyé évoquent sa liberté de discussion, son refus de faire dire aux résultats davantage qu'ils ne pouvaient démontrer. Cette modestie scientifique est devenue presque exotique aujourd'hui, à une époque où certains savants ressemblent à des influenceurs de leurs propres certitudes.

Pour ma part, Michel représente aussi une histoire singulière. Il m'a accueilli dans son laboratoire en stage de DEA (Master 2 recherche) avec cette simplicité généreuse qui le caractérisait. Rien d'ostentatoire là encore. Il ouvrait les portes sans donner l'impression de faire une faveur. Pourtant, pour un jeune chercheur, ces gestes changent une existence intellectuelle. Il m'a permis de rédiger mon premier article scientifique. Je mesure aujourd'hui ce que cela signifiait d'accorder sa confiance, de transmettre une légitimité, de faire entrer quelqu'un dans la communauté des auteurs et des chercheurs. Il existe des chercheurs qui transmettent des connaissances ; Michel, lui, transmettait une possibilité de devenir. À ce titre, je lui suis extrêmement reconnaissant. Une partie de mon parcours porte encore silencieusement son empreinte.

Il fut président de la Société d'Ergonomie de Langue Française de 2004 à 2009, peut-être un des plus longs mandats. Ce détail paraît administratif. Il ne l'est pas. On ne confie pas longtemps une discipline à quelqu'un qui ne possède pas une forme rare de stabilité morale acceptée de tous. Michel incarnait une ergonomie sans arrogance, une ergonomie globale, une ergonomie qui ne prétendait pas sauver le monde mais empêcher qu'il devienne inhabitable.

Il y avait chez lui quelque chose d'anti-spectaculaire, d'intérieur, de quasi banal. C'est peut-être pour cela qu'il laisse une trace profonde. Les êtres bruyants impriment l'époque ; les êtres justes impriment les consciences.

Il avait une certaine idée de la recherche en ergonomie : exigeante, discrète, collective, lente. Une recherche qui prenait encore le temps de regarder les travailleurs autrement que comme des variables RH ou des indicateurs de performance. Michel savait que derrière chaque tâche il y a une vulnérabilité humaine, et derrière chaque organisation du travail, une orientation politique cachée.

Michel nous laisse moins une œuvre qu'une attitude intellectuelle ; celle de regarder l'humain avant le système. Et cela, dans notre 21ème siècle saturé de smartphones symbiotisés, d'IA décomplexés, d'organisation du travail processées…, devient peut-être la plus précieuse des élégances.

Au nom d'ARPEGE, je renouvelle toutes nos condoléances à sa famille et à ses proches. Merci Michel.

Hommage à Yvon QUEINNEC

Irène Gaillard

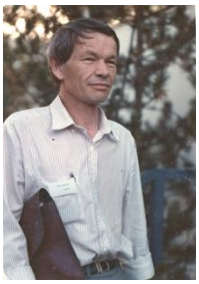
Maître de conférences,

Université de Toulouse

Une ergonomie du temps de travail, attentive au corps, au travail réel, outillant pour négocier les conditions de travail

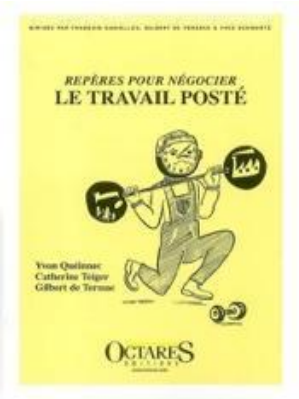
Rendre hommage à Yvon Quéinnec invite à considérer sa trajectoire de chercheur et de Professeur d'Université comme un parcours individuel qui témoigne d'une part décisive de l'histoire de l'Ergonomie francophone. Yvon Quéinnec fait partie des fondateurs. Il a porté l'exigence de l'analyse du travail et de l'activité, de l'attention aux régulations des opérateurs, aux conditions de travail, et au débat social. Il a également marqué de nombreux étudiants qui gardent un souvenir précis de ses cours qui, pour certains, ont orienté leur choix professionnel à partir de cette rencontre. Il a contribué au développement de l'ergonomie dans l'enseignement du supérieur, notamment à Toulouse, et a mené ses recherches en lien avec le terrain en s'attachant à observer le travail, à agir et à négocier du travail.

Yvon Quéinnec est né en 1939 en Bretagne. Il a fait ses études en biologie, psychophysiologie et éthologie à Toulouse. Il a relié ces différentes disciplines au monde du travail, et revendique tout l'intérêt de ces modèles pour comprendre les collectifs et l'influence de l'état interne et des rythmes biologiques sur les conduites. Il trouve une certaine continuité entre ces modèles et le monde du travail. Dans cet esprit, il a porté toute son attention à la variabilité, à l'observation fine, aux situations réelles, aux ajustements discrets que les modèles généraux ne discernent pas. Yvon Quéinnec a ainsi eu pour exigence d'aller voir, d'observer, de considérer qu'un regard, une posture, un déplacement, une conversation, une prise d'information ou une relève d'équipe sont potentiellement essentiels à la



compréhension de l'activité. Ses recherches ont montré des opérateurs qui composent avec des variations biologiques, psychologiques, sociales, techniques et organisationnelles.

Son engagement en l'ergonomie s'inscrit également dans le contexte politique et pédagogique post-mai 1968. Il réfléchit au rôle social de l'enseignement supérieur, à l'enrichissement des contenus en psychologie et en biologie, et développe des enseignements qui contribuent à éclairer le monde du travail. Il s'interesse à la physiologie du travail et l'ergonomie, et noue des contacts avec le CNAM et l'EPHE où il rencontrera entre autres Alain Wisner, Antoine Laville, Catherine Teiger, Jacques Leplat et François Daniellou. Il s'inscrit dans ce moment fondateur de l'ergonomie où l'analyse de l'activité est reconnue comme un moyen scientifique, technique et social de compréhension et de transformation du travail.



Sa recherche porte sur les horaires atypiques, le travail posté et le travail de nuit. Il montre que les effets du travail de nuit dépassent la chronobiologie et nécessitent d'analyser l'activité, les exigences du système, les collectifs, les relèves, les marges d'ajustement, les stratégies individuelles et collectives. Les opérateurs ne subissent pas passivement de baisse de vigilance, ils réorganisent leurs tâches, modifient leurs modes opératoires, s'entraident, anticipent la fatigue. Ses travaux montrent la richesse du travail de nuit, et se dégagent d'une seule vision en termes de déficit physiologique. Il formalise sa réflexion dans l'ouvrage *Repères pour négocier le travail posté*, publié en 1985 avec Catherine Teiger et Gilbert de Terssac, puis dans une 2e édition en 1992. Cet ouvrage combine des connaissances scientifiques et des ressources pour l'action. Il ne recherche pas un horaire idéal, applicable à toutes les situations, mais propose des repères pour négocier et débattre des différents types d'horaires, selon les situations de travail, les âges, les conditions de vie, la santé, la vie familiale et sociale. Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui traitent de la question des horaires de travail : opérateurs, syndicalistes, médecins du travail, encadrants, responsables d'entreprise et représentants du personnel. Il les invite à négocier les horaires par la connaissance du travail, plutôt que sur la base de points de vue, de rapports de force ou de la recherche de compensations à court terme. Il fait de sa recherche un moyen d'amélioration des conditions de travail et d'outillage des acteurs à y contribuer.

Yvon Quéinnec s'est impliqué dans la création du Laboratoire Travail et Cognition et a contribué à l'université de Toulouse en tant que codirecteur de la revue *Le Travail humain*, président de la SELF de 1989 à 1991. Sur le plan international, il a présidé le conseil scientifique du congrès mondial de l'International Ergonomics Association organisé à Paris en 1991, *Designing for everyone*. Il a également pris part aux discussions autour du titre d'ergonome européen, pour y défendre la place de l'analyse du travail. Au niveau régional, il a contribué au RESACT, et a participé au conseil scientifique de l'ARACT.

Son travail d'enseignant est également à souligner. Ses anciens étudiants se souviennent de ses cours, sa rigueur, sa disponibilité, son humour, son attention et de son souci de transmettre. Avec lui, ils ont appris la nécessité d'observer

le travail, de savoir construire des données et d'échanger avec les opérateurs. Aujourd'hui, nombre d'entre eux contribuent à l'ergonomie.

Ainsi Yvon Quéinnec a mené des recherches sur l'étude des rythmes biologiques, de la vigilance, du travail posté et des régulations collectives, tout en étant ouvert à l'interdisciplinarité, au caractère situé du travail et à l'importance du terrain. Il a montré que le temps de travail n'est pas qu'une variable d'organisation, mais un milieu dans lequel la santé, la sécurité, la vie familiale, la coopération, l'expérience professionnelle et la possibilité de tenir se jouent.

Lui rendre hommage à EPIQUE 2026, nous invite à réfléchir à nos pratiques de recherche pour s'interroger sur la manière de concilier les exigences de la recherche actuelle tout en restant en lien au terrain et à l'intervention. À l'heure où le temps de travail, à l'échelle des parcours professionnels ou du seul geste professionnel, demeure un enjeu de société, d'économie et de santé, les travaux d'Yvon Quéinnec constituent un repère. Ils nous invitent à rester attentifs aux rythmes du corps, à l'activité réelle, aux régulations collectives, aux effets sociaux des choix organisationnels. C'est cette exigence, toujours d'actualité, qu'il nous revient de poursuivre.

Hommage à Jean-Marie CELLIER

Laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE)

Jean-Marie Cellier a été un acteur majeur du développement de l'ergonomie en France et a profondément marqué la recherche à l'Université Toulouse Jean Jaurès qui bénéficie encore aujourd'hui des actions qu'il a menées.

Jean-Marie Cellier était directeur de recherche en psychologie ergonomique au CNRS puis directeur d'études à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes Il a cofondé le Laboratoire, Travail et Cognition (LTC) dans les années 90 dont il a assuré la codirection et la direction. Le laboratoire fut le premier laboratoire toulousain consacré à la cognition et à l'ergonomie (devenu le laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie, CLLE, en 2007 à travers l'association avec un laboratoire de sciences du langage).

Ses travaux de recherche ont profondément contribué et marqué l'ergonomie cognitive. Ils étaient principalement centrés sur l'analyse cognitive de l'activité en environnements complexes et dynamiques. Ses travaux majeurs ont porté sur la gestion du temps, démontrant comment les opérateurs (contrôleurs aériens, conducteurs de train) régulent leur activité, planifient et anticipent pour s'adapter aux exigences temporelles et réduire la complexité des situations. Il a largement étudié la fiabilité humaine et la gestion des risques, analysant l'impact des perturbations telles que les interruptions de tâches, les interférences et les facteurs de distraction ou d'inattention, notamment dans le cadre de la conduite automobile. Ses recherches intégraient également une dimension cognitive de l'attention, explorant particulièrement l'influence des émotions et des ruminations sur le comportement attentionnel au volant. Par ailleurs, il s'est penché sur les notions d'expertise et d'expérience professionnelle, montrant comment elles modifient les stratégies de traitement de l'information, la gestion des communications et la survenue d'accidents selon l'âge. Enfin, une part importante de ses travaux est dédiée à l'ergonomie cognitive des supports de travail, examinant la production, la mise en forme visuelle et la compréhension des écrits techniques ou procéduraux, ainsi que les interactions humain-machine et humain-robot.

Jean-Marie Cellier a dirigé en 1996 l'ouvrage collectif *La gestion du temps dans les environnements dynamiques* (PUF), aux côtés de Véronique De Keyser et Claude Valot, qui reste une référence sur le sujet. Il a par ailleurs œuvré à la valorisation de l'ergonomie auprès de publics plus larges, en témoigne l'article sur l'ergonomie qu'il publia dans l'édition numérique 2007 de l'*Encyclopedia Universalis*.

Jean-Marie Cellier a contribué institutionnellement à l'évolution de la recherche sur le site Toulousain et en particulier à l'Université Toulouse Jean Jaurès. Il a contribué à la création des UMR LTC puis CLLE, reconnues entre autres pour leurs travaux en ergonomie cognitive et sur la cognition en situations complexes. Il a également été Vice-Président de la Recherche de l'UT2J de 1998 à 2008, période durant laquelle il a activement œuvré à l'évolution des moyens et conditions de la recherche. Il a notamment contribué à une meilleure internationalisation des recherches et au soutien des doctorant·e·s. Dès 2003, il a initié l'idée d'une plateforme technique polyvalente en cognition, qui a abouti à la création de la plateforme CCU (Cognition, Comportement, Usages) hébergée à la Maison de la Recherche de l'Université Toulouse – Jean Jaurès, financée notamment par le CNRS, la Région Midi-Pyrénées, Toulouse Métropole et le programme IDEX.

Jean-Marie Cellier était aussi un collègue accessible, franc, blagueur, avec qui il était agréable de travailler. Il a consacré beaucoup de son temps à l'Université et aux autres. Il a énormément apporté à la recherche et a formé de nombreux doctorants. C'était un collègue exceptionnel et un ami pour nombre d'entre nous.

Les membres du laboratoire Cognition, Langues, Langage, Ergonomie (CLLE, Université Toulouse Jean Jaurès, Université Bordeaux Montaigne & CNRS, UMR 5263)

Hommage à Jean-François FORZY

Juliette Massoulié et ses collègues

RENAULT

Un ergonome au pays des ingénieurs

La conception d'un véhicule est une activité passionnante. Y participer, c'est la garantie de contribuer à la transformation d'un simple concept en un objet à la fois très complexe et d'usage très courant. Nous sommes nombreux et nombreuses à travailler sur ces futurs véhicules ; l'immense majorité d'entre nous avons une formation d'ingénieur. Et si nos formations sont très poussées dans les domaines techniques, elles sont quasi-aveugles sur la prise en compte de l'humain ! La plupart d'entre nous découvrons l'ergonomie lors d'un projet, lorsque nous voyions notre enthousiasme tempéré par nos collègues ergonomes. Un exemple classique : ils peuvent nous faire remarquer qu'il est plus intéressant de placer des boutons de commandes dans des endroits compréhensibles par les automobilistes plutôt qu'à des endroits « parce que c'est là qu'il y a la place ». C'est l'un des nombreux legs de Jean-François. Son rôle d'Expert n'était pas simple, il devait apporter toute sa connaissance pour garder le cap et ne pas nous laisser partir dans nos travers.

D'autant plus que l'ergonomie cognitive peut paraître abstraite : là où il est relativement facile de concevoir qu'un poste de conduite doit s'adapter à une personne de plus d'1,90m lorsqu'on mesure presque 1,60m, il est plus compliqué d'appréhender les mystères de l'ergonomie cognitive et de s'échapper de sa propre perception. Et c'est là que Jean-François nous apportait tant…

Lorsque nous lui présentions un protocole pour tester nos hypothèses, il nous faisait souvent remarquer le bancal de notre démarche scientifique. Et c'était parti pour de longues et passionnantes réunions de déconstruction. Il avait cette faculté impressionnante de transformer sa connaissance profonde des concepts théoriques en règles pragmatiques de conception. Toujours, il trouvait une référence. Il avait cette mémoire, cette connaissance d'études antérieures bien menées, bien pensées qui, adaptées et appliquées à notre problématique, permettaient d'obtenir des résultats argumentés. Il savait se rendre disponible, quitte à ce que les échanges débordent en oubliant les contraintes horaires, en nous accordant toute son attention et son esprit. Y compris après son départ en dispense d'activité, il a passé de longues heures passionnantes avec nous pour échanger sur la façon qu'ont les humains d'interagir avec, non seulement nos véhicules, mais également plus largement dans leur besoin de mobilité.

S'il avait cette propension à remettre en cause fermement la pertinence de ce que nous pouvions envisager, il ne nous laissait jamais au milieu du gué. Cela donnait des moments de partage, de réflexions, qui, toujours, nous faisaient monter en compétence. Il était ouvert à nos problématiques, ne cherchait jamais à imposer une solution incompatible avec nos délais industriels, ces contraintes

de temps qui ne permettent pas une totale liberté de recherche. Cette exigence et cette vision pouvaient déstabiliser, mais, une fois engagées, permettaient de ne pas éluder les problèmes, de revenir à la cause racine, d'anticiper les risques de ne pas pouvoir répondre à nos hypothèses et de construire ensemble le meilleur plan d'action. Entrer dans une salle de réunion pour avancer sur un sujet avec lui, c'était la garantie d'un voyage intellectuel hors du chemin prévu, pour aller plus loin, pour aller plus haut.

Son ouverture d'esprit, son sens du partage, et sa capacité de réflexion en faisait un collègue exceptionnel. Travailler avec lui était un vrai plaisir. Il laisse des souvenirs, au-delà des personnes avec qui il a interagi quotidiennement, à des collègues croisés dans des circonstances plus transversales ; un certain humour flegmatique qui fait que l'on recherchait sa compagnie.

Au nom de tous ses collègues, nous adressons nos plus sincères condoléances à Béatrice, ainsi qu'à toute sa famille.

Ce recueil rassemble les textes des contributions présentées au 13e colloque de Psychologie Ergonomique et d'Ergonomie EPIQUE, organisé sous l'égide de l'association ARPEGE et accueilli par l'Université Bretagne Sud à Lorient du 8 au 10 juillet 2026.

Cette édition s'est articulée autour du thème « Agir en transition : les activités humaines entre ruptures et résilience ». Les contributions réunies dans cet ouvrage interrogent les effets des multiples transitions – numériques, environnementales, organisationnelles, économiques et sociétales – sur les activités humaines. Un éclairage complémentaire est apporté par trois conférences invitées sur les transformations induites par les expériences immersives, la coopération avec un agent artificiel et par la prise en compte de l'environnement dans les modèles ergonomiques. À travers une grande diversité d'approches théoriques et méthodologiques, ce recueil offre un panorama des recherches récentes en psychologie ergonomique et en ergonomie.

Les sept thèmes abordés concernent la transition écologique et le développement durable, l'évolution des activités médicales, la transformation des mobilités, les territoires en transition, les mutations des activités collectives, les apports de la réalité étendue et les nouvelles méthodologies en ergonomie de conception. Six symposiums apportent un éclairage particulier sur des enjeux transversaux majeurs : la prise de décision dans des environnements dynamiques, incertains et risqués ; les outils et méthodes de créativité au service de la prospective ; les compétences non techniques collectives en situations complexes et dynamiques ; les approches systémiques comme leviers pour accompagner les transitions ; le futur des formations en cybersécurité ; et, en écho à l'ancrage territorial du colloque, les activités humaines confrontées aux mutations du monde maritime.

Ce recueil s'adresse à la communauté scientifique, aux chercheurs, enseignants-chercheurs et praticiens de la psychologie ergonomique et de l'ergonomie, mais également aux spécialistes de psychologie du travail, de psychologie cognitive, des sciences du sport, des sciences de l'ingénieur et, plus largement, à toutes les disciplines concernées par l'étude, la conception et la transformation des activités humaines. Il constitue une ressource pour comprendre les mutations contemporaines des cadres de vie et de travail et les défis qu'elles posent aux personnes, aux collectifs et aux organisations, tout en contribuant à nourrir les réflexions et les actions en faveur de transitions qui soient soutenables et qui renforcent le pouvoir d'agir.

Clément Guérin. Maitre de conférences en ergonomie cognitive à l'Université Bretagne Sud. Ses activités de recherche portent sur coopération humain-système et le rôle de la transparence sur la confiance accordée au système. Ses travaux sont principalement appliqués à l'Industrie du futur, pour les activités de production et de maintenance industrielle.
Catherine Gabaude. Directrice de Recherche à l'Université Gustave Eiffel et Présidente de l'association ARPEGE. Ses activités de recherche portent sur la gestion du contrôle cognitif en situations dynamiques, la coopération humain-machine et la coopération interindividuelles. Ses terrains d'études concernent les transports et, plus récemment, les territoires.
Christine Chauvin. Professeure d'ergonomie cognitive à l'Université Bretagne Sud. Ses activités de recherche portent sur la prise de décision, la gestion des risques et la coopération humain-machine dans les situations dynamiques. Ses travaux sont principalement appliqués aux domaines des transports.

ARPEGE
Science Publishing

ISBN : 979-10-92329-09-4