Association pour
la Recherche
en Psychologie Ergonomique
et Ergonomie

ISBN : 979-10-92329-03-2
Code barre : 9791092329018

9ème conférence de Psychologie Ergonomique

EPIQUE 2017

Dijon, France

© Fotolia

Ergonomie des technologies pour le développement des compétences

Epique 5-7 juillet 2017
Doctoriales, 4 juillet 2017

www.arpege-recherche.org

UBFC UNIVERSITÉ BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

LEAD Laboratoire d'Étude de l'Apprentissage et du Développement

cnrs

3. PROGRAMME

Mardi 4 Juillet 2017

Doctoriales EPIQUE 2017 - le 04/07/2017 – DIJON ***Les doctoriales sont organisées par Françoise Anceaux et Irène Gaillard, avec le concours de Julien Guibourdenche et du RJCE***		
13h00 : Accueil et enregistrement des Doctoriales **Amphithéâtre 1 MSH**		
13.30-14.00	**SAGNIER Camille**	Étude de l'acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'industrie aéronautique : quelques pistes de réflexion
14.00-14.30	**BARERA Nina**	Relation entre acceptabilité des technologies et organisation agile dans le cadre des activités de service
14.30-15.00	**Castillan Laetitia**	Accessibilité des contenus pédagogiques pour les élèves en situation de handicap visuel inclus en classe ordinaire.
15.00-15.15 : pause		
15.15-15.45	**GOUVENELLE Cédric**	Asymétries et dynamiques des interactions asymétriques au sein de groupes projets en service de santé au travail: Approche épistémologique et méthodologique
15.45-16.15	**TARDAN Vincent**	Rôle du chef d'équipe dans l'élaboration d'une conscience collective de la situation: le cas du module sécurité plongée des SNA
16.15-16.30 : pause		
16.30-17.00	**CICCONE Elodie**	Récit et Sécurité- Vers un développement du pouvoir d'agir en sécurité
17.00-17.30	**MALLAT Charlotte**	Mise en relation de la charge mentale et de l'effort à travers une tache de pointage

MERCREDI 5 JUILLET 2017

<table>
<tr><td>09.00</td><td colspan="2">ACCUEIL ET CAFE</td></tr>
<tr><td>09.30</td><td colspan="2">Amphithéâtre 1 MSH - Ouverture du colloque par les Présidents du colloque : Jean-Michel BOUCHEIX et Christine CHAUVIN</td></tr>
<tr><td>09.40</td><td colspan="2">Amphithéâtre 1 MSH Informations pratiques par les organisateurs du colloque : Jean-Michel BOUCHEIX, Véronique DRAI-ZERBIB, Sandrine PINSON</td></tr>
<tr><td>10.00</td><td colspan="2">Amphithéâtre 1 MSH
Conférence d’ouverture : " L'acceptation située des TIC : quels enjeux pour le développement des compétences dans l'activité médiatisée ?", par Marc-Eric BOBILLIER-CHAUMON

Marc-Eric Bobillier-Chaumon est Professeur de Psychologie du Travail et Psychologie Ergonomique à l’Université de Lyon 2 et assure la direction adjointe du laboratoire GRePS. Ses recherches portent sur les usages et les incidences des nouvelles technologies dans des contextes sociaux et professionnels, notamment sur les conditions d'acceptation située des dispositifs innovants dans l'activité.</td></tr>
<tr><td>11.00</td><td>Amphithéâtre 1 MSH
Session 1. Aspects psycho-ergonomiques des TIC

Présidente de session : Véronique DRAI-ZERBIB

Effet du domaine de connaissances et de la pré-activation des connaissances antérieures sur les interactions avec un moteur de recherche par des internautes jeunes et âgés
Mylène SANCHIZ, Aline CHEVALIER, Franck AMADIEU, Wai-TAT FU

Effet des caractéristiques ergonomiques d'une application innovante sur l'acceptabilité et la compréhension de documents multiples
Jordan LOMBARD & Franck AMADIEU

Evaluer un Webdocumentaire d’orientation en lien direct avec la conception
Xavier RETAUX, Gaëtan BOURMAUD, Phnovaly SOULIVONG, Pierre FALZON, Flore BARCELLINI, Yannick LEMONIE, Julien NELSON

Image émotionnelle et recherche d’information dans des pages web
Laure LEGER, Allie HARRIS, Thierry BACCINO</td><td>Amphithéâtre 2 AAFE
Session 2. Expérience utilisateur et bien-être au travail

Présidente de session : Irène GAILLARD

Sources de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports: Etude de l'expérience vécue
Anaïs ALLINC, Béatrice CAHOUR, Jean-Marie BURKHARDT

Parlons d’UX : à la recherche d’un discours commun dans le domaine
Josefina GIL URRUTIA, Eric BRANGIER, Laurent CESSA

Expérience Utilisateur et Interactions Homme-Environnement Virtuel Immersif
Katy TCHA-TOKEY, Emilie Loup-ESCANDE, Olivier CHRISTMANN, Simon RICHIR

Analyser l’acceptation des technologies par les aînés dans le cadre de la conception participative d’un calendrier interactif ("Amelis")
Amandine PORCHER-SALA</td></tr>
</table>

12.30	Repas au RESTAURANT UNIVERSITAIRE MANSART	
14.00	**Amphithéâtre 1 MSH** **Session 3. Mutations du travail, évolutions techniques et organisationnelles / diagnostic et prise de décision** *Président de session :* ***Jean-Michel BOUCHEIX*** *Automatiser la manutention du charbon : une activité de conception organisationnelle structurée par la discussion sur les compétences* **Irène GAILLARD** *Une échelle d'évaluation de la charge mentale de travail pour un pré-diagnostic des situations de travail* **Edith GALY**	**Amphithéâtre 2 AAFE** **Session 4. Activités collectives et collaboratives / sport** *Présidente de session :* ***Corinne GRUSENMEYER*** *La neuroergonomie au service de l'entrainement opérationnel: étude préliminaire dans le domaine du tennis* **Sami LINI, Margot BEUGNIOT, Christophe BEY, Marie JAUSSEIN** *De la modélisation des débriefings en compétition de haut-niveau à la conception d'un outil d'accompagnement des entraîneurs et athlètes* **Marie LE MENN, Anne-Claire MACQUET** *Le briefing en sports collectifs de haut niveau : de la division du travail aux modes opératoires utilisés* **Anne-Claire MACQUET, Marie Le MENN, Neville STANTON**
15.30	Pause-café	
16.00	**Amphithéâtre 1 MSH** **Session 5. Activités de conception et créativité** *Présidente de session :* ***Béatrice CAHOUR*** *Conception participative et interdisciplinaire d'un agent virtuel émotionnel pour une technologie destinée à des aînés* **Amandine PORCHER SALA, Wathek LOUED, Hélène PIGOT, Dominique LORRAIN, Clément GUERIN, Christine CHAUVIN** *Evaluer un prototype d'aide sur simulateur : l'exemple d'un dispositif de sécurité pour agents de chantier* **Stéphanie COEUGNET, Aurélie DOMMES, Nguyen-Thong DANG, Fabrice VIENNE**	**Amphithéâtre 2 AAFE** **Session 6. Formation, compétences, savoirs et technologies dans l'apprentissage de la conduite automobile** *Présidente de session :* ***Catherine GABAUDE*** *L'animation 3D comme support au code de la route. Intérêt pour les candidats sourds.* **Sébastien LAURENT, Laurence PAIRE-FICOUT, Stéphane ARGON, Jean-Michel BOUCHEIX** *Liens entre situations critiques vécues en conduite et apprentissage au cours des premiers mois de la conduite : un focus sur le développement des compétences de haut niveau* **Valentin CORNELOUP & Jean-Marie BURKHARDT**
17.00	**Session posters, Salle des thèses, MSH** *Pitch de chaque poster (2 minutes) par chaque auteur, puis session posters* *Apport d'un serious game pour le développement des compétences de sauvetage au combat des militaires* **Anthony VACHER** *Du sujet déficient au sujet capable : les enjeux de l'identification des ressources mobilisées dans l'activité* **Gaëtan BOURMAUD** *Conception et acceptation d'un service de transport par navettes autonomes : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues de la part des accompagnants en phase d'expérimentation* **Ferdinand MONEGER, Fabien COUTAREL, Patrick CHAMBRES, Ladislav MOTAK, Marie IZAUTE, Michel DHOME** *Anticiper l'usage d'un réseau social numérique d'entreprise à l'aide des pratiques professionnelles situées* **Elodie CHAMBONNIERE, Nadia BARVILLE DEROMAS, Marc-Eric BOBILLIER-CHAUMON, Jacqueline VACHERAND REVEL** *Prise de décision des piétons en traversée de rue : revue de questions et perspectives de recherche* **Stéphanie COEUGNET, Béatrice CAHOUR, Sami KRAIEM**	

	L'accessibilité des sites de réservation des sites de réservation de billets de transports: état des lieux **Matthieu BENASSAYA, Valériane DUSAUCY, Julie LEMARIE, Bernard ORIOLA, Nadine VIGOUROUX et Mustapha MOJAHID** *Le rôle du contrôle dans l'acceptabilité a priori d'un système automatisé* **Sara ESCAICH, Pierre THEROUANNE** Accès aux contenus pédagogiques : le cas des élèves présentant un handicap visuel **Laetitia CASTILLAN, Julie LEMARIE, Mustapha MOJAHID**
18.00	Fin de la journée
18.30	Cocktail de bienvenue et dégustation de vins de bourgogne

JEUDI 6 JUILLET 2017

<table>
<tr><td>08.45</td><td colspan="2">ACCUEIL</td></tr>
<tr><td>09.30</td><td colspan="2">Amphithéâtre 1 MSH
Conférence plénière : "Performance et erreur humaine : approche de la Neuroergonomie", par Frédéric DEHAIS

Frédéric DEHAIS, professeur à l'ISAE-SUPAERO (Toulouse) est titulaire de la Chaire Axa « Neuroergonomie pour la sécurité des vols » (https://www.axa-research.org/en/projects/frederic-dehais). Il dirige depuis 2006 l'Equipe Neuroergonomie et Facteurs Humains composée de 16 chercheurs permanents, non permanents et associés - ayant une expertise pluridisciplinaire en facteurs humains, neurosciences, intelligence artificielle, et traitement du signal. Ses recherches portent sur la compréhension des mécanismes neuronaux de l'erreur humaine, le développement de contre-mesures cognitives pour assister les opérateurs et le monitoring temps réel de la performance humaine en condition écologique. Son département de recherche collabore avec de nombreux centres internationaux (Nasa-Ames, Université Stanford, Université Laval, Cinet - Université Osaka, Université Drexel) et des partenaires industriels du secteur aéronautique (Dassault Aviation, Air France, Lufthansa, AER). Il a également réalisé des expertises pour le BEA et la DGAC. Il a organisé la conférence HFES-Europe en 2012, co-anime le réseau 2F-FNIRS pour l'imagerie cérébrale par spectroscopie en proche infra-rouge (http://websites.isae.fr/2fnirs) et est l'initiateur de la conférence internationale Neuroergonomics (http://websites.isae.fr/neuroergonomics-2016/). Il est co-éditeur invité pour la revue le Travail Humain pour un numéro spécial sur la neuroergonomie, et co-édite actuellement un ouvrage 'Neuroergonomics: the brain at work" pour Elsevier.</td></tr>
<tr><td>10.30</td><td colspan="2">Pause-café</td></tr>
<tr><td>10.50</td><td>Amphithéâtre 1 MSH
Session 7. Gestion des situations dynamiques

Présidente de session : Françoise ANCEAUX

Identification d'éléments structurants pour la conception de scenarios de gestion d'épidémies
Liliane PELLEGRIN, Matthieu BOURRET, Gaetan TEXIER, Nathalie BONNARDEL, Hervé CHAUDET

Influence des compétences émotionnelles dans la prise de décision médicale d'urgence : une étude auprès d'internes de médecine générale
Léonore BOURGEON, Anthony VACHER, Mourad BENSALAH, Bruno DEBIEN

Apprentissage et séquençage attentionnel en contexte aéronautique de double tâche
Gregory FROGER</td><td>Amphithéâtre 2 AAFE
Session 8. Interactions hommes-machines

Président de session : Jean-Marie BURKHARDT

Analyse longitudinale d'un système embarqué proactif destiné à l'amélioration des anticipations en conduite automobile.
Mathilde DUCZMAN, Eric BRANGIER, Aurélie THEVENIN

L'incidence des technologies embarquées dans l'activité des conducteurs routiers
Tamari GAMKRELIDZE & Marc-Eric BOBILLIER-CHAUMON

Applicabilité et utilité perçues d'un guide réglementaire de sûreté nucléaire : points de vue des concepteurs et des représentants des futurs utilisateurs
Julie ALBENTOSA, Anaïs NOUAILLES-MAYEUR, Françoise DARSES, Anthony VACHER</td></tr>
<tr><td>12.20</td><td colspan="2">Repas au RESTAURANT UNIVERSITAIRE MANSART</td></tr>
<tr><td>14.00</td><td>Amphithéâtre 2 AAFE
SYMPOSIUM 1.Quelle(s) relation(s) entre appropriation des technologies et transformation de pratiques dans les</td><td>Amphithéâtre 1 MSH
Session 9. Formation, compétences, savoirs et technologies</td></tr>
</table>

	projets liés au développement durable en ergonomie et psychologie ergonomique? *Président de session :* ***Magali PROST & Gaétan BOURMAUD*** *Lien entre appropriation des technologies smart-grids et développement de pratiques de maîtrise des consommations en électricité : une approche ergo-sociologique* **J. LASSALLE, A. AMELOT, Christine CHAUVIN & A. BOUTET-DIEYE** *Propositions pour une analyse systémique des pratiques de permaculture* **Gaétan BOURMAUD** *Les échanges virtuels entre agriculteurs : un soutien à la transformation de leurs pratiques professionnelles ?* **Magali PROST, L. PROST & Marianne CERF**	*Présidente de session :* ***Aline CHEVALIER*** *Faut-il rendre l'apprenant actif dans son apprentissage ? Le cas des graphiques organisateurs* **Tiphaine COLLIOT & Éric JAMET** *Effets du point de vue de présentation des instructions et de l'aptitude à la rotation mentale sur l'apprentissage d'un geste technique* **Leslie JANNIN, Franck GANIER, Philine DE VRIES** *Des points de vue mixtes améliorent l'apprentissage de procédures gestuelles complexes à partir de vidéo en formation professionnelle d'infirmière.* **Jean-Michel BOUCHEIX, Perrine GAUTHIER, Jean-Baptiste FONTAINE & Sandrine JAFFEUX**
15.30	Pause-café	
16.00		**Amphithéâtre 1 MSH** **Session 9 (suite). Formation, compétences, savoirs et technologies** *Président(e) de session :* ***Christine CHAUVIN*** *Le développement de l'activité et des compétences relationnelles des aides-soignants (AS) lors de l'utilisation d'un robot émotionnel* **Marie-Line CARRION-MARTINAUD, Tamari GAMKRELIDZE, Marc-Eric BOBILLIER-CHAUMON, Nicolas BALTENNECK, Jérémy EYME** *Quelle contribution des formateurs à l'évaluation d'un démonstrateur pour la formation en environnement virtuel des monteurs assembleurs de l'aéronautique ?* **Catherine DELGOULET, Vincent BOCCARA, Jean-Marie BURKHARDT** *Dynamique d'appropriation de technologies pour la maitrise des consommations énergétiques* **Anthony PLANCOULAINE, Béatrice CAHOUR, Myriam FREJUS, Christian LICOPPE**
17.00	AG ARPEGE	
19.30	DINER DE GALA au Restaurant « La Dame d'Aquitaine »	

VENDREDI 7 JUILLET 2017

09.15	ACCUEIL	
09.30	**Amphithéâtre 2 AAFE** **Symposium 2. Triangulation des méthodes pour l'analyse de l'activité** *Présidentes de session :* ***Béatrice CAHOUR et Christine CHAUVIN*** *La triangulation des méthodes : Complémentarité des points de vue extrinsèques et intrinsèques pour l'analyse de l'activité interactionnelle* **Béatrice CAHOUR & Lisa CRENO** *Apports de la triangulation méthodologique dans la compréhension du développement de l'activité médiatisée des ASCT âgés* **Florence CROS, Marc-Eric BOBILLIER-CHAUMON, Bruno CUVILLIER** *Ecologie de la santé, ergonomie et maladie de Parkinson: intérêt de la triangulation des méthodes pour la conception de soins personnalisés* **Ross PARRY, Olivier BUTTELLI, Marie-Laure WELTER, Jacques RIFF, Elodie LALO** *Analyser la reprise en main d'un véhicule autonome en utilisant la triangulation des méthodes* **Christine CHAUVIN & Farida SAAD**	**Amphithéâtre 1 MSH** **Symposium 3. Apports de la neuroergonomie à la compréhension de l'activité de conduite automobile** *Présidents de session :* ***Catherine GABAUDE et Jordan NAVARRO*** *Vers une détection des états attentionnels dégradés des conducteurs : apports des mesures cardiaques et oculaires* **Guillaume PEPIN, C. JALLAIS, Jordan NAVARRO, A. FORT, F. MOREAU & Catherine GABAUDE** *La méditation de pleine conscience aide t'elle notre cerveau à bien conduire ?* **E. REYNAUD, Jordan NAVARRO** *Colère, performances de conduite et attention : apports des mesures électrophysiologiques* **F. TECHER, C. JALLAIS, Y. CORSON and A. FORT** *Neuro-ergonomie au service de la conception IHM embarquées* **Stéphanie DABIC, Laora KERAUTRET, Pantelis MAROUDIS, Stephane VANHELLE VALEO** *Mesures physiologiques de la charge cognitive dans le vieillissement* **Maud RANCHET, John C. MORGAN, Abiodun E. AKINWUNTAN, Hannes DEVOS**
12.00	Clôture du colloque par les Présidents du colloque : **Jean-Michel BOUCHEIX** et **Christine CHAUVIN**	
12.30	Repas au RESTAURANT UNIVERSITAIRE MANSART	

Relation entre acceptabilité située des technologies et organisation agile dans le milieu du transport aérien

Nina Barera
CRPCPO EA7273,
Université de Picardie Jules Verne, Chemin du Thil - 80025 Amiens
nina.barera@gmail.com

Directeurs de recherche

Gérard Valléry
CRPCPO EA7273,
Université de Picardie Jules Verne, Chemin du Thil - 80025 Amiens
gerard.vallery@u-picardie.fr

Sylvain Leduc
Aix-Marseille Université, Département Hygiène, Sécurité, Environnement, Avenue Maurice Sandral, 13600 LA CIOTAT
sylvain.leduc@univ-amu.fr

RESUME

Dans un monde fortement concurrentiel, les entreprises se voient dans l'obligation d'adapter leurs organisations et de réajuster leurs stratégies commerciales. Dans ce contexte, l'information digitalisée devient une ressource économique et stratégique. Néanmoins, les relations entre performances et technologies ne sont pas simples. Elles sont toujours influencées et médiatisées par les rapports sociaux, les dimensions organisationnelles et les stratégies managériales. C'est pourquoi la révolution digitale bouleverse certains fondements du travail. L'approche de l'acceptabilité des technologies révèle que l'appropriation d'un dispositif technologique est influencée par de multiples facteurs. L'objectif de cette recherche est d'étudier ce processus. Il s'agit d'interroger ces évolutions technologiques en réintroduisant la question du travail au cœur des projets informatiques et d'analyser comment les concepteurs informatiques peuvent s'en saisir afin de produire des outils plus adaptés aux besoins des utilisateurs et aux exigences du travail réel.

MOTS-CLES

Technologies, acceptabilité, organisation, agile, méthodologie d'intervention.

1. INTRODUCTION

Le terme de nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) est employé pour désigner « *l'ensemble des outils et des ressources qui permettent de recevoir, d'émettre, de stocker, d'échanger et de traiter différentes informations et connaissances entre les individus* » (Bobillier Chaumon, 2003). Ces technologies réinventent notre vie quotidienne en créant de nouveaux usages et en offrant de nouvelles possibilités d'expériences. Le monde du travail change, lui aussi. De nombreux outils, d'abord destinés à l'usage personnel, ont transformé le monde professionnel. Ces évolutions s'étendent à tous

les secteurs d'activité et à tous les types de postes créant un environnement de travail « digitalisé ».

Le développement de ces technologies s'accompagne souvent d'un discours annonçant des mutations profondes du travail. Les usages de ces dispositifs ne sont pas neutres. Ils peuvent conduire à une reconfiguration des pratiques professionnelles et à une redéfinition des contours du métier. Bobillier Chaumon (2016) souligne qu'ils vont non seulement affecter les activités qui se font dans le travail (nature, contenu, modalité, etc.), celles qui se réalisent en périphérie et qui soutiennent le rapport au travail (dimensions relationnelles, organisationnelles, etc.), mais aussi celles qui se déroulent en dehors des frontières de l'entreprise (nomadisme, télétravail, etc.). Les effets de ces dispositifs sont partagés, positifs sous certains aspects, mais négatifs sous d'autres (Klein & D. Ratier, 2012). L'utilisation des nouvelles technologies a pour objectif de faciliter le travail. Elles permettent de le valoriser et d'apporter de nouvelles possibilités pour le développement des salariés. Cependant, elles peuvent aussi contraindre le travail en diminuant les capacités d'action et l'autonomie (Bobillier Chaumon, 2016). Dès lors, il importe de pouvoir appréhender les effets et les risques liés au développement de ces outils.

Ce document présente un travail de première année de thèse sous convention CIFRE. Débuté en juin 2017, ce projet s'inscrit dans le cadre d'un partenariat entre le CRP-CPO[1] (EA 7273) de l'Université de Picardie Jules Verne à Amiens et une compagnie aérienne. Le but est de s'intéresser à la notion d'acceptabilité des technologies et sa relation avec les méthodes de gestion des projets informatiques. Cette communication décrit le contexte et la problématique de recherche, ainsi que les premiers questionnements qui apparaissent concernant la mise en œuvre de ce projet.

2. CONTEXTE DE LA RECHERCHE

2.1. La digitalisation : un enjeu stratégique pour les entreprises

Le monde aérien est un secteur en croissance accélérée : de nouveaux géants émergent, tandis que les compagnies low-cost se développent face à des clients recherchant une qualité plus élevée pour des prix toujours plus bas. Dans un monde fortement concurrentiel, l'objectif des entreprises est non seulement de réduire les coûts mais aussi de satisfaire au mieux les clients. Ces derniers veulent de la rapidité, de la connectivité et de la personnalisation. Dans le milieu du transport aérien, la nature de la prestation elle-même influence les exigences de clients. La spécificité de la technique et la performance des déplacements en avion incitent ce secteur à développer une image de fiabilité et d'excellence. Cela concerne aussi bien les questions de sécurité et de sureté que la qualité du service rendu, à l'aéroport et pendant le vol (Valléry, 2004).

Dans ce cadre, l'information digitalisée devient une ressource pour les entreprises : développer le travail collaboratif, automatiser les processus, favoriser les échanges… L'usage des technologies est guidé par une réalité socio-économique dans laquelle il convient d'augmenter sans cesse la productivité. Aujourd'hui, les nouvelles technologies représentent un outil de développement incontournable. Pour les entreprises "*les adopter ne représente plus une opportunité, mais une obligation. Il ne s'agit plus de savoir si on va y aller, mais comment on va y aller, c'est-à-dire avec quelle stratégie, quels investissements, quels objectifs*" (Champeaux & Bret, 2000).

[1] CRP-CPO : Centre de Recherche en Psychologie : Cognition, Psychisme et Organisations

2.2. L'agilité, une réponse pertinente au besoin de réactivité et d'adaptabilité ?

Pour répondre au besoin de réactivité et d'adaptabilité généré par l'innovation technologique, les entreprises sont amenées à revoir leurs méthodes de gestion de projet. Dans ce contexte, la démarche agile est envisagée comme un mode de management approprié : elle décrit la vision d'une organisation capable de survivre dans un environnement compétitif (Gronier & Battisti, 2012). Cette méthode de gestion de projets repose sur l'idée que les plans initiaux sont souvent modifiés, les besoins des utilisateurs changent et que la réactivité de l'équipe projet est infime au regard des évolutions technologiques.

Adaptative, incrémentale et itérative, cette méthode de gestion de projets accélère le temps de réaction, favorise l'anticipation et l'innovation en permanence. Le principe des méthodes agiles consiste à proposer une version minimale de l'outil au client et de procéder à des allers-retours réguliers vers celui-ci. Des tests sont réalisés à la fin de chaque itération afin d'intégrer des fonctionnalités supplémentaires en fonction des besoins identifiés (Autissier & Moutot, 2015). Ces pratiques ont pour objectif de placer l'utilisateur au centre des démarches de conception. Seulement, pour les utilisateurs, le principe d'amélioration continue par relecture a pour résultat le déploiement d'outils incomplets et des changements technologiques constants.

3. DOMAINE D'ETUDE

3.1. Et le facteur humain dans tout ça ?

L'enthousiasme à l'égard des outils numériques et de leurs enjeux stratégiques amène les entreprises à les développer en minimisant les implications humaines et sociales mises en jeu. En analysant les étapes et les actions mises en œuvre par plusieurs entreprises canadiennes lors de l'implantation d'une même technologie, Hallé, Renaud, & Ruiz (2005) ont constaté que la réussite ou l'échec du projet n'était pas lié aux caractéristiques du système technologique lui-même, mais au contexte de sa mise en œuvre et de son déploiement. L'introduction de nouvelles technologies dans une organisation de travail existante peut modifier son fonctionnement et remettre en cause les processus en place. Cela peut concerner aussi bien l'organisation que le contenu des activités et des métiers (Chevallet, 2007). Dans leur étude, Askénazy et Gianella (2002) confirment que seules les entreprises qui adoptent simultanément une nouvelle forme d'organisation du travail et les nouvelles technologies voient leur production augmenter. Ce ne serait donc pas les technologies qui améliorent la performance, ni les changements organisationnels, mais une combinaison des deux.

Les relations entre technologies et performances ne sont pas directes : lorsqu'elles sont bien utilisées et acceptées les technologies sont des sources de profits. Seulement, leur développement ne peut pas à lui seul accroitre la performance. En effet, s'il apparaît que la technologie cherche à influencer certaines dimensions de l'activité de travail, elle ne peut ni la déterminer, ni la façonner selon des modèles prédéfinis. Ce n'est pas l'accès à l'information mais la manière dont elle est contextualisée qui lui donne du sens. Ainsi, pour les entreprises, l'enjeu de la digitalisation se traduit par l'acceptation des outils par ceux qui travaillent.

3.2. De l'acceptabilité d'une technologie à son intégration dans les usages

En s'intéressant à la mise en pratique d'un dispositif, des écarts sont souvent constatés entre ce qui est prévu lors de sa conception et ce qui se passe réellement avec les utilisateurs. De très bons outils, très bien promus par leurs concepteurs se révèlent inutilisables en situation. Par ailleurs, des outils faciles à utiliser et intuitifs ne parviennent pas à être intégrés dans les pratiques. Les utilisateurs n'ont pas toujours le temps, les compétences ou l'envie de les utiliser. Pourquoi un individu, malgré les difficultés va faire l'effort d'apprendre ? Qu'est-ce qui influe sur les décisions des individus à accepter ou rejeter une technologie ? Les différents travaux en psychologie ergonomique et psychologie sociale ont donné naissance à la notion d'acceptabilité. L'acceptabilité correspond à l'étude des conditions d'usage des outils technologiques et des différents processus psychologiques favorisant leur adoption – ou leur rejet – par les utilisateurs (Bobillier Chaumon & Dubois, 2009).

À l'heure actuelle, trois grandes approches peuvent être distinguées pour prédire et étudier l'acceptation des technologies. L'acceptabilité *opératoire* ou *pratique* repose sur la qualité fonctionnelle des outils. Cette approche s'appuie sur un ensemble de critères, de principes et de méthodes qui permettent d'assurer la qualité ergonomique des outils (Barcenilla & Bastien, 2009). Toutefois, la qualité fonctionnelle des outils ne peut pas être considérée comme la condition nécessaire et suffisante pour assurer leur l'acceptation. Les dispositifs technologiques s'insèrent toujours dans un contexte socio-organisationnel qui s'apparente à une construction sociale, individuelle, organisationnelle et collective (Dubois & Bobillier Chaumon, 2009).

L'acceptabilité *sociale* propose un modèle autour des intentions (Terrade et *al.,* 2009 ; Dubois & Bobillier-Chaumon, 2009, etc.). Elle introduit la prise en compte des perceptions comme facteur d'acceptabilité *a priori*, c'est-à-dire en amont de l'usage réel des outils. Ces théories reconnaissent la capacité de l'utilisateur à anticiper les apports possibles de la technologie par le biais des attitudes, des ressentis et des actions. Néanmoins, l'acceptabilité ne se base pas uniquement sur une logique intentionnelle. Il est nécessaire d'élargir cette compréhension de l'acceptation aux situations effectives d'usages.

Le modèle de l'acceptabilité ne doit pas être réduit aux comportements des utilisateurs et à leurs motivations. Pour Bobillier Chaumon (2013), il doit aussi prendre en compte le contexte social et organisationnel dans lequel il s'inscrit. Ainsi, l'acceptation dépendrait de « *la mise à l'épreuve de la technologie dans son contexte réel d'usage* ». Cette approche située de l'acceptabilité repose sur une analyse du vécu et du comportement des individus. Elle amène à étudier la technologie dans ses cadres d'utilisation, ce qui va lui donner un sens. Une synthèse de ces réflexions, proposée par Bobillier Chaumon (2013), a permis d'élaborer un modèle intégrant ces différentes orientations de l'acceptabilité des technologies en fonction des différentes phases d'un projet informatique.

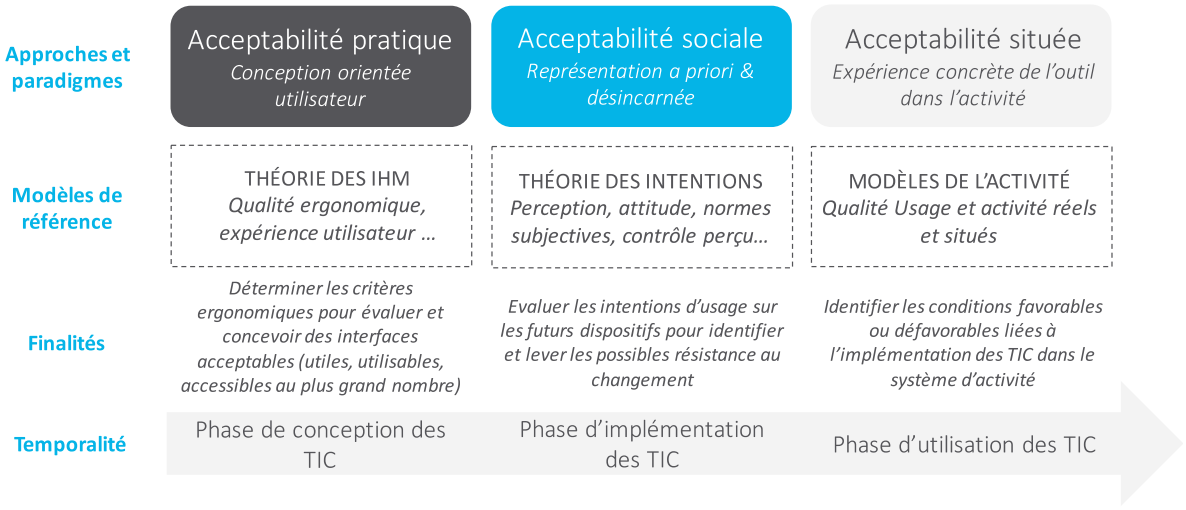


Figure 1 : Articulation des approches de l'acceptation sur une trajectoire d'usage (d'après Bobillier Chaumon, 2013).

L'orientation de cette recherche-action trouve sa place dans le cadre de l'acceptabilité « située » et « incarnée » de la technologie. Elle a pour vocation d'étudier « *le réel des activités » et « l'expérience concrète des outils* » (Bobillier Chaumon, 2013, p 71).

4. PROBLEMATIQUE

4.1. Porter un regard nouveau sur les méthodes de gestion des projets informatiques

L'idée principale de cette recherche-action est de s'intéresser aux relations existantes entre l'Homme et la technologie en situation réelle de travail. L'objectif est de contribuer, d'organiser et de mettre en œuvre des connaissances sur l'acceptabilité des nouvelles technologies d'un point de vue situé. À partir de la demande de l'entreprise, nous avons construit une problématique de recherche autour de deux axes complémentaires reliant les conditions de production et d'intégration des technologies dans les organisations et l'étude des facteurs favorisant leur acceptation.

Cette étude se déroulera au sein du département informatique de la compagnie afin de permettre des allers-retours entre ceux qui produisent les outils et ceux qui les utilisent. L'enjeu est de porter un regard non seulement sur ceux qui reçoivent les outils (les utilisateurs finaux), mais également sur leur conception (les informaticiens). Il s'agit de soulever la question des pratiques et des moyens mis en œuvre à l'informatique pour produire des outils efficaces, adaptés aux besoins et aux attentes des utilisateurs et favorisant leur acceptation ; ce qui constitue une partie non négligeable de la valeur d'un dispositif technologique.

4.2. Acceptabilité : évaluer les bénéfices et identifier les risques pour choisir

L'introduction des technologies change le rapport au travail et le rôle attribué. Dès lors, l'intérêt de la recherche est de comprendre comment l'évolution du travail est vécue et comment les utilisateurs investissent ces nouvelles technologies. Le deuxième axe de travail interroge le rapport entre l'utilisateur et les nouvelles technologies dans son activité professionnelle. L'intérêt est de comprendre ce qui conditionne, du point de vue de l'agent, l'acceptation d'une technologie.

En résumé, la recherche a pour vocation, par des méthodes d'analyse du travail en ergonomie, d'apporter des éléments complémentaires aux réflexions existantes sur

l'acceptabilité des technologies et la prise en compte des besoins dans les projets informatiques. L'objectif est de déterminer les facteurs de l'organisation « agile » jouant un rôle sur l'acceptabilité. Notre réflexion porte sur les conséquences humaines de cette méthode de gestion de projet. De par ce nouveau mode d'organisation du travail, l'agilité suppose une adaptation des utilisateurs aux outils, mais également des concepteurs aux exigences de ces derniers. Ces pratiques peuvent imposer une remise en question des compétences et des méthodes de travail. L'idée est de comprendre les mécanismes d'acceptabilité d'un dispositif dans une organisation mouvante. Pour aborder cette question, nous adopterons une démarche compréhensive et transformatrice basée sur une analyse ergonomique de l'activité.

5. REFLEXIONS METHODOLOGIQUES

Espérant tirer profit des outils numériques, une grande compagnie aérienne a, dans un contexte de transformation digitale, implanté des tablettes tactiles et des outils collaboratifs auprès de l'ensemble des agents. Au moment de l'étude, le déploiement des outils a débuté. Les applications supportées par ces différents supports sont quant à elles en évolution selon un mode itératif agile.

La recherche-action débutera par la production de deux états de l'art. Premièrement, une revue de la littérature concernant la gestion de projets informatiques, avec un focus sur la méthode agile et l'ergonomie dans les projets informatiques afin d'appréhender la complexité du sujet. Mise en lien avec la réalité du terrain, elle permettra une compréhension globale des processus de développement et d'implémentation des projets informatiques. L'enjeu est d'identifier les objectifs, les enjeux et les rôles des différents acteurs impliqués. La deuxième revue aura pour objet l'étude de l'acceptabilité située des technologies auprès des utilisateurs finaux afin de donner un large aperçu de l'état de l'art dans le domaine étudié. Le but est d'identifier l'ensemble des méthodes et des outils permettant d'étudier les facteurs d'acceptation et de rejet des technologies afin de produire une méthodologie adaptée.

Accompagner efficacement le développement des outils digitaux suppose de poser un diagnostic précis permettant d'anticiper et d'identifier les facteurs d'acceptation des technologies auprès des utilisateurs finaux. Derrière la question de l'acceptabilité, il y a la nécessité de définir et de comprendre le rapport de l'utilisateur avec ces dispositifs. L'univers professionnel contraint l'acceptation. Afin de proposer des outils efficaces et adaptés au travail des agents et répondant aux besoins des clients, il est essentiel de s'intéresser à la compréhension du travail des utilisateurs et de l'usage réel qu'ils ont des outils de travail (Barcellini et *al*., 2013). La méthodologie doit permettre de s'approprier l'activité et de comprendre plus finement l'expérience vécue, c'est-à-dire les comportements observables, mais aussi les activités mentales et les ressentis plus subjectifs. Pour cela, une « triangulation des méthodes » semble adaptée, conjuguant différentes méthodes de recueil de données qualitatives et quantitatives. L'enjeu est de proposer des méthodes d'analyse de l'acceptabilité permettant la compréhension des situations réelles de travail ainsi que l'identification des besoins, des attentes et des ressentis des utilisateurs au regard de leur activité.

L'informatique délivre des outils aux agents en réponse à des besoins exprimés. L'acceptation de ces outils dépend des caractéristiques du système, mais également des conditions de déploiement de celui-ci. Le contexte d'usage va lui aussi influencer

l'acceptabilité située : l'outil doit s'intégrer dans l'organisation du travail et répondre aux attentes et aux besoins des utilisateurs. Dans le contexte de la relation de service, ces besoins sont influencés par ceux des clients externes. Ainsi, l'étude de l'acceptabilité située prend en considération un certain nombre de paramètres, de dimensions qui interagissent et s'influencent mutuellement.

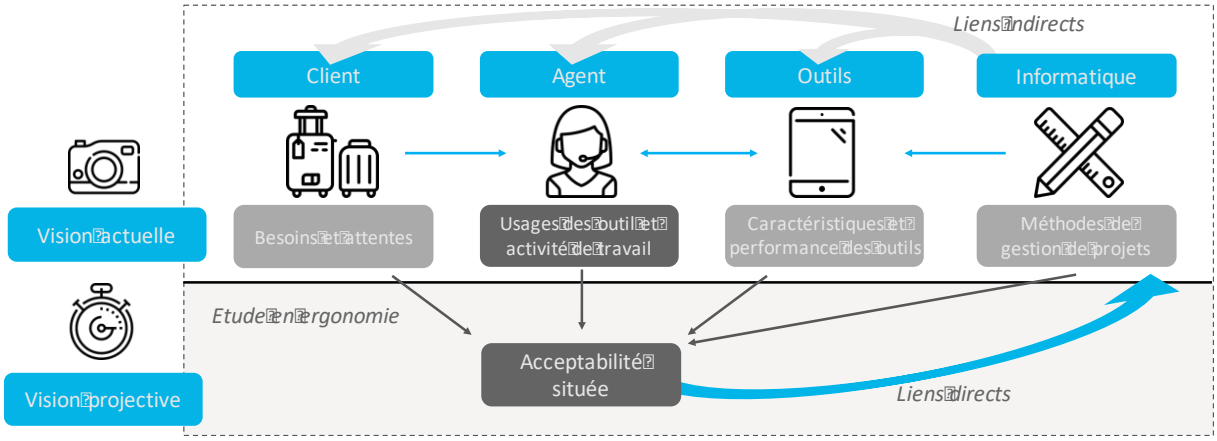


Figure 2 : Les différents axes d'investigation de la recherche-action

Cette recherche a pour objectif de faire évoluer les méthodes actuelles de gestion des projets informatiques. Indirectement, elle a pour finalité d'agir sur le bien-être des agents, mais aussi la satisfaction des clients finaux.

6. DISCUSSION

Complexe, le lien entre technologie et travail reste mal estimé. Pourquoi ? À cause d'une série de paramètres décisifs, comme les conditions sociales et organisationnelles de la diffusion des innovations, qui ne sont pas prises en compte. L'impact des nouvelles technologies dans le cadre des relations de service ouvre une perspective de recherche encore peu abordée en ergonomie. Il s'agit de discuter la notion d'acceptabilité à travers différents modèles théoriques qui l'abordent et la conceptualisent. L'idée est d'explorer de nouvelles dimensions sous l'angle des technologies au travail. Pour atteindre ces objectifs, la recherche se positionne dans le cadre de l'acceptation située. Celle-ci s'ancre dans le réel des activités qui se transforment avec l'introduction des nouvelles technologies. Elle vise à produire des connaissances supplémentaires sur l'acceptabilité dans le cadre d'une organisation de production d'outils informatiques de type agile. Le but est d'enrichir les modèles classiques pour y intégrer ces nouvelles pratiques pour la conception. Cela amènera à déterminer le rôle de cette organisation dans l'acceptation ou le rejet d'une technologie. Il s'agit de comprendre comment l'acceptabilité se met en place dans un contexte où la conception des outils informatiques est guidée par des itérations et des évolutions permanentes, obligeant les individus à réadapter continuellement leurs stratégies afin de répondre aux besoins du métier et aux exigences des clients.

7. REFERENCES

Askénazy, P., & Gianella, C. (2000). Le paradoxe de productivité: les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation. *Economie et statistique*, 339(1), 219-241.

Autissier, D., & Moutot, J. (2015). Le changement agile. *Éditions Dunod, Paris.*

Barcenilla, J., & Bastien, J. M. C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies: quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur?. *Le travail humain*, 72(4), 311-331.

Barcellini, F., Van Belleghem, L. et Daniellou, F. (2013) Les projets de conception comme opportunité de développement des activités. In Falzon, P. (coord.) *Ergonomie constructive. Paris PUF.*

Bobillier-Chaumon ME. (2003). Évolutions techniques et mutations du travail: émergence de nouveaux modèles d'activité*. Le travail humain*, 66(2), 161-192.

Bobillier-Chaumon ME. (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., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le Travail Humain*, *72*(4), 355. https://doi.org/10.3917/th.724.0355

Bobillier-Chaumon, M.-E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : questions et perspectives pour la psychologie du travail*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Grenoble 2. http://greps.univ-lyon2.fr/medias/fichier/hdr-bobillier-%0Anov2013_1417698910465-pdf

Champeaux, J. & Bret, C. (2000). *La cyber entreprise. 10 clés pour une approche intégrale des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication dans l'entreprise*. Paris : Dunod

Chevallet R. (2007). *Réussir un projet système d'information en PME : l'enjeu des conditions de travail.* ANACT. Consulté sur : www.anact fr/portal/pls/portal/docs/1/31013.PDF

Dubois, M., & Bobillier-Chaumon, M. É. (2009). L'acceptabilité des technologies: bilans et nouvelles perspectives. *Le travail humain*, 72(4), 305-310.

France. Centre d'analyse stratégique, Klein, T., & Ratier, D. (2012). *L'impact des TIC sur les conditions de travail*. La Documentation française. http://cgt-usd76.fr/wp-content/uploads/2014/07/rapport-sur-les-tics-2012.pdf

Gronier, G., & Battisti, S. (2012). Conséquences humaines et méthodologiques d'une gestion de projet agile sur la pratique d'un ergonome en conception informatique. *Qualité de vie, risques et santé au travail*, 277.

Hallé, M. F., Renaud, J., & Ruiz, A. (2005). Progiciels de gestion intégrée: expériences d'implantation dans cinq entreprises Québécoises. *Logistique & Management*, 13(2), 31-43.

Terrade, F., Pasquier, H., Boulanger, J., Guingouain, G., & Somat, A. (2009). L'acceptabilité sociale: la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques. *Le Travail Humain*, *72*(4), 383–395. https://doi.org/10.3917/th.724.0383

Valléry, G. (2004). Relations de service et approche ergonomique: saisir le caractère dynamique et situé de l'activité au travers de l'analyse des interactions «agent-client». *Activités*, 1(1-2).

Étude de l'acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'industrie aéronautique : quelques pistes de réflexion

Camille SAGNIER, Emilie LOUP-ESCANDE, Gérard VALLERY
CRPCPO EA7273, Université de Picardie Jules Verne, Chemin du Thil, 80025 AMIENS, FRANCE
{camille.sagnier ; emilie.loup-escande ; gerard.vallery}@u-picardie.fr

1) Introduction

Cette communication s'inscrit dans le cadre d'une thèse en ergonomie et en psychologie du travail débutée en novembre 2016, au sein du CRP-CPO[1] (EA 7273) de l'Université de Picardie Jules Verne à Amiens. Elle fait partie d'un projet financé par la région Hauts-de-France, nommé LEON (*acceptabiLity of Emerging technOlogies in aeroNautics*), dont le but est d'étudier l'acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'industrie aéronautique.

La réalité virtuelle est un « *domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel, le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs* » (Fuchs, Moreau, Berthoz, & Vercher, 2006, p. 8), ayant pour objectif de « *de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel* » (Fuchs et al., 2006, p. 5). La réalité augmentée renvoie aux systèmes interactifs présentant en temps réel à l'utilisateur des entités virtuelles et des éléments de l'environnement réel (Caudell & Mizell, 1992).

Le travail de thèse que nous présentons est réalisé en partenariat avec l'équipe de recherche Heudiasyc de l'Université de Technologie de Compiègne et Stelia Aerospace, filiale d'Airbus spécialisée dans la fabrication et la conception d'aérostructures et de sièges pour pilotes et passagers.

2) Etat de l'art sur l'acceptabilité

La première étape de cette thèse consiste à réaliser deux états de l'art. Ce travail est en cours de réalisation.

Le premier concerne les aspects théoriques et méthodologiques relatifs à la notion d'acceptabilité des technologies. Il vise à répertorier l'ensemble des modèles traitant de cette question, à identifier les dimensions en lien avec celle-ci ainsi qu'à déterminer les outils et les méthodes utilisés pour son étude. Certains des aspects de cette revue de la littérature pourront être transférables à la réalité virtuelle et à la réalité augmentée. Dans cette première revue de la littérature, on s'intéressera également aux études portant sur l'acceptabilité de ces technologies spécifiquement.

Le second état de l'art vise à faire le point sur les travaux sur l'acceptabilité dans l'aéronautique en général, et dans la maintenance/le montage d'avions en particulier. Il s'agit d'identifier des aspects spécifiques à l'acceptabilité des technologies dans ce secteur. Les spécificités de ce secteur peuvent concerner d'autres technologies que les dispositifs de réalité virtuelle et de réalité augmentée.

[1] CRP-CPO : Centre de Recherche en Psychologie : Cognition, Psychisme et Organisations

a. Acceptabilité des technologies

L'étude de l'acceptabilité d'une technologie renvoie à la question des raisons de son adoption ou de son rejet par des individus ainsi qu'à la question de la prédiction de son utilisation par ceux-ci. On s'interroge non seulement sur les raisons qui amènent un individu à avoir envie d'utiliser une technologie mais aussi sur la manière dont prédire cette utilisation (Terrade, Pasquier, Boulanger, Guingouain, & Somat, 2009).

Plusieurs termes gravitent autour de cette notion ; on parle notamment d'acceptabilité mais également d'acceptation ou d'appropriation. Par exemple, pour Bobillier-Chaumon et Dubois (2009), le processus d'adoption des technologies peut être pensé comme un continuum entre *acceptabilité* et *acceptation*, deux termes qu'ils distinguent donc. Ils situent l'acceptabilité en amont de ce processus, avant l'introduction de la technologie. Elle concerne les « *représentations des personnes face à une technologie future ou possible* » (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009, p. 356). Quant à l'acceptation, elle « *se focalise plus sur le vécu des personnes lors et suite à l'introduction des TIC* » (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009, p. 356).

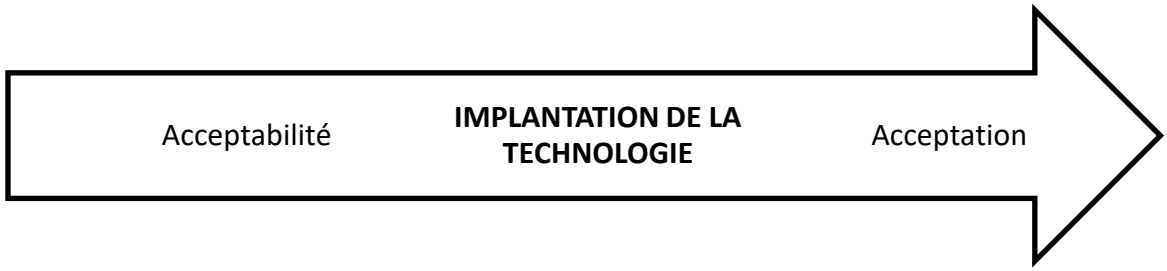


Figure 1 : Continuum acceptabilité-acceptation (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009)

Terrade et al. (2009) ont une conception proche de celle-ci. Pour eux, le processus d'adoption des technologies a lieu en trois temps. D'abord, on se situe dans une phase d'*acceptabilité*, qui porte sur les représentations subjectives d'un utilisateur sur une technologie avant qu'il n'ait eu la possibilité de la manipuler. Puis, lors des premiers contacts de l'utilisateur avec la technologie, on peut parler d'une phase d'*acceptation* ; les dimensions d'utilité et d'utilisabilité prennent à ce moment toute leur importance dans la prédiction de l'utilisation de la technologie. On retrouve donc chez ces auteurs, comme pour Bobillier-Chaumon et Dubois (2009), une distinction entre l'*acceptabilité*, qui se situe *a priori* de l'implémentation de la technologie, et l'*acceptation*, qui a lieu une fois que les utilisateurs ont utilisé cette dernière. Après la phase d'acceptation, lorsque la technologie est intégrée dans le fonctionnement ordinaire de l'individu, Terrade et al. (2009) utilisent le terme d'*appropriation*. Des phénomènes d'usages détournés ou de contentement peuvent alors apparaître.

Trois orientations théoriques co-existent pour traiter de la question de l'acceptabilité des technologies (Bobillier-Chaumon, 2013). La première orientation s'appuie sur l'*acceptabilité pratique*. Elle cherche à mettre en évidence des critères, des principes et des méthodes de conception et d'évaluation pour favoriser l'acceptabilité de la technologie, en assurant sa qualité ergonomique et en optimisant les interactions homme-machine.

La seconde orientation concerne l'*acceptabilité sociale*. Cette approche vise à identifier quels facteurs déterminent les intentions d'usage des utilisateurs. On cherche à prédire l'acceptabilité d'une technologie *a priori*, avant son usage réel et effectif. Par exemple, le TAM (*Technology Acceptance Model*) s'inscrit dans cette orientation et il postule que l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue déterminent l'intention d'usage, sous-jacente à l'acceptabilité (Davis, 1989).

Enfin, Bobillier-Chaumon (2013) préconise une troisième approche : l'*acceptation située*. Cette approche est centrée sur l'activité, le vécu et l'expérience réelle des utilisateurs avec la technologie. Elle prend en compte les conditions réelles d'usage et la question de la construction du sens des usages.

Dans le cadre du projet LEON, nous avons choisi une définition plus holistique et complète de la notion d'acceptabilité, incluant également la notion d'acceptation. Selon cette définition de Barcenilla & Bastien (2009), l'acceptabilité renvoie au « *degré d'intégration et d'appropriation d'un objet dans un contexte d'usage* » (p. 311), où l'*intégration* correspond à la manière dont la technologie s'insère dans les activités de l'utilisateur, et comment elle contribue à les transformer ; et où l'*appropriation* renvoie à la façon dont l'individu investit la technologie et dans quelle mesure celle-ci est en adéquation avec ses valeurs personnelles et culturelles, lui donnant envie d'agir sur ou avec celle-ci.

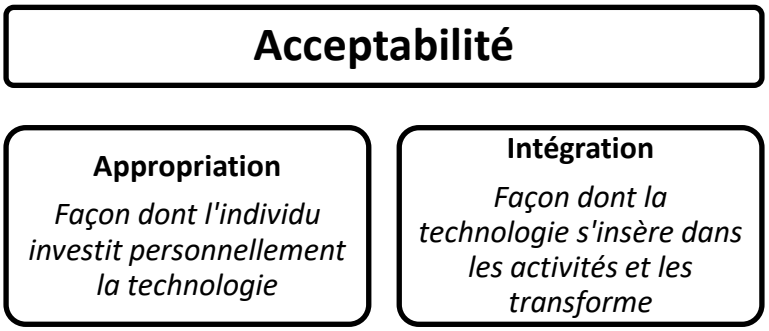


Figure 2 : Définition de l'acceptabilité retenue dans la thèse (Barcenilla & Bastien, 2009)

b. Acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'industrie aéronautique

A ce jour, nous avons réalisé une revue des applications de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'industrie aéronautique, plus particulièrement dans le montage et la maintenance d'avions.

Dans ce domaine, ces dispositifs sont principalement utilisés comme outils de formation, et dans une moindre mesure comme outils de travail. En tant qu'outils de formation, ils sont majoritairement utilisées pour la maintenance (e.g., Abate, Guida, Leoncini, Nappi, & Ricciardi, 2009). On trouve également des applications (peu nombreuses) pour la formation à l'assemblage (e.g., Boccara & Delgoulet, 2015). Par ailleurs, quelques études s'intéressent à ces dispositifs comme outil de travail (Ahmad et al., 2015 utilisent la réalité virtuelle dans la validation de prototype ; Rios et al., 2011 utilisent la réalité augmentée pour l'assemblage de pièces dans des activités de maintenance).

Nous nous sommes particulièrement intéressés à la manière dont ces différents dispositifs étaient évalués dans les études. Nous avons relevé qu'ils sont majoritairement

évalués sur des dimensions ergonomiques connexes voire déterminantes dans l'appropriation (i.e., utilité et utilisabilité). Toutefois, ces évaluations présentent des limites. En effet, les évaluations conduites sur l'utilité se limitent à montrer la potentielle plus-value de ces technologies sur des méthodes de formation plus traditionnelles, en comparant les performances des participants selon la méthode de formation utilisée (Macchiarella & Vincenzi, 2004 ; Rios et al., 2011). De la même manière, les évaluations conduites sur l'utilisabilité portent bien souvent sur un seul des critères d'utilisabilité définis par la norme ISO 9241-11. Ainsi, l'efficacité de ces dispositifs est évaluée par le biais d'indicateurs de performance (Macchiarella & Vincenzi, 2004; Rios et al., 2011) ; leur efficience est évaluée en prenant en compte la charge cognitive (De Crescenzio et al., 2011) ou encore le temps de réalisation des tâches (Rios et al., 2011). Enfin, la satisfaction des utilisateurs, ne semble quant à elle, pas évaluée. Malgré ces évaluations restrictives de l'utilisabilité, certains auteurs se sont attachés à mesurer des dimensions spécifiques à ces technologies et impactant leur acceptabilité, notamment leur appropriation, telles que la cohérence, le réalisme, l'efficacité des manipulations ou encore l'exposition au *cybersickness*[2] (Abate, 2009).

L'acceptabilité des dispositifs de réalité virtuelle et de réalité augmentée implantés dans l'industrie aéronautique est peu questionnée dans la littérature. A ce jour, nous ne recensons qu'une étude qui traite explicitement et spécifiquement de cette question. Dans cette recherche, Wang et al. (2016) s'intéressent aux perceptions d'étudiants en aviation concernant des instructions données par le biais de la réalité augmentée pour la maintenance aéronautique. Leurs résultats ne montrent pas d'opposition des étudiants à l'utilisation de ce dispositif. Toutefois, des limites théoriques et méthodologiques sont à relever : les auteurs ont choisi d'utiliser une version simplifiée du TAM (Masrom, 2007) ne prenant pas en compte les variables externes telles que les normes sociales, le volontariat ou encore l'image ; ils n'ont également pas pris en compte l'utilisation effective de la technologie mais simplement les intentions d'usage.

Cette revue de la littérature met en évidence un manque : il n'existe aujourd'hui aucun cadre théorique et méthodologique stabilisé sur l'acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans le montage d'avions.

3) Problématique et axes de recherche envisagés

Du fait du manque d'études sur cette question, il nous semble nécessaire et pertinent de concevoir un cadre théorique et méthodologique spécifique à l'acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée dans l'industrie aéronautique. Plus particulièrement, nous nous intéressons à deux métiers : celui de monteur-assembleur (pour qui ces technologies sont une aide à la formation) et celui de préparateur aéronautique (pour qui ces outils sont une aide à la conception et à la prise de décision dans la réalisation de fiches d'instructions pour un assemblage donné).

Puisque nous appréhendons l'acceptabilité comme le degré d'intégration et d'appropriation d'une technologie dans un contexte donné, notre problématique repose sur deux axes. D'une part, nous nous intéressons à la notion d'intégration, c'est-à-dire que nous chercherons à comprendre comment les technologies contribuent à l'activité des monteurs-assembleurs et des préparateurs aéronautiques et comment elles transforment ces activités.

[2] Aussi appelé « *mal des simulateurs* », il se manifeste par des symptômes similaires à ceux du mal des transports chez certaines personnes après leur exposition un environnement virtuel (LaViola, 2000).

D'autre part, nous investiguerons la notion d'appropriation, c'est-à-dire la façon dont l'individu investit la technologie et dans quelle mesure celle-ci est en adéquation avec ses valeurs personnelles et culturelles, lui donnant envie d'agir sur ou avec celle-ci, en identifiant quels déterminants favorisent ou entravent l'adoption des technologies par ces opérateurs.

Par ailleurs, ces deux problématiques s'inscrivent dans une perspective diachronique dans la mesure où nous chercherons à comprendre l'évolution de l'intégration et de l'appropriation de ces technologies au cours du temps et en fonction de l'expérience des opérateurs avec celles-ci.

4) Méthodologie envisagée

Nous nous positionnons dans deux des approches théoriques sur l'acceptabilité des technologies présentées précédemment (Bobillier-Chaumon, 2013) : l'acceptabilité pratique (en lien avec les caractéristiques des technologies, des utilisateurs et des situations d'utilisation) et l'acceptation située (en lien avec les contextes d'usage). Afin d'étudier l'acceptabilité de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée chez notre partenaire industriel, nous envisageons donc de combiner deux approches méthodologiques : une approche analytique et une approche expérimentale.

L'approche analytique nous permettra d'étudier l'intégration des technologies aux activités, c'est-à-dire la manière dont elles contribuent à celles-ci et la manière dont elles les transforment. Nous nous intéresserons à deux types de situations : des situations de formation permettant aux monteurs-assembleurs d'appréhender des opérations élémentaires de montage aéronautique par le biais de la réalité virtuelle ; ainsi que des situations de travail dans lesquelles des préparateurs aéronautiques réalisent des fiches d'instruction pour le montage à l'aide de dispositifs de réalité virtuelle. Nous essaierons de comprendre l'impact des contextes d'usage et de l'organisation sur l'acceptabilité de ces technologies. Puisque nous avons choisi d'inscrire ces analyses dans une étude longitudinale, nous nous intéresserons également à l'évolution de l'intégration et de l'appropriation de ces technologies au fil des usages.

Puisque nous avons choisi d'appréhender l'acceptabilité de ces technologies de manière située, nous envisageons de croiser au moins deux paradigmes : les théories de l'activité (Leontiev, 1974) et l'approche instrumentale (Folcher & Rabardel, 2004 ; Rabardel, 1995). Concernant les théories de l'activité, nous mobiliserons la théorie de Leontiev (1974) qui envisage que l'activité est organisée en trois niveaux : l'activité, l'action et les opérations. Selon cette conception, l'activité d'un sujet (ou d'un groupe de personnes) est dirigée par son objet (ou son motif), c'est-à-dire un but conscient. L'atteinte de ce but s'effectue au travers d'actions ou de chaînes d'action qui ont-elles-mêmes des buts particuliers. L'action ou les chaînes d'action sont rendues possibles par la réalisation d'opérations, c'est-à-dire de routines devenues inconscientes avec la pratique. Nous mobiliserons également l'approche instrumentale de Rabardel (1995), dans laquelle l'activité est conçue comme médiatisée par des artefacts. Ces artefacts deviennent des *instruments* par un processus de g*enèse instrumentale* qui est orienté par *l'instrumentalisation*, par lequel l'artefact sert de moyen à l'activité productive du sujet, et par *l'instrumentalisation*, par lequel le sujet effectue une activité constructive, en assimilant de nouveaux artefacts à ses schèmes d'utilisation en accommodant ses schèmes à de nouveaux artefacts.

En plus de nos études sur le terrain, nous conduirons des études en laboratoire, en adoptant donc une approche expérimentale. Ces études nous permettront d'identifier les

facteurs intrinsèques aux technologies et les caractéristiques des utilisateurs pouvant influencer l'acceptabilité de ces dispositifs, notamment leur appropriation. Nous comparerons l'acceptabilité de deux dispositifs (un visio-casque et une salle immersive) pour une même tâche de montage aéronautique.

De notre point de vue, l'originalité de notre recherche réside en la combinaison de ces deux approches méthodologiques. Ce choix méthodologique nous permettra à terme de concevoir un cadre théorique et méthodologique de l'acceptabilité étant à la fois spécifique aux dispositifs de réalité virtuelle et de réalité augmentée et spécifique à l'industrie aéronautique. Ainsi, nous pourrons identifier à la fois des caractéristiques propres à ces technologies et des spécificités de ce secteur qui impactent l'acceptabilité de ces dernières.

5) Conclusion

Deux apports majeurs sont attendus de cette thèse. D'un point de vue théorique, nous visons la construction d'un modèle spécifique aux dispositifs de réalité virtuelle et de réalité augmentée intégrant des dimensions propres à ceux-ci (présence, immersion, *cybersickness*…) ainsi que des critères d'ores et déjà identifiés dans les modèles de l'acceptabilité existants. D'un point de vue pratique, les apports concernent le développement de méthodes, d'outils et d'indicateurs de mesure pouvant accompagner les concepteurs dans une démarche de conception centrée sur l'acceptabilité.

Concernant le déroulement de notre thèse, la finalisation de notre revue de la littérature nous permettra de définir plus précisément un modèle théorique préliminaire (qui restera à enrichir avec les résultats des études empiriques) ainsi que la méthodologie à déployer. Une fois cette dernière établie, nous pourrons effectuer les premiers recueils de données, à la fois en entreprise (études de terrain) et en laboratoire (études expérimentales). Nos questionnements aujourd'hui sont d'ordre méthodologique. Nous nous interrogeons notamment sur la définition de nos hypothèses (i.e., les variables et les liens qu'elles entretiennent entre elles) pour nos études en laboratoire ainsi que les axes de travail que nous privilégierons pour nos études de terrain.

6) Bibliographie

Abate, A. F., Guida, M., Leoncini, P., Nappi, M., & Ricciardi, S. (2009). A haptic-based approach to virtual training for aerospace industry. *Journal of Visual Languages and Computing*, *20*(5), 318–325. https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2009.07.003

Ahmad, A., Al-Ahmari, A. M., Aslam, M. U., Abidi, M. H., & Darmoul, S. (2015). Virtual assembly of an airplane turbine engine. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, *48*(3), 1726–1731. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.335

Barcenilla, J., & Bastien, J.-M.-C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le Travail Humain*, *72*(4), 311–331. https://doi.org/10.3917/th.724.0311

Bobillier-Chaumon, M.-E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : questions et perspectives pour la psychologie du travail*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Grenoble 2. Disponible en ligne : http://greps.univ-lyon2.fr/medias/fichier/hdr-bobillier-%0Anov2013_1417698910465-pdf

Bobillier-Chaumon, M., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le Travail Humain*, *72*(4), 355. https://doi.org/10.3917/th.724.0355

Boccara, V., & Delgoulet, C. (2015). L'analyse des travails pour la conception en formation. *Activités*, *12*(2), 73–97. Disponible en ligne : http://www.activites.org/v12n2/V12n2.pdf

Bowling, S. R., Khasawneh, M. T., Kaewkuekool, S., Jiang, X., & Gramopadhye, A. K. (2008). Evaluating the Effects of Virtual Training in an Aircraft Maintenance Task. *The International Journal of Aviation Psychology*, *18*(1), 104–116. https://doi.org/10.1080/10508410701749506

Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, *ii*, 659–669 vol.2. https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *Information Technolog MIS Quarterly*, *13*(3), 319–340.

De Crescenzio, F., Fantini, M., Persiani, F., Di Stefano, L., Azzari, P., & Salti, S. (2011). Augmented reality for aircraft maintenance training and operations support. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *31*(1), 96–101. https://doi.org/10.1109/MCG.2011.4

Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomie* (pp. 251–268). Paris: PUF. https://doi.org/10.3917/puf.falzo.2004.01.0251

Fuchs, P., Moreau, G., Berthoz, A., & Vercher, J.-L. (2006). Volume 1 : l'homme et l'environnement virtuel. *Traité de La Réalité Virtuelle*, *1*, 410.

LaViola, J. J. (2000). A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI Bulletin*, *32*(1), 47–56. https://doi.org/10.1145/333329.333344

Leontiev, A. (1974). The problem of activity in psychology. *Soviet Psychology*, *13*, 4–33.

Macchiarella, N. D., & Vincenzi, D. A. (2004). Augmented reality in a learning paradigm for flight aerospace maintenance training. *The 23rd Digital Avionics Systems Conference (IEEE Cat. No.04CH37576)*, *1*, 1–9. https://doi.org/10.1109/DASC.2004.1391342

Masrom, M. (2007). Technology acceptance model and E-learning. *12th International Conference on Education*, (May), 21–24. https://doi.org/10.1002/dir

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains* (Armand Col). Paris.

Rios, H., Hincapié, M., Caponio, A., Mercado, E., & González Mendívil, E. (2011). Augmented Reality: An Advantageous Option for Complex Training and Maintenance Operations in Aeronautic Related Processes. In R. Shumaker (Ed.), *Virtual and Mixed Reality - New Trends: International Conference, Virtual and Mixed Reality 2011, Held as Part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings, Part I* (pp. 87–96). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22021-0_11

Terrade, F., Pasquier, H., Boulanger, J., Guingouain, G., & Somat, A. (2009). L'acceptabilité sociale: la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques. *Le Travail Humain*, *72*(4), 383–395. https://doi.org/10.3917/th.724.0383

Vora, J., Nair, S., Gramopadhye, A. K., Duchowski, A. T., Melloy, B. J., & Kanki, B. (2002). Using virtual reality technology for aircraft visual inspection training: Presence and comparison studies. *Applied Ergonomics*, *33*(6), 559–570. https://doi.org/10.1016/S0003-6870(02)00039-X

Wang, Y., Anne, A., & Ropp, T. (2016). Applying the Technology Acceptance Model to

Understand Aviation Students ’ Perceptions toward Augmented Reality Maintenance Training Instruction. *Internation Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, *3*(4).

Améliorer l'accessibilité des manuels scolaires numériques pour les élèves présentant un handicap visuel.

Laetitia Castillan, Julie Lemarié[a], Mustapha Mojahid[b]

Contact : laetitia.castillan@univ-tlse2.fr

Thème : Accessibilité pédagogique

Résumé

Cette thèse en psychologie cognitive et ergonomie a pour objectif d'améliorer l'accessibilité des documents pédagogiques pour les élèves présentant un handicap visuel, scolarisés en milieu ordinaire, afin de leur permettre *in fine* de mieux apprendre et mieux réussir, contribuant ainsi à la réduction des inégalités scolaires. Le projet de thèse nécessite d'articuler des contributions conjointes de la psychologie cognitive des apprentissages, de l'ergonomie cognitive, de l'informatique textuelle et de l'interaction homme-machine.

Contexte et motivations

Depuis la loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, les politiques relatives au handicap préconisent la "désinstitutionalisation" des élèves handicapés au profit d'une éducation inclusive. Ainsi, en France, 5 066 enfants et adolescents présentant un handicap visuel étaient scolarisés à la rentrée 2015-2016 dans des classes ordinaires d'établissements scolaires. Cependant, les situations pédagogiques associées à l'inclusion en classe ordinaire n'étant pas au départ spécifiquement pensées pour les élèves présentant un handicap visuel contrairement aux situations proposées dans l'enseignement spécialisé, ces politiques d'inclusion ne peuvent fonctionner que si elles s'accompagnent d'aménagements pédagogiques adaptés aux besoins spécifiques des élèves présentant un handicap visuel. Des dispositifs spécifiques ont donc été mis en place pour pallier ces problèmes d'accessibilité : la présence d'auxiliaires de vie scolaire (AVS) la possibilité de bénéficier de documents adaptés par des professionnels et l'accès à des technologies d'assistance.

Actuellement, les élèves aveugles disposent de deux moyens principaux pour accéder aux contenus pédagogiques écrits (Spérandio, 2007) : la lecture braille du document (transcrit manuellement ou automatiquement) ou l'écoute d'une version oralisée par une synthèse

[a] Université Jean-Jaurès, Laboratoire CLLE-LTC.
[b] Université Paul Sabatier, IRIT.

vocale couplée à un lecteur d'écran. Malgré les efforts d'aménagements et d'adaptation spécifiques, les élèves présentant un handicap visuel sont confrontés à des difficultés notamment pour accéder à, utiliser et traiter les contenus pédagogiques (Ketterlin-Geller, & Tindal, 2007 ; Sorin, Mojahid, Aussenac-Gilles, & Lemarié, 2013) en raison des contraintes intrinsèques des modalités tactile et auditive par comparaison à la modalité visuelle (e.g. lenteur d'accès, sérialisation des contenus, fugacité de l'oral, etc.). Ces contraintes ont deux conséquences majeures, au-delà des problèmes évidents d'autonomie dans l'accès aux savoirs. La première conséquence est que les contenus pédagogiques traités par les élèves déficients visuels sont réduits par rapport à ceux traités par les autres élèves. Ainsi, les enseignants sélectionnent des contenus jugés essentiels à enseigner pour qu'ils soient rendus accessibles aux élèves. L'élève n'accède donc pas à la totalité du contenu pédagogique.

La deuxième conséquence est que les exigences mentales associées à l'accès et au traitement des contenus pédagogiques ainsi transformés sont importantes et ne laissent que peu de ressources mentales disponibles à accorder à l'apprentissage proprement dit (compréhension, mémorisation, résolution de problèmes, etc.). Ces difficultés se traduisent par une fatigue persistante des élèves présentant un handicap visuel, une propension à décrocher dès lors que des éléments parasites surgissent et de façon plus générale, des temps d'acquisition allongés comparé à leurs pairs voyants. Ces problèmes pourraient contribuer à expliquer pourquoi les personnes en situation de handicap visuel ont globalement un niveau de qualification moins élevé que la population générale. Des chiffres récents livrés par le journal *Libération* (article du 5 janvier 2016) indiquent que la moitié des aveugles français serait au chômage. Ainsi, l'accessibilité représente une « *condition d'autonomie et [un] levier majeur d'inclusion* » (Folcher & Lompré, 2012 p.12). Si l'étude approfondie de ces problèmes d'accessibilité semble cruciale pour améliorer l'apprentissage des élèves présentant un handicap visuel, le contexte technologique actuel qui est à l'heure du développement de ressources pédagogiques numériques constitue une opportunité à saisir pour envisager une meilleure prise en compte des besoins spécifiques des élèves dès la conception des manuels scolaires et éviter ainsi que la révolution numérique ne se constitue en nouvel obstacle pour ces élèves.

Objectifs

Les objectifs de cette thèse sont d'évaluer l'accessibilité des documents pédagogiques numériques pour les élèves présentant un handicap visuel scolarisés en milieu ordinaire afin de générer des recommandations utiles pour la conception de manuels scolaires numériques. Dans le champ de l'éducation et des apprentissages, l'accessibilité, c'est la possibilité pour un

élève d'accéder, de comprendre et de répondre à un contenu pédagogique (Ketterlin-Geller & Tindal, 2007). Pour un élève présentant un handicap visuel l'accessibilité renvoie au fait de disposer des contenus pédagogiques de façon autonome, notamment grâce à des aides techniques. Cette thèse a pour objectif de :

1. Fournir une analyse des besoins en terme d'accessibilité des contenus pédagogiques numériques et non numériques.
2. Concevoir des supports pédagogiques numériques adaptés ou des outils d'assistances spécifiques.
3. Évaluer les solutions proposées.

Contributions attendues dans le domaine

Plusieurs contributions sont attendues dans le domaine de l'ergonomie et de la psychologie cognitive : 1. Une meilleure connaissance de l'existant en matière d'accessibilité des contenus pédagogiques pour les apprenants présentant un handicap visuel, connaissance dont l'utilité courra au-delà de la question de la conception des manuels scolaires numériques. L'inclusion des élèves en classe ordinaire étant récente (Loi du 11 février 2005), peu de données sont disponibles ; 2. Une analyse des pratiques actuelles d'adaptation des documents au regard des modèles et principes issus de la recherche en psychologie cognitive des apprentissages pour améliorer et rationaliser ces pratiques. Nous traiterons notamment la question de la représentation multimédia des contenus pédagogiques ; 3. Un ensemble de principes et de règles utiles pour les éditeurs et concepteurs de manuels scolaires numériques ainsi que pour les transcripteurs ; 4. Un enrichissement des modèles de l'apprentissage multimédia par une prise en compte des besoins spécifiques des apprenants présentant un handicap visuel. Au niveau de la psychologie des apprentissages, il existe de très nombreux travaux sur la conception de documents efficaces pour l'apprentissage comme en témoigne le développement de modèles théoriques comme la théorie de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2014) ou encore la théorie de la charge cognitive (Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011). D'après ce dernier modèle, lorsqu'on apprend, les ressources mentales mobilisées correspondent à trois sources : la complexité du contenu à apprendre (charge cognitive intrinsèque), la façon dont l'information est présentée, aménagée (charge cognitive extrinsèque) et enfin, les processus requis par l'apprentissage lui-même (charge cognitive essentielle). Dans le cas de l'apprentissage chez les élèves présentant un handicap visuel, le fait d'accéder à des documents conçus pour être lus avec les yeux via une autre modalité sensorielle pourrait imposer au traitement cognitif une charge extrinsèque élevée, susceptible

d'entraver l'apprentissage et d'allonger significativement sa durée (Evans, 2009). Il conviendrait alors d'évaluer comment des principes classiquement mobilisés pour réduire la charge cognitive extrinsèque (Mayer & Fiorella, 2014) peuvent être exploités pour concevoir des documents adaptés aux élèves présentant un handicap visuel.

Approche méthodologique envisagée

Pour cette thèse, dont l'approche se veut holistique, l'enjeu n'est pas forcément de permettre à l'utilisateur d'accéder exactement aux mêmes informations qu'un utilisateur lambda mais plutôt de lui permettre de réaliser sa tâche avec un même niveau de performance, d'efficience et de satisfaction. Cette approche suppose alors de s'intéresser aux caractéristiques des utilisateurs en situation de handicap visuel, d'identifier leurs besoins spécifiques afin d'en tenir compte dans les solutions de conception proposées. Pour ce faire, la méthodologie suivante est mise en place :

1. Phase d'analyse de l'existant et des besoins.

Nous sommes actuellement en phase d'analyse de l'existant et des besoins. Les objectifs relatifs à cette phase sont de plusieurs ordres : Se familiariser avec le champ du handicap visuel ; Faire un état des lieux de la littérature en lien avec notre problématique (incluant le référentiel normatif) ; Récolter des données nous permettant de préciser notre problématique ; Identifier les besoins des élèves en matière d'accessibilité et d'adaptation des contenus pédagogiques et définir des priorités au niveau des besoins à couvrir. Dans cet objectif, une première étude a été réalisée afin d'observer les usages réels des documents pédagogiques par les élèves présentant un handicap visuel incluant : moyens, contraintes, difficultés, stratégies en matière d'accès et de traitement des informations contenues dans les documents pédagogiques.

2. Phase d'étude approfondie

Lors de cette phase, nous nous focaliserons sur des questions plus précises que nous aurons identifiées lors de l'analyse du contexte et du besoin. Le manuel scolaire numérique sera notre objet d'étude principal. Au cours de cette phase, les outils permettant le recueil seront précisés (grille d'observation, entretiens structurés, questionnaires) et les premières expérimentations réalisées.

3. Phase d'évaluation de principes et de solutions.

Sur la base des expérimentations réalisées dans la phase d'étude approfondie, des solutions seront proposées dans le but d'améliorer l'accès aux contenus pédagogiques numériques pour les élèves présentant un handicap visuel. Ces solutions pourront concerner les manuels

scolaires numériques eux même ou les outils d'assistances utilisés lors des situations apprentissages. Des tests utilisateurs pourront être réalisés.

4. Évaluation et suivi des recommandations.

Les solutions proposées feront l'objet d'un suivi afin d'évaluer d'éventuels problèmes persistants.

Travaux en cours

Une première étude visant à dresser un état des lieux des problèmes rencontrés par les élèves présentant un handicap visuel pour accéder, traiter et répondre à des contenus pédagogiques est en cours. Pour augmenter le nombre de participant, la collecte des données est réalisée sur deux territoires nationaux ayant une politique d'inclusion des élèves présentant un handicap visuel en établissement ordinaire : la France et la Suède. Les méthodes classiquement utilisées en phase d'analyse du besoin et de compréhension du contexte sont reprises dans cette étude : observations ouvertes et entretiens semi-directifs. Compte tenu des caractéristiques très spécifiques de la population concernée par notre étude, nous avons fait le choix de réaliser ce premier recueil de données sur un nombre restreint de participants. Nos partenariats avec diverses associations nous permettront de réaliser un recueil de données plus conséquent lors des phases ultérieures de cette thèse. Dans un premier temps, nous avons donc souhaité recueillir des données qualitatives relatives à l'utilisation de contenus pédagogiques numériques ou pas. Pour l'heure, 36 heures d'observations en situation réelle d'apprentissage au sein d'établissements scolaires ordinaires ont été réalisées auprès de trois élèves suédois (7h au lycée, 11h au collège, 18h en école élémentaire). En France, 38h d'observations ont été réalisées auprès de 10 élèves inclus en collège ordinaire (2 élèves en sixième, 2 élèves en cinquième, 3 élèves en quatrième et 3 élèves en troisième). Notre population est constituée de 6 élèves aveugles précoces et 7 élèves malvoyants. D'autres observations sont déjà prévues afin de compléter les données déjà récoltées. Aussi, des entretiens semi-directifs viennent étayer les données recueillies. Ces entretiens sont réalisés auprès des différentes catégories d'acteurs impliqués dans l'inclusion en classe ordinaire : les élèves, les assistants et les enseignants spécialisés. Les résultats attendus sont :

- Le recensement des difficultés que rencontrent les élèves en situation de handicap visuel pour apprendre à partir de contenus pédagogiques et les stratégies mises en œuvre pour y faire face.
- Un diagnostic sur l'origine de ces difficultés.

Conclusion

L'accessibilité des personnes handicapées est un enjeu sociétal majeur. Même si la loi du 11 février 2005 amorce un changement considérable dans la prise en compte du handicap il n'en demeure pas moins que bons nombres de difficultés persistent. L'école inclusive est l'exemple d'une de ces avancées. Cependant, nous ne pourrons parler « d'inclusion » que lorsque l'élève, quel que soit son handicap, pourra accéder à, utiliser et apprendre à partir de supports pédagogiques avec un niveau minimal d'efficience et de satisfaction. Cette thèse a pour objectif de contribuer à l'amélioration des conditions d'apprentissage des élèves présentant un handicap visuel inclus en classe ordinaire en traitant les questions relatives à l'accessibilité des manuels scolaires numériques.

Remerciements

Les auteurs remercient la région Occitanie et la Communauté d'Université et d'Établissement de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées (COMUE- UFTMiP) pour leur contribution financière à cette thèse.

Références

Folcher, V., & Lompré, N. (2012). Accessibilité pour et dans l'usage : concevoir des situations d'activité adaptées à tous et à chacun. *Le Travail Humain*, *75*(1), 89.

Giraud, S. (2014). *L'accessibilité des interfaces informatiques riches pour les déficients visuels*. Université de Nice Sophia Antipolis, Nice Sophia Antipolis.

Ketterlin-Geller, L. R., & Tindal, G. (2007). Embedded Technology: Current and Future Practices for Increasing Accessibility for All Students. *Journal of Special Education Technology*, 22(4), 1–15.

Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 43–71). New York, NY: Cambridge University Press.

Sorin, L., Mojahid, M., Aussenac-Gilles, N., & Lemarié, J. (2013). Improving the accessibility of digital documents for visually impaired users: Contributions of the Textual Architecture Model. Dans C. Stephanidis & M. Antona (Eds.), *UAHCI'13 Proceedings of the 7th international conference on Universal Access in Human-Computer Interaction: applications and services for quality of life* - Volume Part III (p. 423-431), Springer Belin/Heidelberg.

Sperandio, J.-C. (2007). Concevoir des objets techniques pour une population normale, c'est-à-dire comprenant aussi des personnes handicapées ou très âgées. *Pistes*, 9(2).

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory: Explorations in the learning sciences, instructional systems and performance technologies*. New-York: Springer.

Asymétries et dynamiques des interactions asymétriques au sein de groupes projets en service de santé au travail :

Approche épistémologique et méthodologique

Gouvenelle Cédric
Doctorant STAPS, anthropologie cognitive et ergonomie, APST 18 – Université Clermont Auvergne, EA 4281, ACTé, BP 10448, F-63000 CLERMONT-FERRAND, FRANCE. Cedric.Gouvenelle@etudiant.univ-bpclermont.fr

Sous la direction de :
Géraldine Rix-Lièvre, *Directrice de thèse, Professeur des universités en anthropologie cognitive, Laboratoire ACTé (EA 4281), Université Clermont Auvergne*
Fabien Coutarel, Co-directeur, *Maitre de conférences en ergonomie, Ergonome Européen (Eur. Erg.®), Laboratoire ACTé (EA 4281), université Clermont Auvergne,*

L'avenir de la santé au travail en question

L'étude des dispositifs de prévention en santé au travail et des effets induits sur les dynamiques collectives au sein des Services Interprofessionnels de Santé au Travail (SIST) s'est construite suite à des observations issues du terrain (étude exploratoire et participation observante), des retours d'expérience des membres de l'Association Prévention Santé Travail du Cher (APST 18) à travers des entretiens avec les membres des équipes et la direction du SIST. Les effets du déficit numérique de médecins du travail qui se sont traduit par une diminution de 40% du nombre de médecins du travail en 8 mois en 2015 ont été pris en ligne de compte ainsi. Par ailleurs, une étude de la crise générale des SIST documentée notamment par des données issues du Centre Interservices de Santé et de Médecine du travail en Entreprise (CISME) montre que cette crise ira en s'aggravant dans les années à venir. Cette pénurie pèse sur les marges de manœuvre organisationnelles et dans le contexte de réforme des SIST. Le déséquilibre créé par la raréfaction d'un des acteurs nécessite de redéfinir les frontières des champs professionnels, les compétences de certains acteurs et de renforcer les coopérations pour pouvoir assurer la continuité du service : les visites médicales, les entretiens infirmiers, les interventions techniques (bruits, aménagement de postes, diagnostic RPS, etc), le maintien dans l'emploi et les conférences et sensibilisations pour les travailleurs et les employeurs. Il s'agit de pouvoir développer les marges de manœuvre au niveau du SIST comme au niveau des relations intermétier au sein des équipes pluridisciplinaires, sans que le développement des uns ne soit perçu comme une diminution du pouvoir d'agir des autres corps de métier. Les recherches sur le domaine ont servi de point d'appui (Barlet, 2015 ; Caroly, 2014 ; Caroly, et al., 2012; Carré, 2004 ; Dellacherie, Frimat, & Leclercq, 2010 ; Lecomte-Ménahès, 2011).

Cette situation impose, au-delà du recrutement de médecins du travail à l'étranger, la nécessité de construire des modalités d'intervention en prévention et en santé au travail innovantes tout en adaptant les fonctionnements aux différentes injonctions de la Loi, dans un département où la désertification médicale, y compris de généralistes, empêche de s'appuyer sur un partenariat avec des médecins collaborateurs. Cependant, en ce qui concerne l'APST 18, l'arrivée des médecins étrangers et de médecins collaborateurs a permis de franchir le cap de la pénurie et de renforcer l'équipe en médecins.

La pluridisciplinarité au centre de l'activité

Les différentes perspectives rendant compte de l'activité au sein des services interprofessionnels de santé au travail mettent en exergue d'une part la complexité de la mise en place de cette pluridisciplinarité dans les équipes. D'autre part elles soulignent les facteurs environnementaux et sociaux et permettent de comprendre en quoi les asymétries peuvent en être les freins ou les leviers (Lecomte-Ménahès, 2011 ; Caroly & Weill-Fassina, 2007).

Certains de ces travaux placent leur focale sous l'angle de l'analyse de la pluridisciplinarité au sein des SIST et de son amélioration, ou tout du moins de son efficience (Barlet, 2015 ; Caroly, 2014 ; Caroly & al, 2011 ; Carré, 2004 ; Darbéda & Gonzalez, 2014 ; Dejours, 1995 ; Rouffiac & al, 2009 ; Roy, Desmarais, & Cadieux, 2005 ; Schaller, 2013). Les recherches ou les études publiées sont très souvent thématiques. Elles peuvent faire référence à des risques ou des pathologies particulières (Les Risques Psycho-Sociaux, les Troubles Musculo-Squelettiques, etc.) ou à des modifications de la Loi (textes sur la Pénibilité, introduction du Document Unique, des RPS, etc.) et répondent à des objectifs différents (Caroly & al, 2011 ; Sotty, 2002 ; Vézina, 2001). Quant aux médecins du travail, ils évoquent dans des ouvrages sur leur vie professionnelle une perception de leurs relations avec les autres professionnels aux sein des services dans lesquels ils ont travaillé, des tensions, des régulations et des compromis qui ont permis au fil de leur activité de pouvoir réaliser les missions (demandées) qui se présentaient à eux et aux équipes pluridisciplinaires (Dumortier, 2008 ; Huez & al, 1998). Au sein des SIST, ce sont les seuls à publier de tels ouvrages, il n'y a pas d'intervenants en prévention des risques professionnels (IPRP) ou d'infirmiers en santé au travail (IDEST) (alors que cela se fait en secteur hospitalier). L'ensemble de ces travaux, s'il interroge le sujet des SIST et/ou de la pluridisciplinarité avec un angle thématique extrêmement spécifique, voire historique, n'étudie pas la question

des asymétries au sein des groupes où les rapports sociaux et les corporatismes peuvent être importants. La question des asymétries, leurs rôles et leurs dynamiques dans le travail au sein des SIST n'est pas non plus soulevée.

Les dynamiques asymétriques au sein des groupes

Des recherches soulèvent la question du rôle de l'individu au sein du collectif, de coordination du groupe (Arnoud & Falzon, 2013 ; Aubry, 1980 ; Barthe, 2003 ; Blanchet & Michinov, 2016 ; Cahour, 2002 ; Caroly & Weill-Fassina, 2007 ; Clot, 1995 ; Conein, 2004 ; Hutchins, 1995 ; 2005 ; Norman, 1993 ; Theureau, 2006), développant pour certaines l'idée d'une coopération nécessaire entre les acteurs afin de « sublimer » le travail collectif en collectif de travail (Dejours, 2009). Caroly (2010) pose comme condition de l'existence d'un collectif de travail l'existence d'activités d'élaboration et la renégociation des règles du travail.

La particularité des groupes étudiés, pilotés plus particulièrement en mode projet a été étudiée par des recherches qui ont proposé d'une part une définition de ce type d'organisation et d'autre part une analyse des dynamiques et des interactions que peut proposer le mode projet, de ses conditions de fonctionnement et de ses limites : (Aubry, 1980 ; Blanchet & Michinov, 2016 ; Cahour, 2002 ; Darses, 2006 ; 2009). Les situations rencontrées sont marquées par des asymétries comme d'autres situations complexes où des individus se trouvent dans des situations professionnelles difficiles ou instables (Blanchet & Michinov, 2016 ; Caroly, 2011) et où ils se trouvent en situation de prendre des décisions, prononcer des jugements, manager des équipes ou participer à des collectifs métiers ou pluridisciplinaires (arbitres, médecins, artistes, enseignants, ergonomes). Ce peut être le cas des équipes projet, marquées par l'instabilité (Blanchet & Michinov, 2016 ; Caroly, 2011) et par l'hétérogénéité de leur composition qui est présentée comme facteur de dynamiques (Blanchet & Michinov, 2016).

Les groupes étudiés sont composés de médecins, d'ergonomes, de techniciens HSE, d'infirmiers et d'assistants médicaux. Ce sont les équipes pluridisciplinaires qui travaillent ensemble au quotidien. Dans la plupart des cas, les individus sont autonomes dans le travail, au sens où ils ne dépendent pas d'autrui pour réaliser la tâche à réaliser, même s'ils ont des interactions et des interférences de but (Barthe, 2003). Au sein du service de santé au travail, l'ensemble des individus ont en commun la prescription, qu'elle soit en lien avec l'organisation locale (le SIST) ou institutionnelle (Etat, CISME). Les différentes tâches de travail des individus en groupe projet pourront rencontrer des contextes caractérisés par des situations complexes et/ou une hiérarchie informelle (Blanchet & Michinov, 2016; Darses, 2009) s'articulant, en particulier sous la coordination (prescrite) du médecin du travail. Ces tâches ne seront pas déconnectées les unes des autres. Ainsi, elles devront s'organiser pour que puisse se réaliser l'objet défini en commun, ou par la prescription. Le socle commun aux individus, aux différents métiers, est la notion de prévention en santé au travail au-delà de la notion de santé autour de laquelle il n'existe pas de consensus intermétier.

Ainsi, les interactions dans cette équipe ont des répercutions sur celles des groupes projets, et inversement. Au sein des groupes projet, la recherche a pour objet d'investiguer les rôles que chaque individu construit tout au long du projet. Cela, d'une part au travers de l'appropriation de la prescription institutionnelle comme de l'organisation locale et d'autre part de son vécu, qu'il incarne et transforme en fonction des situations auxquelles il est confronté. Il s'agira ici de l'historicité des interactions au sein de l'équipe pluridisciplinaire et du groupe projet. Cette construction se conçoit comme une sédimentation de l'expérience, au sens où l'expérience des individus est une construction historique *« indissociablement vitale, culturelle et individuée conduisant en permanence à faire l'épreuve de soi en faisant l'épreuve du monde »* (Récopé, Rix-Lièvre, Fache, & Boyer, 2013, p. 1). En revanche, dans un contexte particulier, à un instant donné, l'individu agit au regard de sa sensibilité qui fonde la cohérence de son monde.

Ces perspectives nous engagent à étudier les régularités des conduites des individus. Celles-ci sont indissociables de la perception des acteurs lors des interactions en groupe projet, des verbalisations des individus, qui, au-delà de la simple illustration, donnent véritablement sens aux conduites et ainsi aux régularités repérées (Récopé, Fache, & Rix, 2008, p. 106). Au travers de ces dynamiques d'acteur, les individus trouvent leur position vis-à-vis de l'organisation et au sein du groupe. Ils construisent cette position, en lien avec les connaissances dont ils disposent, leur statut dans le groupe, l'organisation ou la Société mais aussi en correlation avec les ressources existantes afin de réaliser la tâche de travail. Dans ce cadre, l'hétérogénéité comme la temporalité des groupes projet occupent un rôle important, les individus possédant parfois un vécu et une histoire en commun limités (Blanchet & Michinov, 2016). Ainsi, ces dynamiques d'acteur, lors de notre recherche au sein des groupes projet, nous amènent à décrire des coordinations entre les individus qui peuvent être structurantes pour les coordinations en situation complexe, par exemple, des individus qui se trouvent dans des situations professionnelles difficiles ou instables (Blanchet & Michinov, 2016; Caroly, 2011).

Il s'agit de montrer en quoi les processus de coordination, quels qu'ils soient, de la coaction, de la coopération ou de la collaboration, sont orientés par les asymétries et leurs dynamiques. On regardera si les modalités de coordinations peuvent conduire les asymétries et/ou avoir une action sur les dynamiques, ceci en fonction des groupes observés. Le processus même du fonctionnement en mode projet va structurer le groupe de travail, son fonctionnement mais aussi la coordination des acteurs. On s'interrogera afin de comprendre si le groupe de travail est ou pas un collectif de travail ? C'est à dire s'il y a ou non élaboration de règles communes (Barcellini & Caroly, 2013 ; Caroly, 2010) par les individus au sein des groupes, de pratiques de métier au sein de l'équipe pluridisciplinaire ? La confiance réciproque et la reconnaissance, qu'elles

passent par une reconnaissance des compétences professionnelles ou de l'individu, conditions indispensables pour la construction collective du collectif de travail (Caroly, 2010), sont-elles présentes au sein des différents groupes projets ? Le travail collectif n'est pas une entrée évidente et demande du temps. Il est le fruit d'une construction issue des expériences vécues des interactions des individus. Le travail collectif permet de réaliser les objectifs définis par l'organisation : mettre en commun des connaissances, échanger autour de celles-ci pour développer des actions publiques en prévention en santé au travail ou des réflexions/structures pour l'organisation, la construction de collectifs de travail propose un bond qualitatif. Elle amène les individus, en débattant du réel du travail, à élaborer ou réélaborer les règles, offrant une panoplie de gestes métier possible pour répondre aux situations afin de faire un travail que les individus jugent de qualité, participant ainsi à la construction du sens du travail comme de la santé individuelle et collective (Barcellini & Caroly, 2013). Les asymétries présentes sont-elles dans certaines situations un frein à la production de règles ? Il s'agira d'investiguer comment les asymétries et les dynamiques sous-jacentes des interactions asymétriques influencent les processus de coordinations et l'activité collective, c'est à dire, l'articulation entre le travail collectif et le collectif de travail (Caroly, 2010). Ainsi, on regardera si le mode de fonctionnement en groupe projet a un impact sur les processus de coordination dans un contexte de temporalité courte et d'hétérogénéité des acteurs. Cependant, ces caractéristiques permettent-elles le travail collectif ou condamnent-elles les groupes à ne pas dépasser le stade du travail collectif ?

Lors de notre recherche, le concept d'activité est abordé dans *« une dimension anthropologique d'inspiration phénoménologique »* (Rix, 2005, p. 112). Cette perspective place l'observateur dans une situation dans laquelle il va appréhender l'activité d'autrui, comme le monde et lui-même, avec une intention qui sera compréhensive (Merleau-Ponty, 1945). Cette intersubjectivité participe au processus de construction de l'individu. Il se construit à travers les expériences, les émotions. Ainsi, nous prenons en compte la logique dynamique que les individus entretiennent au Milieu (Canguilhem, 1952), *« apportant leurs normes propres d'appréciation »* (Canguilhem, 1952, p. 146) dans cette interrelation afin de pouvoir l'organiser tout en acceptant d'être transformés. Le milieu chez Canguilhem n'est pas appréhendé comme le rapport de l'individu à son environnement, mais du vivant et de ses normes qui donnent sens à la connaissance.

Par asymétries, on entendra ce qu'un individu est en position de pouvoir imposer à autrui ce qui, spontanément, en situation, lui semble possible dans le fonctionnement du groupe, acceptable du point de vue des normes ou des valeurs ou le plus performant afin de mener collectivement à bien une mission. (Lièvre & Rix-Lièvre, 2011 ; Rix-Lièvre & Lièvre, 2009 ; Rix-lièvre, Boyer, & Coutarel, 2014 ; Récopé, Fache, Boyer, & Rix-lièvre, 2013 ; Thomazet & Mérini, 2014). Ces asymétries participent du couplage entre l'individu et le milieu, (Canguilhem, 1952). Ce couplage structurel entre l'acteur et le milieu se transforme en permanence au cours de l'activité en raison d'un effort d'adaptation à un contexte, dont les éléments significatifs pour l'individu constituent des ressources que ce dernier utilise pour agir (Hutchins, 1995 ; Lave, 1991) dont émerge son monde sensible. Au travers de ce couplage, les individus construisent des « relations prévalentes qui sont les fondements de l'activité et de l'expérience » (Récopé, Fache, & Rix, 2008, p. 109). Ainsi, nous prenons en compte la logique dynamique que les individus entretiennent au milieu (Canguilhem, 1952), *« apportant leurs normes propres d'appréciation »* (Canguilhem, 1952, p. 146) dans cette interrelation afin de pouvoir organiser le milieu tout en acceptant d'être transformés. Dans ce sens, les individus se mobilisent, s'engagent pour se qui leur importe, pour leur cause. C'est la « sensibilité à » (Récopé, Rix-Lièvre, Fache, & Boyer, 2013) qui circonscrit ce qui fait valeur pour les individus, les orientant ainsi que leur activité vers certains objets, actions ou évènements. Cette « sensibilité à » est une norme propre dont la variété est définie comme *« le sens structurant la totalité [activité-expérience-corps-monde] »* (Récopé, Rix-Lièvre, Fache, & Boyer, 2013, p. 10). Elle se construit à travers les expériences, les émotions. Cette norme propre n'est pas figée et elle s'enrichit, s'actualise en fonction des situations et de l'expérience. Il s'agit de la considérer comme une structure complexe. L'Homme, intégré dans le monde réel, constitue ainsi *« le monde dans l'intériorité de ses actes vécus »* (Tŕân-Dú'c-Tháo, 1951 (1992), p. 10). Chaque individu constituera son monde par sa propre et unique perception de la tâche, au travers de cette « sensibilité à » comme par l'appropriation de l'objet du travail conscientisé mais aussi des interactions à autrui. L'individu va ré-agir contribuant à faire émerger son monde (Varela, 1989) au travers duquel il apprécie spontanément des actions pertinentes ou acceptables dans une optique d'intentio (action de tendre vers…) (Récopé, 2008), qu'il soit ou ne soit pas en position d'asymétrie favorable. L'individu se situe dans une modalité de mise en action, d'enaction tel que le défini Varela (1989 ; 1996). Ainsi, l'ensemble des individus participant au groupe projet constituent leur monde propre. Il s'agit de comprendre dans ces situations particulières de temporalité courte, d'hétérogénéité des acteurs, les questions de coordination entre les individus. En particulier, quels sont les déterminants de ces situations, des contextes, mais aussi quelles sont les normes prévalentes de chacun des acteurs au sein de ces groupes projet ? Cependant, si une norme prévalente oriente les individus, plusieurs normes peuvent entrer en tension en situation. Une norme prévalente d'un individu, dans un collectif qui a un objectif partagé, peut orienter, contraindre, les conduites des autres membres, les amenant à des mises en tension ou des dynamiques. Cependant, les individus ne sont pas finis et se dotent de normes partielles qu'ils réajustent *« à l'instant de l'agir »* (Schwartz, 2011, p. 158) au travers de débats de normes, qui seront partielles, enchâssées. Comment l'objet d'un groupe (les addictions par exemple) va être orienté par rapport à la tâche lorsqu'un individu interagit avec un autre ayant une norme prévalente différente : un médecin avec un infirmier par exemple. Le rapport à la tâche sera bousculé. Il pourra y avoir émergence de dynamiques d'asymétrie.

L'originalité du travail de recherche de la thèse tient dans le fait qu'il investigue le champ des équipes pluridisciplinaires en milieu de santé au travail qui n'ont jamais été interrogées avec une entrée centrée sur l'étude des interactions asymétriques. Des travaux ont été menés sur l'arbitrage de haut niveau en football comme en rugby, sur des situations cognitives complexes en situation « d'urgence », beaucoup sur l'enseignement, mais avec des collectifs métiers homogènes et des relations enseignant/apprenant particulières du point de vue des asymétries, définies à l'avance. Une des recherches dont certains éléments sont proches est l'étude sur une exploration polaire à ski de Lièvre et Rix-Lièvre (2011) qui propose un collectif hétérogène, lié temporellement, mais où les décisions sont prises dans des situations à risque, ce qui modifie le contexte.

En outre, il ne s'agit pas seulement d'observer les asymétries existant entre les individus et les dynamiques des asymétries présentes au sein des groupes. La recherche, dans une logique transformative de l'activité a pour objet de comprendre si les dynamiques sous-jacentes ont des effets constructifs sur le travail. Cela sous-entend que ces effets n'ont pas que des impacts positifs pour le projet ou l'organisation, mais qu'ils doivent être *« moteur de développement de la capacité des hommes et des femmes de l'entreprise à faire face aux changements de leur situation de travail »* (Barcellini, Van Belleghem, & Daniellou, 2013, p. 191). Ceci afin de pouvoir proposer des aides à la prise de décision en termes d'organisation pour le service de santé au travail qui peuvent se traduire en termes d'efficience du collectif et de bien-être individuel.

Méthodologie

La compréhension par l'observateur du contexte permet de mettre en lien ce qui se passe dans les groupes projet avec l'environnement général du service de santé au travail. Ainsi, les modalités de compréhension de l'activité sont informées par le matériau issu d'une part des groupes projet, d'autre part de la situation quotidienne perçue par le chercheur dans le SIST. Les interactions entre les individus sont au centre de notre recherche. Il s'agit d'une part d'observer et de comprendre les asymétries présentes entre les individus au sein des groupes projet et de faire émerger d'autre part les dynamiques sous-jacentes, dans l'objectif de comprendre si celles-ci participent ou non à une dimension constructive du travail. Afin de vérifier si les caractéristiques définies étaient génératrices d'asymétries et de dynamiques des asymétries, il a été nécessaire de participer et d'observer les groupes projet. La participation observante, en deçà de la stricte observation des groupes projet, permet une compréhension globale des situations. Cette participation observante est dynamique. Le positionnement de l'observateur, son rapport à autrui comme à l'environnement évolue. Ainsi, ces différentes adaptations permettent d'expérimenter des situations, de comprendre le contexte, à l'aune d'une analyse de son positionnement et de sa posture par l'observateur.

Ainsi, ce qui se passe à l'extérieur des groupes, au quotidien dans les interactions entre les différents acteurs au sein de l'APST 18, et en particulier entre les genres professionnels, alimente une compréhension du contexte. Ce matériau est consigné à travers un carnet ethnographique, mais aussi par certains éléments issus des entretiens des acteurs. Pour chaque groupe projet, voire pour chaque réunion de groupe, nous cherchons à identifier des constantes du milieu (Canguilhem, 1952), pour l'individu, qui sont toujours en évolution. La prescription elle-même, dans un environnement social et politique en évolution, n'est pas un facteur de stabilité

A ce jour, 4 groupes projets ont été suivis. Ils étaient composés de membres de l'équipe pluridisciplinaire (médecins, ergonomes, infirmiers, techniciens hygiène et sécurité, assistants médicaux). Leur mission était de réaliser des supports et de mettre en place des actions de prévention en santé au travail sur les addictions en entreprise pour l'un, de proposer des pistes de réflexions et de prévention sur les rythmes de travail pour le second. Ces deux groupes avaient pour mission de créer des objets de transmission de connaissances à autrui, à partir d'un PPT, mais surtout sur la base d'une conférence et pour les addictions de vidéos, plaquettes, etc.

Le troisième avait pour objet de réfléchir autour de la « Fiche d'Entreprise » afin de proposer un modus operandi aux différents acteurs du service de santé. Il s'agissait de proposer à l'organisation du service des propositions de modalités de fonctionnement concernant la façon dont les médecins, les ergonomes, les infirmiers pourraient s'organiser afin de réaliser les Fiches d'Entreprises obligatoires.

Le dernier groupe avait pour objet la définition et la création d'une cellule de maintien dans l'emploi au sein de l'APST 18. Il avait un véritable objet de conception car il partait d'une feuille blanche et il s'agissait d'aboutir à la création de cette cellule, avec l'objectif de lui donner une véritable identité propre à l'APST 18.

Les deux premiers groupes, qui avaient une portée limitée en termes de conception et d'objet ont été des démarches exploratoires afin de tester et de caler la méthodologie, le positionnement du chercheur, etc. ils ont permis de comprendre certaines articulations, les interactions entre les acteurs au sein des groupes. Grâce à ce travail, il a été possible d'affiner la caractérisation des groupes et des interactions entre les individus.

Nous sommes conscients que nous ne pouvons pas avoir accès à l'ensemble de l'activité (observable comme non observable) des individus. C'est pourquoi il nous semble nécessaire d'avoir une méthodologie rigoureuse afin de pouvoir approcher au plus près l'activité des différents acteurs. Le matériau s'enrichira des observations, des traces collectées en

réunion de groupe ou dans la préparation (email, documents, présentations, cartes, processus et procédures, compte-rendu) ainsi que des entretiens avec les acteurs. Nous effectuerons une observation des éléments du couplage entre l'individu et le milieu, les entretiens viendront documenter ce couplage pour caractériser l'activité par le rapport subjectif qu'ont les individus à leur expérience. Le couplage est entendu tel que Varela le définit. Il s'agit d'un fonctionnement générant *« la capacité de faire émerger »* (Varela, 1996, p. 4) qui s'appuie sur *« un processus de modulation interne et autoréférentiel »* (Varela, 1996, p. 4) : les normes propres de l'individu, sa sensibilité à (Récopé, Rix-Lièvre, Fache, & Boyer, 2013).

Les entretiens sont menés à différentes phases des groupes projets. Certains le sont sur le vif, sur des relevés de discussions, d'autres dans des étapes « intermédiaires » du groupe, pour faire le point. Ils ont pour objectif de documenter le point de vue intrinsèque des acteurs, leur perception des situations au fur et à mesure de l'action. Il est essentiel de travailler avec les verbalisations des acteurs en action ainsi que des données d'entretiens peu reconstruites afin de les confronter aux observations. Il est nécessaire que le matériau construit prenne en compte la subjectivité des acteurs et intègre une description de l'activité vécue tout en croisant celle-ci avec la perception de l'observateur. L'objectif de l'analyse, les entretiens des acteurs croisés à l'observation est de pouvoir caractériser l'activité au sein des groupes projet, d'identifier les asymétries présentes et le rôle qu'elles jouent, en particulier du point de vue des dynamiques des interactions asymétriques au sein des groupes, mais aussi de pouvoir saisir la perception que chaque individu a du développement professionnel, de son identité, de la reconnaissance personnelle comme professionnelle, de ses compétences, en somme, des effets constructifs du travail pour soi au travers des interactions et de pouvoir identifier et caractériser les dynamiques des interactions à l'origine de ces perceptions.

Afin de construire le matériau, dans le cadre d'une analyse du travail des individus, il s'agit d'interroger en première intention les différents facteurs qui interviennent au niveau de la tâche de travail, ce qui participe de l'activité et les articulations qui existent entre elles (Leplat, 2004). Pour identifier ces déterminants qui seront caractérisés lors de l'étude des groupes, nous avons fait appel aux recherches menées par Barthe (2003) ; Cahour (2002) et Oberlé & Drozda-Senkowska, (2006) qui ont la particularité de faire un travail méthodologique comme épistémologique avec une ontologie sinon phénoménologique du moins avec une visée compréhensive des acteurs intégrant leur perception en première intention (Cahour, 2002). En premier lieu, la première étape opère au niveau de la tâche de travail. Seront ainsi retenus :

- Le rapport à la procédure « fonctionnement en mode projet »
- Le type de tâches demandées
- Le type de performance
- La taille du groupe
- Nature du groupe (formelle, informelle…)
- La composition du groupe (nombre, métiers, individus)
- Le temps alloué au groupe pour réaliser la tâche
- Le type d'informations à disposition
- Les règles de prises de décision
- A qui a été confiée la responsabilité de la coordination du groupe

L'identification des tâches demandées par la prescription permet, dans des groupes hétérogènes, où les individus peuvent avoir des perspectives divergentes susceptibles de s'avérer contradictoires, de faire émerger ces conflits liés à la tâche (Blanchet & Michinov, 2016).

Il s'agit alors de mettre en lumière les régularités existantes dans les conduites des individus en situations en fonction d'un contexte donné afin de pouvoir comprendre les interactions et mettre en lumière les effets sur les processus de coordination et de régulation qui pourraient exister.

En second lieu, nous interrogerons le domaine relatif aux interactions entre les individus au sein du groupe, une dimension qui s'avère sociale, émotionnelle et sensible dans le sens où elle renvoie aux interactions que les individus créent entre eux produisant ainsi des effets tant sur eux-mêmes que sur autrui (Goffman, 1973 ; 1974 ; Hall, 1971).

- Le type d'interaction
- L'objet des interactions
- Les modalités des interactions
- Le rôle que prennent les individus dans les interactions
- Les positionnements des individus durant les interactions et leurs adaptations aux situations
- Le poids du statut professionnel, social dans les interactions
- Quelles informations les individus partagent-ils ?
- La pertinence des informations partagées/but de la mission
- Les informations partagées permettent-elles ou non aux individus l'acquisition de connaissances ?
- Les coordinations
- Les régulations : position de compromis, renégociation de position des individus

- Existe-t-il des pratiques/normes professionnelles collectivement construites dans le groupe par les individus ?
- L'identité des individus au sein du groupe : comment chacun est reconnu, en tant qu'individu dans l'équipe : par son statut professionnel, ses compétences, son savoir universitaire ou technique, son charisme, son ancienneté, son genre professionnel, etc.

Il s'agira par ailleurs d'articuler ces caractéristiques liées aux interactions et les processus de coordination des individus entre eux en partant du point de vue de ces acteurs, engagés dans les projets. Ces investigations ont pour objectif de caractériser des conduites qui dans certaines situations peuvent être des leviers ou au contraire des freins, entraver ou soutenir, le groupe dans la réalisation de sa mission. Il s'agit de construire un matériau qui permette d'amener à une compréhension des dynamiques collectives, en particulier de regarder à quel moment et dans quelles conditions celles-ci sont porteuses d'effets constructifs du travail pour l'individu. Ainsi, il s'agit de construire le matériau en tenant compte de la perception des individus du développement de leurs compétences, des savoir-faire, de la reconnaissance comme de leur identité professionnelle. Nous articulons dans la recherche l'analyse de ces caractéristiques relatives aux interactions entre les individus au sein du groupe avec les éléments issus du vécu de l'individu comme de son rapport au Milieu (Canguilhem, 1952), facteur de développement de la santé individuelle et collective comme des collectifs de travail.

L'ensemble de ces caractéristiques relatives aux interactions entre les individus au sein du groupe comme sur la tâche de travail donnent des éléments qui permettent de pouvoir alimenter et conduire les entretiens avec les acteurs. Elles permettent à l'observateur lorsqu'il construit le matériau, d'avoir un guide lorsqu'il revient avec les individus sur les situations vécues : en premier lieu, lors des observations des réunions de groupes projet, en se polarisant sur les caractéristiques particulières relatives aux interactions entre les individus. Lors des entretiens, cela permet d'interroger et de comparer les perceptions des acteurs sur des items identiques, tout en faisant dérouler le récit de l'action vécue par l'acteur et ensuite de confronter les observations, la perception de l'observateur à celle des individus afin de pouvoir faire émerger les asymétries présentes au sein des groupes, leur rôle et la perception qu'en ont les acteurs des situations. Comment les individus engagés dans l'action perçoivent les effets de ces asymétries, des dynamiques qui ont émergé et quels sont pour eux les difficultés et les leviers présents au cours du projet.

Conclusion

Notre recherche est actuellement en cours. Les observations au sein des groupes projets comme les entretiens avec les différents individus qui les composent continuent à avoir lieu et à enrichir le matériau. Il s'agit d'ancrer la recherche dans une ontologie phénoménologique et de définir l'activité, l'approche du travail, du travail collectif au collectif de travail ainsi que de caractériser les groupes afin de pouvoir être en mesure d'affiner l'objet et la méthode de notre recherche.

L'objet de cette présentation est de pouvoir mettre en discussion la pertinence de la méthodologie et en particulier du modèle de « typologie » des groupes ainsi que de la caractérisation des déterminants qui seront interrogés lors de l'étude de ces groupes, en observation, ainsi que comme piste à investiguer lors des entretiens. Il s'agira ensuite de pouvoir identifier les effets constructifs sur le travail que peuvent avoir, ou non, les dynamiques sous-jacentes, et dans quelles conditions les individus ont une perception d'un développement de l'efficience de l'équipe, de l'émergence d'un environnement qui apparaisse capacitant. Ces effets constructifs du travail peuvent être identifiés comme la capacité pour les individus au sein des équipes pluridisciplinaires à développer les compétences durant l'ensemble du projet afin de leur offrir des possibilités d'intervention dans de nouveaux champs professionnels, en permettant des échanges de savoirs, de savoir-faire. Les effets constructifs du travail peuvent être aussi identifiés au développement de la fonction de décision chez les individus, pas uniquement d'un point de vue hiérarchique, mais aussi dans la gestion du projet, le pilotage. Enfin, ces effets constructifs pourront être caractérisés par la reconnaissance de soi comme d'autrui, un facteur favorisant la construction de l'individu, de son identité professionnelle, permettant de trouver un sens au travail et favorisant ainsi la construction de sa santé (Barcellini & Caroly, 2013) comme des effets productifs qui pourront être des leviers au developpement de la pluridisciplinarité.

Bibliographie

Arnoud, J., & Falzon, P. (2013). Changement organisationnel et reconception de l'organisation : des ressources aux capabilités. *@ctivités, 10 (2)* , 109-130.

Aubry, J.-M. (1980). *Dynamique des groupes.* Montréal, Québec: Les Editions de l'Homme.

Barcellini, F., & Caroly, S. (2013). Le développement de l'activité collective. In P. Falzon, *Ergonomie constructive* (pp. 33-46). Paris: PUF.

Barcellini, F., Van Belleghem, L., & Daniellou, F. (2013). Les projets de conception comme opportunité de développements des activités. Dans F. Pierre, *Ergonomie constructive,* (pp. 191-206). Paris: Presses universitaires de France.

Barlet, B. (2015). *De la médecine du travail à la santé au travail : les groupes professionnels à l'épreuve de la « pluridisciplinarité* . Thèse de sociologie, Université Paris Ouest Nanterre, Paris.

Barthe, B. (2003). Élaboration, mise en œuvre et apport classificatoire d'un cadre d'analyse des aspects collectifs du travail. *Actes du 38ème congrès de la SELF* (pp. 181-188). Paris: SELF.

Blanchet, C., & Michinov, E. (2016). Les équipes de travail dynamiques. L'instabilité dans les equipes de travail: quels effets sur les performances? *Le travail humain , 79* (4), 309-338.

Cahour, B. (2002). Décalages socio-cognitifs en réunions de conception participative. *Le travail humain, 4(65)* , 315-337.

Canguilhem, G. (1952). *La connaissance de la vie.* Paris: Hachette.

Caroly, S. (2011). Activité collective et réélaboration des règles comme ressources pour la santé psychique: le cas de la police nationale. *Le travail humain , 74* (4), 365-389.

Caroly, S. (2010). L'activité collective et la réélaboration des règles : des enjeux pour la santé au travail. HDR: Université Victor Segalen-Bordeaux II.

Caroly, S. (2014). Les conditions pour mobiliser les acteurs de la prévention des TMS : construire du collectif de travail entre pairs pour développer le métier et favoriser le travail collectif pluri-professionnel. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé, 15(2)* , [En ligne], mis en ligne le 01 août 2013.

Caroly, S., & Weill-Fassina, A. (2007). En quoi différentes approches de l'activité collective des relations de services interrogent la pluralité des modèles de l'activité en ergonomie ? *Activité , 4* (1), 85-98.

Caroly, S., Cholez, C., Landry, A., Davezies, P., Poussin, N., Bellemare, M., et al. (2012). *Les activités des médecins du travail dans la prévention des TMS : ressources et contraintes.* Grenoble: PACTE.

Carré, A. (2004). Pluridisciplinarité, mode d'emploi. *Les Cahiers S.M.T., 19* , 69-70.

Clot, Y. (1995). *Le travail sans l'homme ?* . Paris: La Découverte.

Conein, B. (2004). Cognition distribuée, groupe social et technologie cognitive. *Réseaux, 124 (2)* , 53-79.

Darbéda, S., & Gonzalez, S. (2014). Co-intervenir en santé au travail : Pourquoi ? Comment ? *Références en santé au travail, 138* , 93-102.

Darses, F. (2006). Analyse du processus d'argumentation dans une situation de reconception collective d'outillages. *Le travail humain, 4(69)* , 317-347.

Darses, F. (2009). Résolution collective des problèmes de conception. *Le travail humain, 1(72)* , 43-59.

Dejours, C. (1995). Comment formuler une problématique de la santé en ergonomie et en médecine du travail ? *Le Travail Humain , 1* (58), 1-16.

Dejours, C. (2009). *Travail vivant. Travail et émancipation.* Paris: Petite Bibliothèque Payot.

Dellacherie, C., Frimat, P., & Leclercq, G. (2010). *La santé au travail : Vision nouvelle et professions d'avenir - Propositions pour des formations et un réseau de recherche en phase avec les missions.* Paris: Ministère du Travail, de la Solidarité et de la Fonction publique Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de la Santé et des Sports.

Dumortier, M. (2008). *Mon médecin du travail, Prévention et conseils.* Paris: Le Cherche Midi.

Goffman, E. (1973). *La mise en scène de la vie quotidienne.* Paris: Les Editions de Minuit.

Goffman, E. (1974). *Les rites d'interaction.* Paris: Les Editions de Minuit.

Hall, E. T. (1971). *La dimension cachée.* Paris: Editions du Seuil.

Huez, D., & al. (1998). *Des médecins du travail prennent la parole. Un métier en débat.* Paris: Syros.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild.* Cambridge: MIT Press.

Hutchins, E. (2005). Material anchors for conceptual blends. *Journal of Pragmatics, 37 (10)* , 1555-1577.

Lave, J. (1991). Acquisition des savoirs et pratiques de groupe. *Sociologie et sociétés* , 145-162.

Lecomte-Ménahès, G. (2011). « Pluridisciplinarité » et réorganisation des services de santé au travail : comment les médecins se positionnent-ils ? *Colloque La santé, quel travail !?, GERMES, 26 mars 2011.* Nantes.

Leplat, J. (2004). L'analyse psychologique du travail. *Revue européenne de psychologie appliquée , 54*, 101-108.

Lièvre, P., & Rix-Lièvre, G. (2011). Pratiques de coordination d'un collectif informel en situation extrême : une étude de cas "ancrée" au Groenland. *Management & Avenir , 1* (41), 449-471.

Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception.* Paris: Gallimard.

Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart.* New York: Addison Wesley.

Oberlé, D., & Drozda-Senkowska, E. (2006). Processus orientés vers la tâche vs processus orientés vers le groupe : une vieille distinction toujours fructueuse ? *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale , 70*, 63-72.

Récopé, M. (2008). L'Homme, la connaissance et l'apprentissage. *Conférence organisée par le Service Universitaire de Pédagogie de l'université Paul Sabatier Toulouse III, le mardi 29 avril 2008.* Toulouse.

Récopé, M., Fache, H., & Rix, G. (2008). Norme propre et exercice corporel : le cas d'un volleyeur . *Corps , 1* (4), 105-110.

Récopé, M., Fache, H., Boyer, S., & Rix-lièvre, G. (2013). Unité et pluralité du vécu corporel en situation motrice. *Movement & Sport Sciences, 81(1)* , 37-47.

Récopé, M., Rix-Lièvre, G., Fache, H., & Boyer, S. (2013). La sensibilité à, organisatrice de l'expérience vécue. Dans L. Albarello, J. Barbier, E. Bourgeois, & M. Durand, *Expérience, activité, apprentissage* (pp. 111-133). Paris: PUF.

Rix, G. (2005). Typologie des actes de jugement de l'arbitre de rugby expérimenté. *Movement & Sport Sciences , 3* (56), 109-124.

Rix-Lièvre, G., & Lièvre, P. (2009). L'observatoire de l'organisant. Mode d'interprétation des matériaux qui en sont issus. *Revue internationale de psychosociologie , XV* (35), 161-178.

Rix-lièvre, G., Boyer, S., & Coutarel, F. (2014). La performance arbitrale : de son étude à son développement. *Activités (11)* , 86-104.

Rouffiac, K., & al. (2009). Expérience de l'Unité ARPEGES au CHU de Clermont-Ferrand : évaluation et gestion de la santé au travail du personnel hospitalier. *Santé Publique, 21(1)* , 11-23.

Roy, M., Desmarais, L., & Cadieux, J. (2005). Améliorer la performance en SST : les résultats vs les prédicteurs. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé, 7(2)* , [En ligne], mis en ligne le 01 mai 2005.

Schaller, A. (2013). Rôle et place des IPRP exerçant au sein de SIST: quelles évolutions depuis la réforme de 2004, quelles perspectives suite à la réforme de 2011? *Références en santé au travail, 133* , 101-106.

Schwartz, Y. (2011). Pourquoi le concept de corps-soi ? Corps-soi, activité, expérience. *Travail et Apprentissage , 7*, 148-177.

Sotty, P. (2002). En quoi l'évaluation des risques peut-elle faire évoluer la prescription de leur prévention ? *Actes du trente-septième congrès de la SELF, Septembre*, (pp. 256-265). Aix en Provence.

Theureau, J. (2006). *Le cours d'action. Méthode développée.* Toulouse: Octarès.

Thomazet, S., & Mérini, C. (2014). Le travail collectif, outil d'une école inclusive ? *Questions Vives, 21* , [En ligne], mis en ligne le 15 septembre 2014.

Tŕân-Dú'c-Tháo. (1951 (1992)). *Phénoménologie et matérialisme dialectique.* Paris: Editions des Archives Contemporaines.

Varela, F. J. (1996). Approches de l'intentionnalité: de l'individu aux groupes sociaux. Dans J. Mallet, *L'Organisation Apprenante: L'Action productrice du sens, tome 1* (pp. 33-45). Aix-en-Provence: Université d'Aix-en-Provence, Sciences de l'éducation.

Varela, F. J. (1989). *Connaître : Les sciences cognitives, tendances et perspectives.* Paris: Seuil.

Vézina. (2001). La pratique de l'ergonomie face aux TMS. *Actes du congrès SELF-ACE* , 44-60.

Doctoriales EPIQUE 2017 :

Rôle du chef d'équipe dans l'élaboration d'une conscience collective de la situation: le cas du module sécurité plongée des SNA

Tardan Vincent
IRBA, Département ACSO
vincent.tardan@intradef.gouv.fr

Darses Françoise
IRBA, Département ACSO
francoise.darses@intradef.gouv.fr

Bourgeon Léonore
IRBA, Département ACSO
léonore.bourgeon@intradef.gouv.fr

RÉSUMÉ :

Les sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) constituent des systèmes sociotechniques complexes, dans lesquels l'activité s'organise autour d'équipes hiérarchisées et interdépendantes. L'équipe sécurité-plongée, en charge de la conduite du sous-marin et de son intégrité, est au cœur de la construction de la sécurité. Notre analyse de l'activité a montré que le leader de cette équipe, dont le rôle est de prendre des décisions à partir de la représentation qu'il se fait de la situation et de son évolution, occupe une place centrale dans les processus de transmission des informations et de prise de décisions. Au regard de ces spécificités, la revue de littérature nous a amené à nous intéresser au concept d'élaboration de la conscience de la situation dans les activités collectives, avec une attention particulière portée à la contribution du leader de l'équipe sécurité-plongée. Cette analyse combine deux indices comportementaux : les communications verbales et la direction du regard. La méthodologie et les résultats d'une étude préliminaire sont présentés succinctement dans le présent papier.

MOTS-CLÉS : Conscience collective de la situation, environnement dynamique à risque, sous-marin, communication verbale, oculométrie

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui, les activités de conduite de systèmes dynamiques à risques se déroulent dans des environnements de plus en plus complexes, où la collaboration est nécessaire pour assurer la conduite de l'activité, pour faire face à la gestion des risques et pour prévenir des accidents (Amalberti, 2001). Dans ces systèmes, des difficultés peuvent être rencontrées par les opérateurs qui travaillent et collaborent au sein et entre équipes, et qui sont soumis à de fortes contraintes : multitude des sources d'informations à traiter simultanément, forte pression temporelle, enjeux importants des prises de décision, occurrence fréquente de situations dégradées, interdépendance des actions des différents opérateurs. Dans le cas des activités opérationnelles militaires, l'activité collective est généralement organisée selon une coopération distribuée (Rogalski, 1994). Les connaissances et les informations de chaque membre du collectif ne permettent pas à ces derniers d'avoir une vision globale du processus. La coopération est donc centrale pour assurer aux opérateurs une conscience de la situation (CS) et leur permettre de partager les informations temporelles et logiques nécessaires à la coordination de leurs actions (Rogalski, 1994).

Une gestion inadaptée du collectif (dans notre cas, un équipage sous-marinier) peut contribuer à la genèse d'accidents, comme celui survenu le 30 mars 2007 au cours duquel un Sous-marin Nucléaire d'Attaque (SNA) a heurté le fond de mer, provoquant des dégâts importants. Un audit « Facteurs humains et organisationnels » mené en interne Défense (diffusion confidentielle) a mis à jour les faiblesses de la collaboration au sein de l'équipage des sous-marins : des informations cruciales pour la sécurité ont été détectées par certains membres d'équipage, mais leur transmission s'est révélée défaillante durant la gestion collective de cette situation accidentelle. Cet accident illustre que les processus interactionnels sont au cœur de la construction de la sécurité.

Notre thèse, débutée en janvier 2016, s'inscrit dans ce contexte. Elle contribue au programme de conception des sous-marins de nouvelle génération[1], qui impliquent notamment un changement de technologie des interfaces du module sécurité-plongée des SNA. L'impact de ce changement technologique sur l'activité collective requiert une analyse psycho-ergonomique qui nous a été confiée.

2 PRÉSENTATION DU TERRAIN

Une première étape, visant à construire les objectifs de recherche, a consisté en une analyse de l'activité du module sécurité-plongée du sous-marin, à partir d'une analyse documentaire et d'entretiens réalisés précédemment avec des opérateurs.

2.1 L'activité collective des sous-mariniers du module sécurité-plongée

L'activité à bord des SNA rassemble environ 70 sous-mariniers qui sont affectés en modules interdépendants et hiérarchisés, ce qui implique une coopération distribuée intra et inter-modules. Afin de manœuvrer le SNA et de remplir les objectifs de mission avec un niveau de sécurité élevé, la propulsion est effectuée par le Poste Central Propulsion et l'activité à bord est coordonnée par un Poste Central Navigation Opérations (PCNO) qui comprend notamment un module sécurité-plongée. Notre étude s'intéresse aux opérateurs de ce module ainsi qu'à ceux qui interagissent avec celui-ci. Cette équipe comprend trois membres:

- Le Maître de Centrale (MDC) est le chef (team leader) du module sécurité-plongée. Il supervise l'activité du barreur et de l'opérateur du Tableau Sécurité-Plongée pour manœuvrer le sous-marin dans le but de répondre aux objectifs opérationnels transmis par le commandement. C'est le garant de la sécurité et de l'intégrité du bâtiment. Il doit en permanence se créer une représentation de l'état du sous-marin en recueillant les informations à différents niveaux. Il est sous le commandement de l'Officier chef du quart.

- L'opérateur du Tableau de Sécurité-Plongée veille au bon fonctionnement des différents systèmes du sous-marin (ventilation, pompes, purges, etc.). En cas d'anomalie, il rend compte au MDC.

- Le barreur dirige le sous-marin par l'intermédiaire du poste de pilotage. Son interface lui donne accès aux paramètres nécessaires au pilotage du sous-marin.

Dans notre situation d'étude, l'équipe sécurité-plongée interagie avec six membres de l'équipage, dont les quatre premiers sont présents physiquement dans le PCNO : le commandant, l'officier renfort-sécurité, l'officier chef de quart, le sondeur, l'opérateur en charge du Poste Central de Propulsion (PCP), l'auxiliaire 2. Cette équipe élargie comprend donc un collectif de huit opérateurs, ce qui implique des flux de communication parallèles dans un environnement exigu.

2.2 Enjeux psycho-ergonomiques liés aux spécificités de l'activité au sein du module sécurité-plongée

Importance de l'activité du team leader dans l'élaboration de la CS. – L'analyse de l'organisation du module sécurité-plongée (objectifs 1 et 2) révèle l'importance majeure du team leader MDC dans l'élaboration d'une représentation globale de la situation. Cette représentation se construit au moyen de diverses modalités d'interaction (systèmes informatiques, interactions verbales et non verbales). La représentation de la situation que se construit le team leader est cruciale car elle lui permet d'anticiper l'évolution de cette situation, de fournir à chacun les informations nécessaires à son activité, de justifier ses propositions de plans d'actions et de réaliser un compromis acceptable entre les objectifs de sécurité et les objectifs opérationnels. La dimension hiérarchique forte de notre contexte d'étude nous oriente donc vers la prise en compte des rôles dans l'élaboration de la CS collective et en particulier la place centrale occupée par le leader.

[1]Dans le cadre de deux projets de recherche successifs financés par la DGA (N° PDH-1-SMO-3-1005 et N° PDH-1-SMO-3-1007)

Importance de la gestion par le team leader du compromis entre objectifs opérationnels (fixés par le commandement) et objectifs de sécurité (fixés par lui-même). – La place intermédiaire du team leader, entre son commandement en amont et son équipe en aval, implique que la majorité des informations transitent par lui. Il doit jongler entre supervision des opérateurs et du processus, et la construction de sa propre représentation de la situation sur la base de laquelle il va proposer et discuter de plans d'actions avec l'officier chef du quart.

Importance des stratégies de prise d'informations par le team leader (gouvernées par les communications verbales et par l'exploration visuelle des interfaces de conduite). – La proximité géographique des opérateurs au sein du module ainsi que l'absence d'interface dédiée au team leader l'oblige à s'appuyer sur les interfaces des opérateurs qu'il supervise. Les informations qu'il recueille sont issues de la communication verbale qui s'établit entre lui et les opérateurs, et de la prise d'informations visuelles qu'il effectue sur leurs interfaces.

3 OBJECTIFS DE LA THÈSE

Les objectifs de la thèse sont de répondre aux trois enjeux psycho-ergonomiques décrits ci-dessus. Nous mobiliserons une démarche d'analyse qui articule les cadres théoriques de la CS et de la coopération, inspirée de celle proposée par Darses & Munduteguy (1998), dont le contexte et la structure du collectif sont très proches de notre cas d'étude.

3.1 Objectif 1 : Analyser la contribution du team leader dans l'élaboration de la CS collective du module sécurité-plongée

Verrou. – Peu d'études se sont intéressées à la façon avec laquelle le leader d'une équipe participe à l'élaboration de la CS collective en situation dynamique.

Opérationnalisation. – L'analyse du contenu des communications verbales émises par le team leader permettra d'identifier les processus cognitifs mobilisés par ce dernier pour partager des informations, et participer à l'élaboration d'une CS collective.

Work in progress. – Un travail préliminaire a porté sur la construction d'une méthode d'analyse du contenu de la communication ainsi que la présentation de résultats préliminaires dans une conférence internationale (Tardan, Bourgeon & Darses, 2016). Les résultats portant sur 6 team leaders sont synthétisés dans la section 6.

3.2 Objectif 2 : Analyser la contribution de chaque membre de l'équipe élargie dans l'élaboration de la CS collective du module sécurité-plongée

Verrou. – Une grande partie de la littérature s'intéresse à l'élaboration de la CS dans les collectifs en considérant l'équipe comme une unité homogène. Notre approche a l'ambition de différencier la contribution de chacun des membres de l'équipe en fonction de son rôle.

Opérationnalisation. – La méthode d'analyse sera identique à celle de l'objectif 1, et portera sur les communications verbales de tous les membres de l'équipe élargie (équipe sécurité-plongée, commandement, opérateurs des équipes en interaction avec l'équipe sécurité-plongée).

Work in progress. – Le recueil de données a été effectué pour 17 équipes.

3.3 *Objectif 3 : Impact des stratégies de prise d'informations par le team leader (gouvernées par les communications verbales et par l'exploration visuelle des interfaces de conduite ; centrées sur la communication verbale avec le commandement vs. les opérateurs qu'il supervise) sur la qualité de ses décisions*

Verrou. – Peu d'études ont adopté une approche croisée entre plusieurs indices comportementaux en situation dynamique pour étudier la CS, et aucune n'a utilisé l'analyse oculométrique.

Opérationnalisation. – Nous mettrons en relation deux types d'indices comportementaux de l'activité du team leader: (i) les échanges verbaux dans lesquels il est impliqué, et (ii) la direction de son regard. La qualité de ses décisions sera évaluée par un expert métier. L'analyse des flux de communication est envisagée pour mieux comprendre les stratégies en identifiant les sources d'information sur lesquelles le team leader s'appuie pour prendre des décisions. Cependant, les contraintes liées à l'activité pourraient rendre difficile l'identification des flux de communication, en particulier l'identification des récepteurs.

Work in progress. – Les données oculométriques ont été recueillies pour 17 team leaders, et une analyse préliminaire a été effectuée pour 6 d'entre eux, avec la construction d'un codage des aires d'intérêt réalisé à partir d'une analyse des interfaces.

3.4 *Objectif 4 : Analyse comparative de l'impact du changement technologique des interfaces sur l'activité collective*

Verrou. – Cette dernière étape constitue un objectif appliqué visant à fournir des recommandations opérationnelles pour la formation des sous-mariniers et la conception des futures interfaces.

Opérationnalisation. – Nous ferons l'analyse d'une nouvelle situation au sein du simulateur pleine échelle des SNA nouvelle génération à partir des résultats obtenus relatifs aux objectifs précédents.

Work in progress. – Cette étape est programmée pour la troisième année de thèse.

4 CADRE THÉORIQUE EN CONSTRUCTION

4.1 Elaborer individuellement une conscience de la situation dans un environnement dynamique et à risques

Depuis plus de 25 ans, le concept de CS a été mobilisé dans les études portant sur les processus cognitifs en environnement dynamique et a été identifié comme un facteur psychologique essentiel à la sécurité et à l'efficacité du couple Homme-Machine (Chalendron, 2007). Une revue de littérature nous a permis d'effectuer une liste non exhaustive des principaux modèles théoriques développés autour du concept de CS (Endlsey, 1995 ; Smith & Hancock, 1995 ; Bedny & Meister, 1999), en y ajoutant les modèles décisionnel (Klein, 1995) et de la régulation (Hoc & Amalberti, 1994). Il n'existe pas de définition unanime de la CS. La majorité d'entre elles se rejoignent sur la fonction attribuée à une construction mentale de la situation à partir d'informations de l'environnement et des connaissances de l'individu, qui permet d'orienter la prise d'informations, impliquée dans la prise de décision, avec une importance plus ou moins grande donnée aux processus d'anticipation. Les principales différences entre les modèles portent sur : (i) la caractérisation de la CS en tant que processus cognitif, en tant que produit de l'activité cognitive, ou les deux réunis, (ii) la modalité plus ou moins consciente ou conscientisable de la représentation de la situation (Klein & Hoffman 1993), (iii) l'unité d'analyse qui peut être l'individu ou le système, (iv) l'articulation de la CS avec les processus cognitifs décrits dans la littérature en sciences cognitives (mémoire, attention, prise de décision...).

4.2 Elaborer collectivement une conscience de la situation dans un système sociotechnique complexe

Du fait de l'élargissement des domaines d'études dans lesquels la CS a été mobilisée, des théories ont été proposées à partir des modèles individuels de façon à comprendre comment la CS était élaborée dans les activités collectives. Parmi la grande diversité des définitions proposées pour les modèles collectifs de CS, on en distingue trois principales :

- **CS d'équipe (*team-SA*)** : le concept de *team-SA* s'inscrit dans le courant de la cognition de l'équipe qui s'intéresse aux interactions entre les membres et à leur coordination (Macquet, 2016) ; Salas (1995) la définit comme « une compréhension de la situation partagée par les membres de l'équipe » ; Millot (2015) propose un modèle adapté de la définition de Salmon

(2008) qui comprend une combinaison de la CS des membres de l'équipe, la CS partagée ainsi que les CS combinées de toute l'équipe.

- **CS partagée (*shared SA*)** : Jones & Endsley (1997) utilisent ce terme pour décrire la mesure dans laquelle différents membres d'une équipe partagent une même information nécessaire à la tâche de chacun ; le concept met l'accent sur l'importance du partage d'informations adaptées à l'activité de chacun.
- **CS distribuée (*distributed SA*)** : ce concept développé majoritairement par Stanton (2006), s'appuie sur le cycle perception-action de Neisser (1976) et s'inscrit dans l'approche de la cognition distribuée (Hutchins, 1995). La CS est considérée comme une propriété émergente des interactions au sein du système, distribuée entre les individus et leur environnement (Stanton, 2006). Le système est considéré comme un tout et la cognition se développe dans les interactions entre les individus et les artefacts.

Les approches diffèrent selon l'importance qu'elles accordent à la tâche (Patrick, 2006), la généralisation qu'elles permettent quant à la conceptualisation de la CS dans une situation donnée et qui est un point sur lequel il faut être prudent (Sarter & Woods, 1995), la prise en compte de l'allocation des tâches et des différents rôles des membres de l'équipe. Le rapprochement fait par Millot (2015) entre le cadre théorique de la coopération et la CS collective nous semble pertinent. Les similitudes sont soulignées entre la CS qu'il nomme *collective* et le COFOR (Common frame of reference) développé par Hoc (2001), défini comme la partie de la représentation occurrente de la situation partagée par les membres de l'équipe. Ce concept s'inscrit dans la lignée des travaux sur l'architecture cognitive du modèle de régulation (Hoc & Amalberti, 1994), qui place la représentation occurrente au centre de l'activité de gestion de situations dynamiques. Un point clé dans le maintien du COFOR d'un opérateur en situation de coopération est de faciliter l'accessibilité à la perception et à la compréhension des états du processus, ainsi qu'aux comportements et à la représentation de la situation des autres membres de l'équipe. La solution proposée par Millot (2015) intervient en amont de l'activité, avec la conception d'un support tangible (Common Work Space) qui faciliterait le maintien du COFOR et de la CS d'équipe. Notre approche s'inscrit en aval de la conception et vise à identifier les caractéristiques de la communication impliquées dans le maintien du COFOR et l'élaboration de la CS collective.

4.3 Méthodes d'analyse pour l'analyse de la CS collective

Salmon (2008) a souligné dans sa revue de littérature qu'aucune méthode d'analyse ne semblait adaptée à l'étude de la CS dans les systèmes collaboratifs complexes. Les problèmes principaux qui se posent dans la construction d'une nouvelle méthode d'analyse portent sur la prise en compte de la dimension à la fois individuelle et collective de la CS, de la dynamique du processus et de la non-influence de cette méthode sur l'activité. L'utilisation d'indices comportementaux pour identifier les processus cognitifs mobilisés dans l'élaboration de la CS permet de répondre à ces problèmes. L'inconvénient principal de ce type de méthode est qu'elle ne permet pas d'évaluer directement la qualité de la CS en tant que construction mentale à un temps précis. Elle peut néanmoins permettre de rendre compte des activités cognitives mobilisées dans le processus d'élaboration de la CS. On peut citer parmi les indices comportementaux fréquemment utilisés dans l'étude de la CS la direction du regard (Moore, 2009), les verbalisations portant sur l'activité (Banks, Stanton & Harvey, 2014) et la communication (Bolstad & al., 2007 ; Hazelhurst, McMullen & Gorman., 2007). En effet, le rôle crucial de la communication dans la construction de la CS d'équipe a été mis en évidence par Salas (1995). Cependant, peu de travaux ont été réalisés sur de larges équipes de supervision et de contrôle en situation dynamique et à risques, et leur applicabilité dans des contextes opérationnels dépend principalement de la possibilité de construire des scénarios de simulation spécifiques à la méthodologie mise en œuvre (Garbis & Artman, 2006 ; Patrick, 2006). Il nous semble intéressant de s'inspirer des travaux de Hoc & Amalberti (1995) qui ont proposé une architecture cognitive pour le diagnostic et la prise de décision en situation dynamique (GSD, pour Gestion de Situations Dynamiques). Cette architecture cognitive fournit un cadre d'analyse de l'élaboration de représentations de la situation. La méthodologie d'analyse qu'ils ont développée permet d'accéder

aux activités cognitives sous-jacentes à partir de plusieurs types de protocoles tels que les comportements verbaux et non verbaux, au regard de l'évolution du processus (Amalberti & Hoc, 1998 ; Hoc & Amalberti, 1999). Ces observables sont recueillis en situation réelle de travail ou sur simulateur, dans des environnements complexes et à risques. La particularité de cette approche est d'intégrer à l'analyse des représentations une dimension collective au travers des activités coopératives. A notre connaissance, aucune méthode ne propose de combiner des indices comportementaux pour comprendre l'élaboration de la CS dans de grands collectifs en situation dynamique, tout en conservant une approche qui distingue le rôles des membres dans ce collectif. Ceci constitue l'originalité de cette thèse. Hutchins & al. (2013) ont proposé une approche ethnographique intégrative combinant des données oculométriques, des comportements verbaux et non verbaux pour analyser l'activité de vol d'un équipage d'avion de ligne, mais leur analyse portait sur des phases d'activité très brèves et en situation nominale.

5 MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL PRÉLIMINAIRE

5.1 Dispositif de simulation et participants

Nous avons recueilli nos données en nous associant aux entraînements qui se tiennent dans le simulateur pleine-échelle « Sirius », situé à l'École de Navigation Sous-Marine (ENSM) de Toulon. Il reproduit l'environnement physique et fonctionnel du module sécurité-plongée des SNA ainsi que l'assiette du sous-marin grâce à une inclinaison variable de la plateforme selon un axe de rotation bâbord-tribord. L'essentiel de l'activité d'entraînement et d'instruction des sous-mariniers est réalisé en simulateur ce qui permet de contrôler les paramètres de l'environnement et qui offre des possibilités de reproductibilité de scénarios et d'enregistrement que n'autorisent pas les environnements réels (Eyrolle, 1996).

Nous avons enregistré l'activité de 68 sous-mariniers, répartis en 17 équipes du module sécurité-plongée de SNA, confrontés à des événements imprévus et à risques. Ces séances de simulation faisaient partie de leur phase d'entraînement en vue de qualifier les équipes pour partir en mission. Les rôles de l'opérateur en charge du PCP et de l'auxiliaire 2 (les deux opérateurs qui ne sont pas physiquement présents dans le PCNO) étaient joués par les entraîneurs.

5.2 Recueil de données

Un scénario a été conçu spécifiquement pour notre étude par un instructeur et un entraîneur de l'ENSM. La mission consistait à récupérer des commandos dans une zone côtière hostile, à un horaire défini, par une manœuvre spécifique et que les opérateurs n'ont pas l'habitude d'effectuer. Pour cette étude, le choix a été fait de focaliser l'analyse sur une zone qui rassemble les caractéristiques qui nous intéressent : navigation en petits fonds (proximité du danger), contrainte temporelle, situations nominale et de résolution de problème, gestion parallèle des objectifs de sécurité et opérationnels pouvant être contradictoires. La performance de l'équipage est évaluée par la combinaison de facteurs incluant la réussite ou l'échec à atteindre l'objectif opérationnel dans le temps imparti et la qualité de la gestion des avaries pendant la phase d'activité étudiée. Quatre caméras fixées dans le simulateur et des micros-cravates placés sur les opérateurs nous ont permis d'enregistrer et de retranscrire les échanges verbaux. Le débriefing technique suivant la session de simulation a été enregistré à l'aide d'un dictaphone et un entretien en auto-confrontation a été mené avec le leader MDC. Les contraintes opérationnelles ne nous ont cependant pas permis de traiter la totalité de la phase d'activité qui nous intéresse lors des entretiens en auto-confrontation, ce qui nous empêche de les analyser de façon systématique.

5.3 Méthode de codage de la communication verbale

Les corpus verbaux de 68 opérateurs, obtenus par la transcription verbatim des enregistrements audio, ont été analysés sur la base de schèmes de codage, selon la théorie des actes de langage (Searle, 1969 ; Austin, 1962). Une première catégorie d'énoncés de notre schème de codage que nous avons construit sur la base du modèle d'Endsley (1995) visait à identifier les étapes du processus de traitement de l'information, depuis l'élaboration d'une CS jusqu'à la prise de décision.

L'émetteur de chaque énoncé a été identifié de façon à effectuer une analyse descriptive de la répartition des échanges. Un deuxième schème de codage, construit sur le principe du prédicat/argument, rendait compte de l'intention du locuteur, du contenu de l'échange et de son objet. Pour la suite de la thèse et afin de répondre aux objectifs, le schème de codage sera remanié au regard du travail effectué sur le cadre théorique.

5.4 Recueil des prises d'informations visuelles

L'oculomètre est un moyen de recueillir de façon relativement fiable et précise la direction du regard des opérateurs en situation opérationnelle (Dehais, Causse & Pastor, 2008). Nous avons équipé le team leader MDC de lunettes oculométriques (MobilEyes) de façon à étudier cette variable. Des aires d'intérêt ont été délimitées à partir d'entretiens avec un expert et en fonction des informations impliquées dans l'activité du team leader pour le scénario donné. La majorité de ces aires d'intérêt correspond à des zones sur les interfaces réunissant un ensemble d'informations de même nature. Un codage manuel assisté d'un logiciel de traitement de données comportementales nous a permis d'identifier la fréquence et la durée de visites des aires d'intérêt.

6 RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Les contraintes de volume du présent papier ne nous permettent pas de présenter les résultats de l'analyse oculométrique. Les résultats concernant la communication verbale portent sur 1595 énoncés verbaux émis par les leaders MDC de 6 équipes du module sécurité-plongée. Trois équipes ont réussi la mission et trois équipes n'ont pas atteint l'objectif dans les délais impartis.

Nos résultats montrent que :

• La majorité (2/3) des communications verbales exprimées par les team leaders témoignent directement d'un processus de construction d'une conscience de la situation, et ce, quel que soit le niveau de performance finale de l'équipe. Ceci confirme que l'élaboration de la CS est une part intégrante de l'activité du team leader au sein du module sécurité-plongée.

• Les leaders des équipes performantes communiquent plus fréquemment autour de la compréhension de la situation occurrente et de sa possible évolution. Dans le même sens, les communications verbales des leaders des équipes performantes ont plus fréquemment la fonction d'évaluer des données, des actions ou des buts. L'objectif de recherche 1 a été construit de façon à investiguer plus avant sur la contribution des team leaders dans la transmission d'informations qui mobilisent des processus cognitifs de haut-niveau, et en particulier de hauts-niveaux de CS.

• La majorité des messages verbaux émis par les leaders des équipes peu performantes concerne le partage des informations. Ce résultat fait écho au précédent et semble confirmer qu'il ne suffit pas de transmettre des informations basiques sur la situation pour mener à bien les objectifs opérationnels.

7 BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R. (2001). La maîtrise des situations dynamiques. *Psychologie française*, *46*(2), 107-118.

Amalberti, R., & Hoc, J. M. (1998). Analyse des activités cognitives en situation dynamique: Pour quels buts? Comment? *Le travail humain*, 209-234.

Banks, V. A., Stanton, N. A., & Harvey, C. (2014). What the drivers do and do not tell you: using verbal protocol analysis to investigate driver behaviour in emergency situations. *Ergonomics*, 57(3), 332-342.

Bedny, G., Meister, D. (1999). Theory of activity and situation awareness, *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 3, pp. 63 - 72.

Bolstad, C. A., Foltz, P., Franzke, M., Cuevas, H. M., Rosenstein, M., & Costello, A. M. (2007, October). Predicting situation awareness from team communications. *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 51, No. 12, pp. 789-793). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Chalandon, X. (2007). *Conscience de la situation: invariants internes et invariants externes. Contributions de l'ergonomie cognitive et de l'ingénierie à la conception de systèmes d'aide à la gestion des environnements dynamiques* (Thèse de Doctorat en Ergonomie. CNAM, Paris).

Darses, F., & Mundutéguy, C. (1998). *Rôle de la coopération dans les systèmes aéroportés de détection sous-marine* (Rapport, Contrat CNAM/DRET).

Dehais, F., Causse, M., & Pastor, J. (2008, March). Embedded eye tracker in a real aircraft: new perspectives on pilot/aircraft interaction monitoring. *In Proceedings from The 3rd International Conference on Research in Air Transportation*. Fairfax, USA: Federal Aviation Administration.

Endsley, M.R. (1995a). Towards a theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, *Human Factors*, 37, pp. 32 - 64.

Endsley, M., & Jones, W. M. (1997). *Situation Awareness Information Dominance & Information Warfare*. (Report, United States Air Force Armstrong Laboratory).

Eyrolle, H., Mariné, C., Mailles, S., (1996), *La simulation des environnements dynamiques : intérêts et limites*. in. *La gestion du temps dans les environnements dynamiques*, Le travail humain, 103 – 118.

Garbis, C., & Artman, H. (2004). Team situation awareness as communicative practices. *A cognitive approach to situation awareness: theory and application. Aldershot: Ashgate*.

Hazlehurst, B., McMullen, C. K., & Gorman, P. N. (2007). Distributed cognition in the heart room: how situation awareness arises from coordinated communications during cardiac surgery. *Journal of biomedical informatics*, 40(5), 539-551.

Hoc, J. M. (2001). Towards a cognitive approach to human–machine cooperation in dynamic situations. *International journal of human-computer studies*, *54*(4), 509-540.

Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1994). Diagnostic et prise de décision dans les situations dynamiques. *Psychologie française*, *39*(2), 177-192.

Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1995). Diagnosis: some theoretical questions raised by applied research. *Current psychology of cognition*, 14(1), 73-101.

Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1999). Analyse des activités cognitives en situation dynamique: d'un cadre théorique à une méthode. *Le travail humain*, 97-129.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT press.

Hutchins, E., Weibel, N., Emmenegger, C., Fouse, A., & Holder, B. (2013). An integrative approach to understanding flight crew activity. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 1555343413495547.

Klein, G. (1995). Studying situation awareness in the context of decision-making incidents. In *Proceedings of the International Conference on Experimental Analysis and Measurement of Situation Awareness* (pp. 177-181).

Klein, G. A., & Hoffman, R. R. (1993). Perceptual-cognitive aspects of expertise. *Cognitive science foundations of instruction*, 203-226.

Macquet, A. C. (2016). *De la compréhension à la distribution de l'information : la prise de décision en sport de haut niveau* (Thèse d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR)).

Millot, P. (2015). Situation Awareness: Is the glass half empty or half full? *Cognition, Technology & Work*, *17*(2), 169-177.

Moore, K. (2009). Comparison of eye movement data to direct measures of situation awareness for development of a novel measurement technique in dynamic, uncontrolled test environments. *All Dissertations*. 477.

Neisser, U. (1976). Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology. Freeman, San Francisco.

Patrick, J., James, N., Ahmed, A., & Halliday, P. (2006). Observational assessment of situation awareness, team differences and training implications. *Ergonomics*, *49*(4), 393-417.

Rogalski, J. (1994). Formation aux activités collectives. *Le travail humain*, 367-386.

Salas, E., Prince, C., Baker, D. P., & Shrestha, L. (1995). Situation awareness in team performance: Implications for measurement and training. *Human factors*, *37*(1), 123-136.

Salmon, P. M. (2008). *Distributed situation awareness: Advances in theory, measurement and application to team work* (Doctoral dissertation, Brunel University School of Engineering and Design PhD Theses).

Sarter, N. B., & Woods, D. D. (1995). How in the world did we ever get into that mode? Mode error and awareness in supervisory control. *Human factors*, *37*(1), 5-19.

Smith, K., & Hancock, P.A. (1995). Situation awareness is adaptive, externally directed consciousness. *Human Factors*, 37, pp. 137 - 148.

Stanton, N. A., Stewart, R., Harris, D., Houghton, R. J., Baber, C., McMaster, R., Salmon, P. M., Hoyle, G., Walker, G. H., Young, M., Dymott, R., & Green, D. (2006). Distributed situation awareness in dynamic systems: theoretical development and application of an ergonomics methodology. *Ergonomics*, 49, pp 1288 – 1311.

Tardan, V., Bourgeon, L., & Darses, F. (2016, September). How do Team Leaders Communicate to Develop Situation Awareness?: An Exploratory Study in a Nuclear Submarine Simulator. In *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics* (p. 21). ACM.

RECIT ET SECURITE

VERS UN DEVELOPPEMENT DU POUVOIR D'AGIR EN SECURITE

Ciccone Elodie, Cuvelier Lucie, Decortis Françoise
Université Paris 8, 2 rue de la Liberté 93 526 St-Denis
ciccone.elodie@gmial.com

1. CONTEXTE

Dans le monde industriel, de nombreuses ressources sont engagées pour optimiser les formations. Malgré ces efforts, les dispositifs actuels ne sont plus à la hauteur des attentes en matière de sécurité industrielle. Cette situation est due aux caractéristiques mêmes du monde industriel : il est perpétuellement en changement et la complexité du travail est toujours croissante. Dans ces environnements, la sécurité évolue, elle « peut s'améliorer, mais elle peut aussi se dégrader au point de déclencher des incidents ou des accidents » (Dechy, Dien, Marsden, & Rousseau, 2016), et des défauts latents, une normalisation de la déviance ou encore le silence organisationnel peuvent réduire l'efficacité des dispositifs actuels (Rocha, 2014). C'est face à ce constat et dans ce contexte que la FonCSI (Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle) a lancé en 2016 un appel à propositions scientifiques sur « la professionnalisation et la sécurité industrielle » dont l'objectif est d'évaluer les dispositifs actuels de formation et d'en proposer de nouveaux qui répondent aux enjeux de sécurité actuels.

Dans ce cadre, notre travail de thèse a pour ambition de concevoir un dispositif de formation innovant pour développer le pouvoir d'agir en sécurité des acteurs du travail. Au moment de la rédaction de cet article, le terrain d'intervention n'est pas encore défini, c'est pourquoi nous présenterons ici en priorité le cadre théorique de la recherche et la méthodologie envisagée. Les premières investigations de terrain sont programmées au printemps 2017. La présentation de notre travail aux doctoriales en juillet inclura en plus une problématique ancrée sur la demande du terrain de recherche.

2. LA SECURITE : DEFINITIONS ET PERSPECTIVES

Dans sa tentative de définition de la sécurité, Hollnagel (Hollnagel, 2014) rappelle que les pionniers de la sécurité industrielle la définissaient par rapport aux dommages et blessures causés puis par rapport aux évènements qui les ont engendrés. Dans cette conception, l'atteinte de la sécurité se fait en évitant le plus possible les risques et les dangers. On parle ici de « sécurité réglée » car le respect des normes et des règles est considéré comme garant de la sécurité du système. Seule une infraction des règles conduirait à un évènement non désiré (incident, accident…). Cette façon d'envisager la sécurité a très vite été mise à mal dans la réalité compte tenu des variations et du caractère imprévisible de certaines activités (par exemple la santé des patients dans le domaine médical) et de la sécurité en elle-même (Dechy et al., 2016). En effet cette vision de la sécurité comme un épiphénomène et non comme un phénomène ne s'intéresse pas aux succès rencontrés. Une seconde conception de la sécurité dite de la « sécurité gérée » s'intéresse non plus à ce qui ne fonctionne pas mais au contraire à ce qui fonctionne réaffirmant ainsi l'importance de tenir compte des comportements d'initiative des opérateurs dans la performance globale du système (Amalberti, 2015; Cuvelier, 2016; Cuvelier & Falzon, 2012; Daniellou, Boissières, & Simard, 2009; Pariès &

Vignes, 2007).

Aujourd'hui, des approches alternatives basées sur la notion de résilience ont pour objectif de mieux articuler la sécurité réglée et la sécurité gérée. Si dans un premier temps, la résilience a été considérée comme la capacité d'un système à rebondir et à faire face après une situation imprévue (Daniellou et al., 2009), elle est aujourd'hui liée à la valorisation de « l'agir en sécurité » (Cuvelier, 2016). Cette façon d'envisager la résilience se rapproche de l'idée que la sécurité peut être construite (Nascimento, Cuvelier, Mollo, Dicioccio, & Falzon, 2013) et cette construction est favorisée par la mise en débat des règles du travail notamment grâce au développement des pratiques collectives et de moyens de formation innovants tels que l'intégration des dispositifs de REX à l'activité collective ou les formations à la pratique réflexive sur simulateur en anesthésie (Cuvelier, 2011). C'est dans cette perspective que se situera notre travail.

3. DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES ET DU POUVOIR D'AGIR

Avant de détailler plus précisément les objectifs de notre recherche, nous poserons les prémisses d'un cadre théorique. Nous expliquerons dans un premier temps comment nous envisageons les compétences et leur développement puis le lien qu'elles ont ici avec le pouvoir d'agir. Nous décrirons ensuite quelques dispositifs de développement de la sécurité existant.

Depuis les années 90, l'ergonomie tisse des liens étroits avec le domaine de la formation (Rabardel, 1995; Rabardel, Teiger, Laville, Rey, & Desnoyers, 1991; Teiger & Lacomblez, 2013). En ergonomie les compétences sont définies par De Montmollin (Leplat & De Montmollin, 2001) comme des structures mentales, des « ensembles stabilisés de savoirs et de savoir-faire, de conduites type, de procédures standard, de type de raisonnement, que l'ont peut mettre en œuvre sans apprentissage nouveau ». Pour Leplat (Leplat & De Montmollin, 2001), elles sont « le modèle d'activité mise en œuvre pour exécuter la tâche » et ne se réduit pas à l'atteinte du but. Elles constituent des ressources pour l'activité (Rabardel, 1999) et sont situées (Rogalski & Leplat, 2011). Elles sont mobilisées en fonction des situations rencontrées. Elles désignent donc la capacité à mobiliser à bon escient et de manière pertinente différents types de savoirs, savoir-faire, savoir-être, savoir apprendre, etc. (Pastré, Mayen, & Vergnaud, 2006; Perrenoud, 2004). **En ce sens, elles sont un pouvoir d'agir dans une classe de situations données** (Perrenoud, 2004). Une bonne formation implique donc de pouvoir comprendre, mais aussi de pouvoir agir (Rabardel, 1999). En d'autres mots elle passe par le développement de ressources spécifiques (ici de compétences en sécurité), mais suppose aussi le développement de la possibilité de mettre en œuvre ses ressources (Perrenoud, 2004).

Ceci est d'autant plus important que le contexte actuel du travail est celui de changements permanents. Face à ces bouleversements, être compétent, ce n'est plus savoir appliquer des procédures, c'est savoir faire preuve d'intelligence au travail, savoir résoudre des problèmes et savoir s'adapter à l'arrivée de nouveaux instruments et de nouvelles situations (Pastré, 2011). Dans ce contexte, les ergonomes font l'hypothèse que la transformation de l'environnement de travail, si elle reste indispensable, pourrait devenir insuffisante face à l'enjeu du développement des activités elles-mêmes et donc des acteurs. **L'enjeu n'est donc plus tant d'adapter le travail à l'homme, mais de mettre en place des méthodologies qui encouragent la mobilisation des acteurs et le « développement du pouvoir d'apprendre »**

ou du « pouvoir d'agir » des travailleurs (Beaujouan & Coutarel, 2013; Coutarel, Caroly, Vézina, & Daniellou, 2015).

4. EXPERIENCES ET RECITS

Plusieurs auteurs mettent l'accent sur le rôle de l'expérience dans le développement des compétences (Rogalski et Leplat, 2009 ; Weill-Fassina et Pastré 2004 ; Teiger & Lacomblez, 2013). Par exemple, l'expérience aide aux régulations dans le travail en horaires atypiques (Le Bris, Tirilly, & Toupin, 2015). Selon les conditions de travail, elle peut faciliter ou freiner le développement de nouvelles connaissances (Delgoulet, 2001).
Rogalski et Leplat (2011) distinguent les expériences sédimentées des expériences épisodiques. Les premières sont liées à la variabilité dans la répétition de l'action. Falzon et Teiger (1995) reprennent Gruber (1976) et notent l'effet créateur de la variabilité. Ils précisent que « les sujets devant exécuter une tâche répétitive introduisent spontanément de la variabilité (auto-générée) afin d'explorer les possibles, jusqu'à l'obtention d'un résultat satisfaisant pour eux » (p.37). En d'autres termes « ce n'est pas la singularité qui fait l'expérience, mais au contraire ce qui a été répété de manière « voisine » » (Beaujouan, 2011 p.72). Il est donc important que les dispositifs de formation fassent travailler les opérateurs sur des situations qu'ils connaissent tout en leur permettant de chercher de nouvelles façons de faire. Cela peut se faire par exemple grâce au partage d'expérience ou au tutorat.
Les expériences épisodiques elles, « concernent des épisodes mémorisés dans leur singularité » (Beaujouan, 2011, p.72), un épisode étant « définit comme une situation expérientielle problématique « saillante » ayant donné lieu à un traitement cognitif particulier en vue de résoudre un problème posé » (Marchand, 2011). Ces expériences peuvent être transmises grâce au récit.

Comme le postule Bruner (2006), le rapport au monde des individus est avant tout narratif. Et cela ne fait pas exception au travail (Beaujouan, 2011; Marchand, 2009; Rogalski & Leplat, 2011; Sanne, 2008). Marchand en 2011 explique que les épisodes donnent lieu à la création de savoirs de différente nature. Les savoirs issus des épisodes peuvent être :

- Analytiques : aider à comprendre la situation rencontrée
- Opératifs : orientés vers l'utilisation d'une stratégie
- Réflexifs : le sujet devient capable d'apprendre à apprendre. Ce type de savoirs participe à la résilience des individus « puisqu'ils lui permettent d'adapter son fonctionnement afin d'assurer son activité dans des situations critiques imprévues » p.104

Ces épisodes ont également des sources différentes, ils peuvent venir de l'expérience individuelle ou être transmis par des pairs par le biais de *récits expérientiels* (Marchand, 2009). Cette pratique peut être formelle à travers la mise en place de REX collectif ou l'utilisation de *récits professionnels* (Beaujouan, 2011) ou informelle : les récits circulent en entreprise et peuvent même devenir des mythes. Cette pratique consistant à raconter des histoires est appelée *storytelling* (Salmon, 2007; Sanne, 2008). Elle peut aider aux développement des collectifs de travail et à la réélaboration de règles de métier (Casse & Caroly, 2014) mais sa portée dans le développement des compétences et l'apprentissage peut être limitée quand par exemple les histoires sont trop standardisées et privées de leur contexte (Sanne, 2008). Pour cet auteur, il faudrait encadrer cette pratique et l'intégrer aux dispositifs de retour d'expériences pour la rendre plus efficace. Cette idée ne fait pas consensus : elle est remise en cause par d'autres auteurs (Marchand, 2011).

5. RECITS ET DEVELOPPEMENT DE LA SECURITE

Nous posons ici l'hypothèse que depuis longtemps le développement des compétences en sécurité passe par la création de dispositifs utilisant le récit. Mais alors comment sont produits et transmis ces récits ? Quelles compétences, savoirs visent-ils à développer ? Quels sont les dispositifs actuels ?

Le recours à l'anecdote

Les anecdotes sont à rapprocher du récit expérientiel à cela près que leur partage est déclenché par le contexte. Marchand et Falzon (2006) ont étudié le recours à l'anecdote dans le cadre de formations dans l'aviation civile montrant que ce dernier favorise le développement de métaconnaissances notamment en apportant une meilleure connaissance de l'activité et des ressources de l'opérateur. Ainsi les pilotes construisaient une représentation de leurs capacités à gérer l'imprévu et à faire face à l'inattendu.

Les retours d'expérience

Le retour d'expérience est aujourd'hui incontournable dans la gestion de la sécurité des organisations (Casse & Caroly, 2014) il est notamment facteur d'une meilleure prévention et gestion des risques (Gaillard, 2005). Casse et Caroly poursuivent « Par essence, le retour d'expérience est un dispositif réflexif qui permet aux professionnels d'apprendre des processus passés, mais aussi d'apprendre d'eux-mêmes et des autres, développant ainsi leur conscience et leur connaissance des processus externes et internes qu'ils ont à gérer » p.2. Comme leur nom l'indique les dispositifs de retour d'expérience sont basés sur l'utilisation d'expérience pour développer des connaissances. Marchand (2011) distingue plusieurs types de retour d'expérience : le retour d'expérience individuel, le retour d'expérience collectif et le retour d'expérience organisationnel. Ces dispositifs diffèrent selon l'origine des épisodes.

<u>Le REX collectif</u>

Ces dispositifs sont basés sur le *récit expérientiel* dans ce cas de figure, on partage des expériences vécues par des membres du collectif. Devant le cas évoqué, l'individu s'identifie au protagoniste et essaie de résoudre un problème. Cette réflexion sur la situation lui permet de développer des connaissances et des savoirs. Marchand a montré en 2011 que dans la gestion de situations critiques chez les pilotes de chasse ces derniers avaient recours au rappel d'épisodes ce qui les aide à faire face à la situation. De plus elle explique que quand ils mobilisent un épisode, ce dernier est souvent associé à de nombreux savoirs réflexifs. Ainsi l'évocation de récits expérientiels favoriserait la résilience des opérateurs.

<u>Le REX organisationnel</u>

Présenté sous forme de base de données, ce dispositif recense toute sorte d'épisodes et son but est principalement de contribuer à la mise en place de barrières. En effet il possède trois fonctions qui sont de comprendre l'origine du problème, partager cette compréhension et agir durablement (Dechy et al., 2016). Cependant les modalités de catégorisation et de recherche dans cette base de données empêchent de trouver des épisodes qui pourraient être pertinents (Marchand, 2011). Casse et Caroly (2014) précisent qu'il est important pour ancrer ces dispositifs d'impliquer les acteurs à différents niveau de l'organisation et de s'appuyer sur les pratiques tout en apportant un cadre qui permet de les débattre. Enfin malgré leur intérêt, la peur de la sanction peut parfois limiter la portée des dispositifs de REX (Gaillard, 2005; Sanne, 2008).

6. METHODOLOGIE

Objectifs

Aujourd'hui, se focaliser sur les situations passées ne suffit plus à anticiper correctement les évènements à venir. Les dernières approches – par exemple via la simulation – font un pas de plus : elles ont pour ambition, non plus d'améliorer la prévision des évènements futurs mais de développer, par la formation, la capacité des travailleurs à faire face à des situations « impensées » (Cuvelier, 2011). Cette capacité suppose un travail d'imagination et de la créativité. En ce sens, elle s'appuie forcément sur les expériences d'évènements passés : notre capacité d'agir est toujours ancrée dans nos expériences vécues (Daniellou & Rabardel, 2005) et notre regard sur le futur se construit toujours à la lumière du passé (Vincent, 2004; Woods & Hollnagel, 2006). Ainsi, même dans les démarches considérées comme les plus « proactives » ou « prospectives », les expériences individuelles et collectives passées occupent dans tous les cas, une place majeure dans le développement de la sécurité. Il convient donc également de penser à l'intégration de ces dispositifs dans l'activité collective (Casse & Caroly, 2014). Notre projet vise donc à concevoir des dispositifs de formation innovants basés sur l'activité réelle des travailleurs et la mise en récit de leur expérience. Il s'agit de passer de la transmission de savoirs stabilisés vers un développement du pouvoir d'agir en sécurité.

Démarche envisagée

Les investigations de terrain auront dans un premier temps pour objectif d'ancrer le projet dans la réalité du terrain. Pour cela nous réaliserons des analyses de l'activité et des dispositifs de formation existants par le biais d'observations et d'entretiens individuels et/ou collectifs. Dans un second temps la conception du dispositif passera par le recueil et/ou la construction de récits de situations réelles de travail. Pour cela nous utiliserons des techniques d'entretien qui favorisent ce type de recueil (par exemple des confrontations aux traces ou films de l'activité). Nous chercherons ensuite à mettre en débats ces récits grâce à une pratique réflexive collective (Rocha, 2014). Nous utiliserons à cet effet des nouvelles technologies (vidéos, environnements virtuels, plateforme pédagogique, etc.) qui permettront d'instaurer des espaces de dialogue innovants basés sur des situations concrètes et/ou des cas simulés (Ackermann, 2004; Michel & Rouissi, 2002; Ria, Rayou, & Saujat, 2010; Rocha et al., 2015; Van Belleghem & Forcioli Conti, 2015). L'usage de ces nouvelles technologies aura pour ambition de favoriser la concertation et la confrontation des points vue en axant les réflexions sur le travail de chacun. Pour finir, une évaluation du dispositif étudiera son impact sur le développement des compétences et du pouvoir d'agir en sécurité.

7. BIBLIOGRAPHIE

Ackermann, E. (2004). Constructing knowledge and transforming the world. In M. Tokoro & L. Steels (Eds.), *A learning zone of one's own: Sharing representations and flow in collaborative learning environments* (pp. 15-37). Amsterdam IOS Press. .

Amalberti, R. (2015). Sortir de l'impasse - Faire un diagnostic de la culture d'entreprise plutôt que de la culture de sécurité. *Tribunes de La Sécurité Industrielle, FONCSI(2015-03).*

Beaujouan, J. (2011). *Contributions des récits professionnels à l'apprentissage d'un métier.*

Le cas d'une formation d'ergonomes. Bordeaux : thèse de doctorat d'Ergonomie. Collection thèses et mémoires, Université de Bordeaux.

Beaujouan, J., & Coutarel, F. (2013). *Quelle pertinence de l'ergonomie et des ergonomes à intervenir dans le champ de la formation professionnelle ? Tensions entre l'adaptation du travail à l'homme et l'adaptation de l'homme à son travail*. 48ème congrès international de la société d'ergonomie de langue française, Paris. Retrieved from http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00973438

Bruner, J. (2006). La culture, l'esprit, les récits. *Enfance*, *58*(2), 118–125.

Casse, C., & Caroly, S. (2014). Concevoir un dispositif de Retour d'Expérience intégré à l'activité collective. Ergonomie et développement pour tous, Oct 2014, La Rochelle, France. Actes du 49ème congrès de la SELF, 327–335.

Coutarel, F., Caroly, S., Vézina, N., & Daniellou, F. (2015). Marge De Manœuvre Situationnelle Et Pouvoir D'Agir : Des Concepts À L'Intervention Ergonomique. *Le Travail Humain*, *78*(1), 9–29. http://doi.org/10.3917/th.781.0009

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, Cnam, Paris.

Cuvelier, L. (2016). Agir face aux risques, regard de l'ergonomie. *Les regards sur la sécurité industrielle*. N°2016-01

Cuvelier, L., & Falzon, P. (2012). Sécurité réglée et/ou sécurité gérée ? Quelles combinaisons possibles ? *47 Ème Congrès de La SELF, 5,6 et 7 Sept 2012*, LYON.

Daniellou, F., & Rabardel, P. (2005). Activity-oriented approaches to ergonomics: Some traditions and communities. *Theoretical Issues in Ergonomics Science, 6* (5), 353-357.

Daniellou, F., Boissières, I., & Simard, M. (2009). Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art. *Les Cahiers de La Sécurité Industrielle*.

Dechy, N., Dien, Y., Marsden, E., & Rousseau, J. M. (2016). Un retour d'expérience dynamique à l'épreuve de la temporalité. 20ème congrès de la maitrise des risques et de sûreté de fonctionnement. Saint-Malo 11-13 Octobre.

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).

Falzon, P., & Teiger, C. (1995). Construire l'activité. *Performances Humaines & Techniques, Hors Série (septembre)*, 34-39.

Gaillard, I. (2005). Le retour d'expérience. Analyse bibliographique des facteurs socio-culturels de réussite. *Les Cahiers de La Sécurité Industrielle, 2008–1*, 47.

Hollnagel, E. (2014). Is safety a subject for science ? *Safety Science*, *67*, 21–24. http://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.07.025

Le Bris, V., Tirilly, G., & Toupin, C. (2015). Le rôle de l'expérience et du collectif ensituation de relève de poste. *Pistes*, *17*(2).

Leplat, J., & De Montmollin, M. (2001). *Les compétences en ergonomie*. Toulouse : Octarès.

Marchand, A.-L., & Falzon, P. (2006). Rôle de l'anecdote dans la formation à la gestion du risque. In *41ème congrès de la SELF Caen 11/12/13 Sept* (pp. 579–587).

Marchand, A. L. (2009). *Usage des récits expérientiels et des savoirs épisodiques dans l'apprentissage de la gestion des risques*. Thèse de doctorat en ergonomie. CNAM.

Marchand, A. lise. (2011). Les retours d'expériences dans la gestion de situations critiques. *@ctivités*, *8*(2), 100–113.

Michel, C., & Rouissi, S. (2002). Caractérisation de l'information pédagogique pour le Web : principe d'application des recommandations du W3C dans un contexte de documents virtuels personnalisables. In M. GAIO, C. VANOIRBEEK, & K. ZREIK (Eds.), *actes du 5ème Colloque International sur le Document Électronique (CIDE'05), 20-23 octobre 2002, Hammamet, Tunisie.* (pp. 153-167.): Inria.

Nascimento, A., Cuvelier, L., Mollo, V., Dicioccio, A., & Falzon, P. (2013). Construire la sécurité : du normatif à l'adaptatif. In *Ergonomie constructive. Dir. Falzon, P.* (pp. 103–116). Paris : PUF.

Pariès, J., & Vignes, P. (2007). Sécurité l'heure des choix. *La Recherche*, (413), 22–27.

Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris : PUF.

Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue Française de Pédagogie*, *1*(154).

Perrenoud, P. (2004). L'université entre transmission de savoirs et développement de compétences. *Congrès de L'enseignement Universitaire et de L'nnovation, Girona, Espagne , Juin 2004*, 10.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains, 239. Retrieved from https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462

Rabardel, P. (1999). *Quelles compétences pour quels acteurs ergonomiques ?* Actes des Journées de Bordeaux : L'ergonome et les compétences, les compétences de l'ergonome.

Rabardel, P., Teiger, C., Laville, A., Rey, P., & Desnoyers, L. (1991). Ergonomics work analysis and training. *Designing for Everyone : Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association*, 1738–1740.

Ria, L., Rayou, P., & Saujat, P. (2010). Quels usages de ressources vidéos pour la formation ? *L'actualité éducative, 484*.

Rocha, R., Mollo, V., & Daniellou, F. (2015). Work debate spaces: A tool for developing a participatory safety management. *Applied Ergonomics, 46, Part A*(0), 107-114. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2014.07.012

Rocha, R. (2014). *Du silence organisationnel au développement du débat structuré sur le travail : les effets sur la sécurité et sur l'organisation*. Thèse de doctorat en ergonomie.

Rogalski, J., & Leplat, J. (2011). L'expérience professionnelle : expériences sédimentées et expériences épisodiques. *@ctivités, 8*(2), 4–31.

Salmon, C. (2007). *Storytelling, la machine à fabriquer des histoires et à formater les esprits*. Editions : La Découverte.

Sanne, J. M. (2008). Incident reporting or storytelling ? Competing schemes in a safety-critical and hazardous work setting. *Safety Science*, *48*(8), 1205–1222. http://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.06.024

Teiger, C., & Lacomblez, M. (2013). *(Se) Former pour transformer le travail. Dynamiques de constructions d'une analyse critique du travail.* Laval: Presses de l'Université Laval.

Van Belleghem, L., & Forcioli Conti, E. (2015). Une ingénierie de la discussion ? Chiche ! *50ème congrès de la SELF, Paris les 23, 24, 25 septembre 2015*.

Vincent, C. (2004). Analysis of clinical incidents: a window on the system not a search for root causes. *Quality and Safety in Health Care*, *13*, 242-243.

Weill-Fassina, A., & Pastré, P. (2004). Les compétences professionnelles et leur développement. Dans P.Falzon, *Ergonomie* (pp213-231). Paris : PUF

Woods, D., & Hollnagel, E. (2006). Prologue : Resilience engineering concepts. In E. Hollnagel, D. Woods, & Leveson N. (Eds.), *Resilience engineering: Concepts and precepts* (pp. 1-6). Aldershot, UK Ashgate.

MISE EN RELATION DE LA CHARGE MENTALE ET DE L'EFFORT MENTAL A TRAVERS UNE TACHE DE POINTAGE

Mallat, C.[1], Calmettes, C.[1], Capa, R.[1], Cegarra, J.[1]

[1] Laboratoire Sciences de la Cognition, Technologie, Ergonomie (SCoTE), Université de Toulouse, INU Champollion, ALBI, France.

Mots clefs : Charge mentale de travail, Effort mental, Réactivité cardiovasculaire, Potentiels évoqués

Dans l'activité de transport aérien il est possible de recenser environ 20 accidents majeurs par an. Or, malgré les évolutions technologiques la sécurité semble atteindre un plateau au niveau international. Plus précisément, ce plateau est atteint parce que les solutions appliquées jusqu'à présent (suppression des risques, procédures et check-list, etc.) ne permettent pas nécessairement de traiter le risque résiduel. Or, plus le système est sûr et moins le public est tolérant aux accidents. Dès lors, à chaque accident, la pression médiatique va conduire les dirigeants à reproduire des solutions éprouvées et notamment proposer de nouvelles règles et procédures alarmes visuelles, auditives qui viendront s'ajouter aux précédentes. Pour Amalberti (2001) cela amène à un des paradoxes de l'ultra-sécurité : plus les règles sont nombreuses et plus leur non-respect se multiplie. Cette situation amène tout particulièrement à positionner l'opérateur humain au cœur des systèmes, de par ses capacités adaptatives et non plus comme utilisateur d'outils automatisés.

Dans une démarche centrée sur l'opérateur une meilleure compréhension des mécanismes cognitifs sous-traitant ces opérations mentales est nécessaire. Parmi les processus cognitifs impliqués dans les systèmes complexes, dynamiques, la charge mentale de travail est un facteur de poids (Moray, 2013 ; Rodriguez et al., 2015 ; Young, Brookhuis, Wickens & Hancock, 2015). En effet, tous les systèmes complexes, dynamiques sont concernés par la bonne gestion de la charge mentale, de l'effort mental. Par exemple, dans le cadre du contrôle aérien, l'opérateur doit faire face à de multiples informations qu'il doit traiter en parallèle pour atteindre son but. En ergonomie, le modèle de la charge mentale de travail postulé par Peter Hancock se dégage dans la littérature (Hancock & Chignell, 1989 ; Hancock & Caird, 1993 ; Hancock & Szalma, 2008). Cet auteur postule une relation curvilinéaire entre la charge mentale et l'adaptabilité de l'opérateur, contenant en son centre une zone de compromis entre la demande et les ressources appelée zone de confort permettant un comportement et une activité physiologique efficiente. De part et d'autre de la courbe règne une instabilité entre la demande

et les ressources de l'opérateur pouvant s'appeler sous-charge ou surcharge (cf. Figure 1). Cette relation est très souvent envisagée en ergonomie pour expliquer l'activité des opérateurs mais n'a cependant pas encore trouvé de support expérimental. A l'inverse, la théorie de l'intensité de la motivation (Brehm & Self, 1989 ; Gendolla & Wright, 2011) postule que la mobilisation de l'effort est une relation linéaire. L'effort mental est défini ici par l'attention intensive et volontaire mobilisée par un individu pour atteindre son but (Kahneman, 1973). Le modèle postule que plus la difficulté perçue augmente plus l'opérateur fournit d'effort, jusqu'à ce que l'individu perçoive le niveau de difficulté comme impossible et ne mobilise plus d'effort (cf. Figure 2).

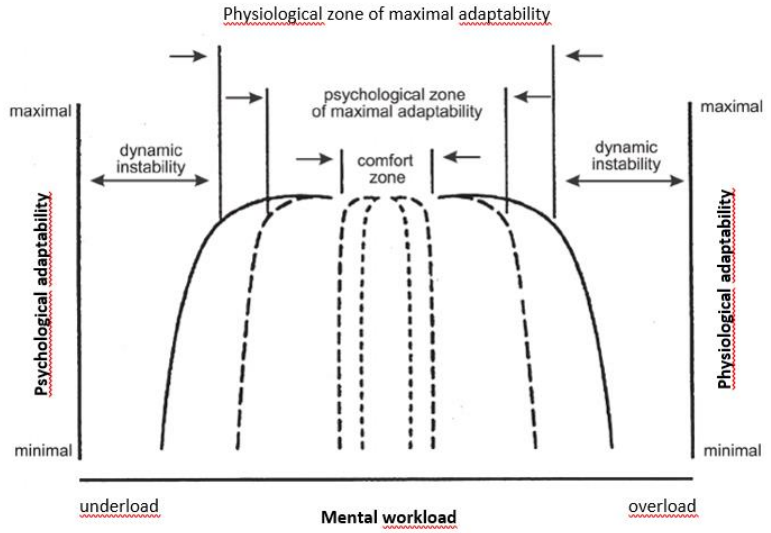


Figure 1. Relations postulées entre la charge mentale de travail, l'adaptabilité comportementale et physiologique (Hancock & Chignell, 1989, Hancock & Caird, 1993, Hancock & Szalma, 2008)

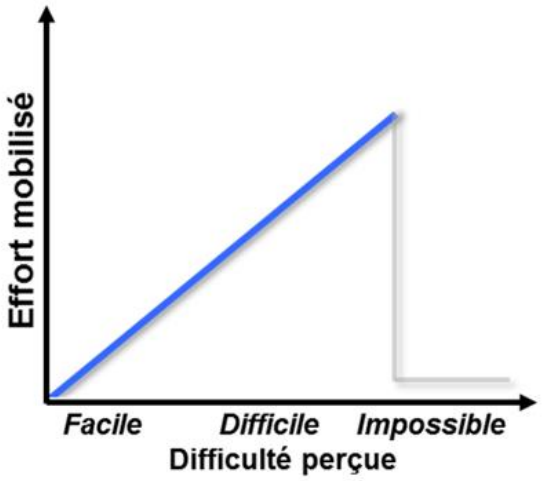


Figure 2. Relations postulées entre la difficulté perçue et l'effort mobilisé (Brehm & Self, 1989 ; Wright & Gendolla, 2011).

La théorie de l'intensité de la motivation, comparativement à celle de Hancock et al., a reçu de nombreuses validations expérimentales (Capa et al., 2008, Richter et al., 2008, Gendolla & Silvestrini, 2011). Il serait donc intéressant de confronter cette théorie à une étude contrôlée en laboratoire mettant en évidence les relations effort, performance. Nous avons fait le choix d'une tâche de détection et pointage de cible (Johnson & Hart, 1987 ; Brehmer & Dörner, 1993 ; Hancock & Caird, 1993 ; Hoffmann, 2013). A la manière d'un micromonde, reproduisant les variables essentielles d'une situation de travail, cette tâche permet d'étudier les compromis effort et performance. Dans le cadre de ma première étude nous testerons donc la relation entre charge mentale et effort mental est-elle curvilinéaire, linéaire ? Cette zone de compromis entre demande et ressources appelé « zone de confort » par Hancock peut-elle être démontrée ?

Pour valider le modèle de Hancock (1993) les participants devraient investir le plus d'effort et obtenir les meilleures performances dans un niveau de difficulté modéré (Hypothèse 1). Par contre si la difficulté de la tâche diminue (condition facile, très facile) ou augmente (condition difficile, très difficile) alors la mobilisation de l'effort devrait diminuer et les performances devraient se dégrader (Hypothèse 2). Pour valider le modèle de Brehm et Self (1989) il faudrait que si la tâche est perçue comme impossible par les participants (condition impossible), alors nous postulons que les participants se désengageront (Hypothèse 4). De plus lorsque la difficulté de la tâche augmente, alors l'individu mobilisera plus d'effort pour empêcher la dégradation de la performance jusqu'au niveau perçu comme impossible (Hypothèse 5).

Méthode

Tâche expérimentale

Nous avons utilisé une simulation fonctionnelle une pratique répandue en ergonomie, qui consiste à prendre une ou plusieurs caractéristiques du terrain afin de la tester en laboratoire (Brehmer & Dörner, 1993). Une tâche de pointage de cible sur ordinateur a été utilisée (Johnson & Hart, 1987). La tâche était découpée en quatre temps. Tout d'abord la préparation où il n'y a que le point de départ (sans affichage du pointeur) sur l'interface. Puis l'exécution, le pointeur et la cible apparaissent, le participant peut alors cliquer le plus rapidement et le plus précisément possible sur la cible. Le déplacement se fait uniquement sur le plan horizontal, le participant n'a qu'une seule chance pour cliquer sur la cible. Une fois que le participant a cliqué la cible disparait, seul le point de départ reste. La dernière phase est la phase de retour avec un écran vide, qui permet au participant de ramener le joystick ergonomique à la butée avant de recommencer avec la phase de préparation (cf. Figure 3). Afin de déterminer différents niveaux de difficulté, nous avons utilisé la loi de Fitts (Fitts, 1954) notée ID en fonction de l'amplitude (A) et la taille de la cible (W) exprimés en pixel : $ID = Log_2(2A/W)$.

La cible décrite précédemment dans la tâche est une cible dynamique, qui s'éloigne avec le temps (Hoffmann, 2011) la taille de la cible (W) désigne donc la taille initiale de la cible. Suite à des prétests auprès de dix étudiants à l'université nous avons regardé l'Indice de Difficulté (ID) donné par le calcul de la loi de Fitts et l'Indice de Difficulté au moment de la capture de la cible (IDcap) (Hoffmann et al., 2013) dans le but d'avoir des niveaux de difficulté perçus, les plus représentatifs possibles. Nous avons choisi les indices de difficulté suivants : ID = {2, 3, 4, 5, 6}. Ils correspondent à cinq niveaux de difficulté (très facile, facile, difficile, très difficile, impossible). Le temps d'éloignement de la cible ce qui signifie le temps mis pour que

la cible soit deux fois plus petite sur le plan sagittal (TS) est de 200 ms. Deux amplitudes de 256, 192 pixels ont été choisies pour minimiser l'effet d'habituation (cf. Figure 4). Les deux amplitudes sont présentées de façon équitable et aléatoire dans chacune des conditions. L'expérience compte 10 conditions expérimentales.

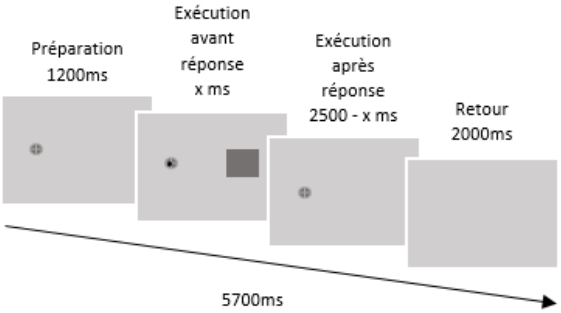


Figure 3. Décours temporel de la tâche de pointage

AMPLITUDE (A)	INDICE DE DIFFICULTE (ID)	TAILLE DE LA CIBLE (W)
256	2	128
	3	64
	4	32
	5	16
	6	8
192	2	98
	3	48
	4	24
	5	12
	6	6

Figure 4. La taille initiale de la cible en fonction de l'amplitude et de l'ID.

Participants

Cent étudiants volontaires âgés de 18 à 30 ans ont été recrutés à l'Institut National Universitaire Champollion. Les participants étaient assignés de façon randomisée à travers un des cinq niveaux de difficulté de la tâche. La répartition des hommes et des femmes était équilibrée à travers les différentes conditions expérimentales. Tous les participants avaient une vision normale ou corrigée, aucun antécédent de troubles mentaux, cognitifs, cardiaques, neurologiques ou sous l'emprise de médicaments psychoactifs. Ils ont reçu toutes les informations concernant l'étude et ont signé un consentement éclairé.

Mesures comportementales

Comme Peter Hancock afin de mesurer la performance nous nous sommes intéressés au taux d'erreur, au temps de réaction, et temps de mouvement. Le temps de réaction reflète le temps entre le stimulus et l'initiation du mouvement. Le temps de mouvement, lui reflète le temps entre l'initiation du mouvement et la fin du mouvement.

Mesures physiologiques

Potentiel évoqué (ERP)

Pour mesurer cette adaptabilité mentale, la charge mentale, l'effort mental et en savoir davantage sur cette relation, l'étude des potentiels évoqués (ERP) nous a paru judicieux. Pour cela nous nous sommes basés sur l'étude de Kourtis et al., (2012) étant la seule étude alliant des potentiels évoqués (ERP) à une tâche de pointage déterminée par Fitts. Nous nous sommes

donc intéressés à l'onde P300 représentant les ressources allouées à une tâche, la fluctuation de la charge mentale de travail (Kramer, Trejo & Humphrey, 1996 ; Hansenne, 2000 ; Kourtiz et al., 2012 ; Causse et al., 2015) De plus l'onde N200 nous semblait complémentaire avec son évaluation du stimulus visuo-spatiale, sensible à la détection de cibles (Kourtiz et al., 2008 ; Praamstra, Kourtis & Nazarpour, 2009). Pour Mulder (1886), l'onde N200 serait en relation avec les processus d'éveil (arousal), l'onde de préparation motrice comme le potentiel de préparation motrice, avec le processus d'activation. Quant à elle l'onde P300 serait avec le processus de l'effort mental, la charge mentale de travail. Nous postulons que plus la charge mentale, l'effort mental augmente, plus l'onde N200 sera élevée. Alors que l'onde P300 représentant les ressources disponibles sera moins élevée. Pour cela nous avons utilisé BIOSEMI avec 32 électrodes raccordées à la totalité du volume cérébral selon le système international 10-20. En complément 6 électrodes externes ont été posé ; 2 électrodes de références (oreille gauche et droite) et 4 électrodes (EOG) œil gauche et droit pour pouvoir soustraire les artefacts crées par les mouvements oculaires. L'impédance des électrodes a été maintenue en dessous de 5kΩ. Les signaux ont été enregistrés avec un filtre de 0,1 Hz à 100 Hz. La fréquence d'échantillonnage était de 1024 Hz.

Réactivité cardiovasculaire

Nous nous focaliserons sur la réactivité cardiovasculaire, plus précisément sur la période de pré-éjection correspondant à l'intervalle de temps en millisecondes entre la contraction du ventricule gauche et l'ouverture de la valve aortique (Berntson et al., 2004 ; Richter et al., 2008). Des études pharmacologiques ont mis en évidence que cette période est un indice pur du fonctionnement du système nerveux sympathique (Sherwood et al., 1990). Ce système a pour fonction de mobiliser les ressources énergétiques nécessaires à l'organisme pour faire face à une situation. De plus, une relation linéaire entre la période de pré-éjection et la difficulté subjective a été mise en évidence (Richter et al., 2008). En accord avec la relation linéaire entre la difficulté perçue et la mobilisation de l'effort postulée par la théorie de l'intensité de la motivation, cela suggère que la période de pré-éjection constitue un excellent indice de la mobilisation de l'effort. D'autres indices physiologiques (réponse électrodermale à l'activité électromyographique des muscles péris-crâniens) et cardiovasculaires ont été utilisés dans la littérature (variation spectrale, fréquence cardiaque, pression systolique). Cependant la mesure de la période de pré-éjection est apparue récemment comme la mesure la plus fiable, la plus valide et là plus précise de l'activité du système nerveux sympathique et de la mobilisation de l'effort (Richter et al., 2008 ; Wright & Gendolla, 2011). Nous postulons que plus la charge

mentale, l'effort mental augmente plus la période de pré-éjection sera courte. Pour cela nous avons utilisé BIOPAC MP160 qui a échantillonné des signaux d'électrocardiogramme (ECG) et d'impédance thoracique (cardiogramme d'impédance, ICG) avec deux paires d'électrodes ponctuelles jetables. Les électrodes ECG (EL503) ont été placées sur l'épaule droite et gauche et jusqu'à l'extrémité des côtes (LEAD II). Les électrodes ICG (EL500) ont été placées sur les côtés droit et gauche de la base du cou du participant et sur la ligne axillaire moyenne gauche et droite à la hauteur du xiphoïde. La fréquence d'échantillonnage était de 2000 Hz sur AcqKnowledge 5.0.

Mesures subjectives

La charge mentale perçue a été évaluée à l'aide du NASA-TLX (Hart & Staveland, 1988 ; Cegarra & Morgado, 2009). Le NASA-TLX fournit une estimation moyenne de la charge perçue pour chacune des six dimensions qui sont : la demande physique, temporelle, la performance, effort et frustration, sur une échelle de 1 (faible) à 10 (élevée). Afin d'enrichir davantage notre évaluation subjective, nous avons fait référence à une échelle de Eccles et Wigfield (1995) pour rajouter des éléments. Nous avons formulé 4 éléments tel que « Quelle est la difficulté de cette tâche pour vous ? » chaque élément a été évalué avec une échelle de Likert de 1(très facile) à 5 (impossible) (Capa et al., 2008). Nous postulons que plus la charge mentale augmente plus le score aussi bien du NASA-TLX que pour les quatre éléments supplémentaires sera élevé.

Procédure

Le participant a tout d'abord signé la fiche de consentement suite à une prise d'informations données par l'expérimentatrice. Ensuite, il a répondu à quelques questions biographiques (âge, taille, poids, antécédents cardiaques, mentaux, consommation de psychoactif etc). Il a indiqué son état émotionnel sur l'instant à travers 2 items positifs (heureux, joyeux) et 2 items négatifs (triste, déprimé) (Matthews et al., 1990) et 2 items en rapport à la colère (énervé, irrité) (Freydefont & Gendolla, 2012) sur une échelle de 1 à 7 (1 = pas du tout ; 7 = vraiment beaucoup). Puis l'ECG et l'ICG étaient installés par le participant grâce aux indications de l'expérimentatrice et un support visuel (schéma), le signal était vérifié et validé avec AcqKnowledge 5.0. L'expérimentatrice pose les électrodes EEG et les électrodes externes, le signal était vérifié et validé avec Actiview 706. Le participant effectuait une phase de repos pendant 8 minutes avec un feu de cheminé présenté sur l'écran d'ordinateur. L'enregistrement ECG, ICG étaient lancé et la pression systolique (SBP) et diastolique (DBP) étaient mesurées avec un appareil d'enregistrement de pression sanguine (Omron MIT ELITE) toutes les

minutes. La phase d'entrainement se composait de 20 essais, aucune mesure physiologique n'était enregistrée. La tâche de 150 essais commence avec l'enregistrement EEG et ECG, ICG, des pauses sont faites afin de mesurer la SBP, DBP à l'aide du brassard. A la fin des 150 essais l'interface laisse place à quelques questions faisant référence aux mesures subjectives.

Références

Amalberti, R. (2001). La maîtrise des situations dynamiques. *Psychologie française*, 46(2), 107-118.

Berntson, G.G., Lozano, D.L., Chen, Y.J., Cacioppo, J.T., (2004). Where to Q in PEP. *Psychophysiology*, 41, 333–337,

Brehmer, B., & Dörner, D. (1993). Experiments with computer-simulated microworlds: Escaping both the narrow straits of the laboratory and the deep blue sea of the field study. *Computers in Human Behavior*, 9(2), 171-184.

Brehm, J.W., Self, E.A., (1989). The intensity of motivation. *Annual Review of Psychology*, 40, 109–131

Capa, R. L., Audiffren, M., & Ragot, S. (2008). The effects of achievement motivation, task difficulty, and goal difficulty on physiological, behavioral, and subjective effort. *Psychophysiology*, 45(5), 859-868.

Causse, M., Fabre, E., Giraudet, L., Gonzalez, M., & Peysakhovich, V. (2015). EEG/ERP as a measure of mental workload in a simple piloting task. *Procedia Manufacturing*, 3, 5230-5236.

Cegarra, J., & Morgado, N. (2009). Étude des propriétés de la version francophone du NASATLX. In *Communication présentée à la cinquième édition du colloque de psychologie ergonomique* (Epique).

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (1995). In themind of the actor: The structure of adolescents' achievement task values and expectancy-related beliefs. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21, 215–225.

Fitts, P. M. (1954). "The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement." *Journal of Experimental Psychology*", 67 (6): 381–391.

Freydefont, L., Gendolla, G.H.E., Silvestrini, N., (2012). Beyond valence: the differential effect of masked anger and sadness stimuli on effort-related cardiac response. *Psychophysiology*, 49, 665–671.

Gendolla, G.H.E., Silvestrini, N., (2011). Smiles make it easier and so do frowns: masked affective stimuli influence mental effort. *Emotion* 11, 320–328.

Gendolla, G. H., Wright, R. A., & Richter, M. (2012). Effort intensity: Some insights from the cardiovascular system. *The Oxford handbook of human motivation*, 420-438.

Hansenne, M. (2000). Le potentiel évoqué cognitif P300 (I): aspects théorique et psychobiologique. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 30(4), 191-210.

Hancock, P. A., & Caird, J. K. (1993). Experimental evaluation of a model of mental workload. *Human factors*, 35(3), 413-429.

Hancock, P. A., & Chignell, M. H. (1989). *Intelligent interfaces: Theory, research, and design*. Elsevier Science Inc.

Hancock, P. A., & Szalma, J. L. (2008). Stress and performance. *Performance under stress*, 1-18.

Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology*, 52, 139-183.

Hoffmann, E. R. (2011). Capture of Shrinking Targets. *Ergonomics* 54 (6): 519–530.

Hoffmann, E. R., Chan, A. H., & Dizmen, C. (2013). Capture of shrinking targets with realistic shrink patterns. *Ergonomics*, 56(11), 1766-1776.

Johnson, W. W., & Hart, S. G. (1987, September). Step tracking shrinking targets. In *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* (Vol. 31, No. 2, pp. 248-252). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Kourtis, D., Sebanz, N., & Knoblich, G. (2012). EEG correlates of Fitts's law during preparation for action. *Psychological research*, 76(4), 514-524.

Kramer, A. F., Trejo, L. J., & Humphrey, D. G. (1996). Psychophysiological measures of workload: Potential applications to adaptively automated systems. In *Automation and human performance: Theory and applications*, (pp. 137-162). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Matthews, G., Jones, D.M., Chamberlain, A.G., (1990). Refining the measurement of mood: the U-WIST mood adjective checklist. *British Journal of Psychology*, 81, 17–42

Moray, N. (Ed.). (2013). *Mental workload: Its theory and measurement* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.

Mulder, G. (1986). The concept and measurement of mental effort. In *Energetics and human information processing* (pp. 175-198). Springer Netherlands.

Praamstra, P., Kourtis, D., & Nazarpour, K. (2009). Simultaneous preparation of multiple potential movements: Opposing effects of spatial proximity by premotor and parietal cortex. *Journal of Neurophysiology*, 102(4), 2084–2095.

Richter, M., Friedrich, A., & Gendolla, G. H. (2008). Task difficulty effects on cardiac activity. *Psychophysiology*, 45(5), 869-875.

Rodríguez, S., Sánchez, L., López, P., & Cañas, J. J. (2015, September). Pupillometry to assess Air Traffic Controller workload through the Mental Workload Model. In *Proceedings of the 5th International Conference on Application and Theory of Automation in Command and Control Systems* (pp. 95-104). ACM.

Sherwood, A., Dolan, C.A., Light, K.C., 1990. Hemodynamics of blood pressure responses during active and passive coping. *Psychophysiology*, 27, 656–668.

Young, M. S., Brookhuis, K. A., Wickens, C. D., & Hancock, P. A. (2015). State of science: mental workload in ergonomics. *Ergonomics*, 58(1), 1-17.

Effet du domaine de connaissances et de la pré-activation des connaissances antérieures sur les interactions avec un moteur de recherche et l'exploration des utilisateurs jeunes et âgés en recherche d'informations.

Mylène Sanchiz
Laboratoire CLLE-LTC (UMR CNRS 5263), Université Toulouse 2 Jean Jaurès, 5 Allées Antonio Machados, 31058 Toulouse Cedex
mylene.sanchiz@univ-tlse2.fr

Aline Chevalier
Laboratoire CLLE-LTC (UMR CNRS 5263), Université Toulouse 2 Jean Jaurès, 5 Allées Antonio Machados, 31058 Toulouse Cedex
aline.chevalier@univ-tlse2.fr

Wai-Tat Fu
Laboratoire Cascade, Université de l'Illinois à Urbana-Champaign (IL 61801, USA)
wfu@illinois.edu

Franck Amadieu
Laboratoire CLLE-LTC (UMR CNRS 5263), Université Toulouse 2 Jean Jaurès, 5 Allées Antonio Machados, 31058 Toulouse Cedex
amadieu@univ-tlse2.fr

RÉSUMÉ
La présente étude s'intéresse aux effets de l'âge et des connaissances antérieures sur le domaine pour lequel les utilisateurs recherchent de l'information. L'étude conduite auprès de 26 jeunes et 22 âgés a évalué le rôle d'un dispositif d'aide à la recherche par pré-activation des connaissances antérieures dans les stratégies élaborées pour résoudre 6 problèmes informationnels liés à la santé ou aux films fantastiques. Les résultats ont montré que la pré-activation des connaissances antérieures a favorisé des stratégies de recherche analytiques : davantage de temps passé à évaluer les résultats du moteur de recherche et moins de sites web ouverts mais visités plus en profondeur quand ils sont ouverts. La pré-activation a permis de soutenir les stratégies de reformulation des utilisateurs plus âgés en leur permettant de faire davantage d'ajouts de mots clés ou en changeant l'intégralité des mots clés dans leurs requêtes. En outre, la pré-activation leur permettait aussi de produire des requêtes sémantiquement plus riches dans le domaine films fantastiques.

MOTS-CLÉS
Recherche d'Informations, vieillissement, domaines de connaissances, aide à la pré-activation de connaissances, reformulation.

1 INTRODUCTION

Les seniors sont de plus en plus nombreux à utiliser Internet régulièrement, notamment pour rechercher de l'information sur l'actualité ou sur divers produits et services. Une enquête de TNS

Sofres en France rapporte en 2016[1] que près de 2 adultes de plus de 55 ans sur 3 sont des utilisateurs assidus d'Internet. Pour rechercher de l'information sur Internet avec un moteur de recherche, les utilisateurs doivent dans un premier temps élaborer une représentation mentale cohérente de leur but puis l'articuler en une requête initiale contenant un ensemble de mots clés (Sharit, Hernandez, Czaja, & Pirolli, 2008). A cette étape, les utilisateurs font principalement appel à leurs connaissances antérieures ainsi qu'aux informations fournies par le contexte de leur recherche. Dans un deuxième temps, les utilisateurs interagissent avec le moteur de recherche pour évaluer les résultats proposés et sélectionner un (ou plusieurs) site(s) web à visiter pour collecter des informations. Si aucun résultat ne semble satisfaisant au regard du but de recherche, l'utilisateur peut reformuler sa requête voire modifier la représentation mentale qu'il a élaborée de son but (Sharit et al., 2008). La recherche d'information (RI) est donc une activité cyclique : ces différentes étapes peuvent se répéter jusqu'à ce que l'utilisateur parvienne à l'information cible qu'il recherche ou qu'il décide d'arrêter.

La RI avec un moteur de recherche (comme *Google* ou *Yahoo*) est une activité complexe qui mobilise des processus cognitifs de haut niveau (e.g. production d'inférences, prise de décision) pour produire et reformuler des requêtes et sélectionner des sites web pertinents à visiter en évaluant les liens des pages de résultats. Or, pour les adultes les plus âgés, ces interactions représentent un challenge (Dommes, Chevalier, & Lia, 2011 ; Sanchiz, Chin, Chevalier, Fu, Amadieu, & He, 2017 ; Sanchiz, Chevalier, & Amadieu, 2017). En effet, les âgés ont plus de difficultés à élaborer un modèle mental cohérent de leur besoin informationnel (Wagner, Hassanein et Head, 2014), passent plus de temps sur les pages du moteur de recherche et reformulent moins que les jeunes (Dommes et al., 2011 ; Sanchiz et al., 2017). De nombreux travaux ont cependant montré que les connaissances antérieures sur le domaine (i.e. connaissances déclaratives sur le domaine de connaissances au sein duquel les utilisateurs recherchent de l'information) peuvent améliorer les interactions avec le moteur de recherche, en soutenant l'évaluation des résultats du moteur, la sélection de pages web plus pertinentes et la production de requêtes utiles (Wildemuth, 2004). En outre, les connaissances antérieures peuvent également contribuer à réduire certaines difficultés rencontrées par les âgés en les aidant à débuter l'activité avec un modèle mental plus cohérent ou en élaborant des stratégies de reformulations plus complexes (i.e. sémantiquement plus riches) (Sanchiz et al., 2017a, 2017b).

Toutefois, l'effet des connaissances antérieures n'est pas toujours suffisant pour compenser l'impact de l'âge sur la RI. La présente étude s'intéresse à l'effet d'un outil d'aide à la RI ayant pour objectif de maximiser le rôle bénéfique des connaissances antérieures et de compenser le déclin de certains processus cognitifs lié à l'avancé en âge. En effet, le vieillissement cognitif entraîne un déclin de la vitesse de traitement et des fonctions exécutives, comme la flexibilité cognitive (Salthouse, 2012) mais il touche également l'accès au lexique. Or, pour bénéficier de leurs connaissances antérieures, les utilisateurs doivent accéder aux représentations sémantiques et syllabiques des concepts en mémoire. Avec l'âge, la récupération des représentations sémantiques des concepts (i.e. le sens du concept) tend à s'améliorer notamment grâce à l'enrichissement du vocabulaire (Dorot & Mathey, 2013). Cependant, la récupération syllabique (i.e. la forme, le mot) décline et peut causer l'effet du mot-sur-le-bout-de-la-langue (Dorot & Mathey, 2013). La difficulté à récupérer la représentation syllabique d'un mot est d'autant plus critique pour les âgés qu'ils doivent l'effectuer en parallèle de l'activité de RI qui nécessite un grand nombre de ressources cognitives. Pour pallier ces difficultés, une tâche de pré-activation des connaissances antérieures était proposée aux participants de la présente étude avant de rechercher de l'information sur Internet. La pré-activation avait pour objectifs : (1) d'aider les utilisateurs âgés à élaborer un modèle mental de la recherche plus cohérent et plus riche, (2) produire des mots clés utiles et renforcer les liens entre représentations sémantiques et syllabiques des concepts pour en faciliter la récupération en mémoire de travail pendant la recherche.

[1] Enquête TNS SOFRES, Le Baromètre 55+ pour Cogedim Club, disponible à l'adresse suivante : http://www.tns-sofres.com/publications/barometre-55-avril-2016-les-seniors-et-le-digital

Nous avons émis les hypothèses générales suivantes : (H1) les connaissances antérieures devraient soutenir l'activité des utilisateurs âgés et (H2) la pré-activation des connaissances devrait améliorer les stratégies de recherche et la formulation de requêtes.

2 METHODE

2.1 Participants

48 participants ont réalisé cette expérience à l'université de l'Illinois : 22 âgés (*M* = 65.27 ans ± 3.96) et 26 jeunes (*M* = 22.12 ans ± 3.96). Les participants étaient anglophones, étudiants ou retraités et avaient complété des études supérieures (jeunes : *M* = 3.54 ± 1.61 et âgés : *M* = 6.43 ± 3.67, (*t*(48) = -3.64, *p* < .001).

2.2 Matériel et Protocole

Les participants recherchaient la réponse à trois problèmes informationnels concernant des films fantastiques et 3 problèmes liés au domaine de la santé *via* le moteur de recherche Google. Il leur fallait inférer des mots clés utiles pour produire des requêtes, analyser les pages de résultats *Google* et sélectionner un ou plusieurs sites web à ouvrir pour trouver la bonne réponse. Deux QCM (administrés avant le jour de l'expérimentation, *via* Qualtrics) évaluaient les connaissances antérieures. Le jour de l'expérimentation, les participants complétaient d'abord une épreuve de flexibilité cognitive (Trail Making Test, part B, Spreen & Sprauss, 1991). Dans cette épreuve, les individus doivent relier alternativement des lettres et des chiffres (A-1-B-2…) le plus rapidement possible ; le temps de complétion, le nombre de liens corrects et le nombre d'erreurs de persévérations sont calculés. Ensuite, les participants réalisaient les 6 problèmes de recherche dans un ordre randomisé. Le groupe contrôle, ne réalisant pas la tâche de pré-activation, complétait les 6 problèmes à la suite dans un ordre aléatoire également.

Le groupe « pré-activation », commençait par lire la consigne du problème de recherche. Trois mots-clés issus de la consigne leur étaient ensuite présentés. Pour chaque mot-clé, les participants devaient produire trois nouveaux mots-clés sémantiquement liés qui pourraient les aider à rechercher l'information sur Internet. Puis ils passaient à la recherche sur Internet. Par exemple, pour la question « *Quel est le nom du moyen de transport utilisé par Luke Skywalker pour détruire l'Etoile Noire dans Star Wars ?* », les participants du groupe « pré-activation » devaient produire 3 mots-clés pour *moyen de transport*, *Etoile Noire* et *Star Wars*. Selon leur niveau de connaissances antérieures, ils pouvaient produire des mots-clés sémantiquement spécifiques (*vaisseau spatial, Jedi, Dark Vador, Bataille de Yavin* …) ou plus généraux (*scooter, avion, science-fiction, bon film*…).

2.3 Mesures

L'impact de l'âge (VI 1), du domaines de connaissances (VI 2 intra-sujet) et de la pré-activation (VI 3, inter-sujets) sur l'activité de RI étaient étudiés sur les VD liées à : (i) la performance (bonnes réponses), (ii) l'évaluation des résultats du moteur de recherche et la sélection de liens (temps passé sur Google et Ratio entre nombre de sites web ouverts depuis Google et nombres de pages web ouvertes) et (iii) la reformulation (nombre de requêtes, proportion de mots-clés sémantiquement liés au domaine ou généraux et stratégies de reformulations).

3 RESULTATS

3.1 Connaissances antérieures

Les analyses statistiques ont montré que les âgés avaient significativement moins de connaissances sur les films fantastiques que les jeunes (*t*(48) = 2.49, *p* <.02), alors qu'aucune différence significative n'a été constatée en santé (*t*(48) = .17, *p* = ns) ni sur le niveau de flexibilité cognitive (*t*(46)= -.64, *p* = n.s.) (cf. tableau 1 ci-dessous pour les moyennes et (écarts-types)).

Tableau 1 : moyenne et (écarts-types) pour les scores de flexibilité cognitive et de connaissances antérieures.

Mesures	Adultes Jeunes	Adultes Agés
Flexibilité cognitive	56.78 (38.63)	62.65 (20.33)
Connaissances antérieures sur la santé (%)	37.31 (19.29)	36.36 (18.13)
Connaissances antérieures sur les films fantastiques (%)	53.46 (2.12)*	38.18 (21.30)

3.2 Performance (pourcentage de bonnes réponses trouvées)

Les ANOVAS mixtes 2 (âge)*2 (pré-activation)*2 (domaines de connaissances) ont montré que les âgés avaient de moins bonnes performances ($F(1,42) = 7.65$, $p < .01$, $\eta^2_p = .15$, âgés : $M_{\%} = 43.4 \pm 5.2$ et jeunes : $M_{\%} = 62.4 \pm 4.5$)

3.3 Activité en ligne

3.3.1 Temps passé sur le moteur de recherche et exploration des sites

Les résultats ont également montré que les âgés passaient significativement plus de temps sur les pages Google que les jeunes (âgés : $M_{sec} = 153.84 \pm 17.61$ et jeunes : $M_{sec} = 95.01 \pm 15.34$, $F(1,42) = 6.49$, $p < .02$, $\eta^2p = .13$). De plus, la pré-activation des connaissances antérieures contribuait à augmenter le temps passé sur les pages du moteur de recherche ($F(1,42) = 4.12$, $p < .05$, $\eta^2_p = .09$, $M_{sec} = 148.13 \pm 16.12$ contre $M_{sec} = 100.72 \pm 16.90$) et conduisait à moins d'exploration. En effet, les participants ayant fait la pré-activation visitaient moins de sites web différents (i.e. ils accédaient à moins de sites web depuis Google) mais les exploraient plus profondément (i.e. ils visitaient plus de pages web au sein des sites ouvertes), $F(1,42) = 4.32$, $p = .04$, $\eta^2_p = .05$).

3.3.2 Formulation et reformulation des requêtes

Aucun effet de l'âge n'est apparu sur le nombre de requêtes formulées. En revanche, la pré-activation des connaissances impactait significativement le contenu des requêtes produites. Les participants ayant pré-activé leurs connaissances antérieures produisaient davantage de mots clés sémantiquement spécifiques dans leurs requêtes ($F(1,42) = 5.73$, $p = .02$, $\eta^2_p = .001$). Une triple interaction entre âge, pré-activation et domaines de connaissances ($F(1,42) = 4.27$, $p = .04$, $\eta^2_p = .10$) a également révélé que l'interaction entre l'âge et la pré-activation des connaissances sur la qualité sémantique des requêtes était significative uniquement dans le domaine films fantastiques. Les tests post-hoc Bonferroni ont montré que dans le domaine des films, les âgés n'ayant pas pré-activé leurs connaissances antérieures produisaient des requêtes contenant des requêtes sémantiquement moins spécifiques ($p < .02$) que les jeunes dans la même condition ; alors qu'aucune différence n'était observée entre jeunes et âgés lorsqu'ils pré-activaient leurs connaissances dans le domaine films (p = n.s.) ou dans le domaine santé (p = n.s.).

En outre, les participants du groupe pré-activation utilisaient également davantage de stratégies de reformulation basées sur l'ajout de mots-clés $F(1,42) = 4.36$, $p = .04$, $\eta^2_p = .11$) et la suppression de mots-clés $F(1,42) = 4.40$, $p = .04$, $\eta^2_p = .11$). Les résultats ont également montré une tendance sur le nombre de reformulations complètes (i.e. changement de tous les mots-clés) : les utilisateurs ayant pré-activé leurs connaissances antérieures tendaient à reformuler leur requêtes en changeant l'intégralité des termes contenus $F(1,42) = 3.58$, $p = .06$, $\eta^2_p = .09$) davantage que les participants du groupe contrôle. Une interaction entre l'âge et la pré-activation a également montré que les âgés ayant réalisé la pré-activation utilisaient davantage la stratégie ajout de mots-clés pour reformuler leurs requêtes que les âgés ne pré-activant pas leurs connaissances ($F(1,42) = 6.07$, $p = .02$, $\eta^2_p = .15$).

4 CONCLUSION

La présente étude réplique des effets connus dans la littérature : les âgés ont de moins bonnes performances (Dommes & al., 2011) et passent plus de temps sur le moteur de recherche que les

jeunes (Dommes & al., 2011 ; Sanchiz et al., 2017). De nouvelles données montrent que la pré-activation des connaissances antérieures peut soutenir l'élaboration de stratégies de recherche plus analytiques et des requêtes plus élaborées. En effet, le dispositif de pré-activation favorisait des stratégies de recherche basées sur une sélection plus attentive des sites web (temps passé à évaluer et sélectionner les résultats du moteur de recherche plus longs et moins de sites web ouverts) et à des traitements plus profonds au sein des sites web (plus grand nombre de pages ouvertes au sein des sites web sélectionnés).

En outre, la pré-activation des connaissances a permis aux âgés d'élaborer des stratégies de reformulations soutenant l'exploration d'une plus grande partie de l'espace-problème de la recherche (avec davantage de reformulations par ajouts de mots-clés et une tendance à faire plus de reformulations complètes). L'interaction rapportée montre également que la pré-activation pourrait être utile pour les âgés dans un domaine pour lequel ils ont peu de connaissances antérieures. En effet, dans le domaine films fantastiques (pour lequel les âgés ont de plus faibles connaissances antérieures que les jeunes), les âgés réalisant la tâche de pré-activation parviennent à produire des requêtes sémantiquement riches tout comme les jeunes. Ce résultat semble indiquer que la pré-activation pourrait aider les utilisateurs âgés à bénéficier des informations pertinentes découvertes au fil de l'activité pour reformuler des requêtes contenant des mots-clés sémantiquement pertinents dans un domaine pour lequel ils ont peu de connaissances antérieures.

En aidant les âgés à élaborer un modèle mental plus cohérent de leur recherche, la pré-activation des connaissances antérieures pourrait contribuer à soutenir l'élaboration de chemins de navigation plus pertinents et traités plus en profondeur ainsi que l'élaboration de stratégies de reformulations plus en riches. La production de requêtes sémantiquement pertinentes est cruciale en RI, parce qu'elle permet au moteur de recherche de fournir à l'utilisateur des documents plus pertinents et utiles. Le dispositif de pré-activation pourrait donc être un outil d'aide pertinent à la recherche d'informations en favorisant l'utilisation des connaissances et des stratégies top-down sur l'évaluation des pages de résultats du moteur de rechercher et la sélection des sites web à ouvrir. En outre, la pré-activation pourrait compenser le déclin de la flexibilité cognitive pour mieux intégrer les connaissances antérieures et les informations provenant d'Internet aux requêtes produites.

5 BIBLIOGRAPHIE

Dommes, A., Chevalier, A., & Lia, S. The role of cognitive flexibility and vocabulary abilities of younger and older users in searching for information on the web. *Applied Cognitive Psychology*, 25, 5 (2011), 717–726.

Dorot, D., & Mathey, S. (2013). Accès aux représentations sémantiques et phonologiques chez des adultes jeunes et âgés: une étude des mots sur le bout de la langue. *Psychologie Française*, *58*(1), 1-16.

Sharit, J., Hernández, M. A., Czaja, S. J., & Pirolli, P. (2008). Investigating the roles of knowledge and cognitive abilities in older adult information seeking on the web. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, *15*(1), 3.

Salthouse, T. (2012). Consequences of age-related cognitive declines. *Annual Review of Psychology*, *63*, 201

Sanchiz, M., Chin, J., Chevalier, A., Fu, W. T., Amadieu, F., & He, J. (2017). Searching for information on the web: Impact of cognitive aging, prior domain knowledge and complexity of the search problems. *Information Processing and Management*, 53(1), 281-294. DOI: 10.1016/j.ipm.2016.09.003

Sanchiz, M., Chevalier, A., & Amadieu, F. (2017). How do older and young adults start searching for information? Impact of Age, Domain Knowledge and Problem Complexity steps of

Information Searching. *Computers in Human Behavior, 72*, 67–78. doi:10.1016/j.chb.2017.02.038

Spreen, O., & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. Oxford University Press.

Wagner, N., Hassanein, K., & Head, M. (2014). The impact of age on website usability. *Computers in Human Behavior*, *37*, 270-282.

Wildemuth, B. M. (2004). The effects of domain knowledge on search tactic formulation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *55*(3), 246-258.

ÉPIQUE 2017 : Effet des caractéristiques ergonomiques d'une application innovante sur la compréhension des documents multiples

LOMBARD Jordan
Laboratoire CLLE-LTC – Université Jean Jaurès - Toulouse
jordan.lombard@univ-tlse2.fr

AMADIEU Franck
Laboratoire CLLE-LTC – Université Jean Jaurès - Toulouse
amadieu@univ-tlse2.fr

Catégorie de soumission : communication orale

RÉSUMÉ

Cette étude s'intéresse à l'effet des caractéristiques ergonomiques (utilisabilité et utilité) ainsi que du guidage dans l'étude de documents avec une application innovante (LiquidText), sur la compréhension de documents multiples. Les 88 participants sont répartis dans quatre conditions expérimentales : (a) groupe contrôle dans lequel les apprenants utilisent une application classique (Adobe Reader), (b) groupe à utilisation restreinte dans lequel les apprenants n'utilisent que les fonctions disponibles dans Adobe Reader mais profitent de l'utilisabilité de LiquidText, (c) groupe à utilisation libre dans lequel les apprenants ont accès à toutes les fonctionnalités utiles de LiquidText, et (d) groupe à stratégie dans lequel les étudiants sont guidés dans l'étude des documents dans LiquidText. La compréhension des étudiants est mesurée par une tâche écrite suite à l'étude de cinq documents. Les résultats exposent que les étudiants guidés dans l'étude des documents ont significativement une meilleure compréhension que les étudiants des trois autres groupes expérimentaux.

MOTS-CLÉS
Compréhension, documents multiples, innovation, guidage, utilité, utilisabilité

1 INTRODUCTION

Dans nos sociétés, la comparaison de plusieurs sources pour développer son point de vue critique est devenue primordiale ; d'où le développement de la littératie des documents qui concerne l'habileté à localiser, évaluer et utiliser diverses sources d'informations dans le but de construire et communiquer une représentation intégrée et explicative d'un problème, sujet ou situation particulière (Anmarkrud, Bråten, & Strømsø, 2014). La compréhension de documents multiples implique une lecture active c'est-à-dire que l'apprenant met en place des stratégies cognitives et métacognitives pour répondre aux buts de sa lecture. Or à l'heure actuelle, les systèmes numériques supportant l'activité de lecture active cherchent à reproduire les affordances du papier. Cette tendance s'explique en raison des résistances des apprenants à modifier leurs habitudes d'apprentissage car le couple papier/stylo est l'outil le plus utilisé pour cette tâche. Cependant, cet outil implique des contraintes pouvant altérer la lecture active comme le manque de flexibilité du papier, qui rend difficile la comparaison de plusieurs parties d'un même document en raison de la tangibilité de ce matériau (O'Hara, Taylor, Newman, & Sellen, 2002).

En sus de celles du papier, la tablette possède ses propres contraintes. Tout d'abord, l'écran induit une lecture numérique qui diffèrerait en termes d'expérience d'une lecture sur papier. Ensuite, la taille de l'écran rendrait difficile l'affichage simultané d'un document source tout en

rédigeant un autre document (Olive, Rouet, François, & Zampa, 2008). Dans le cas de la tablette, l'affichage du clavier virtuel réduit encore plus la visibilité de l'écran (Mang & Wardley, 2013). Enfin, les applications traditionnelles pour l'étude de document (e.g. Adobe Reader) ne permettent d'afficher qu'un seul document à la fois ce qui engendre une charge cognitive plus importante pour comparer plusieurs documents.

Partant de ce constat, (Tashman & Edwards, 2011) ont décidé d'utiliser les potentialités du numérique pour tenter de dépasser certaines de ces contraintes. Ces deux auteurs se sont fixés comme buts de (a) supporter la manipulation directe, flexible et extensive de l'arrangement visuel du contenu original ainsi que des annotations ; et (b) de supporter la flexibilité dans la navigation à travers les contenus. Ainsi naquit l'application LiquidText (LT - Figure 1) qui est « un système de lecture active proposant une approche substantiellement différente de la représentation et de l'interaction avec les documents ». Selon ces auteurs, la lecture active aurait 4 processus principaux : (a) l'annotation, (b) l'extraction de contenu, (c) la navigation et (d) la mise en page. Par conséquent, LT supporte ces 4 processus en permettant de produire des annotations (e.g. surlignage), de naviguer instantanément entre plusieurs documents, d'afficher simultanément jusqu'à trois documents, d'extraire une partie textuelle sélectionnée dans un espace de travail (fonctionnant comme une feuille de brouillon) sous la forme d'une bulle pouvant être éditée, coloriée, voire regroupée pour former un groupe d'information, etc.

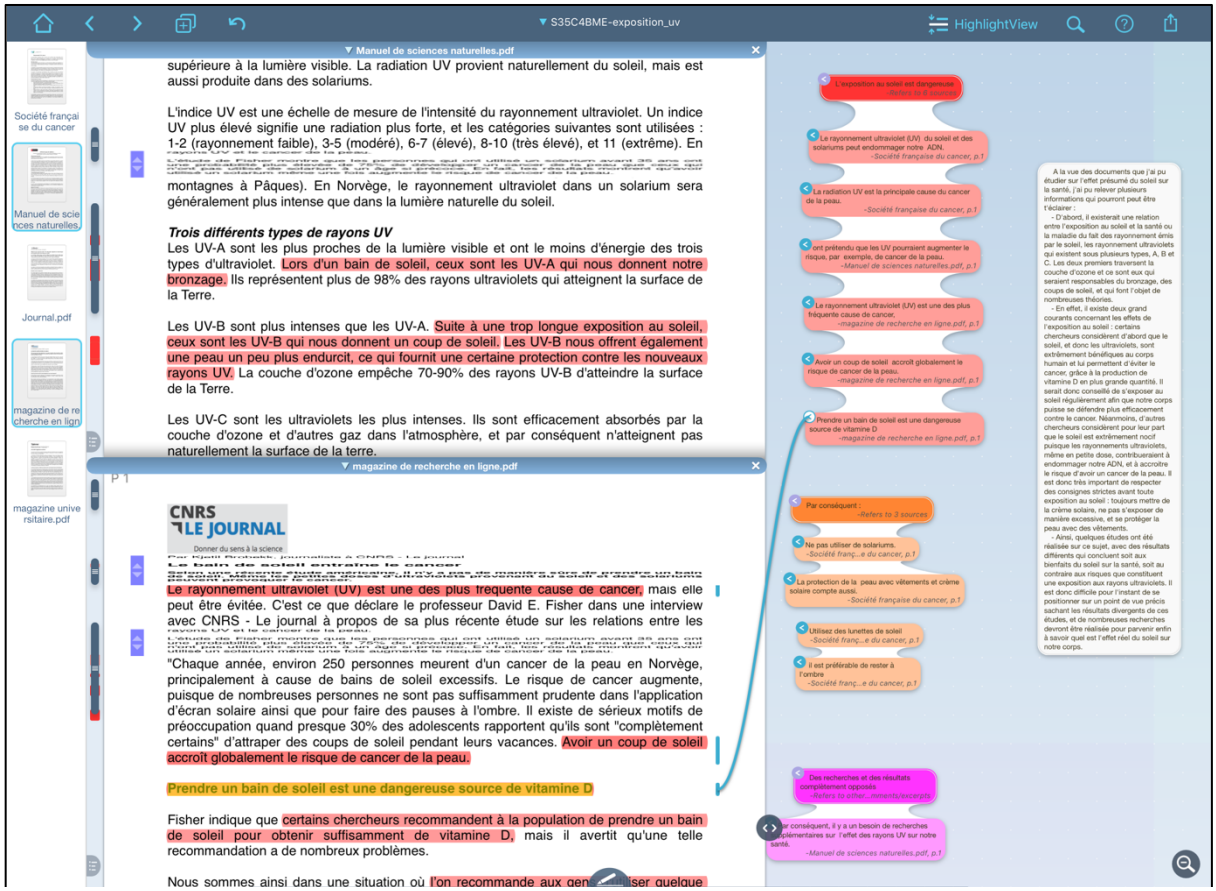


Figure 1 : Interface de l'application LiquidText (LT)

Au fond, les potentialités de l'application LiquidText semblent répondre aux exigences de la tâche de compréhension de documents multiples. Et avec le développement des tablettes à grand écran (e.g. écran de 12,9 pouces) et du stylet, il nous semble que la combinaison tablette à grand écran avec stylet et LT permettrait de supporter la tâche d'étude de documents multiples. Par conséquent, nous avons testé l'effet des caractéristiques ergonomiques (utilité et utilisabilité) de l'application LT (versus Adobe Reader – groupe contrôle), sur la performance de compréhension de

documents multiples en comparant la performance d'apprenant utilisant sur iPad pro avec stylet. Cette étude vise à répondre aux hypothèses suivantes

H1. Les étudiants utilisant une application supportant l'activité d'étude de documents auront des performances de compréhension plus élevées que les étudiants utilisant une application supportant l'activité d'étude d'un seul document à la fois. Cette hypothèse vise à identifier l'effet de la mise à disposition d'une application adaptée à une tâche sur la performance à ce type de tâche.

H2. Les étudiants guidés dans l'utilisation d'une application supportant l'activité d'étude de documents auront des performances de compréhension plus élevées que les étudiants ayant uniquement l'application à disposition ainsi que les étudiants utilisant une application supportant l'activité d'étude d'un seul document à la fois.

2 METHODOLOGIE

2.1.1 Population et méthode

Les participants de notre étude ont été recrutés à travers le programme « participer à une recherche en cours » de l'UFR de psychologie de l'université Toulouse Jean Jaurès. Au total, 22 étudiants de Licence 1 et 66 de Licence 3 ont réalisé notre étude, soit 88 étudiants de psychologie. Cet échantillon se compose de 70 femmes et 18 hommes de 23 ans d'âge moyen (SD = 5,16). Tous les étudiants ont obtenu une bonification de 0,5 point pour une unité d'enseignement de leur cursus. Nous avons choisi cette population en raison de leur habitude à étudier plusieurs documents et du fait qu'ils posséderaient des compétences métacognitives qui faciliteraient le guidage par stratégie.

Dans cette population, 34 étudiants (soit 38%) possèdent une tablette. La répartition des systèmes d'exploitation des tablettes est équilibrée : 30% pour Windows, 30% pour iOS et 40% pour Android. La taille des écrans des tablettes est majoritairement standard (9-10 pouces ; 67%) contre 20% d'écrans de petite taille (6-7 pouces) et 11% d'écrans de grande taille (12-13 pouces). Le stylet est un outil innovant dont l'utilisation reste marginale (91% des étudiants de notre échantillon qui possèdent une tablette n'utilisent pas de stylet).

Les 88 participants de cette étude ont été répartis aléatoirement dans les quatre conditions expérimentales suivantes :

(a) Groupe Contrôle : utilisation libre de l'application Adobe Reader. Les apprenants se retrouvent ainsi dans un environnement « classique » d'interaction avec des documents numériques : orientée lecture linéaire, très peu d'options d'affichage (e.g. un seul document à la fois) et peu de fonctionnalités supportant la lecture active (e.g. surlignage, soulignage, commentaire).

(b) Groupe Utilisation Restreinte : utilisation restreinte de l'application LiquidText sans les fonctionnalités liées à l'espace de travail. L'idée de cette restriction est de tester uniquement l'utilisabilité de l'application à travers les options d'affichage (e.g. plusieurs documents) et la navigation inter-document (passage instantané d'un document à un autre) sur la performance de compréhension.

(c) Groupe Utilisation Libre : utilisation libre de l'application LT. Les apprenants sont libres d'étudier les documents sur l'application en utilisant toutes les fonctionnalités qu'ils jugent pertinentes pour cette tâche. L'idée de ce groupe est de tester l'utilisabilité et l'utilité de l'application. Le groupe avec stratégie palliera en partie le problème d'hétérogénéité de ce groupe.

(d) Groupe avec stratégie : utilisation de l'application LT en suivant la stratégie AER. La stratégie AER (annotation – extraction – réorganisation) est basée sur le triptyque sélection-organisation-intégration de l'apprentissage actif dans la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia de Mayer (Mayer, 2014, pp. 43–71). Elle est composée de trois étapes : (a) Tout en lisant les documents, l'apprenant surligne les informations qu'il juge pertinentes pour

répondre à l'objectif de lecture. (b) L'apprenant affiche uniquement les éléments surlignés (fonctionnalité *HighlightView* – vue du surlignage – qui permet en pinçant le texte de cacher les informations non-surlignées) puis extrait dans l'espace de travail (en réalisant un *drag-and-drop* / glisser-déposer) uniquement les surlignages qu'ils jugent de nouveau pertinents. Et (c) l'apprenant regroupe les différentes extractions par catégorie sémantique pour faciliter leurs intégrations dans leur rédaction.

Le matériel textuel de l'étude est composé de 7 documents provenant de l'équipe TextDim dirigé par Ivar Bråten à l'université d'Oslo. Ces textes ont été utilisés dans plusieurs de leurs recherches (Ferguson, Bråten, & Strømsø, 2012) ; (Bråten, Ferguson, Anmarkrud, Strømsø, & Brandmo, 2014). Pour les besoins de notre étude, nous avons traduit les textes (anglais) en français. Sur ces 7 documents, deux textes sont utilisés pour la tâche de familiarisation et traitent des conséquences du réchauffement climatique : un texte présente des conséquences positives du réchauffement climatique (283 mots) tandis que l'autre expose des conséquences négatives (385 mots). Les cinq documents restants sont utilisés pour la tâche de compréhension et présentent différentes perspectives sur l'exposition au soleil et la santé. Ce sujet a été sélectionné car les étudiants auront forcément des connaissances et croyances en raison de l'exposition médiatique des effets du soleil sur notre organisme.

La compréhension des documents est mesurée à travers une tâche d'écriture directement sur la tablette (soit dans l'espace de travail de LiquidText, soit dans l'application « Notes » disposé à droite d'Adobe Reader par le biais d'un *splitscreen*). L'objectif de cette tâche consiste à exposer les effets des rayons UV sur la santé/maladie en réponse à un message Facebook provenant d'un couple d'ami (mise en condition d'une étude de document dite authentique car probable dans la vie quotidienne). Les étudiants ont comme consigne d'intégrer dans leurs réponses une explication de la relation entre exposition au soleil sur la santé/maladie, une description des différents points de vue existants (positif ou négatif) sur cette relation et enfin d'exposer leur propre point de vue (positif, négatif ou les deux). Les résumés sont analysés en suivant une grille de codage permettant d'obtenir un score de compréhension compris entre 0 et 17.

2.1.2 Protocole

Les passations sont individuelles et se réalisent sur deux jours. Lors du 1er jour, nous introduisons le sujet de l'étude au participant puis il répond à un questionnaire directement sur la tablette (sous Qualtrics). Ce questionnaire sert à recueillir sous la forme d'un questionnaire, les données signalétiques du sujet, son attrait pour les innovations numériques, ses croyances dans les vertus des technologies, son utilisation des technologies, ses habitudes d'étude de documents, sa perception de la valeur financière de la tablette, ses habiletés de lecture (test d'inférences), ses croyances personnelles sur l'exposition au soleil, et enfin ses connaissances antérieures sur l'exposition au soleil (20 qcm).

A la suite du questionnaire, le sujet teste la majorité des fonctionnalités de l'application utilisée pour l'étude de document (Adobe Reader ou LiquidText). Pour le guider, l'apprenant dispose d'une check-list présentant les fonctionnalités qu'il doit réaliser. Cette phase de familiarisation vise non seulement à donner une vue d'ensemble des possibilités de l'application mais aussi à entraîner l'étudiant à réaliser les différents gestes tactiles. Enfin, l'apprenant est mis en condition écologique d'étude de document dans laquelle il utilise librement l'application avec les deux documents traitant du réchauffement climatique ; exceptés les étudiants du groupe stratégie qui doivent mettre en pratique la stratégie AER. L'objectif de lecture de cette phase consiste à préparer l'écriture d'un résumé dans lequel ils devront dire si selon eux le réchauffement climatique est que positif, que négatif ou les deux. Les étudiants sont informés qu'ils n'auront pas à rédiger de réponse car nous souhaitons entraînés l'étudiant dans les étapes préliminaires à la rédaction.

Lors du deuxième jour, nous introduisons les cinq documents sur l'exposition au soleil. L'objectif de lecture se présente sous la forme d'un message Facebook dans l'optique de créer un contexte authentique de lecture. Le sujet a ensuite 35 minutes maximum pour étudier les documents, puis 20 min pour rédiger une réponse à ce message. Dans la tâche d'écriture,

l'apprenant doit obligatoirement intégrer trois éléments dans sa réponse qui sont explicités dans la consigne (ces trois éléments sont basés sur les trois questions des études norvégiennes et sont au cœur de la mesure de compréhension des documents). De plus, il a toujours accès aux documents pour s'y référer au besoin. Enfin, le sujet est invité à répondre à un nouveau questionnaire (Qualtrics sur la tablette) composé d'items sur la facilité d'utilisation spécifique à la tâche d'étude de documents, à l'utilité spécifique, à l'utilité motivationnelle spécifique, à l'intention comportementale, à la satisfaction, à l'attribution causale de sa performance, à la lecture sur écran et à la taille d'écran. Enfin, nous débriefons le participant sur le sujet et lui remettons son attestation de participation.

3 RESULTATS

Dans un premier temps, nous avons analysé les effets potentiels des habitudes d'étude de documents, des habiletés de lecture (inférence), des croyances sur l'exposition au soleil et des connaissances antérieures des participants sur leurs performances. Nous n'avons trouvé aucunes différences statistiquement significatives entre nos différents groupes expérimentaux, ni aucuns liens corrélationnels entre ces variables et la performance de compréhension.

Les 88 résumés ont été évalués en aveugle par deux juges (méthode inter-juges) en suivant une grille de notation. Les moyennes des 4 groupes expérimentaux présentent un écart d'un point entre nos deux correcteurs : le première correcteur (C1) a systématiquement 1 point de plus que le deuxième correcteur (C2). L'analyse des deux évaluations nous montre un accord de l'ordre de 70% entre les deux évaluateurs. Par conséquent, nous avons décidé d'utiliser la moyenne des évaluations des deux correcteurs comme mesure de la performance de compréhension des documents.

Les performances de compréhension présentent une valeur extrême supérieure (x=16) pour un sujet du groupe libre que nous avons supprimé. Les tests de Shapiro-Wilk et de Kolmogorov-Smirnov indiquent que la variable de performance suit une distribution normale. Enfin, le test d'égalité des variances des erreurs de Levene ($F(3 ;83)=0,166$; $p=0,919$) nous permet de valider les prérequis nécessaires pour tester nos hypothèses.

Les statistiques descriptives (Table 1 et Figure 2) indiquent que les étudiants du groupe stratégie obtiennent la meilleure performance moyenne de compréhension (x=12,07 ; SD=1,62), suivi par les étudiants du groupe libre (x=10,70 ; SD=1,88), puis les étudiants du groupe restreint (x=10,32 ; SD=1,87) et enfin les étudiants du groupe contrôle qui utilisaient Adobe Reader (x=9,5 ; SD=1,92).

Table 1 : Statistiques descriptives des performances de compréhension de nos quatre groupes

					Intervalle de confiance à 95 % pour la moyenne			
	N	Moyenne	Ecart type	Erreur standard	Borne inférieure	Borne supérieure	Minimum	Maximum
Groupe Contrôle	21	**9,50**	**1,92**	0,42	8,62	10,38	6,0	13,0
Groupe Restreint	22	**10,32**	**1,87**	0,40	9,49	11,15	5,5	13,5
Groupe Libre	23	**10,70**	**1,88**	0,39	9,88	11,51	7,0	14,0
Groupe Stratégie	21	**12,07**	**1,62**	0,35	11,33	12,81	9,0	14,5
Total	87	**10,64**	**2,02**	0,22	10,21	11,07	5,5	14,5

L'analyse de la variance (Table 2) a révélé l'existence d'au moins une différence statistiquement significative entre les performances de compréhension des 4 groupes ($F(3 ;83) = 7,25$; $p=0,00$). Le test post-hoc F de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (REGW) a révélé que les étudiants guidés dans l'étude de documents multiples sur LiquidText obtiennent une performance de compréhension supérieures aux trois autres groupes. La mesure de la taille d'effet indique que 18-21% de la variation des scores de compréhension peuvent être attribuée aux différences d'instructions données aux groupes.

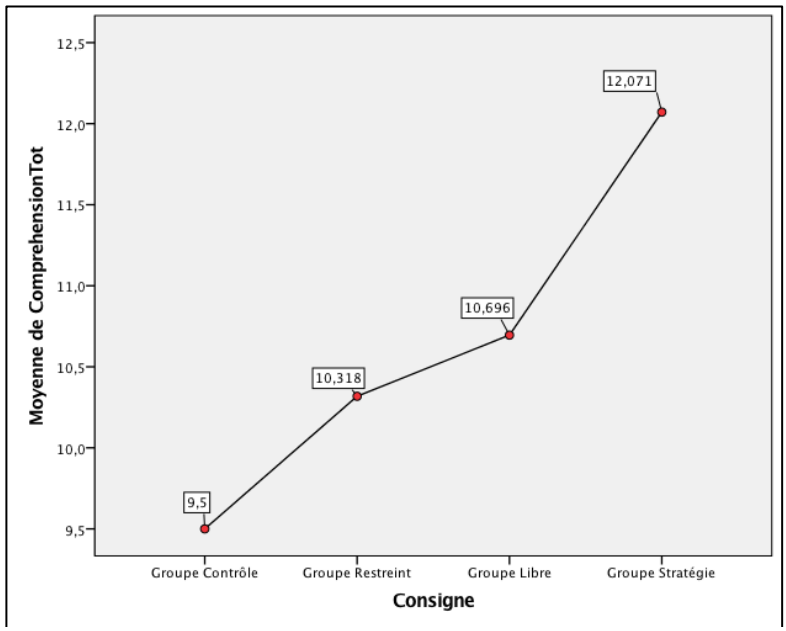


Figure 2 : Performances de compréhension moyennes des quatre groupes

Table 2 : ANOVA de la performance de compréhension

Source	Somme des carrés de type III	ddl	Carré moyen	F	Signification	Eta-carré partiel	Oméga-carré	Paramètre de non-centralité	Puissance observée[b]
Modèle corrigé	72,67[a]	3,00	24,22	**7,25**	**,00**	**,21**	**0,18**	21,75	**,98**
Constante	9846,86	1,00	9846,86	2947,47	1,28E-66	,97		2947,47	1,00
Consigne	72,67	3,00	24,22	7,25	,00	,21		21,75	,98
Erreur	277,29	83,00	3,34						
Total	10206,00	87,00							
Total corrigé	349,95	86,00							

a. R-deux = ,208 (R-deux ajusté = ,179)

b. Calcul à l'aide d'alpha =

4 DISCUSSION

Cette étude examine les effets des caractéristiques ergonomiques (utilisabilité et utilité) d'une application innovante, supportant l'étude de documents multiples, sur la compréhension des documents. En plus de ces caractéristiques, une partie des étudiants sont guidés dans l'étude des documents par une stratégie intitulée Annotation-Extraction-Réorganisation tirant partie des fonctionnalités de l'application. L'inspection des moyennes montre que le niveau de compréhension moyen augmente avec le niveau d'utilisation de l'application (G-Contrôle : application non-ergonomique < G-Restreint bénéficiant de l'utilisabilité de LiquidText < G-Libre bénéficiant de l'utilisabilité et de l'utilité de LT < G-Stratégie bénéficiant de l'utilisabilité, de l'utilité et d'un guidage de LiquidText), en accord avec nos hypothèses.

Au regard des tests statistiques, les étudiants guidés dans l'étude de documents obtiennent des performances de compréhension statistiquement et significativement meilleures que les étudiants des autres groupes. Par conséquent, il semblerait que la simple mise à disposition d'une application adaptée à une tâche d'étude de documents ne suffirait pas pour augmenter la compréhension. En effet, l'apprenant devrait être guidé dans l'utilisation des fonctionnalités pour supporter sa performance.

5 BIBLIOGRAPHIE

Anmarkrud, Ø., Bråten, I., & Strømsø, H. I. (2014). Multiple-documents literacy: Strategic processing, source awareness, and argumentation when reading multiple conflicting documents. Learning and Individual Differences, 30, 64–76. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.007

Bråten, I., Ferguson, L. E., Anmarkrud, Ø., Strømsø, H. I., & Brandmo, C. (2014). Modeling relations between students' justification for knowing beliefs in science, motivation for understanding what they read in science, and science achievement. International Journal of Educational Research, 66, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.01.004

Ferguson, L. E., Bråten, I., & Strømsø, H. I. (2012). Epistemic cognition when students read multiple documents containing conflicting scientific evidence: A think-aloud study. Learning and Instruction, 22(2), 103–120. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.08.002

Mang, C. F., & Wardley, L. J. (2013). Student perceptions of using tablet technology in post-secondary classes. Canadian Journal of Learning and Technology, 39(4).

Mayer, R. (Ed.). (2014). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. Retrieved from http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9781139547369

O'Hara, K. P., Taylor, A., Newman, W., & Sellen, A. J. (2002). Understanding the materiality of writing from multiple sources. International Journal of Human-Computer Studies, 56(3), 269–305. https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0525

Olive, T., Rouet, J.-F., François, E., & Zampa, V. (2008). Summarizing digital documents: effects of alternate or simultaneous window display. Applied Cognitive Psychology, 22(4), 541–558. https://doi.org/10.1002/acp.1380

Tashman, C. S., & Edwards, W. K. (2011). LiquidText: a flexible, multitouch environment to support active reading (p. 3285). ACM Press. https://doi.org/10.1145/1978942.1979430

Construire une démarche de conception et d'évaluation au plus proche des usages

Xavier Rétaux
AXErgonomie - 6 rue de la chapelle 68118 HIRTZBACH
xavier.retaux@axergonomie.com

Gaëtan BOURMAUD
AXErgonomie – 2 place de l'église - 95810 Grisy-les-Plâtres
gaetan.bourmaud@axergonomie.com

Phonevaly SOULIVONG
ALTEN – 221 bis boulevard Jean Jaurès – 92100 Boulogne Billancourt
phonevaly.soulivong@alten.com

Pierre FALZON
CRTD CNAM - 41, rue Gay-Lussac - 75005 Paris
pierre.falzon@cnam.fr

Flore BARCELLINI
CRTD CNAM - 41, rue Gay-Lussac - 75005 Paris
flore.barcellini@cnam.fr

Yannick LEMONIE
CRTD CNAM - 41, rue Gay-Lussac - 75005 Paris
yannick.lemonie@cnam.fr

Julien NELSON
Université Paris Descartes
julien.nelson@parisdescartes.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Ce texte présente une démarche d'évaluation d'un webdocumentaire qui fut construite également comme une démarche d'assistance à la maitrise d'ouvrage. Des « utilisateurs pionniers » et un travail avec le concepteur ont permis ainsi d'intégrer en cours d'évaluation les usages en développement au sein de la conception.

MOTS-CLÉS
Conception, évaluation, développement, usages, webdocumentaire, ergonomie.

1 INTRODUCTION

Cette communication présente les résultats de l'évaluation d'un dispositif d'orientation en ligne. Plus précisément, ce dispositif est une plateforme pédagogique interactive, défini par l'éditeur comme « un webdocumentaire innovant, ludique et participatif, sur la thématique de l'orientation scolaire et professionnelle ». Il s'agit d'un média audiovisuel en ligne donnant accès à plusieurs ressources concernant des choix d'orientation d'adolescents et jeunes adultes. Intitulé « La Cité

Orientée », il vise à permettre aux utilisateurs de se construire une compréhension nouvelle de l'orientation scolaire et professionnelle.

Cette évaluation a été réalisée dans le cadre d'un appel à manifestation d'intérêt – « Expérimentation de projet innovants *in vivo* et *in situ* sur le territoire francilien » – financé par la région Ile-de-France. Concrètement, elle s'est traduite par un partenariat riche entre la société développant ce dispositif, un conseil régional (le financeur), un cabinet de conseil en ergonomie et deux laboratoires de recherche en ergonomie (CRTD, Cnam et Université Paris 5). Le protocole d'évaluation – étalé sur près d'1 an – était organisé comme un dispositif dynamique et participatif : la structure d'évaluation conservant son indépendance par rapport au partenaire développeur. Dynamique, car accolé au projet lui-même, et à ses propres phases (i.e. avant/après sa mise en ligne). Participatif, car construit sur le principe d'une conduite de projet marquée par des étapes (réunions de début, milieu et fin de phase) et des contributions intermédiaires et finales.

Nous nous sommes intéressés ici à la rencontre entre d'une part de potentielles innovations techniques, d'autre part des organisations, des situations de travail et des activités que ces innovations contribuent à transformer et développer. On s'attache donc à la conception d'artefacts (technique et organisationnel) et en particulier à la définition de fonctions favorisant non seulement le développement d'activités productives mais également constructives en situation de travail, i.e. au caractère "capacitant" (Falzon, 2005b, 2103 ; Falzon & Mollo, 2009) ou non de la nouvelle situation intégrant ces innovations. La question de la prédiction des usages constitue une question centrale en ergonomie. Falzon (2005a) a proposé successivement trois approches :

- l'approche classique est celle de l'analyse du travail : il s'agit de ramener les usages dans la conception. La méthodologie pour ce faire peut varier - analyse du travail par l'ergonome, auto-analyse du travail, techniques de conception participative - mais le postulat est le même : il s'agit de construire des systèmes a priori adaptés parce que fondés sur une représentation pertinente des besoins et des façons de faire (par exemple lire Bourmaud & Rétaux, 2002);
- l'approche par systèmes adaptables ou adaptatifs : l'idée centrale est que la conception se poursuit dans l'usage. Partant en effet du constat que les utilisateurs des systèmes inventeront de nouveaux usages (c'est le concept de catachrèse instrumentale ; Rabardel, 1995) au cours et du fait de la pratique, l'idée est de définir les systèmes de façon qu'ils permettent ces développements ultérieurs, en étant adaptables ou adaptatifs (…) ;
- l'approche développementale/constructiviste : il s'agit de ramener le développement des usages en conception. On considère dans cette approche que les deux approches précédentes sont insuffisantes : la première parce qu'elle ne tient pas compte des usages qui se développeront, la seconde parce qu'il est irréaliste de laisser un système totalement ouvert. Une issue est de favoriser des processus de développement d'usage au cours même de la conception. Ceci peut se faire de différentes façons, mais toujours par l'intégration de représentants des utilisateurs à différentes étapes du processus de conception du nouveau système. On favorise ainsi l'émergence de nouvelles formes d'usage chez des "*utilisateurs pionniers*" et leur intégration directe dans la conception. La conception est alors vue comme un processus d'apprentissage mutuel des concepteurs et d'utilisateurs précoces : les premiers découvrent les contraintes d'usage, les seconds transforment leurs pratiques. On trouvera chez Béguin (2009) un développement de ce point de vue. »

Ainsi, tout particulièrement, l'aspect participatif a pris deux formes. La première a nécessité l'implication d'usagers « pionniers » dans l'évaluation et le développement du système. Ainsi deux établissements scolaires ont participé à l'évaluation, permettant d'associer des élèves, des enseignants et des professionnels de l'orientation. La seconde forme a consisté en une interaction itérative avec les développeurs. L'évaluation a ainsi été posée comme un processus qui accompagne le développement, non pas comme une sanction finale de ce développement.

Nous détaillerons dans une première partie le déroulement concret de l'évaluation. Nous fournirons ensuite les principaux résultats apportés par l'évaluateur. Enfin, nous présenterons la véritable innovation de cette démarche et discuterons l'ensemble de ces points.

2 METHODOLOGIE

Le protocole comportait 2 phases, calées sur les étapes de développement du projet, avec une césure au moment de sa mise en ligne. La phase 1 consistait en une analyse experte du produit, alors que la phase 2 portait sur les usages du produit.

2.1 Phase 1 : Analyse experte du produit à visée d'améliorations fonctionnelles

Les principaux objectifs poursuivis peuvent être résumés autour d'une évaluation de l'utilisabilité du produit (Nielsen, 1993), notion proche de critères comme l'efficacité et la praticité du produit. Cette évaluation experte comportait plusieurs modalités :

1. Etat de l'art sur les web-documentaires : recherche bibliographique sur ce sujet afin de bien définir l'objet étudié ;
2. Prise en compte du domaine spécifique de l'orientation, en particulier les dispositifs d'orientation et leurs effets ;
3. Evaluation fonctionnelle du webdoc, réalisée sous la forme d'une inspection fonctionnelle sur la base de critères (Bastien et Scapin, 1996). Cette inspection ergonomique a été faite à partir de la version mise à disposition du public lors de l'expérimentation. L'analyse experte a été enrichie grâce à des observations, au cours de l'expérimentation, lors de son utilisation par les utilisateurs finaux. En effet, des observations ouvertes furent réalisées dans un premier temps, pour dégager des hypothèses concernant l'interaction de l'utilisateur avec la plateforme. Nous avons séquentiellement (a) examiné chacune des grandes fonctions du site, à la lumière de chacun de ces critères, et (b) conclut, pour chacune, sur le fait que les différentes heuristiques étaient bien respectées ou non.

En sortie de cette phase, nous avons réalisé une série de premières recommandations en matière d'utilisabilité et de compatibilité du produit, sous forme d'évolutions fonctionnelles. Un nouveau protocole détaillé a également été produit pour la réalisation d'un suivi longitudinal de l'appropriation du produit, des usages futurs et de leur développement (phase 2).

2.2 Phase 2 : un suivi longitudinal portant sur les usages du produit, et leur développement à visée d'améliorations fonctionnelles et de fond

Les objectifs étaient d'étayer la compréhension de l'appropriation du produit et son intégration réelle dans l'activité de ses utilisateurs visant les orientations à définir pour une durabilité du produit. Au cours de cette phase, l'évaluation a porté sur l'utilisation du produit, en situation, et dans les conditions au plus proche du réel. L'identification des usages du produit d'une part et leur suivi longitudinal ont constitué les principaux éléments évalués. Les questions au cœur de cette phase d'évaluation concernent le couplage « humain-environnement virtuel » et son développement dans le temps, posé comme un environnement capacitant (Falzon, 2005b, 2006). Plusieurs questions guident ainsi le travail de cette phase (Bourmaud, 2006, Détienne, Barcellini & Burkhardt, 2010) : qu'est-ce qui guide l'utilisateur ? Qu'est-ce qui le motive à se déplacer dans un tel environnement virtuel ? Qu'est-ce qui fait que l'utilisateur « partage » dans un tel environnement virtuel ? Qu'est-ce qui fait que l'utilisateur développe un tel environnement virtuel et participe à son expansion ?

Au plan méthodologique, les méthodes cliniques de l'ergonomie (analyse de l'activité, entretiens, simulations, etc.) ont été mobilisées ; celles-ci plaçant au centre de l'approche des démarches participative et itérative avec les (futurs) utilisateurs des systèmes. Elles posent comme focales les conditions favorables à leur utilisation.

L'évaluation portait ainsi tout particulièrement sur :

1. l'appropriation du système, et de ses fonctionnalités par les différents profils d'utilisateurs déjà identifiés : élèves d'âges et de niveaux différents (collégiens-lycéens), conseillers d'orientation, professeurs,
2. les usages réels mis en lumière par ces « utilisateurs pionniers » (Falzon, 2005a),
3. le développement dans le temps de ces usages, et/ou de nouveaux,
4. les modalités d'usage du produit, et leur finalité, dans le cas de situations d'interaction (élève(s)/conseiller d'orientation – élève(s)/professeur – élève(s)/élève(s) – etc.).

2.2.1 Observations ouvertes sur sites

L'activité observée, au cours de chaque session de l'expérimentation, est en phase de construction, et correspond à un « atelier de conception participatif » dans lequel nous, évaluateurs, pouvons observer la rencontre du produit avec ses utilisateurs, et voir émerger et évoluer les usages « créés » par ces derniers. Nous avons garanti une présence au plus grand nombre de séances possible, pour assister à l'évolution de la relation entre le système et ses différents utilisateurs, et la situer dans le temps. Egalement, les sessions se déroulant lors de l'expérimentation, et l'évaluation associée, impliquent concrètement la présence d'acteurs différents.

1. Nous distinguons tout d'abord les utilisateurs, les acteurs dans le milieu scolaire, constitués :
    - des élèves : de 4ème, 3ème, et 2nde ;
    - des professeurs : en particulier le professeur principal, qui n'est pas un professionnel de l'orientation mais dont l'importance est grande dans la définition du projet d'orientation ;
    - des Conseillers d'Orientation Psychologue (COP) et des représentants des Centres d'Information sur l'Orientation (CIO) : experts de l'orientation ;
    - ainsi que d'autres professionnels de l'éducation comme les éducateurs de la mission « Action Collégien » de l'un des établissements : ils ont un rôle d'accompagnateurs dans les questions d'orientation, auprès des élèves et jouent souvent un rôle de relais vers les conseillers d'orientation, et le principal adjoint.
2. Les différents acteurs du côté de la conception, en particulier la société de production du webdocumentaire.
3. Enfin, les évaluateurs présents étaient bien acteurs du dispositif, car acteurs de l'évaluation participative.

2.2.2 Observations systématiques

Un protocole de test à domicile a été mis en place en complément des observations réalisées au sein des établissements scolaires. Il visait deux objectifs précis et distincts.

Le premier objectif était de réduire la variabilité des situations d'observations en établissements scolaires. En effet, les observations sur site étaient extrêmement variables, ce qui constitue leur richesse, mais représente aussi une contrainte méthodologique forte rendant impossible la mise en place d'un protocole d'observations systématiques.

Le second objectif était d'observer ce que les élèves font du webdocumentaire, sans aucun encadrement. Utiliser le site seul est une possibilité inscrite au cahier des charges. Les élèves nous ont eux-mêmes indiqués lors des observations de terrain souhaiter revenir dessus depuis leur domicile. Il nous a donc semblé nécessaire de nourrir cette évaluation d'observations depuis leur domicile.

Nous avons opté pour un test en deux parties :

1. Une première partie où l'utilisateur navigue librement, en ne suivant qu'une consigne réduite : « Tu veux trouver des informations pour ton orientation, tu as entendu parler de ce webdocumenaire, explore le site pour trouver des informations. Si besoin,

demande de l'aide. ». Durant cette partie, les parcours sont relevés sur papier en direct. Cette partie dure 20 minutes.

2. Une seconde partie du test consiste en un entretien en autoconfrontation : l'objectif est de revenir sur le film de 20 minutes (la durée limitée de la première partie vise à avoir le temps de réaliser l'autoconfrontation). Il s'agit bien de revenir sur une action située à un moment précis. Cette seconde partie se clôture par un entretien d'ordre général. La puissance de cette méthodologie se situe dans le fait que l'utilisateur décrive ses intentions et objectifs, ce qui « se passe dans sa tête », à chaque moment de sa navigation.

Ce protocole a été mis en place pour deux élèves de 3e à leur domicile. Il a permis de relever deux types de résultats :

1. Les défauts d'utilisabilité du site lors d'un usage sans assistance ;
2. Les stratégies d'usage de la Citée orientée.

Enfin, il fournit un modèle de test d'évaluation du webdocumentaire à domicile, reproductible à une phase ultérieure.

2.2.3 Entretiens, en guise de bilan final de l'évaluation

Plusieurs entretiens ont pu être réalisés auprès des acteurs des 2 établissements directement impliqués dans l'évaluation, et en particulier : 2 éducateurs de la mission Action collégien de l'un des établissements, 1 proviseur-adjoint, 1 Conseillère Principale d'Education et 3 élèves.

Une grille, appuyée sur l'ensemble de l'analyse réalisée précédemment, a permis de guider ces entretiens, à travers des questions (ouvertes et fermées) visant à éclairer certains points ou à en ouvrir de nouveaux.

3 RESULTATS

Au terme des deux phases, l'évaluation a permis de fournir une analyse experte et une approche des premiers usages. Nous avons ainsi pu proposer des améliorations. Leur implémentation fut possible en cours de développement dans des nouvelles versions plus matures du produit. Les résultats concernent deux aspects : l'utilisabilité et l'usage. Ces deux aspects ont été analysés sur la base de nombreuses données.

Les résultats en matière d'utilisabilité ont été nourris par les analyses expertes et les observations systématiques à domicile. Les données sur les usages ont été puisées dans les observations sur site, les entretiens et les observations systématiques à domicile. Ces données ont évolué au cours de l'évaluation et de notre compréhension de l'activité des élèves et de l'encadrement présent.

3.1 Facilité d'utilisation

Cette analyse n'a pas révélé de grandes lacunes en matière d'utilisabilité, mais un certain nombre de remarques ont pu être formulées. Toutes les remarques découlant de cette analyse ont été transmises afin de corriger les problèmes identifiés. Un travail commun évaluateurs-concepteurs s'est en effet ensuite déroulé afin d'améliorer l'utilisabilité. Trois points particuliers apparaissaient comme à privilégier :

- Permettre à l'utilisateur de mieux contrôler son parcours, pour éviter qu'il ne se sente « perdu et frustré » ;
- Restructurer la « Personnalisation de la visite » ;
- Fournir des informations adaptées au niveau scolaire (ou autre), pour mieux guider le jeune dans l'exploration des métiers et de la plateforme.

L'analyse des usages au domicile a permis de valider la facilité de prise en main par des collégiens, même si aucune aide ne leur était apportée.

3.2 Apport de l'autoconfrontation à l'analyse experte

Les entretiens en autoconfrontation ont permis également de révéler certaines difficultés d'utilisabilité en lien avec la compréhension des utilisateurs. Par exemple, il a été constaté que la navigation dans les écrans n'est pas toujours conforme aux attendus des utilisateurs (invisibles par définition avec une simple observation), en particulier pour le premier accès à un personnage.

3.2.1 Les usages

Les usages varient fortement et donnent à comprendre les stratégies poursuivies par les différents utilisateurs.

Trois grands usages communs ressortent des observations sur site et des entretiens :

1. Fournir une vision globale d'un métier : certains élèves ne savent pas vers quel métier se diriger et regardent le plus souvent plusieurs vidéos. Le portrait est le plus souvent vu, car lu par défaut avant que le menu de navigation apparaisse.
2. Fournir une vision du monde professionnel : La somme des données, même prises au hasard, donnent à voir le monde professionnel.
3. Fournir une bibliothèque de fiches : Informations données aux utilisateurs par les fiches filières, surtout lues en seconde, peu ou pas en 4ème.

Certains utilisateurs pouvaient avoir un usage unique et d'autres un usage multiple du webdocumentaire.

3.2.2 Intérêt pour un métier, intérêt pour un personnage

Les entretiens en auto-confrontation permettent de mettre en lumière des objectifs différents pour les utilisateurs.

Deux utilisateurs prototypiques ressortent :

1. L'un a déjà une idée avancée de son orientation professionnelle. Il a consulté le métier ciblé en cherchant des informations précises. Il nous a fait remarquer que l'agriculteur du film (qui élève des bovins) n'est pas dans le secteur agricole que lui souhaite investir (la culture de la Lavande). Il n'a donc pas trouvé quelqu'un « qui parle » de son futur métier.
2. L'autre utilisateur est en recherche d'orientation. Il explore les métiers en portant attention aux personnes sur des critères très personnels (esthétiques…) couplés à la nature du métier. L'activité est ici proche du « zapping ».

Ces résultats suscitent plusieurs réflexions majeures concernant l'usage :

- Les personnages ont un rôle de déclencheur d'intérêt ou de repoussoir. Un personnage déplait et la consultation des vidéos est aussitôt abrégée, quel que soit son métier et son discours.
- Le contenu recherché est variable d'un individu à l'autre, et selon l'avancée de son projet d'orientation. Avec un projet très précis, il est bien moins probable de trouver un personnage susceptible de tenir un discours pertinent.

Ces constats concernant les usages impliquent dans les deux cas la mise en ligne de nombreuses vidéos permettant de mixer les liens entre personnes et métiers et permettant de présenter les métiers au-delà de catégorie générale (comme faire représenter l'agriculture par un éleveur bovin).

3.3 Un processus participatif

L'évaluation était posée comme un processus qui accompagne le développement de « la Cité Orientée » et non pas comme une évaluation finale distante. Ainsi, deux réunions de travail à mi-parcours avec le concepteur ont marqué le processus d'évaluation. Une dernière réunion « bilan » a été réalisée à la fin du processus d'évaluation.

Les deux premières réunions ont permis de nourrir le processus de conception en modifiant de fait le résultat de l'évaluation (d'abord avec les données produites par l'analyse experte puis celle produite par l'analyse des usages). Elles ont également permis d'interroger l'évaluateur, orientant en

partie l'évaluation elle-même au regard de l'évolution de notre compréhension des intentions des concepteurs. La dernière réunion a été l'occasion de fournir tous les éléments en notre possession pour que la conception prenne au mieux en compte les besoins et les contraintes des futurs utilisateurs.

Au sein de l'évaluation, s'est donc installée une véritable assistance à maitrise d'ouvrage, plus classique en ergonomie.

4 DISCUSSION

L'évaluation s'est réalisée sur deux dimensions : usage et utilisabilité. Elle a permis ainsi la production de résultats de nature très différente. Cette production de résultats n'a en outre été possible que du fait de l'investissement de plusieurs acteurs institutionnels, collège et lycée en tête, et en particulier d'utilisateurs pionniers dans les établissements.

Cette évaluation a nécessité un protocole complexe, composé de plusieurs modalités et se déroulant sur plusieurs mois : entretiens, observations ouvertes, tests utilisateurs, analyses expertes et auto-confrontations. Elle ne fut ainsi pas le résultat d'un travail « d'experts », mais véritablement le fruit d'une analyse de situations réelles. Elle a permis de valider l'outil d'orientation et de poser ses limites ainsi que ses évolutions nécessaires.

Néanmoins, le point qui nous parait le plus important est que l'évaluation fut également une assistance à la maitrise d'ouvrage nourrissant le processus itératif de conception. Ainsi, il s'agissait de contribuer à améliorer au fil de l'eau le webdocumentaire plutôt que de sanctionner une version au terme du développement. Cette modalité d'évaluation permet ainsi de présenter aux investisseurs (le conseil régional) une version la plus aboutie possible. Ce dernier ne se contente en effet pas que de financer et faire évaluer : il souhaite fournir un outil d'orientation efficace.

L'évaluateur devient alors acteur de la conception et, donc, son propre évaluateur. La nécessité d'une articulation plurielle s'avère alors décisive. Le cabinet-conseil se positionne comme un intermédiaire entre la maitrise d'ouvrage, les laboratoires et le conseil régional. Ce dernier garantit, sur la base de l'évaluation, la pertinence des investissements. Les laboratoires garantissent la rigueur et l'objectivité de l'évaluation. La participation de l'évaluateur à la conception permet d'intégrer des usages en développement dans la conception, garantissant la conception d'un produit au plus près de ceux-ci. Si ces usages sont d'abord provoqués par l'évaluateur à des fins d'évaluation, ils se développent d'eux-mêmes au fur et à mesure de l'appropriation de l'outil par les utilisateurs pionniers. Cette méthode d'évaluation devient alors nécessaire pour que la conception soit d'emblée un processus situé, participatif et constructif et non une sanction finale, hors-sol du point de vue de la conception.

5 BIBLIOGRAPHIE

Bastien, J.M.C. & Scapin, D.L. (1996). *Inspection d'interfaces et critères ergonomiques*. Rapport de l'INRIA.

Béguin, P. (2009) Conception et santé : cristallisation, plasticité, développement. In B. Weil & A. Hatchuel (éds), *Les nouveaux régimes de la conception*. Paris : Edition de l'Aube, Coll. Essai.

Bourmaud, G. & Rétaux, X. (2002). "Rapports entre conception dans l'usage et conception institutionnelle", in IHM '02 - Proceedings of the 14th French-speaking conference on Human-computer interaction (Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine), pp 137-144

Bourmaud, G. (2006). *Les systèmes d'instruments : méthodes d'analyse et perspectives de conception*. Thèse de Doctorat d'Ergonomie, Université Paris 8.

Détienne, F., Barcellini, F. & Burkhardt, J.-M. (2010). La conception dans les communautés en ligne : questionnements thématiques et méthodologiques sur ces nouvelles pratiques. In G.Valléry, Zouinar M., Le Port M-C. (Eds). *Ergonomie des produits et des services médiatisés : nouveaux territoires, nouveaux enjeux*. Paris : PUF.

Falzon, P. (2013). Pour une ergonomie constructive. In *Ergonomie constructive* (pp. 1-16). Presses Universitaires de France.

Falzon, P. (2005a). *Ergonomie, conception et développement.* Conférence introductive, 40ème Congrès de la SELF. Saint-Denis, La Réunion, 21-23 septembre 2005.

Falzon, P. (2005b). *Ergonomics, knowledge development and the design of enabling environments.* Proceedings of the Humanizing Work and Work Environment HWWE'2005 Conference, December 10-12, Guwahati, India, 1-8.

Falzon, P. & Mollo, V. (2009). *Para uma ergonomia construtiva: as condições para um trabalho capacitante*. Laboreal 1 (2009), 61-69.

Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. San Diego, CA: Academic Press.

Rabardel, P. (1995) *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

Image émotionnelle et recherche d'information dans des pages web

Laure Léger[1], Allie Harris[1]& Thierry Baccino[2]

Laboratoire CHART EA4004

[1]Université Paris Nanterre
200 avenue de la République
92001 Nanterre

[2]Université Saint Denis
2 rue de la Liberté
93526 Saint Denis cedex 02

Mots clés : attention, émotion, pages web, oculométrie cognitive

1. Problématique et hypothèses

Quand on cherche une information sur internet il est nécessaire d'explorer des pages web dans lesquelles notre attention va être portée sur les objets présents dans cette page pour trouver ce que nous recherchons. Seulement tous les objets présents dans une page web ne sont pas traités par l'internaute. Un phénomène bien connu et très étudié est la cécité au bandeau. Ce phénomène consiste à ne pas voir et mémoriser une information contenue dans un bandeau sur une page web et ceci même si cette information peut nous être utile pour notre recherche (Benway, 1998). Considérant ces bandeaux comme véhiculant de la publicité les internautes choisissent de ne pas traiter leur contenu. En effet, en s'appuyant sur les connaissances qu'ils ont de la structure et des objets d'une page web, les internautes orienteraient leur exploration visuelle sur la page (Colides, Kitajima, Blackmon & Polson, 2000) et pourraient ainsi éviter de traiter certains objets de la page. Comme les publicités sont toujours placées aux mêmes endroits sur la page (généralement en haut de la page ou à droite), sont très souvent dynamiques pour attirer l'attention, les internautes catégorisent comme publicité tout objet qui présente ses propriétés et évitent délibérément de les traiter. Pour étudier ce phénomène plusieurs recherches ont manipulé plusieurs facteurs tels que les propriétés visuelles du bandeau - sa saillance visuelle (Simola, Kiusma, Öörni, Uusitalo & Hyönä, 2011) ou son caractère animé ou statique (Pasqualotti & Baccino, 2014), sa localisation dans la page (en haut ou à droite de la page, Rensick & Albert, 2014), le type d'exploration que doivent effectuer les participants (recherche d'information pour répondre à des questions, ou exploration libre, Rensick & Albert, 2014, Simola et al., 2011). Plus récemment Kaspar, Gameiro & König (2015) ont montré que ces images pouvaient être explorées et mémorisées dans des conditions bien particulières : exploration libre de la page, images assez importantes au niveau de la taille et présentant une valence émotionnelle cohérente avec la valence émotionnelle des news présentées dans la page.
La présente recherche vise à approfondir l'effet d'un autre facteur qui pourrait avoir un impact sur ce traitement des images : sa valence émotionnelle. En effet il est reconnu qu'émotion et attention sont très fortement liées : la valence émotionnelle d'un stimulus a un impact sur la capture attentionnelle. Plus précisément les stimuli dont la valence émotionnelle est négative (dégout, peur, colère) attirent l'attention et sont détectées plus rapidement que des stimuli présentant une valence émotionnelle neutre ou positive (comme la joie, la surprise) (Öhman et al., 2001). L'objectif de la présente étude est de voir comment une image qui présente une valence émotionnelle et qui est placée dans une page web pouvait attirer l'attention. Dans la continuité il est de voir si cette capture attentionnelle pouvait produire une meilleure rétention de l'image et permettant ainsi de réduire cette cécité au bandeau.

Hypothèse :

Les images présentant une valence émotionnelle négative devraient attirer l'attention et de ce fait présenter un nombre de fixations et des durées de fixation plus importantes que les images présentant une valence émotionnelle neutre ou positive. Cette capture de l'attention devrait s'accompagner d'un taux de rappel plus important. De plus, cette capture attentionnelle devrait également s'accompagner d'une détérioration des performances de recherche dans la mesure où cette image n'est pas pertinente pour la tâche et qu'elle n'est pas congruente avec le texte dans lequel les participants doivent trouver une information (Beymer, Orton, & Russel, 2007).

2. Méthode

Participants : 22 individus âgés de 18 à 30 ans ont accepté de participer à cette expérience. Ils étaient tous de langue maternelle française. Ils présentaient tous une acuité visuelle correcte avec ou sans correction (test de Snellen). Ils étaient tous des utilisateurs fréquents d'internet (questionnaire d'évaluation des usages qui a montré que les participants utilisaient internet pour effectuer en moyenne 9 activités différentes et qui déclaraient naviguer plusieurs fois par jour sur internet).

Matériel : Les pages web ont été construites avec la même structure : un logo en haut à gauche ; un menu horizontal en haut de la page, un texte d'environ 10 lignes, et une image placée dans un bandeau à la gauche du texte. La taille du bandeau était de 262 x 412 pixels et celle de l'image mis au centre du bandeau était de 262 x 197 pixels. Ce bandeau présentait un fond coloré uni. 12 thématiques ont été sélectionnées pour constituer les textes : naissance de la batterie, guerre de sécession, les papillons, le soleil, … Au total 36 pages web ont été créées. Elles proviennent de la combinaison des 12 thématiques de textes et des 3 valences d'images.

24 images ont été sélectionnées dans la base de données IAPS : 8 ont une valence émotionnelle négative (M=3.24 ; EC=0.59), 8 ont une valence émotionnelle neutre (M= 5.11; EC=0.60) et 8 ont une valence émotionnelle positive (M= 7.86 ; EC=0.70). Parmi ces 24 images, 12 (4 pour chaque valence émotionnelle) ont été insérées dans les pages web, à raison d'une image par page web. Les 12 autres (4 pour chaque valence émotionnelle) ont été sélectionnées pour constituer les leurres lors de la tâche de reconnaissance.

Procédure : Les passations étaient individuelles et les mouvements oculaires des participants étaient enregistrés grâce au système Tobii 1750 (échantillonnage à 50hz avec une précision de .05°d'angle visuel). Elles se déroulaient en trois phases : après la calibration (en 9 points), les participants effectuaient un entrainement sur deux pages web. Puis ils réalisaient la tâche de recherche d'information (RI) sur 12 pages web (une pour chaque thématique). Que ce soit pour l'entrainement ou le test proprement dit, la tâche était toujours la même : ils devaient lire et mémoriser une question affichée à l'écran. Puis une page web apparaissait et ils devaient cliquer sur le mot du texte qui permettait de répondre à la question. Une fois la tâche de RI effectuée sur les 12 pages web, ils effectuaient la tâche de reconnaissance sur 24 images. Une image leur était présentée à l'écran et ils devaient signifier par un appuie touche si oui ou non cette image avait été présentée dans les pages web précédentes. Il est à noter que les participants n'ont pas été avertis de cette tâche de reconnaissance avant de l'effectuer.

Le plan expérimental ne contenait qu'une seule variable indépendante la valence émotionnelle, à trois modalités : négative, neutre et positive. La valence émotionnelle était un facteur intra-participant. Chaque condition de valence émotionnelle de l'image était répétée 4 fois.

Les performances à la tâche de RI ont été analysées par les taux de réussite (le fait de cliquer sur le mot ou groupe de mots qui représentent la réponse à la question, la cible), et les temps de réponse (le temps qui s'écoule entre le début de l'affichage de la page et le clic du participant). L'orientation

attentionnelle dans la page a été analysée par le temps mis pour fixer une première fois le mot-cible de la recherche, la probabilité de fixer au moins une fois l'image, le nombre de fixations sur le texte et les durées de fixation sur texte avant de cliquer. La mémorisation des images a été analysée par les taux de reconnaissance corrects. Pour les temps de réponse, le temps mis pour fixer la cible et le nombre de fixations sur le texte, les distributions étant normales et les variances homogènes une analyse de variance a pu être réalisée en prenant la valence émotionnelle de l'image comme facteur intra-sujet. En raison de la non- normalité des distributions pour les taux de réussite, la probabilité de fixer l'image, les durées de fixation sur le texte et des taux de reconnaissance, les analyses ont été conduites avec des tests non paramétriques : comparaison de deux (test de Wilcoxon) ou de plusieurs (Anova de Friedman) échantillons appariés. Dans tous les cas, la variable indépendante prise en compte était la valence émotionnelle de l'image dans la page web.

3. Résultats

Tableau 1: Moyennes et écart-type des différents indicateurs en fonction de la valence émotionnelle des images dans la page web.

	Images négatives		Images neutres		Images positives	
	M	*EC*	*M*	*EC*	*M*	*EC*
Taux de réussite	.92	.18	.90	.17	.94	.11
Temps de réponse (sec)	14.15	5.4	14.43	6.01	12.26	4.49
Temps avant fixation de la cible (sec)	11.3	5.2	9.76	4.1	9.59	4.6
Nombre fixations sur le texte	49.7	28.8	47.1	29.1	40.6	22.3
Durée fixation sur le texte (ms)	6731	6000	6463	5544	5580	4933
Taux de fixation de l'image	.10	.20	.17	.16	.15	.21
Taux de reconnaissance	.20	.21	.27	.24	.32	.26

Alors que la valence émotionnelle de l'image dans la page web n'a pas eu d'effet significatif sur les taux de réussite à la tâche de RI (tableau 1, Anova du Chi² (N=22, ddl=2)=0.905, p=.64, ns), les temps de réponse étaient significativement plus longs quand l'image avait une valence émotionnelle négative que lorsqu'elle avait une valence émotionnelle positive (tableau 1, $F(1,21)=5.66$, $p<.05$; effet principal de la valence émotionnelle sur les temps de réponse : F(2,42)=2.16, p=.13, ns). Bien que ces temps de réponse plus longs ne s'accompagnaient pas d'un temps plus long avant une première fixation sur la cible (tableau 1, F(1,21)=3.47, p=.08, ns, effet principal de la valence émotionnelle sur les temps avant fixation de la cible : F(2,42)=1.97, p=.15, ns), ils s'accompagnaient d'un nombre de fixations sur le texte plus important (tableau 1, F(1,21)=8.88, p<.01 ; effet principal de la valence émotionnelle sur le nombre de fixations sur le texte : F(2,42)=3.78, p=.03) et des durées de fixation sur le texte plus longues (tableau 1, $z=2.58$, $p<.01$, effet principal de la valence émotionnelle sur les durées de fixation sur le texte (tableau 1, Anova du Chi² (N=22 ; ddl=2)=5.53, p<.06, ns).

La valence émotionnelle de l'image n'a pas eu d'effet significatif sur la proportion d'essais où l'image a été fixée (tableau 1, Anova du Chi²(N=22, ddl=2)=3.00, p=.22, ns). Bien que l'image dans la page web ait été très peu fixée (en moyenne dans 14% des essais), elle a été reconnue dans des proportions plus importantes (en moyenne 27%). Néanmoins la valence émotionnelle des images n'a pas eu d'effet significatif sur les taux de reconnaissance (tableau 1, Anova du Chi²(N=22, ddl=2)=1.79, p=.41, ns).

4. Discussion & conclusion

Contrairement à ce qu'on pouvait s'attendre, les images négatives ne sont pas mieux reconnues que les autres et n'ont pas une probabilité supérieure aux autres d'être fixées. Ainsi quand la tâche du participant est orientée par un but de recherche précis, le phénomène de cécité aux bandeaux persiste (Rensick & Albert, 2014) : les images présentes dans un bandeau au sein d'une page web sont très peu voire pas du tout traitées. Néanmoins la différence de proportions entre le taux de fixation de l'image (.14) et le taux de reconnaissance (.27), suggère que même si l'image n'a pas eu d'impact sur l'attention explicite (le déplacement de l'attention s'accompagne d'un déplacement des organes sensoriels, ici les yeux), elle a pu capturer l'attention implicite qui se définit par un déplacement du focus attentionnel sans que les organes sensoriels ne se déplacent dans cette direction. Cette différence peut également suggérer que dès lors que les participants ont identifié en vision périphérique que l'image présente à gauche du texte, n'était pas reliée au texte et ne permettait pas de répondre à la question, il n'était donc pas nécessaire de la fixer pour un traitement plus approfondi.

Même si ces résultats ne permettent pas de mettre en évidence un effet de valence émotionnelle des images sur une capture explicite de l'attention, la présence d'image à valence négative a ralenti la recherche d'information par rapport à la présence d'une image à valence positive, en perturbant l'exploration du texte (nombre de fixations et durées de fixations plus importantes) et ceci même si l'image n'est pas reliée au texte (Beymer et al, 2007), comme peuvent l'être les images dans les bandeaux.

Références

Benway, J. P. (1998). Banner blindness: The irony of attention grabbing on the World Wide Web. Proceedings of the Human Factors and ergonomics Society 42nd Annual Meeting, 1, 463-467.

Beymer, D., Orton, P.Z. & Russell, D.M. (2007). An eye tracking study of how pictures influence online reading. *In proceedings of INTERACT 2007,* 456-460.

Kitajima, M., Blackmon, M.H., & Polson, P.G. (2000). A comprehension-based model of Web navigation and its application to Web usability analysis. In S. McDonald, Y. Waern & G. Cockton (Eds.), *People and Computers XIV - Usability or Else!* (Proceedings of HCI 2000, 357–373). Springer.

Kaspar, K., Gameiro, R.R & König, P. (2015). Feeling good, searching the bad: Positive priming increases attention and memory for negative stimuli on webpages*. Computers in Human Behavior, 53,* 332-343.

Öhman, A.; Lundqvist, D. & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli*. Journal of Personality and Social Psychology, 80*, 381-396.

Resnick, M., & Albert, W. (2014). The impact of advertising location and user task on the emergence of banner ad blindness: An eye-tracking study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *30*, 206-219.

Simola, J., Kuisma, J. Öörni, A., Uusitalo L., & Hyönä. J. (2011). Impact of Salient advertisements on Reading and Attention on Web Pages. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 17,* 174–190.

Sources de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports : Caractérisation basée sur l'expérience utilisateur

Anaïs Allinc
Telecom ParisTech / Vedecom – 77 rue des Chantiers 78000 Versailles
anais.allinc@telecom-paristech.fr

Béatrice Cahour
CNRS i3 Télécom ParisTech - 46 rue Barrault – 75634 Paris cedex 13
Beatrice.cahour@telecom-paristech.fr

Jean-Marie Burkhardt
AME-LPC-IFSTTAR 25 allée des Marronniers F-78000 Versailles - Satory
Jean-marie.burkhardt@ifsttar.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Cette étude porte sur les sources de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports. Dans un premier temps une revue de la littérature a permis de définir le concept de confort et d'inconfort psychologiques ainsi que d'identifier six sources de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports. Suite à cette revue de la littérature, des entretiens d'explicitations ont été menés afin de préciser la nature du confort et de l'inconfort psychologiques, compléter les sources identifiées et les relier aux différents modes de transports. Les entretiens ont permis de mettre en évidence deux nouvelles sources de confort et d'inconfort psychologiques, les sources et les modes les plus représentés. Ainsi que les ressources mises en place par les participants pour faire face à l'inconfort et lien entre le confort/inconfort psychologique et le confort/inconfort physique.

MOTS-CLÉS
Confort et inconfort psychologiques, expérience utilisateur, transport, émotions, entretien

1 INTRODUCTION

L'ergonomie s'intéresse à la question du confort et de l'inconfort dans les transports depuis longtemps. Oborne (1978) pointait par exemple l'influence de facteurs d'ambiance (température, luminosité) mais aussi de facteurs instrumentaux telle que la longueur du trajet, et donc le temps exposé à l'inconfort, sur le confort perçu. Plus récemment, plusieurs auteurs mettent en avant la dimension également psychologique du confort et de l'inconfort (Dumur, Barnard & Boy, 2004 ; Marchand & Weiss, 2009 ; Cahour, 2010 ; Allinc, Cahour & Burkhardt, 2015). Par exemple, des « facteurs affectifs » tel que le besoin d'intimité peuvent affecter le confort émotionnel ressenti par les utilisateurs lors de l'usage de la voiture (Steg, 2005). Au delà des enjeux associés à l'expérience positive ou négative vécue par les usagers, le confort et l'inconfort psychologique sont aussi des déterminants du choix de modes de transports, en interaction avec d'autres facteurs tels que l'accessibilité, le coût ou la durée.

Les objectifs de cette étude sont de caractériser plus précisément la nature du confort et de l'inconfort psychologiques dans les transports, et d'en préciser les sources pour les différents modes de transport, en lien avec les choix d'utilisation de modes.

2 ETAT DE L'ART : CONFORT ET INCONFORT PSYCHOLOGIQUES DANS LES TRANSPORTS

Pour Dumur & al. (2004), le confort psychologique est défini par les perceptions mentales et physiques ainsi que les émotions ressenties par les utilisateurs lors d'une situation donnée. Cahour (2010, p.13) parle quant à elle de confort et d'inconfort psychologiques, qu'elle définit « *comme un sentiment qui se construit à partir des états affectifs vécus (émotions, sentiments, …) et qui peut être d'origine cognitive ou socio-relationnelle mais qui reste de nature affective* ». Ces définitions insistent sur l'importance des émotions ressenties dans le confort et l'inconfort psychologiques. Ces émotions, composées d'éprouvés psychiques, physiques et de manifestations comportementales (Cosnier, 1994, p.14), résultent de l'évaluation (théorie de l'appraisal) que fait l'utilisateur de son interaction avec l'environnement (Lazarus, 1982). Cette évaluation subjective va être différente suivant la personne qui l'effectue. Les émotions ressenties – et donc le confort ou l'inconfort ressenti – dépendent plus largement du style de vie de l'utilisateur, de son éducation, de ses attentes, de ses besoins, de ses expériences passées, de la situation et du contexte (Dumur & al., 2004 ; Marchand & Weiss, 2009).

Six catégories de sources de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports ont été identifiées dans la littérature (Allinc, Cahour & Burkhardt, 2015) :

- **Normes personnelles et image sociale** : Un fort sentiment d'inconfort peut en effet résulter d'un écart entre les croyances et attitudes d'une personne (e.g. vouloir sauvegarder l'environnement) et son comportement (e.g. utiliser massivement la voiture) (Vaidis & Halimi-Falkowicz, 2007). L'image renvoyée aux autres du fait de la possession (dans le cas de la voiture surtout) et des modes utilisés peut aussi engendrer un confort de conformité lié au besoin d'appartenir à un groupe et de s'identifier aux personnes de ce groupe (Dumur et al., 2004).
- **Interactions sociales : besoin d'être entouré versus besoin d'intimité**. Le besoin d'être avec d'autres personnes ou, à l'inverse, d'être isolé des autres, peut engendrer un sentiment de confort ou d'inconfort selon la situation rencontrée (« socialisation comfort », Dumur & al. 2004). Par exemple dans une enquête (Nova7 & Grand Lyon, 2012), 56% des usagers des transports en commun déclarent un profil « ouvert », cherchant la présence d'autrui, tandis que 19% se déclarent « gênés par les autres personnes », ce besoin pouvant évoluer selon le contexte du trajet, de la journée, etc.
- **Rapport à l'espace : esthétique de l'environnement et espace personnel**. Les émotions des usagers sont influencées par ce qu'ils perçoivent de l'environnement dans lequel ils se trouvent, son esthétique notamment (Stradling, Carreno, Rye, & Noble, 2007). Egalement, un fort sentiment d'inconfort peut découler du partage de l'espace avec d'autres (Evans & Wener, 2007), du fait de la réduction de l'espace personnel (Lecuyer, 1979).
- **Sentiment de sécurité :** Le sentiment de sécurité est un jugement subjectif de la probabilité d'avoir un accident ou de se faire agresser dans une situation donnée (Nordfjaern, Simsekoglu, Brende et al., 2014). Les autres personnes et leurs comportements peuvent en être une source (Stradling & al., 2007). La peur qu'un accident survienne peut avoir plusieurs sources comme le stress de la conduite, le manque d'infrastructure pour les cyclistes partageant le même espace que les voitures, etc.
- **Contrôle du déplacement : contrôle du temps et de la situation**. Le contrôle et la prédiction du temps de trajet renvoient au fait de décider quand partir, quand arriver, et de contrôler le temps que l'on a pour effectuer son trajet (Stradling et al., 2007). Typiquement, se retrouver bloqué dans les bouchons entraîne souvent de l'inconfort chez le conducteur. Le contrôle de la situation renvoie au besoin de la personne de contrôler, en termes de degré de liberté et d'indépendance, son environnement et la situation dans laquelle elle se trouve (Rubens, Gosling, & Moch, 2011). Par exemple conduire dans un environnement inconnu peut diminuer les anticipations possibles, ce qui peut être vécu comme inconfortable comparativement à un environnement bien connu.
- **Charge attentionnelle et multi-activité :** Un sentiment d'inconfort peut être induit par une charge attentionnelle trop élevée (Beirao & Sarsfield Cabral, 2007), comme par exemple lors de la conduite dans un trafic dense. A l'inverse, une charge attentionnelle trop faible peut être à

l'origine d'un sentiment d'ennui et d'inconfort (Gatersleben & Uzzell, 2007). Par ailleurs selon le mode, le trajet peut offrir un moment, un laps de temps, pour engager une autre activité (Joly & Littlejohn, 2007). Selon le contexte et les attentes de l'usager, cette possibilité de multi-activité en mobilité peut induire un sentiment de confort ou d'inconfort.

Notre objectif étant de préciser la nature du confort et de l'inconfort psychologiques et leurs sources dans les situations de mobilité, nous avons réalisé des entretiens centrés sur des situations vécues.

3 METHODE

3.1 Population

25 participants (13 hommes et 12 femmes) âgés de 23 à 62 ans (m= 40 ans, écart type= 14) ont été interviewés. Ils utilisaient la voiture pour plus de la moitié de leur trajets avec en plus d'autres modes de transport (RER, métro, bus, vélo, train, autolib, scooter, etc.). 14 habitent en banlieue, 9 dans Paris intramuros et 2 en Province (mais travaillent sur Paris et en région parisienne).

3.2 Procédure

L'étude s'est déroulée par entretien. Dans une **première phase**, l'entretien portait sur les habitudes relatives au choix modaux (description des modes utilisés dans le cadre d'une semaine habituelle, modes connus, modes disponibles à proximité du domicile). **La seconde phase**, fondée sur la méthode de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1996), visait à explorer l'expérience vécue de situations de confort et d'inconfort dans les transports. L'intervieweur commençait par recueillir les exemples de situations de confort et d'inconfort remémorés par le participant. Il menait ensuite l'entretien d'explicitation sur une situation de confort et une situation d'inconfort choisies parmi ces exemples. Le choix était basé sur un critère de nouveauté par rapport aux situations recueillies auprès des précédents participants, ainsi que sur la précision du souvenir.

3.3 Données recueillies

Les entretiens représentent 30h23min heures d'enregistrement (moyenne=1h17min, max= 1h42min, min= 53min). Le contenu en a été intégralement retranscrit. 63 extraits de verbatim traitant des critères de choix modaux ont été récoltés. La seconde phase sur les situations de confort et d'inconfort dans les transports a permis le recueil de 130 situations représentant 59 situations de conforts, 69 d'inconforts et 2 situations mixtes. Parmi ces 130 situations, 48 ont été approfondies à l'aide de l'entretien d'explicitation : 23 d'inconforts, 23 de conforts et 2 situations mixtes.

3.4 Méthode d'analyse

Phase 1 : Entretien sur les habitudes et choix modaux

Nous avons extrait et analysé les verbatim évoquant le choix de mode de transport pour identifier les raisons invoquées, notamment en termes de sources de confort et d'inconfort psychologiques. Suite à cela, les raisons invoquées ont été rassemblées en 16 catégories qui s'appuient sur une première liste inspirée par les sources identifiées dans la littérature et par les données obtenues. Puis le lien entre les modes de transports cités et les catégories a été relevé.

Phase 2 : Entretiens d'explicitation sur des situations de confort et d'inconfort

A partir des retranscriptions, des résumés d'environ une page ont été effectués pour les 48 situations approfondies. L'expérience rapportée a été divisée en étapes délimitées sur la base d'un changement émotionnel décrit. Ces étapes sont nommées en fonction de l'émotion ressentie et de l'évènement qui a lieu à ce moment-là. Par ailleurs, des chroniques de mobilité, plus précises, ont été construites afin de mettre en évidence : le contexte de la situation, les émotions ressenties, les sources de ces conforts/inconforts, leur intensité, leur temporalité, ainsi que les phénomènes

physiques/mentaux associés à ces émotions, et les ressources que les participants ont mis en place pour y faire face.

4 RESULTATS

Nous présenterons dans un premier temps les résultats obtenus lors de la première phase de l'entretien sur les choix modaux des participants, puis nous aborderons les résultats de la deuxième phase sur les situations de confort et d'inconfort.

4.1 Le choix de mode : un choix multicritère où les facteurs de confort/inconfort dominent

Nous avons identifié 16 types de facteurs invoqués spontanément par les participants pour expliquer leurs choix modaux, que nous regroupons en 3 catégories : 1. Facteurs de confort/inconfort (cités 40 fois): la sécurité, les bouchons, la possibilité de trouver une place pour se garer, le besoin d'intimité, le contrôle du temps, le contrôle de la situation, l'espace personnel, la surcharge attentionnelle et l'esthétique de l'environnement ; 2. facteurs contextuels (cités 28 fois): le moment de la journée, le lieu de déplacement, l'accessibilité des transports, le motif du déplacement, le transport de matériel; 3. facteurs instrumentaux (cités 13 fois): la durée de trajet et le coût. Les participants ont cité 3 fois plus de facteurs de confort et d'inconfort pour expliquer leur choix modaux que de facteurs instrumentaux (coût et temps).

Les participants évoquaient souvent plusieurs raisons pour expliquer leurs choix de mode, qui s'avère par conséquent multicritères. Mathilde explique ainsi préférer la voiture pour aller en banlieue pour le temps de trajet mais aussi parce qu'elle se sent plus en sécurité, et cela surtout le soir « Souvent, si c'est la banlieue, je privilégie la voiture, car les temps de trajet, en transports, sont, souvent, doublés et, parfois, ce sont des coins pas très sympathiques en transports. ».

4.2 Caractérisation de l'expérience vécue de confort et d'inconfort dans les transports

4.2.1 Identification de 2 nouvelles sources de confort et d'inconfort psychologiques

Deux sources que la littérature n'associe pas à un confort ou un inconfort psychologique ont été évoquées.

Les **ambiances sensorielles** font référence à la perception chaud/froid, au bruit, à l'odeur et à la kinesthésie (comment l'utilisateur perçoit le mouvement du mode de transport, s'il avance par à-coups ou doucement). Traditionnellement associée à un risque en termes de confort physique, cette source a été évoquée 17 fois par les participants, 4 fois comme source de confort psychologique et 13 fois comme source d'inconfort psychologique. La situation décrite par Denis qui doit prendre le RER pour aller au théâtre, illustre l'impact que peut avoir une ambiance sensorielle négative sur les émotions ressenties. Après avoir raté un premier RER, ce qui l'a énervé, il décrit « (…) *Comme j'étais un tout petit peu énervé, ça a augmenté le fait qu'il y ait une mauvaise odeur. (…) ça vient en plus, donc, voilà, ça augmente un petit peu le degré (…)*». Il continue en décrivant cette odeur qu'il trouve agressive et qui l'accompagnera tout le long du trajet « je trouve que ça ne sent pas bon. C'est agressif, quoi. C'est quelque chose qui est agressif. Plus que le monde, je trouve, même si le monde, parfois, c'est un peu agressif. ».Une ambiances sensorielle peut aussi être à l'origine d'un sentiment de confort, notamment pour la kinesthésie, lorsque le train avance de manière fluide comme le décrit Laurent « *C'est un côté pas de heurts. C'est un côté ça glisse. Ça glisse. Ça a un côté il n'y a pas de secousses. (…) Tout est coulé. Ça, moi, j'y suis hypersensible. […] c'est des trains qui, à peine ils freinent… C'est tout glissant (…), ça a encore accentué le fait de m'apaiser*». Nous proposons d'associer cette nouvelle source à la catégorie plus générale du **Rapport à l'espace.**

Disponibilité des informations. Le manque d'information sur les évènements en cours est évoqué comme une source d'inconfort dans 6 des situations. Il s'agit de deux trajets en voiture (pas d'information sur les causes d'un bouchon important, perdue sur une autoroute et ne sait pas où aller), un trajet en bus (pas d'information sur le temps d'attente), d'un trajet en métro (changement

de terminus sans explication) et d'un trajet en train (train supprimé sans information sur l'état du trafic). La sixième situation est une situation mixte inconfort/ confort: Laurent n'a pas eu le temps de récupérer sa voiture pour se rendre à un rendez-vous professionnel et a donc dû prendre les transports en commun. Ne sachant quel transport emprunter, il a utilisé l'application pour smartphone de la RATP qui lui a indiqué qu'il devait se rendre à la gare du nord. Son inquiétude venait du fait qu'il ne connaît pas du tout cette gare et où se trouve les lignes de train. En arrivant à la gare du nord, il observe dans un premier temps la présence de panneaux qui lui permettent de trouver les voies pour les Transiliens. Il explique « *J'étais étranger depuis Créteil jusqu'au bout, j'étais étranger.* » Par la suite il demande des renseignements sur le train qu'il doit prendre à des agents RATP et passe alors d'un sentiment d'inconfort à un sentiment de confort du fait qu'il récupère au fur et à mesure des informations qui vont lui permettre d'atteindre son but en respectant ses contraintes horaires. .

4.2.2 Des associations privilégiées entre modes et sources de confort et d'inconfort psychologiques

L'analyse a également porté sur les liens préférentiels entre les sources de confort et d'inconfort psychologiques et les modes de transports, le tableau ci-dessous reprend les modes et sources les plus citées par les participants (tableau 1). Nous discutons à la suite les quatre modes présentés (voiture, métro, RER et train).

		Rapport à l'espace	Contrôle du déplacement	Interaction sociale	Sentiment in/sécurité	Charge attentionnelle et multi-activité	Disponibilité des informations	SOUS TOTAL	TOTAL
Voiture	Confort	6	19	7				32	63
	Inconfort	5	15		5	4	2	31	
Métro	Confort	3	1	2		1		7	33
	Inconfort	11	2	5	4	2	2	26	
RER	Confort	5		2				7	25
	Inconfort	7	5		2		4	18	
Train	Confort	8	3	2	1	3	1	18	19
	Inconfort		1					1	
TOTAL		56	51	25	18	11	10	171	

Tableau 1. Nombre de citations des sources de confort et d'inconfort en fonction du mode de transport

La voiture est le mode le plus cité (63 fois), et est associée à quasiment autant de sources de confort que d'inconfort (Tableau 1). Les participants ont principalement évoqué le contrôle du déplacement comme source de confort (19 fois) et d'inconfort (15 fois). Comme le décrit Philippe, la voiture est un mode qui permet d'avoir un contrôle sur son environnement « Je mets la station de radio que je veux. (…) Je fais ce que je veux dans la voiture. ». Néanmoins cette sensation de contrôle peut disparaître lorsque les participants se retrouvent bloqués dans les bouchons lors des heures de pointe. Une seconde source de confort concerne le rapport à l'espace. En effet, le véhicule offre un espace personnel important pour les participants ainsi que la possibilité d'observer le paysage. Dans certaines conditions, le rapport à l'espace est aussi une source d'inconfort, notamment lors de forte chaleur, en absence de climatisation, ou encore quand l'environnement visuel est jugé désagréable. Une autre source d'inconfort citée par les participants est le sentiment d'insécurité et plus précisément la peur de l'accident. La dernière source de confort est l'interaction sociale, l'espace clos offert par le véhicule permet, d'après les participants, d'avoir des interactions sociales de meilleure qualité, car plus intimes.

Le métro est le deuxième mode le plus cité par les participants (33 fois). Il est plus associé à l'inconfort (26 fois) qu'au confort (7 fois). Le rapport à l'espace est la source d'inconfort la plus citée (11 fois) et concerne la saleté, le fait d'être sous terre et de ne pas pouvoir profiter du paysage, le bruit ainsi que la chaleur. Par exemple, Faustine décrit « (…) C'était, vraiment, une sensation de

malaise total. (…) Principalement à cause de la chaleur qu'il faisait et du manque d'air. » (Faustine). Le manque d'espace personnel (trop de monde) est aussi une source d'inconfort évoquée par les participants dans les situations rapportées.

Le RER (25 fois), comme le métro, est majoritairement associé à des sources d'inconfort. La source la plus citée est le rapport à l'espace. En effet, les participants ont cités à plusieurs reprises le manque d'espace, surtout aux heures de pointe et le manque de contrôle sur la situation, notamment en cas de problème de transport. Néanmoins, des éléments de confort ont aussi été rapportés pour les ambiances sensorielles notamment, comme le décrit Aurélie au niveau du bruit et du mouvement du RER « (…) quand il commence vraiment à se lancer ça commence à devenir agréable. Ça fait plus ou moins vraiment comme un bruit de train à l'ancienne et puis voilà-il commence le grand virage vers Sucy en brie (…) ».

Le train, quatrième mode le plus cité (19 fois), est principalement associé au confort. Certains participants ont évoqué la fluidité du mouvement du train (ambiance sensorielle) comme source de confort comme le décrit Laurent cité ci-dessus. Pour Franck, c'est l'ensemble bruit, changement de paysage et mouvement du train qui est à l'origine de son confort : « C'est un ensemble de paramètres qui se mettent en liaison. Il y a les bruits différents. Il y a l'environnement visuel différent. Il y a la vitesse qui est constante. Il y a un bruit qui est un peu adouci, bien qu'électrique. ».

4.2.3 Rôle de l'anticipation dans le confort et l'inconfort ressentis

Une amélioration du ressenti est rapportée par certains participants du fait de l'anticipation d'une situation future plus confortable. Certains participants, anticipent la sensation de confort, l'idée même d'utiliser un mode qu'ils apprécient leur permet de passer d'un état d'inconfort à un état de confort avant même d'être dans la situation d'usage du mode. Par exemple, Nathalie décrit lorsqu'elle quitte le métro pour ensuite aller prendre le tramway *« avant de prendre le tramway déjà quand je sors du métro ça va mieux parce que je me dis le prochain que je vais prendre c'est quelque chose de plus confortable. »*.

4.2.4 Confort et inconfort psychologique : des composantes physiques et psychiques

A travers les entretiens, nous avons observé que le confort et l'inconfort psychologiques ressentis par les participants pouvaient être accompagnés d'éprouvé physiques et psychiques.
Par exemple, Nathalie raconte, quand elle quitte le périphérique pour entrer dans Paris *« Je pense mon corps il doit être habitué, à ce moment-là il n'est plus raide, à ce moment-là il n'est pas pareil. [...] Même mon corps il est plus détendu, il est plus relâché. »* (Nathalie). Les sensations physiques que ressent Nathalie sont en accord avec ses sensations psychologiques, son stress diminue, son corps se détend. Robin quant à lui a décrit un trajet en métro où il y a beaucoup de monde, le fait de ne pas avoir d'espace entraîne un sentiment d'inconfort psychologique et physique *: « Oui, physiquement, mentalement ; Je n'aime vraiment pas. J'aime bien avoir une bulle et, dès que l'on commence à rentrer dedans, c'est vrai que je n'aime pas.* » (Robin).

Deux types d'éprouvés psychiques sont observés: 1. tourné vers l'extérieur, la perception qu'a le participant de son environnement est modifiée, comme le décrit Anna qui effectue un trajet en voiture en famille *« (…) Le monde autour il est amical, c'est comme si j'avais l'impression qu'il était amical (…) »* (Anna) et 2. centré sur soi, comment le participant se sent mentalement, Henri qui effectuait un trajet en covoiturage avec des covoitureurs ne souhaitant pas discuter alors qu'ils étaient bloqués dans les bouchons explique *« j'ai l'impression d'être incarcéré. (…) »*.

4.2.5 Ressources mobilisées pour faire face à l'inconfort

En situation d'inconfort, certains participants mobilisent des ressources afin de faire face et diminuer cet inconfort ressenti. Nous avons relevé 6 types de ressources :

(1) **Diagnostic de la situation :** le participant cherche à comprendre la situation, il se pose des questions sur les évènements qui ont lieu. C'est le cas de Franck lorsque le RER qu'il prend s'arrête entre deux gares : *« Ça y est. Qu'est-ce qu'il se passe ? Qu'est-ce qu'il y a ? Qu'est-ce qui ne va pas ? »*.

(2) **Recherche de solution :** le participant recherche une solution afin d'essayer de palier au problème qu'il rencontre. Corentin, lors de son trajet en métro constate que le temps d'attente pour le métro est indiqué par des signes ++. Il explique : *« J'ai commencé à regarder… s'il y avait moyen de rentrer à la maison en RER B […] essayer de trouver un bus »*.

(3) **Action** : mise en place d'une ou plusieurs actions par les participants dans le but de faire face à leur inconfort et augmenter le confort ressenti. Mathilde, qui lors d'un trajet en RER se retrouve face à deux personnes droguées. Se sentant en danger elle décide de sortit pour échapper à la situation *« Non, après, on est arrivé en station, (…) Je me suis levée… (…) »*.

(4) **Support social :** Ce type de ressource consiste à s'appuyer sur les personnes présentes afin de diminuer l'inconfort ressenti. Faustine a décrit une situation d'inconfort dans le métro où il y avait beaucoup de monde. Elle avait peu d'espace, se sentait mal. Des enfants ont commencé à faire des blagues : *« Les enfants dédramatisaient la situation en faisant des petites blagues sur la situation, justement, donc, ça permettait, un peu, de…, de détendre l'atmosphère »*.

(5) **Décharge émotionnelle :** relâcher les émotions ressenties afin de pouvoir les évacuer et diminuer leur intensité. C'est la ressource utilisée par Aurélie lorsque la camionnette devant elle a pilé pour se garer *« (…) le fait de me mettre à pester, de jurer comme un charretier c'est aussi une façon pour moi de faire descendre de l'énergie (…). ».*

(6) **Résignation :** l'acceptation de la situation, faire avec et subir. Marie, se rendant compte qu'elle est en retard car son train a été supprimé s'exprime ainsi *« Je ne pouvais pas faire autrement. Même si c'était annulé ou quoi que ce soit… Je n'avais plus le choix »*.

5 CONCLUSION

La première partie de cette étude a montré que le confort et l'inconfort psychologique ont un poids dans la décision d'utiliser un mode de transport. Ainsi ce choix ne dépend pas uniquement du coût et du temps, mais aussi de l'interaction entre et avec les facteurs de confort et d'inconfort, ainsi que les facteurs de contexte (heure, lieu, contraintes, etc.).

L'analyse de l'expérience approfondie au moyen de l'entretien d'explicitation a permis d'identifier deux nouvelles sources de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports : les ambiances sensorielles et la disponibilité des informations. La disponibilité des informations va jouer sur le pouvoir d'agir de l'utilisateur, dans le sens où il aura la possibilité d'entamer une action afin de pouvoir faire face au problème qu'il rencontre lors de son trajet. Comprendre les évènements en cas de problème va permettre d'anticiper, de se projeter dans la suite du trajet. Les ambiances sensorielles identifiées comme source de confort et d'inconfort psychologiques dans les transports se rapprochent des concepts d'ambiance en ergonomie et des questions du confort et de l'inconfort physique plus largement. Plusieurs auteurs définissent le confort comme une forme d'harmonie entre l'état physique et psychologique d'une personne et son environnement (Slater, 1985 cité par De Looze, Kuijt-Evers, & Van Dieën, 2003), les deux ayant un impact l'un sur l'autre. Cela se rapproche de la définition des émotions qui outre une composante psychologique ont aussi une composante physique (Cahour, 2010). La frustration par exemple va être ressentie psychologiquement et physiquement avec une sensation de tension, comme l'ont décrit certains participants.

Une différenciation nette entre le confort psychologique et physique ne semble donc pas être ce qu'il y a de plus pertinent. Mettre un de ces éléments de côté empêche d'avoir une partie des informations sur le ressenti des utilisateurs. En effet comme montré ci-dessus, l'expérience vécue rapportée par les participants est composée de confort/inconfort physique et psychologique.

Ces travaux ont été financés par l'institut VEDECOM, les auteurs remercient Patricia Jonville pour sa contribution à cette étude.

6 BIBLIOGRAPHIE

Allinc, A., Cahour, B., & Burkhardt, J. M. (2015, July). Psychological comfort and discomfort in transport modes. In *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2015* (p. 34). ACM.

Beirão, G., & Cabral, J. S. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport policy*, *14*(6), 478-489.

Cahour, B. (2010) Emotions, affects et confort comme nouveaux déterminants de l'activité et de l'usage In G.Valléry, M.Zouinar, MC., « Ergonomie des produits et des services médiatisés : nouveaux territoires, nouveaux enjeux », Paris, France : PUF.

Cosnier, J. (1994). *Psychologie des émotions et des sentiments* (pp. 79-85). Paris: Retz.

De Looze, M. P., Kuijt-Evers, L. F. M., & Van DieëN, J. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. *Ergonomics*, *46*(10), 985–997.

Dumur, E., Barnard, Y., & Boy, G. (2004). Designing for comfort. *Human factors in design*, 111-127.

Evans, G. W., & Wener, R. E. (2007). Crowding and personal space invasion on the train: Please don't make me sit in the middle. *Journal of Environmental Psychology*, *27*(1), 90–94.

Gatersleben, B., & Uzzell, D. (2007). Affective appraisals of the daily commute: Comparing perceptions of drivers, cyclists, walkers, and users of public transport. *Environment and behavior*, *39*(3), 416-431.

Joly, I., & Littlejohn, K. (2007, March). Les temps de transport: double regard des approches sociologique et économétrique. In *7ème colloque du groupe de travail «Mobilité spatiale et fluidités sociales» de l'AISLF*.

Lazarus, R. S. (1982). Thoughts on the relations between emotion and cognition. *American psychologist*, *37*(9), 1019.

Lecuyer, T. (1976). Psychosociologie de l'espace3. II. Rapports spatiaux interpersonnels et la notion d'«espace personnel. *L'Année psychologique*, *76*(2), 563-596.

Marchand, D., & Weiss, K. (2009). Représentations sociales du confort dans le train: vers une conceptualisation de la notion de confort social. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, (4), 107–124.

Nordfjærn, T., Şimşekoğlu, Ö., Lind, H. B., Jørgensen, S. H., & Rundmo, T. (2014). Transport priorities, risk perception and worry associated with mode use and preferences among Norwegian commuters. *Accident Analysis & Prevention*, *72*, 391-400.

Nova7 & Grand Lyon (2012). Etude exploratoire sur les perceptions du temps et les activités dans les transports en commun. Lyon, France

Oborne, D. J. (1978). Passenger comfort—an overview. *Applied ergonomics, 9*(3), 131-136.

Rubens, L., Gosling, P., & Moch, A. (2011). Favoriser le report modal: connaître les raisons liées au choix d'un mode de déplacement pour le changer. *Pratiques psychologiques*, *17*(1), 19-29.

Steg, L. (2005). Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *39*(2), 147-162.

Stradling, S., Carreno, M., Rye, T., & Noble, A. (2007). Passenger perceptions and the ideal urban bus journey experience. *Transport Policy*, *14*(4), 283-292.

Vaidis, D., & Halimi-Falkowicz, S. (2007). La théorie de la dissonance cognitive: une théorie âgée d'un demi-siècle. *Revue électronique de Psychologie sociale*, *1*, 9-18.

Vermersch, P. (1996). L'entretien d'explicitation (7th ed.). Issy Les Moulineaux: ESF

Analyser l'acceptation des technologies par les aînés dans le cadre de la conception participative d'un calendrier interactif (« Amelis »).

Porcher-Sala Amandine, Chauvin Christine, Guérin Clément
Université de Bretagne-Sud – Lab-STICC
Centre de recherche, BP 92116
56321 Lorient cedex, France
amandine.porcher@univ-ubs.fr; christine.chauvin@univ-ubs.fr; clement.guerin@univ-ubs.fr

Pigot Hélène et Lorrain Dominique
Université de Sherbrooke
2500 boul. Université
Sherbrooke, QC.
Canada, J1K 2R1

helene.pigot@usherbrooke.ca; dominique.lorrain@usherbrooke.ca

Catégorie de soumission : Doctoriales

RÉSUMÉ

Dans un contexte de vieillissement de la population, les technologies se développent pour l'assistance à la vie quotidienne des aînés. Pour que ces technologies trouvent une pertinence réelle, encore faut-il qu'elles soient acceptées par les utilisateurs. Cependant, les modèles d'acceptation des technologies s'ancrent difficilement dans le cadre disciplinaire de la gérontologie, et leur cohérence empirique avec l'expérience réelle du vieillissement pourrait être améliorée. L'objectif général de cette thèse est donc de proposer une théorisation inédite du processus d'acceptation de la technologie par les aînés. Pour théoriser ce phénomène, nous mettons en œuvre une démarche scientifique empirico-inductive. Nous procédons par théorisation ancrée (Paillé, 2017) dans l'expérience vécue par les aînés durant la conception participative et interdisciplinaire d'un calendrier interactif (Amelis). Sur le plan méthodologique, la conception d'Amelis est donc un moyen au service de la recherche qui vise à théoriser le processus d'acceptation.

MOTS-CLÉS
acceptation des technologies, personnes âgées, calendrier interactif, conception participative, théorisation ancrée.

1 INTRODUCTION

Amelis est un calendrier électronique interactif destiné aux personnes âgées. Cet artefact est développé au sein du laboratoire DOMUS de l'Université de Sherbrooke grâce à une démarche de conception participative. Les participants aînés sont recrutés au sein de deux structures partenaires de la recherche : une résidence autonomie de statut associatif d'une ville de Bretagne (France) et une coopérative de solidarité en habitation située en Estrie (Québec). Le projet repose sur des interactions entre des chercheurs en informatique, en gérontologie, en ergonomie, et des aînés.

L'objectif de cette thèse est de proposer une théorisation du processus d'acceptation d'un calendrier interactif (Amelis) par des aînés. En effet, nous défendons l'idée que le processus

d'acceptation d'une technologie par des aînés met en jeu des dimensions spécifiques liées au vieillissement, et que ces dimensions ne sont pour l'instant pas suffisamment prises en compte dans les modèles d'acceptation des technologies existants. Nous réalisons donc d'une recherche empirico-inductive au cours de laquelle le travail de conceptualisation du processus d'acceptation repose sur une analyse par théorisation ancrée (Paillé, 2017). Ce travail de théorisation est ancré dans la démarche de conception participative du calendrier Amelis. Sur le plan méthodologique, la conception de la technologie est saisie comme un moyen pour la conceptualisation scientifique.

2 REFERENTS THEORIQUES

2.1 Le calendrier, plus qu'un aide-mémoire

Selon Harris (1980), un AME correspond à un type de stratégie mnésique compensatoire mise en place pour soutenir l'activité quotidienne. Il peut s'agir par exemple d'une liste, d'un pense-bête ou d'un nœud dans un mouchoir. En tant qu'aide-mémoire externe, Amelis devrait donc offrir une assistance à l'orientation et l'organisation temporelle ainsi qu'un soutien aux différents systèmes de mémoire sensibles aux effets de l'âge (Luo & Craik, 2008). Cependant, une analyse de contenu thématique de la littérature sur les AME développés pour les aînés nous invite à considérer qu'un calendrier interactif peut représenter bien plus qu'une aide pour la mémoire. En effet, 8 fonctions utiles potentielles liées à l'usage d'un AME ont été thématisées. Ainsi, la technologie Amelis pourrait trouver une fonction d'organisation du temps et de soutien cognitif, mais aussi une fonction procédurale, affective, de sécurité, identitaire, de participation sociale ou permettre de développer des connaissances. Néanmoins, ces fonctions supplémentaires d'un AME sont « potentielles », elles ne se réalisent pas nécessairement. En effet, pour qu'un calendrier interactif développe davantage que son potentiel d'aide-mémoire, encore faudrait-il qu'il soit accepté par les utilisateurs. Cette thématique de l'acceptation est récurrente dans les articles étudiés, mais elle n'est ni définie, ni rattachée à des modèles. Pourtant, plusieurs théories sur l'acceptation des technologies existent.

2.2. Théories et modèles d'acceptation des technologies

Les théories de l'acceptation des technologies s'articulent le long d'un continuum temporel qui va de « avant » la confrontation entre les utilisateurs et la technologie, jusque « pendant » son usage réel. Dès « avant l'usage », l'acceptabilité sociale s'intéresse aux intentions d'usage dans le futur, en fonction des normes, valeurs ou représentations sociales (Pasquier, 2012). Dans le cadre de l'ergonomie des IHM (Barcenilla, & Bastien, 2009), l'acceptabilité pratique considère qu'un système sera d'autant plus acceptable qu'il permettra de répondre aux besoins instrumentaux de l'utilisateur, en lui procurant une expérience utilisateur satisfaisante. Dans l'usage réel, l'acceptation peut être appréhendée au travers de la relation instrumentale construite entre l'utilisateur et l'artefact. La théorie instrumentale (Rabardel, 1995), étudie comment l'utilisateur s'approprie l'artefact comme un réel instrument. Au-delà de ce rapport instrumental, la théorie de l'acceptation située (Bobillier Chaumon, 2016) analyse l'acceptation des effets de l'utilisation de la technologie sur l'ensemble des dimensions personnelles, impersonnelles, interpersonnelles et transpersonnelles de l'activité. L'articulation de ces théories sur un continuum temporel permet d'envisager l'acceptation davantage comme un processus situé que comme un état.

2.3. Vieillissement et acceptation des technologies

Avec les modèles de l'acceptabilité sociale, il est possible de repérer auprès des personnes âgées tout un ensemble de facteurs subjectifs individuels (Bobillier Chaumon, Cros, Vanhille, & Batisse, 2012), et sociaux (Reerink-Boulanger & *al.*, 2010) pouvant aider à formuler un pronostic quant à l'accueil d'une technologie par ce public. Cependant, la compréhension du processus d'acceptation par les aînés reste encore à spécifier. En effet, selon les résultats d'analyses de la littérature (Chen & Chan, 2011 ; Peek & *al.*, 2014), différentes limites existent concernant l'étude de l'acceptation des technologies par les personnes âgées. Ces analyses révèlent notamment que les

recherches sur l'acceptation des technologies par les aînés ne mobilisent que rarement des modèles et théories déjà existants. Elles indiquent par ailleurs que les modèles d'acceptation existants ne s'ancrent pas dans le cadre disciplinaire de la gérontologie, qu'ils ne rendent pas suffisamment compte de facteurs appartenant à l'expérience du vieillissement dans l'ensemble de sa dimension biopsychosociale. De plus, les études sur l'acceptation des technologies concernent majoritairement le domaine du vieillissement pathologique et de l'intervention gériatrique. De ce fait, les aînés faisant l'expérience d'un vieillissement normal échappent en partie aux recherches.

3. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

D'après l'étude des référents théoriques, il existe donc un enjeu de compréhension du processus d'acceptation des technologies d'assistance à la vie quotidienne par des aînés faisant l'expérience d'un vieillissement normal. Sur le plan scientifique, il serait intéressant de tendre à une spécification des modèles d'acceptation déjà existants. Cela suppose un travail conceptuel développé en cohérence avec les théories du vieillissement et avec l'expérience réelle des aînés. L'objectif général de notre recherche est donc de comprendre le processus d'acceptation d'une technologie chez des aînés faisant l'expérience d'un vieillissement normal. Nous souhaitons théoriser les concepts organisateurs du processus d'acceptation technologique par des personnes aînées, en prenant en compte la dynamique ainsi que le caractère expérientiel réel et situé de ce processus. Cet objectif général se situe dans le contexte du projet de conception participative d'Amelis. L'objectif spécifique de la recherche est donc de produire la théorisation de l'acceptation du calendrier interactif par des aînés participant à la conception de cette technologie.

Nous nous attendons à ce que l'ancrage de nos analyses dans l'expérience réelle des aînés qui participent à concevoir Amelis permette de faire émerger des concepts de l'acceptation en lien avec le vieillissement dans l'ensemble de ses dimensions biopsychosociales. De plus, nous nous attendons à ce que la modélisation qui résultera des analyses puisse être mise en perspective avec les théories existantes, ouvrant ainsi à de possibles actualisations des modèles d'acceptation.

Deux principes méthodologiques (présentés au point 4.) découlent de ces objectifs. D'abord, l'analyse de l'acceptation suppose d'étudier ce phénomène dans toute sa complexité, à différents moments de son développement chez les aînés. Il s'agit de saisir les moments de transformation de l'acceptation pour pouvoir comprendre ce phénomène. Ainsi, le 1er principe méthodologique est de « transformer pour comprendre ». Cette compréhension doit permettre de dégager les concepts organisateurs du processus d'acceptation tel qu'ils émergeront de l'expérience vécue par les aînés, soit de théoriser. La théorisation pourra être figurée par un modèle. Le 2ème principe méthodologique est donc « comprendre pour modéliser ». Ces principes structurent la stratégie méthodologique de notre recherche empirico-inductive.

4. PRINCIPES METHODOLOGIQUES

Le 1er principe de « transformer pour comprendre » réfère à la clinique de l'activité qui propose que « provoquer le développement d'une activité à l'aide de méthodes d'action est le moyen d'en étudier la structure développementale » (Clot & Leplat, 2005). Appliqué à la recherche Amelis, on considère que la conception participative d'Amelis puis son usage à domicile par des aînés sont les méthodes d'actions qui provoqueront des transformations du rapport d'acceptation de cette technologie par les aînés. En provoquant ces transformations il sera alors possible d'en étudier la structure conceptuelle et développementale. Afin de provoquer des mouvements de transformation de l'acceptation, la conception participative d'Amelis représente une opportunité. Aussi, des études de conception (4.1) et d'usage auront lieu (4.2). Cette succession d'études crée une multitude d'occasions de confrontation entre les aînés et la technologie Amelis. Ces confrontations ont une double portée développementale : l'artefact évolue (objectif de conception), ainsi que le rapport d'acceptation entre les aînés et la technologie (objectif de théorisation).

Dans le cadre de notre recherche empirico-inductive, l'ancrage empirique des analyses dans l'expérience vécue est un prérequis pour découvrir les concepts émergents relatifs à l'acceptation de

la technologie par les aînés. C'est à partir de cette compréhension qu'il est possible de théoriser puis de proposer un modèle : d'où le second principe de « comprendre pour modéliser ». Pour cela, nous procéderons par théorisation ancrée (TA) : « une démarche de conceptualisation avancée des phénomènes étudiés qui procède par un solide ancrage dans les données empiriques issues de l'enquête et qui porte sur l'action et l'expérience des personnes et non sur la forme des discours. » (Paillé, 2017). La TA permet une compréhension et une construction conceptuelle de phénomènes vécus. Elle présente un pouvoir de généralisation tout en restant fortement ancrée dans le réel de l'expérience de conception et d'utilisation d'Amelis par les aînés. Cet ancrage empirique fonde la validité de sens de l'analyse. Dans cette démarche empirico-inductive, les hypothèses émergent progressivement de l'analyse des données. Elles forment des propositions sur le sens d'un phénomène, validées grâce à la comparaison constante et l'ancrage dans les données empiriques. Le travail du chercheur implique six étapes d'analyses aboutissant à la production d'une théorisation inédite du phénomène étudié (5.). Ces étapes permettent une montée progressive en abstraction.

4. PROTOCOLE DE RECHERCHE

La figure 1 représente l'articulation entre les fondements méthodologiques et le protocole de la recherche. La partie basse montre l'ancrage empirique de la recherche. On retrouve les étapes de conception avant et pendant l'usage d'Amelis qui permettront de développer le système Amelis mais aussi le processus d'acceptation de la technologie. Les techniques de recueil de données mises en œuvre dans les deux blocs méthodologiques permettent de construire le corpus à partir duquel le phénomène d'acceptation sera conceptualisé. La partie haute du schéma présente la progression par théorisation ancrée.

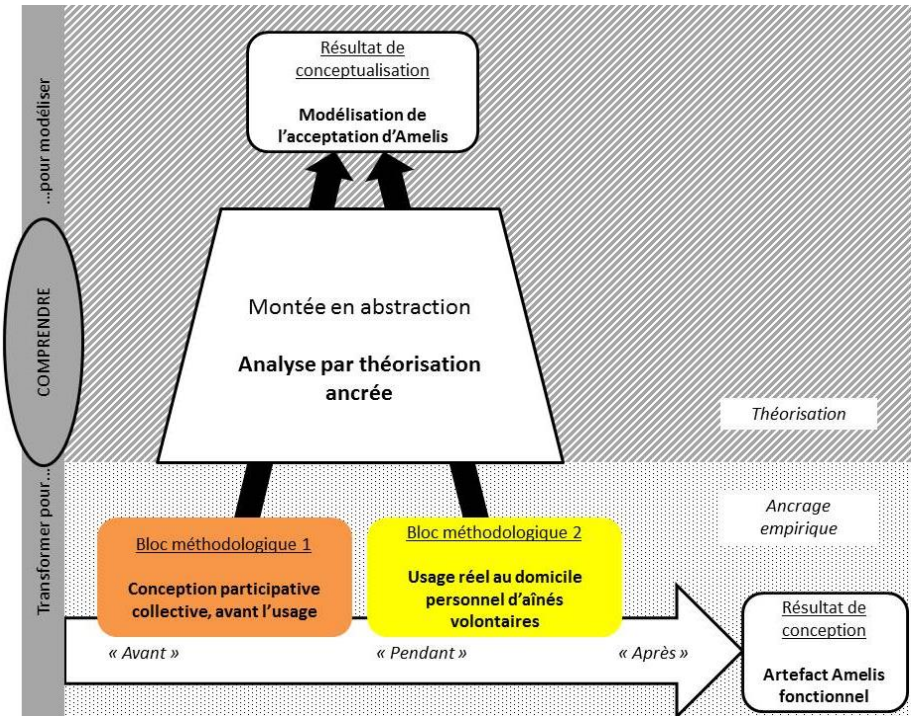


Figure 1: schéma de synthèse de la méthodologie de recherche Amelis

4.1. Bloc méthodologique 1 : Conception participative (avant l'usage)

Pour concevoir le calendrier Amelis il est important de tenir compte des attentes et besoins des aînés. Aussi, une démarche de conception interdisciplinaire et participative a été déployée auprès de ce public. L'ensemble des acteurs concernés par la création de l'artefact sont associés, « leur participation étant basée sur leurs connaissances plutôt que leurs rôles. » (Caelen, 2004). Un entretien collectif et trois ateliers de prototypage ont été organisés. Les résidents des établissements partenaires participaient volontairement, aucun critère de recrutement n'était fixé.

L'entretien collectif avait pour objectif de confronter les pratiques d'organisation temporelle des participants et leurs représentations *a priori* sur une technologie telle qu'un calendrier électronique. L'atelier 1 visait la conception de l'interface du calendrier. L'atelier 2 portait sur les modalités d'interactions tactile, vocale et avec un agent virtuel. La conception de l'agent virtuel était l'objet de l'atelier 3. Pour faciliter les échanges, différents supports d'animation ont été proposés comme : photolangage, vidéos, fabrication de maquettes ou jeux de rôle. Les rencontres étant filmées, le corpus de données contient les *verbatims* et les productions collectives (ex : maquettes). Pour la conception, les analyses sont construites sur les critères d'ergonomie des IHM mais aussi sur des modèles plus spécifiques (ex : modèle de personnalité *Big Five* pour caractériser l'agent virtuel).

4.2. Bloc méthodologique 2 : Expérimentations à domicile (usage réel)

Dans la phase 2 (durée : 12 semaines), le prototype d'Amelis est testé individuellement au domicile de quatre aînés recrutés sur des critères cognitifs, temporels, sociobiographiques, sensoriels et matériels. Plusieurs rencontres individuelles sont organisées: un entretien de recrutement, au moins deux séances de formation, un suivi téléphonique, deux tests d'usage à partir de scenarii proposés par les chercheurs (un test au début, puis un à la fin du protocole), un entretien à visée d'explicitation puis un entretien de bilan. Le protocole se termine par une réunion de synthèse avec l'ensemble des participants. La succession de ces rencontres permet de reconnaître un rôle de co-analyste au participant : plus son expérience d'Amelis augmente, plus le chercheur lui propose de l'analyser. D'autres données sont enregistrées : les logs informatiques d'utilisation de l'artefact et les dialogues participant-agent virtuel. La phase 2 du protocole permet donc de recueillir des *verbatims*, des observations, et des traces d'usage informatiques. Pour la conception, ces données sont analysées par études d'usage en mobilisant la théorie instrumentale (Rabardel, 1995). La genèse instrumentale, ses leviers et freins, sont étudiés.

5. METHODE D'ANALYSE DES DONNEES POUR L'ACCEPTATION

Théoriser par Théorisation Ancrée (TA) implique de découvrir des catégories conceptuelles dans un corpus de données. Les catégories vont « émerger du terrain » au fil des interactions entre le chercheur, le corpus de données et le terrain. Ces interactions ne sont pas arbitraires, elles se structurent en six étapes qui ne sont pas nécessairement conduites de façon linéaire (principe de comparaison constante). La théorisation ancrée débute par un examen phénoménologique des données. La description contextualisée du phénomène est produite, ce qui crée les bases essentielles de l'ancrage empirique de la TA. Ensuite, l'analyse par catégories conceptualisantes débute. Une catégorie est une production textuelle qui qualifie un phénomène étudié. Les catégories sont ensuite organisées, reliées, et la nature de leurs liens est qualifiée. Cette mise en relation crée une structure conceptuelle du phénomène pouvant être très complexe. Le chercheur procède alors à une intégration par resserrement analytique. L'analyse se centre sur des catégories significatives qui ont un rôle de fil conducteur pour la théorisation. Cette structure resserrée autour d'une catégorie de sens propose une théorisation inédite du phénomène à partir de laquelle créer un modèle (qui figure la théorisation de façon suffisamment instructive).

6. CONCLUSION : ETAT D'AVANCEMENT ET CONTRIBUTIONS ATTENDUES

Les deux phases du protocole ont été conduites au Québec. En France, toutes les rencontres collectives de conception « avant l'usage » ont été réalisées. Un ajustement a toutefois été nécessaire pour les participants français qui souhaitaient participer au projet mais sans prendre part à une discussion collective. Ainsi, des entretiens individuels ont été conduits parallèlement à l'atelier 2 (conception des interactions). Ces entretiens suivaient une trame d'entretien reprenant les objectifs de l'atelier 2, auxquels s'ajoutaient des questions individuelles sur la vie quotidienne et le rapport aux technologies. La mise en œuvre de la seconde phase du protocole en France fait face à deux freins majeurs: le matériel n'est pas disponible dans les délais de la recherche, et, aucun résident aîné ne souhaite participer au protocole à domicile. Un réaménagement de la méthode

semble inévitable. Nous souhaitons que, *a minima*, les résidents soient confrontés individuellement au prototype Amelis fonctionnel, dans des conditions les plus écologiques possibles. A ce jour, la pertinence, la faisabilité et la méthodologie de cette modification sont à étudier.

Des apports théoriques, méthodologiques et pratiques sont attendus de cette recherche. Ces contributions portent sur la conception participative et interdisciplinaire, la méthodologie et les outils d'analyse du processus d'acceptation de la technologie, la proposition d'une théorisation inédite de ce processus, et la formation des aînés à l'usage de technologies. La théorisation ancrée du processus d'acceptation d'une technologie par des aînés représente cependant la principale contribution de cette thèse. Cette analyse devrait améliorer l'ancrage des modèles d'acceptation dans la discipline gérontologique, et leur cohérence empirique avec l'expérience du vieillissement. Formalisée par un modèle, cette théorisation pourra être mobilisée par les professionnels de terrain qui expriment leur besoin de se préparer aux changements liés à l'introduction progressive de technologies dans leurs établissements, pour les aînés mais aussi les professionnels.

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Barcenilla, J., & Bastien, J. M. C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le Travail Humain, 72*, 311-331.

Bobillier Chaumon, M.E. (2016). Acceptation située des TIC dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du travail et des organisations, 22*, pp.4-21

Bobillier Chaumon, ME ; Cros, F. ; Vanhille, M. & Batisse B. (2012). *Conditions d'usage d'une technologie de télé-lien social par des personnes âgées : Enjeux psycho-ergonomiques pour le maintien à domicile*. Congrès International Ergo-IHM 2012, Biarritz, France.

Caelen, J. (2004). *La conception participative d'objets interactifs : principes, méthodes et instrumentalisation*. GDR « Cognition et TIC », Carry le Rouet, France, sept. 2004.

Chen, K. & Chan, A.H.S (2011). A review of technology acceptance by older adults. *Gerontechnology, 10(1),* pp.1-12. DOI: http://dx.doi.org/10.4017/gt.2011.10.01.006.00

Clot, Y. & Leplat, J. (2005) La méthode clinique en ergonomie et en psychologie du travail. Le travail humain, 68, 289-316. DOI : 10.3917/th.684.0289

Harris, J.E. (1980) Memory Aids People use: Two Interview Studies. *Memory & Cognition,8(1),* pp. 31-38.

Luo, L. & F. Craik. (2008) Aging and Memory: A Cognitive Approach. *The Canadian Journal of Psychiatry, 53*. 346-353.

Paillé, P. (2017, à paraître). L'analyse par théorisation ancrée. Dans M. Santiago-Delefosse et M. Del Rio Carral (dir.), *Manuel pratique de méthodes qualitatives en psychologie et sciences humaines.* Paris : Dunod.

Pasquier, H. (2012) *Définir l'acceptabilité sociale dans les modèles d'usage : vers l'introduction de la valeur sociale dans la prédiction du comportement d'utilisation*. Thèse de doctorat en Psychologie. France : Université Rennes 2.

Peek, S.; Wouters, E.; Van Hoof, J.; Luijk, K.; Boeije, H. & Vrijhoef, H. (2014) Factors influencing acceptance of technology for aging in place: A systematic review. *International Journal of medical informatics, 83*, pp. 235-248.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.

Reerink-Boulanger, J., Somat, A., Terrade, F., Jamet, E., & Juhel, J. (2010). *Etude comparative des effets du caractère social des conduites sur l'acceptabilité des services de maintien à domicile chez les personnes âgées*. Colloque Ergo IA 2010. Biarritz, France, OctSchils,

Automatiser la manutention du charbon, une activité de conception organisationnelle considérant des compétences futures

Irène Gaillard
Université de Toulouse, CERTOP / IPST-Cnam, MSHT, 5 allées Antonio Machado, 31 058 Toulouse cedex 9
irene.gaillard@ipst-cnam.fr

Agathe Lecoester
Justine Forrierre
Francis Six
Université de Lille 3, Laboratoire PSITEC, UFR Psychologie, Domaine universitaire du pont de bois, BP 60149 - 59653 Villeneuve d'Ascq cedex
agathe.lecoester@hotmail.fr
justine.forrierre@univ-lille3.fr
francis.six@univ-lille3.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Ce texte se base sur la thèse d'Agathe Lecoester (2015) menée dans une industrie sidérurgique automatisant des opérations de manutention de charbon afin d'optimiser ses effectifs. Les réunions de conception de l'organisation ont constitué un observatoire des activités de conception organisationnelle des ingénieurs et des opérateurs impliqués. Considérant la connaissance de l'activité réelle comme un moteur du travail d'organisation, la contribution de l'ergonome a consisté à centrer les réunions sur l'analyse de l'activité et l'approche du futur fonctionnement organisationnel. Neuf réunions du groupe de travail ayant pour objectif de préciser l'organisation du travail ont été analysées. Il apparaît qu'au cours des échanges la question des compétences a été mobilisée pour se mettre d'accord sur les compétences futures, pour faire des choix organisationnels et préparer la négociation de la redéfinition des missions et des rôles de chacun, des moyens matériels et de formation auprès de la direction.

MOTS-CLÉS
Conception organisationnelle, organisation du travail, travail d'organisation, groupe de travail.

1 INTRODUCTION

Ce texte repose sur une recherche-action ayant fait l'objet de la thèse d'Agathe Lecoester (2015). La direction d'une usine sidérurgique a choisi d'automatiser des opérations de manutention du charbon pour optimiser ses effectifs. Dans ce cadre de perte d'un des deux postes de machiniste chargés du stockage et de la reprise du charbon, la direction de l'usine a désigné un chef de projet ayant de l'autonomie pour choisir la démarche de réalisation du projet pourvu que l'objectif soit atteint. En accord avec la direction de l'usine, les ingénieurs ont intégré une ergonome à la conduite du projet pour la spécification technique et organisationnelle du projet. Dans un premier temps, la spécification technique a été réalisée, puis dans un 2ème temps l'organisation du travail a été redéfinie en reprenant les tâches et le rôle de chacun des 5 salariés constituant une équipe dans une organisation en 5 équipes qui assurent la manutention du charbon. Nous nous centrons ici sur le 2ème volet de ce projet qui constitue pour nous un observatoire de l'activité de conception organisationnelle centrée sur

l'apport de connaissances sur l'activité des opérateurs et des méthodes de simulation organisationnelle du fait de l'accompagnement ergonomique.

Plus précisément, nous nous limiterons à la place de la question des compétences au cours des réunions de conception organisationnelle du groupe de travail. En effet, cette question a émergé dans le travail de conception organisationnelle. Elle a permis au collectif de passer de discussions sur les "compétences", au sens de composantes de l'activité actuelle et future des opérateurs fondées sur les savoir-faire, à "la compétence" attribuée à chaque poste d'opérateur, au sens d'une description classique de l'organisation en termes de tâches et de missions réparties et à assurer. Nous souhaitons témoigner d'un cas de conception organisationnelle dans lequel ingénieurs et opérateurs, accompagnés d'un ergonome, arrivent à concevoir l'organisation dans le cadre contraint, non négociable et non discutable, de la perte d'un opérateur dans une équipe de six.

2 POSITION DU PROBLÈME : ORGANISATION DU TRAVAIL ET CONCEPTION

L'automatisation des systèmes techniques et les transformations organisationnelles associées à la baisse d'effectif placent au premier abord les ergonomes dans des situations paradoxales. En effet, ces situations comportent d'emblée des facteurs de risques psychosociaux largement établis (Gollac et al., 2011) liés aux transformations de l'organisation, des caractéristiques de la charge de travail, du sens du travail… alors qu'il revient à l'ergonome de contribuer à la conception de situations de travail propices à la santé, à la sécurité et au développement des salariés. Ces demandes transforment les modalités d'intervention des ergonomes qui ont à s'intégrer à la conduite de ces projets et aux groupes de travail qui y sont associés. Dans ce cadre, l'usage de l'analyse de l'activité dans les processus de conception organisationnelle est discuté au travers des travaux sur la simulation organisationnelle et la convocation de l'activité (Van Belleghem, 2012 ; 2016), les travaux sur le rôle du management (Detchessahar, 2013 ; Rocha, 2014) et les travaux sur la mise en situation réflexive ou les espaces de discussion pour débattre du travail réel au sein de l'organisation (Mollo & Nascimento, 2013).

En ergonomie, il est largement reconnu que l'organisation, vue comme l'ensemble des règles connues et plus ou moins reconnues de tous, des moyens matériels, des tâches à assurer, n'est pas uniquement le fruit de prescriptions extrinsèques à l'activité. Elle capitalise les résultats d'un « travail d'organisation » (Terssac, 2003) fondé sur les régulations sociales et les régulations au cours de l'activité. Au cours de l'activité s'incarnent le pouvoir de décision et la contribution de tous ceux qui s'ajustent et font face aux situations individuellement et collectivement. Par leurs initiatives et leurs engagements, leurs réticences et leurs résistances au cours de l'activité s'établissent des fonctionnements qui deviennent des modes de fonctionnements établis au fil du temps et de leur reconnaissance. Tous ces ajustements intègrent les prescriptions du vivant (Six, 1999) et le rôle des acteurs à différents niveaux de décision qui s'articulent au mieux, ou qui coexistent. Ainsi l'activité individuelle et collective des membres de la direction, des salariés, de l'encadrement intermédiaire, tout comme des acteurs hors de l'entreprise tels que le client, les représentants de l'état, les acteurs d'entreprises concurrentes…, comporte une fonction organisatrice dans le sens où elle détermine pour partie les règles établies... Ce "travail d'organisation" façonne ce qui structure l'entreprise et renvoie aussi à toutes les activités qui servent à créer les moyens d'agir sur l'organisation.

Cette fonction organisatrice passe par des processus de re-normalisation, de création de règles, de renégociation des moyens qui émergent des fonctionnements quotidiens au travail, du cours de l'activité individuelle et collective qu'elle soit directement productive ou qu'elle serve à des ajustements dans le cadre d'échanges informels, de lieux de réunion, ou qu'elles se développent sur la base d'un travail syndical sur une scène plus sociale. Ainsi, l'organisation du travail est au moins pour partie le résultat d'un processus collectif, vivant, formel et/ou informel, lié au déroulement de l'activité de travail. L'organisation du travail est ainsi vue comme des règles et des moyens que les acteurs inventent en permanence (Terssac, 2012) où se reflète le partage des compétences entre les acteurs, notamment les opérateurs et leur encadrement au travers d'arrangements locaux qui

reposent sur des schémas de pensées en concurrence, des modes de régulations croisées, ou des rapports de force (Terssac, 2012).

En 1984 Montmollin soulignait qu'organiser le travail devrait viser à améliorer l'adaptation des méthodes de travail aux contraintes de la technique et aux compétences des opérateurs. Il insistait sur le fait que l'organisation est toujours à des degrés divers, enjeu de négociations. Nous considérons que ces négociations se jouent au cours de l'activité par les manières de produire et par des activités qui permettent des ajustements et des arbitrages pour se positionner, pour préserver le sens du travail, la possibilité de faire et se développer au cours du travail réalisé (Gaillard, 2016). **L'enjeu de la conception organisationnelle est donc d'être en mesure d'anticiper ces arbitrages pour concevoir une organisation adaptée à l'activité individuelle et collective.** Le temps de la conception organisationnelle est un moment privilégié pour intégrer le point de vue de l'activité dans les décisions d'organisation et accompagner les décisions de conception.

3 CADRE DE L'ÉTUDE : ACCOMPAGNEMENT ERGONOMIQUE ET GROUPE DE TRAVAIL

3.1 Démarche de la recherche-action : concevoir l'organisation en groupe de travail

La conduite de projet s'est déroulée selon les étapes classiques d'une conduite de projet industriel : études préliminaires, études de base, études de détail, chantier, essai et démarrage. Le chef de projet a mis en place deux groupes de travail qui ont travaillé la conception du dispositif technique et la conception de l'organisation du travail une fois les choix techniques d'automatisation des roues-pelles stabilisés. Le chef de projet, l'ergonome et les conducteurs des machines faisant l'objet de l'automatisation ont participé aux groupes de travail.

Le premier groupe de travail a recherché des compromis techniques pour répondre aux besoins que l'analyse de l'activité avait mis en évidence. Le deuxième groupe de travail sur lequel nous nous focalisons ici a formulé des propositions organisationnelles tout en négociant les ressources pour l'activité future des salariés. Ce groupe de travail était composé du chef de projet, de l'ergonome, des membres de l'encadrement de proximité, des conducteurs des machines concernés par l'automatisation, des surveillants de circuits (SC) du charbon, des membres du CHSCT et du médecin du travail. Tous connaissent le travail réel. Après avoir travaillé le fonctionnement de l'existant, des simulations organisationnelles ont servi de support aux échanges du groupe de travail.

Le groupe de travail s'est appuyé sur les analyses de l'ergonome et l'expérience de ses membres pour formuler des propositions d'organisation respectant les contraintes du projet et permettant une activité acceptable pour les salariés du point de vue du groupe de travail. La démarche a consisté : (1) à partager les connaissances sur le travail réel et actuel pour identifier des problèmes organisationnels ; (2) à simuler verbalement l'organisation du travail à partir d'une représentation chronologique des tâches à effectuer ; (3) à simuler verbalement des scénarios de prescription à partir d'une représentation chronologique des tâches effectuées et en prenant en compte des scénarios d'action caractéristique ; (4) à simuler à l'échelle réelle le scénario de prescription obtenu.

Seize réunions, d'au moins 1h30 et neuf simulations organisationnelles avec le nouveau système, la nouvelle répartition et le nouvel ordonnancement des tâches ont été réalisées. Les résultats du groupe de travail, des simulations papier et à échelle réelle ont été présentés pour validation à la fois, au comité de pilotage et en CHSCT exceptionnel. Les propositions du groupe de travail ont principalement porté sur une nouvelle répartition et un nouvel ordonnancement des tâches du surveillant de circuits (SC) et du « manager technique », l'encadrant de 1er niveau. Par ailleurs, de nouvelles ressources (matériel et compétences) ont été demandées.

L'autonomie donnée au chef de projet lui a permis de donner une place importante aux acteurs qui ont connaissance de l'activité de travail dans le secteur de la manutention. Ainsi à partir d'un des objectifs du projet contraint, paradoxalement, l'organisation du projet donne des possibilités de renégocier les manières de faire qui restent tout à fait ouvertes. Ici, tous les membres du groupe de travail sont en mesure de porter ce travail d'ajustement, de renégocier les moyens techniques, matériels et organisationnels du travail futur. Le choix de la démarche par le chef de projet en accord

avec l'ergonome repose sur l'idée que la fonction organisatrice de l'activité, dont rend compte la notion de travail d'organisation, peut être déployée lors des activités de conception organisationnelle pour favoriser et anticiper le besoin d'ajustements des opérateurs.

Dans cette organisation du projet, trois registres de construction des choix d'organisation se distinguent : (1) les choix d'organisation non-négociables et non-discutables posés par la direction, l'automatisation et la surpression d'un poste de conducteur de roue-pelle ; (2) les choix d'organisation conçus par le groupe de travail et (3) les choix d'organisation que le groupe de projet va négocier avec la direction. Dans ce dernier cas, le travail de conception a consisté à construire les termes du débat avec la direction.

3.2 Accompagnement ergonomique

Les résultats de l'analyse de l'activité produits par l'ergonome ont été pris en compte pour les volets technique et organisationnel du projet. Seize réunions du groupe de travail et 9 simulations organisationnelles à "échelle réelle" ont été réalisées avec la nouvelle répartition et le nouvel ordonnancement conçus des tâches. L'avancement des travaux des deux groupes de travail a été présenté régulièrement au comité de pilotage de l'usine et au CHSCT.

L'accompagnement ergonomique a consisté à analyser et restituer les impacts de l'automatisation sur l'activité des membres de l'équipe de manutention : (1) la charge liée à la conduite simultanée de deux roues-pelles automatisées, et non plus d'une seule ; (2) la transformation des repères visuels, olfactifs et proprioceptifs liée à la perte du contact à la matière première au profit d'une conduite à partir de prises de vue vidéo ; (3) la transformation du collectif, car le conducteur de machine ne pourra plus effectuer certains tests et contrôles sur le charbon utilisés par d'autres opérateurs, ni assurer certains ajustements en situation dégradée. L'interdépendance des tâches et leur variabilité ont été formalisées.

3.3 Réunions du groupe de travail de conception de l'organisation

Au regard du thème d'EPIQUE 2017, nous avons choisi de nous focaliser sur la question des compétences dans le contenu des échanges en réunions de conception organisationnelle. Dans ces réunions, les choix techniques étaient déjà fixés par une partie des membres du groupe de travail qui avaient participé au groupe de travail technique. Ici, les échanges verbaux en groupe de conception sont considérés comme des traces de l'activité de conception de l'organisation où se joue un « travail d'organisation » délimité par les périmètres d'action de chacun. Les neuf premières réunions ont été analysées. Elles comportent des arbitrages et des décisions sur l'organisation. L'ensemble de ces discussions a traité tour à tour de 12 sujets : l'activité actuelle des opérateurs ; le travail collectif ; les tâches actuellement prescrites ; les conditions d'exploitation ; l'implantation des installations ; les conséquences sur la santé et la performance ; le travail et l'activité future ; la charge de travail future ; le rôle et les missions futures ; la conduite du projet ; le point de vue de la direction et du CHSCT et les conditions d'exploitation et les compétences au regard des tâches à réaliser.

Du point de vue de l'activité, 3 registres d'échange ont pu être identifiés : des échanges qui visent à se mettre d'accord sur les termes du problème à traiter ; des échanges portant sur l'élaboration de compromis organisationnels et des échanges qui définissent les caractéristiques de l'organisation future. L'analyse du contenu des différents tours de parole montre que si la première réunion a été consacrée à construire une compréhension commune du travail de manutention, très rapidement les compromis organisationnels et la définition de l'organisation ont été posés. Durant les réunions n° 2, 3 et 4, les échanges ont été entièrement consacrés à des compromis organisationnels et à la définition des caractéristiques de l'organisation future (Lecoester, 2015, p.68). Très rapidement des décisions sur l'organisation ont été prises. Durant les réunions qui ont suivi, les membres du groupe sont revenus sur le partage d'une compréhension du travail de manutention sur le terrain et la consolidation des termes des compromis organisationnels effectués.

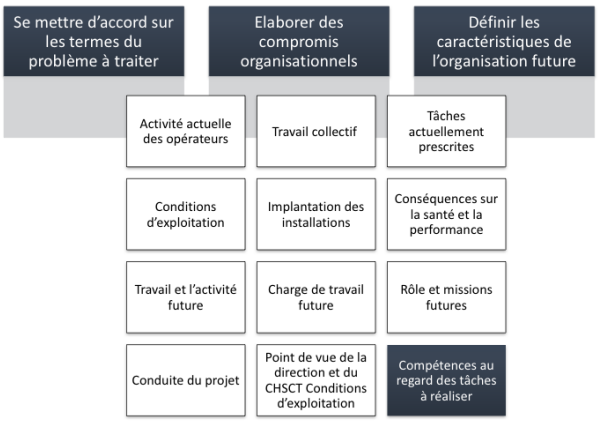


Fig. 2 : Rôle des échanges et sujets mobilisés pour concevoir l'organisation

4 PLACE DES COMPÉTENCES DANS LES DISCUSSIONS DE CONCEPTION DE L'ORGANISATION : UNE AIDE AU TRAVAIL D'ORGANISATION

La question des compétences fait partie des objets de discussion structurant les échanges du groupe de conception. En considérant ces échanges, il ressort que les besoins de compétences identifiées ne servent pas simplement à pointer des besoins de formation. Ils sont utilisés pour renégocier l'organisation.

4.1 Discuter des compétences et concevoir l'organisation

4.1.1 Des compétences pour rediscuter des tâches

Lors de la réunion n°2 les échanges sur les tâches effectivement réalisées ont conduit à discuter l'enchaînement des opérations que les opérateurs auront à assurer. Partant des conditions actuelles d'exploitation et des situations rencontrées, les échanges se sont appuyés sur le déroulement des tâches que le SC a à réaliser. Le schéma du déroulement des opérations mis en scène verbalement dans des situations d'actions spécifiques a amené les membres du groupe à identifier et se mettre d'accord sur le besoin de certaines compétences du SC. En évoquant diverses situations d'exploitation qui nécessiteraient l'intervention du CS sur la conduite des roues-pelles, les participants ont pris des décisions. Ce choix repose sur plusieurs situations. Par exemple, le travail de « reprise » du charbon :

> Chef de projet : " *Est-ce que quand on fait de la reprise, le Surveillant de Circuits (SC) pourrait faire un changement roue-pelle, est-ce qu'il intervient dans le changement roue-pelle ?* ».
> Chef de poste 1 : « *Il peut y aller* ».
> Chef projet : *« Le SC, quand on est uniquement en reprise, le roue-pelliste est en train de faire de la reprise et il faut gagner du temps* ».
> Chef de poste 1 : « *S'il faut faire des manœuvres sur la roue-pelle, oui, le SC y va*. »… « *Oui, mais il y a aussi les essais sur les roues-pelles. Le gars est en train de reprendre là, il y a une entreprise qui intervient... »*
> Chef projet : « *Ça veut dire que le SC doit savoir conduire la roue-pelle*. »
> Manager technique : « *Nous on doit avoir des gars polyvalents à la manutention* ».

Les membres du groupe se sont mis d'accord sur les compétences nécessaires pour faire face aux situations et intégrer les tâches à assurer dans le référentiel décrivant le poste du SC. De la même manière la « gestion des pauses casse-croûte » projetée verbalement a permis d'anticiper l'activité future du SC. Ici l'opérateur qui conduit la roue-pelle devra être remplacé pour prendre sa pause déjeuner. Il ne pourra être remplacé que par le SC. Par conséquent, pour garantir la production et respecter les obligations légales, le SC devra posséder les compétences nécessaires pour la conduite des roues-pelles.

Ensuite les concepteurs ont traité de l'évolution des missions du SC. Au fil des réunions, ils ont été de plus en plus convaincus du besoin de compétences supplémentaires pour cet opérateur.

Manager technique (4ème réunion) : « *Il faut que le SC sache conduire les roues-pelles* ».

Ces différentes situations ont été représentées sous forme de Makigamis pour simuler le travail de l'ensemble de l'équipe sous la forme de diagramme de tâches à réaliser selon les situations de production rencontrées. Ici les échanges traitent d'une part de compétences comme des savoir-faire de conduite intégrés à l'activité à partir d'indices proprioceptifs, des réactions mécaniques de la roue-pelle et de la prise en compte d'informations visuelles concernant les mouvements de charbon sur les tas manutentionnés… et d'autre part de ce qui fait structure : les tâches à assurer.

4.1.2 Des compétences pour attribuer du rôle pivot au poste de régulateur des situations dégradées

En parlant de polyvalence, les membres du groupe passent d'une discussion sur les compétences à une discussion sur la transformation des fiches de poste. Lors de la 4ème réunion, ce besoin de compétences du SC a été entériné. Vu la solution organisationnelle retenue par la direction, les membres du GT décident que le SC aura la compétence de « conduite des roues-pelles. » Ils se mettent d'accord sur le fait que ce poste doit évoluer et doit devenir « l'opérateur pivot » de l'équipe à l'avenir.

Manager technique (4ème réunion) : « Le premier poste à revoir, c'est celui du SC parce que le SC ce sera le pivot de l'équipe ».

Chef de poste : « Ouais ».

Manager technique : « Ce sera lui qui devra tout savoir, il doit tout savoir, il doit aller partout et il doit gérer son travail »…

Manager technique : « Enfin pour moi, ce sera vraiment le pivot de l'équipe ».

Chef projet : « Je suis tout à fait d'accord ».

Ici le collectif passe d'un choix de compétences de « conduite de roue-pelle », liées aux savoir-faire de conduite, mobilisant des compétences au cours de l'activité dans des situations à une redéfinition qui transforme le « poste. » En attribuant une nouvelle compétence au SC, un nouveau rôle de régulateur des situations d'exploitation non-habituelles émerge et est formalisé. Ce nouveau rôle du SC au sein de l'équipe conduit à des échanges concernant la finalité du poste. Les membres du groupe de travail se sont mis d'accord. Cette transformation du poste est à la base de l'organisation de l'ensemble de l'équipe de manutention.

Au cours de la 6ème réunion, le groupe de travail a affiné les scénarios de prescription en identifiant les tâches dont la réalisation nécessite d'être plusieurs. Cette distinction a de nouveau amené les concepteurs à discuter l'évolution des compétences du SC pour faire face à l'ensemble des situations particulières d'exploitation qu'ils ont identifiées et ainsi garder son rôle de régulation. L'évolution des compétences du SC a ainsi fait l'objet d'une négociation continue au sein du groupe de concepteurs sur la base de son activité.

4.1.3 Des compétences pour négocier les moyens associés à la nouvelle organisation

Penser l'évolution des compétences a conduit les participants au GT à s'interroger sur les moyens du SC. Sans surprise, il a été question de la formation pour acquérir ces nouvelles compétences, mais il a été également discuté des moyens matériels disponibles, en particulier un véhicule automobile du fait de l'étendue spatiale des installations à surveiller.

Chef 2 de poste (4ème réunion) : « Il faut leur donner les moyens ».

Chef projet : « Il faut leur donner les bonnes conditions ».

Chef de poste : « Tout à fait : formation, équipement véhicule, tout il faut… »

4.2 Discuter des compétences pour négocier l'organisation auprès de la direction

La discussion des compétences a servi également à préparer la négociation et convaincre la direction.

4.2.1 Discuter des compétences pour négocier la réalisation du changement auprès de la direction.

Pour porter les choix du groupe de travail, les participants ont défini une méthode pour lister de façon exhaustive les situations qui impliquent des compétences supplémentaires chez le SC. Ils cherchent à renforcer la force de conviction des propositions.

> Chef projet (réunion 5) : « Je suis d'accord, le tout c'est qu'il faudra vraiment l'argumenter en disant voilà, il y a tous ces cas de figure là ».…
> Chef projet : « S'il y a seulement la pause casse-croûte ça ne sera pas assez pour le justifier par contre c'est ce que disait …, quand il y aura un problème sur la roue-pelle : c'est qui qui va intervenir ? »…

Par ailleurs, ils soulignent qu'ils veulent des ressources supplémentaires en termes de formation. Ils veulent négocier la formation du SC avec la direction de l'usine comme un compromis organisationnel.

> Chef projet (réunion 5) : « Je reviens sur ce que j'ai dit tout à l'heure, lorsque l'on présentera l'organisation comme on veut l'adapter, il faudra qu'on arrive avec des arguments, en disant que c'est ça que l'on propose pour telle et telle raison et dire que l'on ne peut pas faire autrement ».
> Chef de poste : « Tout à fait, on est d'accord ».

4.2.2 Discuter des compétences et anticiper un désaccord avec la direction

L'incertitude des membres du GT quant à la prise en compte par la direction du besoin de l'évolution des compétences identifiées les a poussés à décrire des modes opératoires qui pourront servir de parade pour pallier à un refus de la direction. Les concepteurs tentent de définir des tâches prescrites futures pour aider le SC à résoudre des situations d'exploitation dégradées futures sans mobiliser des compétences liées à la conduite des machines de production.

> Chef d'exploitation (réunion 5) : « Ouais mais il ne peut pas envoyer le SC parce qu'un surveillant c'est un surveillant, ce n'est pas un conducteur de roue-pelle ».
> Chef de poste : « On avait dit aussi… ».
> Chef projet : « Moi, je vais rectifier un truc : si tu n'y vas pas pour conduire la roue-pelle, mais si tu lui demandes de vérifier si ça, c'est comme ça, ça comme ça tu n'as pas besoin… Si ce sont des standards, il n'est pas obligé d'être formé à la machine, s'il doit contrôler le chariot éclipsable, tu lui dis qu'il doit être dans cette position de la… Tu n'as pas besoin qu'il soit conducteur ».

4.3 Discussion

Au cours des réunions les choix d'organisation ont été tissés en établissant des passages entre les compétences à mettre en œuvre et l'objectif de précision de l'organisation du travail face à une prescription floue de la part de la direction concernant les futures modalités de travail. Il s'agit d'un travail d'organisation (Terssac, 2012) dans la mesure où les destinataires de l'automatisation contribuent, ajustent et s'ajustent au projet de conception de la direction en y participant. Il s'agit d'une forme de négociation dans la mesure où si tous ne sont pas d'accord, ou du moins, ne sont pas demandeurs du projet, tous acceptent de discuter et d'y participer.

Par la discussion sur les compétences, les opérateurs, les ingénieurs négocient l'activité à venir tout en prenant des décisions d'organisation qui précisent les fonctionnements de demain pour l'équipe de manutention. En discutant des compétences, le travail de conception de l'organisation repose sur le passage entre de l'activité et le référentiel de compétences, ou encore l'ordonnancement des tâches, de nouvelles missions comme celle de supervision du SC lors de situations dégradées, les besoins de formation et les moyens matériels. Sur ce dernier point, les concepteurs réussiront à négocier une voiture pour le surveillant de circuits.

La discussion des compétences permet de passer de l'activité actuelle à l'activité future dans les échanges des membres du groupe de conception. Dans le cadre contraint de baisse d'effectif imposé par la réorganisation, concevoir l'organisation ici, c'est comprendre ce qui peut faire l'objet d'un travail d'organisation en s'outillant à la fois pour concevoir l'organisation, mais aussi pour interagir avec la direction. Par la discussion et l'accord du collectif, la discussion sur les compétences futures donne du sens aux décisions du groupe de conception de l'organisation et légitime la transformation du référentiel-métier du point de vue des membres du groupe. Ici on est dans une renormalisation de

l'organisation future. Cette renormalisation sert à la fois l'organisation à produire, mais donne du sens aux opérateurs face à la partie non négociable de l'organisation. Ils posent cette compétence établie par le travail de conception dans la fiche de poste sur la base d'un accord sur les compétences nécessaires en situation. Dans cette mécanique se joue l'appropriation de la situation future.

Plus les réunions se sont succédées, plus la question des compétences a été au cœur des discussions comme une condition obligatoire pour avancer dans la définition de la nouvelle organisation du travail. La notion de compétences joue un rôle de pivot entre le caractère situé de l'activité et les propriétés très générales et désincarnées de la formalisation de l'organisation du travail.

Nous n'avons pas ici ouvert de discussion sur la nature de l'accompagnement ergonomique assuré par l'ergonome présent dans le projet, pourtant il revient de consacrer une phrase à l'intérêt et à l'importance du rôle des supports de simulation organisationnelle qui ont permis ce niveau de discussion. Le travail qui a été effectué témoigne à notre avis d'un renouvellement des formes d'intervention en ergonomie, de l'importance d'une collaboration entre ergonomes et chefs de projet pour mener une telle conduite de projet centrée sur l'activité et de la nécessité des compétences de l'ergonome qui est ici le constructeur des situations de verbalisation et le garant d'échanges centrés sur l'activité.

5 CONCLUSION

Au travers de ce cas, il apparaît que discuter des compétences, c'est disposer d'un outil de médiation entre la prise en compte du caractère situé de l'activité et les règles génériques de fonctionnement de l'organisation du travail. L'émergence de la question des compétences dans les échanges de conception de l'organisation repose sur l'identification et l'accord du groupe de travail de compétences jugées indispensables pour assurer la production future. Il s'agit d'une part d'un travail cognitif de compréhension et de projection dans l'activité future, mais il s'agit également d'un travail social dans la mesure où il construit les relations entre les acteurs de terrain et la direction. Il permet un travail d'appropriation individuelle et collective en donnant du sens à un projet qui s'impose aux acteurs de terrain.

6 BIBLIOGRAPHIE

Detchessahar, M. (2013) Faire face aux risques psycho-sociaux : quelques éléments d'un management par la discussion », *Négociations*, (,19), 57-80. DOI : 10.3917/neg.019.0057

Gaillard, I. (2016). Très Petites Entreprises : les compétences organisationnelles, base de la santé au travail. *La revue des conditions de travail*, (5), 46-54.

Lecoester, A. (2015). *De l'analyse de l'activité à la conception organisationnelle négociée - Le cas d'un projet industriel.* Université Lille 3, Lille. Repéré à https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01304955/

Mollo V., Nascimento A., 2013, « Pratiques réflexives et développement des individus, des collectifs et des organisations ». In P. Falzon, *Ergonomie constructive*. Paris, PUF, 164-175.

Montmollin, M. de. (1984). *L'intelligence de la tâche : éléments d'ergonomie cognitive*. Berne; New York : P. Lang.

Rocha R., Mollo V., Daniellou F., (2014), Work debate spaces : a tool for developing a participatory safety management ». *Applied ergonomics*.

Six, F. (1999). *De la prescription à la préparation du travail. Apports de l'ergonomie à la prévention et à l'organisation du travail sur les chantiers du BTP.* Lille : Université Charles de Gaulle, Document pour l'Habilitation à Diriger des Recherches.

Terssac, G. de. (2012). La théorie de la régulation sociale : repères introductifs. *Revue Interventions économiques. Papers in Political Economy*, (45). Repéré à http://interventionseconomiques.revues.org/1476

Terssac, G. de. (2003). *La théorie de la régulation sociale de Jean-Daniel Reynaud*. Paris : La Découverte.

Van Belleghem, L. (2012). Simulation organisationnelle : innovation ergonomique pour innovation sociale. In Dessaigne, M-F., Pueyo, V. & Béguin, P. "Innovation et Travail : Sens et valeurs du changement". Actes du 47ème Congrès de la SELF, 5, 6 et 7 septembre 2012, Lyon.

Van Belleghem, L. (2016). Eliciting activity: a method of analysis at the service of discussion. *Le Travail Humain,* (79,23), 285-305.

Une échelle d'évaluation de la charge mentale de travail pour un pré-diagnostic des situations de travail

Edith Galy
Université Côte d'Azur, LAPCOS
24 avenue des Diables Bleus, 06000 Nice
edith.galy@unice.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ (Calibri 10 points gras, majuscules)

Ce texte décrit les consignes que doivent suivre les auteurs désirant soumettre une contribution au Colloque de Psychologie Ergonomique EPIQUE

La longueur du résumé doit être limitée à 10 lignes maximum. Le résumé et les mots-clés doivent apparaître sous le titre. Utiliser une police Times 10-points et un simple interligne pour le résumé.

MOTS-CLÉS
Fournir cinq mots-clés.

1 INTRODUCTION

L'objectif de cette communication est de présenter une échelle d'évaluation de la charge mentale de travail basée sur le modèle ICA (Individu – Charge mentale – Activité ; Galy, 2013). Cette échelle comportant quatre dimensions permettra un pré-diagnostic des situations de travail afin de repérer dès le début d'une intervention ergonomique les aspects potentiellement problématiques de la situation de travail. A l'heure actuelle, il n'existe aucun outil permettant une évaluation précise de la charge mentale de travail, c'est-à-dire permettant d'identifier les paramètres de la situation de travail responsables de la charge mentale supportée par les opérateurs.

Pour ce faire, nous avons mené plusieurs études sur le terrain et en laboratoire s'intéressant aux relations existant entre l'état interne de l'opérateur, les caractéristiques de l'activité et le contexte dans lequel l'activité était exécutée pour expliquer la charge mentale de travail générée par l'activité (Galy, Cariou, & Mélan, 2012; Galy & Gaudin, 2014; Galy & Mélan, 2015 ; Paxion, Galy, & Berthelon, 2015). A partir de ces études, un modèle transactionnel de la charge mentale de travail a été élaboré. Le modèle proposé comporte trois grandes composantes. La première correspond aux caractéristiques de l'individu avec une dimension physiologique, cognitive, affective et sociale. La deuxième correspond à l'activité et comprend les caractéristiques des tâches effectuées et le contexte d'exécution. La troisième représente la charge mentale avec trois dimensions (charge intrinsèque, charge externe et charge essentielle) reprises et adaptées de la théorie de la charge cognitive de Sweller (1988). En effet, seule cette théorie présente une dimension de charge essentielle qui puisse expliquer les différences observées de l'effet de la charge mentale de travail sur les performances, la santé ou la satisfaction au travail. Une même situation de travail, caractérisée par des tâches similaires et un contexte identique, aura des effets différents en fonction des individus, car la charge mentale de travail générée sera différente. Cela tient à la charge

essentielle qui correspond au coût que représente la mise en œuvre de stratégies de régulation de l'activité, ayant un effet, non plus négatif comme les deux autres, mais positif sur les performances, la santé et la satisfaction. Le modèle ICA représente les liens entre les caractéristiques de l'individu, l'activité et la charge mentale de travail (figure 1).

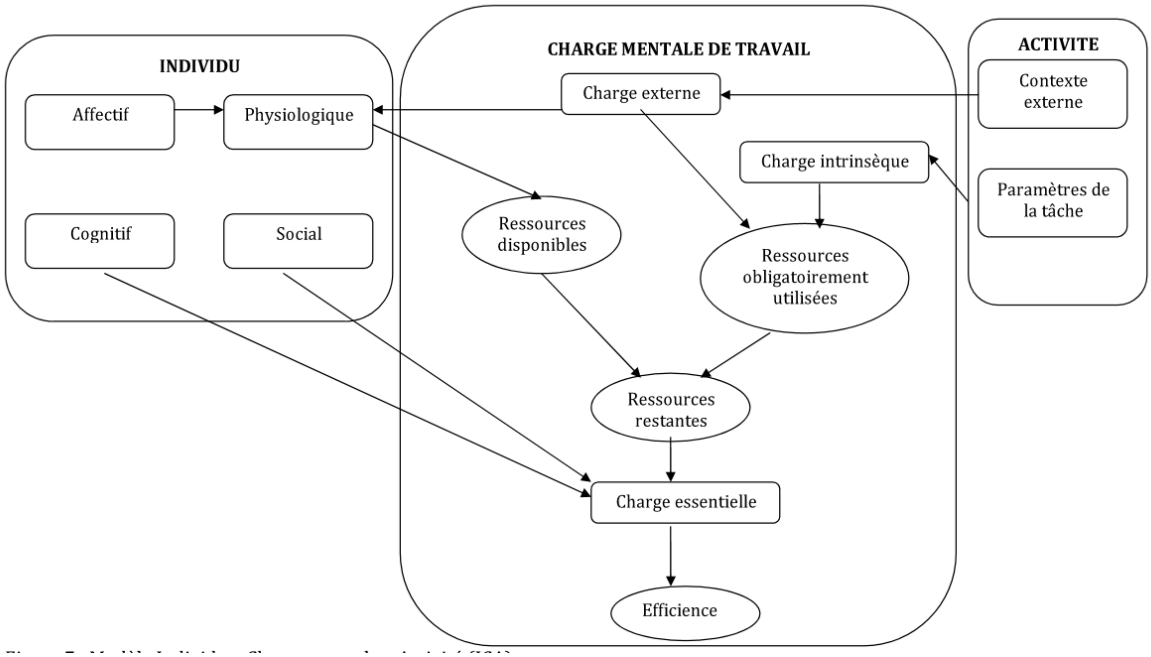


Figure 1 : Modèle Individu – Charge mentale – Activité (ICA)

Des études menées auprès de marins-pompiers et de contrôleurs de satellite ont montré que seules les demandes externes à la tâche avaient un effet significatif sur la vigilance (état interne), et non les demandes internes. Ces deux dimensions de la charge mentale de travail correspondraient aux charges intrinsèque et externe énoncées par Sweller (1988) dans la théorie de la charge cognitive transposée dans le domaine de l'ergonomie. Ainsi, la charge externe déterminerait la vigilance contrairement à la charge intrinsèque. Concernant la troisième catégorie de charge (charge essentielle) correspondant au coût que représente la mise en œuvre de stratégies de régulation de l'activité, aucun élément n'a permis d'observer une relation avec la vigilance. Bien évidemment, on peut se dire qu'un opérateur qui peut mettre en œuvre des stratégies adaptées à la situation se retrouvera moins facilement en surcharge de travail, et devrait ainsi éviter les effets néfastes de la charge de travail sur la vigilance, la performance, la santé ou la satisfaction au travail.

Des expériences menées en laboratoire avec des tâches de mémorisation et de calcul mental, mais également sur simulateur de conduite, ont, quant à elles, montré que la vigilance déterminait la quantité de ressources totales disponibles pouvant être allouées aux différentes charges mentales. La vigilance n'a donc pas un effet direct sur la charge mentale de travail, mais aura des conséquences puisque, selon la quantité de ressources disponibles, la charge peut être plus ou moins importante et permettra ou non la bonne exécution de la tâche. Par ailleurs, certaines caractéristiques individuelles, comme la menace du stéréotype ou l'expertise, peuvent avoir une influence sur la charge essentielle en déterminant la mise en place ou non de stratégies adaptées à la situation (Galy, Cariou, & Mélan, 2012 ; Galy & Mélan, 2015).

A partir de ce modèle, une échelle d'évaluation de la charge mentale de travail a été élaborée. Elle est constituée de quatre dimensions évaluant la charge intrinsèque, la charge externe, la charge essentielle et les ressources disponibles générales. Plus précisément, ces dimensions permettent d'évaluer la prépondérance des facteurs, ayant été identifiés dans les études précédentes, responsables de la charge intrinsèque, externe, essentielle et de la quantité de ressources cognitives disponibles.

Cette échelle a été diffusée largement auprès de travailleurs de tout secteur d'activité afin de rendre compte de la validité du modèle proposé pour expliquer la charge mentale de travail et son impact sur la satisfaction au travail. Ainsi, en plus des quatre dimensions citées, était également évaluée la satisfaction au travail, par un item unique. Cet item ne fait pas partie de l'échelle d'évaluation de la charge mentale de travail, mais nous permet d'étudier l'effet des différentes catégories de charge et des ressources sur la satisfaction au travail des opérateurs et ainsi étudier la validité de cette échelle quant à ces possibilités diagnostiques. En accord avec le modèle ICA, nous nous attendons à ce que la satisfaction au travail soit déterminée par les trois catégories de charges évaluées dans l'échelle. La satisfaction devrait être déterminée négativement par les charges externe et intrinsèque (coût généré par les contraintes auxquelles les opérateurs sont soumis). Des contraintes importantes devraient entrainer une satisfaction réduite. La satisfaction devrait également être déterminée positivement par la charge essentielle. Si l'individu peut mettre, compte tenu de son expertise, de ses ressources et de son état vis-à-vis de la tâche, des stratégies de régulation en œuvre, sa satisfaction devrait être plus importante que lorsque ces stratégies ne peuvent pas être mises en œuvre, en particulier lorsque les charges intrinsèque et externe augmentent. Par ailleurs, les trois catégories de charges devraient être déterminées par les ressources disponibles. Lorsque les ressources générales diminuent, les charges externe et intrinsèque devraient être plus élevées et la charge essentielle plus faible.

2 METHODE

2.1 Participants

Le questionnaire a été diffusé auprès de 616 participants exerçant une activité professionnelle issus de tous les secteurs d'activité. Les analyses ont ensuite été effectuées sur 607 participants, certains participants n'ayant pas répondu à l'ensemble des questions. Ils étaient âgés de 18 à 69 ans (34,32 ans ± 10,13).

2.2 Matériel

Le questionnaire élaboré comprenait à l'origine 126 items pour les éléments de charge mentale de travail et un item pour l'évaluation de la satisfaction au travail. 41 items ont finalement été retenus pour l'évaluation de la charge mentale de travail ; items obtenant les meilleurs indices de saturation lors de l'analyse en composantes principales. A la suite de ces analyses, la dimension « charge externe » a été scindée en deux sous-dimensions. La première concerne des items relevant de l'organisation et de l'ambiance sociale. La seconde concerne des items relevant des aspects temporels du travail. Les 41 questions sont donc réparties en 4 dimensions : charge intrinsèque (4 items), charge externe avec organisation et ambiance sociale (10 items) et aspects temporels (7 items), charge essentielle (10 items) et ressources disponibles générales (10 items).

3 RESULTATS

Les Alpha de Cronbach obtenus pour chacune des dimensions du questionnaire sont représentés dans le tableau 1.

Dimension	**Cronbach's α**
Ressources disponibles (10 items)	0,811
Charge intrinsèque (4 items)	0,671
Charge externe: organisation et ambiance sociale (10 items)	0,842
Charge externe : aspects temporels (7 items)	0,793

Charge essentielle (10 items)	0,821

Tableau 1 : Alpha de Cronbach pour chacune des dimensions

Ces analyses révèlent une très bonne homogénéité des items composant les dimensions « ressources disponibles », « charge externe : organisation et ambiance sociale », « charge externe : aspects temporels » et « charge essentielle » avec des valeurs d'Alpha supérieures à 0,7. Seul l'Alpha de la dimension « charge intrinsèque » est légèrement inférieur à cette valeur seuil.

Des analyses de corrélations ont été effectuées pour chaque dimension entre les items de la dimension et la variable construite à partir de ces items (tableau de 2). Les résultats montrent que toutes les corrélations sont significatives. Ainsi, les variables construites pour chacune des dimensions étudiées sont valides.

		RG1	RG2	RG3	RG4	RG5	RG6	RG7	RG8	RG9	RG10
RG	Pearson's r	0.432	0.555	-0.079	0.625	0.675	0.701	0.742	0.709	0.581	0.644
	p-value	< .001	< .001	0.050	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

		CI1	CI2	CI3	CI4
CI	Pearson's r	0.763	0.847	0.776	-0.339
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001

		CEO1	CEO2	CEO3	CEO4	CEO5	CEO6	CEO7	CEO8	CEO9	CEO10
CE orga	Pearson's r	0.673	0.557	0.522	0.589	0.681	0.736	0.724	0.774	0.514	0.662
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

		CET1	CET2	CET3	CET4	CET5	CET6	CET7
CE temp	Pearson's r	0.582	0.719	0.703	0.684	0.727	0.611	0.652
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

		CP	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10
CP	Pearson's r	—	0.687	0.566	0.579	0.674	0.686	0.478	0.620	0.696	0.676	0.589
	p-value	—	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001

Tableau 2 : Corrélations de chacun des items de chaque dimension avec la variable construite (RG = ressources générales ; CI = charge intrinsèque ; CE orga = charge externe : organisation et ambiance sociale ; CE temp = charge externe : aspects temporels ; CP = charge essentielle).

Des analyses de corrélations ont également été conduites entre chacune des dimensions du questionnaire et la satisfaction au travail des opérateurs (tableau 3).

		RG	CI	CE orga	CE temp	CP
Satisfaction au travail	Pearson's r	0.331	0.113	-0.601	-0.096	0.401
	p-value	< .001	0.005	< .001	0.018	< .001

Tableau 3 : Corrélations entre la satisfaction au travail et chacune des dimensions du questionnaire.

Ces corrélations révèlent une corrélation significative entre la satisfaction au travail et chacune des dimensions du questionnaire. Ainsi, lorsque les ressources générales, la charge essentielle et la charge intrinsèque augmentent, la satisfaction des opérateurs augmente également. Au contraire, lorsque les deux sous-dimensions de la charge externe (organisation et ambiance sociale, et aspects temporels) augmentent, la satisfaction au travail diminue.

De plus, des corrélations ont été effectuées entre les ressources disponibles et chacune des dimensions de charge mentale de travail (tableau 4).

		CI	CE orga	CE temp	CP
RG	Pearson's r	-0.284	-0.366	-0.503	0.129
	p-value	< .001	< .001	< .001	0.002

Tableau 4 : Corrélations entre les ressources disponibles et chacune des dimensions de charge mentale de travail.

Ces corrélations montrent une corrélation significative entre les ressources disponibles et chaque dimension de charge mentale de travail. En effet, lorsque les ressources disponibles augmentent, les deux sous-dimensions de la charge externe (organisation et ambiance sociale, et aspects temporels) et la charge intrinsèque diminuent. Au contraire, lorsque les ressources disponibles augmentent, la charge essentielle augmente également.

A la suite de cela, des analyses de régression ont été réalisées pour tester l'effet de la charge intrinsèque et des deux sous-dimensions de la charge externe et de la charge essentielle sur la satisfaction au travail. Les résultats révèlent que seules les charges essentielle et externe (organisation et ambiance sociale) ont un effet significatif sur la satisfaction au travail (respectivement, $t = 7,26$, $p < 0,001$ et $t = - 16,07$, $p < 0,001$). Ainsi, la satisfaction au travail est élevée lorsque la charge essentielle est élevée et la charge externe due à l'organisation et l'ambiance sociale est faible, expliquant à elles seules 41,1% de la variance de la satisfaction (r^2 adj = 0,411).

Des analyses de régression supplémentaires ont été effectuées afin de tester l'effet de la charge intrinsèque, des aspects temporels de la charge externe et des ressources disponibles sur la charge essentielle. Nous observons un effet significatif des trois facteurs énoncés sur la charge essentielle (respectivement, $t = 4,17$, $p < 0,01$; $t = 2,95$, $p = 0,003$; $t = 5,64$, $p < 0,001$). Ainsi, la charge essentielle est élevée lorsque la charge intrinsèque, les aspects temporels de la charge externe et les ressources disponibles le sont également. Cependant, ces trois dimensions n'expliquent que 7,8% de la variance de la charge essentielle (r^2 adj = 0,078).

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent que le questionnaire élaboré à partir du modèle théorique ICA est fiable et valide. En effet, les analyses de Cronbach et de corrélations effectuées sur les différentes dimensions en attestent. Ainsi, les items choisis pour représenter chacune des dimensions de charge mentale de travail semblent pertinents.

Les analyses de régression nous révèlent un modèle hiérarchique avec des ressources disponibles, une charge mentale intrinsèque et les aspects temporels de la charge externe qui déterminent la charge essentielle, et la charge essentielle, à son tour, avec la charge externe due à l'organisation et l'ambiance sociale détermine la satisfaction au travail des opérateurs. Ainsi, lorsque les ressources disponibles sont élevées, la charge essentielle est élevée. Ce résultat est en accord avec le modèle ICA. En effet, les individus ne peuvent mettre en œuvre des stratégies de régulation de leur activité professionnelle que lorsqu'ils disposent de ressources disponibles suffisantes (Galy et al. , 2012 ; Galy & Mélan, 2015). Par ailleurs, bien qu'inattendu, le sens des effets de la charge intrinsèque et des

aspects temporels de la charge externe peut être expliqué par le fait que des stratégies de régulation ne sont nécessaires que lorsque les tâches à effectuer revêtent une certaine complexité (charge intrinsèque élevée), et que le contexte contraint l'exécution de la tâche. Ainsi, la charge essentielle ne peut être élevée que lorsque la charge intrinsèque et/ou les aspects temporels de la charge externe (cadences, pression temporelle, etc.) sont élevés (Galy & Mélan, 2015 ; Paxion et al., 2015 ; Schnotz & Kürschner, 2007). Malgré cela, ces facteurs n'expliquent que 8% de la variance de la charge essentielle.

La satisfaction au travail, quant à elle, est déterminée par la charge essentielle et la charge externe due à l'organisation et l'ambiance sociale. Ce résultat est accord avec les études qui montrent que le soutien social est un facteur explicatif du stress et de la satisfaction (Sargent & Terry, 2000).

L'ensemble des résultats montre la pertinence de considérer plusieurs dimensions de la charge mentale de travail pour l'évaluer. En effet, même si les facteurs de charge représentent chacun un coût cognitif, les charges qu'ils génèrent n'ont pas le même effet sur la satisfaction des opérateurs et doivent ainsi être considérées de manière distincte.

5 BIBLIOGRAPHIE

Galy, E. & Mélan, C. (2015). Effects of cognitive appraisal and mental workload factors on performance to an arithmetic task. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *40*, 313-325.

Galy, E. & Gaudin, C. (2014). Vigilance et tension : effet de l'organisation du travail et de la perception de la situation de travail. *Le Travail Humain, 77 (4)*, 301-323.

Galy, E., Cariou, M., & Mélan, C. (2012). What is the relationship between mental workload factors and cognitive load types ? *International Journal of Psychophysiology, 83,* 269-275.

Paxion, J., Galy, E., & Berthelon, C. (2015). Overload depending on driving experience and situation complexity: which strategies faced with a pedestrian crossing? *Applied Ergonomics, 51,* 343-349.

Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review, 19*, 469-508.

Sargent, L.D., & Terry, D.J. (2000). The moderating role of social support in Karasek's job strain model. *Work & Stress, 14(3),* 245-261.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science, 12*, 257-285.

ÉPIQUE 2017 : Utilisation de données oculométriques pour l'entraînement de novices à la reconnaissance visuelle de services au tennis

Beugniot
Akiani, 109 avenue Roul, 33400, Talence
Margot.beugniot@akiani.fr
Lini
Akiani, 109 avenue Roul, 33400, Talence
Sami.lini@akiani.fr
Bey
Akiani, 109 avenue Roul, 33400, Talence
Christophe.bey@akiani.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

La différence de performance entre novices et experts au tennis est évaluée lors d'une tâche expériementale. L'utilisation d'eye-tracker et de vidéo sur une quarantaine de joueurs d'expérience variable a permis d'évaluer les stratégies visuelles mises en place lors des services. Une comparaison de la performance ainsi que le charge induite entre les deux groupes montrent l'importance des informations spatiales et temporelles et la possibilité de réduire par l 'entrainement la charge induite des joueurs novices.

MOTS-CLÉS

Neuroergonomie, anticipation, oculométrie, performance, entrainement sportif

1. INTRODUCTION

L'utilisation de la neuroergonomie dans le cadre de l'évaluation de l'état cognitif d'un opérateur n'a cessé de faire ses preuves (Mehta & Parasuraman, 2013). Nous nous sommes donc demandé si nous pourrions pousser plus loin son utilisation et l'employer à des fins d'entraînement opérationnel.

En situation dynamique à forte contrainte temporelle, de nombreux travaux, dont ceux d'Amalberti (1996), ont illustré le lien entre expertise, compréhension de la situation et anticipation. Farrow et Abernethy (2002) se sont interrogés sur la possibilité d'entraîner les capacités anticipatoires de joueurs de tennis à partir de données expertes. L'anticipation a été identifiée de longue date comme l'un des éléments fondamentaux de la capacité humaine à gérer ses ressources cognitives et sa performance (Cellier, 1996, Lini, 2013). Or selon Edsley (1995), l'anticipation est permise par la compréhension de la situation, elle-même permise par la perception des données de l'environnement.

Serait-il possible d'améliorer la performance en entraînant la perception de joueurs novices à l'aide de données expertes ?

Dans le cadre de ce travail nous nous sommes intéressés plus particulièrement à la perception visuelle lors du retour de service au tennis. L'expérience consiste à vérifier, à l'aide de matériel d'oculométrie, trois hypothèses suivantes :

- H1 : Il y a des différences de performance et de charge induite dans la tâche de reconnaissance visuelle de services entre experts et novices.
- H2 : Il y a des informations spatiales et temporelles qui sont indispensables à la bonne lecture de services.
- H3 : Il est possible d'améliorer la performance de novices dans la reconnaissance de services en leur présentant les données oculométriques recueillies auprès d'experts.

1. MÉTHODE

1.1. Participants

Nous avons recruté 38 joueurs de tennis masculins (M=37,30 ans; σ=14,12) : 14 experts (M=30,93 ans; σ=11,61) étant ou ayant été classés en seconde ou en première série, et 26 novices (M=41,17 ans; σ=14,32) dont le classement n'a jamais excédé 30. Les novices ont quant à eux été séparés en deux groupes : un témoin (M=33,50 ans; σ=11,74) et un entrainé (M=47,25 ans; σ=14,19).

1.2. Matériel

Les données ont été récoltées par le biais d'un eye-tracker Tobii X1 Light fixé sur un écran 24 pouces en 16/9. L'enregistrement et les analyses ont été effectuées avec Tobii Studio (Version 3.3.2).
Plusieurs services réalisés par un joueur de tennis expert ont été filmés en position de retourneur et de sorte à ce que la reproduction sur écran 24 pouces soit la plus fidèle à la réalité possible.

1.3. Procédure

La tâche expérimentale consistait, pour chaque essai, à regarder la vidéo et à indiquer la zone d'atterrissage estimée de la balle le plus rapidement possible. La dernière image de la vidéo séparait le carré de service en trois zones colorées (sur le T, au milieu, à l'extérieur) pour faciliter la lecture.

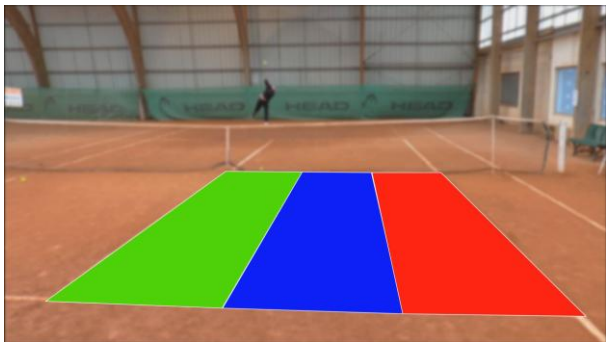


Figure 1 – Dernière image avec les zones différenciées

Afin de tester la seconde hypothèse, quatre occultations spatiales (masquage d'une zone à l'écran) et trois occultations temporelles (arrêt prématuré de la vidéo) ont ensuite été appliquées sur chacun des cinq services sélectionnés pour créer 35 vidéos différentes.

Afin de tester la troisième hypothèse, une séquence vidéo d'entraînement spécifique a été réalisée. L'objectif de cette vidéo était de permettre aux joueurs novices d'identifier la façon dont les experts prennent des indices visuels face à cette tâche, dans le but de s'en inspirer. Elle présente une agrégation des données oculométriques des experts ayant répondu correctement sur un essai précis sans occultation. Son contenu est présenté dans le tableau ci-dessous.

N° de la vidéo	Fin de la vidéo	Données oculométriques expertes	Vitesse de lecture de la vidéo
1	Post atterrissage	Sans	1x
2	Impact balle-raquette	Sans	1x
3	Impact balle-raquette	Avec	1,25x
4	Impact balle-raquette	Avec	1x
5	Impact balle-raquette	Avec	0,75x

Tableau 1 – Contenu de la séquence d'entrainement

1.4. Variables indépendantes

1.4.1. Occultations spatiales

Les occultations spatiales recouvraient respectivement le visage du serveur, ses épaules, ses hanches et la raquette. Elles sont présentées en Figure 2.

1.4.2. Occultations temporelles

Les occultations temporelles consistaient à arrêter la vidéo respectivement au moment de l'impact entre la balle et la raquette, lorsque le serveur avait sa raquette "dans la boucle" et lorsque le serveur était en position armée. Elles sont présentées en Figure 3.

Figure 2 - Occultations spatiales

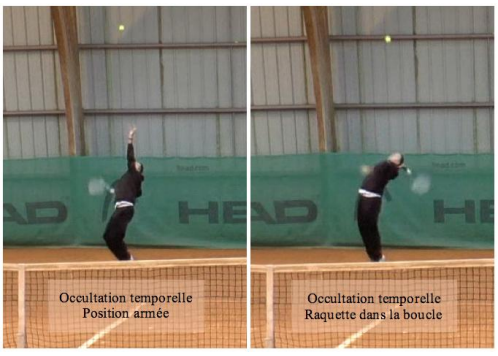


Figure 3 - Occultations temporelles

1.4.3. Entrainement

La séquence d'entrainement était montrée à un des deux groupes de novices entre les deux blocs.

1.5. Variables dépendantes

Validité de réponse

La validité de réponse à la tâche, c'est-à-dire la bonne ou mauvaise estimation de la zone d'atterrissage de la balle, est ici utilisé comme indice de performance.

Temps de réaction

Nous avons également recueilli le temps de performance, c'est-à-dire le temps écoulé entre l'affichage du questionnaire et la réponse.

Diamètre pupillaire

Enfin, nous avons mesuré les diamètres pupillaires, positivement corrélés à la charge cognitive selon Beatty (1982).

1.6. Protocole expérimental

Le sujet était assis à une distance fixe (60 cm) de l'écran. Des vidéos de service lui étaient présentées successivement. A la fin de chaque vidéo, l'image était remplacée par un questionnaire lui demandant d'indiquer la zone d'atterrissage estimée de la balle le plus rapidement possible.
La bonne réponse était ensuite affichée.
L'expérience était composée d'un essai pré-test suivi de deux blocs de trente-cinq essais et d'un essai post-test.
La séquence d'entraînement était présentée au groupe de novices à entraîner avant le second bloc.
Les essais étaient contrebalancés sur l'ensemble des blocs.

2. RÉSULTATS

La validité de la réponse, le temps de réponse et le diamètre pupillaire constituent les variables dépendantes de notre étude. Un test de corrélation de Pearson, effectué sur la différence entre les deux blocs pour ces trois variables, a montré leur indépendance. Elles ont donc été traitées séparément par une ANOVA à un facteur, suivie d'un test de comparaisons multiples Tukey HSD.

Notre première hypothèse concernait la présence de différences de performance et de charge induite dans la reconnaissance visuelle de services entre experts et novices. Nous observons d'une part que le temps de réaction des experts est très significativement inférieur à celui des novices lors des deux blocs (p-value = 0,00023 et p-value < 0,0001) et d'autre part que le diamètre pupillaire des experts est significativement inférieur à celui des novices (p-value =0,014) pour le premier bloc.

Notre seconde hypothèse interrogeait l'importance des informations spatiales et temporelles dans la lecture de services. D'un côté, la validité de réponse est très significativement plus élevée pour les services sans occultation qu'en cas d'occultation spatiale (p-value = 0,0045) et temporelle (p-value = 0,0066) lors du second bloc. Or de l'autre, le temps de réaction pour les services sans occultation est très significativement plus élevé qu'en cas d'occultation spatiale (p-value = 0,0062 et p-value <=0,0084) et d'occultation temporelle (p-value = 0,00022 et p-value = 0,010) pour les deux blocs.

La dernière hypothèse portait sur la possibilité d'améliorer la performance de novices dans la reconnaissance de services en leur présentant les *gaze plots* d'experts. Les données de temps de réaction et de validité de la réponse ne font pas apparaitre de résultats significatifs permettant de valider cette hypothèse. Cependant, lors du second bloc, le diamètre pupillaire des novices entraînés est non seulement significativement inférieur à celui des novices témoins (p-value <0,0001) mais également à celui des experts (p-value=0,0096).

3. DISCUSSION

Nous avons trouvé des différences de performance et de charge induite dans la reconnaissance visuelle de services entre les joueurs experts et novices : les experts ont une meilleure performance et une charge induite moindre par rapport aux novices. Ce résultat valide notre hypothèse H1.

Concernant l'hypothèse H2, nous avons également montré que l'accès à l'ensemble des informations spatiales et temporelles permettait une meilleure validité de réponse. Ce résultat valide partiellement notre hypothèse H2. Cependant nous n'avons pas obtenu de résultat permettant d'évaluer l'importance relative des différentes zones spatiales et temporelles soumises aux occultations.

Enfin si nous n'avons pas prouvé la possibilité d'améliorer, à l'aide des données oculométriques expertes, la performance de novices à proprement parler, nous avons montré qu'il était possible de réduire leur charge induite. Ce résultat valide partiellement notre hypothèse H3.

Pour de futures études, l'utilisation des zones d'intérêt dynamiques pourrait nous permettre d'investiguer les raisons de cette diminution de charge. Nous pourrions notamment comparer les patterns de prise d'information des novices et des experts d'une part et des novices avant et après leur entrainement d'autre part. Cela permettrait d'investiguer plus en profondeur notre seconde hypothèse. La question de l'entraînement de sujets novices avec des données oculométriques expertes demeure pour nous un sujet d'intérêt et constitue à ce titre une seconde piste pour de prochains travaux.

4. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement Antoine Luu et Jerome Schaeffer-Lacour, de Tobii Pro pour le prêt du matériel et leur support.

Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble des participants et aux différents clubs nous ayant accueillis.

Enfin, un grand merci à Raphaël Chirac pour son aide précieuse tout au long de nos expérimentations.

5. BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R. (1996). La conduite de systèmes à risques. Paris, France : Presses Universitaires de France.

Beatty, J., & Lucero-Wagoner, B. (2000). The pupillary system. In Handbook of psychophysiology (2nd ed.,pp. 142–162). New York, NY, US: Cambridge University Press.

Cellier, J. M. (1996). Exigences et gestion temporelle dans les environnements dynamiques. In Cellier, J.-M., V. De Keyser, & C. Valot (Eds.), La gestion du temps dans les environnements dynamiques (pp. 20–48). Paris: Presses Universitaires de France.

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37(1), 32-64.

Farrow, D., & Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video based perceptual training?. Journal of Sports Sciences, 20(6), 471-485.

Mehta, R. K., & Parasuraman, R. (2013). Neuroergonomics: a review of applications to physical and cognitive work. Frontiers in Human Neuroscience, 7, 889. http://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00889

Posner, M., & Boies, S. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, *78*(5), 391.

Modélisation des débriefings en sport de haut niveau

Marie Le Menn
INSEP, Laboratoire SEP, EA 7370, 11 avenue du Tremblay, 75012 PARIS
Université Paris Descartes, 12 rue de l'Ecole de Médecine, 75006 PARIS
marie.lemenn@insep.fr

Anne-Claire Macquet
INSEP, Laboratoire SEP, EA 7370, 11 avenue du Tremblay, 75012 PARIS
anne-claire.macquet@insep.fr

Catégorie de soumission : rencontres doctorales

RESUME :
Cette étude en cours de réalisation vise à modéliser le processus de débriefing en sports individuels lors de compétitions internationales. Des entretiens d'explicitation ont été menés avec 9 entraîneurs et 8 athlètes pour identifier les circonstances de réalisation des débriefings et les modes opératoires (MO) qu'ils mobilisent pour débriefer en relation avec le style de leadership transactionnel ou transformationnel. Les résultats mettent en avant que l'entraîneur et l'athlète se partagent le leadership et qu'ils l'adaptent aux contraintes temporelles posées par le format de la compétition. Les résultats montrent deux étapes dans le débriefing : la préparation et la présentation, qui renvoient à la mobilisation de trois MO pour la préparation et neuf pour la présentation. Le leadership transformationnel est caractérisé par six MO, et le leadership transactionnel par trois MO. Cette étude contribue à explorer l'activité collaborative entraîneur-athlète dans des situations où la pression temporelle et les enjeux sont très élevés.
MOTS-CLES : Débriefing – Sport– Experts – Leadership transformationnel – Leadership transactionnel

1 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

En sport, le débriefing est une activité qui prend la forme d'une discussion entre l'entraîneur et l'athlète. Elle vise à évaluer une performance, analyser les causes possibles des échecs et des réussites, et déterminer des changements en vue de la/les prochaine(s) compétition(s) (Hogg, 1998). Le débriefing permet donc aux athlètes de développer de nouveaux apprentissages, mais il les aide également à récupérer et à se remobiliser pour la suite des événements, en tournant la page sur ce qui vient de se passer, à renforcer la confiance en soi (Hogg, 2002 ; Macquet, Ferrand & Stanton, 2015; McArdle, Martin, Lennon & Moore, 2010). En ce sens, débriefer après une épreuve ou une compétition est essentiel pour les athlètes.
Dans la littérature scientifique, on observe que peu d'études ont exploré le processus de débriefing en sport. Hogg (1998, 2002) a mis en avant que les conditions dans lesquelles l'entraîneur et l'athlète se réunissent peuvent influencer la qualité du débriefing car le lieu, le moment, et la durée du débriefing peuvent avoir été choisis délibérément ou bien par défaut en raison du rythme d'une compétition. McArdle et al., ont montré que les bénéfices associés au débriefing (nouveaux apprentissages, récupération, renforcement de la confiance en soi) étaient parfois difficiles à obtenir (crainte d'être jugé, soumission à l'autorité).
Le style de leadership de l'entraîneur a aussi un effet sur le débriefing. Le modèle de Bass (1999) sur le leadership met en avant deux styles de leadership qui se distinguent selon les intentions du leader. Le leader transactionnel se préoccupe plutôt de la tâche et des modalités de réalisation, et le leader transformationnel se focalise plutôt sur le bien-être et le développement général de l'individu. En s'appuyant sur ce modèle, Macquet et al. (2015) ont mis en avant que les entraîneurs pouvaient adopter l'un ou l'autre de ces styles de leadership pendant le débriefing selon les situations (par exemple, moment pour débriefer, durée possible pour débriefer, athlètes en présence,…). Une

modélisation du débriefing en sports collectifs a été réalisée par ces auteurs, rendant compte des modes opératoires mobilisés par les entraîneurs pour débriefer, et du style de leadership auxquelles ils se rapportent. L'entraîneur peut par exemple chercher à maintenir le contrôle du débriefing et donner les résultats de son analyse pour donner davantage de temps aux athlètes pour se focaliser sur leur récupération (leadership transactionnel), ou encourager l'athlète à analyser les causes possibles de ses réussites et échecs de manière plus active, et l'aider à augmenter sa confiance en lui/elle (leadership transformationnel).
Aucune étude, à notre connaissance, n'a porté sur le débriefing en sport individuel lors de compétitions majeures (championnats d'Europe, du monde et Jeux Olympiques). Les études précitées concernent le débriefing en sports collectifs dans les compétitions majeures ou bien en sports individuels de niveau amateur à national, et ne considèrent presque qu'exclusivement le point de vue de l'entraîneur. Par conséquent, notre étude vise à explorer l'activité de débriefing en sports individuels dans les compétitions majeures, tant du point de vue des entraîneurs que des athlètes.
A partir d'un recueil d'expériences d'entraîneurs et d'athlètes de haut-niveau, elle vise à modéliser le processus de débriefing dans un contexte compétitif dynamique pouvant être déstabilisant (enjeux de la compétition et présence médiatique élevés, difficultés à accorder suffisamment de temps pour la récupération...). Plus spécifiquement, elle vise à identifier les moments des débriefings et les modes opératoires mobilisés pour débriefer en relation avec le style transformationnel et transactionnel.

2 MILIEU D'IMPLANTATION ET METHODE

2.1 Participants

9 entraîneurs et 8 athlètes de haut-niveau ayant participé aux Jeux Olympiques de Rio ont volontairement accepté de participer à l'étude. Parmi eux figurent 4 femmes (1 entraîneur et 3 athlètes) et 13 hommes (5 athlètes et 8 entraîneurs). La moyenne d'âge des athlètes est de 24 ans (ET = 4,3) et celle des entraîneurs de 47 ans (ET = 5,9). 10 disciplines sont concernées par l'étude : aviron, escrime, pentathlon moderne, lutte, boxe, tennis de table, tir, tir à l'arc, athlétisme, gymnastique.

2.2 Recueil des données

Les données ont été recueillies lors d'entretiens individuels semi-structurés, organisés selon les disponibilités des participants. Ils ont été réalisés à partir d'un guide. Ce guide d'entretien a été élaboré à partir d'éléments recueillis au cours de la revue de littérature portant sur le débriefing en sport, mais également dans d'autres domaines tels que la médecine, l'aviation civile et militaire, la psychologie clinique. Les questions portaient sur : (a) le moment des débriefings (ex. : « À quels moments faites-vous des débriefings ? »), (b) les étapes des débriefings (ex. : « Préparez-vous les débriefings ? » ; « Comment se déroule ce débriefing ?), (c) le contenu des débriefings (ex. : « Que dites-vous lors des débriefings ? »), et (d) la division du travail (ex. : « Préparez-vous vos débriefings avec d'autres personnes ? »). Chaque entretien fut a été enregistré par dictaphone puis retranscrit verbatim, et ensuite validé par chaque participant.

2.3 Analyse des données

L'analyse des données s'est organisée en deux temps. Un premier traitement des données visait à modéliser, par une frise chronologique, les temps forts de la compétition et les moments où les débriefings sont réalisés. Une analyse inductive et déductive des entretiens était menée dans un deuxième temps, en s'appuyant sur la méthode de comparaison constante de données, issue de la théorie ancrée (Corbin et Strauss, 1990), en vue d'identifier les modes opératoires mobilisés par les entraîneurs et les athlètes.
Chaque chercheur impliqué dans l'étude lisait la retranscription d'un premier entretien, découpait les verbatim en unités de sens en relation avec les modes opératoires mobilisés pour débriefer et les contraintes temporelles rapportées par les participants et les catégorisait. Les chercheurs comparaient ensemble leurs résultats respectifs pour déterminer des catégories de premier ordre,

leur attribuer un nom et définir leurs caractéristiques propres. L'atteinte d'un taux d'accord de 80% minimum entre leurs résultats était nécessaire avant de procéder au découpage des autres retranscriptions. Les chercheurs regroupaient ensuite les catégories de 1er ordre en fonction de leurs caractéristiques, et déterminaient des catégories de 2ème ordre. De la même manière, les catégories de 2ème ordre étaient regroupées en catégories de 3ème ordre en fonction de leurs points communs. La procédure était répétée jusqu'à atteindre une saturation dans l'analyse des données, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'aucune catégorie ou nouvel ordre supplémentaire n'émerge.

3 RÉSULTATS

Le traitement des données est en cours. Les résultats présentés concernent 5 entretiens d'athlètes et 5 entretiens d'entraîneurs.

3.1 Format de la compétition et moments des débriefings

Une frise chronologique a été construite pour chaque sport étudié (voir Figure 1). Ces frises présentent le moment des débriefings (après une épreuve, à la fin de la journée de l'épreuve, et à la fin de la compétition) et les types de débriefings possibles (formel vs informel).

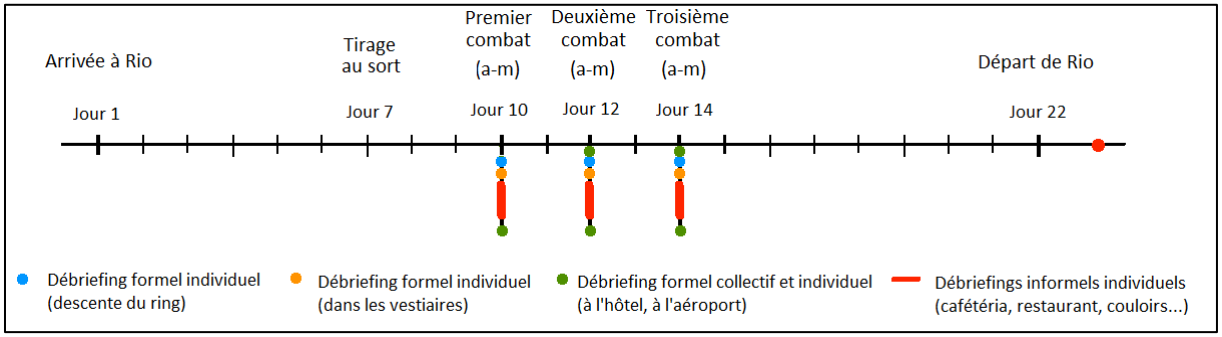


Figure 1. Exemple de modélisation temporelle des débriefings possibles au cours de la compétition en boxe.

3.2 Types de débriefings

Les résultats ont montré que certains débriefings sont effectués par l'athlète et l'entraîneur de manière autonome (chacun réfléchit à ce qui s'est passé), ou bien à deux (l'entraîneur et l'athlète), voire avec plus de participants (les membres du staff ou d'autres athlètes par exemple). Les résultats ont aussi révélé le caractère formel des débriefings (les participants sont exclusivement investis dans l'activité de débriefing), ou informel (le débriefing intervient en parallèle d'une autre activité, comme le déjeuner, par exemple). Enfin, les résultats ont indiqué que les débriefings peuvent concerner une épreuve (par ex. : un match, un combat, une course) ou l'ensemble de la compétition.

3.3 Modes opératoires et styles de leadership

La mise à jour des modes opératoires utilisés par l'entraîneur et l'athlète pour débriefer en relation avec les styles de leadership est en cours de réalisation. A ce jour, 12 modes opératoires ont été identifiés et catégorisés au sein de 5 dimensions relatives aux deux styles de leadership. Ces modes opératoires peuvent être mobilisés par l'entraîneur ou l'athlète, et leur fréquence d'apparition varie selon le type de débriefing (voir tableau 1).

Phase du débriefing	Style de leadership	Dimensions du leadership	Modes opératoires	Acteur	Après Match	Après Journée	Après Compétition
Préparation			Récupérer et préparer du matériel.	E	1	1	2
			Réfléchir au contenu et à la forme du discours à présenter.	E	0	0	1
			Evaluer seul l'efficacité du plan et les difficultés rencontrées.	A	3	1	2
Présentation	**Leadership transformationnel**	**Inspirer une vision**	Réguler la confiance.	E	4	2	2
				A	3	0	1
			Tourner la page, se focaliser sur les étapes suivantes.	E	10	1	3
		Stimulation intellectuelle	Co-évaluer l'efficacité du plan et les difficultés rencontrées.	A + E	4	1	2
			Co-construire les axes de progrès.	A + E	3	1	3
		Considération individuelle	Identifier l'état de forme physique et mentale.	E ou A	7	3	4
			Gérer les émotions	E ou A	13	2	9
	Leadership transactionnel	**Reconnaître le travail**	Présenter l'efficacité du plan et les difficultés rencontrées.	A	2	1	2
				E	9	1	7
			Présenter les axes de progrès.	E	1	0	4
		Management par exception	Solliciter le débriefing si le plan n'a pas fonctionné ou si les rôles et attentes n'ont pas été respectés.	A	4	1	2

Tableau 1 : Types de débriefings et fréquence d'apparition des modes opératoires (E : entraîneur, A : Athlète)

4 DISCUSSION

Les résultats ont montré deux étapes dans le débriefing : la préparation et la présentation en lien avec 12 MO. Les entraîneurs sont apparus comme des leaders tantôt transformationnels, tantôt transformationnels, ce qui est consistant avec le modèle de Bass (1999) et les travaux de Macquet et al. (2015). Les résultats ont également montré que le leadership est partagé par l'athlète et l'entraîneur durant les débriefings. Ces résultats sont novateurs. De nouvelles recherches devraient permettre d'identifier les conditions d'émergence de ce partage. Enfin, les résultats ont indiqué que le débriefing favorisait l'apprentissage, la récupération, la confiance et soi et la projection sur l'avenir, ce qui est consistant avec les travaux de Hogg (1998, 2002), McArdle et al. (2010) et Macquet et al. (2015). La poursuite de ce type de recherche devrait permettre de développer des perspectives d'aide pour optimiser le débriefing dans le contexte des environnements dynamiques.

5 RÉFÉRENCES

Bass, B. M. (1999). Two decades of research and development in transformational leadership. European journal of work and organizational psychology, 8(1), 9-32. http://dx.doi.org/10.1080/135943299398410

Hogg, J. M. (1998). The post performance debriefing process: getting your capable track and field athletes to the next level of performance. New studies in athletics, 13, 49-57.

Hogg, J. M. (2002). Debriefing: A means to increasing recovery and subsequent performance. Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes, 181-198.

Macquet, A. C. (2010). Time management in the context of elite sport training. The Sport Psychologist, 24(2), 194-210. http://dx.doi.org/10.1123/tsp.24.2.194

Macquet, A. -C., Ferrand, C., & Stanton, N. A. (2015). Divide and rule: A qualitative analysis of the debriefing process in elite team sports. Applied Ergonomics, 51, 30-38. http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2015.04.005

McArdle, S., Martin, D., Lennon, A., & Moore, P. (2010). Exploring debriefing in sports: A qualitative perspective. Journal of Applied Sport Psychology, 22(3), 320-332. http://dx.doi.org/10.1080/10413200.2010.4811566

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research (Vol. 15). Newbury Park, CA: Sage.

Conception participative et interdisciplinaire d'un agent virtuel émotionnel pour une technologie destinée aux aînés

Porcher-Sala Amandine
Université Bretagne Sud / Lab-STICC - Centre de recherche, BP 92116, 56321 Lorient cedex, France
Université de Sherbrooke / DOMUS & CDRV - 2500 boul. Université, Sherbrooke, Canada, J1K 2R1
amandine.porcher@univ-ubs.fr

Loued Wathek, Pigot Hélène, Lorrain Dominique
Université de Sherbrooke / DOMUS & CDRV - 2500 boul. Université, Sherbrooke, Canada, J1K 2R1
Wathek.Bellah.Loued@USherbrooke.ca; helene.pigot@usherbrooke.ca;
dominique.lorrain@usherbrooke.ca

Guérin Clément et Chauvin Christine
Université Bretagne Sud / Lab-STICC - Centre de Recherche, BP 92116, 56321 Lorient cedex, France
clement.guerin@univ-ubs.fr; christine.chauvin@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : communication orale courte

RÉSUMÉ

Le développement des agents virtuels émotionnels (AVE) vise à favoriser des interactions confortables et naturelles entre les humains et les technologies. Cela constitue donc une piste intéressante pour faciliter l'usage des technologies par des personnes aînées. Ce papier est une contribution principalement méthodologique. Nous exposons la démarche de conception participative et interdisciplinaire d'un AVE destiné à soutenir l'utilisation d'un calendrier électronique (Amelis) par des aînés. Plus spécifiquement, nous présentons comment une démarche dans laquelle des aînés sont associés au travail conjoint de chercheurs en Sciences Humaines et Sociales (SHS) et en informatique permet le développement du paramètre de « personnalité » d'un AVE. Ce paramètre étant fondamental pour la production du comportement émotionnel de l'agent virtuel.

MOTS-CLÉS
Interdisciplinarité, Conception participative, Agent virtuel émotionnel, Personnalité, Personnes Âgées

1 INTRODUCTION

Amelis est un calendrier électronique interactif développé au laboratoire DOMUS (Québec), en partenariat avec l'Université Bretagne Sud et deux établissements d'hébergement collectif pour personnes âgées autonomes (un en France, un au Québec). L'objectif global du projet est de développer un système d'aide à l'organisation de la vie quotidienne des aînés.

Parmi les modalités d'interaction avec le calendrier, les aînés pourront recourir à un agent virtuel émotionnel (AVE). Les AVE sont des « personnages animés réalisés en image de synthèse. Ils ont une apparence tantôt réaliste, tantôt stéréotypée (...) un comportement social imitant celui des humains. Pour interagir de façon naturelle avec l'utilisateur ils sont capables d'analyser son comportement verbal (reconnaissance de la parole) et non-verbal (reconnaissance des émotions par exemple) et de produire en retour un message également multimodal à travers la parole (synthèse vocale), les gestes et les expressions faciales. » (Wrobel & *al.*, 2014). La similarité entre l'expressivité d'un AVE et celle des humains enclencherait chez les aînés la perception d'interagir avec une machine personnifiée, ce qui lèverait des freins à l'usage de technologies (Ortiz & *al.*, 2007).

Ce travail vise concevoir un AVE dont le comportement émotionnel est adapté aux attentes des aînés. Cela pose des enjeux de conception qui impliquent une démarche participative associant des personnes âgées dont on cherche à identifier les attentes, mais aussi une démarche interdisciplinaire où les SHS prennent part à un développement informatique. Après une présentation rapide du modèle informatique de comportement émotionnel pour l'AVE, la logique méthodologique couplant participation et interdisciplinarité sera développée.

2 PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

Le calendrier Amelis proposera plusieurs modalités d'interaction, notamment un agent virtuel émotionnel (AVE) qui devra offrir une interaction la plus naturelle possible. Son comportement émotionnel et expressif est donc essentiel pour favoriser l'usage de la technologie et faire en sorte que les utilisateurs bénéficient de l'interaction avec l'AVE. Loued et *al.* (2016) relèvent que peu d'études visent la spécification du comportement des AVE selon les attentes et les besoins des aînés. Face à cet enjeu, la conception participative de l'agent virtuel avec les aînés est une démarche intéressante dans la mesure l'ensemble des acteurs concernés par la création d'un artefact sont associés, « leur participation étant basée sur leurs connaissances plutôt que leurs rôles. » (Caelen, 2004).

Le principe général du modèle informatique émotionnel d'Amelis est le suivant : la valeur émotionnelle d'un événement (ex : annuler un rendez-vous inscrit au calendrier) est évaluée par le système pour en déduire la réaction émotionnelle de l'agent virtuel. Ce processus d'évaluation puis de réponse émotionnelle dépend de plusieurs paramètres qui interagissent : le paramètre constant fixant la « personnalité » de l'AVE, la « valeur émotionnelle » de chaque évènement, et le paramètre « humeur de l'AVE » résultant de l'interaction entre les deux paramètres précédents. La personnalité définit l'humeur neutre de l'AVE. Face à un évènement à l'instant *t0*, l'humeur va donc varier puis tendre à revenir progressivement à son état neutre initial à un temps *t1.* Le rapport mathématique pour déterminer le paramètre « humeur » en liant les paramètres « émotion » et « personnalité » est défini par le modèle PAD (*Pleasure, Arrousal, Dominance*) de Mehrabian et Russel (1974). Dans ce modèle PAD, le paramètre de personnalité est calculé à partir du Five Factor Model (FFM), qui constitue d'ailleurs l'un des modèles les plus utilisés pour développer la « personnalité » pour un AVE (Mehrabian, 1996 ; Kasap & Magnenat-Thalmann, 2007). Le modèle FFM propose de structurer une personnalité selon cinq traits majeurs (« OCEAN ») : Ouverture à l'expérience (O, profondeur et originalité), Conscience (C, penser avant d'agir, organisation, planification…), Extraversion (E, sociabilité, affirmation de soi, émotions positives…), Agréabilité (A, orientation sociale, altruisme, confiance…), le Névrosisme (N, éprouver des émotions négatives, tristesse, anxiété…). Ainsi, la réponse émotionnelle de l'agent virtuel repose en partie sur les valeurs mathématiques composant son modèle informatique de personnalité.

Dans le cadre du développement d'Amelis, les objectifs étaient de tenir compte des attentes et besoins des aînés pour construire un modèle informatique de comportement émotionnel en partie basé sur des référents empruntés aux théories psychologiques de la personnalité. Aussi, une démarche de conception interdisciplinaire et participative a été déployée auprès de personnes âgées. Le travail interdisciplinaire a permis de construire, animer et analyser des ateliers de conception participative auprès de groupes de personnes âgées de plus de 60 ans vivant dans des établissements d'hébergement collectif partenaires du projet (Foyer Autonomie en France, Coopérative d'habitation au Québec). Par ailleurs, le travail interdisciplinaire a été essentiel pour développer le modèle informatique émotionnel d'Amelis en progressant de la caractérisation qualitative des traits de personnalités de l'AVE jusqu'à leur spécification mathématique. Cette spécification a été possible grâce à la participation des aînés aux ateliers. Leurs échanges et productions ont permis de mettre à jour les types et la nature des traits de personnalité privilégiés *a priori* par ce public pour interagir avec un agent virtuel.

3 METHODE

Les participants aînés ont été recrutés au sein des structures partenaires de la recherche pour participer à trois ateliers de prototypage. Les ateliers sont filmés pour garder la trace des échanges (*verbatims*) et des productions (ex : maquettes). L'atelier I visait la conception de l'interface du calendrier. Les deux ateliers suivants portaient sur la conception des modalités d'interaction avec Amelis. Durant l'atelier II, les participants volontaires ont échangé au sujet des interactions tactiles, vocales et avec un agent virtuel. L'atelier III visait spécifiquement la caractérisation de l'AVE. L'ensemble de ce protocole a été contrôlé et autorisé par le Comité d'Ethique de la Recherche en Lettres et Sciences Humaines de l'Université de Sherbrooke.

Durant l'atelier II, il a été demandé aux aînés d'imaginer les modes d'interaction qu'ils privilégieraient pour réaliser différentes actions sur le calendrier Amelis. Pour cela, les maquettes de synthèse des écrans conçus en atelier I ont été utilisées comme un plateau de jeu. Les participants âgés disposaient de trois cartes à jouer figurant la modalité d'interaction tactile, vocale et l'agent virtuel. Une phase introductive présentait les maquettes de synthèses et les trois types de modalités d'interactions (grâce à des vidéos et le test réel d'interactions tactiles). Ensuite, les échanges étaient amorcés à partir de la question : « Pour réaliser telle action (ex : regarder votre planning du mois prochain), quel serait le mode d'interaction que vous privilégieriez ? ».

L'atelier III a été construit autour de trois objectifs de prototypage : l'apparence, le comportement émotionnel et le dialogue de l'agent virtuel. Pour spécifier le comportement de l'AVE, la méthode retenue est inspirée des jeux de rôle. A partir de dialogues écrits au préalable, un chercheur joue le rôle de l'agent virtuel et un second chercheur joue le rôle de l'utilisateur voulant inscrire un rendez-vous au calendrier. A l'issue du dialogue, les participants âgés sont invités à exprimer leur ressenti face à la situation. Trois dialogues sont joués, la personnalité de l'AVE diffère à chaque fois.

Dans le cadre de conceptions participatives, Moget, Bonnardel & Galy (2014, p.245) remarquent que « les personnes âgées peu familiarisées avec les technologies pourraient (…) manquer de vocabulaire ou de connaissances pour exprimer leur choix de manière complète et intelligible pour les concepteurs. ». Dans le but de soutenir l'expression des aînés, différents supports ont été proposés. Par exemple, durant l'atelier III, des cartes sur lesquelles étaient inscrits des qualificatifs émotionnels permettaient aux aînés de qualifier le plus finement possible leur ressenti à l'issue des scénettes. Ces qualificatifs sont ceux proposés par la classification des émotions du modèle OCC (Ortony, Clore & Collins, 1988). Les chercheurs demandaient aux participants aînés d'exprimer : « en écoutant ce dialogue, je me suis senti(e) … *carte(s) émotion(s)*… ». Les cartes émotions étaient également utilisées afin de relancer la discussion. (ex : « Et dans quelles conditions pourriez-vous vous sentir …*carte émotion*… en utilisant Amelis ? »).

Le corpus de données est constitué de la retranscription exhaustive des verbatims des ateliers II et III. Les 5 traits de personnalité « OCEAN » structurent les items de la grille d'analyse de contenu utilisée pour repérer les séquences d'énoncés (SE) référant à la personnalité de l'AVE. L'unité d'analyse « SE » correspond à une partie du dialogue traitant d'un même objet de discussion, et pouvant compter plusieurs énoncés et locuteurs. Chaque SE a ensuite été thématisée, c'est-à-dire que le contenu de la SE a été qualifié précisément. Pour renforcer la validité de la démarche, deux ateliers de prototypage ont été analysés par 4 chercheurs représentant 3 disciplines différentes (psycho-ergonomie, informatique, neuropsychologie) afin de s'accorder sur le codage du contenu.

4 RESULTATS

Six ateliers II ont été réalisés (quatre au Québec : 18 aînés participants, deux en France : 16 participants ; durée totale = 7 heures). Ensuite, quatre ateliers III ont eu lieu au Québec. Ils ont réunis 14 participants (durée totale = 4h30). Deux ateliers III sont planifiés en France, ils réuniront 8 participants. L'analyse thématique de plus de 6000 énoncés a permis de quantifier 221 SE relatives aux traits de personnalité « OCEAN » puis de qualifier leur nature.

Quantitativement, le trait de personnalité « conscience » (C) fait le plus l'objet d'échanges (70 SE). Cette tendance est cohérente avec la fonction principale du calendrier Amelis : l'organisation. L'AVE devra être organisé, fiable, responsable et consciencieux. La fiabilité représente un enjeu particulier pour les aînés. D'une part, ils s'attendent à ce que l'AVE soit plus fiable qu'eux pour maîtriser la technologie Amelis. Ils précisent aussi qu'un AVE fiable permet de se sentir soi-même plus fiable, en capacité de mieux se concentrer, réfléchir ou se rappeler. Le trait « névrotisme » (N) est le moins représenté (7 SE). Ce point fait l'objet de peu de discussion parce qu'un consensus général pour que l'AVE soit calme et patient se crée rapidement dans chaque groupe.

En référence au trait « O » (53 SE), l'AVE est avant tout réaliste et simple car l'efficacité prime. Des attributs spécifiques apparaissent néanmoins comme la capacité presque intuitive à percevoir et agir, ou la capacité à développer et transmettre des savoirs. Pour le trait « A » (50 SE), l'AVE doit être un « ami-utile », facile à vivre et sympathique. Un trait qualifié de « serviable-aidant » est saillant, il réfère aux capacités de l'AVE à soutenir l'usage d'Amelis : l'AVE est capable de suivre la logique d'usage de l'utilisateur, même si cette logique n'est pas la plus efficace d'un point de vue expert. Concernant le trait « E » (41 SE), l'AVE demeure en retrait, il est convoqué par l'utilisateur. En interaction, il est actif et expressif, la communication doit être stimulante. Il ne s'affirme que sous certaines conditions.

Lorsque les résultats des deux ateliers III prévus en France seront produits, alors il sera possible d'opérer la traduction mathématique des traits de personnalité OCEAN pour calculer la valeur de base du comportement émotionnel de l'agent virtuel Amelis.

5 CONCLUSION

La conception de l'agent virtuel émotionnel reste à compléter avec les analyses des derniers ateliers III. Puis, à court terme, la traduction des résultats qualitatifs en variables mathématiques pour développer le paramètre « personnalité » de l'agent virtuel sera opérée. La pertinence et la qualité du comportement émotionnel de l'AVE sera testée en conditions expérimentales au sein du *living lab* du laboratoire DOMUS (Université de Sherbrooke).

Sur le plan méthodologique, nous avons constaté la difficulté que peut représenter une activité de conception prospective d'un agent virtuel pour certains aînés. Ce type de technologie étant rare, il a été difficile pour les participants de se représenter ce que pourrait être une interaction avec un AVE. Les supports d'aide présentés étaient des vidéos montrant des interactions humain-AVE, puis des scénettes jouées par les chercheurs. Dans les deux cas de figure, les aînés étaient spectateurs de l'interaction. Nous pensons qu'il aurait été intéressant de leur proposer d'expérimenter réellement ce type d'interaction en utilisant soit un agent développé pour le test, soit un agent déjà existant et disponible. En effet, nous avons constaté que les personnes non familières avec l'interaction tactile qui testaient réellement cette modalité lors des ateliers parvenaient plus facilement à exprimer un point de vue à partir de leurs ressentis réels. Toutefois, la dimension prospective et le caractère novateur d'une interaction avec un AVE a aussi engendré des élans de vif intérêt parmi les participants ce qui n'est pas sans rappeler les théories de la motivation humaine face à la nouveauté.

Compte tenu des conditions pratiques de conception de l'agent virtuel, le choix a été fait de ne développer qu'un profil pour le paramètre « personnalité ». Ce choix permet certes de proposer une interaction avec une composante émotionnelle pour enrichir le dialogue humain-machine. Néanmoins, cette logique de conception universelle trouve des limites. En effet, pour favoriser pleinement la sensation d'interaction naturelle, il pourrait être intéressant de développer plusieurs types de profils émotionnels pour les AVE ou bien de les rendre capables d'une grande adaptation émotionnelle en fonction des spécificités de l'utilisateur. Cette capacité à la communication émotionnelle serait d'autant plus pertinente que les utilisateurs sont des aînés faisant l'expérience d'un vieillissement pathologique (Malhotra, Hoey, König & Vuuren, 2016). En effet, les troubles cognitifs liés au vieillissement entraînent parfois un manque de mots ou l'impossibilité de mener des interactions verbales, aussi le langage émotionnel devient un vecteur de communication privilégié (Schiaratura, 2008).

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Caelen, J. (2004). La conception participative d'objets interactifs : principes, méthodes et instrumentalisation. *GDR « Cognition et TIC », Carry le Rouet, France*.

Kasap, Z. & Magnenat-Thalmann, N. (2007) Intelligent virtual humans with autonomy and personality: State of the art. *Intelligent Decision technologies, 1*, 3-15.

Loued, W.; Porcher, A.; Lieb, L.; Pigot, H.; Lorrain, D.; Guérin, C. & Chauvin, C. (2016) Amelis. Concevoir un agent virtuel expressif intégré à un calendrier interactif pour des aînés. *Workshop Affect, Compagnon Artificiel, Interaction,* Brest, France.

Malhotra, A.; Hoey, J.; Konig, A. & van Vuuren, S. (2016). A study of elderly people's emotional understanding of prompts given by Virtual Humans. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 10th EAI International Conference*.

Mehrabian, A. (1996). Analysis of the Big-Five Personality Factors in Terms of the PAD Temperament Model. *Australian Journal of Psychology 48(2)*, p. 86-92.

Mehrabian, A. & Russell, J.A. (1974). *An Approach to Environmental Psychology. Cambridge*, MA: MIT Press.

Moget, C., Bonnardel, N. & Galy, E. (2014) Ergonomie prospective et âge : proposition de méthodes nouvelles pour la conception d'un système de maintien à domicile. *Le travail humain, 3(77)*, 231-255.

Ortiz, A.; del Puy Carretero, M.; Oyarzun, D.; Yanguas, J.J.; Gonzalez, M.F. & Etxeberria, I. (2007) Elderly Users in Ambient Intelligence: Does an avatar improve interaction? *Proceedings of the 9th ERCIM Workshop on 'User Interfaces for All'*, 99-114

Ortony, A., Clore, G., & Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge: Cambridge University Press

Schiaratura, L.T. (2008) La communication non verbale dans la maladie d'Alzheimer. *Psychologie et Neuropsychiatrie du vieillissement, 6(3)*, 183-188

Wrobel, J.; Pino, M.; Wargnier, P. & Rigaud, A.S. (2014) Robots et agents virtuels au service des personnes âgées : une revue de l'actualité en gérontechnologie. *Neurologie Psychiatrie Gériatrie, 14(82)*, 184-193

Evaluer un prototype d'aide sur simulateur : l'exemple d'un dispositif de sécurité pour agents d'exploitation

Stéphanie Cœugnet
IFSTTAR, laboratoire LEPSIS, 25 Allée des Marronniers, 78000 Versailles
stephanie.coeugnet@gmail.com

Aurélie Dommes
IFSTTAR, laboratoire LEPSIS, 25 Allée des Marronniers, 78000 Versailles
aurelie.dommes@ifsttar.fr

Nguyen Thong Dang
IFSTTAR, laboratoire LEPSIS, 25 Allée des Marronniers, 78000 Versailles
nguyen-thong.dang@ifsttar.fr

Fabrice Vienne
IFSTTAR, laboratoire LEPSIS, 25 Allée des Marronniers, 78000 Versailles
fabrice.vienne@ifsttar.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Malgré les diverses campagnes de sensibilisation, les agents d'exploitation sont encore trop souvent victimes d'accidents. La présente étude vise à tester un système d'alerte d'intrusion de véhicules sur zone de chantier destiné aux agents d'autoroute en cours d'intervention, en évaluant une alerte sonore et une alerte haptique. Un autre enjeu était de concevoir un outil de réalité virtuelle capable de reproduire un environnement de chantier sur bord d'autoroute et l'activité des agents. Les données recueillies sur simulateur montrent l'efficacité du dispositif sur la sécurité des agents, ceux-ci se protégeant plus souvent derrière la glissière de sécurité lors des alertes, avec une efficacité plus importante de la modalité sonore. Les résultats sont discutés en termes d'amélioration du dispositif d'alerte et de l'intérêt de l'utilisation d'environnement simulé.

MOTS-CLÉS
Réalité virtuelle, agents d'exploitation, haptique, sonore, acceptabilité

1 INTRODUCTION

Les agents d'exploitation et les patrouilleurs sont souvent amenés à mettre en jeu leur sécurité pour garantir celle des usagers des grands axes routiers. Les données d'accidents montrent ainsi que les 5 400 « hommes en jaune » travaillant pour les sociétés d'autoroutes françaises et les 5 000 agents des Directions Interdépartementales des Routes, intervenant tous au cœur des flux de circulation, sont une population vulnérable. Depuis 10 ans, les chiffres issus des sociétés d'autoroutes montrent que ce sont 20 personnes travaillant sur le réseau autoroutier national concédé qui ont été tuées (CETE Normandie-Centre, 2008) et ce, malgré diverses campagnes d'information et de sensibilisation des usagers. Des mesures visant les conducteurs automobiles ont, en effet, été proposées, avec, par exemple, la réduction de la vitesse de circulation aux abords des zones de chantier (Maze et al., 2000 ; Brewer et al., 2006 ; Allpress & Leland, 2010), la mise en place de contrôles de police (Arnold, 2003), le développement des radars pour les contrôles de vitesse (Benekohal et al., 2009) et l'usage de signaux lumineux (Whitmire et al., 2011). Néanmoins, nous ne pouvons que constater qu'agir uniquement sur le comportement des conducteurs automobiles n'est

pas suffisant pour réduire le risque d'accident des agents d'exploitation, et que la conception de nouveaux dispositifs d'aide visant la sécurité des hommes en jaune directement pourrait s'avérer particulièrement efficace. Pour accroitre la portée d'un tel nouveau dispositif, l'expertise de l'opérateur doit être prise en compte dans sa conception (Falzon & Darses, 1994 ; Darses et al., 2002). Il s'agit là du premier objectif de cette étude : tester un prototype d'alerte en cours de conception par des agents autoroutiers experts, communément appelés les hommes en jaune. Le choix d'un système d'alerte renforcé, mobile et installé sur les flèches lumineuses de rabattement ou d'urgence a été fait par l'équipementier autoroutier porteur du projet.

La situation de chantier sur autoroute étant une situation à risque, il a été choisi d'évaluer le prototype de manière progressive et ainsi, débuter les essais sur simulateur avant de passer à des tests en situation réelle. Toutefois, le protocole expérimental posait une question méthodologique, celle de reproduire au plus juste, sur simulateur, la situation de travail, en proposant aux participants d'effectuer au plus près leurs gestes quotidiens et en mobilisant de manière similaire leur attention portée sur la tâche à réaliser. La simulation a une place importante dans l'Ergonomie, qu'elle soit utilisée dans un but de conception, afin de diagnostiquer des problèmes éventuels sur l'usage futur d'un outil, ou dans l'analyse des comportements et processus impliqués dans l'activité étudiée lors de situations difficilement observables ou à risque, ou encore avec une finalité didactique, de formation des opérateurs (Samurçay & Rogalski, 1998 ; Pastré, 2005). Selon Rolfe et al. (1970), la validité d'un simulateur « se juge par sa capacité à induire chez l'opérateur le même type de réponse qui serait évoqué en situation réelle ». Un outil de simulation doit ainsi permettre une liberté d'action et la possibilité de fournir des scenarios personnalisés (Barot et al., 2013). Il doit également être adaptable afin d'être réutilisable, reconfigurable, évolutif et variable mais aussi cohérent pour pouvoir expliciter les observations obtenues et faciliter la représentativité (Boccara & Delgoulet, 2015). Ces principes reposent sur les caractéristiques même de la validation de la réalité virtuelle. En effet, une simulation valide est aussi souvent une simulation immersive, c'est-à-dire que l'interface du système doit contrôler les entrées sensorielles pour chaque modalité de perception et d'action, prenant en compte la dimension de présence (l'expérience perceptive et cognitive de l'utilisateur) et enfin réaliste (Burckhardt, 2003). Cette dernière caractéristique se rapproche du concept de fidélité qui peut être défini par « la mesure selon laquelle le simulateur produit un comportement semblable à celui exigé dans la situation réelle » (Leplat, 1997, page 174).

A notre connaissance, aucune simulation d'activité de travaux de chantier impliquant une réelle motricité n'a été conçue et utilisée pour la conception d'un nouvel outil de travail, quel qu'en soit le contexte. Dès lors, la présente communication vise à répondre à deux objectifs. Le premier est d'évaluer le prototype d'aide à la mise en sécurité des agents d'exploitation sur autoroute. Le deuxième propose de détailler la conception de l'environnement de simulation et de discuter des possibilités qu'offrent les outils de réalité virtuelle pour l'Ergonomie.

2 METHODE

2.1 Participants

Au total, 15 agents recrutés dans des sociétés d'autoroutes françaises et des Directions Interdépartementales des Routes ont participé à l'étude. Ils étaient âgés de 28 à 56 ans (M=46,27 ; ET=7,49) et disposaient d'une expérience de 3 à 29 ans (M=16,4 ; ET= 8.45). Tous avaient une vision normale à corrigée et avaient tous (ou avaient tous eu) une expérience d'intervention en bord de route durant leur carrière, qu'il s'agisse de balisage, de rebouchage de nids de poule, de contrôle d'équipements ou encore de ramassage d'objets sur la chaussée.

2.2 Environnement de simulation

Le dispositif de simulation piéton à Versailles-Satory est l'une des plateformes immersives de l'IFSTTAR. Il s'agit d'un outil de réalité virtuelle qui permet le déplacement réel d'un piéton au sein d'un espace de 3,6m de large par 7,2m de long autour d'écrans configurés sous la forme d'un U. Sur ces écrans sont projetées des scènes visuelles, représentant un trafic virtuel urbain, autoroutier,

périurbain, selon les besoins de chaque expérimentation. La position réelle de l'individu au sein du dispositif est enregistrée *online*, via le système de capture des mouvements Vicon®. Ce système permet l'interactivité du simulateur, à savoir l'asservissement de la scène visuelle virtuelle aux positions réelles du participant dans l'environnement physique. Pour les besoins de l'étude, l'espace de déplacement a été repensé de sorte que celui-ci puisse correspondre à une portion de chaussée où des travaux autoroutiers pouvaient être réalisés. Ainsi, la zone centrale du simulateur comprenait la voie de circulation de droite, la bande d'arrêt d'urgence, la glissière de sécurité et la partie d'accotement derrière la glissière de sécurité (cf. Figure 1). La simulation sur écrans représentait une circulation sur voie 2*2 à vitesse limitée à 110 km pour laquelle la voie de gauche et les deux voies de contre sens étaient simulées. Le dispositif est équipé d'un système de restitution spatiale du son, capable de produire de manière réaliste les bruits de la circulation sur autoroute avec un niveau sonore qui est aux alentours de 80 décibels.

Figure 1 : environnement de simulation d'une zone de chantier sur autoroute développé à l'IFSTTAR

2.3 Prototype testé

Une alerte se déclenchait soit de manière sonore (diffusion dans l'environnement de chantier via des haut-parleurs installé sur les Flèches Lumineuses de Rabattement, FLR, Figure 2), soit par vibration (grâce à un bracelet communiquant et vibrant porté par l'agent au poignet non dominant), lorsqu'un véhicule pénétrait dans la zone de chantier et était détecté par le prototype testé (caméras de détection). Celui-ci était positionné sur les flèches lumineuses de rabattement. Afin de tester la réaction des agents d'exploitation au plus proche de la réalité qu'ils rencontrent en situation réelle, de fausses alertes avaient été introduites dans les scénarios proposés. Enfin, d'autres scénarios simulaient une défaillance du système (véhicule dans la zone mais pas de déclenchement de l'alerte).

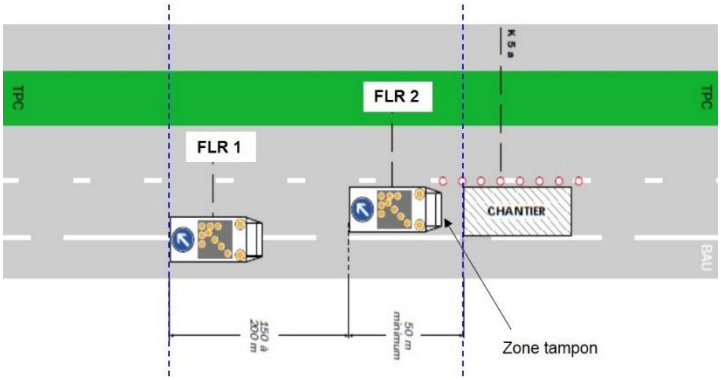


Figure 2 : représentation de la disposition réglementaire d'une zone de chantier d'autoroute avec les deux Flèches Lumineuses de Rabattement (FLR) et la zone tampon (BAU pour Bande d'Arrêt d'Urgence et TPC pour terre-Plein Central)

2.4 Tâches à réaliser

Le choix des tâches proposées à l'agent d'exploitation pendant la simulation était soumis à plusieurs contraintes : elles devaient être représentatives d'une intervention réelle sur autoroute mais répondre aux contraintes du simulateur en termes de conditions de sécurité et d'espace disponible, et être de durée suffisante pour tester la diversité des alertes. La reconstruction du sol du

simulateur ainsi que l'ajout d'éléments réels de bord d'autoroute (borne de comptage siredo, glissière de sécurité) a permis de mettre en place dans l'environnement autoroutier simulé 8 activités différentes allant de la réparation de nids de poule, à la mesure de fissures sur route, en passant par la vérification de documents lors de la réalisation d'un chantier .

2.5 Proximité du danger

Le type de danger pour l'agent variait également en fonction de la distance de celui-ci par rapport à l'agent : soit la collision se produisait sur la première FLR (cf Figure 2) à 250 mètres du chantier (condition « FLR1 ») soit sur la deuxième FLR, plus proche de l'agent à 50 mètres du chantier (condition « FLR2 »). Le danger variait aussi selon la conséquence du franchissement en zone de chantier : soit le véhicule entrait dans la zone de chantier mais reprenait sa trajectoire (condition « évitement »), soit il y avait un choc réel sur la FLR, le fourgon ou le chantier selon la situation (condition « choc »).

2.6 Procédure et données recueillies

Les participants étaient invités à réaliser les différentes tâches proposées. A un moment donné (mais variable entre les essais), soit une alerte d'intrusion de véhicules sur zone de chantier retentissait lorsqu'un véhicule y pénétrait réellement (vraie alerte), soit aucun véhicule n'y pénétrait (fausse alerte), soit aucune alerte ne retentissait alors qu'un véhicule pénétrait la zone (défaillance). Les données recueillies lors de cette étude portaient sur la réaction de l'agent (mise en sécurité, freezing, non détection de l'événement). Pour ce recueil, l'expérimentateur notait le comportement de l'agent d'exploitation lorsqu'un événement se produisait. Une vérification était effectuée a posteriori sur les enregistrements videos réalisés durant l'étude. Le comportement de mise en sécurité est défini par le fait que l'agent quitte sa zone de travail lors d'un événement signalé ou non par alerte, dangereux ou non, pour se rendre soit sur la bande d'arrêt d'urgence, soit devant ou derrière la glissière de sécurité.

Enfin, les prototypes haptique et sonore étaient évalués au moyen d'une échelle d'acceptabilité, i.e. l'Acceptability Scale de Van Der Laan, Heino et De Waard (1997), qui évalue en 10 items l'utilité et la satisfaction perçue d'un système, et d'un entretien semi-directif en fin de session. La pertinence du déclenchement de l'alerte sur la première FLR ou la seconde était également abordée lors de cet entretien.

3 RESULTATS

3.1 Effet des alertes sur le comportement de mise en sécurité

L'analyse des données a mis en évidence, de par ses comportements de mise en sécurité, l'efficacité d'alerter l'agent d'un danger de l'intrusion d'un véhicule à l'approche sur sa zone de chantier. Les agents se sont en effet plus souvent mis en sécurité lorsqu'une alerte (vraie ou fausse alerte) était diffusée, plutôt que lorsqu'aucune alerte n'était diffusée (86,67% versus 35% ; $t=2,26$; $p<.01$). En outre, ce comportement de mise en sécurité était d'autant plus observé dans le cas d'une vraie alerte (93,33 % ; $t=10,04$; $p<.001$), les agents modulant parfois leur comportement lors des fausses alertes (cf Figure 3).

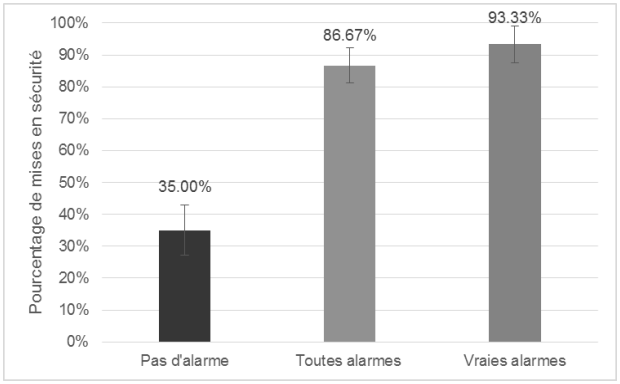


Figure 3 : Pourcentage de comportements de mise en sécurité en fonction du type d'alerte

En ce qui concerne la situation où le véhicule pénétrait dans la zone tampon (après la FLR de position) et ne déclenchait donc pas le système d'alerte, aucun agent n'a eu le temps de se mettre en sécurité même ceux qui ont détecté l'intrusion du véhicule.

3.2 Effet de la modalité sensorielle des alertes sur le comportement de mise en sécurité

Les données montrent qu'il n'y a pas de différence significative dans le cas d'absence d'alerte entre les deux modalités sensorielles (t=0,81 ; ns). En d'autres termes, cela signifie qu'il n'y a pas d'effet expérimental du bloc de passation sur le comportement des participants, permettant ainsi d'assoir la validité de notre étude.

Si l'on s'intéresse aux vraies et fausses alertes regroupées ensemble (« toutes alarmes », cf. Figure 4), l'analyse met en évidence une différence significative entre les deux modalités (t=-3,5; p<.01), la modalité sonore entrainant plus de mises en sécurité que la modalité haptique. Ce résultat est également observé pour les vraies et fausses alertes analysées séparément (vraies alertes : t=2,26; p<.05 ; fausses alertes : t=2,97 ; p<.01). Il semble que la modalité sonore potentialise les mises en sécurité lorsque le danger est réel, alors que la modalité haptique limite les mises en sécurité lorsque l'alerte n'est pas justifiée.

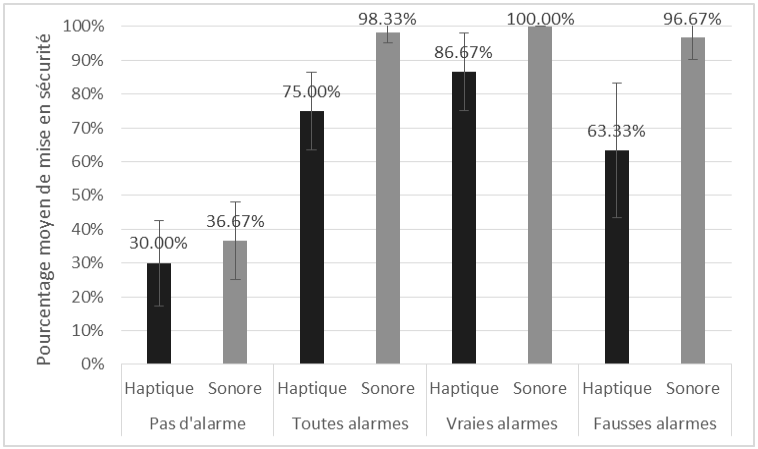


Figure 4. Pourcentage de comportements de mise en sécurité en fonction de la modalité sensorielle des alertes et en fonction du type d'alerte

3.3 Evaluation des deux types d'alerte

3.3.1 Préférence déclarée

A la fin de l'étude, lors de la phase d'entretien semi-guidé, les participants étaient invités à définir une préférence concernant la modalité de l'alerte. Bien que l'alarme sonore soit un peu plus

choisie que l'alarme haptique (44% versus 33%), la différence observée est peu importante. Il est à noter que 27% des participants n'ont pas su départager les deux modalités sensorielles.

Concernant l'alerte sonore, 33% des participants déclarent que l'alerte sonore permet d'améliorer le temps de réaction (ex. « *ça permet d'être très réactif* »). Pour 27% d'entre eux, elle présente l'avantage d'être bien différenciée des sons d'alerte déjà existant (ex. « *le son est bien différent des autres alertes comme les pompiers ou le SAMU* ») et pour 20% des agents, elle permet un signal de danger collectif (ex. « *ça alerte tout le monde même les visiteurs imprévus* »). En revanche, les participants sont 40% à s'interroger de la compatibilité de l'alerte sonore avec leur équipement de protection sonore ou de l'environnement sonore des travaux aux alentours (ex. « *ça semble incompatible avec le casque antibruit ou justement les bruits de gros chantier* »). Certains agents (27%) recommandent d'augmenter le volume de celle-ci et de la rendre portable tel qu'il l'a effectivement été envisagé par le biais d'une balise (ex. « *Elle doit être beaucoup plus forte et portable* »). Enfin, 20% des agents ont levé la problématique de l'interaction avec les usagers de la route (ex. « *ça peut faire peur aux usagers et engendrer d'autres types d'incidents* »).

Concernant l'alerte haptique, les avantages majoritairement décrits par les agents concernant l'alerte haptique reposent sur son intégration dans l'environnement sonore (pour 47%, ex : *« on s'affranchit de l'environnement sonore* ») et de sa complémentarité avec l'alerte sonore justement en cas d'environnement bruyant (ex. « *bon complément de l'alerte sonore* » ; 47% des participants). Par ailleurs, 27% des participants trouvent l'alerte haptique confortable et 20% apprécient de l'avoir toujours sur eux. A l'inverse, 50% des agents souhaiteraient que l'intensité de la vibration soit bien plus importante, tout comme sa durée, pour 27% d'entre eux. En outre, 27% s'interrogent sur le risque d'oubli de porter le dispositif (ex. « *Peur d'oublier un dispositif d'alerte individuelle… comme le casque* ») et 20% des participants s'interrogent sur la généralisation possible des situations de chantier dans l'utilisation du bracelet haptique (ex. « *ça dépend de l'outil et du travail que l'on fait* »).

3.3.2 Données issues de l'échelle d'acceptabilité

Après chaque bloc d'essais correspondant à une modalité sensorielle, les participants remplissaient l'échelle d'acceptabilité afin d'évaluer l'utilité et leur satisfaction de l'alerte testée. Ces deux évaluations sont plutôt bonnes puisque leur score moyen est supérieur à 4 sur un maximum de 5. Si l'alerte sonore tend à être jugée un peu plus utile que l'alerte haptique (t=-1,96 ; p=.07), les participants sont autant satisfaits des deux modalités sensorielles (t=-0,84 ; ns).

3.4 Evaluation qualitative du dispositif

3.4.1 Points forts du dispositif

Lors de l'entretien de fin d'étude, nombre d'agents s'accordent sur l'apport du système en termes de sécurité, ayant tout de même conscience que l'utilisation de celui-ci doit se faire en complément de leur vigilance et des protocoles de sécurité déjà mis en place (éléments partagés par 76% des participants : ex. « *ça ne peut qu'augmenter notre sécurité.* ; « *C'est un bon outil sur lequel il ne faut pas se reposer à 100%*.»; « *il faut le voir comme une assistance* »). L'argument principal repose sur l'augmentation de l'attention et de la concentration sur le risque qui peuvent diminuer au fur et à mesure de la tâche effectuée (ex. « *Ce système permet d'améliorer l'attention, qui peut diminuer avec le temps et la concentration sur le travail* »). Près de la moitié d'entre eux (47%) estime qu'un tel système devrait être mis en place systématiquement sur les chantiers et être une obligation au même titre que les systèmes déjà existants (ex. « *ça devra être obligatoire de l'utiliser* »). Le système est également jugé positivement quel que soit le type de chantier (pour 27% des agents ; ex. « *Bien pour tous les chantiers* » ; « *Je l'utiliserai tout le temps* ») et certains se projettent même sur d'autres conditions non testées dans notre étude comme des conditions climatiques détériorées ou des chantiers de nuit (27% ; ex. « *c'est encore mieux la nuit parce que les gens roulent plus vite* »). Les alertes sont donc globalement bien perçues et gagneraient pour la majorité des agents à être

utilisables de manière collective et/ou individuelle. Certains envisagent même que le système serait sans doute capable de différencier le type de danger par le biais d'alertes différentes.

3.4.2 Points d'amélioration du dispositif

Selon les agents, le point majeur d'amélioration du système repose sur le choix du positionnement de la caméra de détection. En effet, pour 87% d'entre eux, seule la caméra sur la FLR de position, la plus proche du chantier, est utile (ex. « *s'il faut choisir, je mets la caméra sur la FLR de position, déjà que pour certains chantiers, on peut être à plus d'1km* ») et 76% estiment que la caméra devrait également prendre en compte la zone tampon, c'est-à-dire la zone après la FLR de position et le chantier (ex. « *Il faut aussi une détection dans la zone tampon sinon c'est inutile. Pour l'humain, c'est le plus dangereux* »). L'autre point concerne les fausses alarmes, qui pour 47% des agents ne devront pas être trop nombreuses au risque de désactiver le système. Certains estiment le degré de tolérance à une fausse alarme toutes les demi-heures ou une fiabilité du système entre 90 et 95%. Néanmoins, près de la moitié déclare qu'il vaut mieux des fausses alarmes que pas d'alarme du tout, pour leur propre sécurité et qu'encore une fois, c'est aux agents de rester vigilants malgré tout. Ils estiment également que le risque de fausses alarmes pourrait diminuer en focalisant les détections au plus près du chantier, laissant bien une distance de sécurité suffisante pour se mettre en sécurité. A long terme, 20% des agents souhaiteraient que le système YELLOW puisse détecter d'autres comportements que les intrusions qui peuvent aussi être dangereux tels que des rejets d'objets ou les chocs avec les cônes de protection.

4 DISCUSSION

Augmenter la visibilité et la détection des zones de chantier, mais également renforcer les avertissements de danger tant du point de vue des usagers de la route que des agents d'exploitation, constituent l'enjeu majeur de ce dispositif, le but étant surtout de réduire le risque d'accident. Les données recueillies ont ainsi permis, d'une part, d'évaluer le système de détection dans un environnement sécurisé, et d'autre part, d'apprécier l'immersion des opérateurs au sein de leur activité professionnelle quasi-simulée dans un environnement lui-même simulé. Le dispositif testé a réduit considérablement les accidents lors de l'intrusion de véhicules sur les zones de chantier simulées. Les résultats des participants aux tâches réalisées sur le simulateur de chantier montrent que d'alerter l'agent a été efficace, les comportements de mise en sécurité (l'agent quittait sa zone de travail pour se rendre sur la bande d'arrêt d'urgence, ou devant / derrière la glissière de sécurité) étaient plus nombreux en présence d'alertes plutôt que sans. En revanche, lorsque le véhicule pénétrait dans la zone tampon (après la FLR de position) et ne déclenchait donc pas le système d'alerte, aucun agent n'a eu le temps de se mettre en sécurité, même ceux qui avaient détecté l'intrusion du véhicule. La modalité sonore s'est révélée être plus efficace que la modalité haptique, avec plus de mises en sécurité en cas d'alerte sonore plutôt qu'haptique. En cas de « vraie alarme » (un véhicule simulé entrait dans la zone d'approche du chantier), l'efficacité était de 100% pour l'alarme sonore, contre 87% de mises en sécurité correctes avec alarme haptique. Ces performances sont élevées, pour les deux modalités, mais elles témoignent d'un potentiel d'amélioration possible pour la modalité haptique afin de mieux prévenir l'agent d'un danger et atteindre un score de mise en sécurité de l'ordre de 100%.

Au final, la plupart des agents interrogés s'accorde sur l'apport du système d'alerte en termes de sécurité, ayant tout de même conscience que l'utilisation de celui-ci doit se faire en complément de leur vigilance et des protocoles de sécurité déjà mis en place. Un tel système permet, selon eux, d'augmenter leur attention et leur concentration pendant leur activité. Près de la moitié d'entre eux estime qu'un tel système devrait être mis en place systématiquement sur les chantiers, et être une obligation au même titre que les systèmes déjà existants. Certains envisagent même que le système puisse être capable de différencier le type de danger par le biais d'alertes différentes. Selon les agents, le point majeur d'amélioration du système repose néanmoins sur le choix du positionnement de la caméra de détection. Selon eux, seule la caméra sur la FLR de position, la plus proche du

chantier, est utile. Il faudrait également que la caméra prenne en compte la zone tampon, c'est-à-dire la zone après la FLR de position et le chantier. La question des fausses alarmes a également été souvent mentionnée, pour qu'elles ne soient pas trop nombreuses, au risque que les agents finissent par désactiver le système.

L'observation de la réactivité des agents d'exploitation à se mettre en sécurité lorsqu'ils sont virtuellement menacés par un accident nous amène à penser, avec l'appui des verbalisations des participants, qu'ils étaient effectivement bien immergés et présents dans leur situation de travail qui, par conséquent, leur paraissait réaliste. Cette observation est compatible avec les éléments de la littérature sur l'utilisation de la simulation en situation de travail. Dans ce contexte, les opérateurs peuvent ressentir dans leur corps le vécu de la situation et ainsi être plus engagés dans l'évaluation des prototypes, outils ou autres améliorations testées (Béguin & Cerf, 2004). Toutefois, si chaque simulateur dispose d'avantages et d'inconvénients (sur table pour l'aspect pratique, à taille réelle pour les déplacements et l'immersion, et le CAVE pour une immersion en 3 dimensions), *in fine*, cette étude montre qu'il est possible de simuler une situation de travail complexe dès lors que l'attention focalisée sur la tâche ainsi que les aspects perceptifs (sonores, visuels et tactiles) sont similaires à ceux engagés dans la réalisation réelle de l'activité. Le dispositif d'alerte pour agents d'exploitation est actuellement en test en situation réelle.

5 REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'un financement du Fond Unique d'Investissement de la région Seine et Marne dans le cadre du projet YELLOW. Nous remercions les sociétés d'autoroutes françaises et des Directions Interdépartementales des Routes pour leur participation.

6 REFERENCES

Allpress, J. A., & Leland, L. S. (2010). Reducing traffic speed within roadwork sites using obtrusive perceptual countermeasures. *Accident Analysis & Prevention*, *42*(2), 377-383.

Arnold Jr, E. D. (2003). *Use of police in work zones on highways in Virginia* (No. FHWA/VTRC 04-R9).

Barot, C., Lourdeaux, D., & Burkhardt, J.M (2013). V3S: A Virtual Environment for Risk-Management Training Based on Human-Activity Models. *Presence*, *22*(1), 1-19.

Béguin, P., & Cerf, M. (2004). Formes et enjeux de l'analyse de l'activité pour la conception des systèmes de travail. *Activités*, *1*, 54-71.

Benekohal, R., Wang, M. H., Chitturi, M., Hajbabaie, A., & Medina, J. (2009). Speed photo-radar enforcement and its effects on speed in work zones. Transportation Research Record: *Journal of the Transportation Research Board*, *2096*, 89-97.

Boccara, V. & Delgoulet, C. (2015) Une démarche d'analyse du travail pour la conception d'un outil virtuel de formation. *Activités*, 12(2).

Brewer, M., Pesti, G., & Schneider IV, W. (2006). Improving compliance with work zone speed limits effectiveness of selected devices. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *1948*, 67-76.

Burkhardt J.-M., (2003). Réalité virtuelle et ergonomie : quelques apports réciproques », *Le travail humain*, 66, 65-91.

CETE Normandie-Centre (2008). *Accidents avec FLR ou FLU,* Rouen, France.

Darses, F., Brissaud, D., Cahour, B., Delabie, J. B., Garro, O., Lorant, F., & Poveda, O. (2002). *Intégration des points de vue en conception*. Rapport final de Recherche du projet INTEGRE. Paris, CNAM, 170.

Falzon, P., & Darses, F. (1996). La conception collective: une approche de l'ergonomie cognitive. *Coopération et conception, Octarès*, Toulouse, 123-135.

François Daniellou, F. (2007). Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie, *Activités*, 4(2).

Maze, T., Kamyab, A., & Schrock, S. (2000). *Evaluation of work zone speed reduction measures* (No. 99-44).

Leplat, J. (1997). Simulation et simulateur : principes et usages. In J. Leplat (Éd.), *Regards sur l'activité en situation de travail : contribution à la psychologie ergonomique* (pp. 157-181). Paris : PU

Pastré, P. (2005). *Apprendre par la simulation*. Toulouse : Octarès Editions.

Rolfe, J. M., Hammerton-Frasek, A. M., Poulter, R. F., & Smith, E. M. B. (1970). Pilot response in flight and simulated flight. *Ergonomics*, *13*(6), 761-768.

Samurçay, R., & Rogalski, J. (1998). Exploitation didactique des situations de simulation. *Le Travail Humain*, *61*(4), 333-359.

Van Der Laan, J. D., Heino, A., & De Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *5*(1), 1-10.

Whitmire, J., Morgan, J. F., Oron-Gilad, T., & Hancock, P. A. (2011). The effect of in-vehicle warning systems on speed compliance in work zones. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, *14*(5), 331-340.

L'animation 3D comme support au code de la route. Intérêt pour les candidats sourds.

Laurent Sébastien
Univ Lyon, IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69675, LYON, France
sebastien.laurent@ifsttar.fr

Paire-Ficout Laurence
Univ Lyon, IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69675, LYON, France
laurence.paire-ficout@ifsttar.fr

Stéphane Argon
Univ Bourgogne, LEAD- CNRS UMR 5022 F-21065, DIJON, France
Stephane.Argon@u-bourgogne.fr

Boucheix Jean-Michel
Univ Bourgogne, LEAD- CNRS UMR 5022 F-21065, DIJON, France
jean-michel.boucheix@u-bourgogne.fr

Catégorie de soumission : Communication longue

RÉSUMÉ

La réussite à l'examen du code de la route est un facteur facilitant l'insertion sociale et professionnelle. Avec un taux de réussite largement inférieur aux candidats entendants, les individus sourds éprouvent de nombreuses difficultés. Le matériel actuel composé d'images statiques ne serait pas compatible avec des habiletés temporelles dégradées dues à l'absence d'audition. La présente étude s'intéresse au bénéfice d'un matériel dynamique basé sur des animations 3D dans une tâche de prise de décision. Les résultats mettent en évidence de meilleures prises de décision avec le matériel animé par rapport au matériel statique, notamment chez les candidats sourds.

MOTS-CLÉS
Code de la route; Animation 3D; Surdité; Temporalité; Situation dynamique

1 INTRODUCTION

En raison de l'absence d'audition et des difficultés de communication orale, les personnes sourdes ont depuis longtemps été mises à l'écart d'un certain nombre de métiers ou d'activités. La conduite automobile correspond à l'une d'entre elle. Jusqu'à la loi de 2005, un examen médical et psychiatrique demeurait obligatoire en cas de surdité profonde dans le but de vérifier l'absence d'une éventuelle « arriération mentale ». Pourtant, l'audition dans un contexte de conduite automobile n'est pas fortement impliquée contrairement à la vision qui est majoritairement sollicitée. A l'inverse, l'absence d'audition rendrait les personnes sourdes moins sensibles aux possibles distractions provoquées par les stimuli sonores tels que les téléphones (Paire-Ficout & Borgetto, 2012). De plus, la surdité et l'utilisation précoce et soutenue de la langue des signes favoriseraient la plasticité cérébrale développant respectivement une vision périphérique plus étendue (Dye, Baril & Bavelier, 2007) ainsi qu'une meilleure sensibilité aux mouvements (Bosworth & Dobkins, 2002) qu'en l'absence de pratique de cette langue. En situation de conduite, ces habiletés peuvent devenir des avantages en conduite. Par exemple, un sourd serait plus à même de détecter des usagers vulnérables comme un piéton traversant soudainement la route ou un cycliste dépassant par la droite. Si la possibilité des sourds à pouvoir conduire en sécurité est aujourd'hui davantage acceptée, ces personnes rencontrent toujours des obstacles dans l'obtention du permis de conduire. Ces difficultés ne proviendraient pas de l'examen pratique ou de la tâche de conduite proprement dite, mais plutôt de l'examen théorique, c'est-à-dire de l'examen du code de la route (Paire-Ficout & Borgetto, 2012).

L'examen du code de la route implique d'une part, une solide connaissance du français écrit pour comprendre des énoncés ayant des constructions grammaticales et syntaxiques complexes (Paire-Ficout & Borgetto, 2012). De tels énoncés ne sont pas adaptés à des candidats présentant un faible niveau en lecture, ce qui est le cas de la majorité des sourds (Marschark & Hauser, 2008). D'autre part, le matériel utilisé pour l'apprentissage et pour l'examen repose sur des images statiques (i.e scènes routières) associées aux questions. Ce matériel ne semble pas adapté à certaines situations notamment pour transmettre les informations caractéristiques d'une situation dynamique telle qu'un dépassement ou une insertion sur autoroute. Les notions de vitesse, de distance, de temps de déplacement ne sont pas illustrées à partir d'une image statique. Ces informations sont

pourtant nécessaires à la compréhension de telles situations routières car elles permettent l'élaboration de représentations spatio-temporelles précises, la construction d'un modèle mental robuste et ainsi des prises de décision correctes.

Des auteurs ont montré qu'en raison de l'absence d'input auditif, les sourds présenteraient des habiletés temporelles dégradées (Conway et al., 2009). Selon l'hypothèse de l'échafaudage auditif » (i.e Auditory Scaffolding Hypothesis) les sons constituent un signal qui garantit le développement de l'attention temporelle et séquentielle, comme la durée, l'ordre des événements et le séquençage (Conway et al. 2009). Un lien intime existe entre la cognition auditive et les processus temporel et séquentiel. Dans des conditions de privation auditive, l'échafaudage auditif est absent entraînant ainsi une perturbation des capacités cognitives de séquençage.

L'apprentissage des règles du code de la route requiert la mobilisation d'habiletés temporelles. Ces habiletés permettent d'évaluer puis de planifier l'évolution spatio-temporelle d'une situation. Dans une situation d'insertion sur rond-point, par exemple, elles permettent au conducteur d'estimer la vitesse de déplacement des véhicules sur le rond-point pour décider s'il a le temps ou non de s'insérer. En cas de présentation statique il est nécessaire de se représenter mentalement ce dynamisme, ce qui est plus couteux cognitivement. Les habiletés temporelles sont davantage mises à contribution alors qu'elles sont déficitaires chez les sourds.

A l'inverse, l'animation permet d'illustrer les changements physiques dans un espace-temps, tels que la vitesse ou le mouvement (Lowe, 1999). En ce sens, elle transmet les informations manquantes du format statique. Cet outil pourrait donc s'avérer plus efficace chez les sourds en transmettant, certes, les informations temporelles mais surtout en compensant leurs difficultés temporelles. Comme expliquées dans de précédentes études pour les individus ayant des difficultés spatiales, l'animation agirait également chez les sourds telle une prothèse cognitive pour supporter leurs habiletés temporelles (Cronbach & Snow, 1977 ; Höffler & Leutner, 2011). D'après ce constat, l'objectif de l'étude est ainsi de tester l'hypothèse selon laquelle, l'animation, en transmettant des informations temporelles et spatiales, compenserait les difficultés temporelles des sourds afin de leur permettre d'élaborer des représentations spatio-temporelles en adéquation avec la compréhension de situations dynamiques du code de la route.

2 METHODE

2.1 Participants

Quarante-cinq personnes ont participé à l'expérience dont 21 personnes sourdes ou malentendantes ($\mu = 32$, $\sigma = 11$) ainsi que 24 personnes entendantes ($\mu = 20$, $\sigma = 4$). Les participants étaient en apprentissage du code de la route ou avaient récemment réussi l'examen. Ils ont participé volontairement et ont été rémunérés pour leur participation.

2.2 Matériel

L'expérimentation est une tâche de prise de décision, de type « j'y vais/je n'y vais pas » ou « je dépasse/je ne dépasse pas ».

Quatre types de situations routières dynamiques ont été choisies : *le dépassement*, *l'intersection*, *l'insertion sur rond-point* ainsi que *l'insertion sur autoroute* (cf. figure 1). Des vidéos 3D ont été mises au point en s'appuyant sur les normes réelles employées lors de la conception des routes (e.g., type de ligne centrale ou de rive).

Chaque situation est déclinée en quatre versions de façon à entraîner deux réponses « *oui* » et deux « *non* ». Parmi les deux réponses « oui », l'une est dite *simple* (la décision à prendre n'est pas ambigüe : le véhicule d'en face est loin, il est possible de doubler), l'autre *complexe* (la décision est ambigüe, le véhicule est plus proche, mais assez loin pour pouvoir envisager de dépasser).

Deux formats ont été comparés. Le format *animé* qui correspond à la vidéo présentée dans son ensemble et le format *séquentiel-statique,* qui correspond à 3 images statiques extraites de la vidéo : la première image de l'animation, celle du milieu ainsi que la dernière.

2.3 Procédure

Chaque présentation consistait en l'affichage successif, d'une question telle que « Je peux doubler la voiture ? » pendant 6 secondes puis du stimulus pendant 8 secondes quel que soit le format (i.e., 2.66s x 3 pour le format statique). A la fin de chaque présentation, la question initialement posée était réaffichée avec deux possibilités de réponse : « oui » avec appui sur la touche Q et «non » avec appui sur la touche M pour 50% des participants et inversement pour les 50 % autres. La question restait affichée à l'écran jusqu'à ce que le participant appuie sur une touche. La touche de réponse ainsi que le temps de décision étaient enregistrés.

3 RESULTATS

En raison de temps de décision trop inconstants, 2 participants sourds n'ont pas été pris en compte dans l'analyse des données des temps de décision. Des ANOVAs à mesures répétées ont été réalisées sur les temps de décision et le nombre d'erreurs.

3.1 Temps de décisions

Un effet significatif du facteur Groupe a été mis en évidence, F (1, 41) = 22.64, p < .001, η^2= .36, avec des temps de décision significativement plus élevés chez les participants sourds que chez les entendants (cf. figure 1). Le facteur Complexité, F (1, 41) = 13.41, p = .001, η^2= .25, est également significatif avec des temps de décision dans la condition complexe significativement plus élevés que dans la condition simple.

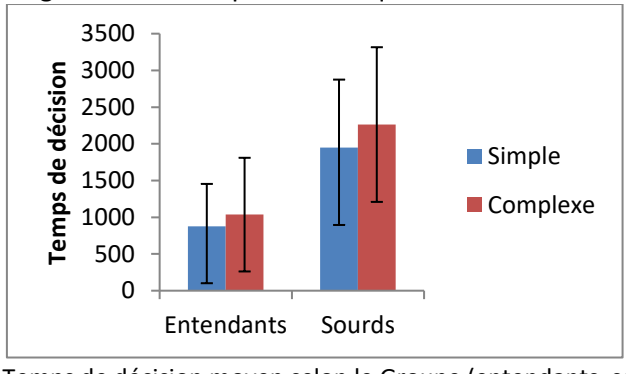


Figure 1 Temps de décision moyen selon le Groupe (entendants, sourds) et la Complexité (simple, complexe)

3.2 Nombre d'erreurs

Le facteur groupe est significatif avec un nombre d'erreurs plus élevé chez les sourds que chez les entendants , F (1, 43) = 7.26, p < .01, η^2= .23. Le facteur Complexité est significatif avec un nombre d'erreurs dans la condition complexe plus élevé que dans la condition simple, F (1, 43) = 62.86, p < .001, η^2= .59. Le facteur Format est significatif avec un nombre d'erreurs dans le format séquentiel-statique plus élevé que dans le format animé, F (1, 43) = 4.39, p < .05, η^2= .09. L'interaction Format x Complexité est significative : F (1, 43) = 4.62, p < .05, η^2= .09, le nombre d'erreurs dans le format animé est moins important que dans le format séquentiel-statique notamment dans la condition complexe (cf. figure 2). L'interaction entre le groupe et le format n'est pas mise en évidence, F (1, 43) = 1.41, p > .05, η^2= .03. En revanche, les comparaisons planifiées pour chaque groupe de population révèlent

moins d'erreurs dans le format animé que dans le format séquentiel-statique chez les sourds uniquement, $t = 1.786$, $p < .05$.

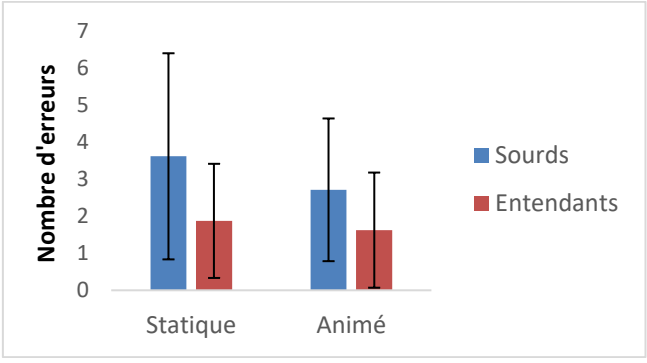


Figure 2 Nombre d'erreurs moyen selon le Format (statique-séquentiel, animé) et le Groupe (sourds, entendants)

4 DISCUSSION

Conformément à nos attentes, les résultats ont révélé un nombre d'erreurs plus faible avec le format animé qu'avec le format séquentiel-statique dans les deux groupes. Ces résultats sont cohérents avec les travaux sur l'animation qui montrent que cette dernière permet de guider et d'accompagner la construction du modèle mental afin d'aboutir à une représentation mentale plus précise (Boucheix & Guignard, 2005). Les ressources cognitives seraient davantage allouées au raisonnement et non pas à l'élaboration d'inférences débouchant sur des représentations imprécises ou erronées. De plus, le dynamisme de l'animation rend le matériel d'apprentissage plus attractif que des images statiques. L'attention du candidat serait plus facilement déployée, ce dernier serait plus concentré et motivé au cours de l'apprentissage (Groff, 2013). Bien que l'interaction format x groupe ne soit pas significative, l'avantage du format animé est plus important chez les sourds que chez les entendants. Il est possible que la taille de l'échantillon empêche l'apparition de l'interaction. Des effectifs plus importants permettraient une plus grande puissance statistique et de mettre à jour l'interaction. La variabilité chez les participants présentant des profils très différents est également toujours importante, ne favorisant pas l'apparition d'effet significatif. Même si ce résultat doit être consolidé, il est cohérent avec des études antérieures (Cronbach & Snow, 1977 ; Höffler & Leutner, 2011). Les informations temporelles transmises par l'animation rendent cette dernière d'autant plus utile chez des individus ayant des difficultés dans ce domaine.

Les résultats ont également montré de moins bonnes performances dans les versions complexes que simples dans les deux groupes. Des véhicules positionnés à une distance intermédiaire (i.e, ni trop proche, ni trop éloignée) rendent la prise de décision plus complexe, plus ambiguë. La compréhension de la situation serait plus couteuse en ressources cognitives. L'allongement des temps de décision et l'augmentation du nombre d'erreurs en témoignent. Plus précisément, l'interaction entre le format et la complexité montre que l'avantage de l'animation se révèle plus important lorsque les décisions sont complexes. Plus une situation est complexe et plus sa compréhension nécessite des représentations spatio-temporelles fines dont la précision dépendra de la quantité d'informations temporelles et spatiales transmises. Comme l'explique Hegarty en 1992, l'un des avantages majeurs de l'animation est justement qu'elle permet de transmettre de façon continue des informations temporelles et spatiales. C'est pourquoi l'animation sera plus efficace à la compréhension d'une situation complexe que simple dans laquelle les informations temporelles et spatiales seront moins primordiales.

A la lumière des résultats, l'apport de l'animation pour aider à appréhender certaines notions du code de la route, notamment celles qui mettent en œuvre des processus dynamiques pourrait s'avérer intéressant. Des outils d'apprentissage animés permettraient donc de mettre le candidat dans de meilleures conditions d'apprentissage et d'examen en fournissant toutes les informations nécessaires à une bonne prise de décision. Cette étude est la première à mettre en évidence un tel bénéfice auprès de candidats en difficulté tant au plan linguistique qu'au plan de certaines composantes temporelles. Au vu de l'accessibilité actuelle de l'examen pour les personnes sourdes, il est primordial de continuer à considérer cet outil comme une solution pertinente ou à déployer. Pour cela il serait intéressant d'élargir le champ d'application de l'animation en la considérant non pas, uniquement, comme un moyen de clarifier un examen peu ergonomique mais également comme un outil prometteur pour l'apprentissage du code de la route. L'enjeu dans le futur serait d'identifier parmi les 9 thèmes abordés dans le code de la route, ceux qui profiteraient au mieux des bénéfices de l'animation. Par exemple, le fait de présenter de manière progressive et dynamique les différentes étapes pour le calcul d'une distance de freinage ou d'un temps de collision permettrait de faciliter l'élaboration d'un modèle mental précis de ces notions (Boucheix & Guignard, 2005). Dans les prochaines étapes, il s'agira de proposer des tests qui permettent de

mesurer les habiletés temporelles. Une différence de performances entre les personnes sourdes et entendantes permettra de soutenir notre hypothèse d'un déficit des processus temporels chez les candidats sourds. La finalité de l'étude serait de développer et de valider un matériel abouti du code de la route utilisant l'animation quand c'est utile et comme support à l'apprentissage.

5 BIBLIOGRAPHIE

Bosworth, R. G., & Dobkins, K. R. (2002). The Effects of Spatial Attention on Motion Processing in Deaf Signers, Hearing Signers, and Hearing Nonsigners, *169*, 152–169.

Boucheix, J. M., & Guignard, H. (2005). What animated illustrations conditions can improve technical document comprehension in young students? Format, signaling and control of the presentation. European Journal of Psychology of Education, 20 (4), 369-388.

Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. Irvington.

Conway, C. M., Pisoni, D. B., & Kronenberger, W. G. (2009). The Importance of Sound for Cognitive Sequencing Abilities. The Auditory Scaffolding Hypothesis, 275–279.

Dye, M. W. G., Baril, D. E., & Bavelier, D. (2007). Which aspects of visual attention are changed by deafness? The case of the Attentional Network Test, *45*(8), 1801–1811.

Hegarty, M. (1992). Mental animation : inferring motion from static displays of mechanical systems. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, *18*(5), 1084.

Groff, J. (2013). *Traitement cognitif des animations graphiques adaptées à la signalétique transport* (Doctoral dissertation, Dijon).

Höffler, T. N., & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations—Evidence for an ability-as-compensator hypothesis.Computers in Human Behavior, 27, 209–216.

Marschark, M. & Hauser, P.(2008). Cognitive underpinnings of learning by deaf and hard-of-hearing student: Differences, diversity, and directions. In M. Marschark & P. C. Hauser (Eds.), Deaf cognition: Foundations and outcomes (pp. 3-23). New York: Oxford University Press.

Lowe, Richard K. "Extracting information from an animation during complex visual learning." *European journal of psychology of education*. 14.2 (1999): 225-244.

Paire-Ficout, L., & Borgetto, J. (2012). Le code de la route reste peu accessible à un grand nombre de personnes sourdes. *Les Cahiers de l'Audition*, *25*(5), 1-7.

Liens entre situations critiques vécues en conduite et apprentissage au cours des premiers mois de la conduite : un focus sur le développement des compétences de conduite de haut niveau

Valentin Corneloup
AME-LPC-IFSTTAR, 25 allée des Marronniers F-78000 Versailles - Satory
valentin.corneloup@ifsttar.fr

Jean-Marie Burkhardt
AME-LPC-IFSTTAR, 25 allée des Marronniers F-78000 Versailles - Satory
Jean-marie.burkhardt@ifsttar.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Les jeunes conducteurs présentent un sur-risque d'accidents, qui décroît durant les premiers mois post-permis. Un apprentissage « sur le tas » de compétences de conduite de haut niveau (CCHN) pourrait expliquer cet effet, notamment via l'expérience de situations critiques de conduite. Ce travail vise à identifier des couples apprentissages de CCHN – situations critiques. Pour ce faire, il se fonde sur l'analyse d'expériences de situations critiques par des conducteurs novices au début de la conduite autonome. Une méthode d'entretien basée sur la technique des incidents critiques, et appliquée à de jeunes conducteurs permet de recueillir 92 incidents, dont 77 donnent lieu à un apprentissage de CCHN. Une Analyse des correspondances multiples identifie 4 couples apprentissages de CCHN – situations critiques : (1) perceptive – dynamique et complexe ; (2) intrapersonnelle – basse vitesse/mauvaise gestion intrapersonnelle ; (3) anticipation, compréhension – générique ; (4) stratégie comportementales – perte de contrôle du véhicule en virage.

MOTS-CLÉS
Jeune conducteur, Sur-Risque, Incidents Critiques, Apprentissage, Compétences de haut niveau

1 INTRODUCTION

La sécurité routière des jeunes conducteurs est un enjeu majeur de santé publique internationale. En France, ces derniers représentent 8% de la population totale et près de 17% des accidentés de la route (ONISR, 2015). Ce sur-risque décroît cependant de façon importante durant les 7 à 8 premiers mois post-permis (Mayhew, Simpson, Desmond, & Williams, 2003). Indépendant de l'âge, cet effet pourrait être expliqué par l'acquisition et le développement « sur le tas » de compétences additionnelles, au cours des premiers temps d'autonomie sur la route. Cette acquisition peut notamment résulter de l'expérience de situations critiques rencontrées durant cette période.

Cette communication complète une précédente (Corneloup & Burkhardt, 2016) qui caractérisait les situations critiques rencontrées par des jeunes conducteurs, à partir d'un recueil d'incidents critiques par entretien. Nous présentons ici une analyse supplémentaire focalisée sur la définition des types d'apprentissages issus de ces situations, et sur l'exploration des liens entre ces derniers et les caractéristiques des situations critiques rapportées par les jeunes conducteurs.

La première partie expose le cadre théorique et notre question de recherche. La deuxième partie décrit la méthode d'entretien fondée sur la technique des incidents critiques, ainsi que la méthode de

traitement des données incluant l'analyse des correspondances multiples. Les résultats sont ensuite présentés et discutés.

2 CARACTERISTIQUES ET ROLE DES SITUATIONS CRITIQUES DANS LE DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES DE CONDUITE DE HAUT NIVEAU CHEZ LES JEUNES CONDUCTEURS

2.1 Caractéristiques des situations critiques et développement des compétences en conduite automobile

La conduite automobile est une activité dynamique et complexe, riche en situations critiques. Une situation critique est une situation risquée, où des facteurs tant internes qu'externes à l'individu font qu'elle s'écarte des situations qu'il maitrise à priori, sur la base de ses apprentissages et expériences. Notre précédente analyse d'un corpus de 92 incidents critiques a montré que les situations critiques ont lieu le plus fréquemment dans des conditions de conduite plutôt favorables (jour : 70% ; bonne visibilité : 88%, ligne droite : 29%), aboutissent rarement à un accident (seulement 23% des situations) et impliquent souvent un autre usager de la route (53%). Elles sont causées dans un tiers des cas par une perte de contrôle du véhicule (aquaplaning, virage non maitrisé, etc.), dans un peu moins d'un tiers des cas par un autre usager (non respect des priorités, situation de face à face) et dans un peu plus de 10% des cas par un obstacle sur la chaussée. En outre, dans 84% des cas, les participants disaient avoir appris de la situation critique. Dans leur conduite en général, les participants notaient des améliorations de leurs compétences d'exploration visuelles (28% des participants) et de distribution de l'attention (22%). En situation proche de la situation critique vécues, ils avaient amélioré leur comportement essentiellement en ralentissant (20%) et en étant plus attentif (15%). D'autres apprentissages incluent l'amélioration des compétences intra-personnelles (15%) et des compétences d'anticipation. Dans ce sens, les situations critiques sont à la fois porteuses de risques et vectrices d'apprentissages de compétences de haut niveau (Corneloup & Burkhardt, 2016).

2.2 Les compétences de conduite de haut niveau (CCHN)

Avec une perspective orientée vers la formation, la matrice GDE (Goals for Driver's Education ; (Assailly, 2016) synthétise et hiérarchise l'ensemble des compétences de conduite, de la plus élémentaire et procédurale à la plus complexe. Seul le premier des 5 niveaux de cette matrice ne concerne que des habiletés de bas niveau cognitif (la manœuvre du véhicule). Les 4 autres niveaux comprennent des habiletés de bas et de haut niveau (ex. « niveau 2 : maitrise des situations de trafic »), ou des habiletés uniquement de haut niveau (« résistance aux pressions sociales »). Actuellement, seuls le premier et second niveaux font l'objet d'une formation appropriée (Assailly, 2016). Pourtant, un défaut des compétences de haut niveau chez le conducteur novice serait un facteur important du sur-risque d'accident (McKnight & McKnight, 2003).

Par exemple, un défaut dans les compétences d'exploration visuelle de la route, pourrait être impliqué dans près de 20% des accidents de la route des conducteurs novices (McKnight & McKnight, 2003). Des travaux en oculométrie montrent que les novices explorent la situation routière selon un schéma rigide se focalisant sur une zone proche du capot (Underwood, 2007). Au contraire, les conducteurs expérimentés explorent plus largement la scène visuelle et s'adaptent en fonction de la situation (McKnight & McKnight, 2003; Underwood, 2007). Ces différences suggèrent qu'avec l'expérience de conduite se construit une compétence d'exploration visuelle de l'environnement routier.

Pareillement, des erreurs de conduite liées à de mauvaises compétences de Conscience de la Situation (CS) de conduite joueraient un rôle clé dans la survenue d'accidents de la route (Salmon, Stanton, & Young, 2012). Une corrélation positive est retrouvée entre la quantité (nombre de kilomètres effectués) et la qualité (diversité des expériences) d'expérience de conduite, et la qualité des compétences de SA (Crundall, 2016; Underwood, Ngai, & Underwood, 2013).

Des compétences de gestion du danger défaillantes seraient impliquées dans le sur risque d'accidents constaté chez les jeunes conducteurs (Underwood et al., 2013). Ces compétences empruntent aux définitions de la CS (Endsley, 1995) mais incluent également des notions comportementales d'exécution des réponses d'évitement ou de diminution du danger (McDonald, Goodwin, Pradhan, Romoser, & Williams, 2015).

Par ailleurs, un ensemble de ressources et de compétences personnelles intervient sur le déploiement de ces compétences en conduite. Parmi elles, les facultés de gestion du stress et de la fatigue semblent primordiales. En effet, un état de stress trop important ou une fatigue excessive ont un impact négatif à la fois sur les compétences cognitives et motrices du conducteur (Flin, O'Connor, & Crichton, 2008, p195 ; Healey & Picard, 2005). De plus, une bonne capacité à réguler sa confiance en ses capacités de conduite est importante. En effet, un excès de confiance en soi a par exemple été lié au sur-risque d'accident observé chez le jeune conducteur (Assailly, 2016).

3 QUESTION DE RECHERCHE

Notre question de recherche porte sur l'exploration des relations entre les caractéristiques des situations critiques vécues par des conducteurs novices, au cours des premiers mois de leur conduite autonome, et ce qu'ils tirent de cette expérience en termes d'apprentissage de CCHN.

4 METHODE

4.1 Participants

48 jeunes conducteurs (18M, 30F), âgés de 18 à 28 ans (âge moyen et médian = 22 ans, ETY = 2,57ans) possédant le permis depuis 36 mois en moyenne (médiane = 27 mois), avec de larges disparités entre eux (ETY = 28 mois ; min = 4 mois, max = 118 mois). Ils ont été recrutés sur plusieurs campus universitaires de la région parisienne, d'avril à juin 2015.

4.1.1 Entretiens semi structurés selon la technique des incidents critiques

Des entretiens semi-structurés, fondés sur la technique des incidents critiques ont été menés (Butterfield, 2005). La consigne demandait au participant de se souvenir et de rapporter en détail « une situation de conduite personnellement vécue, ayant pris place durant les 2 premières années de conduite, potentiellement risquée et vécu négativement (ou positivement) ». Le cas échéant, l'interviewer opérait des relances ou posait des questions supplémentaires de clarification ou de précision, e.g. sur les apprentissages expérimentés.

4.1.2 Procédure

Les participants étaient interrogés seuls et dans un endroit calme. L'entretien débutait par une brève introduction des objectifs de l'étude à la suite de quoi nous sollicitions leur consentement à y participer et à être enregistré. La moitié des participants étaient d'abord interrogés sur les situations vécues négativement (incidents négatifs) puis sur les situations vécues positivement (incidents positifs). L'autre moitié était interrogée dans l'ordre inverse. Lorsque la description d'un incident était terminée, l'expérimentateur demandait au participant s'il pouvait rapporter d'autres incidents. Si non, il passait à l'autre type de situation. L'entretien prenait fin lorsque le participant ne se rappelait plus d'incident.

4.1.3 Données recueillies

Chaque entretien a été transcrit verbatim puis divisé en unités incidentelles. Etait considéré comme un incident critique, toute situation – et événements associés – pertinents pour notre question de recherche, qui rendaient clairement compte d'une localisation, d'une temporalité et d'éventuels implications de tiers. 92 récits d'incidents critiques ont été recueillis.

4.1.4 Méthode d'analyse

Le codage effectué dans Corneloup & Burkhardt (2016), comprenait entre autres des variables pour décrire la situation et le degré (local, généralisé à des classes de situations, quelque soit la circonstance) d'éventuels changements du comportement de conduite faisant suite à l'expérience des situations critiques. La présente analyse est focalisée sur la nature même de ces changements, notamment en termes d'apprentissages, et leur lien avec la situation critique vécue.

Nous avons gardé le codage descriptif précédent des situations portant sur (1) la description de la situation initiale de conduite et (2) le point de rupture de la situation, c'est-à-dire ce qui a provoqué le basculement de la situation initiale vers une situation à risque. Nous y avons ajouté une troisième variable visant à préciser (3) la nature de l'apprentissage résultant de l'exposition à cette situation. Elaborée itérativement sur la base des catégories de compétences référencées dans la littérature ou identifiées à partir des récits d'incidents critiques, cette troisième variable comportait 5 catégories d'apprentissages codées chacune de façon binaire (oui/non) par incident :

- les apprentissages de stratégies d'exploration visuelles, caractérisé par des éléments de discours tels que « maintenant, je regarde tout le temps derrière moi quand je conduis » ;
- les apprentissages de stratégies comportementales, englobant les modifications pérenne du comportement de conduite (ralentissement global, évitement de zones, etc.) et caractérisés par des éléments de discours tels que « maintenant, je ralentis dans les lotissements » ;
- les apprentissages attentionnels, englobant les modifications dans la distribution de l'attention portée aux situations routières (plus attentif à la route, aux autres, etc.) et caractérisés par des éléments de discours tels que « j'essaye de faire plus attention aujourd'hui » ;
- les apprentissages compréhension-anticipation, englobant les modifications des capacités d'analyse de la situation routière et d'anticipation de son évolution et caractérisés par des éléments de discours tels que « j'essaie plus d'anticiper les [comportements] des gens » ;
- les apprentissages de compétences de gestion intrapersonnelles, englobant les modifications au niveau de la confiance en soi, de la gestion de la fatigue et de la gestion du stress et caractérisés par des éléments de discours tels que « je panique moins par rapport aux obstacles ».

Chacun des 92 incidents critiques a donc été codé au moyen de 3 variables catégorielles : (1) le descriptif des conditions de conduite ; (2) le point de rupture ; (3) les types d'apprentissages résultants de la situation à risque. Les relations entre les catégories d'apprentissages et les situations ont ensuite été analysées au moyen d'une Analyse des Correspondances Multiples (ACM). L'ACM est une méthode d'analyse géométrique des données permettant d'expliciter les liens entre plusieurs variables catégorielles (Le Roux & Rouanet, 2010). Elle est ici réalisée sur 5 variables actives correspondant aux 5 types d'apprentissages recensés. Les variables configuration de la route et point de rupture sont ajoutées comme variables supplémentaires.

5 RESULTATS

5.1 Le codage descriptif des incidents identifie 5 types d'apprentissages différents

Le codage des 92 incidents critiques identifie 138 apprentissages différents. Parmi les incidents, 15 ne sont associés à aucun apprentissage et 77 donnent lieu à au moins un apprentissage (84% des incidents).

La moitié des apprentissages identifiés se répartissent en deux catégories : les modifications de la stratégie d'exploration visuelle de l'environnement de conduite (25%, 35/138), et les modification des stratégies comportementales de conduite (24%, 33/138). Les autres catégories d'apprentissage concernent par ordre décroissant : l'orientation des ressources attentionnelle (20%, 27/138), les compétences intra-personnelles (16%, 22/138) – consistant pour plus de la moitié en des modifications de la confiance en soi (12/22) et pour moins d'un quart dans la gestion des comportements à risque (prise d'alcool, conduite risquée ; 5/22) ou la gestion du stress et de la fatigue (5/22) – et enfin, des apprentissages en terme de construction de la conscience de la situation (15%, 21/138), concernant pour plus de la moitié des compétences de compréhension (12/21) et plus rarement anticipation (5/21) et connaissances (4/21) des situations routières.

5.2 L'analyse des Correspondances Multiples sur les catégories actives révèle 4 couples situations critiques – apprentissage

L'ACM met en évidence 5 dimensions au total. Un décrochement est constaté entre la dimension 2 (24% de la variance totale), et la dimension 3 (16% de la variance totale). A partir de la dimension 3 on constate une décroissance régulière de la variance. Le critère du coude amène à retenir les deux premières dimensions pour l'interprétation (variance cumulée : 54%). Pour l'interprétation de chaque dimension, nous retenons toutes les catégories dont la contribution à l'axe excède la contribution moyenne soit 10% pour notre cas (100 divisé par le nombre de catégories actives, 10).

5.2.1 Des situations stressantes ou à basses vitesse, vectrices d'apprentissages de compétences intrapersonnelles (Couple 1), se distinguent de situations plus dynamiques, complexes et imprévisibles, vectrices d'apprentissages de compétences perceptives (Couple 2)

Sur l'axe 1, la variable – et sa catégorie – qui contribue (ctr > 10%) à gauche est **présence** d'apprentissage de **Compétences de gestion intrapersonnelles.** Les variables et leurs catégories qui contribuent à droite sont **présence** d'apprentissages de **compétences de modulation de l'attention** et **présence** d'apprentissages de **stratégies d'exploration visuelles.** Ces deux dernières catégories forment le volet des apprentissages perceptifs. L'ensemble des ces variables et leurs catégories contribuent pour 60,6% de la variance totale de l'axe 1 (figure 1).

Sur l'axe 1, au niveau de la variable supplémentaire type de route, la catégorie *manœuvre basse vitesse* (ex. parking, situation de stationnement ; x = -0,47), se distingue notablement (Le Roux & Rouanet, 2010, p49) des catégories *rond point* (x = 0,1), *virage* (x = 0,3) et *insertion* (insertion sur rond point ou autoroute ; x = 0,38). Au niveau de la variable supplémentaire événement perturbateur, la catégorie *défaut de régulation interne* (ex. difficulté de gestion du stress, des émotions ; x = -0,5), se distingue notablement des catégories : *perte de contrôle du véhicule* (ex. aquaplaning, dérapage ; x = 0,2), *présence d'un obstacle sur la chaussée* (x = 0,13) et *comportement usager subit* (ex. queue de poisson, refus de priorité ; x = 0,12).

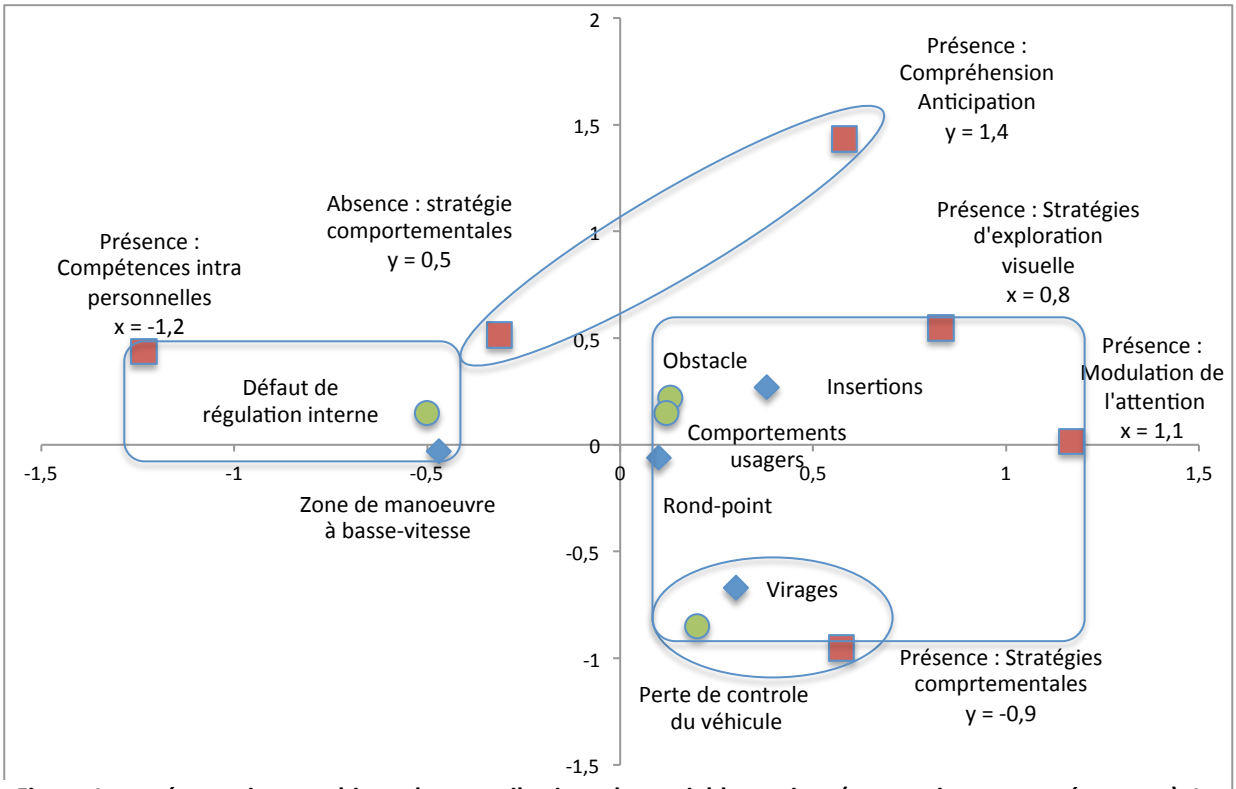


Figure 1, représentation graphique des contributions des variables actives (apprentissage : carrés rouges). La prise en compte des variables supplémentaires (type de route : losanges bleus ; point de rupture : ronds verts) permet de distinguer 2 Couples apprentissages – situations distinct sur l'axe 1 (Rectangle) et 2 couples apprentissages – situations distincts sur l'axe 2 (ellipses).

Les situations lentes ou difficiles d'un point de vue des ressources internes (manœuvre basse vitesse et défaut de régulation interne) se situent du coté des apprentissages de compétences intra-personnelles. Les situations plus dynamiques, complexes et imprévisibles (rond point, virage et insertion ; perte de contrôle, obstacle sur la chaussée, comportement d'un usager subi) se situent à l'opposé, proches des catégories d'apprentissage perceptif : apprentissages de compétences d'orientation des ressources attentionnelles et apprentissage de stratégies d'exploration visuelle. Le tableau 1 présente des exemples d'incidents typiques de ces 2 Couples et la figure 1 résume ces résultats dans leur ensemble.

5.2.2 Des situations de perte de contrôle dans un virage, vectrices d'apprentissages de nouvelles stratégies comportementales de conduite (Couple 3), se distinguent de situations plus génériques, vectrices d'apprentissages de compétences de compréhension et d'anticipation (Couple 4).

Sur l'axe 2, les variables et leurs catégories qui contribuent (ctr > 10%) en haut sont **présence** d'apprentissages de **compétences de compréhension-anticipation** (y = 1,432) et **absence** d'apprentissage de **stratégies comportementales** (y = 0,516). La variable et sa catégorie qui contribue en bas est **présence** d'apprentissages de **stratégies comportementales** (y = -0,951)**.** L'ensemble de ces variables et leurs catégories contribue pour 74,2% de la variance totale de l'axe 2.

A. Un incident typique de la **gauche de l'axe 1** : Une situation de **manœuvre à basse vitesse** (créneau) **stressante**, est bien gérée au niveau technique et de la régulation interne. Elle donne lieu à la mention d'un apprentissage au niveau **intrapersonnel.** *« Il y avait des gens autour de moi, j'étais là « tout va bien **», j'avais trop peur qu'on me crame, qu'il y ait marqué genre « ne sait pas conduire » sur ma tête**. **J'ai trouvé une place et je me suis trop bien garée,** genre en un coup et tout et j'étais trop contente de moi. J'ai essayé de bien canaliser le stress, de bien faire attention à tout et rester calme surtout. **Ca m'a conforté dans le fait que je gère la conduite. »***
B. un incident typique de la **droite de l'axe 1** : Une situation **d'insertion** dans laquelle le conducteur **subit le comportement d'un usager,** donne lieu à la mention d'un apprentissage en terme de compétence d**e modulation de l'attention** et à une nouvelle **stratégie d'exploration visuelle.** *« Le mec était sur le rond-point, il avait les roues tournées pour sortir là où **j'allais m'insérer**. J'allais m'insérer et du coup je démarre. Au dernier moment, il se réinsère sur le rond-point, du coup on a failli se rentrer dedans. Donc maintenant au niveau des ronds-points **je suis hyper attentive**, je fais gaffe avant de m'insérer**, je regarde toujours à gauche, mes angles morts,** on n'est jamais sûr de ce que les autres vont faire. »*
C. un incident typique du haut de l'axe 2 : une situation dans laquelle le conducteur subit le **comportement d'un autre usager** donne lieu à la mention d'un apprentissage en terme compétences de compréhension et d'anticipation. *« j'étais à 50 km heures et à un carrefour **une voiture a grillé un stop**, donc j'ai dû aller sur la voie en face de moi. Je me suis décalé, puis rabattu direct après avoir dépassé la voiture qui avait grillé le stop. […] Ca m'a appris que même si il y'a un stop, c'est pas pour ça que le mec va s'arrêter. **Il faut pas forcément penser que la norme va être respectée. Il faut analyser**. »*
D. un incident typique du bas de l'axe 2 : Une situation **de virage** dans laquelle le conducteur **subit une perte de contrôle du véhicule,** donne lieu à la mention d'un apprentissage d'une nouvelle stratégie comportementale de conduite. *« C'était en hiver […], il y avait la pancarte « **virage dangereux** » mais moi je le prenais tous les jours ce virage et pour moi il était pas si dangereux. En fait, je n'avais pas remarqué **qu'il y avait une plaque de verglas et j'ai seulement compris quand j'ai vu que la voiture elle commençait à tourner**. J'ai réussi à me remettre tout droit je ne sais plus comment. Donc en hiver je sais que **je conduirai prudemment. Je roulerai moins vite** »*

Tableau 1. Exemples d'incidents critiques typiques représentés sur les axes 1 et 2

Au niveau de la variable supplémentaire type de route, la catégorie **virage** (y = -0,67), se distingue notablement de toutes les autres catégories. Au niveau de la variable supplémentaire point de rupture, la catégorie **perte de contrôle du véhicule** (y = -0,85) se distingue de manière importante de toutes les autres catégories (Le Roux & Rouanet, 2010, p49).

Les catégories virages et perte de contrôle du véhicule sont situées du coté de la catégorie d'apprentissage : **présence** d'apprentissages de **stratégies comportementales** (y = -0,951). Le tableau 1 présente des exemples d'incidents typiques de ces 2 Couples et la figure 1 résume ces résultats.

5.3 Discussion et conclusion

L'exploration des relations entre les caractéristiques des situations critiques vécues par des conducteurs novices – au cours des premiers mois de conduite – et les apprentissages de CCHN qu'ils en tirent, nous indique l'existence de 4 couples apprentissages – situations différents.

Les apprentissages perceptifs (couple 1), de construction d'une conscience de la situation de conduite, adviennent dans des situations dynamiques, complexes et imprévisibles. Dans ce type de situation, l'objectif prioritaire pour le conducteur novice est de récupérer toutes les informations nécessaires pour correctement l'analyser. A ce titre, les développements conjoints de stratégies efficaces d'exploration visuelle et de capacités de distribution des ressources attentionnelles permettent à la fois de récupérer efficacement les informations essentielles que la situation véhicule (Crundall, 2016), tout en réduisant la charge cognitive induite par la pression temporelle qu'elle exerce (Paxion, Galy, & Berthelon, 2014).

La pression temporelle dynamique n'existe pas dans une situation de manœuvre à basse vitesse. Ces dernières sont toutefois vectrices d'apprentissage de compétences intrapersonnelles (couple 2). Ces situations présentent donc de réelles difficultés pour les conducteurs novices, possiblement parce qu'elles pourraient remettre en question les compétences techniques du conducteur, générant de fait un stress important. Une fois résolues, l'expérience de ces situations difficiles renforceraient la confiance que ces conducteurs novices ont en leurs compétences techniques, provoquant un effet amoindrissant sur la quantité de stress qu'elles induisent.

Lorsqu'il n'est pas correctement régulé, ce stress peut toutefois lui même être à l'origine de situations à risque. En effet, le conducteur novice perd ses moyens, panique parfois et se retrouve alors en difficulté. L'expérience de telles situations critiques, provoquées par un défaut de régulation interne, est également vectrice d'apprentissages de compétences intrapersonnelles. Deux raisons pourraient expliquer ce phénomène. D'abord, il se pourrait qu'avec l'habitude de conduite, des situations particulières jusqu'alors peu ordinaires – et donc stressantes – deviennent plus communes, et soient donc dédramatisées. Ensuite, l'accumulation d'expérience s'accompagnant parfois d'une hausse de la confiance générale en ses capacités de conduite (Corneloup & Burkhardt, 2016), des situations auparavant propices à faire perdre leurs moyens à des conducteurs novices seront moins génératrices de stress. Ainsi, même, lorsque elles sont totalement nouvelles, ces situations sont abordées de manière plus sereine, grâce à une meilleure confiance en soi générale.

Des apprentissages de stratégies comportementales ont lieu dans des situations très spécifiques de virages, lorsque le conducteur perd le contrôle de son véhicule. La mise en place de stratégies comportementales fait alors sens, car elle permet chez le conducteur d'éviter de se retrouver en difficulté, en agissant par une action simple en amont d'une zone à risque bien identifiée. Ainsi, l'expérience de situations difficiles facilement reconnaissables et identifiables favoriserait la mise en place de schémas procéduraux simples, visant à l'annulation du risque par sa diminution mécanique (ralentissement) ou par son évitement. Au contraire, l'expérience de situations diverses et variées favorisent des apprentissages plus génériques de compétences d'anticipation et de compréhension. La mise en place de telles compétences d'analyse dynamique favoriserait adaptabilité et flexibilité.

Cependant, ces résultats sont issus de l'analyse du discours de personnes. Or, ce discours comporte une part de subjectivité intangible. Dès lors, on peut ne peut exclure d'une part un filtrage avantageux de la réalité, issu d'un biais de désirabilité sociale, et d'autre part, qu'au niveau des termes évoqués il y ait des différences potentielles entre leurs sens commun et leurs sens « scientifique ». Par exemple, il est difficile d'affirmer que lorsqu'un participant signale faire « plus attention aux voitures sur les

ronds-points », il indique réellement un apprentissage différent d'un participant qui signale être maintenant plus enclin à « bien regarder les voitures sur les ronds points ». Dans le premier cas, nous codons un apprentissage en terme de compétences attentionnelles. Dans le second, nous codons un apprentissage en terme de stratégie visuelle. Bien que justifiable du point de vue scientifique, la différence entre les deux, au sens du participant est toutefois invérifiable.

En conclusion, ce travail met en évidence que l'expérience de situations difficiles peut être vectrice d'apprentissages de compétences de conduite de haut niveau. Ainsi, la décroissance du sur-risque chez les jeunes conducteurs, constatée dans les premiers mois de conduite post permis, pourrait bel et bien être due à l'apprentissage de compétences additionnelles par le biais de l'expérience de situations de conduite à risque. En terme de perspectives, dans le but de réduire à terme le sur-risque, l'enjeu réside maintenant dans l'approfondissement des connaissances sur les CCHN et dans la conception de programme d'entrainement destinés à accélérer artificiellement leur apprentissage.

6 BIBLIOGRAPHIE

Assailly, J.-P. (2016). Comment appliquer la matrice GDE ? Quelles adaptations aux facteurs de risque d ' accidents des jeunes conducteurs novices ? Which pedagogical innovations in the improvement of the licensing process ? How to apply the GDE matrix ? 1–12.

Butterfield, L. D. (2005). Fifty years of the critical incident technique: 1954-2004 and beyond. *Qualitative Research*, *5*(4), 475–497. http://doi.org/10.1177/1468794105056924

Corneloup, V., & Burkhardt, J.-M. (2016). An Exploratory Study of Higher Order Driving Skills and Difficult Situations Experienced by Novice Drivers During Their First Months of Driving to Develop Simulation-based Training. In *Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics - ECCE '16* (pp. 1–8). New York, New York, USA: ACM Press. http://doi.org/10.1145/2970930.2970939

Crundall, D. (2016). Hazard prediction discriminates between novice and experienced drivers. *Accident Analysis & Prevention*, *86*, 47–58. http://doi.org/10.1016/j.aap.2015.10.006

Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). *Safety at the Sharp End* (Ashgate). Retrieved from http://www.ashgate.com/isbn/9780754646006

Healey, J. A., & Picard, R. W. (2005). Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *6*(2), 156–166. http://doi.org/10.1109/TITS.2005.848368

Le Roux, B., & Rouanet, H. (2010). *Multiple correspondence analysis*. SAGE.

Mayhew, D. R., Simpson, H. M., Desmond, K., & Williams, A. F. (2003). Specific and long-term effects of Nova Scotia's graduated licensing program. *Traffic Injury Prevention*, *4*(2), 91–7. http://doi.org/10.1080/15389580309866

McDonald, C. C., Goodwin, A. H., Pradhan, A. K., Romoser, M. R. E., & Williams, A. F. (2015). A Review of Hazard Anticipation Training Programs for Young Drivers. *Journal of Adolescent Health*, *57*(1), S15–S23. http://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2015.02.013

McKnight, J. A., & McKnight, S. A. (2003). Young novice drivers: Careless or clueless? *Accident Analysis and Prevention*, *35*(6), 921–925. http://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00100-8

ONISR. (2015). *La sécurité routière en France, Bilan de l'accidentalité de l'année 2014*. Paris. Retrieved from www.securite-routiere.gouv.fr

Paxion, J., Galy, E., & Berthelon, C. (2014). Mental workload and driving. *Frontiers in Psychology*, *5*(December), 1–11. http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01344

Salmon, P. M., Stanton, N. a., & Young, K. L. (2012). Situation awareness on the road: review, theoretical and methodological issues, and future directions. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, *13*(4), 472–492. http://doi.org/10.1080/1463922X.2010.539289

Underwood, G. (2007). Visual attention and the transition from novice to advanced driver. *Ergonomics*, *50*(8), 1235–1249. http://doi.org/10.1080/00140130701318707

Underwood, G., Ngai, A., & Underwood, J. (2013). Driving experience and situation awareness in hazard detection. *Safety Science*, *56*, 29–35. http://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.05.025

Apport d'un serious game pour le développement des compétences de sauvetage au combat des militaires

Anthony Vacher, Françoise Darses et Léonore Bourgeon
Institut de recherche biomédicale des armées
ACSO - BP 73 91223 Brétigny sur Orge, Cedex, France
anthony1.vacher@intradef.gouv.fr

Jéremy Comblet et Christophe Pot
121ème régiment du Train Route de Limours, 91210 Montlhéry, France
jeremy.comblet@intradef.gouv.fr

Jérôme Planchon et Pierre Pasquier
Département d'anesthésie réanimation - Hôpital d'instruction des armées Percy
101 avenue Henri Barbusse, 92140 Clamart, France
jerome.planchon@intradef.gouv.fr ; pierre.pasquier@intradef.gouv.fr

Catégorie de soumission : communication affichée poster

RÉSUMÉ

L'étude porte sur l'efficacité et l'acceptabilité d'un serious game comme moyen de formation complémentaire à l'apprentissage des gestes de sauvetage au combat par les militaires. Quatre-vingt-neuf militaires ont été répartis aléatoirement en deux groupes (INTERVENTION et TÉMOIN) à l'issue de leur formation initiale au sauvetage au combat. Le groupe INTERVENTION (n = 50) bénéficiait de 4 séances de formation complémentaire sur serious game tandis que le groupe TÉMOIN (n = 39) bénéficiait de 4 séances de formation dans des conditions identiques mais sur DVD. La performance de sauvetage au combat des participants des deux groupes était évaluée sur mannequin simulateur, en environnement simulé de combat, avant (MESURE I) et après formation complémentaire (MESURE II). Les résultats retrouvaient une performance de sauvetage au combat significativement plus élevée dans le groupe qui utilisait le serious game que dans celui qui utilisait le DVD.

MOTS-CLÉS
Serious game, secourisme, sauvetage au combat, efficacité, acceptabilité.

1 INTRODUCTION

Les Serious Games (SG) sont « des applications développées à partir des technologies avancées du jeu vidéo, faisant appel aux mêmes approches de design et savoir-faire que le jeu classique […] mais qui dépassent la seule dimension du divertissement » (CERIMES, In Eduscol, 2015). Dans le domaine de l'éducation et de la formation, l'usage croissant des SG est sous-tendu par l'hypothèse qu'utiliser des éléments de design des jeux vidéos permettrait à l'apprenant de transformer positivement son expérience d'apprentissage et sa relation au travail, notamment par son caractère ludique, engageant et motivant (Marache-Francisco & Brangier, 2015).

Dans le domaine de la santé, l'efficacité des SG demeure encore peu étudiée (Graafland et al., 2013). Dans ce contexte, l'objectif de notre étude est d'évaluer l'efficacité et l'acceptabilité d'un SG conçu spécifiquement pour améliorer les compétences de sauvetage au combat (SC) des militaires. Nous faisons l'hypothèse que le SG serait un support de formation complémentaire plus efficace et mieux accepté des apprenants que le support de formation classique (DVD).

2 MILIEU D'IMPLANTATION ET MÉTHODE

2.1 Le sauvetage au combat de niveau 1 et son enseignement dans les armées

La préparation opérationnelle des militaires aux gestes de SC constitue un enjeu majeur pour les armées. Actuellement, quelle que soit sa spécialité, tout militaire déployable en opération reçoit une formation au sauvetage au combat de niveau 1 (SC1). Celle-ci comporte :

- *une formation initiale présentielle.* – Celle-ci est réalisée au sein des cellules d'instruction au secourisme militaire des régiments par session de 8 à 10 militaires. Cette formation initiale d'une durée de huit heures associe des cours en salle sur support Powerpoint, et des démonstrations et mises en situation pratique, notamment sur mannequin simulateur patient basse-fidélité ;
- *des formations récurrentes* –. Celles-ci sont dispensées selon une périodicité annuelle sous forme présentielle ou d'enseignements à distance via des supports audiovisuels de type DVD conçu par l'école du Val-de-Grâce. La durée de ces formations est de quatre heures.

Le retour d'expérience montre que les formations récurrentes présentielles sont coûteuses en temps et en ressources, et pose des problèmes de disponibilité synchrone des participants. Quant aux formations à distance sur DVD, celles-ci sont limitées par leur aspect essentiellement théorique et par la relative passivité des apprenants. Devant ces difficultés, l'intérêt de développer et d'utiliser un SG comme moyen de formation complémentaire au SC1 a été envisagé.

2.2 Le serious game 3D-SC1®

En 2014, la Mission pour l'innovation participative de la Défense et le Service de santé des armées ont soutenu le développement d'un SG nommé 3D-SC1® et destiné à compléter la formation au SC1 des combattants (pour la description détaillée du processus de conception, voir Pasquier et al., 2016).

La version de 3D-SC1® qui a été conçue s'adresse à tout personnel militaire susceptible de se retrouver en situation de première urgence en zone de combat, quelle que soit sa spécialité. Dans le scénario proposé, l'apprenant incarne un soldat d'une patrouille à pieds en zone désertique et hostile qui assiste à l'explosion d'un engin explosif improvisé lors du passage de la patrouille précédente. Au travers de son avatar, l'apprenant doit exécuter le plus rapidement possible et dans l'ordre préconisé, les actions qu'il a appris lors de sa formation initiale. À la fin de la partie, l'apprenant reçoit un débriefing par un instructeur virtuel et se voit attribuer une récompense sous la forme d'une médaille (bronze, argent ou or) selon le score obtenu et le temps total pris pour réaliser l'ensemble des gestes.

2.3 Méthodologie

Entre le 1er janvier et le 13 juillet 2016, nous avons mené une étude expérimentale, randomisée, en deux groupes parallèles (TÉMOIN et INTERVENTION) comprenant deux mesures de la performance de SC1 des participants, l'une avant (MESURE I) et l'autre après (MESURE II) la formation complémentaire au SC1 des participants.

2.3.1. Participants

Quatre-vingt-neuf militaires du 121ème Régiment du Train (RT) de Montlhéry (6 femmes et 83 hommes) ont été recrutés à l'issue de leur session de formation initiale au SC1. L'âge moyen était d'environ 22 ans (Moyenne, M = 21.8 ans, écart-type, ET = 3.10). Majoritairement de grade « soldat » (94.4 %), avec moins d'un an d'ancienneté (88.8 %), les participants étaient familiers des jeux vidéos (M = 7.8 heures/semaine, ET = 11.3). Ces caractéristiques étaient similaires entre les deux groupes.

2.3.2. Protocole expérimental et intervention

Une première mesure de la performance de SC1 a été réalisée à l'issue de chaque session de formation initiale de SC1 (MESURE I). Il s'agissait d'une mise en situation sur mannequin basse

fidélité en environnement de combat tactique simulé avec un premier scénario de SC1. De façon à contrebalancer une modulation de l'effet de la formation complémentaire liée au scénario, deux scénarios (Scn°N°1 et Scn N°2) ont été conçus et leur ordre de passation variait selon la session de formation initiale. Les participants des sessions impaires étaient évalués sur le Scn N°1 lors de la MESURE I, puis sur le SCn N°2 lors de la MESURE II, et inversement pour les sessions paires.

À l'issue de la MESURE I, les participants de chaque session étaient répartis de manière aléatoire au sein d'un des deux groupes. Quel que soit le groupe, chaque participant suivait quatre séances de 25 minutes de formation complémentaire dans les deux semaines qui suivaient sa formation initiale et dans des conditions identiques. Pour le groupe TÉMOIN, le support était un DVD élaboré par l'École du Val-de-Grâce. Pour le groupe INTERVENTION, il s'agissait du SG 3D-SC1®. À l'issue de ces quatre séances, une seconde mesure de la performance de SC1 a été réalisée dans les mêmes conditions que la MESURE I, avec un second scénario de SC1 (MESURE II).

À la fin de l'étude, chaque participant a complété une adaptation du questionnaire d'acceptation d'une nouvelle technologie de Venkatesh, Morris, Davis & Davis (2003). Celui-ci comportait 22 affirmations pour lesquelles le participant devait exprimer son degré d'accord sur une échelle de Likert symétrique en six points.

2.3.3. Évaluation de la performance de SC1

Le critère d'évaluation de la performance de SC1 était le score attribué par un binôme d'évaluateurs constitué d'un médecin et d'un instructeur de secourisme militaire. Ce score était attribué sur la base de la réalisation d'une liste de gestes (riposter, mettre le blessé à l'abri, poser un garot, etc.) et de la priorisation attendue de ces gestes dans le contexte rencontré.

2.3.4. Analyse des données

Le score de SC1 médian obtenu par chaque groupe a été comparé pour la MESURE I et la MESURE II à l'aide d'un test non paramétrique bilatéral de Wilcoxon - Mann – Whitney. Une comparaison du score de SC1 obtenu avant (MESURE I) et après formation complémentaire (MESURE II) a été réalisée pour chaque groupe à l'aide d'un test de Wilcoxon pour données appariées.

Pour le questionnaire d'acceptation d'une nouvelle technologie, la proportion de participants « en accord » avec chaque affirmation proposée a été comparée entre les deux groupes à l'aide d'un test du chi deux bilatéral. Le seuil de significativité des tests réalisés a été fixé à 5 %.

3 RÉSULTATS

3.1 Analyses préliminaires

La performance de SC1 évaluée avant la session de formation (MESURE I) ne différait pas significativement entre les deux groupes : le score de SC1 médian du groupe TÉMOIN était de 10 (écart interquartile, EI = 5) et celui du groupe INTERVENTION était de 11 (EI = 4, Z = -0.873, p = .38).

3.2 Effet du support de formation complémentaire sur la performance de SC1

Le score médian obtenu par chaque groupe lors des deux mesures est présenté dans la figure 1.

Pour les deux groupes, le score médian de SC1 était significativement plus élevé lors de la MESURE II que lors de la MESURE I, avec un score médian qui évoluait, pour le groupe TÉMOIN, de 10 (EI = 5) lors de la MESURE I à 12 (EI = 2, Z = -4.684, p < .00001) lors de la MESURE II et, pour le groupe INTERVENTION, de 11 (EI = 4) lors de la MESURE I à 14 (EI 1, Z = -5.914, p < .00001) lors de la MESURE II.

Lors de la MESURE II, le score médian de SC1 du groupe INTERVENTION (Mdn = 14, EI = 1) était significativement supérieur à celui du groupe TÉMOIN (Mdn = 12, EI = 2, Z = -4.213, p < .00001).

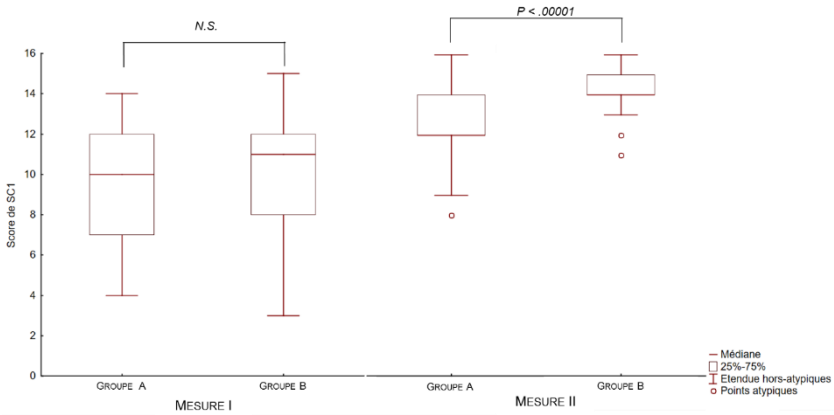


Figure 1. Scores de sauvetage au combat de niveau 1 (SC1) obtenus par le groupe TÉMOIN (groupe A, n = 39) et le groupe INTERVENTION (groupe B, n = 50) lors de la mesure avant et après formation complémentaire au sauvetage au sauvetage (MESURE I et MESURE II respectivement).

3.3 Acceptabilité du support de formation complémentaire au SC1

Une grande majorité des participants a considéré le support de formation complémentaire utile pour l'apprentissage du SC1 (94.9 % et 98.0 % pour le groupe TÉMOIN et INTERVENTION respectivement) et que leur encadrement hiérarchique a soutenu leur participation à cette formation (71.0 % et 82.1 % pour le groupe TÉMOIN et INTERVENTION respectivement).

La proportion de participants qui jugeait le support divertissant était significativement plus élevée dans le groupe INTERVENTION (94.0 %) que dans le groupe TÉMOIN (64.1 %), X^2 (1, N = 89) = 12.67, p < .0001. De même, la proportion de participants qui prédisait qu'elle utiliserait le support de formation dans les 12 prochains mois était significativement plus élevée dans le groupe INTERVENTION (84.0 %) que dans le groupe TÉMOIN (59.0 %), $\chi 2$ (1, N = 89) = 6.97, p < .01.

4 DISCUSSION

Nos résultats montrent que la performance de SC1 évaluée en environnement simulé s'améliore après le suivi d'une formation complémentaire au SC1, que le support soit un DVD ou le SG 3D-SC1®. Également, cette performance est significativement plus élevée pour le groupe qui a utilisé le SG 3D-SC1® que pour celui ayant utilisé le DVD. Cette étude démontre ainsi l'intérêt d'utiliser le SG 3D-SC1® comme support de formation complémentaire au SC1 des militaires, et cela d'autant plus que son acceptabilité par les apprenants parait supérieure à celle du support classique.

Bien que limitée par l'utilisation d'un SG en version mono-joueur et ne comportant qu'un seul scénario, cette étude confirme l'intérêt des SG comme dispositif technologique complémentaire pour le développement des compétences des opérateurs dans les environnements dynamiques et à risques. Des études futures pourraient évaluer l'efficacité à plus long-terme du SG 3D-SC1® ainsi que les mécanismes cognitifs sous-jacents à cette efficacité.

5 BIBLIOGRAPHIE

Eduscol (2015). *Jeux sérieux et mondes virtuels*. Eduscol Eds. Accessible à : http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/jeuxserieux.

Graafland, M., Schraagen, J. M., & Schijven, M. P. (2012). Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British journal of surgery*, *99*(10), 1322-1330.

Marache-Francisco, C., & Brangier, É. (2015). Gamification and human-machine interaction: A synthesis. *Le Travail humain*, *78*(2), 165-189.

Pasquier, P., Mérat, S., Malgras, B., Petit, L., Queran, X., Bay, C., ... & Perez, J. P. (2016). A serious game for massive training and assessment of French soldiers involved in forward combat casualty care (3D-SC1): development and deployment. *Journal of Medical Internet Research Serious Games*, *4*(1).

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

Conception et acceptation d'un service de transport par navettes autonomes : approche ergonomique par l'analyse des expériences vécues de la part des accompagnants en phase d'expérimentation

Ferdinand Monéger, Fabien Coutarel, Ladislav Moták, Patrick Chambres, Marie Izaute, Michel Dhome

Dans le cadre d'un projet industriel de conception de navettes de transport autonomes (sans chauffeur), des chercheurs en ergonomie et en psychologie ont mené des études portant sur l'acceptabilité de ces technologies innovantes, ainsi que sur les processus d'acceptation et de rejet des services associés.
A l'étape du développement actuel du projet, le système de transport futuriste n'atteint pas le niveau d'autonomie visé, et des opérateurs humains contribuent à sa gestion au quotidien. En effet un accompagnant est systématiquement présent à bord de chaque navette.
Ainsi, l'étude a porté sur l'analyse des expériences vécues par ces accompagnants, suite à des analyses préalables de leur activité de régulateur du service ; ceci afin d'identifier leur contribution à l'acceptation des navettes et du service associé et de poursuivre la conception de ce service de transport.
En 2015 et 2016, des investigations ont été menées sur quatre sites sur lesquels les navettes étaient mises à l'essai : un campus universitaire, un centre de recherche industriel, un site accueillant un congrès international portant sur la mobilité innovante, un pôle d'activité urbain. Ont alors été réalisés : des observations systématiques des situations gérées par ces *« régulateurs du service»*, des entretiens semi-directifs consécutifs à l'action, des entretiens inspirés des techniques d'explicitation.
Les résultats révèlent d'abord une divergence entre les résultats portant sur les intentions d'usage de ces navettes autonomes (acceptabilité) et les comportements réels d'utilisation (acceptation). En effet, alors que les résultats en termes d'acceptabilité étaient globalement positifs, il s'avère que les usagers des sites sur lesquels les navettes étaient déployées n'utilisaient en général les navettes qu'une seule fois, exprimant, pour la majorité d'entre eux, un motif de *« curiosité »*.
Ensuite, en analysant l'activité des accompagnants, nous avons découvert l'existence d'écarts importants entre les tâches prescrites à ces opérateurs et l'activité qu'ils déploient effectivement. En effet, nos analyses ont révélé le fait que, dans les systèmes sociotechniques complexes dans lesquels sont déployées les flottes de navettes autonomes, de très nombreux aléas mettent en péril la sécurité, l'utilité et la fiabilité de ce système de transport. Ainsi, en régulant ces situations critiques, pour la plupart ignorées par le concepteur, et que l'automate n'aurait pas pu gérer sans eux, les régulateurs du service semblent participer à l'acceptation de ce système de transport innovant en fiabilisant sa performance, en maximisant son utilité et en développant une relation particulière avec les passagers.
L'approche expérientielle ici déployée a également permis d'identifier les valeurs portées par ces opérateurs. En effet, au fil de leur activité de régulation, les accompagnants mobilisent les valeurs : *« sécurité », « utilité », « fiabilité », « satisfaction des passagers », « non-gène des autres usagers du site », « respect des procédures »*. Ces valeurs ne sont pas hiérarchisables universellement mais s'articulent de façon située, en fonction des situations et de la sensibilité de l'accompagnant. De plus, nous avons montré que dans un certain nombre de situations, ces valeurs pouvaient entrer en conflit les unes avec les autres et ainsi, impliquer un arbitrage de la part de l'accompagnant. Ainsi, nous illustrons à travers cette recherche le fait que l'opérateur humain, par son intelligence, par sa capacité à habiter la situation, révèle des impensés de conception.
Les résultats obtenus soulèvent plusieurs discussions :

- Celle de la future place du régulateur humain vis-à-vis de la gestion d'un service *« autonome »* censé, à l'origine du projet, se passer de ses actions. En effet, il semble que l'automate ne sera pas capable – au moins dans un futur proche – de gérer l'ensemble des situations critiques auxquelles il sera confronté, d'arbitrer entre des injonctions contradictoires. Aussi, à l'étape actuelle de la commercialisation des navettes, la question de la conception d'un service régulé par l'humain est incontournable et pose notamment la question des moyens alloués aux futurs régulateurs de ce service (salle de contrôle, modalité de communication entre les passagers et le régulateur…).
- Ceci invite aussi à viser une *« sécurité acceptable »* au profit d'une « sécurité totale », ambitionnée par les concepteurs. En effet, comme nous l'avons montré, cette valeur *« sécurité »* entre

régulièrement en conflits avec d'autres valeurs de la performance d'un service et pourrait mettre en péril, par exemple son utilité, sa fiabilité.

- L'intérêt, en terme de sécurité, d'acceptation, de commercialisation, d'exploitation, d'intégrer les sciences humaines et sociale de façon précoce dans les projets de conception.

Navette autonome en conception

Flotte de navettes déployée sur le Campus de Lausanne mai – août 2015

Accompagnant reprenant la navette en « mode manuel »

Amalberti, R. (2001). *La conduite des systèmes à risques*. Paris : PUF.

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). Paris : PUF.

Bobillier-Chaumon, M.E. (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*, 4-21.

Brangier, E., & Robert, J.M. (2012). L'innovation par l'ergonomie : éléments d'ergonomie prospective. In D. Llerena (Ed.), *L'innovation entre science et société* (pp. 59-81). Paris : Le Harmattan.

Cahour, B., & al., (2007). Étude de l'expérience du sujet pour l'évaluation de nouvelles technologies : l'exemple d'une communication médiée, *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1, 85-120.Cahour, B., Salembier, P., & Zouinar, M., (2016). Analysing lived experience of activity. *Le Travail Humain,79*, 259-284.

Maurer, M., Gerdes, C., Lenz, B., Winner, H. (Eds.) (2016). *Autonomous Driving*. Springer Open

Monéger, F. et al. (2015). *Quelle pertinence des modèles de l'expérience utilisateur pour la conception d'une navette autonome* ? Actes SELF 2015, Paris.

Nguyen, C., & Cahour, B. (2014). Véhicule électrique et gestion de son autonomie : une approche prospective ancrée dans l'expérience vécue. *Le travail humain, 77*, 63-89.

Quiguer, S. (2013). *Acceptabilité, acceptation et appropriation des Systèmes de Transport Intelligents : Elaboration d'un canevas de co-conception multidimensionnelle orientée par l'activité*. Mémoire de doctorat de psychologie sociale. Université de Rennes 2.

Salembier, P., Cahour, B., & Zouinar, M. (2013). *L'expérience vécue (des utilisateurs, opérateurs/travailleurs) : fondements théoriques et méthodes d'appréhension associées.* Actes du 7ème colloque de psychologie ergonomique Epique. (pp. 67-68). Bruxelles : ARPEGE.

ÉPIQUE 2017 : Anticiper le non-usage d'un réseau social numérique d'entreprise à partir du réel de l'activité

Élodie Chambonnière
Laboratoire GRePS (EA 4163)
Institut de Psychologie – Université Lyon 2
5 avenue P. Mendès-France - 69676 – Bron (France)
elodie.chambonniere@univ-lyon2

Nadia Barville-Deromas
Laboratoire GRePS (EA 4163)
Institut de Psychologie – Université Lyon 2
5 avenue P. Mendès-France - 69676 – Bron (France)
Nadia.barville@orange.fr

Marc-Eric Bobillier-Chaumon
Laboratoire GRePS (EA 4163)
Institut de Psychologie – Université Lyon 2
5 avenue P. Mendès-France - 69676 – Bron (France)
Marc-eric.bobillier-chaumon@univ-lyon2.fr

Jacqueline Vacherand-Revel
Laboratoire ICAR, CNRS (UMR 5191/Lyon2/IFE/ENS)
ENS de Lyon - campus Descartes
15, parvis René Descartes - 69342 Lyon cedex 07
Jacqueline.vacherand-revel@ec-lyon.fr

Catégorie de soumission : communication courte

RÉSUMÉ
Cette recherche a été menée au sein d'une grande entreprise de transport ferroviaire. Dans le but d'accroître la productivité, un réseau social numérique d'entreprise (RSNE) va être imposé aux salariés. Le but est de favoriser le travail collaboratif, l'entraide et le partage, de stimuler l'innovation et l'initiative, d'inciter à la transversalité, au décloisonnement, de gagner en agilité et en efficacité, de réinventer le lien avec le terrain, de faciliter l'accès à l'information et le management à distance. Les RSNE doivent avant tout répondre aux besoins des salariés et pas seulement à des objectifs de diffusion de prescription et d'organisation. Il convient de comprendre en quoi ils sont utiles ou non aux travailleurs et en quoi ils modifient leurs pratiques. Pour pallier les limites des approches de l'acceptabilité et de l'acceptation, nous investiguons l'anticipation du non-usage, des contraintes et de la non-acceptation future d'un RSNE en regard du réel de l'activité. Les résultats soulignent que l'omniprésence de la sécurité dans l'activité des salariés ne facilite pas la projection dans des usages futurs.

MOTS-CLÉS
Réseau social numérique d'entreprise, production ferroviaire, anticipation de non-usage, acceptation, réel de l'activité.

1 INTRODUCTION

Cette recherche s'inscrit dans une thèse CIFRE (menée par Nadia Barville-Deromas) dont l'étude porte sur les conditions d'acceptation des RSNE internes à une grande entreprise de transport ferroviaire. L'objectif et de développer largement l'usage des technologies de l'information et de la communication pour des applications métiers et des applications de fonctions supports. C'est un enjeu de rentabilité, de visibilité pour l'entreprise mais également un enjeu d'amélioration des conditions de travail. Cependant, le niveau de maturité en termes d'usage des technologies est extrêmement variable pour l'ensemble des 150 000 salariés, passant d'un usage régulier à un non-usage. La question de l'usage et de sa construction dans le futur et donc de son acceptation devient une question centrale que nous proposons d'investiguer dans le cadre de ce papier.

Selon Bobillier Chaumon et Dubois (2009), l'acceptabilité et l'acceptation située sont des phases dans le processus d'adoption d'une technologie. L'acceptabilité technologique cherche à comprendre les facteurs et les motivations (utilité et facilité d'utilisation d'une technologie) qui peuvent pousser les individus à vouloir utiliser ou non la technologie. Dès lors, certains travaux (Falzon, 2013), relatifs à l'ergonomie constructive, soulignent l'importance de la prédiction des usages et des besoins des individus pour penser ou non une appropriation et une acceptation future. L'acceptation quant à elle renvoie au vécu des personnes lors et suite à l'introduction des TIC. Elle montre que les usages se construisent si l'individu n'est pas passif face à une technologie, il peut agir, transformer et se développer grâce à elle (Rabardel, 1995 ; Béguin, 2007). L'activité est aussi envisagée comme étant située et incarnée c'est-à-dire provenant d'une dynamique et non comme quelque chose de préconstruit (Engeström, 1987 ; Suchman, 1987). L'acceptation cherche à évaluer l'usage d'une technologie, à partir de la situation et du réel de l'activité (Bobillier Chaumon, 2016) ; désignant ce qui ‘’*permet de faire*” ou ‘’*oblige/autorise à faire*”, mais aussi ce qui est ‘’*empêché de faire*” : à savoir « *ce qui ne se fait pas* [ou plus comme avant]*, ce qu'on voudrait faire sans y parvenir, ce qu'on aurait pu faire, (…) ce qu'on fait sans vouloir le faire ou encore ce qu'on fait pour ne pas faire ce qu'on nous demande de faire* » (Clot, 1999, p. 204).

L'acceptabilité envisage une évaluation de l'usage à partir de représentations quant à l'acceptation, l'évaluation est réalisée à l'aide de la situation. Nous cherchons, à partir du réel de l'activité, d'anticiper le non-usage, pour envisager au mieux l'implantation d'un RSNE futur. Or, les deux approches ne répondent pas à nos besoins. Ainsi, dans le but d'identifier ce qui pourrait entraver une bonne acceptation du RSNE ; nous cherchons à étudier si de non-usages sont déjà construits par anticipation : ***comment le réel de l'activité joue un rôle dans la construction de non-usages futurs et par là même dans la non-acceptation d'un RSNE ?***

2 MILIEU D'IMPLANTATION ET MÉTHODES

2.1 Population

Notre recherche constitue une démarche empirique, inductive, ethnographique (Vacherand-Revel 2015) et a été réalisée au sein d'une activité de production ferroviaire. Les salariés (n = 13) entretiennent et réparent le réseau ferré afin que les trains puissent circuler en toute sécurité. L'activité est très outillée et puise sa technicité dans le passé historique ferroviaire : une mutation d'une activité technique vers une activité davantage digitalisée est en cours.

2.2 Procédure et moyens utilisés

Le rôle central du réel de l'activité dans l'anticipation de la construction des usages et dans l'acceptation d'une technologie nous a amené à mettre en place une méthodologie spécifique.

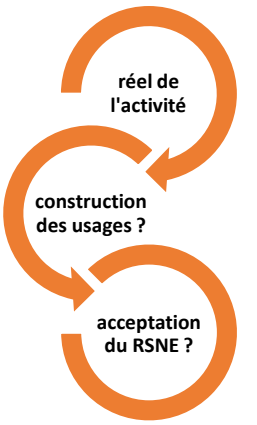


Figure 1: rôle central du réel de l'activité dans la construction du non-usage et de la non-acceptation

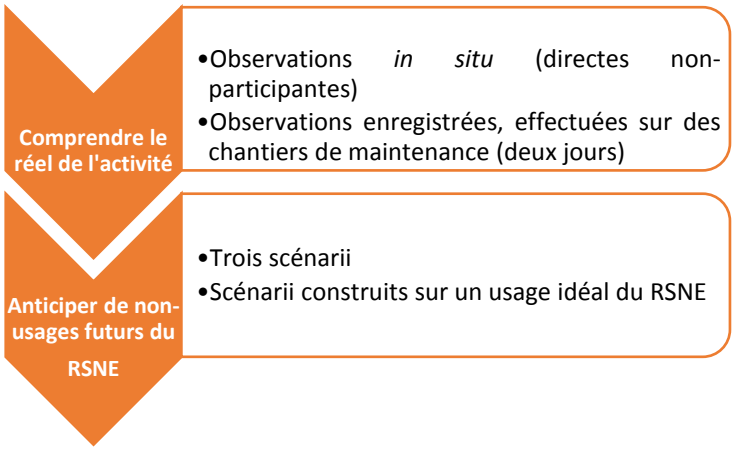


Figure 2 : méthodologie adoptée

Des observations *in situ* et des scénarii ont été réalisés. La méthode des scénarii est issue de l'ergonomie prospective, cherchant à anticiper de futurs besoins. Il s'agit d'imaginer de futures situations possibles ou non, d'imaginer de nouveaux usages ou non en plaçant l'humain au centre (Brangier et Robert, 2014). Trois profils d'utilisateurs ont été imaginés (donc trois scénarii réalisés) : un agent de maintenance voie ferrée, un chef de brigade et un dirigeant de proximité. Ces trois métiers composent le réseau d'acteurs impliqué dans l'activité de production ferroviaire étudiée. La construction des scénarii s'est réalisée avec des items photographiques, textuels et iconiques. Une phase de recherche bibliographique, en lien avec l'objet des scénarii (le RSNE) a été menée. La passation des scénarii s'est déroulée au cours d'un entretien collectif avec les 13 salariés, le lendemain des observations *in situ*. Le court laps de temps entre les observations et l'entretien collectif nous a conduits à être créatifs et innovants : construire des profils d'utilisateurs basés sur un usage idéal du RSNE afin d'amener les individus à identifier ou non de futurs usages à partir du réel de leur activité.

2.3 Traitement des données

Les entretiens et les observations ont été retranscrits intégralement avant leur analyse thématique. Nous avons découpé transversalement les corpus afin d'en prélever les énoncés pour les rassembler.

3 RÉSULTATS

3.1 Le futur RSNE dans le réel d'une activité contrainte par la sécurité

Les salariés jugent que le RSNE n'est pas adapté à leur activité en raison de l'insécurité qu'il amènerait (« *ça va nuire à la sécurité* »). Afin d'assurer la surveillance et l'entretien de la voie ferrée, les salariés se réfèrent constamment à des normes de sécurité (documents papiers) engendrant un respect indispensable de règles et de gestes métiers spécifiques. Un non-respect est un manquement au métier.

Les salariés exercent sur les voies ferrées à l'aide d'outillages divers. Les fréquents passages de trains obligent à travailler vite : l'activité est imprévisible, rythmée et est cadencée par le temps. Les salariés jugent dangereux d'utiliser le RSNE (« *déjà faut se mettre sur les voies, sinon c'est trop dangereux* »). Dans un environnement bruyant, ils trouvent des moyens pour se coordonner facilement : les articulations collectives se réalisent souvent sans parler : chacun sait ce qu'il a à faire. Les salariés se disent exercer en confiance, dans un espace de travail en coprésence immédiate. Les

contraintes et le fonctionnement spécifique de cette activité poussent les salariés à se projeter difficilement dans des usages du RSNE.

3.2 De non-usages du RSNE dû à un fort passé ferroviaire historique et technique

Pour les salariés, le RSNE va engendrer une détérioration des savoir-faire qui sont ancrés historiquement et techniquement (*e.g.* importance du collectif et du geste métier) : « *on est compétent, on est capable, on est habiletés* ». Ils jugent ne pas avoir besoin de RSNE puisqu'ils ont appris à travailler avec des outils pour faire du *bon travail*.

Ils envisagent de ne pas utiliser le RSNE car il existe un réseau d'acteurs. L'ensemble de l'équipe de travail se transmet les règles métiers, les gestes techniques, les astuces et les ficelles de métiers. La transmission s'effectue de génération en génération et entre formés et apprentis. L'équipe est déjà existante où les personnes ont appris à travailler ensemble pour gérer les imprévus et les difficultés (« *on a notre réseau entre nous, on n'a pas besoin de ça* »). L'omniprésence du RSNE dans l'activité détériorait le réseau d'acteurs puisqu'il empêcherait la communication et nuirait au contact humain (« *y'a l'équipe, y'a les hommes, les humains, la partie humaine* »).

4 CONCLUSION

Les salariés envisagent une incompatibilité entre le futur RSNE et leur activité, cette dernière étant marquée par l'omniprésence de la sécurité. La construction future de non-usage est en partie expliquée par le réel de leur activité (Clot, 1999) : activité cadencée et rythmée, transmission au sein d'une forte équipe de savoir-faire techniques et de pratiques professionnelles, fonctionnement autonome du collectif.

Le caractère insécurisant de l'activité de la production ferroviaire joue un rôle primordial dans l'anticipation de non-usages du RSNE. Cela amène à penser une difficile acceptation lorsque le RSNE sera imposé dans l'activité.

5 BIBLIOGRAPHIE

Béguin, P. (2007). Innovation et cadre sociocognitif des interactions concepteurs-opérateurs: Une approche développementale. *Le Travail Humain*, *70*(4), 369–390.

Bobillier Chaumon, M.E. (2016). Acceptation située des TIC 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.E., & Dubois, M. (2009). Synthèse introductive : l'acceptabilité des technologies : bilans et nouvelles perspectives. *Le Travail Humain*, *72*(4), 305-310.

Brangier, E., & Robert, J.M. (2014). L'ergonomie prospective : fondements et enjeux. *Le Travail Humain*, *77*(1), 1-20.

Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding : An activity theoretical approach to developmental research*. Helsinki : Orienta-Kousultit.

Falzon, P. (2013). *Pour une ergonomie constructive*. In P. Falzon (Eds.), Ergonomie constructive (pp.2-15). Paris : Presses universitaires de France.

Rabardel, P. (1995). Qu'est-ce qu'un instrument ? *Les Dossiers de l'ingénierie éducative*, *19*, 61–65.

Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions: the problem of human/machine communication*. Cambridge: Cambridge University Press.

Vacherand-Revel, J. (2015). *Travailler en interaction avec et via les technologies numériques ou pour en concevoir d'autres : vers une ethnographie psychologique des activités médiatisées*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des recherches. Université Lumière Lyon 2.

Prise de décision des piétons en traversée de rue : revue de questions et perspectives de recherche

Stéphanie Cœugnet
Institut VEDECOM, 77, rue des Chantiers, 78000 Versailles
stephanie.coeugnet-chevrier@vedecom.fr

Béatrice Cahour
CNRS i3 Telecom ParisTech, 46 Rue Barrault, 75013 Paris
beatrice.cahour@telecom-paristech.fr

Sami Kraiem
Institut VEDECOM, 77, rue des Chantiers, 78000 Versailles
sami.kraiem@vedecom.fr

Catégorie de soumission : communication affichée

RÉSUMÉ

La bonne interaction entre les piétons et les véhicules autonomes représentera un des jalons de l'acceptabilité de ces nouveaux véhicules par le grand public. Pour ce faire, le véhicule autonome devra permettre de rendre la traversée de rue la plus sûre et la moins incertaine possible afin d'assurer cette bonne cohabitation. Cette revue de questions fait le point sur les différents éléments étudiés sur la thématique de la prise de décision de traverser la rue. Le constat majeur qui en ressort est que, si effectivement la prise de décision de traverser de rue est très documentée, dans l'optique d'optimiser les algorithmes du véhicule autonome de détection de piétons, il est nécessaire de fusionner les connaissances au sein d'une analyse globale et représentative d'un environnement naturel mais aussi de concevoir plus finement le décours temporel de la prise de décision. Ce premier niveau d'analyse sera approfondi dans une étude en situation naturelle qui est en cours puis le modèle ainsi obtenu sera testé dans une étude comparative d'une circulation de véhicules conventionnels et autonomes.

MOTS-CLÉS
Prise de décision, environnement naturel, traversée de rue, modélisation, véhicule autonome

1 INTRODUCTION

A l'heure où le véhicule autonome bouleverse les codes de l'industrie automobile, son plus gros défi n'est peut-être pas de détecter les autres véhicules ou d'éviter un obstacle sur la chaussée mais de se confronter à ce qui, a priori, est le plus imprévisible: le comportement humain des autres usagers de la route, et en particulier des piétons vulnérables. La traversée de rue est une activité complexe au sein d'un environnement dynamique. Elle exige en effet du piéton qu'il recherche un site adapté, intègre les informations provenant de diverses directions tout en regardant au bon endroit et au bon moment pour une analyse optimale du trafic, de sélectionner la fenêtre temporelle adaptée à son temps de traversée, et enfin, de coordonner la perception et l'action locomotrice durant la traversée. Notre objectif à terme est que le véhicule autonome puisse faciliter cette activité par une stratégie préventive, c'est-à-dire en adaptant son comportement pour éviter toutes situations critiques ou incertaines (Rothenbücher et al., 2016). Ainsi, utilisant la théorie des jeux pour analyser les interactions entre piétons et véhicules autonomes, Millard-Ball (2017) conclut que les piétons seraient capables d'agir en toute impunité, sans s'inquiéter du trafic. Pour assurer ce contexte sécuritaire, il devient impératif de mieux comprendre comment se fait la prise de décision du piéton.

L'objectif de notre analyse de la littérature est double. Premièrement, elle fait le point sur plus de 20 années de recherche sur la problématique de la traversée de rue afin de construire une représentation globale des facteurs intervenants dans la prise de décision et d'en extraire les manques. Deuxièmement, elle vise à concevoir des expérimentations complémentaires en environnement naturel et virtuel pour modéliser la prise de décision de traversée de rue. *In fine*, la compréhension plus globale de la prise de décision de traverser la rue permettra d'alimenter les algorithmes de détection de piétons des véhicules autonomes et ainsi, favoriser leurs interactions avec les usagers vulnérables.

2 METHODE DE LA REVUE DE QUESTIONS

La revue de littérature a été focalisée sur les recherches traitant spécifiquement de la traversée de rue et écartait celles portant sur les déplacements piétons plus génériques. Les critères de catégorisation des études retenus reposaient sur les méthodes utilisées pour recueillir les données et la thématique abordée. Un traitement plus fin a ensuite été réalisé en extrayant les données quantitatives lorsqu'elles étaient disponibles afin de comparer les études entre elles. Au total, 94 recherches ont été retenues dont 22 réalisées aux Etats-Unis, 35 en Europe ou encore 14 au Moyen-Orient. Ces études se distribuent entre 1995 et 2017 avec un accroissement du nombre de publications ces dix dernières années pouvant s'expliquer par une augmentation des préoccupations de sécurité routière au regard du nombre de piétons tués chaque année à travers le monde (plus de 270 000 selon l'OMS, 2013). La majeure partie des revues dans lesquelles ont été publiées ces recherches sont des revues de transports, sciences et technologies mais quelques-unes l'ont été dans des revues de santé, en écologie et en éco-design, montrant ainsi des intérêts tout de même hétéroclites pour la thématique. Globalement trois méthodes sont investies : des méthodes d'observation naturaliste (ex. Brosseau et al. 2013) en utilisant des enregistrements vidéos voire des entretiens ou des questionnaires, des recueils de données par le biais de véhicules instrumentés (ex. Rothenbücher et al., 2016) et de la simulation (ex. Holland et Hill, 2010). Elles donnent lieu à des analyses statistiques et jusqu'à des modélisations mathématiques plus complexes (Cambon de Lavalette et al. 2009).

3 RESULTATS

Différents éléments à prendre en compte dans le processus de décision ont ainsi été mis à jour.

Le gap – Le gap est défini comme le temps disponible (ou la distance) entre deux véhicules. C'est le principal paramètre de la prise de décision ayant été étudié car il est aussi, *a priori*, le plus facile à mesurer manuellement ou automatiquement. En effet, l'acceptation de gap est un des éléments de la prise de décision de traverser la rue, le piéton percevant puis estimant ce temps ou cette distance acceptable pour traverser. Toutefois, un grand nombre de ces études ne définissent pas la méthode de calcul de ce gap et à quoi il correspond réellement alors que certaines études introduisent un second concept, le lag, qui lui correspond au temps disponible (ou la distance) entre le véhicule et le piéton. Le lag est moins étudié que le gap. Néanmoins, comme le gap n'est pas défini dans toutes les études, elles sont peut-être plus nombreuses. En outre, le moment du déclenchement du gap diverge selon les études, pouvant être soit le moment où le piéton s'arrête au bord du trottoir, soit le moment où le piéton met un pied sur la route. D'autres concepts sont également utilisés dans cette littérature, tels que le temps d'arrivée, le temps de collision et la marge de sécurité. La plupart du temps, le piéton conserve en effet une marge de sécurité pour avoir confiance dans sa décision de traverser la rue.

Contexte social, cognition et caractéristiques individuelles - La conclusion majeure d'une partie de ces travaux de recherche est que nous ne traversons pas la rue de la même manière si nous sommes seuls ou en groupe, les facteurs psychosociaux pouvant expliquer plus de 50% de la prise de décision de traverser. En effet, les piétons traverseraient jusqu'à plus de deux fois la rue si un autre piéton s'engage avant. Toutefois, la présence d'autres piétons entrainerait une plus grande incertitude quant au temps de passage, des hésitations plus fréquentes ainsi qu'une diminution du

contrôle visuel de la signalisation piétonne. En ce qui concerne les traversées au feu piéton rouge, les résultats sont plus contradictoires, certaines études démontrant une augmentation ou une diminution des prises de risque en groupe plutôt que seul. Les aspects motivationnels et de personnalité jouent également un rôle important. Enfin, d'autres éléments encore ont été étudiés tels que les violations du feu piéton, le temps d'attente, l'attention et l'anticipation dans des conditions de double tâche.

L'environnement et les indices visuels - Selon les études, les piétons préfèrent certaines configurations pour traverser telles que des lieux sécurisés, un trottoir large, la présence proche de magasins ou d'entreprises, une traversée éloignée d'un carrefour, un environnement complexe mais avec des signaux et des marquages pour piétons ou un environnement calme où la prise de décision est facilitée, une bonne visibilité, de conditions climatiques favorables et un trafic peu dense. La communication non verbale est également un facteur important à prendre en compte dans la prise de décision, certains gestes ou regards aidant les piétons à savoir si le conducteur leur laisse ou non la priorité. De même, la direction des regards pendant les différentes phases de traversée a été étudiée.

4 DISCUSSION

Si la littérature fournit déjà beaucoup d'éléments concernant la prise de décision de traversée de rue (Figure 1), l'analyse fait ressortir beaucoup d'imprécisions et de manques relativement aux interactions entre les différents éléments, à combler pour une interaction sécurisée entre le piéton et le véhicule autonome. Notamment, la temporalité de la prise de décision fait défaut or, en environnement dynamique, les éléments de prise de décision sont continuellement mis à jour.

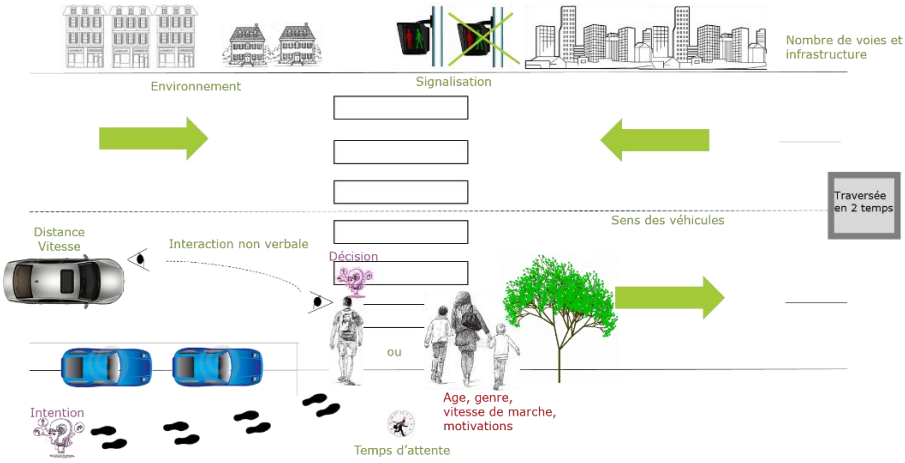


Figure 1 – éléments influençant la prise de décision de traverser la rue en fonction de la littérature

Par exemple, concernant l'acceptation de gap, une des questions de recherche qui pourrait être posée serait comment se distribuent l'attention et la perception mises en jeu à la fois dans cette tâche de l'activité de traversée mais aussi à travers d'autres éléments contextuels tels que la présence d'autres piétons ou d'obstacles. En effet, un gap peut être considéré comme acceptable par le piéton qui pourrait tout de même décider de ne pas traverser du fait du comportement d'autres piétons. Les études en laboratoire ne permettent pas de traiter ces aspects puisque le trafic simulé ne se comporte jamais comme le fait le trafic réel (ex. adaptation de la vitesse, de la trajectoire aux comportements du piéton) et quelques soient les méthodologies utilisées, les mesures de gap ne témoignent que d'une évaluation extrinséque, ne prenant pas en compte le vécu subjectif du piéton. Pour le véhicule autonome, il semble primordial que ce gap soit considéré bien avant que le piéton ne mette le pied sur la route car à ce moment-là, le piéton est considéré comme un obstacle et donc le véhicule autonome s'arrête automatiquement. En d'autres termes, nos futures recherches doivent se concentrer dans un environnement dynamique, sur un contexte de pré-traversée menant à la décision de traversée et non pas se réduire juste à une observation du gap accepté. Il serait ainsi traité trop tardivement pour que le véhicule autonome anticipe le comportement des piétons. La

position du regard sera également un autre indicateur important du processus décisionnel dans un contexte donné et identifié par le véhicule autonome (contexte de la traversée, comportement du piéton). Certaines configurations sociales ou environnementales semblent en effet identifiables par la voiture autonome. Par exemple, s'il détecte un groupe de piétons, il peut anticiper une configuration de traversée de rue différente, plus confiante. Ainsi, des études visant à mieux comprendre comment se déroule la prise de décision en situation naturelle dans des contextes variés permettra de construire des modèles mathématiques utilisables par les algorithmes de détection de piétons pour donner non pas une valeur fixe de gap mais plutôt une probabilité qu'un piéton, dans un contexte donné, traverse tout en prenant en compte un intervalle de confiance lié à la variabilité interindividuelle. Cette détection pourra également être accompagnée par une solution communicante afin de substituer l'interaction non verbale entre le piéton et le conducteur et ainsi réduire le sentiment d'incertitude des piétons.

5 ETUDE EN COURS ET PERSPECTIVES

Dans cette perspective, une première étude a été réalisée en milieu naturel, auprès de 20 participants sur un total de 72 traversées de rue en milieu urbain. Une méthode par entretiens d'explicitation a été préférée pour pouvoir avoir accès aux éléments pré-réfléchis de la prise de décision de traverser la rue. L'analyse, en cours, vise d'abord à extraire les éléments pris en compte dans la prise de décision par une classification de ceux-ci en fonction qu'il s'agit d'éléments perceptifs (ex. vision, audition, kinesthésie), d'activité mentale (ex. évaluation, intention, inférences), émotion/état interne (ex. sérénité, insécurité) et d'action (ex. accélérer, traverser, s'arrêter), puis à les réorganiser en fonction de la temporalité de la prise de décision, au niveau individuel puis trans-individuel. Parallèlement, des analyses des vidéos obtenues du point de vue de ces participants (lunettes caméra) et d'un point de vue global (participant filmé) permettront de retracer précisément le contexte de la prise de décision de traversée de rue et d'obtenir des informations supplémentaires sur le flux de circulation et sur les regards et le temps d'attente. De plus, les participants remplissaient au préalable un questionnaire sur leurs habitudes de traverser, leur expérience de conduite ou encore leur appétence au risque. Ces données seront couplées aux données comportementales dans le but de mettre en évidence des profils de traversée. Enfin, la moitié des participants traversaient dans un contexte de pression temporelle pouvant modifier également la prise de décision (Cœugnet et al., 2011). Dans une seconde étude utilisant la réalité virtuelle, des véhicules autonomes seront intégrés au trafic et différents scénarios de traversée de rue issus des entretiens d'explicitation seront proposés et analysés. L'objectif ici sera de tester le modèle de prise de décision de traverser la rue en milieu naturel préalablement construit, et son adaptation possible à une traversée dans un flux de véhicules autonomes. Sur ce dernier point, il est possible que la confiance du véhicule autonome joue un rôle modulateur de la décision, le sens de cette pondération restant ainsi à déterminer. Les résultats de ces études devront permettre de mieux comprendre la prise de décision pour réduire au maximum le risque dans l'interaction entre le piéton et le véhicule autonome et ainsi augmenter la sécurité des usagers vulnérables.

6 REFERENCES

Brosseau, M., Zangenehpour, S., Saunier, N., & Miranda-Moreno, L. (2013). The impact of waiting time and other factors on dangerous pedestrian crossings and violations at signalized intersections: A case study in Montreal. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, *21*, 159-172.

Cœugnet, S., Charron, C., Van de Weerdt, C., Anceaux, F., & Naveteur, J. (2011). La pression temporelle: un phénomène complexe qu'il est urgent d'étudier. *Le travail humain*, *74*(2), 157-181.

Holland, C., & Hill, R. (2010). Gender differences in factors predicting unsafe crossing decisions in adult pedestrians across the lifespan: a simulation study. *Accident Analysis & Prevention*, *42*(4), 1097-1106.

de Lavalette, B. C., Tijus, C., Poitrenaud, S., Leproux, C., Bergeron, J., & Thouez, J. P. (2009). Pedestrian crossing decision-making: A situational and behavioral approach. *Safety science*, *47*(9), 1248-1253.

Millard-Ball, A. (2017). Pedestrians, Autonomous Vehicles, and Cities. *Journal of Planning Education and Research*, In Press.

Organisation Mondiale de la Santé (2013). *Sécurité des piétons: Manuel de Sécurité routière pour les décideurs et les intervenants*. Genève : OMS.

Rothenbücher, D., Li, J., Sirkin, D., Mok, B., & Ju, W. (2016, Août). Ghost driver: A field study investigating the interaction between pedestrians and driverless vehicles. In *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2016 25th IEEE International Symposium on*, New York (pp. 795-802). IEEE.

ETAT DES LIEUX DE L'ACCESSIBILITE DE TROIS SITES DE RESERVATION DE BILLETS DE TRANSPORTS

Matthieu BENASSAYA[1]
matthieu.benassaya@irit.fr

Valériane DUSAUCY[2]
vdusaucy@squad.fr

Julie LEMARIE[3]
lemarie@univ-tlse2.fr

Bernard ORIOLA[1]
oriola@irit.fr

Nadine VIGOUROUX[1]
vigourou@irit.fr

Mustapha MOJAHID[1]
mustapha.mojahid@irit.fr

[1]IRIT –ELIPSE
Université de Toulouse

[2]SQUAD
Agence Sophia-Antipolis

[3]CLLE-LTC
Université de Toulouse

RESUME
Avec l'évolution du web, et la place centrale qu'occupe le numérique dans notre société, les interfaces deviennent de plus en plus complexes et riches avec beaucoup d'interactions variées. De nombreuses tâches quotidiennes, administratives ou de loisir, comme la réservation de billets de transport peuvent être réalisées en ligne. Ce type de tâches peut nécessiter des traitements cognitifs variés et de haut niveau (recherche d'information, lecture, compréhension, comparaison des résultats, prise de décision, saisie d'informations, etc.). Une personne voyante est aidée par la structuration et par les indices visuels pour accomplir une tâche de réservation. Ces propriétés structurelles et de mise en forme facilitent la mise en place d'une stratégie de navigation non séquentielle. Si les normes d'accessibilité actuelles et les technologies d'assistance tendent à permettre la restitution à l'utilisateur de la structuration visuelle des pages web, cette restitution reste limitée et très dépendante de la conception des pages web. Au travers d'une analyse de trois sites de réservation de billets en ligne, conformes aux normes d'accessibilité, nous cherchons à évaluer si l'absence de retranscription de ces éléments nuit à la compréhension et à la navigation des personnes non-voyantes dans une tâche de réservation.
Mots clés : *Accessibilité web, mise en forme matérielle, interaction non visuelle, ergonomie IHM*

1. PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Malgré les apports techniques et politiques indéniables associés à la mise en place des normes *Web Content Accessibility Guidelines 2.0* (WCAG 2.0) (W3C, 2013) en matière d'accessibilité web, leur application sur un site web garantit uniquement ce que l'on appelle l'accessibilité normative et non l'accessibilité effective (Giraud, 2014). Même si cette approche normative permet en théorie la réussite d'une tâche de navigation, elle n'en assure pas pour autant l'efficience et la satisfaction, au sens de l'utilisabilité (ISO, 1998). Selon Power & al. (2012) seulement 50% des défauts d'accessibilité rencontrés par des utilisateurs non-voyants lors de la navigation web peuvent être résolus par les recommandations WCAG 2.0. Réaliser une tâche complexe avec une interface riche visuellement et en termes d'interactions, telle qu'une tâche de réservation de billet de transport, suppose alors que les normes d'accessibilité atteignent leurs limites en termes d'utilisabilité. En cause, la prise en compte limitée des indices visuels et structurels (Issa & al., 2009) (espacements, disposition des zones, marques typographiques, saillance visuelle, etc.) qui soutiennent les traitements cognitifs lors de la réalisation de la tâche et limitent la désorientation. Par exemple, Plégat - Soutjis (2004) indique que les indices visuels présents au sein de l'organisation structurelle et graphique sont impliqués dans la compréhension sémantique d'un site web. Egalement, Baccino et Drai-Zerbib (2015) avancent que le codage spatial, à savoir le traitement du texte avec sa localisation spatiale, fournit une aide en termes de mémorisation et d'identification des informations importantes et pertinentes tout en facilitant la mise en place de stratégies d'exploration du contenu. Sur un site web les éléments structurels et de mise en forme contribuent à constituer des regroupements perceptifs guidant la recherche visuelle d'information par une stratégie de lecture-balayage (Léger & al., 2006). Par conséquent, leurs effets facilitateurs de la structuration visuelle des pages web en termes de recherche d'information peuvent être amoindris, voire perdus pour les utilisateurs non-voyants. Dans cette étude exploratoire, il s'agit d'analyser l'accessibilité effective de 3 sites de réservation de vol considérés comme accessibles sur le

plan normatif en simulant les conditions d'interaction des utilisateurs non-voyants, afin d'étudier l'impact de la non-retranscription des indices visuels sur la réalisation d'une tâche de réservation.

2. METHODE ET MATERIEL

Actuellement, l'évaluation de l'accessibilité peut être réalisée à partir d'outils automatiques de vérification de la conformité WCAG 2.0 des pages web. Cependant, ces outils automatisés ne doivent pas se substituer à une réelle expertise humaine (AccessiWeb, 2014) car leur évaluation de certains critères reste limitée (p. ex. juger de l'adéquation d'une alternative textuelle à une image) mais surtout ils ne relèvent pas les éléments liés à l'accessibilité effective. Etant donné nos objectifs d'études, nous avons dans un premier temps, vérifié la conformité de notre corpus au niveau AA de la WCAG 2.0 (W3C, 2013) et du RGAA, le référentiel français général d'accessibilité des administrations (SGMAP, 2016). Une fois ce pré-requis validé, nous avons utilisé la méthode de l'inspection ergonomique en appliquant les critères ergonomiques (Bastien & al., 1993) afin d'analyser l'accessibilité effective des parcours de réservation pour des utilisateurs non-voyants. Cette méthode d'analyse d'interface permet de cibler les défauts d'ergonomie d'une interface à partir d'une liste d'heuristiques définies. Le choix de cette méthode se justifie par l'application combinée des normes d'accessibilité et des heuristiques ergonomiques.

Après une phase d'apprentissage de la navigation au clavier et des outils d'assistance, nous avons utilisé le lecteur d'écran JAWS et le navigateur web Firefox, qui sont respectivement le lecteur d'écran et le navigateur les plus utilisés au quotidien par les utilisateurs non-voyants (Atalan, 2015). Les parcours de réservation du site Air France (http://www.airfrance.fr/) et des sites Voyages SNCF (http://www.voyages-sncf.com/) et Ouigo (http://www.ouigo.com/) font l'objet de notre étude, pour en vérifier l'accessibilité normative, l'accessibilité effective et également l'homogénéité des parcours de réservation afin que nos objets d'étude soient similaires en termes de sous-tâches.

3. RESULTATS

3.1. Des parcours utilisateurs et une structure de page homogènes

Il ressort que les étapes du tunnel de réservation sont homogènes pour les trois sites, à savoir : *1) Recherche, 2) Résultats de recherche, 3) Récapitulatif, 4) Sélection des options/sièges, 5) Coordonnées*, *6) Paiement.* En ce qui concerne l'organisation des parcours, elle est également quasiment similaire entre les sites, hormis pour la SNCF qui propose sur la page des résultats de recherche les options du voyage alors que les autres sites en font une page indépendante comme illustré par une flèche dans la figure 1. Les utilisateurs sont confrontés aux mêmes parcours pour atteindre leurs objectifs.

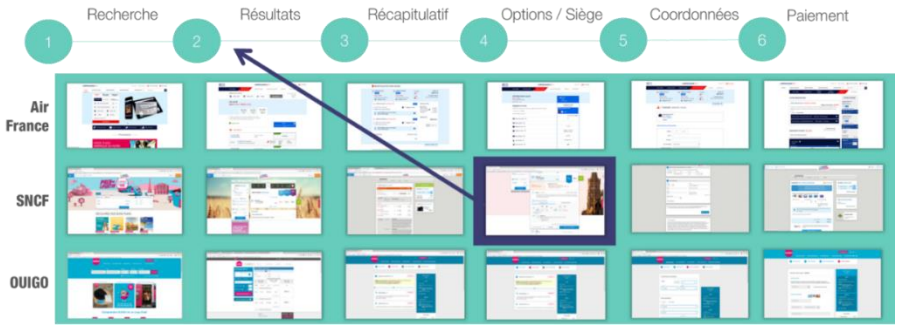


Figure 1. Illustration de l'organisation des parcours de réservations

Les pages possèdent également une structure similaire selon les différentes étapes des tunnels de réservation. Les pages de recherche comportent des champs de saisie structurés sur une ou deux lignes. Les pages de résultats présentent les différentes possibilités de voyages à l'utilisateur sous forme de listes, des onglets permettant de basculer sur les jours suivants ou précédents les dates du voyage et une zone récapitulative de la recherche. Les pages récapitulatives retracent le voyage sous un format en liste et comporte une zone de détails du tarif. Les pages d'options sont également

présentées sous forme d'encarts avec des boutons à cocher, excepté pour le site Voyages SNCF qui intègre ces options à la page de résultats, impactant sa structure. Les pages de coordonnées distribuent les champs de saisie verticalement. Enfin, les pages de paiement sont organisées en deux colonnes avec une zone de complétion et une zone récapitulative.

3.2. Des contenus accessibles

Les sites étant conformes aux normes de la WCAG 2.0, les points positifs sont retrouvés de manière homogène au travers des différents pages. Une précédente étude (Web AIM, 2013) a montré que les principaux défauts d'accessibilité concernaient les liens et boutons ambigus, les étiquettes mal associées avec les champs de formulaires ou encore l'absence de texte alternatif aux images ou éléments visuels. Cependant, témoignant de l'application des normes en vigueur, les trois sites étudiés ne révèlent pas ces défauts. Les liens et boutons sont très explicites sur leurs destinations. La complétion des champs de saisie est facilitée par l'auto-complétion, les intitulés explicites sont bien associés et le format de boîte combinée (*combobox*) offre également des alternatives de complétion efficaces. Egalement, la nature et l'état des éléments interactifs bien précisés facilitent leur utilisation. Le site Ouigo semble être le plus simple à utiliser et va quelque peu au-delà des normes d'accessibilité comme par exemple, la gestion de saisie des dates de voyages qui se fait manuellement, sans ouvrir un calendrier dynamique mais avec le format de complétion bien précisé. Cependant ces éléments conformes ne garantissent pas leur accessibilité effective.

3.3. Une utilisabilité non-accessible

Excepté sur OUIGO les calendriers dynamiques pour saisir les dates du voyage pose des problèmes d'accessibilité effective. Sur Voyages SNCF, la sémantique des étiquettes du calendrier n'indique pas qu'il s'agit des dates du voyage à saisir (Figure 2). Le seul indice visuel pour comprendre cette sémantique implicite est le pictogramme calendrier. La seule possibilité de remplir les champs est donc de saisir manuellement les dates mais étant donné qu'il n'y a pas de guidage sur le format, le risque d'erreur est très élevé. Le calendrier d'Air France est accessible mais complexe pour une navigation au clavier. Sur la page de résultats des vols, l'absence de tri, filtres et liens d'évitement force la consultation de chaque information car les normes d'accessibilité ne retranscrivent pas les différents niveaux de lecture. Il existe sur cette page des éléments de mise en forme (couleur des horaires, des prix etc.) qui hiérarchisent les informations selon leur niveau de pertinence. Sans retranscription de ces propriétés visuelles, les informations sont au même niveau de lecture et complexes à discriminer. En ce qui concerne la gestion des erreurs, la nature de l'erreur est précisée, cependant il n'y a aucune redirection automatique vers les champs en erreur, ce qui laisse présager des difficultés d'auto-correction. La structure des pages en deux colonnes, comportant les récapitulatifs de réservation, génère de la redondance qui vient alourdir la navigation et consultation d'information. Ainsi, l'accessibilité normative permet bien la consultation mais ne facilite ni le traitement ni la manipulation de l'information, ce que l'accessibilité effective améliorerait par la retranscription des indices visuels.

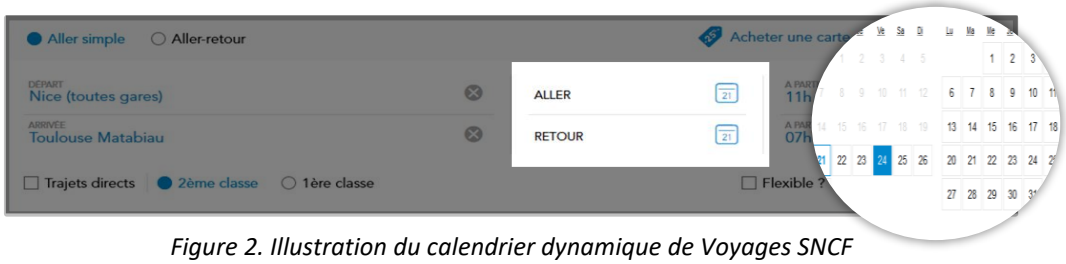


Figure 2. Illustration du calendrier dynamique de Voyages SNCF

4. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Cette étude exploratoire a permis de faire un premier état des lieux sur l'impact des normes d'accessibilité en termes d'apport et de limites dans l'utilisation des interfaces de réservation de billets de transports. Cette étude s'inscrivant dans le cadre d'une thèse sur l'accessibilité des interfaces de réservation de billets d'avion, fournit des premières données à vérifier/enrichir à l'aide de tests

utilisateurs. Ces travaux ont permis de se familiariser avec la façon dont les utilisateurs non-voyants naviguent à l'aide des outils d'assistance mais aussi d'élaborer des hypothèses théoriques à approfondir. Nous envisageons l'observation in situ des personnes non-voyantes dans la réalisation d'une tâche de réservation de billets d'avion au travers d'un échantillon plus large de sites. Les résultats attendus de cette recherche visent non seulement à alimenter les normes d'accessibilité mais aussi à faire évoluer les bonnes pratiques de conception. Améliorer l'accessibilité effective passe par une analyse des besoins des utilisateurs non-voyants mais aussi par l'étude des indices visuels qui vont guider et faciliter la compréhension des utilisateurs lors du parcours de réservation. L'analyse de la mise en forme matérielle des pages (Schmid, 2001) en s'appuyant sur le modèle d'architecture textuelle (Virbel, 1989) et le langage des images de pages (Luc, Mojahid et Virbel, 2001) pourraient permettre la restitution de ces indices afin que l'utilisateur non-voyant puisse se représenter la structure des pages et améliorer sa compréhension.

5. REFERENCES

AccessiWeb. (2014). *Les outils pour l'évaluation de l'accessibilité d'un site.* Consulté le 29 Mai 2017 à http://www.braillenet.org/accessibilite/guide/outils.htm.

Atalan. (2015). *Usages des lecteurs d'écrans en 2015 : résultats du sondage*. Consulté le 17 Février 2017 à http://blog.atalan.fr/usage-des-lecteurs-decrans-en-2015-resultats-du-sondage/

Bastien, J. C., Scapin, D. L. (1993). *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces* (Doctoral dissertation, Inria).

Giraud, S. (2014, Octobre). *L'accessibilité des interfaces informatiques riches pour les déficients visuels*. Université Nice Sophia Antipolis. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01154444/document. Consulté le 11 Avril 2016.

Issa, Y. B., Mojahid, M., Oriola, B., Vigouroux, N. (2009). *Accessibility for the blind: An automated audio/tactile description of pictures in digital documents.* In Advances in Computational Tools for Engineering Applications, 2009. ACTEA'09. International Conference on (pp. 591-594). IEEE.

Léger, L., Tijus, C., & Baccino, T. (2006). *Disposition spatiale et détection de mots.* Le travail humain, 69(4), 349-377.

Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J. (2001). *Système notationnel de l'architecture textuelle par image de page*. Rapport technique, MCE.

Organisation international de normalisation (ISO) (Ed., 1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11: Guidance on usability (ISO 9241-11)*.

Plégat-Soutjis, F. (2004). *Sémantique graphique des interfaces.* Communication et langages, 142(1), 19-32.

Power, C. Freire, A. Petrie, H. Swallow, D. (2012). *Guidelines are only half of the story: accessibility problems encountered by blind users on the web*. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'12). ACM, New York, NY, USA, 433-442.

Schmid, S., 2001. *Représentation organisationnelle et compréhension : rôle de la mise en forme matérielle dans la lecture.* Université de Nice.

Secrétariat général pour la modernisation de l'action publique. (2016). *Référentiel général d'accessibilité des administrations (RGAA) 3.0.* Les documents de référence du S.I. de l'État, 2016. Consulté le 11 Avril 2016 à http://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite.

Virbel, J., 1989. *The Contribution of Linguistic Knowledge to the Interpretation of Text Structures*. In J. André, V. Quint, & R. Furuta, eds. Structured documents. New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 161–180.

W3C. (2013). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. Consulté le 15 Février 2017 à http://www.w3.org/TR/WCAG20/.

Web AIM. (2013). *Screen Reader User Survey Results*. Consulté le 17 avril 2013 à http://webaim.org/projects/screenreadersurvey2/.

Le rôle du contrôle dans l'acceptabilité a priori d'une voiture automatisée

Sara Escaich
Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS)
Université Côte d'Azur. 25, avenue François Mitterrand 06357 Nice Cedex 4 France
Sara.escaich3@gmail.com

Pierre Thérouanne
Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS)
therouan@unice.fr

Catégorie de soumission : Communication affichée, Aspects psycho-ergonomiques des TIC

RÉSUMÉ

L'objectif de l'étude est de déterminer si le degré d'automatisation d'une voiture influence son acceptabilité a priori. Les participants visionnaient une vidéo présentant une voiture équipée d'un dispositif dont le degré d'automatisation variait, puis répondaient à des questions relatives à l'intention d'usage du dispositif et à ses déterminants selon le *Technology Acceptance Model 3* (Venkatesh & Bala, 2008). Le contrôle perçu et l'intention d'usage diminuent avec le degré d'automatisation alors que l'anxiété perçue augmente. Par ailleurs, l'auto-efficacité perçue et l'intention d'usage sont négativement corrélées avec l'anxiété perçue et positivement corrélées avec le contrôle perçu, lui-même négativement corrélé avec l'anxiété perçue.

MOTS-CLÉS
Acceptabilité ; TAM3 ; Sentiment de contrôle ; Système automatisé

1 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Cette recherche vise à comprendre les représentations et les intentions d'usage relatives à un dispositif d'automatisation appliquée à une voiture, le principal objectif étant de déterminer l'influence du degré d'automatisation sur l'acceptabilité a priori d'un tel dispositif.

Les différentes variables déterminant l'acceptabilité d'un dispositif automatisé ont été envisagées dans le cadre du Technology Acceptance Model 3 (TAM3) de Venkatesh et Bala (2008) : l'Intention d'usage, l'Utilité perçue qui renvoie au degré de croyance que l'utilisation d'un système peut améliorer la performance et la Facilité d'utilisation perçue qui correspond à la croyance que l'utilisation d'un système demande peu d'effort. Ces 3 variables sont elles-mêmes influencées par de nombreuses autres dans le modèle TAM3, et n'ont été ici considérées que celles supposées avoir un effet sur la Facilité d'utilisation perçue pour approcher au mieux la notion de contrôle : l'Auto-efficacité - qui est définie comme la croyance d'habilité personnelle à utiliser un système -, la Perception de contrôle externe - qui renvoie aux ressources que l'organisation met à disposition pour faciliter l'utilisation, qui ont été nommées ici Conditions facilitatrices, car notre étude n'implique pas de cadre organisationnel-, et l'Anxiété perçue, qui correspond au degré d'appréhension lors de l'utilisation d'une technologie. Le modèle TAM3 n'a pas été élaboré pour rendre compte de l'acceptabilité des dispositifs automatisés. Nous proposons que le Contrôle perçu, défini comme le degré de croyance de contrôle d'un système, détermine également la Facilité d'utilisation perçue et par conséquent l'acceptabilité des dispositifs automatisés.

En effet, le contrôle perçu détermine le jugement des dispositifs d'automatisation. Endley et Kaber (1999) concluent que les systèmes automatisés ne doivent pas entraver le contrôle exercé sur

le système, c'est-à-dire, la réalisation de l'action et la prise de décision. De plus, « les dispositifs apparaissent d'autant moins acceptables qu'ils laissent peu de contrôle à l'utilisateur sur sa conduite » (Lefeuvre et al., 2008). Les systèmes automatisés paraissent utiles surtout lorsqu'ils participent à la surveillance du système et de l'environnement (Lefeuvre et al., 2008). Ainsi, la première hypothèse est que plus le dispositif fait l'objet d'une forte automatisation, plus les valeurs de l'Utilité perçue, de la Facilité d'utilisation perçue, de l'Auto-efficacité perçue, du Contrôle perçu et des Conditions facilitatrices diminuent, et plus la valeur de l'Anxiété perçue augmente, avec pour conséquence une diminution de l'intention d'usage. Par ailleurs, plusieurs études ont montré une corrélation négative entre l'Auto-efficacité et l'Anxiété (Venkatesh & Bala, 2008 ; Achim & Kassim, 2015). De plus, un fort niveau d'Anxiété perçue entraîne une réduction de l'utilisation de l'ordinateur (Laurentiu, 2014). Aussi, la seconde hypothèse est que l'Anxiété perçue face au dispositif d'automatisation est corrélée négativement à l'Auto-efficacité perçue face au dispositif et à l'Intention d'usage.

2 EXPERIMENTATION

2.1 Matériel

Le matériel se composait de trois vidéos d'une durée comprise entre 50 et 67 secondes et d'un questionnaire composé de 43 questions. Les vidéos illustraient chacune un dispositif dont les modes d'automatisation ont été inspirés de l'étude de Lefeuvre et al. (2008). En condition « avertissement », la vidéo présentait une voiture qui dans une première situation était trop proche de la voiture d'en face et dans une seconde situation présentait une mauvaise trajectoire de route. Le dispositif d'automatisation émettait alors un son pour prévenir du danger. Le choix de réduire la vitesse et de corriger la trajectoire était laissé au conducteur. En condition « limite », le dispositif d'automatisation réduisait lui-même la vitesse et corrigeait la trajectoire. Le contrôle de la voiture était repris par le conducteur quand la distance et la trajectoire étaient jugées correctes par le dispositif. En condition « régulé », la vidéo présentait une voiture entièrement automatisée. Le conducteur n'avait donc aucun contrôle sur le véhicule et le dispositif d'automatisation ajustait la vitesse pour maintenir une distance suffisante avec la voiture d'en face et régulait la trajectoire de route en fonction des marquages au sol. Les vidéos représentaient les trois modes d'automatisation de façon objective (vue d'en haut).

La majorité des items (i.e., affirmations) du questionnaire ont été inspirés de l'étude de Venkatesh et Bala (2008) en les adaptant à l'étude d'un dispositif automatisé. Trois items portaient sur l'Intention d'usage et 4 items étaient attribuées à chaque autre variable dépendante : Auto-efficacité perçue, Contrôle perçu, Anxiété perçue, Conditions facilitatrices, Facilité d'utilisation perçue, et Utilité perçue. Les participants devaient indiquer leur degré d'accord avec chaque item sur une échelle en 5 points allant de « 1. Pas du tout d'accord » à « 5. Tout à fait d'accord ». Les variables dites contrôles - le sexe, la possession du permis voiture, la durée de possession du permis de conduire, la fréquence d'usage d'une voiture, les connaissances des assistances de correction de trajectoire et de freinage automatique - étaient composées d'une seule question. De plus, quatre questions dites éliminatoires permettaient de s'assurer que les participants aient visionné la vidéo et l'aient comprise. Le logiciel LimeSurvey a été utilisé pour la création et la publication du questionnaire ainsi que pour la présentation de la vidéo et l'enregistrement des réponses aux questions.

2.2 Procédure

Le questionnaire a été administré en ligne et les invitations envoyées par courriel et par l'intermédiaire d'un réseau social (Facebook) à une population non spécifique. Les participants visionnaient l'une des trois vidéos, en fonction de l'affectation aléatoire réalisée par le logiciel LimeSurvey. Ils avaient la possibilité de revoir la vidéo s'ils pensaient ne pas l'avoir comprise. Après le visionnage, ils répondaient aux 43 questions présentées dans un ordre aléatoire et différent pour chaque participant, à l'exception des questions relatives aux variables dites contrôles qui terminaient le questionnaire.

2.3 Participants

Le questionnaire a été complété par 166 participants. Les réponses de 17 participants n'ont pas été prises en compte sur la base de leurs réponses aux quatre questions dites éliminatoires. Le traitement des données a donc porté sur les réponses de 149 participants, 46 hommes et 103 femmes. La moyenne d'âge était de 28 ans avec pour étendue 50 ans. La moyenne du nombre d'années de conduite était d'environ 9 ans. Enfin, 93 participants ont indiqué connaître un dispositif d'assistance de correction de trajectoire, 37 d'entre eux en avoir déjà utilisé un, 66 connaître un dispositif de freinage automatique et 14 d'entre eux en avoir déjà utilisé. Cinquante-cinq participants se trouvaient dans la condition « régulé », 47 dans la condition « limite » et 47 dans la condition « avertissement ».

3 RESULTATS

3.1 Validité interne

Les variables Contrôle perçu, Utilité perçue, Intention d'usage et « Anxiété perçue » ont montré un alpha de Cronbach supérieur à .70. De ce fait, les scores des items de chacune de ces variables ont été moyennés. La variable « Auto-efficacité perçue » a vu deux de ses items retirés de l'analyse pour atteindre une valeur de l'alpha de Cronbach suffisante. Enfin, les variables « Conditions facilitatrices » et « Facilitation d'utilisation perçue » présentaient une validité interne trop faible même après le retrait de deux items. Les items n'ont donc pas été moyennés et ont été considérés comme des variables distinctes. Ainsi, les variables « Adaptation du système routier », « Interaction avec les voitures standards », « Possibilité de possession du dispositif » et « Réglementation » ont remplacé la variable « Conditions facilitatrices ». De même, les variables « Facilité de compréhension », « Effort mental », « Adéquation avec l'objectif » et « Maniabilité » ont remplacé la variable « Facilitation d'utilisation perçue ».

3.2 Effets du degré d'automatisation et corrélation entre les variables

Pour chaque variable dépendante, nous avons effectué une ANOVA selon le plan S <Degré d'automatisation$_3$>, suivie de deux comparaisons planifiées présentées dans le Tableau 1. Le tableau 2 présente les coefficients de corrélation entre les variables dépendantes.

Tableau 1 : Moyenne, écart-type (entre parenthèses) pour chaque variable dépendante en fonction du degré d'automatisation, et valeurs du *t* de Student et taille de l'effet (entre parenthèses) pour les deux comparaisons planifiées (C1 : avertissement (a) vs. limite (l) et régulé (r) ; C2 : limite (l) vs. régulé (r)).

		Degré d'automatisation				
Variables dépendantes		**avertissement**	**limite**	**régulé**	**C1 : a vs. l & r**	**C2 : l vs. r**
Auto-efficacité perçue		4.23 (0.8)	3.65 (1.1)	3.45 (1.3)	3.58** (η^2=.08)	0.91^{ns} (η^2=.01)
Contrôle perçu		3.55 (1.0)	2.55 (0.9)	2.16 (.00)	7.01** (η^2=.25)	2.00* (η^2=.03)
Anxiété perçue		2.36 (1.1)	3.12 (1.1)	3.35 (1.2)	-4.82** (η^2=.14)	-1.11^{ns} (η^2=.01)
Conditions facilitatrices	Adaptation	3.36 (1.1)	2.55 (1.4)	2.51 (1.3)	4.15** (η^2=.10)	0.20^{ns} (η^2=.01)
	Interaction	4.19 (1.0)	3.47 (1.1)	3.15 (1.2)	3.96** (η^2=.10)	1.28^{ns} (η^2=.01)
	Possession	3.79 (1.0)	3.79 (1.1)	3.40 (1.2)	0.99^{ns} (η^2=.01)	1.75^{ns} (η^2=.02)
	Réglementation	3.49 (1.0)	3.40 (1.1)	2.87 (1.0)	1.77^{ns} (η^2=.02)	2.38* (η^2=.04)
Facilité d'utilisation perçue	Compréhension	4.32 (0.8)	4.09 (1.0)	4.04 (0.8)	1.62^{ns} (η^2=.02)	0.27^{ns} (η^2=.00)
	Effort mental	3.51 (0.9)	3.49 (0.8)	3.58 (1.1)	-0.11^{ns} (η^2=.00)	-0.37^{ns} (η^2=.01)
	Objectif	3.49 (1.3)	2.91 (1.3)	2.75 (1.2)	3.57** (η^2=.08)	0.82^{ns} (η^2=.01)
	Maniabilité	4.09 (1.0)	3.68 (1.0)	3.80 (1.1)	1.91^{ns} (η^2=.02)	-0.59^{ns} (η^2=.00)
Utilité perçue		3.47 (0.9)	3.20 (1.0)	2.93 (1.1)	2.69* (η^2=.05)	1.57^{ns} (η^2=.02)
Intention d'usage		3.36 (1.1)	2.91 (1.3)	2.55 (1.2)	2.99* (η^2=.06)	1.56^{ns} (η^2=.02)

Notes : N=149. ** : p<.001 ; * : p<.05 ; ^{ns} : p>.05

Tableau 2 : Coefficients de corrélation entre toutes les variables dépendantes et les conditions d'automatisations recodées (1 = avertissement ; 2 = limite ; 3 = régulé).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	M	E.T.
1. Auto-efficacité perçue	-													3.76	1.1
2. Contrôle perçu	.36*	-												2.72	1.1
3. Anxiété perçue	-.50*	-.50*	-											2.96	1.1
4. Adaptation (CF)	.25*	.31*	-.17*	-										2.79	1.2
5. Interaction (CF)	.38*	.39*	-.36*	.44*	-									3.58	1.3
6. Possibilité de possession (CF)	.29*	.25*	-.21*	.04	.22*	-								3.64	1.1
7. Réglementation (CF)	-.20*	-.18*	.30*	-.25*	-.32*	-.29*	-							2.77	1.2
8. Facilité de compréhension (FUP)	.57*	.11	-.24*	.24*	.25*	.28*	-.14	-						4.14	0.9
9. Effort mental (FUP)	.15	-.01	.01	.16	.05	.10	-.08	.23*	-					3.53	1.3
10. Objectif (FUP)	.38*	.48*	-.47*	.19*	.27*	.25*	-.24*	.08	-.06	-				3.03	0.9
11. Maniabilité (FUP)	.52*	.17*	-.35*	.15	.23*	.31*	-.22*	.46*	.29*	.19*	-			3.85	1.0
12. Utilité perçue	.46*	.37*	-.50*	.28*	.47*	.30*	-.24*	.36*	.07	.40*	.33*	-		3.18	0.9
13. Intention d'usage	.51*	.53*	-.62*	.22*	.41*	.38*	-.23*	.26*	-.04	.48*	.37*	.74*	-	2.92	1.2
14. Conditions recodées	-.28*	-.51*	.37*	-.29*	-.32*	-.15	-.23*	-.13	.02	-.28*	-.11	-.25*	-.27*	-	-

Notes : * : p<.05 ; CF : Conditions Facilitatrices ; FUP : Facilité d'Utilisation Perçue

4 DISCUSSION

Conformément à la première hypothèse, les valeurs des variables Intention d'usage, Utilité perçue, Auto-efficacité, Contrôle perçu et Conditions facilitatrices étaient significativement plus élevées pour le degré d'automatisation « avertissement » que pour les degrés d'automatisation « limite » et « régulé », la taille de l'effet étant relativement importante pour le Contrôle perçu et l'Anxiété perçue (respectivement 25% et 14%). En revanche, le degré d'automatisation n'exerçait que peu d'effet sur la Facilité d'utilisation perçue. De plus, le Contrôle perçu était plus élevé pour dans la condition « limite » par rapport au à la condition « régulé ». Le Contrôle perçu et l'Anxiété perçue sont donc les variables les plus affectées par le degré d'automatisation.

L'Anxiété perçue était négativement corrélée à l'Auto-efficacité perçue et à l'Intention d'usage (r respectivement égaux à -.50 et -.62), alors que le Contrôle perçu était positivement corrélé à l'Auto-efficacité perçue et à l'Intention d'usage (r respectivement égaux à -.36 et -.53). Enfin, l'Anxiété perçue et le contrôle perçu sont fortement corrélés. L'Anxiété perçue a donc une place importante dans l'acceptabilité a priori d'un tel dispositif d'automatisation.

Bien que les résultats confortent les deux hypothèses, cette étude - sans mise en situation réelle des potentiels utilisateurs - ne permet de se prononcer que sur l'acceptabilité a priori de tels dispositifs. De plus, l'absence de tout entretien avec les utilisateurs potentiels rend délicate l'interprétation des relations constatées. Enfin, notons que nous n'avons pas précisé aux participants la responsabilité de la conduite – laissée au conducteur ou au constructeur - lors de l'utilisation de la voiture en condition « régulé » (voir Payre, Cestac & Delhomme, 2014), alors que cet aspect exerce probablement une influence sur le sentiment de contrôle et l'acceptabilité.

5 BIBLIOGRAPHIE

Achim, N., & Al Kassim, A. (2015). Computer usage: the impact of computer anxiety and computer self-efficacy. Procedia - Social and Behavioral Sciences, *127,* 701-708.

Endsley, M.R., & Kaber, D.B. (1999). Level of automation effects on performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. *Ergonomics, 42*, 462-492.

Laurentiu, P. (2014). A meta-analysis on the antecedents and consequences of computer anxiety. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *127*, 311-315.

Lefeuvre, R., Bordel, S., Guingouain, G., Somat, A., Testé, B., & Pichot N. (2008). Sentiment de contrôle et acceptabilité sociale a priori des aides à la conduite. *Le Travail Humain, 71,* 97-135.

Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). Intention to use a fully automated car : attitudes and a priori acceptability. *Transportation Research Part F: Trafic Psychology and Behaviour, 27,* 1-30.

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and research agenda on interventions. *Decisions Sciences, 39,* 273-315.

Accessibilité des contenus pédagogiques pour les élèves présentant un handicap visuel inclus en classe ordinaire

Laetitia Castillan, Julie Lemarié
Laboratoire CLLE-LTC
5 allées Antonio Machado
31 058 Toulouse
Contact : laetitia.castillan@univ-tlse2.fr

Mustapha Mojahid
IRIT
118 Route de Narbonne
31 062 TOULOUSE

Thème abordé : Accessibilité/Processus d'apprentissage et adaptation à travers les TICE

1. PROBLÈMATIQUE ET HYPOTHÈSES

Depuis la loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, les politiques relatives aux handicaps préconisent la « désinstitutionalisation » des élèves handicapés au profit d'une éducation inclusive. Ainsi, 5 066 enfants et adolescents déficients visuels étaient scolarisés, à la rentrée 2015-2016, dans des classes ordinaires des établissements scolaires. Cette loi fait obligation « d'assurer à l'enfant en situation de handicap une scolarisation en milieu ordinaire au plus près du domicile, de garantir une continuité du parcours scolaire et d'assurer l'égalité des chances aux examens ».
À cette politique d'inclusion vient s'ajouter le plan numérique pour l'éducation lancé en mai 2015 en France (mais aussi à l'étranger). Dans celui-ci, il est notamment prévu de proposer aux élèves et aux enseignants des ressources pédagogiques numériques. Le planning annoncé par le gouvernement prévoit qu'à échéance 2019, l'ensemble des élèves de 6ème et 5ème soient dotés d'équipements individuels mobiles. Ces équipements serviront de supports d'accès aux ressources pédagogiques numériques, dont le manuel scolaire numérique est l'un des exemples. Dématérialisés, ces manuels sont projetés en classe ou consultés sur des ordinateurs ou des tablettes. Aux images déjà disponibles dans les versions papiers, s'ajoutent des vidéos, des animations ou des documents sonores. Actuellement, les manuels scolaires numériques sont conçus comme des outils complémentaires au manuel scolaire classique dont l'utilisateur principal identifié est l'enseignant. Cependant, les manuels scolaires numériques tendent à s'enrichir afin de proposer des fonctionnalités « élèves » plus interactives afin de proposer des utilisations plus variées. Bien que le manuel scolaire classique restent largement leader du marché, certains établissements, impulsés par leur région, font le pari de passer au tout numérique.

Si la question de l'efficacité des ressources pédagogiques numériques pour l'apprentissage des élèves est cruciale, celle de leur accessibilité pour les élèves en situation de handicap visuel inclus en classe ordinaire mérite également d'être posée en raison des enjeux fondamentaux associés à l'accessibilité numérique. Un premier enjeu est d'ordre moral : il ne parait pas acceptable que des élèves inclus en classe ordinaire soient empêchés d'apprendre en raison de leur handicap. Sur le plan sociétal, il est clair que la possibilité de réaliser un certain nombre de tâches à l'aide du numérique

est déterminante pour l'insertion scolaire, professionnelle et sociale des individus (Buaud, Roussel, Burger, & Archambault, 2001). Or, de ce point de vue, les chiffres récents livrés par le journal Libération (article du 5 janvier 2016) sont éloquents : la moitié des aveugles français serait au chômage. Ainsi, l'accessibilité représente une « condition d'autonomie et [un] levier majeur d'inclusion » (Folcher & Lompré, 2012 p.12). Sur le plan technologique, il y a évidemment un enjeu fort associé à l'accessibilité numérique car si elle n'est pas garantie effectivement, le numérique, formidable opportunité, pourrait devenir un terrible obstacle pour les élèves handicapés.
Il s'agit donc de donner aux élèves en situation de handicap la possibilité d'accéder à, d'utiliser, de traiter et de répondre à des contenus pédagogiques (Ketterlin-Geller, & Tindal, 2007). Pour ce faire, une analyse des besoins et de l'existant est nécessaire. Dans cette étude ergonomique, nous cherchons à évaluer l'accessibilité des contenus pédagogiques pour les élèves en situation de handicap visuel en instruisant les questions suivantes : les contenus pédagogiques (numériques ou non) sont-ils accessibles pour les élèves en situation de handicap visuel scolarisés en établissement ordinaire ? Quelles sont les difficultés que les élèves rencontrent ? Quelles stratégies mettent-ils en place pour y faire face ? Au niveau des pratiques, comment les documents pédagogiques sont-ils adaptés, transformés par les services d'accompagnement spécialisé ?

2. MILIEU D'IMPLANTATION

Une première étude visant à dresser un état des lieux des problèmes rencontrés par les élèves présentant un handicap visuel pour accéder aux contenus pédagogiques est en cours. Les méthodes classiquement utilisées en phase d'analyse du besoin et de compréhension du contexte sont reprises dans cette étude : observations ouvertes et entretiens semi-directifs. Compte tenu des caractéristiques très spécifiques de la population concernée par notre étude, nous avons fait le choix de réaliser ce premier recueil de données sur un nombre restreint de participants en adoptant une approche qualitative visant à récolter des données relatives à l'utilisation de contenus pédagogiques numériques ou pas en contexte d'apprentissage hétérogène (ex : examen, travaux pratiques, oraux etc.). Nos partenariats avec diverses associations nous permettront de réaliser un recueil de données plus conséquent lors des phases ultérieures de cette thèse. Actuellement, 74 heures (36h en Suède ; 38h en France) d'observations ouvertes ont été réalisées sur deux terrains : la classe et le lieu ressource*. La population est constituée de 13 élèves (6 élèves aveugles et 7 élèves malvoyants) répartis sur plusieurs niveaux scolaires (1 élève en élémentaire, 11 élèves en collège et 1 élève en lycée). D'autres observations sont déjà prévues afin de compléter les données déjà récoltées. Aussi, des entretiens semi-directifs auprès d'élèves, d'enseignants spécialisés et d'assistants viendront étayer les données recueillies.

3. RÉSULTATS

1.1. Modalités d'accès aux contenus pédagogiques

Les premiers résultats montrent quatre principales voies d'accès aux contenus pédagogiques que nous illustrons en nous appuyant sur un exemple de cours en de biologie sur la photosynthèse. L'élève accède au contenu pédagogique de façon directe (Accès direct) lorsque l'enseignant donne une explication orale à la classe. L'élève obtient alors les mêmes informations que ces camarades via la même modalité (audio). L'enseignant propose ensuite à l'élève un document Word présentant des informations textuelles (ex : définition de la photosynthèse) dont les autres élèves disposent sur un support papier. L'élève peut accéder au contenu via la modalité tactile et/ou via la modalité auditive (le texte est oralisé automatiquement) (Accès direct médié). Si le contenu est présenté par un média spécifique tels que les schémas (ex : illustration du processus de photosynthèse), ceux-ci peuvent lui être proposés sous la forme d'images thermogonflées avec un degré plus ou moins important de

* Le lieu ressource est un espace dédié dans l'établissement dans lequel les élèves sont encadré par des enseignants spécialisés.

détail (Accès adapté). Pour finir, une version digitale adaptée du manuel scolaire de biologie peut être mis à disposition sur l'ordinateur de l'élève (Accès adapté médié). Dans cette version du manuel scolaire, les contenus ont été modifié compte tenu des besoins spécifiques des élèves présentant un handicap visuel (ex : image remplacées par une description textuelle).

1.2. Typologie des difficultés d'accès aux contenus pédagogiques.

a. Accéder aux documents

Les difficultés d'accès aux documents que les élèves rencontrent peuvent être dues au fait que les documents sont indisponibles (ex : document non compatible avec l'outil d'assistance, outil d'assistance hors service) ou inexistants (ex : document non transcrit).

b. Traiter des contenus

Les problèmes de traitement des contenus découlent principalement des raisons suivantes : le contenu est inadapté (ex : références à des éléments visuels inaccessibles à l'élève), le contenu est fugace (l'élève n'a pas le temps de traiter le contenu) ou est incomplet (ex : les éléments contextuels et structuraux sont absents).

c. Répondre aux contenus

Les difficultés pour répondre à des contenus pédagogiques peuvent résulter du fait que : les supports de réponse sont incompatibles (ex : applications non compatible avec la synthèse vocale), la contrainte temporelle est trop forte ou la structuration des éléments de réponse trop complexe.

4. DISCUSSION

L'accessibilité des personnes handicapées est un enjeu sociétal majeur. Même si la loi du 11 février 2005 amorce un changement considérable dans la prise en compte du handicap il n'en demeure pas moins que bon nombre de difficultés persistent. L'école inclusive est l'exemple d'une de ces avancées. Cependant, nous ne pourrons parler « d'inclusion » que lorsque l'élève quel que soit son handicap pourra accéder à, utiliser et apprendre à partir de supports pédagogiques avec un niveau minimal d'efficience et de satisfaction.

5. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la région Occitanie et la Communauté d'Université et d'Établissement de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées (COMUE-UFTMiP) qui financent cette thèse.

6. RÉFÉRENCES

Buaud, A., Roussel, B., Burger, D., & Archambault, D. (2001). Les enjeux de l'ergonomie pour la conception d'interfaces adaptées aux personnes handicapées visuelles. Paper presented at the conference – 8ème Edition, Marrakech, 6-7 juillet 2001.

Folcher, V., & Lompré, N. (2012). Accessibilité pour et dans l'usage : concevoir des situations d'activité adaptées à tous et à chacun. *Le Travail Humain*, *75*(1), 89.

Ketterlin-Geller, L. R., & Tindal, G. (2007). Embedded Technology: Current and Future Practices for Increasing Accessibility for All Students. *Journal of Special Education Technology*, 22(4), 1–15.

Sorin, L., Mojahid, M., Aussenac-Gilles, N., & Lemarié, J. (2013). Improving the accessibility of digital documents for visually impaired users: Contributions of the Textual Architecture Model. Dans C. Stephanidis & M. Antona (Eds.), *UAHCI'13 Proceedings of the 7th international conference on Universal Access in Human-Computer Interaction: applications and services for quality of life* - Volume Part III (p. 423-431), Springer Belin/Heidelberg.

Influence des compétences émotionnelles dans la prise de décision médicale d'urgence : une étude auprès d'internes de médecine générale

Léonore Bourgeon
Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge
leonore.bourgeon@intradef.gouv.fr

Anthony Vacher
Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge
anthony.vacher@intradef.gouv.fr

Mourad Bensalah
Ecole du Val de Grâce, Paris
mourad.bensalah@intradef.gouv.fr

Bruno Debien
Ecole du Val de Grâce, Emergensim, Paris
bruno.debien@emergensim.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Cette étude vise à vérifier l'influence des compétences émotionnelles (CE) sur une performance de prise de décision en situation d'urgence médicale par des internes de médecine générale et à identifier la nature des compétences émotionnelles en jeu. Dix-neuf internes ont participé à une session de simulation avec un mannequin simulateur. Le scénario les plaçait face à une dégradation soudaine et imprévue d'un patient intubé. Les temps mis pour établir le diagnostic correct, pour choisir le plan d'actions adapté à la situation et le temps mis pour exécuter ce plan d'actions ont été relevés. Les CE ont été évaluées par le questionnaire d'auto-évaluation TEIQue. Les résultats montrent un effet marginalement significatif du niveau de CE sur le temps total de prise en charge de l'urgence médicale où les internes présentant les scores les plus élevés de CE sont plus rapides à prendre en charge l'urgence médicale. Un effet significatif du niveau de compétences émotionnelles est observé sur le temps de choix d'actions. Trois CE ont un effet significatif sur le temps de prise en charge : l'adaptabilité, l'affirmation de soi et la gestion du stress. Ces résultats confirment l'influence des CE sur le processus de décision et permet d'identifier des besoins spécifiques de formation pour les internes.

MOTS-CLÉS
Compétences émotionnelles, prise de décision, gestion des risques

1 INTRODUCTION

Les activités de conduite de systèmes dynamiques à risques peuvent amener les opérateurs à devoir prendre des décisions impliquant un enjeu vital, dans un environnement complexe et incertain, et sous une forte contrainte temporelle. Comprendre les processus liés à ce type de prise de décision revêt donc un enjeu majeur pour la sécurité de ces systèmes. Plusieurs modèles ont été développés depuis ces dernières décennies pour décrire ces processus de décision, comme par exemple, le modèle *Recognition-Primed Decision* de Klein (1997) qui met en avant la reconnaissance d'une situation comme déclencheur d'une décision d'actions rapide. Plus précisément, l'expert sera

plus enclin à reconnaître rapidement une situation connue à partir de ses connaissances et de l'expérience de situations similaires rencontrées précédemment, ce qui le conduira à prendre des décisions efficaces de manière très rapide. Lorsque la situation rencontrée est nouvelle pour l'opérateur, un processus de diagnostic sera enclenché avec une recherche d'indices dans l'environnement permettant de reconnaître une situation connue. Enfin, dans certains cas, la situation reconnue peut ne pas être directement associée à un plan d'actions, ce qui impliquera une évaluation mentale des plans d'actions évoqués. La plupart des modèles de décision, comme le RPD, décrivent des processus cognitifs sans intégrer la dimension émotionnelle (Gore, Flin, Stanton & Wong, 2015). Or, face à des situations présentant potentiellement des enjeux vitaux, il est possible que les opérateurs doivent gérer des émotions qu'ils ressentent eux-mêmes ou qu'ils identifient chez d'autres et que cela ait un impact sur le processus de décision (Mosier & Fisher, 2010).

Dans les activités médicales, de nombreuses études ont mis en évidence un lien entre des ressentis de stress et la performance des personnels soignants (Arora et al., 2010; Bjorshol et al., 2011; LeBlanc, MacDonald, McArthur, King, & Lepine, 2005). Ce résultat peut être expliqué par l'influence négative d'un état de stress sur les capacités de division d'attention ou de mémoire de travail (Oei, Everaerd, Elzinga, van Well & Bermond, 2006). Ce constat est encore plus marqué chez les internes de médecine, ce qui peut s'expliquer par leur faible expérience (Harvey, Bandiera, Nathens, & LeBlanc, 2012). Or, la dimension émotionnelle est très peu prise en compte dans les modèles de prise de décision.

Depuis ces dernières décennies, la notion d'intelligence émotionnelle a été étudiée pour décrire la capacité à gérer ses propres émotions et celles d'autrui dans un contexte d'adaptation à une situation (Mikolajczak, 2009 ; Mayer & Salovey, 1997). Différents modèles ont été développés pour décrire la nature de l'intelligence émotionnelle résultant dans un débat scientifique autour de deux approches principales (Mayer, Salovey & Caruso, 2008 ; Petrides & Furnham, 2003) : l'intelligence émotionnelle considérée comme un trait relatif aux dispositions comportementales liées aux émotions et mesurée par des questionnaires d'auto-évaluation (Petrides & Furnham, 2003) ou l'intelligence émotionnelle considérée comme un ensemble de quatre capacités liées aux émotions : l'identification des émotions, l'utilisation des émotions pour faciliter les processus cognitifs, la compréhension de ces émotions et leur gestion, cette forme d'intelligence étant mesurée avec des tests de performance (Mayer & Salovey, 1997). Ainsi, en fonction du modèle théorique auquel on se rapporte, la méthode utilisée n'évaluera pas le même construit.

Dans notre étude, nous nous positionnons en regard d'un nouveau modèle qui dépasse ce débat en proposant la notion de compétence émotionnelle (CE) qui se rapporte aux différences inter-individuelles dans la manière dont les individus identifient, expriment, comprennent, utilisent et régulent leurs émotions et celles d'autrui (Mikolajczak, Quoidbach, Kotsou, & Nélis, 2009). Ces compétences se développeraient sur trois niveaux, le niveau des connaissances, le niveau des habiletés et le niveau des dispositions (Mikolajczak, 2009). Les CE sont des compétences pouvant être entraînées et des formations ont montré leur efficacité pour améliorer le niveau de CE (Kotsou, Nelis, Grégoire, & Mikolajczak, 2011 ; Nelis, Quoidbach, Mikolajczak & Hansenne, 2009). De nombreuses études tendent à montrer que les CE influencent de manière positive différents aspects des situations de travail. Dans le domaine médical, le niveau de CE prédit la performance d'équipes d'infirmiers et leur niveau de cohésion (Quoidbach & Hansenne, 2009) et également la qualité de diagnostic d'internes lors d'une prise en charge d'urgence simulée (Bourgeon, Bensalah, Vacher, Ardouin, & Debien, 2016). En revanche, peu d'études développent le lien entre CE et processus de décision, et la nature des compétences émotionnelles en jeu est peu abordée.

Cette question de l'influence des CE sur les prises de décision est d'autant plus importante dans le cadre de la formation des internes qui auront à gérer, parfois sans l'aide d'autres médecins, des situations médicales d'urgence. De plus, bien que l'intérêt des simulations pleine échelle a été montré, aussi bien pour l'acquisition des compétences techniques que non techniques, l'utilisation de ces technologies est peu déployée. Notre étude poursuit deux objectifs principaux : 1) vérifier l'influence des CE sur une performance de prise de décision en situation d'urgence médicale par des internes et 2) identifier la nature des compétences émotionnelles en jeu.

2 METHODE

2.1 Participants

L'étude a été menée dans le cadre de la formation des internes de médecine générale de 1ère année, sous statut militaire, qui exerceront à l'issue de l'internat dans des centres médicaux militaires et seront déployés sur des théâtres de guerre. Leur formation comprend une partie théorique au sein d'universités civiles, une partie pratique à travers des stages dans les services hospitaliers et auprès des brigades de sapeurs-pompiers. Aucune préparation n'est mise en place pour les former aux compétences non techniques, ni aux compétences émotionnelles. C'est spécifiquement pour le cadre de cette étude, mais avec une visée formatrice, que les internes ont suivi une séance de simulation pleine échelle avec un mannequin-simulateur haute-fidélité.

2.2 Simulation médicale

La simulation reproduisait le contexte d'un service hospitalier avec un infirmier et un aide-soignant, tous deux complices de l'expérimentateur. Ceux-ci avaient pour consigne de ne pas prendre d'initiative et de seulement suivre les demandes du médecin. Un médecin anesthésiste-réanimateur, responsable des entraînements de préparation aux missions de médecine militaire, contrôlait depuis une salle adjacente, le mannequin haute-fidélité (*SimMan Essential, Laerdal*) en fonction de l'évolution du scénario et des actions des internes.

Le scénario débutait avec l'appel de l'interne par l'infirmier pour un patient présentant des difficultés respiratoires, visibles sur le moniteur par une baisse de la saturation en oxygène. L'examen clinique devait amener l'interne à diagnostiquer un Œdème Aigu du Poumon et à procéder à une intubation avec connexion du patient à un respirateur artificiel. Cette intubation entraînait alors une remontée de la saturation en oxygène à un niveau satisfaisant (95%). Quelques secondes après cette remontée, l'un des complices provoquait une déconnection du respirateur pour simuler une panne de cet appareil.

Nos observations de la prise en charge médicale d'urgence débutaient avec cette simulation de panne. Celle-ci provoquait une absence de ventilation du patient, à l'origine d'une nouvelle baisse de la saturation en oxygène. La constatation de l'absence de mouvements respiratoires devait conduire l'interne à décider de réaliser une ventilation manuelle, avec un ballon BAVU, seule solution pour pallier à la défaillance du respirateur artificiel et stabiliser l'état du patient.

La performance médicale était évaluée par le *temps mis par l'interne à stabiliser le patient*, à partir du déclenchement de la panne du respirateur jusqu'à la ventilation manuelle effective. Ce temps total mis pour stabiliser le patient a été décomposé selon plusieurs phases de la prise en charge :

1) *Temps de diagnostic—.* Temps entre la survenue de la panne et le diagnostic verbalisé par l'interne de l'absence de mouvements respiratoires ;
2) *Temps de choix d'action—.* Temps entre la verbalisation du diagnostic et le choix de ventiler manuellement ;
3) *Temps d'exécution d'action—.* Temps entre la verbalisation du choix de ventiler manuellement et l'exécution effective de cette action avec l'insufflation d'air au ballon.

Le temps total de la simulation durait approximativement 25 minutes.

Afin d'éviter les biais liés au manque de connaissances théoriques et au manque de compétences liées à l'utilisation mannequin, deux sessions de formation avaient eu lieu deux mois et un mois avant la simulation, composées de cours théoriques et d'exercices pratiques sur l'intubation et sur la réanimation cardio-respiratoire.

2.3 Evaluation des compétences émotionnelles

Le niveau de CE a été mesuré par le questionnaire d'auto-évaluation *Trait Emotional Intelligence Questionnaire* (TEIQue) (Petrides & Furnham, 2003) dans sa version validée en français (Mikolajczak,

Luminet, Leroy, & Roy, 2007). Ce questionnaire est composé de 153 items pour lesquels les participants doivent donner leur accord sur une échelle de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord). Ces 153 items ont été élaborés afin de refléter 15 facettes d'intelligence émotionnelle : l'adaptabilité, la gestion du stress, l'impulsivité (basse), l'affirmation de soi, la confiance en soi, la motivation, la perception des émotions, l'expression des émotions, la régulation de ses propres émotions, la gestion des émotions d'autrui, les relations aux autres, la conscience sociale, l'empathie, la satisfaction dans la vie et l'optimisme. Le TEIQue fournit un score global d'intelligence émotionnelle et un score pour chacune des 15 facettes. Le questionnaire a été rempli par les internes deux mois avant la session de simulation.

3 RESULTATS

Dix-neuf internes de médecine générale de 1ère année (13 femmes et 6 hommes) ont participé à l'étude. Leur âge variait de 23 à 26 ans avec une moyenne de 25 ans (*SD* = 0.73). Leur expérience des urgences était homogène avec un stage de 3 ou 6 mois réalisé au service des urgences. Dix internes ont également effectué des stages de 2 à 19 jours auprès des médecins pompiers.

Les scores de CE obtenus variaient de 4.19 à 5.66 avec une moyenne de 4.80 (*SD* = 0.39). Les internes ont été répartis en deux groupes à partir de la médiane de leur score de CE : le groupe CE+ comprenait les 9 internes ayant obtenu les scores les plus élevés (> 4.78) avec un moyenne de 5.14 (±0.24) et le groupe CE- comprenait les 10 internes ayant obtenu les scores les moins élevés (≤ 4.78) avec une moyenne de 4.50 (±0.20). Un test t de Student confirme que les deux groupes ont obtenu des scores significativement différents [t(17) = -6.31, p<.0001].

3.1 Effet du niveau de CE sur les temps de prise en charge

Des tests *t* de Student ont été realisés pour comparer les temps de prise en charge du patient en fonction du niveau de CE. Les résultats montrent un effet marginal, mais avec une forte taille d'effet, du niveau de CE sur le temps total de prise en charge : les internes du groupe CE+ ont mis en moyenne 114s (*SD* = 48.84) pour reprendre une ventilation manuelle depuis la panne du respirateur contre 165s (*SD* = 63.29) pour les internes du groupe CE-, *t(*17) = 1.93, *p* = .07, *d* = 0.90.

Les analyses montrent un également un effet significatif du niveau de CE sur le temps de choix d'action où les internes du groupe CE+ prennent plus rapidement la décision de ventiler manuellement (*M* = 42s, *SD* = 22,4) que ceux du groupe CE- (*M* = 82s, *SD* = 39,5), *t*(17)=2.64, *p* = .017, *d* = 1.23.

Les tests *t* effectués sur les temps de diagnostic et d'exécution d'actions n'ont pas mis en évidence de différence significative entre les deux groupes.

3.2 Liens entre les facettes et les temps de prise en charge

Afin d'identifier la nature des compétences émotionnelles influant sur ces temps de prise en charge, des coefficients de corrélation de *Pearson* ont été calculés entre les scores obtenus à chacune des 15 facettes et les temps composant la prise en charge du patient où l'effet de CE a été mis en évidence.

Les résultats montrent une corrélation négative significative entre le temps total depuis la survenue de la panne du respirateur et la ventilation manuelle effective et les scores d'affirmation de soi (*r* = -.61, *p* = .006), de gestion du stress (*r* = -.53, *p* = .019) et d'adaptabilité (*r* = -.48, *p* = .037). Enfin, le temps de choix d'action est négativement corrélé de manière significative avec le score d'adaptabilité *(r* = -0.52, *p* = .024) et de manière marginale avec les scores d'affirmation de soi (*r* = -.45, *p* = .056) et de gestion du stress (*r* = -.42, *p* = .070).

4 DISCUSSION

Notre étude confirme l'influence positive du niveau de CE sur la qualité de la prise en charge médicale d'urgence par des internes puisque ceux présentant les scores les plus élevés de CE sont les plus rapides à ventiler manuellement le patient après une panne du respirateur. Plus précisément,

notre étude montre que cette influence joue sur le temps du choix d'actions, entre la reconnaissance de la situation à risque vital pour le patient et la verbalisation de la décision de ventiler manuellement. Cependant, l'analyse des verbalisations montre que les internes ne sont pas dans une situation de *pattern-matching* puisque seuls deux internes ont directement associé l'absence de mouvements respiratoires avec le besoin de ventiler manuellement. Pour les autres internes, ce temps correspondait à la recherche de l'origine de cet état du patient et ce n'est qu'après l'identification de la panne du respirateur qu'ils ont décidé de ventiler manuellement. Nos résultats montrent donc que l'influence du niveau de CE joue sur la capacité à formuler rapidement un diagnostic dans une situation à risques, ce qui confirme les résultats d'une étude précédente réalisée dans des conditions similaires (Bourgeon et al., 2016). Plus précisément, ce sont les compétences émotionnelles d'adaptabilité, d'affirmation de soi et de gestion du stress qui influencent cette performance. Ces compétences se complètent elles relèvent de différents facteurs : l'affirmation de soi renvoie à une dimension sociale, la gestion du stress relève du facteur de contrôle de soi et l'adaptabilité ne relève d'aucun facteur (Petrides, 2009). Ces résultats sont importants puisqu'ils peuvent permettre d'orienter les formations des internes autour de ces compétences en particulier.

L'observation du temps de prise en charge confirme également la nécessité de confronter les internes à des situations de prise en charge médicale d'urgence grâce aux technologies de simulation pleine échelle puisque sur les 19 internes observés, 5 ont mis plus de 3 minutes pour ventiler manuellement le patient qui ne présentait plus de mouvements respiratoires, temps à partir duquel des lésions cérébrales deviennent irréversibles. Ainsi, les simulations pleine échelle seraient bénéfiques pour entraîner les internes aux compétences techniques, non techniques et également émotionnelles.

Notre étude présente cependant certaines limites, dont celles liées à l'utilisation de simulation par rapport à l'observation d'activité réelle, le faible échantillon de participants et l'utilisation d'un seul scénario médical. Pour compléter nos résultats, une étude sera menée auprès de médecins séniors lors de prises en charge réelles et aura pour objectif d'identifier la nature des compétences émotionnelles développées par ces experts. L'étude du processus de décision sera également affinée par l'analyse des échanges verbaux.

5 BIBLIOGRAPHIE

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

Bjorshol, C., Myklebust, H., Nilsen, K., Hoff, T., Bjorkli, C., Illguth, E., . . . Sunde, K. (2011). Effect of socioemotional stress on the quality of cardiopulmonary resuscitation during advanced life support in a randomized manikin study. *Critical Care Medicine, 39*(2).

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*(5), 364-371. doi: 10.1136/bmjqs-2015-004032

Gore, J., Flin, R., Stanton, N.,& Wong, B. L. W. (2015). Applications for naturalistic decision-making. *Journal of Occupational and Organizational Psychology, 88*(2), 223-230.

Harvey, A., Bandiera, G., Nathens, A. B., & LeBlanc, V. R. (2012). Impact of stress on resident performance in simulated trauma scenarios. *Journal of Trauma Acute Care Surgery, 72*(2).

Klein, G. (1997). The Recognition-Primed Decision (RPD) Model: Looking back, looking forward. In C. E. Zsambok & G. Klein (Eds.), *Naturalistic Decision Making* (pp. 285-292). New-York, USA.: Lawrence Erlbaum.

Kotsou, I., Nelis, D., Grégoire, J., & Mikolajczak, M. (2011). Emotional plasticity: conditions and effects of improving emotional competence in adulthood. *Journal of Applied Psychology, 96*(4), 827-839. doi: 10.1037/a0023047

LeBlanc, V. R., MacDonald, R. D., McArthur, B., King, K., & Lepine, T. (2005). Paramedic performance in calculating drug dosages following stressful scenarios in a human patient simulator. *Prehospital Emergency Caer, 9*(4). doi: 10.1080/10903120500255255

Mayer, J. D., Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence ? In: P. Salovey & D. J. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: Educational implications* (pp. 3-34). New-York : Harper Collins.

Mayer, J. D., Salovey, P., Caruso, D. R. (2008). Emotional Intelligence. New ability or eclectic traits? *American Psychologist, 63*(6), 503-17.

Mikolajczak, M. (2009). Moving beyond the ability-trait debate: A three level model of emotional intelligence. *E-Journal of Applied Psychology, 5*, 25-32.

Mikolajczak, M., Luminet, O., Leroy, C., & Roy, E. (2007). Psychometric properties of the Trait Emotional Intelligence Questionnaire: Factor structure, reliability, construct, and incremental validity in a French-speaking population. *Journal of Personality Assessment, 88*(3), 338-353. doi: 10.1080/00223890701333431

Mikolajczak, M., Quoidbach, J., Kotsou, I., & Nélis, D. (2009). *Les compétences émotionnelles*. Paris, France: Dunod.

Nelis, D., Quoidbach, J., Mikolajczak, M., & Hansenne, M. (2009). Increasing emotional intelligence: (How) is it possible? *Personality and Individual Differences*, *47*,36-41.

Mosier, K. L., & Fisher, U. (2010). The role of affect in Naturalistic Decision Making. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 4*(3).

Oei, N. Y., Everaerd, W. T., Elzinga, B. M., van Well, S., & Bermond, B. (2006). Psychosocial stress impairs working memory at high loads: an association with cortisol levels and memory retrieval. *Stress, 9*, 133–141.

Petrides, K. V. (2009). Psychometric properties of the Trait Emotional Intelligence Questionnaire (TEIQue). In: J. D. A. Parker, D. H. Saklofske & C. Stough (Eds), Assessing Emotional Intelligence (pp. 85-101). New-York : Springer Science.

Petrides, K. V. (2011). Ability and trait emotional intelligence. In: T. Chamarro-Premuzic, S. Von Stumm & A. Furnham (Eds), The Wiley-Blackwell handbook of individual differences (pp. 656-678). New-York, USA: Wiley.

Petrides, K. V., & Furnham, A. (2003). Trait emotional intelligence: behavioural validation in two studies of emotion recognition and reactivity to mood induction. *European Journal of Personality, 17*, 39-57. doi: 10.1002/per.466

Quoidbach, J., & Hansenne, M. (2009). The impact of trait emotional intelligence on nursing team performance and cohesiveness. *Journal of Professional Nursing, 25*, 23-29.

L'apprentissage d'un séquençage visuo-attentionnel pour lutter contre la distraction en contexte aéronautique de double tâche.

Grégory Froger
Centre Psyclé - Aix Marseille Université / Centre de recherche de l'Armée de l'Air – Salon
Gregory.froger@gmail.com

Colin Blättler
Centre de recherche de l'Armée de l'Air – Salon
Colin.blattler@defense.gouv.fr

Émilien Dubois
Centre de recherche de l'Armée de l'Air – Salon / ENAC – Toulouse
Emilien.dubois@enac.fr

Cyril Camachon
Centre de recherche de l'Armée de l'Air – Salon
Cyril.camachon@defense.gouv.fr

Nathalie Bonnardel
Centre Psyclé - Aix Marseille Université
Nathalie.bonnardel@univ-amu.fr

Catégorie de soumission : communication longue

Thème pressenti (IHM)

RÉSUMÉ

Les activités aériennes, lors des vols à vue (Visual Flight Rules), imposent aux personnels navigants (PN) une charge de travail importante, parfois sous forte contrainte temporelle, dans un contexte où les interfaces homme-machine (IHM) présentent une masse informative de plus en plus conséquente. La nature de ces IHM est de nature à favoriser le phénomène de distraction contre lequel le NTSB a décidé de lutter au cours de son mandat 2017-2018. L'objectif de ce travail est d'étudier des apprentissages à même de permettre aux navigants de s'adapter à ce nouvel environnement afin de résister d'une part au phénomène de distraction et d'autre part de développer des compétences adaptées à ces IHM.

Un dispositif de double tâche présentant une tâche « tête haute » de recherche visuelle et une tâche « tête basse » de gestion de système, couplé à un dispositif d'emphase en temps réel a été présenté à 118 étudiants et a permis de mettre en évidence un apprentissage de la répartition attentionnelle vers la règle prescrite.

MOTS-CLÉS
Double tâche, estimation de l'intervalle de temps, distraction, apprentissage, situation dynamique.

---

1. INTRODUCTION

Les activités aériennes, lors des vols à vue (Visual Flight Rules ou VFR), imposent aux personnels navigants (PN) une charge de travail importante, parfois sous forte contrainte temporelle, dans un contexte ergonomique où les interfaces homme-machine (IHM) présentent une masse informative de plus en plus conséquente. La nature même de ces nouvelles IHM, les glass cockpits qui ont remplacé les anciens instruments en offrant de nouvelles capacités, est de nature à favoriser la distraction des PN. Ce phénomène de distraction fait partie des causes majeures d'accidents mortels en aviation, contre lequel le NTSB[1] a décidé de lutter au cours de son mandat 2017-2018 (NTSB, 2016). Le point crucial de l'atteinte à la sécurité des vols est que les PN ne regardent pas assez dehors car ils focalisent trop longtemps sur la gestion du système (Rudisill, 1994). L'objectif de ce travail est d'étudier des dispositifs d'apprentissages à même de permettre aux navigants de s'adapter à ce nouvel environnement afin de développer d'une part des compétences adaptées aux IHM et d'autre part de résister au phénomène de distraction qu'elles génèrent

2. L'APPRENTISSAGE D'UNE REPARTITION VISUO-ATTENTIONNELLE POUR GERER LES SITUATIONS MULTITACHES

Dans la conduite d'un aéronef, les principales tâches des navigants, ainsi que les compétences et les connaissances qui y sont associées, sont multiples et complémentaires (Martin, Hourlier, & Cegarra, 2013). Faire voler un avion nécessite ainsi une attention constante (Boy, 2005) et consiste à conduire un processus dynamique et à risque (Martin, 2013). Une situation est considérée dynamique lorsqu'elle évolue en dehors des actions de l'opérateur et si l'évolution spontanée de cette situation peut être imprévisible (Hoc, Amalberti, Cellier, & Grosjean, 2004). Les équipages doivent ainsi répartir leur attention en fonction de ces situations dynamiques. Ces situations dynamiques peuvent provenir du monde extérieur à l'avion (météorologie, oiseaux, trafic aérien) ou du monde intérieur à l'avion (évolution du carburant, pannes…). Il est primordial que les équipages aient acquis des automatismes, des *patterns* de répartition du focus attentionnel adaptés à ces situations dynamiques (Boy, 2005) du monde extérieur et du monde intérieur. L'objectif de cette étude est d'évaluer un dispositif d'apprentissage permettant d'apprendre à répartir l'attention des équipages en fonction du référentiel de formation des navigants de l'armée de l'air qui prescrit d'alterner son attention visuelle entre l'extérieur et l'intérieur du cockpit en regardant au plus deux secondes dans la cabine.

Sweller (1994) décrit le processus d'apprentissage comme aboutissant au stockage en mémoire à long terme de schémas automatisés (Sweller, 1994). En aéronautique, lorsque les équipages partagent leur attention entre l'intérieur et l'extérieur du cockpit, cela consiste en une organisation spatiotemporelle de l'attention visuelle reliée à un schéma spécifique à la situation vécue. Par exemple, les novices commencent leur circuit visuel en pensant à regarder dehors, regarder dedans etc… jusqu'à ce que le circuit visuel soit acquis et effectué sans effort. Lorsque les équipages ont atteint ce niveau de la réalisation sans effort, l'organisation spatiotemporelle de l'attention visuelle peut être qualifiée d'*automation* (Sweller, 1994) ou de *skill* (Rassmussen, 1983). Le processus qui permet de développer ces routines est appelé l'automatisation (Logan, 1988). Cette automatisation est le résultat d'un processus progressif basé sur la répétition. Pour Logan (1988), lorsque les novices répètent une tâche, ils utilisent un algorithme de résolution pour construire une solution à cette tâche, solution qui sera ensuite stockée en mémoire à long terme (MLT). Ainsi, lorsque les individus rencontrent une tâche similaire, ils peuvent éviter d'utiliser l'algorithme de résolution pour appeler cette solution stockée en MLT. Cette méthode d'appel à une solution stockée demande moins de ressources attentionnelles et est également plus rapide. En fonction de la nature de la tâche, de la

[1] NTSB : *National Transportation Safety Board*

variabilité interindividuelle, le nombre de répétitions afin d'obtenir un stockage efficace en MLT peut être plus ou moins conséquent. L'automatisation est décrite acquise lorsque les individus évitent complètement l'utilisation de l'algorithme de résolution en utilisant la solution adaptée à la tâche stockée en MLT (Logan, 1988). L'automatisation est donc la transition d'une performance basée sur un processus algorithmique vers une performance basée sur un processus de stockage et de récupération en MLT. Sweller (1994) décrit aussi cet aspect progressif de l'automatisation depuis un traitement contrôlé de l'information vers un traitement automatique de la même information. Cette transition repose sur un processus d'apprentissage continu et lent. L'apprentissage permet de créer et stocker en MLT un schéma approprié à une tâche et d'automatiser la récupération de ce schéma, solution adaptée à cette même tâche. Les schémas permettent de traiter un grand nombre d'informations simultanément en associant par un mécanisme de *chunking* (Gobet & Simon, 1996), plusieurs éléments disjoints en un seul élément. De plus, la récupération automatique de ces schémas ne sollicite pas la mémoire de travail (MdT) (Logan, 1988). Les avantages de l'apprentissage résident ainsi dans la réduction des ressources attentionnelles pour traiter des situations familières, ce qui permet de pouvoir prendre en compte des tâches supplémentaires dans la même période de temps. Ainsi, pour revenir à la conduite d'un avion, tout se passe comme si lorsque le circuit visuel est automatisé, il devient possible d'allouer les ressources attentionnelles résiduelles pour traiter d'autres tâches telles que la gestion de système ou tout événement surgissant.

En effet, les situations écologiques peuvent présenter de nombreuses tâches indépendantes que les individus auront à gérer simultanément. Dans le cas de l'aviation en VFR, la gestion de divers systèmes (navigation, communications radio, …) est concomitante, synchrone, avec la surveillance du ciel. Il a été montré que la gestion de deux tâches synchrones entraînait une perte de performance dans chacune des deux tâches (Telford, 1931 ; Welford, 1952, Pashler, 1994). Cette perte de performance est définie comme le coût de la double tâche ou « *dual task cost* » (Welford, 1952). Certaines études ont montré qu'un entraînement important en double tâche permettait de réduire ce coût (Pashler, 1994). L'automatisation est à l'origine de cette réduction du coût de la double tâche. Pashler (1994) a également montré que la réduction du coût de la double tâche atteignait une certaine limite, qui ne pouvait pas être dépassée par un entraînement plus important. Cette limite s'appelle la période réfractaire psychologique (PRP) (Telford, 1931). Cette limite due à la PRP a également été observée dans des études écologiques de conduite de véhicule, au cours de laquelle les participants devaient effectuer un freinage d'urgence suite à un stimulus visuel externe au véhicule (véhicule arrêté sur la route) et une tâche de recherche visuelle à l'intérieur du véhicule : *surrogate reference task* (SuRT) (Hibberd, Jamson, & Carsten, 2012). La tâche à l'intérieur du véhicule (SuRT), consiste à trouver un cercle plus large (cible) au sein de cercles plus petits et de même taille (distracteurs). Dans cette étude, les participants étaient placés en situation de gestion de double tâche dont une des deux était prioritaire (celle de freinage). Or, au cours d'une étude précédente, il a été montré que la limite due à la PRP pouvait être dépassée lorsque les participants étaient libres de choisir leur propre priorité dans l'exécution d'une double tâche en suivant un entraînement mêlant double tâche et simple tâche appelé entraînement hybride (Schumacher, et al., 2001). Une autre étude reprenant la liberté de choix de la priorité au sein des deux tâches et l'entraînement hybride a montré qu'un tel entraînement permettait de développer une compétence de coordination à la gestion de double tâche appelée ITC (*inter task coordination*) (Liepelt, Strobach, Frensch, & Schubert, 2011). Au cours de cette étude, l'automatisation de chacune des tâches n'était pas suffisante pour expliquer l'amélioration de la performance en double tâche. Ainsi, l'automatisation de chaque tâche entraînée isolément aboutissait, en situation double tâche, à une performance moindre que celle obtenue après un entraînement hybride (Strobach, Salminen, Karbach, & Shubert, 2014). Strobach et al. (2014) théorisent que l'exposition répétée à une tâche

double, associée à une répétition alternée d'entraînement en tâche simple, permet de créer une représentation construite après l'exposition aux tâches, qui contient certains éléments de chacune des tâches. Les auteurs théorisent également que cette représentation de certains éléments de chacune des tâches permet d'améliorer l'ITC. Tout se passerait comme si une nouvelle exposition aux deux tâches activait simultanément des éléments de chacune des deux tâches et évitait ainsi le besoin de *switcher* (et le coût cognitif associé) de la représentation d'une tâche à la représentation de l'autre tâche.

Dans notre étude, le besoin de lutter contre un temps trop long à regarder à l'intérieur du cockpit, i.e. pas plus de 2 secondes selon les recommandations, conduit à prendre en considération une régularité temporelle, une estimation d'un intervalle de temps, comme un nouvel élément de la coordination inter-tâches, afin d'atteindre une organisation spécifique de l'attention visuelle spatio-temporelle. Le but est que les participants puissent intégrer au mieux cette contrainte temporelle des 2s pendant qu'ils réalisent les deux tâches, et plus particulièrement la tâche à l'intérieur du cockpit. Cette capacité à estimer un empan temporel est définie comme le *time estimation interval* (TEI) (Taatgen, van Rijn, & Anderson, 2007). Au cours de leur étude, Taatgen et al. (2007) ont exposé les participants à une situation de double tâche au sein de laquelle l'estimation de l'intervalle de temps était un des éléments permettant d'augmenter la performance dans la réalisation de la double tâche. Ils ont montré que le TEI pouvait être appris, automatisé, ce qui répond à la définition d'un schéma selon Sweller (1994), et transférable dans des versions plus ou moins exigeantes de la même double tâche.

Combiner les résultats obtenus sur l'ITC et le TEI suggère la possibilité, après un entraînement extensif, de pouvoir intégrer dans une structure commune des éléments des deux tâches et d'une estimation de l'intervalle de temps.

Au cours de leur formation, les élèves du PN doivent acquérir la capacité à gérer des tâches hors et dedans le cockpit dans le respect de la règle pas plus de 2 secondes quant à la tâche à l'intérieur du cockpit (règle des 2 secondes). Une objectivation du comportement oculaire des élèves *ab initio* du PN de l'armée de l'air française a été réalisée au cours d'un vol VFR simulé (Dubois, Blättler, Camachon, & Hurter, 2015). Les auteurs avaient indiqué la règle des 2 secondes aux participants et ont observé pour un groupe contrôle une violation moyenne de la règle supérieure à 5 par minute associée à un temps total à regarder en cabine de plus de 60% du temps de vol. Deux groupes expérimentaux ont été exposés à une emphase à chaque violation de la règle des 2 secondes en temps réel, rendue possible au moyen d'un *eye-tracker* synchronisé au simulateur de vol. Cette emphase était soit auditive (alarme sonore) soit visuelle (les écrans du cockpit devenaient noir) et a entraîné une modification du comportement visuel des participants avec moins de 3 violations par minute de la règle des 2 secondes et 60% du temps à regarder dehors. Si cette méthode est efficace en temps réel, elle est actuellement dépendante de l'oculométrie dont les capteurs sont de performance actuelle modérée à la lumière naturelle, ce qui rend irréaliste sa mise en œuvre au cours de vols réels. Les résultats de cette étude, associés aux capacités théoriques de l'apprentissage décrites supra, nous ont incité à développer un apprentissage en simulateur qui permet aux participants de modifier leur comportement visuo attentionnel. Plus précisément, nous souhaitons évaluer s'il est possible de combiner ITC et TEI dans un contexte dynamique de doubles tâches à réaliser sous contrainte temporelle.

Nous avons donc développé deux tâches qui symbolisent une activité de vol VFR. Une tâche « tête haute » (Head Up Task) : HUT) qui simule la recherche visuelle dans le monde extérieur au cockpit et une « tête basse » (Head down Task : HDT) qui simule la gestion de système à l'intérieur du cockpit. Une emphase visuelle était présentée en temps réel en cas de violation de la règle des deux

secondes. Cette emphase apparaissait pardessus la tâche « tête basse » (HDT) soit sous la forme d'un masque orange transparent ou emphase permissive (P : qui permettait la poursuite de HDT), soit sous la forme d'un masque orange opaque ou emphase non permissive (NP : qui interdisait la poursuite de HDT).

3. HYPOTHESES

En s'appuyant sur la théorie développée, nous supposons que la mise en emphase du TEI permettra l'intégration du TEI dans l'ITC et permettra ainsi (1) un meilleur respect de la règle des 2 secondes mais aussi, dans la continuité des résultats obtenus par Dubois et al. (2015), (2) une attention visuelle plus longue sur la HUT que sur la HDT.

De plus nous cherchons à savoir si mettre en emphase le TEI peut avoir un impact sur la performance aux tâches HDT et HUT. En effet ces emphases pourraient induire une priorisation d'une tâche par rapport à une autre. Ainsi, puisque d'après Schumacher et al (2001) le fait de donner une priorisation pourrait impacter négativement (i.e., limiter l'augmentation des performances) les performances aux tâches HDT et HUT, nous pourrions nous attendre à une performance plus faible dans les deux groupes expérimentaux par rapport au groupe contrôle (sans emphase).

4. CETTE ETUDE

Dans un contexte dynamique de double tâche symbolisant l'activité aérienne au cours d'un vol VFR, le but de cette étude est de savoir si l'emphase en temps réel permet d'acquérir un certain empan temporel dans la gestion de deux tâches visuo-motrices exigeantes. Plus spécifiquement, nous avons testé différentes emphases en accord avec la règle prescrite « pas plus de 2 secondes la tête en cabine ». Nous avons ensuite comparé l'acquisition de cette règle des 2 secondes après des stratégies d'apprentissage basées sur (1) la simple recommandation (sans emphase), (2) la simple recommandation associée à une emphase en temps réel permissive et (3) la simple recommandation associée à une emphase en temps réel non permissive.

4.1. Participants

118 participants, étudiants d'Aix-Marseille Université, ont participé à l'étude. Le groupe contrôle (CG) était constitué de 44 étudiants (36 femmes de 18 à 26 ans, moyenne d'âge 19,3 ; 8 hommes de 17 à 23 ans, moyenne d'âge 19,7 ans). Le groupe avec emphase permissive (PG) était constitué de 37 étudiants (32 femmes de 17 à 28 ans, moyenne d'âge 19,1 ; 7 hommes de 18 à 21 ans, moyenne d'âge 19,2 ans). Le groupe avec emphase non permissive (NPG) était constitué de 37 étudiants (31 femmes de 17 à 29 ans, moyenne d'âge 19,2 ; 6 hommes de 18 à 29 ans, moyenne d'âge 22,7 ans). L'ensemble des participants n'avait jamais volé en tant que membre d'équipage auparavant et tous avaient une vision normale ou corrigée.

4.2. Apparatus et stimuli

Les stimuli étaient présentés sur un moniteur couleur de 22 pouces Hyundai W220D avec une résolution de 1680x1050. Les expériences ont été conduites en utilisant le micro monde appelé Abstract Flying Task (AFT) associé au logiciel PiGaT (PilotGaze Trainer) qui permet de réaliser simultanément deux tâches symbolisant une activité aéronautique en VFR (voir Dubois, Camachon, Blättler, & Hurter, 2016 pour une description complète du matériel et logiciel). L'interaction avec le micro monde était réalisée avec le joystick Logitech Extrême 3d Pro. Les participants étaient assis à une distance visuelle de l'écran de 60 cm. Les données visuelles ont été recueillies via EyeTribe® cadencé à 30 Hz, installé à une distance de 50 cm.

4.3. Présentation du micro monde AFT.

Deux tâches visuo-motrices sont présentées simultanément. Une HUT et une HDT. HUT symbolise la recherche visuelle et doit être réalisée dans le même temps que HDT qui symbolise la surveillance et la gestion de système aéronautiques.

4.3.1.HUT

Cette tâche est le surrogate reference task (SuRT). Le but de cette tâche est de trouver un cercle cible, légèrement plus grand dans une globalité de cercles plus petits de même taille (distracteurs). Pour chaque HUT, en cas d'apparition le cercle cible était l'un des 400 cercles présentés. Chaque cercle avait une épaisseur de 3 px, un diamètre de 20 px et 35 minutes d'arc pour les distracteurs, un diamètre de 26 px et 44 minutes d'arc pour la cible.

La cible apparaissait aléatoirement sur la partie gauche, la partie droite ou bien était absente de l'écran du haut séparé en deux (voir Figure 1). Le participant devait répondre aussi vite que possible en appuyant sur l'un des trois boutons de la partie supérieure du joystick (bouton de gauche si la cible était dans l'écran gauche, bouton de droite si la cible était dans l'écran droit, bouton du milieu si la cible était absente). Lorsque les participants répondaient à la HUT un *feedback* jaune était présenté suivi d'une nouvelle HUT. Après un temps de 9,000 ms sans réponse, un *feedback* rouge apparaissant sur l'écran suivi d'une nouvelle HUT.

4.3.2.HDT

Cette tâche est inspirée de celle développée pour la sélection des pilotes de l'ENAC[2] (Matton, Paubel, Cegarra, & Raufaste, 2016). Elle présente quatre jauges qui comprennent chacune une flèche positionnée en leur intérieur (voir Figure 1). Au début de chaque session, toutes les flèches sont au milieu de chaque jauge, puis les flèches commencent à glisser aléatoirement depuis le centre des jauges vers une extrémité (choisie aléatoirement). Le but de la HDT est de réussir à maintenir les quatre flèches au centre de leurs jauges respectives. La sélection de la flèche à déplacer se réalise par l'utilisation du joystick avec une rotation du poignet (axe Z) et est validée par un appui sur le *trigger.* La flèche ainsi sélectionnée peut être déplacée par des mouvements sur le joystick (axes X et Y).

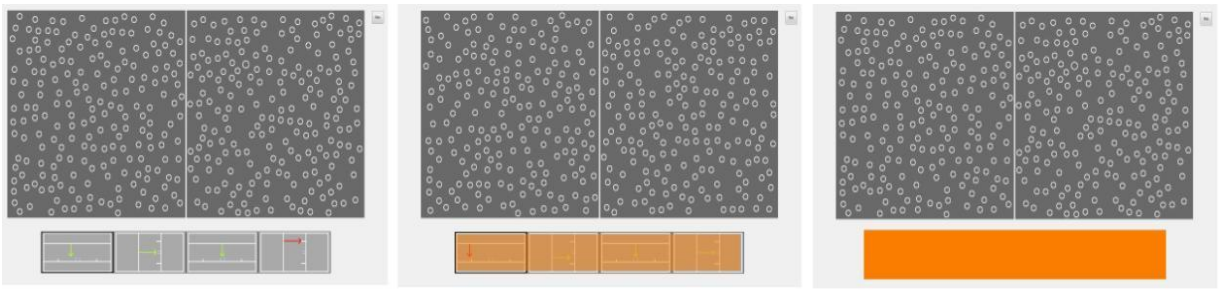


Figure 1 – exemple des tâches HUT et HDT associées aux différents types d'emphase (de gauche à droite : sans, permissive, non-permissive)

4.4. Procédure

Les participants devaient réaliser simultanément HUT et HDT.

Les participants étaient divisés en 3 groupes : le groupe contrôle ou CG (N=44), le groupe permissif ou PG (N=37) et le groupe non-permissif ou NPG (N=37). L'expérimentation a été conduite en 5 phases : (i) familiarisation, (ii) pré-test, (iii) sessions d'entraînement, (iv) post-test, (v) rétention 24 heures après le post-test.

[2] ENAC : École Nationale de l'Aviation Civile

La figure 2 présente la procédure globale. Au cours de la session de familiarisation (i), les participants devaient s'entraîner sur chaque tâche pendant 30 secondes : d'abord HDT, ensuite HUT, ensuite HDT et HUT simultanément.

Au cours des phases de test (ii, iv, v) les participants exécutaient HUT et HDT sans emphase pour les trois groupes. L'ordre de réponse aux tâches était libre.

La phase d'entraînement (iii) était constituée de 6 sessions d'entraînement de 2 minutes chacune où HUT et HDT étaient présentées de manière synchrone. L'ordre de réponse aux tâches était libre. L'emphase était présentée après 2000ms de regard continu sur la HDT pour les groupes PG et NPG. Un masque orange transparent qui permettait la poursuite de la HDT était présenté sur la HDT pour le groupe PG. Un masque orange opaque qui interdisait la poursuite de la HDT était présenté sur la HDT pour le groupe NPG. Le groupe CG ne recevait aucune emphase.

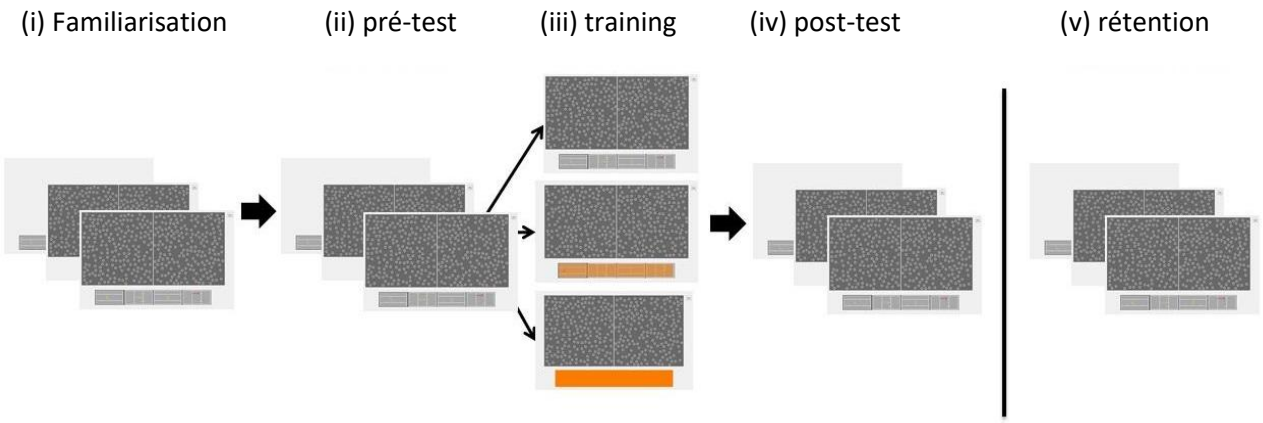


Figure 2 - procédure et design des 5 étapes de l'expérience

4.5. Mesure de la performance

La performance à la HUT est le nombre de bonnes réponses aux tâches SuRT présentées.

La performance à la HDT est notée sur 100 (25 par jauge). La performance à la HDT correspond au score moyen sur la session. Chaque jauge peut atteindre son score maximum (25) lorsque la jauge est au milieu. Ce score décroit linéairement lorsque la flèche s'éloigne du centre, jusqu'à atteindre 0 en extrémité de jauge.

Le temps passé à regarder les tâches HUT et HDT a été recueilli, ainsi que le nombre de violation de la règle des 2 secondes (plus de 2000ms de regard continu vers la tâche HDT).

5. RESULTATS

Des analyses de la variance (ANOVA) ont été réalisées avec le facteur « groupe » (CG ; PG ; NPG) comme facteur inter-groupe et avec le facteur « apprentissage » (pré-test, post-test, rétention) facteur intra-groupe.

5.1. Violations de la règle des deux secondes

La figure 3 présente le nombre moyen de violations réalisées au cours de chaque test pour chacun des trois groupes.

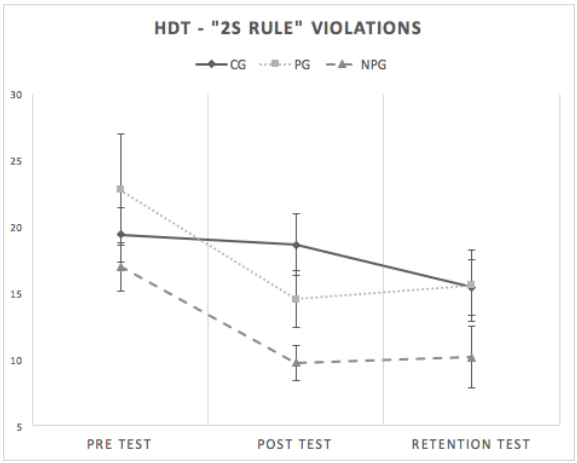


Figure 3 – Nombre de violations de la règle des « 2 s » pour chaque groupe en pré-test, post-test et rétention. La variance est représentée par l'erreur type

Une ANOVA sur le nombre de violations de la "règle des 2s" a mis en évidence un effet de l'apprentissage (pré-test : moyenne 19.67, ET : 1.64 ; post test : moyenne 14.5, ET 1.21 ; rétention : moyenne 13.78, ET 1.37) F(2,234) = 6,41 ; MSE 203,26 ; p = 0.00193, un effet de groupe (CG : moyenne 17.79, ET 1.24 ; PG : moyenne 17.61, ET 1.83 ; NPG : moyenne 12.27, ET 1.15) F(2,117) = 3,82 ; MSE 301,01 ; p = 0.02456 et pas d'interaction significative entre groupe et apprentissage F(4,234) < 1 ; MSE 203.26 ; p = 0.49229.

5.2. Temps de regard sur les différentes tâches

5.2.1.HUT

La figure 4 présente le temps moyen (en ms) passé pour chaque groupe à regarder la tâche HUT au cours de chaque test.

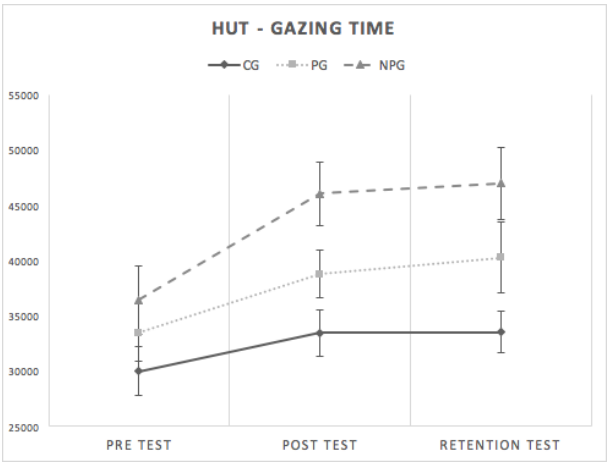


Figure 4 – Temps de regard (en ms) vers HUT pour chaque groupe en pré-test, post-test et rétention. La variance est représentée par l'erreur type

L'ANOVA réalisée avec le temps passé à regarder la HUT (en ms) montre un effet de l'apprentissage (pré-test : moyenne 33090.68, ET : 1520.26 ; post test : moyenne 39059.92, ET 1432.84 ; rétention : moyenne 39836.30, ET 1665.61) F(2,230) = 13,89 ; MSE 121599E3 ; p = 0.000002, un effet de groupe (CG : moyenne 32304.30, ET 1185.91 ; PG : moyenne 37480.48, ET 1553.64 ; NPG : moyenne 43150.82, ET 1814.11) F(2,115) = 6,52 ; MSE 543967E3 ; p = 0.0020 et pas d'interaction significative entre groupe et apprentissage F(4,230) = 1.2444 ; MSE 121599E3 ; p = 0.29289.

Des analyses de Post Hoc (Tukey) montrent une différence significative entre les groupes CG et NPG en post-test (p = 0.00002) et en rétention (p = 0.000011). Le groupe NPG présente des différences significatives entre le pré-test et le post-test (p = 0.005605) et entre le pré-test et le test en rétention (p = 0.001308).

La figure 5 présente le pourcentage moyen de temps passé à regarder la tâche HUT par rapport au temps total, pour chaque groupe au cours de chaque test.

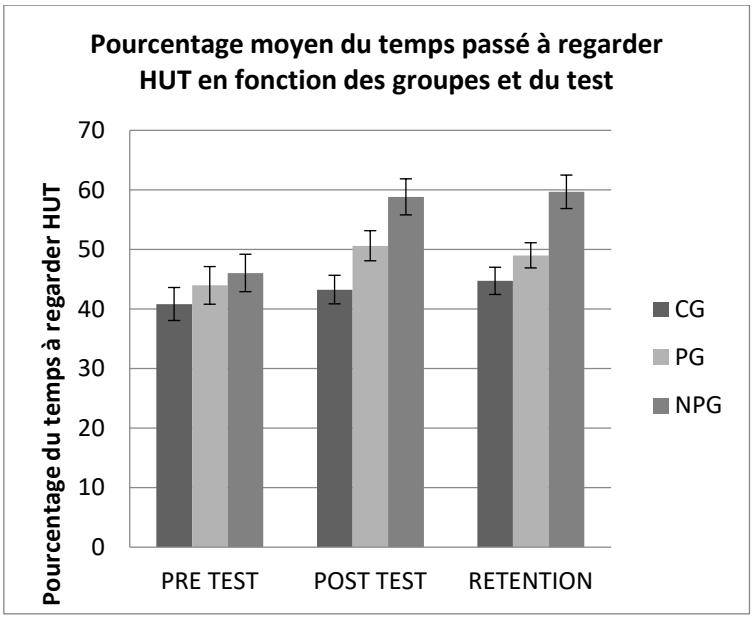


Figure 5 - pourcentage du temps de regard vers la tâche HUT en fonction du groupe et du test. La variance est représentée par l'erreur type

Une ANOVA réalisée avec le pourcentage moyen de temps passé à regarder la HUT (en ms) montre un effet de l'apprentissage (pré-test : moyenne 43.448, ET : 1.735 ; post test : moyenne 50.450, ET 1.627 ; rétention : moyenne 50.759, ET 1.501) F(2,115) = 14.95 ; MSE 2146.3 ; p=0.000001, un effet de groupe (CG : moyenne 42.937, ET 1.436 ; PG : moyenne 47.863, ET 1.533 ; NPG : moyenne 54.855, ET 1.816) F(2,115)=7.464 ; MSE 4292.4 ; p=0.000896 ; et une interaction significative entre groupe et apprentissage F(4,230)=2,643 ; MSE 379.5 ; p=0.034475.

Des comparaisons planifiées montrent une absence de différence significative entre le groupe CG et les groupes PG et NPG F(1,115)=1.346368 ; MSE 480.5221 ; p=0.248317 ; une différence significative entre le groupe CG et le groupe PG en post test F(1,115)=3.958138 MS 1090.077 p=0.049019 ; et une différence significative entre les groupes PG et NPG en post test et en rétention F(1,115)=7.477756 MS 3300.059 p=0.007236.

5.2.2.Performance à la tâche HDT

La figure 6 présente la performance moyenne à la tâche HDT pour chaque groupe au cours de chaque test.

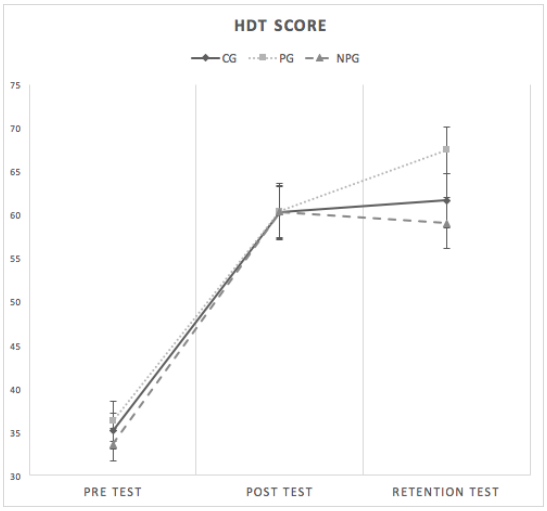


Figure 6- Performance à la tâche HDT pour chaque groupe lors du pré-test, post-test et test en rétention. La variance est représentée par l'erreur type

L'ANOVA sur la performance à la tâche HDT montre un effet de l'apprentissage (pré-test : moyenne 34.98, ET : 1.21, post-test : moyenne 60.32, ET 1.75; rétention : moyenne 62.63, ET 1.71) $F(2,234) = 236.12$; MSE 118.71 ; $p = 0.0001$, mais pas d'effet de groupe (CG : moyenne 52.32, ET 1.90 ; PG : moyenne 54.67, ET 1.98 ; NPG : moyenne 51.12, ET 1.97) $F(2,117) < 1$; MSE = 661.005 ; $p = .55$ et pas d'interaction significative entre groupe et apprentissage $F(4,234) = 1.58$; MSE 118.71 ; $p = 0.17$.

Une analyse post Hoc Tukey montre une performance significativement plus élevée lors du test en rétention pour le groupe PG (moyenne 67.47, ET 2.69) que pour le groupe NPG (moyenne 59.02, ET 2.97) ; $p = 0.022$.

5.2.3.Performance à la tâche HUT

La figure 7 présente le nombre de réponses correctes à la tâche HUT pour chaque groupe, au cours de chaque test.

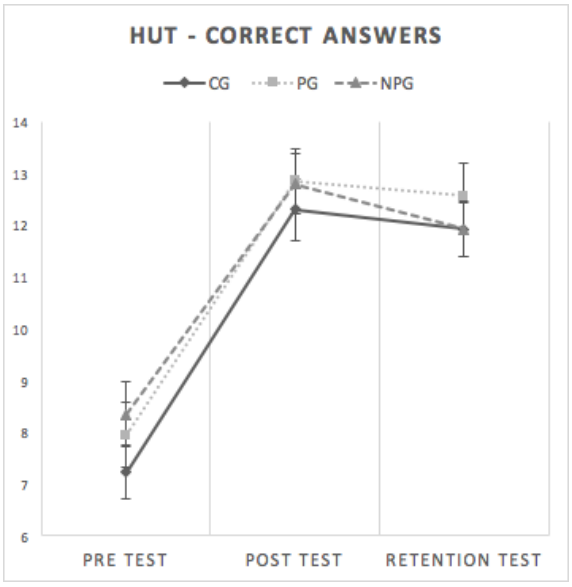


Figure 7 – Nombre de réponses correctes à la tâche HUT pour chaque groupe au cours du pré-test, du post-test et du test en rétention. La variance est représentée par l'erreur type

L'ANOVA réalisée sur les réponses correctes à la tâche HUT montre un effet de l'apprentissage (pré-test: moyenne 7.80, ET : 0.34, post test : moyenne 12.65, ET 0.35; rétention : moyenne 12.12, ET 0.33) $F(2,234) = 114,37$; MSE 7,26 ; $p = 0.0001$, mais pas d'effet de groupe (CG : moyenne 10.47, ET 0.37 ; PG : moyenne 11.11, ET 0.42 ; NPG : moyenne 11.01, ET 0.38) $F(2,117) < 1$; MSE = 26.98 ; $p = .58$ et pas d'interaction significative entre groupe et apprentissage $F(4,234) = 1.58$; MSE 7.26 ; $p = 0.72$.

6. DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer si après un entraînement extensif à une double tâche mimant une activité aéronautique, il était possible d'intégrer dans une structure représentationnelle commune des éléments des deux tâches associés à une estimation d'un intervalle de temps. Plus précisément, il s'agissait de tester les effets d'une emphase présentée en temps réel sur la répartition spatio-temporelle de l'attention visuelle. Ces emphases étaient présentées au cours d'un apprentissage sur un simulateur d'environnement dynamique représentant des tâches aéronautiques de recherche visuelle (à l'extérieur du cockpit) et de gestion de système (à l'intérieur du cockpit). De plus, nous souhaitions savoir s'il était possible d'acquérir un empan temporel permettant de respecter une règle aéronautique « pas plus de deux secondes le regard dans la cabine » tout en majorant le temps passé à regarder dehors.

6.1. Temps de regard

Ce meilleur respect de la "règle des 2s" est significatif après les 6 sessions d'entraînement de 2 minutes. Cette observation va dans le sens des résultats de Taatgen et al. (2007) qui ont montré que l'estimation d'un intervalle de temps pouvait être apprise et automatisée. Après avoir observé cette acquisition dans un environnement dynamique représentant des tâches aéronautiques, des études futures devront vérifier la capacité de transfert de cette compétence dans un environnement plus écologique.

Concernant le temps et le pourcentage de temps de regard vers le monde extérieur, il n'existe pas de différence significative entre les trois groupes lors du pre-test. Les participants du groupe avec emphase permissive (PG) passent significativement plus de temps à regarder la tâche simulant le monde extérieur (HUT) en post-test que le groupe CG. Le groupe avec une emphase non permissive (NPG) passe significativement plus de temps à regarder vers HUT que le groupe avec emphase permissive (PG). Nos résultats suggèrent que l'emphase non permissive conduit à une meilleure acquisition d'un intervalle de temps (i.e., TEI) que l'emphase permissive dont le résultat est intermédiaire. Par ailleurs, les types d'emphases testées faisaient appel aux mêmes modalités que les tâches à accomplir. HUT et HDT étaient des tâches visuo-motrices et les emphases, permissives ou non, étaient exclusivement visuelles. Des explorations restent à mener quant au type d'emphase à utiliser dans le cadre de l'acquisition d'un TEI, en fonction de la nature des tâches, afin d'identifier les emphases les plus adaptées à l'apprentissage. Par exemple étudier l'impact d'une emphase auditive sur des tâches visuo-motrices.

Nos résultats suggèrent également que respecter la « règle des 2s » sur la tâche du bas induit un temps global passé sur la tâche du haut significativement plus important (groupe NPG). Pourtant la « règle des 2s » est compatible avec une stratégie conduisant à un temps de regard plus important sur la tâche du bas (gestion de système) que sur la tâche du haut (recherche visuelle). De plus, la tâche du bas est spontanément plus attractive, car l'ensemble des groupes en pré-test y passe plus de 57% de temps de regard. Ce résultat est d'ailleurs stable pour le groupe contrôle en post test et lors du test en rétention. Nous observons néanmoins que le groupe NPG apprend à passer plus de temps à regarder en haut qu'en bas. Ces résultats vont dans le même sens que ceux observés par

Dubois et al. (2015) au cours d'une expérience où la situation était une vraie situation de vol (simulée) et impliquait des élèves du personnel navigant de l'armée de l'air. Quel(s) facteur(s) pourraient expliquer ce comportement conduisant à passer plus de temps à regarder dehors (tâche de Dubois et al, 2015) ou en haut (tâche présentée ici) alors que la tâche du bas est en début d'expérience clairement plus attractive ? Dans le cas de l'expérience de Dubois et al (2015) les scènes sont pourvues de signification en représentant des scènes naturelles. De plus, les participants (élèves du personnel navigant) avaient des connaissances spécifiques à l'aéronautique préalablement à l'expérimentation puisqu'en moyenne ils avaient 37h de vol avec fonction à bord. Dans ce cas il est possible d'hypothétiser que les connaissances préalables des participants conjuguées à la nature des scènes pouvaient contribuer à orienter le focus attentionnel vers le monde extérieur dans le respect des prescriptions aéronautiques connues par les participants. Cependant, dans l'étude présentée ici cette information n'est apportée ni par la scène ni par les connaissances spécifiques des participants (tous étudiants à l'université AMU). Pris ensemble cela suggère que les connaissances spécifiques des acteurs et la sémantique apportée par la scène ne seraient pas entièrement responsables de ce phénomène. Il est alors possible que certains mécanismes en jeux soient génériques (indépendants de la nature de la situation). De futures expérimentations sont nécessaires et pourraient notamment conduire à montrer des effets de transfert d'une situation artificielle (comme celle utilisée ici) vers une situation plus naturelle.

6.2. Performance aux tâches.

Tout d'abord les participants réalisent correctement les tâches, ce qui est traduit par l'effet d'apprentissage autant pour la performance à la tâche du haut que celle du bas. Par ailleurs les performances d'apprentissage ne présentent pas de différences significatives, à l'exception du groupe PG en rétention dont la performance est significativement supérieure à celle du groupe NPG. D'après Schumacher (2001) en situation de double tâche les performances les meilleures sont atteintes lorsque les participants sont libres de choisir la priorité associée à chacune des deux tâches. Cette liberté de choix était verbalisée à chacun des groupes (CG, PG, NPG) mais nous nous demandions si l'emphase visuelle présentée pour les groupes PG et NPG pouvait avoir une influence sur la priorisation. L'absence de différence significative quant aux mesures de performance pour les tâches HUT et HDT observée suggère que l'emphase ne crée pas de priorisation entre les tâches.

La stabilité des résultats de performance obtenus lors du test en rétention, 24 heures après le post test, confirment l'acquisition d'un comportement orienté par l'emphase. Un résultat inattendu en rétention est la performance à la tâche HDT significativement plus élevée pour le groupe PG que pour le groupe NPG. L'augmentation de cette performance au moyen d'une emphase permissive, associée à l'acquisition du TEI au moyen d'une emphase non permissive permet d'envisager le développement d'un apprentissage hybride alternant la présentation d'emphases permissives et non permissives. Cet entraînement permettrait tout à la fois de développer un comportement attentionnel adapté en améliorant les performances. Des voies d'exploration sont ainsi ouvertes et devront étudier le risque qu'un apprentissage hybride conduise à réduire l'apprentissage de la répartition attentionnelle et comment agencer cette apprentissage hybride afin de maximiser à la fois l'apprentissage de la répartition attentionnelle et la performance aux tâches. En extrapolant la méthode hybride de Schumacher et al (2001), nous pourrions nous attendre à obtenir l'entraînement le plus efficace en mélangeant les sessions d'entraînement PG et NPG.

Pour conclure, cette étude a permis de développer une répartition attentionnelle s'approchant de celle recommandée en vol à vue (VFR). La capacité de transfert de cette compétence vers un environnement plus écologique ainsi que l'amélioration de cette acquisition par un entrainement hybride restent à étudier.

7. BIBLIOGRAPHIE

Boy, G. A. (2005). Decision Making : A Cognitive Function Approach. *Seventh International NDM Conference.* Amsterdam, The Netherlands: J.M.C Schraagen.

Dubois, E., Blättler, C., Camachon, C., & Hurter, C. (2015). Eye Movements Data Processing for Ab Initio Military Pilot Training. In R. Neves-Silva, L. C. Jain, & R. J. Howlett (Ed.), *Intelligent Decision Technologies*, (pp. 125-135).

Dubois, E., Camachon, C., Blättler, C., & Hurter, C. (2016). Évaluation du dispositif PiGaT (PilotGazeTrainer) pour l'entraînement des stratégies visuelles d'élèves pilotes. *IHM'16 : Éducation*, (pp. 177-187). Friboug, Switzerland.

Gobet, F., & Simon, H. A. (1996). Templates in chess memory: a mechanism for recalling several boards. *Cognitive Psychology, 31*(1), 8-27.

Gopher, D., Weil, M., & Siegel, D. (1989). Practice under changing priorities: an approach to the training of complex skills. *Acta Psychologica, 71*, 147-177.

Hibberd, Jamson, & Carsten. (2012). *Human factors of systems and technology*, (pp. 1-14). Maastricht, the Netherlands.

Hoc, J.-M., Amalberti, R., Cellier, J.-M., & Grosjean, V. (2004). *Psychologie ergonomique : tendances actuelles.* (J. H. Darses, Ed.) Paris: PUF.

Liepelt, R., Strobach, T., Frensch, P., & Schubert, T. (2011). Improved intertask coordination after extensive dual-task practice. *The Quaterly Journal of Experimental Psychology*, 1-22.

Logan, G. D. (1988). Toward an Instance Theory of Automatization. *Psychological Review, 95*(4), 492-527.

Martin, C., Hourlier, S., & Cegarra, J. (2013, Mai). La charge de travail : un concept qui reste indispensable, l'exemple de l'aéronautique. *Le Travail Humain*, pp. 285-308.

Matton, N., Paubel, P., Cegarra, J., & Raufaste, E. (2016). Differences in multitask resource reallocation after change in task values. *Human factor, 58*(8).

NTSB. (2016, December 2). *NTSB most wanted list 2017-2018*. Retrieved from National Transportation Safety Board: http://www.ntsb.gov/safety/mwl/Pages/mwl8-2017-18.aspx

Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin, 116*, 220-244.

Rassmussen, J. (1983, May - June). Skills, rules, Knowledge, signs and symbols, and other distinction in human performance models. *IEEE transactions on systems, man and cybernetics.*, pp. 257-266.

Rudisill, M. (1994). Flight crew experience with automation technologies on commercial transport flight decks. *Human performance in automated system : Current research and trends*, pp. 203-211.

Schumacher, E. H., Seymour, T. L., Glass, J. M., Fencsik, D. E., Lauber, E. J., Kieras, D. E., & Meyar, D. E. (2001, March). Virtually perfect time sharing in dual-task performance : Uncorking the Central Cognitive Bottleneck. *Psychological Science, 12*(2), pp. 101-108.

Strobach, T., Salminen, T., Karbach, J., & Shubert, T. (2014). Practice-related optimization and transfer of executive functions: a general review and a specifice realization of their mechanisms in dual tasks. *Psychological Research, 78*, 836-851.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction, 4*, 295-312.

Taatgen, N. A., van Rijn, H., & Anderson, J. (2007). An Integrated Theory of Prospective Time Interval Estimation: The Role of Cognition, Attention and Learning. *Psychological Review, 114*(3), 577-598.

Telford, C. W. (1931). The refractory phase of voluntaryand associative responses. *Journal of Experimental Psychology, 14*, 1-36.

Welford, A. T. (1952). The 'psychological refractory period' and the timing of high speed performance - A review and a theory. *British Journal of Psychology, 43*, 2-19.

Analyse longitudinale d'un système embarqué proactif destiné à l'amélioration des anticipations en conduite automobile

Duczman Mathilde
Université de Lorraine, PErSEUs EA 7312, User-Lab
Faculté des sciences humaines et sociales
Metz, France
mathilde.duczman@gmail.com

Brangier Eric
Université de Lorraine, PErSEUs EA 7312, User-Lab
Faculté des sciences humaines et sociales
Metz, France
eric.brangier@univ-lorraine.fr

Thévenin Aurélie
Dept. Research & Innovation, UX Design
Technocentre Renault
Guyancourt, France
aurelie.thevenin@renault.com

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

L'activité de conduite est une activité complexe et dynamique, au cours de laquelle le conducteur mobilise continuellement des capacités perceptives, anticipatrices et décisionnelles, déterminantes de sa performance de conduite. Au cours des prochaines années, les systèmes embarqués automobiles seront plus intelligents, et en somme, plus à même d'anticiper les besoins du conducteur, notamment par des capacités d'apprentissage automatique et de proactivité. Cette communication étudie l'impact d'une application embarquée proactive apprenante sur la performance de 15 conducteurs automobile. Elle restitue les résultats d'une étude longitudinale en situation d'usage d'une application visant à les accompagner dans l'anticipation d'événements. Un recueil de données quantitatives résultant des données véhiculaires et qualitatives provenant de techniques d'entretiens d'explicitation révèle une dégradation des performances de conduite durant la période de test de l'application proactive apprenante. Les résultats obtenus permettent de formuler des pistes de solutions ergonomiques pour la conception d'applications proactives apprenantes embarquées.

MOTS-CLÉS
Conduite automobile, Performance de conduite, Anticipation, Systèmes proactifs apprenant, Etude longitudinale.

1 INTRODUCTION

Direction assistée, aide au freinage, aide à la navigation par GPS, système anti-collision… Le secteur automobile s'impose depuis plusieurs années comme un acteur-clé dans le développement de services innovants, visant à assister le conducteur et soutenir ses compétences de conduite. Les récents progrès technologiques, notamment dans le cadre du véhicule connecté et du véhicule autonome offrent des prestations d'aide à la conduite toujours plus sécuritaires et confortables pour le conducteur. Les systèmes embarqués automobiles s'améliorent continuellement, tout en étant

plus attractifs, intelligents et adaptables à l'égard des besoins du conducteur. En un mot, ces technologies tendent à être plus proactives.

La proactivité regroupe l'ensemble des processus humains et technologiques qui visent à pressentir, anticiper, prévoir et agir en amont des besoins d'un utilisateur sans avoir d'instruction explicite et intentionnelle de l'utilisateur. Selon les domaines d'activité, une technologie au comportement proactif détecte et analyse différents types d'informations, notamment grâce à des méthodes d'apprentissage automatique pour analyser un large contenu informationnel (Salovaara & Oulasvirta, 2004 ; Bader, 2013). Dans notre contexte d'étude, la proactivité est envisagée pour optimiser les interactions entre un conducteur et un système multimédia en offrant des prestations variées appropriées aux caractéristiques du conducteur et au contexte dans lequel il se trouve. En d'autres termes, la proactivité vise ici à l'optimisation des performances du conducteur lorsqu'il réalise son activité de conduite automobile, au sens large du terme, c'est-à-dire du déplacement à proprement parler et aussi des agréments de la conduite. Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une ergonomie de correction : à partir d'une analyse d'un système développé, il s'agit d'en évaluer l'usage réel et d'en identifier les dysfonctionnements pour l'améliorer en définissant des recommandations ergonomiques (Brangier & Robert, 2010). Nos objectifs de recherche sont 1/ d'évaluer l'évolution de la performance de conduite dans le cadre de l'usage d'une application proactive apprenante d'aide à la conduite, 2/ Identifier les caractéristiques fonctionnelles et non-fonctionnelles de l'application responsables de la performance de conduite et 3/ Formuler des recommandations pour la conception de systèmes embarqués proactifs apprenants.

Pour ce faire, nous débuterons par quelques rappels théoriques sur l'ergonomie des assistances à l'activité de conduite, poursuivrons par la présentation du cadre méthodologique développé, et finirons par mettre en avant des principaux résultats quantitatifs et qualitatifs.

2 ORIENTATION THEORIQUE : L'ASSISTANCE PROACTIVE

Les assistances techniques possèdent deux propriétés principales : elles constituent un référentiel de prescriptions en même temps qu'elles remplissent un rôle d'aide-mémoire des actions à effectuer. Leur fonction est de décrire l'activité attendue, en codifiant l'exécution des tâches, c'est-à-dire le déroulement spatio-temporel de l'activité. Ces aides participent alors à l'organisation des activités en déterminant des objectifs précis à atteindre et, le cas échéant, la mise en œuvre de moyens pour atteindre ces objectifs. Les assistants ont donc pour objectif d'étendre les capacités perceptives, anticipatrices, décisionnelles, en étant des prolongements de l'humain (Brangier, 2002).

Dans le cadre de l'activité de conduite automobile, l'assistance technique s'impose aujourd'hui comme un élément déterminant dans la réalisation des tâches de conduite. Quels que soient ses objectifs, le conducteur peut en effet être assisté, voire secondé par des systèmes embarqués, de plus en plus sophistiqués qui « annoncent » ce qui devrait ou pourrait se passer dans les quelques instants à venir. C'est ce que nous appelons assistance technique proactive. Pour être adaptée à l'opérateur, cette proactivité doit encore pourvoir apprendre de l'activité même de l'opérateur. Lorsque cet enrichissement est possible, nous parlons alors de système proactif apprenant. Le système proactif apprenant fonctionne de manière autonome, apprend des habitudes et préférences d'un opérateur et vise à lui proposer un contenu informationnel personnalisé au moment le plus opportun de son activité, et sans instruction explicite préalable (Bader, 2013 ; Salovaara & Oulasvirta, 2004). Si l'effet escompté de l'assistance est bien une augmentation du confort, de la performance et de l'efficacité du travail de l'opérateur, il apparaît que la réalité peut être très différente. Ainsi, malgré la réalisation d'une partie de la tâche par l'assistance, il se peut que la charge de travail ne soit pas réduite pour autant. Lorsque l'opérateur supporte à lui seul la répartition des sous-tâches, ou lorsque la fiabilité du dispositif d'assistance est insuffisante, il arrive que l'aide constitue une tâche supplémentaire qui surcharge l'opérateur (Malaterre et Saad, 1986).

Globalement, les études portant sur les aides techniques ont montré qu'il était bien difficile de concevoir des systèmes d'aide parfaitement adaptés à chaque situation et à chaque opérateur, quel

que soit son niveau de compétences (Villame & Theureau, 2001). Ceci étant, les aides tendent généralement à faciliter le travail en améliorant les représentations des opérateurs. Globalement,

- Les aides peuvent modifier l'activité des individus, leurs représentations, leurs compétences, leurs processus cognitifs, leurs performances ;
- Ces modifications ne sont pas toujours positives en termes d'acquisition de nouvelles compétences et d'amélioration des performances (il subsiste des difficultés d'ordre cognitif et psychosocial) ;
- Les changements observés semblent dépendre des caractéristiques des aides (contenu, forme, qualité…), de la situation d'utilisation et de la perception que les utilisateurs en ont ;
- La performance que les aides permettent d'atteindre est liée aux caractéristiques des aides, mais ne semble pas être déterminée strictement par celles-ci. D'autres facteurs interviennent, provenant de la situation, de l'organisation, des interactions entre l'homme et le système d'aide (Brangier, 2002 ; Malaterre et Saad, 1986 ; Villame & Theureau, 2001)

En fait, ces résultats en apparence contrastés - tantôt soulignant l'efficacité des aides tantôt leur insuffisance - mettent en évidence qu'une aide n'est jamais donnée de fait (Rabardel, 1995), mais fait l'objet d'une élaboration par l'opérateur. Ses propriétés ne sont ni fixes ni autodéterminantes, elles résultent d'un processus d'attribution par l'opérateur : l'aide s'inscrit toujours dans l'utilisation qui en est faite, et dans sa capacité à étendre favorablement les propriétés et facultés humaines, c'est-à-dire de la manière dont l'assistance s'institue comme technosymbiote (Brangier et al., 2009).

3 PROBLEME ET METHODE

3.1 Contexte de l'analyse ergonomique de l'assistance proactive apprenante

Dans le cadre de l'activité de conduite, l'assistance technique est devenue un acteur-clé, véritable moteur des performances de l'opérateur. Complexe et dynamique, c'est une activité qui requière une diversité de compétences psychologiques, sociales, techniques et physiologiques. Ces compétences relèvent de connaissances et de capacités continuellement mobilisées par le conducteur pour atteindre des objectifs liés à son déplacement, à l'entretien de son véhicule ou encore à son confort de conduite. C'est ce même ensemble de compétences qui sous-tend les performances de l'opérateur. En effet, les capacités perceptives, prévisionnelles, décisionnelles et motrices déterminent les attitudes du conducteur à l'égard de son activité de conduite et sont moteurs de sa performance de conduite (Allen et al., 1971).

A l'heure où les aides à la conduite deviennent de plus en plus intelligentes et personnalisées, la proactivité et l'apprentissage automatique sont des techniques largement envisagées dans les milieux dynamiques et complexes pour aider l'opérateur dans la réalisation de différents types de tâches. Toutefois, elles restent des technologies difficiles à implémenter de par leurs spécificités techniques et de par les enjeux qu'elles introduisent à l'échelle des nouvelles fonctionnalités, des nouveaux modes de fonctionnement et de l'impact qu'elles peuvent causer sur les compétences de conduite. Aussi, étudier les impacts de la proactivité sur les performances du conducteur au travers d'une étude longitudinale est un moyen de clarifier les contours de la proactivité et de son implantation dans les IHM en identifiant les caractéristiques fonctionnelles et non-fonctionnelles pouvant impacter les performances et contribuer au développement des compétences de conduite.

L'application apprenante et proactive évaluée est une application embarquée sur le système multimédia Renault, appelée « Driving Coach ». Cette application présente pour objectif premier d'aider le conducteur à anticiper des dangers de conduite sur ses itinéraires habituels, grâce à la fonctionnalité PDS pour *Personal Dangerous Spots*. De manière contextuelle et autonome, l'application affiche des suggestions personnalisées au conducteur, sans instruction explicite préalable. Ces suggestions correspondent à des zones appelées *Personal Dangerous Spots* et sont définies selon les endroits spécifiques où le conducteur a pour habitude de réaliser des freinages forts, des accélérations fortes ou des virages serrés sur ses itinéraires habituels. Plus le conducteur réalise de trajets, plus l'application reconnaîtra les zones jugées dangereuses, et plus il recevra de suggestions lui permettant d'anticiper les PDS. Le but de la fonctionnalité est de prédire les PDS et de

prévenir le conducteur en amont de la zone de danger, pour l'aider à anticiper cette zone et ainsi adapter son style de conduite et éviter les freinages forts, accélérations fortes ou virages serrés. L'application « Driving Coach » se présente par ailleurs sous forme d'un challenge, où la fonction d'aide à l'anticipation de zones de dangers s'accompagne de récompenses à cumuler au fur et à mesure des zones de dangers maîtrisées par le conducteur. Ces éléments gamifiés visent à procurer des interactions plus agréables et à induire davantage le comportement des conducteurs (Marache-Francisco & Brangier, 2015).

En d'autres termes, le but de l'application est d'aider le conducteur à adopter une conduite toujours plus souple grâce à la fonctionnalité de prédiction de zone de danger et tout en étant stimulé par les récompenses à collecter au fur et à mesure de ses interactions avec l'application.

Au travers d'une étude longitudinale, nous étudierons la problématique suivante : Quel est l'impact d'une application proactive apprenante d'aide à la conduite sur la performance de conduite ? Pour ce faire, nous étudierons l'efficacité de l'application quant à 1/ l'aide à l'amélioration du style de conduite, 2/ la capacité à anticiper des zones de danger. Dans le cadre de cette communication, nous appréhenderons la notion de performance de conduite dans son ensemble, sous son sens anglo-saxon de « réalisation » de l'activité de conduite (Forzy, 2004).

3.2 Echantillon et recrutement

Au total, 15 conducteurs, tous employés au sein de la société Renault se sont portés volontaires pour participer à notre étude 15 conducteurs volontaires (12 hommes et 3 femmes, âge moyen = 50,9 ans). Les participants ont été recrutés selon les conditions suivantes : 1/ Etre familier de l'environnement R-Link (Système multimédia Renault embarqué dans les véhicules), 2/ Avoir la connectivité embarquée pour pouvoir installer puis utiliser l'application « Driving coach », 3/ Ne pas partager le véhicule avec un autre conducteur, 4/ Réaliser tous ses itinéraires avec le même véhicule

Afin de recueillir des données hétérogènes et complémentaires sur l'usage de l'application, les 15 conducteurs ont eux-mêmes été répartis en 2 groupes :

- Le groupe 1, constitué de 6 participants avait pour consigne d'utiliser quotidiennement l'application et de tenir un journal de bord durant les 6 semaines de test. Ils ont été interviewés toutes les deux semaines afin de les faire verbaliser au sujet de leur usage de l'application.
- Le groupe 2, constitué de 9 participants avait pour consigne d'utiliser librement l'application. Ils ont été interviewés uniquement à la fin de la période de test.

3.3 Matériel et équipement

Le matériel expérimental se compose de :

- L'application « Driving Coach », installée dans le véhicule de chacun des participants des groupes 1 & 2,
- Une feuille de consentement, permettant l'accès aux données véhiculaires des participants pour les 6 semaines de test,
- Un tableau de bord uniquement accessible aux examinateurs, permettant de visualiser les données véhiculaires recueillies durant la phase de test et de visualiser l'évolution des freinages, accélérations et virages réalisés par les participants.

3.4 Test longitudinal

En début de test, il a été demandé aux participants de signer une feuille de consentement, nous accordant le recueil des données véhiculaires pour la période de test, sous la condition de l'anonymisation de ces mêmes données. Durant 6 semaines, il a été demandé aux 15 conducteurs volontaires de réaliser leurs trajets habituels avec pour seule consigne d'utiliser l'application « Driving Coach » préalablement installée dans leur véhicule.

Au cours de l'étude, deux types de mesures ont été réalisées: 1/une mesure objective portant sur l'évolution du style de conduite, à partir des capteurs véhiculaires, 2/ une mesure subjective

portant sur l'expérience vécue à partir des techniques d'entretiens d'explicitation et de remise en situation (Vermersch, 1994 ; Light, 2006), afin d'identifier les caractéristiques de l'application influençant les performances de conduite. Ces deux mesures ont été réalisées dans le but de répondre à la problématique suivante : Quel est l'impact d'une application apprenante et proactive d'aide à la conduite sur la performance de conduite ?

3.4.1. Mesure objective de l'évolution du style de conduite

La première mesure réalisée est celle de l'évolution du style de conduite. Cette première mesure vise à répondre aux deux sous-problématiques suivantes :

- Quelle est l'efficacité de l'application apprenante et proactive sur l'évolution du style de conduite ?
- Quelle est l'efficacité de l'application dans l'aide l'anticipation des évènements jugés dangereux pour son activité de conduite ?

Il s'agit pour ces deux sous-problématiques de mesurer l'efficacité de l'application « Driving Coach » dans l'aide à l'anticipation d'évènements dangereux.

3.4.2. Mesure subjective sur l'expérience vécue durant l'usage de l'application

La deuxième mesure réalisée est celle de l'expérience vécue des participants durant les 6 semaines de test. Cette mesure repose sur le recueil de verbatims post-test par entretien d'explication avec les 15 participants. C'est une mesure subjective permettant d'identifier les caractéristiques fonctionnelles et non-fonctionnelles de l'application ayant contribué à modifier la performance de conduite des participants sur la période de test.

4 RESULTATS

4.1. Analyse des données quantitatives

4.1.1. Mesure de l'évolution globale du style de conduite

Pour mesurer l'évolution globale du style de conduite des participants au cours de la période de test, nous avons calculé un indice pour chaque participant, fondé sur les évènements dangereux réalisés durant ses trajets (freinage fort, accélération forte, virage serré) et fondé sur la distance totale parcourue. La mesure des évènements dangereux réalisés a pu être possible grâce au recueil des données véhiculaires. Cet index que l'on nomme Index d'insécurité est donc un ratio calculé de cette façon : Somme des évènements dangereux / Distance totale parcourue. Plus l'index d'insécurité est élevé, plus le style de conduite est jugé à risques. L'index de sécurité a été mesuré pour chaque participant, à 3 étapes de la période de test : après une semaine, 3 semaines et 6 semaines de test.

Cette analyse des index d'insécurité mesurés pour chaque participant, indique une dégradation constante du style de conduite. En effet, les résultats soulignent une détérioration moyenne du style de conduite tout au long des 6 semaines de test (Fig. 1, Fig. 2). D'après ces données, plus les participants utilisent l'application, plus ils réalisent d'évènements dangereux comme des freinages forts, accélérations fortes ou virages serrés, alors que l'application présente pour objectif premier d'aider le conducteur à anticiper ces zones de danger.

User	After 1 week of test	After 3 weeks of test	After 6 weeks of test
1	0.21	0.52	0.58
2	0,55	1,51	1,59
3	0,81	0,7	0,94
4	0,32	0,56	0,60
5	0,57	0,69	0,67
6	0,55	0,61	0,58
7	0,91	1,24	1,46
8	0,44	0,95	0,76
9	1,40	1,37	1,79
10	1,13	1,69	1,80
11	0,63	0,49	0,68
12	0,87	0,74	0,76
13	1,88	1,84	1,99
Average	**0,79**	**0,99**	**1,09**

Figure 1 : Index d'Insécurité pour chaque participant selon les 3 périodes de test

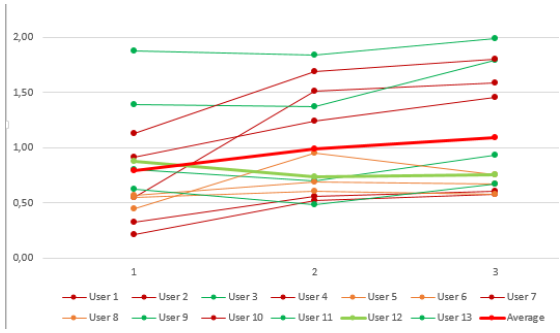


Figure 2 : Graphique de l'évolution du style de conduite individuel selon les 3 périodes de test

Selon les résultats recueillis, l'usage de l'application « Driving Coach » n'a pas contribué à améliorer les performances de conduite durant la période de test.

4.1.2. Mesure de l'anticipation des évènements dangereux

Lorsque l'on regarde plus en détail les résultats concernant l'usage de l'application, force est de constater que la fonctionnalité PDS n'a pas permis d'anticiper efficacement les zones de danger prédites par l'application et suggérer sur le système multimédia. En effet, parmi les suggestions envoyées aux participants au sujet des zones de danger, seulement 61% des suggestions ont été prises en compte par les participants. Ce qui veut dire que les conducteurs adaptaient leur style de conduite dans seulement 61% des cas où recevaient des alertes sur des zones dangereuses. A contrario, dans 39% des cas où les conducteurs recevaient ces mêmes alertes, ils n'adaptaient pas leur style de conduite et par conséquent ne parvenaient pas à maîtriser les zones de danger, ce qui témoigne d'un manque d'efficacité de la fonction d'aide à l'anticipation de zones de danger.

Deux explications permettraient de justifier ce manque d'efficacité :

- Difficultés de perception des suggestions : les participants auraient pu ne pas prêter attention à l'information affichée
- Volonté d'ignorer les suggestions : les participants auraient pu juger les informations affichées inutiles à leur activité de conduite

Une mesure subjective complémentaire par entretien d'explicitation avec les participants permet donc de confirmer ces explications et de préciser les causes du manque d'efficacité de l'application dans l'aide à l'amélioration de la performance de conduite.

4.2. Analyse des données qualitatives

La mesure subjective de l'impact de l'application « Driving Coach » sur la performance de conduite résulte des entretiens d'explicitation menés avec les participants à la fin de la période de test. Les entretiens d'explicitation avaient pour but d'aider les participants à se remémorer précisément les évènements et situations vécues durant la période de test, afin de les faire verbaliser sur leurs impressions et leur ressenti à l'égard de l'application. Cette méthode a permis d'identifier 5 grandes catégories de caractéristiques fonctionnelles et non-fonctionnelles de l'application, responsables d'une détérioration des performances de conduite durant le test.

- **Manque de robustesse de l'application :** *« Quand tu sors d'une zone de danger et qu'il te dis de faire attention dans 50 mètres alors que ça fait 3 km que tu en es sorti, c'est pénible » ; « si je reçois une information qui me dit d'être vigilant dans les prochains virages alors que je suis déjà dedans, je ne vais plus faire attention aux autres messages parce qu'à chaque fois c'est trop tard » ; « il y a des endroits où je reçois des alertes mais ce sont des endroits où je ne peux pas freiner comme je le voudrais ».*

- **Charge mentale et perceptibilité** : *« Quand tu reçois une suggestion, tu fais moins attention à ta route parce que tu regardes l'alerte, ça peut être dangereux »*
- **Manque de compréhensibilité de l'application** : *"J'ai le message d'alerte qu'une seule fois, je n'ai pas compris pourquoi je ne l'ai plus jamais vu, c'est dommage » ; « parfois avec exactement la même façon de conduire l'appli ne me disait rien et parfois elle se réveillait et ne faisait que de me dire de faire attention. On comprend pas alors on ne fait plus attention »*
- **Manque de personnalisation** : *« Peut-être que ça pourrait envoyer des alertes que tu pourrais toi-même personnaliser, ça serait plus user-friendly » ; « j'aurais bien aimé pouvoir paramétrer mes zones d'alerte »*

Les entretiens d'explicitation mettent en avant des propos négatifs liés en premier lieu à un manque de robustesse de l'application. D'après les verbatims recueillis, cet élément problématique se traduit par un manque de compatibilité temporelle et un manque de contextualisation de l'information. A savoir, les alertes n'arrivent pas au moment opportun de l'activité de conduite, ce qui induit des difficultés voire incapacités à percevoir les informations et donc anticiper les zones de danger. D'autre part, des éléments problématiques liés à la charge mentale des informations, au manque de compréhensibilité du comportement de l'application et au manque de personnalisation sont mis en évidence par les verbatims recueillis, qui révèlent par ailleurs de vrais problèmes d'interaction entre les conducteurs et l'application apprenante et proactive. Ces 4 premières catégories d'éléments apparaissent comme des causes majeures ayant conduit les utilisateurs à ignorer les messages d'alerte et donc à ne pas chercher à améliorer leur style de conduite.

- **Gamification de l'application** : *« Des fois j'ai modifié mon style de conduite de manière délibérée pour voir si en passant moins vite j'avais pas de pénalités ou si en passant plus vite j'en avais une » ; « j'ai eu plusieurs situations de conduite où avec le mode challenge, le but de faire plus de points était plutôt contraire à l'effet recherché »*

Cette 5ème catégorie de propos, relatifs aux éléments gamifiés de l'application, faisant références aux caractéristiques non-fonctionnelles de l'application a particulièrement retenu notre attention. En effet, ces éléments de design interactif et de récompenses semblent avoir contribué à la détérioration des performances de conduite, par le biais des récompenses, incitant les participants à provoquer l'application et à en tester les limites. De plus, ce comportement est cohérent avec le manque de compréhension de l'application évoqué par les participants, qui ont cherché à comprendre le fonctionnement et les limites du système apprenant et proactif.

5 DISCUSSION ET CONCLUSION

Globalement, l'application apprenante et proactive « Driving Coach » n'a pas contribué à améliorer les performances de conduite au cours de la période de test. Les résultats issus des mesures objectives ont révélé un impact négatif de l'application sur le style de conduite des participants au cours de la période de test. Cet impact négatif résulte d'un manque d'efficacité de l'application, qui s'est traduit par une détérioration du style de conduite au cours de la période de test, et par des difficultés à anticiper les évènements dangereux prédits par l'application.

Par ailleurs, les mesures subjectives permettent d'identifier plus précisément les causes de cet impact négatif sur les performances de conduite. En effet, les verbatims mettent en évidence l'impact négatif de certains éléments problématiques propres aux caractéristiques de l'application, tels que la robustesse de l'application et l'incompatibilité temporelle des informations avec la tâche, le manque de compréhensibilité des messages d'information ou encore le manque de personnalisation des suggestions, ainsi que la charge mentale induite par le traitement des informations. Ces 5 catégories d'éléments problématiques identifiés à l'égard des caractéristiques fonctionnelles et non-fonctionnelles de l'application font par ailleurs écho aux principes ergonomiques fondamentaux de conception et d'évaluation des IHM.

En conclusion, cette communication met en avant la nécessité de prendre en compte le besoin de compatibilité temporelle et de contextualisation de l'information, tout comme le besoin de personnalisation, de compréhensibilité et de respect de charge mentale dans un processus de conception d'applications proactives apprenantes. Il apparaît en effet que ces éléments ont un impact majeur sur la performance de conduite, mais également sur l'expérience de conduite et la satisfaction de l'utilisateur sur un long terme. L'intérêt méthodologique réside premièrement dans l'aspect longitudinal qui permet de prendre en considération la temporalité dans le processus d'usage d'une application proactive apprenante, elle-même évoluant au cours de l'usage. Deuxièmement, la mesure par entretiens d'explicitations permet par ailleurs de souligner l'impact de l'usage de l'application sur la performance de conduite, mais surtout d'en identifier les causes majeures, ainsi que d'étudier le ressenti et les émotions de l'utilisateur.

Toutefois, de plus amples recherches avec un échantillon de participants plus grand permettront de confirmer l'importance des principes évoqués et de mesurer quantitativement et statistiquement l'impact de l'application sur la performance de conduite.

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Allen, T. H., Lunenfeld, H., Alexander, G. J. (1971). Drivers Information Needs, *Highway Research Board*, 36, 715-729.

Bader, R. (2013). *Proactive Recommender Systems in Automotive Scenarios* (thèse de doctorat, Université de Munich, Allemagne).

Brangier, E. (2002). L'assistance technique comme forme de symbiose entre l'homme et la technologie, Esquisse d'un modèle de la symbiose homme-technologie-organisation. *Revue d'Interaction Homme-machine/Journal of Human-Machine Interaction*, 3(2), 19-34.

Brangier, E., Dufresne, A., & Hammes-Adelé, S. (2009). Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique. *Le Travail Humain, 72(4),* 333-353.

Brangier, E., Hammes-Adelé, S., & Bastien, J.M.C. (2010). Analyse critique des approches de l'acceptation des technologies : de l'utilisabilité à la symbiose humain-technologie-organisation. *European Revue of Applied Psychology. Revue européenne de psychologie appliquée,* 60, 129–146.

Brangier, E., Robert, J.-M. (2010). *Manifeste pour l'ergonomie prospective : anticiper de futures activités humaines en vue de concevoir de nouveaux artefacts*. Proceedings of the 22nd Conference on l'Interaction Homme-Machine (pp. 57-64). Luxembourg : ACM.

Forzy, J.F. (2004). *Conduite automobile et conception ergonomique*. In P. Falzon (Eds), Ergonomie (pp. 647-664). Paris : PUC.

Light, A. (2006). Adding method to meaning. A technique for exploring people's experience with technology. *Behaviour and Information Technology*, 25, 175-187.

Malaterre, G., Saad, F. (1986). Les aides à la conduite ; définitions et évaluation. Exemple du radar anti-collision. *Le Travail Humain*, 49(4), 333-346.

Marache-Francisco, C., Brangier, E. (2015), Gamification and human machine interaction : a synthesis, *Le Travail Humain*, 78,(1), 165-190.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains.* Paris, Armand Colin.

Salovaara, A., Oulasvirta, A. (2004). *Six modes of proactive resource management*. Proceedings of the third Nordic conference on Human-computer interaction - NordiCHI '04.

Vermersch, P. (1994). L'entretien d'explicitation. Paris, France : ESF.

Villame, T., Theureau, J. (2001). Contribution of a « comprehensive analysis of human cognitive activity to the advanced driving assistance devices design, CSAP'01, 23-26 septembre, Munich, Germany.

ÉPIQUE 2017 : Les technologies embarquées : quelles incidences sur l'activité et les compétences des conducteurs routiers

Tamari Gamkrelidze
Laboratoire GRePS (EA 4163) Université Lumière Lyon 2
5 avenue Pierre Mendès-France, 69676 Bron
tamari.gamkrelidze@univ-lyon2.fr

Marc-Eric Bobillier-Chaumon
Laboratoire GRePS (EA 4163) Université Lumière Lyon 2
5 avenue Pierre Mendès-France, 69676 Bron
marc-eric.bobillier-chaumon@univ-lyon2.fr

Catégorie de soumission : communication courte

RÉSUMÉ

L'étude s'intéresse aux incidences des systèmes d'informatique embarquée (SIE) sur l'activité des conducteurs routiers de marchandises. En utilisant des méthodes qualitatives, elle cherche notamment à démontrer en quoi ces technologies sont néfastes pour les chauffeurs et leur activité. Les résultats présentent les SIE comme étant prescriptifs et contraignants pour les conducteurs : ils affectent les conditions d'exercice du métier, restreignent le pouvoir d'agir et l'autonomie des chauffeurs et redéfinissent des compétences requises pour la réalisation de l'activité. En définitive, ces technologies ne sont pas acceptées car vident l'activité de son sens alors qu'elles sont censées la suppléer et l'assister.

MOTS-CLÉS
Activité, conducteur routier, compétences, nouvelles technologies, SIE

1 INTRODUCTION

L'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) et particulièrement, des systèmes d'informatique embarquée (SIE) par des entreprises de transport routier connaît une croissance exponentielle ; conduisant à transformer profondément le métier des chauffeurs. Deux types d'utilisateurs des SIE peuvent être distingués : l'employeur et le conducteur. Les travaux existants (De Saint Laurent-Kogan, 2013, 2014 ; Brodersen, 2014 ; Levy, 2015) révèlent l'utilisation des TIC par l'employeur comme des outils de surveillance, de contrôle et de régulation de l'activité. Cette utilisation des technologies est un moyen pour faire face aux exigences temporelles, ce qui engendre un flux tendu et transforme l'activité des conducteurs. Par ces outils, l'employeur a désormais accès aux informations et à la connaissance concernant l'activité des chauffeurs. Une communication est aussi rendue permanente entre le conducteur et son employeur. *De facto*, les conducteurs perdent leur marge de manœuvre. De plus, ces informations produites, accumulées et synthétisées grâce aux technologies viennent supplanter les connaissances et les compétences de ces chauffeurs acquises durant plusieurs années d'expérience. Ces dispositifs sont nommés par Frenckel, Korczynski, Shire & Tam (1998) des systèmes info-normatifs, c'est-à-dire des dispositifs capables à la fois de déterminer le travail à faire et d'évaluer celui réalisé.

Dans cette étude, nous cherchons à comprendre comment les SIE peuvent transformer les pratiques professionnelles des conducteurs et par conséquent, quelles sont les compétences requises pour faire face à cette évolution. Ces outils sont alors abordés du point de vue des conducteurs et de leur activité.

Nous supposons ainsi que les SIE influeraient sur les pratiques des conducteurs en générant des contraintes pour ceux-ci, aboutissant à une faible acceptation de ces dispositifs. De plus, les transformations technologiques pousseraient les conducteurs à remettre en question leurs compétences, soit en les réadaptant aux nouvelles exigences de leur métier, soit en développant des nouvelles.

2 METHODOLOGIE

Dans notre étude, deux phases d'analyse complémentaires sont menées. Dans la première partie de la démarche, déployée auprès des conducteurs et de leur activité, nous utilisons les méthodes qualitatives. L'objectif est de restituer au plus près de l'activité et les expériences réelles dans l'utilisation des SIE. Différentes techniques sont triangulées afin de compenser les difficultés d'accès au réel de l'activité. Il s'agit des entretiens inspirés de la méthode d'instruction au sosie (Clot, 2008), la technique des incidents critiques (Flanagan, 1954), la méthode d'auto-confrontation (Clot, 2008) à laquelle était associée une méthode d'exploration plus subjective de l'activité, inspirée de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1991). La population interrogée compte 11 conducteurs, âgés entre 25 et 61 ans, et avec une expérience professionnelle de 15 ans en moyenne. Nous reconstituons ainsi le déroulement de leur activité, l'usage qu'ils font des SIE et la façon dont ces outils, peuvent soutenir, fragiliser, voire empêcher l'activité. La deuxième étape complémentaire consiste à rencontrer cinq responsables des entreprises de transport routier afin de comprendre leurs stratégies mais aussi leurs enjeux vis-à-vis de la mise en place de technologies embarquées.

3 RESULTATS

3.1 Les technologies méconnues par les conducteurs

Nos analyses des chronogrammes reconstitués de l'activité des conducteurs (cf. Figure 1) mettent en avant que cette activité ne se limite pas à une conduite des véhicules. En effet, les conducteurs doivent par exemple s'occuper de leur camion et des papiers administratifs. Ils sont également amenés à côtoyer différents clients lors des livraisons. En plus des compétences techniques, des compétences relationnelles sont alors nécessaires : *« être aimable avec le client ça ça joue énormément »*.

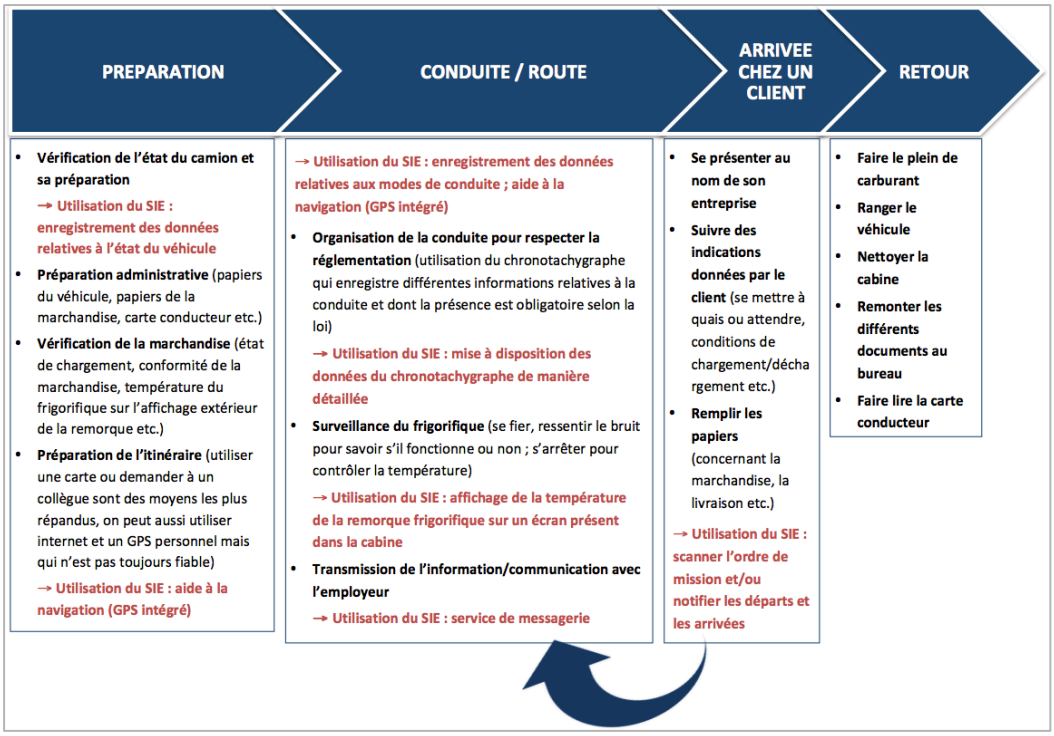


Figure 1 : Chronogramme synthétique de l'activité des conducteurs

Nous observons également l'absence d'utilisation des SIE dans ces pratiques réelles des conducteurs. En effet, l'utilisation des technologies est presque inexistante dans le déroulement de l'activité. Sur la figure 1, nous pouvons distinguer l'usage attendu des SIE (en rouge) aux différentes étapes de leur activité et qui ne se traduit pas toujours en usage effectif.

De prime abord, cette absence d'utilisation des outils technologiques peut s'expliquer par deux choses :

- Les connaissances des conducteurs relatives à l'existence des fonctionnalités des SIE s'avèrent limitées. La fonctionnalité la plus connue par les conducteurs est celle de la géolocalisation simple qui est la plus utilisée par les entreprises. Des connaissances techniques concernant ces outils sont également peu répandus chez les chauffeurs : *« je sais pas grand chose, je sais très bien qu'ils savent très bien où vous êtes, localiser à tout moment, bah c'est tout ce que je sais ».*
- Les fonctionnalités des SIE mises à disposition varient selon l'employeur. En effet, elles sont sélectionnées par les entreprises de transport et leur utilisation est en général imposée. L'emploi du service de messagerie est une illustration de cette prescription : dans certaines entreprises, les conducteurs doivent valider l'ordre de mission transmise via ce service de messagerie pour pouvoir accéder à d'autres missions.

3.2 Les effets négatifs des SIE sur les conducteurs et leur activité

L'inexistence de l'utilisation des technologies dans le déroulement de l'activité peut aussi être liée aux incidences négatives générées par ces outils sur les pratiques des conducteurs. Nous évaluons ces incidences à travers les dimensions de l'acceptation située (Bobillier-Chaumon, 2016).

Renvoyant à la dimension organisationnelle, les technologies sont représentées comme des moyens de régulation et de contrôle de l'activité des conducteurs : *« j'ai pris une route moins bien fréquentée je me suis dit bon je préfère prendre une route qui, effectivement allonger et… j'ai eu un coup de téléphone pour me dire qu'est-ce que je faisais je dis je roule (rire) tout simplement »*. Ceci est dû à une transmission des informations (celles relatives aux itinéraires et à la conduite) à l'employeur en temps réel. Ce facteur génère des effets négatifs comme la perte de légitimité et du pouvoir pour ces chauffeurs ainsi que le sentiment d'être surveillé de façon permanente : « *on a l'impression que… y a une camera et que le patron il nous surveille dans le camion quoi »*.

Au niveau de la dimension individuelle, nous observons l'intensification du travail des conducteurs et l'émergence de charges émotionnelles négatives : *« j'suis pas faignant sur les heures, je peux faire, mais après que je soit tracé… j'y crains un peu quand même ».* Le flux tendu et le contrôle de l'activité affaiblissent les relations dans le collectif, par exemple en empêchant les conducteurs de s'arrêter pour partager des moments avec leurs collègues. Ces dispositifs ont donc une incidence sur la dimension relationnelle : *« avant t'avais le temps […] j'sais pas t'avais un collègue il était crevé au bord de la route, tu t'arrêtais, maintenant tu t'arrêtes plus tu klaxonnes tu passes tout droit ».*

D'un point de vue identitaire et professionnel, les SIE sont à l'origine de la perte de sens au travail, de la perte des compétences et d'un style professionnel contrarié. Les chauffeurs se sentent jugés et évalués, sur la base d'indicateurs déconnectés de leur réel, par une « autorité » qu'ils ne reconnaissent pas : *« le camion il te note tout seul et tout* […] *ah il va tout te dire ce que t'as fait de bien ou de pas bien ».* Ces dispositifs participent également dans la déqualification des conducteurs : désormais, ils disposent des compétences nécessaires pour la conduite du véhicule. *De facto*, le conducteur devient facilement remplaçable. De plus, l'intérêt que les chauffeurs portent à leur métier s'affaiblit. En effet, ils ont l'impression d'être au service et à l'écoute d'outils qui nient leurs expériences et expertises acquises : *« On fait plus grand-chose à part surveiller et obéir aux cadrans »*. Ainsi, le style de conduite - compétence spécifique et particulière de chaque conducteur - procurant reconnaissance et identification forte au métier, se trouve dès lors standardisé par ces systèmes. De ce fait, cet environnement génère les conséquences contradictoires aux valeurs du métier, à savoir la liberté, l'autonomie et la solidarité : *« c'est un peu, une sorte de liberté, sans l'être*

pace que maintenant, on est suivi, à 2 mètres près où 1 mètre près, mais bon on essaye de faire en sorte qu'on le sait pas (sourire) ».

4 DISCUSSION

Notre recherche vise à comprendre les incidences des SIE sur les pratiques professionnelles des conducteurs afin de mettre en évidence la transformation des compétences nécessaires pour leur métier.

Nos résultats démontrent que n'apportant pas de sens à l'activité, les technologies ont des difficultés pour s'y intégrer. Ces technologies occuperaient alors une place secondaire dans les pratiques professionnelles des chauffeurs. Ce rejet est notamment lié aux nombreuses incidences négatives des SIE sur les conducteurs mais aussi sur leur travail. En prescrivant le travail à faire et le style de conduite, mais aussi en supervisant l'activité, les SIE ne sont pas perçus comme des partenaires du chauffeur. En incarnant et représentant physiquement l'entreprise dans l'espace de travail, ces technologies deviennent une menace pour l'autonomie du conducteur.

Par ces atteintes à l'activité, ces outils s'avèrent peu acceptés dans la profession, car elles réduisent, voire empêchent le maintien et le développement de pratiques professionnelles autonomes, constituant le socle identitaire de ce métier. Les compétences se modifient en conséquence : l'autonomie et les savoir-faire dans l'organisation des itinéraires ou encore dans la gestion des livraisons, ne sont plus un atout depuis que l'environnement technologique prend en charge ces tâches. La conduite change également car elle est à présent dictée par la machine. Toutes ces compétences importantes dans la façon d'exercer le métier deviennent alors secondaires et dévalorisées car prises en charge par le dispositif. Les compétences demandées aux conducteurs sont désormais l'obéissance et l'adaptation aux ordres du système, et non plus la conception et la création de leur activité dans les circonstances et selon les contingences particulières du métier.

Ces transformations requièrent la remise en question de la place et du rôle des SIE dans l'activité des conducteurs, afin que ces dispositifs deviennent capacitants. Autrement dit, qu'ils soient propices à l'exécution des projets de l'individu, à la mise en œuvre et la reconnaissance de ses compétences et au renouvellement de son activité.

5 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. http://doi.org/10.1016/j.pto.2016.01.001

Brodersen, M. (2014). Chauffeur routier : les temps comptés d'un métier ? Idéaux professionnels et mobilisations collectives en question. *Travail, Emploi, Formation*, *12*, 13-30. http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris: Presses universitaires de France.

De Saint Laurent-Kogan, A.-F. (2013), Lost in transportation : Visibilité du fret, invisibilité sociale. *Communication et Organisation*, *44*, 17-28.

De Saint Laurent-Kogan, A.-F. (2014), Dispositifs numériques embarqués : pratiques communicationnelles et quête de reconnaissance. Le cas des conducteurs routiers de marchandises. In *Science-Conf. Actes du XIXème Congrès de la Sfsic*. Toulon.

Flanagan, J. C. (1954), The Critical Incident Technique. *Psychological Bulletin*, *51*(4), 45-60.

Frenkel, S., Korczynski, M., Shire, K. & Tam, M. (1998). Beyond bureaucracy? Work Organisation in Call Centres. *The International Journal of Human Ressource Management, 9*(6), 957-979.

Levy, K. E. C. (2015). The Contexts of Control: Information, Power, and Truck-Driving Work. *Information Society : An International Journal*, *31*(2), 160-174. http://doi.org/10.1080/01972243.2015.998105

Vermersch, P. (1991). L'entretien d'explicitation. *Les Cahiers de Beaumont*, *53*, 63-70.

Applicabilité et utilité perçues d'un guide réglementaire de sûreté nucléaire : points de vue des concepteurs et des représentants des futurs utilisateurs

Julie Albentosa
Institut de recherche biomédicale des armées
Département ACSO – Unité Sécurité des systèmes à risques
1 place Valérie André - BP 73
91220 Brétigny sur Orge Cedex (France)
julie.albentosaja@gmail.com

Anaïs Nouailles-Mayeur
Autorité de sûreté nucléaire
Direction des centrales nucléaires
15, rue Louis Lejeune
92120 Montrouge (France)
Anais.NOUAILLES-MAYEUR@asn.fr

Françoise Darses
Institut de recherche biomédicale des armées
Département ACSO – Unité Sécurité des systèmes à risques
1 place Valérie André - BP 73
91220 Brétigny sur Orge Cedex (France)
francoise.darses@intradef.gouv.fr

Anthony Vacher
Institut de recherche biomédicale des armées
Département ACSO – Unité Sécurité des systèmes à risques
1 place Valérie André - BP 73
91220 Brétigny sur Orge Cedex (France)
anthony.vacher@intradef.gouv.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Dans les industries à risque, une règlementation est souvent mise en place afin d'optimiser la sécurité. Cependant, la stricte application de cette règlementation n'est pas toujours adaptée en fonction des situations. L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a ainsi collaboré avec l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) pour élaborer un guide en sollicitant les avis des exploitants d'Installation Nucléaire de Base (INB) sur son contenu. L'objectif de notre étude était d'évaluer l'applicabilité et l'utilité perçues de ce guide en fonction des points de vue de 8 concepteurs (ASN / IRSN) et de 9 représentants des futurs utilisateurs du guide (exploitants d'INB), recueillis à partir d'un questionnaire auto-administré. Les résultats ont montré que, de manière générale, les concepteurs avaient un point de vue similaire à celui des exploitants d'INB, en estimant que le guide serait plutôt bien suivi par ses futurs utilisateurs. Ceci pourrait s'expliquer par le processus de concertation effectué entre les deux parties concernant le contenu du guide.

MOTS-CLÉS
Règles de sécurité ; sûreté nucléaire ; conception ; points de vue ; management des règles.

1 INTRODUCTION

Dans les industries à risques, l'approche dominante pour améliorer la sécurité repose majoritairement sur la conception de systèmes de règles (législation, normes, procédures et recommandations) et sur la mise en place d'un management qui vise à la conformité des comportements des opérateurs avec ces règles préétablies (Amalberti, Auroy, Berwick, & Barach, 2005 ; Daniellou, Boissières, & Simard, 2010). Si cette approche semble avoir montré son efficacité pour faire progresser la sécurité, ses limites sont également connues (Morel, Amalberti, & Chauvin, 2008 ; Fadier & La Garza, 2006 ; Bieder & Bourrier, 2013) :

- Cette approche se focalise sur les seuls risques et défaillances prévisibles, sans couvrir les situations imprévues auxquelles doivent faire face les professionnels ;
- Les comportements de conformité ne sont pas toujours la réponse optimale face à une situation à risque tandis que les comportements d'initiative peuvent s'avérer être des comportements sûrs ;
- La sécurité n'est pas garantie par les règles, mais par l'intelligence des professionnels qui seront capables de juger quand et comment les mobiliser et les adapter (ou non) aux circonstances locales. Or, la conception des règles est un processus décrit comme essentiellement descendant qui, généralement, ne prend pas suffisamment en compte l'expertise des professionnels ;
- L'accumulation des règles de sécurité contribue à accroître la complexité des systèmes, d'autant que pour nombre d'entre elles, leur efficacité n'est souvent pas prouvée ;
- Une prise en compte insuffisante de l'activité des professionnels et du fonctionnement réel des systèmes par les concepteurs des règles est un facteur évoqué de façon récurrente pour expliquer les problèmes que posent les règles aux professionnels qui doivent les appliquer.

Ainsi, si la conception des règles de sécurité est considérée comme une explication récurrente aux difficultés que rencontrent les professionnels qui ont à les appliquer, peu de recherches ont été menées sur leur processus de conception et la façon dont les contraintes des systèmes à risques sont prises en compte au cours de ce processus.

Dans ce contexte, nous proposons d'explorer l'applicabilité et l'utilité perçues d'un document prescripteur élaboré par une autorité de contrôle d'un système à risques et de comparer le point de vue des personnels impliqués dans le processus d'élaboration de ce document, selon qu'ils sont concepteurs au sein de l'autorité de contrôle ou représentants des futurs utilisateurs.

Nous faisons l'hypothèse que, par rapport aux représentants des futurs utilisateurs, les concepteurs pourraient avoir tendance à surestimer le suivi de leur document prescripteur et à sous-estimer les contraintes et les difficultés associées à sa mise en œuvre.

2 MILIEU D'IMPLEMENTATION ET METHODOLOGIE

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet de recherche plus large qui visait à mieux comprendre la conception de la composante réglée de la sécurité globale des systèmes à risques. Elle a reçu un avis favorable du Comité d'évaluation éthique de l'INSERM (CEEI / IRB00003888 du 8 mars 2016).

2.1 Milieu d'implémentation

L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) est l'autorité administrative indépendante qui assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés aux activités nucléaires. Depuis

2008, l'ASN est engagée dans un programme de refonte de la réglementation générale applicable aux Installations nucléaires de base (INB) qui comprend l'élaboration de décisions réglementaires générales (documents prescripteurs juridiquement contraignants destinés à compléter les modalités d'application des décrets et des arrêtés) et d'un nombre similaire de guides (documents prescripteurs sans caractère juridiquement contraignant mais ayant pour objet d'expliciter la réglementation et de décrire les pratiques que l'ASN juge satisfaisantes). Le document prescripteur retenu pour notre étude est le guide « Conception des Réacteurs à eau sous pression (REP) », élaboré conjointement avec l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Après une première phase de rédaction et de validation du projet de guide en interne, l'ASN a organisé une série de réunions de concertation auxquelles ont été conviés les exploitants d'INB (représentants des futurs utilisateurs du guide). Les discussions autour du guide ont permis à l'ASN de bénéficier du retour d'expérience et des compétences des exploitants d'INB.

2.2 Participants

L'étude a été menée auprès de 17 personnels impliqués dans le processus d'élaboration du guide « Conception des Réacteurs à eau sous pression (REP) » : 8 concepteurs du guide (ASN / IRSN) et 9 exploitants d'INB représentant les concepteurs d'INB qui seront amenés à mettre en application le guide.

2.3 Matériel

Un questionnaire composé de trois parties a été conçu sur la base d'éléments connus dans la littérature pour contribuer au non suivi des règles (e.g., Amalberti, 2001 ; Amalberti et al., 2006 ; Rasmussen, 1997 ; Reason, 2008 ; Vacher, 2013). Ce questionnaire a ainsi permis d'explorer les facteurs susceptibles d'influencer le suivi des exigences et recommandations du projet de guide :

- La première partie comprenait des renseignements sociodémographiques (5 questions) ;
- La seconde partie comportait une estimation du suivi du guide par ses futurs utilisateurs à travers 3 questions :
    - le degré de suivi du guide était estimé sur une échelle de fréquence en six points (de jamais à toujours) ;
    - la proportion du contenu du guide qui sera mise en œuvre était estimée sur une échelle en six points de 1 (pas du tout, 0%) à 6 (en intégralité, 100%) ;
    - une question ouverte demandait aux participants de préciser les éléments du guide qui, selon eux, ne seront pas appliqués ;
- Et la troisième partie était constituée de 13 échelles d'accord de Likert, symétriques en 6 points allant de 1 (pas du tout d'accord) à 6 (tout à fait d'accord), qui exploraient neuf catégories de facteurs susceptibles d'influencer le suivi du guide :
    - Facteur n°1, la connaissance de l'existence du guide (1 item) ;
    - Facteur n°2, l'utilité perçue du guide (2 items) ;
    - Facteur n°3, la capacité du guide à optimiser les comportements des opérateurs (2 items) ;
    - Facteur n°4, le surcoût nécessaire à son application (2 items) ;
    - Facteur n°5, le système d'incitations mis en place en regard du guide (3 items) ;
    - Facteur n°6, l'existence d'une pratique alternative antérieure au guide (1 item) ;
    - Facteur n°7, l'existence d'un conflit avec d'autres textes règlementaires (1 item) ;
    - Facteur n°8, la tolérance des écarts en cas de conflit avec des objectifs de production (1 item) ;
    - et Facteur n°9, l'existence d'un retour d'information sur le suivi ou les effets du guide (1 item).

2.4 Procédure

Le recrutement des participants a eu lieu lors des 14 réunions de concertation entre les concepteurs du guide (ASN / IRSN) et les exploitants d'INB représentant les futurs utilisateurs du guide. Il leur était demandé de répondre à un questionnaire auto-administré adressé par courrier électronique (durée de remplissage d'environ 15 minutes).

2.5 Analyse des données

L'effet du groupe (concepteurs du guide vs. exploitants d'INB) sur le point de vue des participants vis-à-vis du suivi du guide et des variables susceptibles d'influencer le suivi du guide a été calculé par un t de Student pour les données paramétriques et un U de Mann-Whitney pour les non paramétriques. Pour les corrélations entre les variables estimant le suivi du guide et les 9 facteurs susceptibles d'influencer ce suivi, un r de Bravais-Pearson était effectué pour les données paramétriques et un Rho de Spearman pour les non paramétriques. Le seuil de significativité était fixé à $p < .05$ pour l'ensemble des analyses statistiques.

Des statistiques descriptives ont été réalisées sur la question ouverte portant sur les éléments du guide susceptibles de ne pas être suivis.

3 RESULTATS

3.1 Effet du groupe sur l'estimation du suivi du guide et sur les 9 facteurs susceptibles d'influencer ce suivi

Aucun effet du groupe n'était observé sur l'estimation globale du suivi futur du guide ($t(16) = -.04$, *n.s*), ni sur sa fréquence d'application ($U = 34.50$, *n.s*), ou encore sur la proportion d'éléments qui seront suivis ($t(16) = -.33$, *n.s*), avec des scores élevés pour l'ensemble des participants (respectivement : $M = 4.88$, $SD = .67$; $M = 4.83$, $SD = .63$; $M = 4.94$, $SD = .77$), indiquant que le contenu du guide serait plutôt bien suivi.

Le groupe avait un effet significatif sur le facteur 4 ($t(16) = -2.23$, $p < .05$) (voir Tableau 1), les représentants des futurs utilisateurs ($M = 4.67$, $SD = .90$) étant davantage en accord avec l'existence d'un surcoût associé à l'application du guide que les concepteurs ($M = 3.62$, SD = 1.03).

Tableau 1. Effet du groupe sur les neuf facteurs susceptibles d'influencer le suivi du guide « conception des REP » par ses futurs utilisateurs.

Facteurs								
N°1	**N°2**	**N°3**	**N°4**	**N°5**	**N°6**	**N°7**	**N°8**	**N°9**
32.00	1.04	-.41	-2.23*	-1.54	-1.46	31.50	2.06	-1.03

Notes : les valeurs correspondent au t de Student pour les facteurs 2, 3, 4, 5, 6, 8 et 9, et au U de Mann-Whitney pour les facteurs 1 et 7.

* $p < .05$

3.2 Corrélations entre l'estimation du suivi du guide et les 9 facteurs susceptibles d'influencer ce suivi

Pour l'ensemble des participants, une corrélation positive était observée entre la fréquence d'application du guide et le facteur 6 ($r = .49$, $p < .05$). Les facteurs 7 et 8 étaient négativement corrélés au score global estimant le suivi du guide (respectivement, $r = -.60$, $p < .05$ et $r = -.74$, $p < .05$), à la fréquence d'application du guide (respectivement, $r = -.55$, $p < .05$ et $r = -.64$, $p < .05$), ainsi qu'à la proportion du contenu du guide qui sera appliqué (respectivement, $r = -.59$, $p < .05$ et $r = -.77$, $p < .05$). Un Rho de Spearman était calculé pour ces corrélations, hormis pour les corrélations entre le facteur 8 et la proportion du contenu du guide qui sera appliqué, et le facteur 8 et le score global estimant le suivi du guide.

En prenant en compte chaque groupe de participants séparément, les neuf facteurs susceptibles d'influencer le suivi du guide n'étaient pas significativement corrélés au score global estimant le suivi du guide, ni à la fréquence d'application du guide et ni à la proportion du contenu du guide qui sera

appliqué. Par soucis de concision, les résultats non significatifs ne sont pas indiqués ici. Cependant, pour les représentants des futurs utilisateurs du guide, le facteur 8 était négativement corrélé avec le score global de suivi du guide (r = -.80, $p < .05$) et la proportion du contenu du guide qui sera appliqué (r = -.88, $p < .05$).

3.3 Éléments du projet de guide perçus comme non applicables

Les réponses à la question ouverte concernant les éléments du guide qui ne seront pas appliqués ont pu être catégorisées (voir Tableau 2). Ainsi, pour les concepteurs du guide, plus d'un tiers des réponses (40%) considérait que tous ou quasiment tous les éléments du guide seraient suivis par les exploitants ; tandis que 60% des réponses indiquait que les éléments non applicables seraient ceux pour lesquels il n'a pas été obtenu de consensus entre concepteurs et représentants des futurs utilisateurs. Pour les représentants des exploitants, un tiers des réponses (44.44%) considérait également que tous ou quasiment tous les éléments du guide seraient suivis. A contrario, 55.6% de leurs réponses étaient que certains éléments bien ciblés dans le guide ne seraient pas appliqués (A, B, C, D et E dans le Tableau 2).

Tableau 2 : Pourcentage de réponses en fonction des parties du guide pensant ne pas être suivies.

	Aucune ou quasiment aucune	Lorsque non consensus entre concepteurs et exploitants	A	B	C	D	E	Total
Concepteurs	40	60	0	0	0	0	0	**100**
Exploitants	44.44	0	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	**100**

Notes : A = L'application du domaine d'extension du dimensionnement aux agressions, en particulier internes ; B = Les spécificités franco-françaises pouvant se justifier autrement ou étant très liées au design en cours de construction en France ; C = Partie 7 "Autre exigences spécifiques de conception" ; D = Les recommandations trop précises sur les moyens ; E = Les comparaisons avec des solutions alternatives non étudiées par le concepteur

4 DISCUSSION

Contrairement à nos attentes et à des travaux antérieurs (Veyrac, Cellier, & Bertrand, 1997), les résultats montrent que les concepteurs avaient un point de vue similaire à celui des exploitants d'INB sur le suivi du guide par ses futurs utilisateurs ainsi que sur les facteurs susceptibles d'influencer ce suivi, hormis pour l'estimation du coût (humain, financier, matériel) associé à la mise en œuvre du guide. Celui-ci était considéré comme plus important par les représentants des futurs utilisateurs que par les concepteurs. D'une manière générale, concernant les résultats aux questions fermées, tous les participants estimaient que les exigences et les recommandations du guide seraient plutôt suivies par ses futurs utilisateurs. Également, tous pensaient que ces exigences et recommandations seraient moins suivies : i) si elles étaient en conflit avec d'autres textes réglementaires, ou ii) si les écarts en cas de conflit avec des objectifs de production étaient tolérées.

Bien que la majorité des participants estimait que le guide serait plutôt suivi, les éléments du guide considérés comme non applicables par les futurs utilisateurs (question ouverte) étaient différents en fonction des participants. Ainsi, une majorité des réponses des concepteurs était qu'il s'agissait des éléments du guide pour lesquels aucun consensus n'avait été obtenu entre concepteurs et représentants des futurs utilisateurs ; tandis qu'un peu plus de la moitié des réponses des représentants des futurs utilisateurs ciblait des éléments bien particuliers du guide.

Également, l'absence d'accès direct aux futurs utilisateurs ne nous a pas permis de comparer le point de vue des futurs utilisateurs à celui de leur autorité de contrôle et de leurs représentants.

Malgré les faiblesses méthodologiques de cette étude limitée à 17 participants et au recours au seul questionnaire auto-administré, cette convergence des points de vue entre les concepteurs du guide et les exploitants d'INB pourrait résulter du long processus de concertation entre les deux parties durant de multiples réunions initiées par l'ASN. Le résultat de ce processus de concertation pourrait s'apparenter à une des premières étapes de ce que Terssac et Mignard (2011) nomment « la fabrique de la sécurité », processus de régulation social par lequel une initiative de sécurité

considérée initialement comme une « règle de papier » se transforme en une obligation sociale partagée. Cela permettrait ainsi d'éviter certaines limites du management visant à imposer les règles aux opérateurs qui doivent s'y conformer (Morel, Amalberti, & Chauvin, 2008 ; Fadier & La Garza, 2006 ; Bieder & Bourrier, 2013).

5 BIBLIOGRAPHIE

Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*, *37*(2-3), 109-126.

Amalberti, R., Auroy, Y., Berwick, D., & Barach, P. (2005). Five system barriers to achieving ultrasafe health care. *Annals of internal medicine*, *142*(9), 756-764.

Amalberti, R., Vincent, C., Auroy, Y., & Saint Maurice (De), G. (2006). Violations and migrations in health care: a framework for understanding and management. *Quality and Safety in Health Care, 15*(suppl 1), i66-i71.

Bieder, C., & Bourrier, M. (2013). *Trapping Safety Into Rules: How Desirable Or Avoidable is Proceduralization?*. Ashgate Pub.

Daniellou, F., Boissières, I., & Simard, M. (2010). *Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle: un état de l'art* (p. 125). FonCSI. Toulouse, France.

Fadier, E., & De la Garza, C. (2006). Safety design: Towards a new philosophy. *Safety Science*, *44*(1), 55-73.

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.

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science, 27*(2–3), 183-213. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0

Reason, J. T. (2008). *The Human Contribution: Unsafe Acts, Accidents and Heroic Recoveries*. Aldershot: Ashgate.

(De) Terssac, G., & Mignard, J. (2015). *Les paradoxes de la sécurité. Le cas d'AZF*. Presses universitaires de France.

Vacher, A. (2013). *Relation entre conception et usage des règles de sécurité : le cas des règles de sécurité des soins du parcours de l'opéré* (Doctoral dissertation, Paris 8).

Veyrac, H., Cellier, J. M., & Bertrand, A. (1997). Modèle de l'opérateur et modèle du prescripteur. Le cas des consignes de résolution de situations incidentelles pour les conducteurs de trains. *Le travail humain*, 387-407.

Quelle(s) relation(s) entre appropriation des technologies et transformation de pratiques dans les projets liés au développement durable en ergonomie et psychologie ergonomique ?

Organisation : Julien Guibourdenche [a], Magali Prost [b] & Gaëtan Bourmaud [c]

[a] ICD/TECH-CICO (UMR 6281 CNRS) - Université de Technologies de Troyes / julien.guibourdenche@utt.fr
[b] Université Paris Nanterre - CREF / magali.prost@parisnanterre.fr
[c] AXErgonomie & C3U - Paragraphe - Université Paris 8 / gaetan.bourmaud@univ-paris8.fr

PROBLEMATIQUE GENERALE ET OBJECTIFS DU SYMPOSIUM

Dans de nombreux projets concernés par le développement durable, l'appropriation de technologies est envisagée comme un objectif favorisant la transition vers des pratiques plus pérennes et soutenables. La psychologie ergonomique et l'ergonomie sont bien équipées conceptuellement et méthodologiquement pour travailler et concevoir à partir du concept d'appropriation, notamment avec l'existence d'approches dédiées (e.g. genèse instrumentale, cours d'action). On sait bien aussi les questions importantes et encore nombreuses que la conception pour l'appropriation pose en soi : caractérisation de l'activité sur le temps long, anticipation des évolutions possibles de l'usage, détournements d'usage, etc. Sa relation à la transformation de pratiques mérite tout autant d'attention : dans quelle mesure peut-on véritablement viser une transformation de pratiques via l'appropriation de technologies ? Qu'entend-on par « technologie », « transformation » et « pratique » ? Qu'impliquent nos approches de l'appropriation et de la transformation à propos de la technologie, de la technique et de la pratique ?

A travers 3 communications, l'objectif de ce symposium sera de poser des questions différemment et d'envisager des réponses possibles. Nous nous baserons sur des travaux en cours dans le cadre de projets liés au développement durable (ici pris au sens large), avec le souci d'apporter un étayage empirique aux propos développés.

Julie Lassalle, Anaïs Amelot, Christine Chauvin & Annabelle Boutet-Diéye présenteront leurs réflexions à propos des liens entre appropriation des technologies *smart-grids* et développement de pratiques de maîtrise des consommations en électricité à travers une approche ergo-sociologique. La dialectique entre innovation technologique et innovation sociale y sera notamment interrogée en regard des objectifs du développement durable.

Gaëtan Bourmaud évoquera les apports d'une approche systémique pour comprendre les ressources mobilisées/mobilisables et les systèmes de valeurs engagés par les acteurs de la permaculture. Il propose de considérer aussi l'intégration des connaissances ainsi produites dans la communauté des acteurs de la permaculture pour en favoriser et accompagner le développement.

Le domaine agricole sera aussi concerné dans l'étude en cours de Magali Prost, Lorène Prost et Marianne Cerf, à propos des échanges virtuels (sur un forum en ligne) entre agriculteurs comme soutien à la transformation de leurs pratiques professionnelles. Quels processus développementaux des pratiques professionnelles sont à l'œuvre dans ces échanges ? Quelle place de l'écrit dans ces transformations et l'appropriation de nouvelles pratiques ?

Lien entre appropriation des technologies smart-grids et développement de pratiques de maîtrise des consommations en électricité : une approche ergo-sociologique

Julie Lassalle [a], Anaïs Amelot [b], Christine Chauvin [a] & Annabelle Boutet-Diéye [b]

[a] Lab-STICC UMR CNRS 6285, Université Bretagne Sud
[b] Département LUSSI, Télécom Bretagne

MOTS CLES
Appropriation, smart-grid, approche interdisciplinaire, genèse instrumentale.

CONTEXTE : LE PROJET SOLENN

Les politiques publiques actuelles en matière d'optimisation de la gestion des ressources énergétiques envisagent une relation causale entre le déploiement d'un outil technologique et le développement de pratiques individuelles dites "raisonnées". L'introduction d'une technologie n'est en effet jamais neutre (Bobillier Chaumon, 2016) mais son incidence ne peut être présumée a priori. Dans le domaine de la gestion de la demande en électricité, des projets pilotes indiquent une incidence mitigée des technologies smart-grids sur les pratiques de maîtrise des consommations en électricité -MCE- (de 1% à 15% de réduction des consommations d'électricité, Darby, 2006 ; Fischer, 2008 ; Wallenborn, 2015). Ces résultats interrogent la relation dialectique de l'innovation technologique et de l'innovation sociale en faveur du développement durable.

Le projet SOLENN (SOLidarité ENergie iNnovation), financé par l'ADEME dans le cadre des investissements d'avenir, a pour objectif de déployer et tester sur quatre années consécutives cinq types de dispositifs smart-grids auprès de 975 foyers volontaires, circonscrits au périmètre de Lorient Agglomération. Un des intérêts du projet SOLENN est donc de permettre l'étude du processus d'appropriation d'une technologie smart-grid émergente et de son incidence potentielle sur le développement de l'activité de MCE.

Dans le cadre de cette étude longitudinale, une approche ergo-sociologique a été proposée pour identifier les freins et les leviers du processus d'appropriation et de son incidence sur les connaissances et pratiques domestiques en matière de MCE. Trois niveaux de focale ont été étudiés : un niveau micro (étude de la genèse instrumentale et des médiations corollaires, Rabardel, 1995), méso (étude de la construction sociale des usages et des pratiques sociales résultantes, Proulx, 2005) et macro (étude du processus de légitimation ou de disqualification sociétale de la technologie, Callon, 1986).

METHODE

La première session de l'étude longitudinale (année 1) a été conduite auprès de 19 foyers, la seconde session (année 2) est actuellement en cours de finalisation et a été menée à ce jour auprès de 15 foyers participants au projet SOLENN (sur la base du volontariat suite à un recrutement en porte-à-porte). La dernière session de l'étude sera réalisée en 2018. Les foyers rencontrés bénéficiaient dans le cadre du projet d'une technologie smart-grid associant le compteur Linky et une interface WEB offrant aux foyers une restitution détaillée de leurs consommations d'électricité (consommation globale et postes de consommation comme l'éclairage, la production d'eau chaude sanitaire ou le chauffage, par exemple).

L'étude du processus d'appropriation a été réalisée à partir (i) d'entretiens semi-directifs ; (ii) d'observations de l'activité d'utilisation *in situ* (utilisation « libre », c'est-à-dire non contrainte par une tâche prédéfinie et utilisation contrainte par la tâche) de la technologie proposée (interface de

restitution des données d'électricité) et ; (iii) de questionnaires d'évaluation de l'expérience d'utilisation des portails internet proposés (AttrakDiff2 construit par Hassenzahl, Burmester, & Koller, 2003, traduction et validation de la version française par Lallemand, Koenig, Gronier, & Martin, 2015). Afin de se rapprocher le plus possible des conditions réelles d'utilisation, l'ensemble des données a été recueilli au domicile des participant.es au cours d'une même session. Chaque session était d'une durée d'environ 2h.

PREMIERES TENDANCES ET DISCUSSION

A l'issue de la première étude réalisée (année 1), une genèse instrumentale de la technologie smart-grid, complète ou partielle (développement de schèmes d'utilisation, catachrèses et médiations épistémiques et/ou pragmatiques), a été observée pour seulement 26.3 % des foyers rencontrés (une absence totale de genèse est donc constatée pour 73,7 % des foyers). La seconde campagne d'étude (année 2) est en cours de finalisation, néanmoins, les premières tendances confirment ces résultats. Par ailleurs, une utilisation décroissante de la technologie est observée au sein de foyers pour lesquels une genèse instrumentale avait pu être constatée la première année. Ce constat semble indiquer une rupture dans le processus d'appropriation de la technologie smart-grid. Globalement, les résultats montrent, à ce jour, un usage des technologies qui tend à être sporadique, éphémère et conditionné par l'évènement (transformation de l'habitat, facturation inhabituelle, modification du parcours de vie – retraite par exemple-, etc.). Les technologies smart-grids proposées dans le cadre du projet SOLENN ne donnent pas, ou peu, lieu à une genèse instrumentale et a fortiori à une appropriation sociale. Du point de vue des niveaux micro et méso, ce résultat s'explique par (i) les capacités du système technologique proposé ; (ii) des attributs idiosyncrasiques (« profil » d'usagers, motivations et buts initiaux) et ; (iii) des caractéristiques du cadre social de l'individu. Ces trois tenseurs ont permis de mettre en avant des conditions effectives ou potentielles de genèse instrumentale des technologies smart-grids proposées dans le cadre du projet SOLENN.

Plus précisément, les capacités du système correspondent à son utilisabilité (facilité d'utilisation, flexibilité du système - possibilités de personnalisation -, adaptabilité au niveau d'expertise de l'utilisateur/trice - en matière de lecture de graphiques, de données électriques - etc.), son attractivité, la fiabilité des informations qu'il relaie, la crédibilité perçue de l'acteur fournissant le ou les systèmes technologiques, la privacité perçue des données et les sollicitations du système (par exemple, l'envoi de mails d'information ou de rappel de l'existence du site internet pour la restitution des données d'électricité du foyer).

Les attributs idiosyncrasiques correspondent d'une part, aux connaissances et croyances des individus concernant le fonctionnement de la technologie (comme système de communication ascendant - de l'usager aux acteurs du secteur de l'électricité - ; système de communication en réseau, etc.), les objectifs qu'elle remplit (la collecte et la mesure des consommations d'électricité, l'affichage des données de consommations électriques, etc.) ainsi que ses caractéristiques symboliques (par exemple, la croyance en un caractère « magique » de la technologie qui peut faire naître peur et/ou fascination). Le développement de savoirs, savoir-faire et dispositions sociales nécessaires à l'utilisation de la technologie par les usagers va ainsi dépendre de l'orientation symbolique, positive ou négative, qui lui est donnée et à la vision d'ensemble ou partielle de son fonctionnement technique (Millerand, 2003). Les attributs idiosyncrasiques correspondent, d'autre part, aux objectifs visés ou atteints dans le cadre de l'interaction avec la technologie (effective ou projetée) et aux buts et motivations que les individus poursuivent. Selon que ceux-ci sont extrinsèques (comme les buts matériels –diminution de la facture d'électricité par exemple -, ceux visant une reconnaissance sociale, etc.) ou intrinsèques (implication dans la communauté – participation à un effort collectif en matière d'optimisation de la gestion des ressources énergétiques par exemple -, développement de compétences, etc.), l'engagement dans l'action est pérenne ou superficiel (Laguardia et Ryan, 2000). Les représentations de la technologie et de son usage vont dépendre de l'ensemble de ces attributs idiosyncrasiques.

Les caractéristiques du cadre social de l'individu renvoient à ses pratiques domestiques antérieures (notamment quant au suivi des consommations d'électricité), à son rapport aux technologies de manière générale (ses pratiques, ses opinions), à ses réseaux de sociabilité - et à la manière dont ceux-ci interviennent dans l'usage de la technologie - ainsi qu'aux normes sociales en présence (par exemple, celle du développement durable). Selon que les représentations de la technologie sont ou non

cohérentes avec les caractéristiques du cadre social de l'individu, l'intégration de la technologie dans son environnement quotidien est favorisée ou freinée (Mallein et Toussaint, 1994).
Les résultats ont montré des capacités faibles des systèmes technologiques proposés (faible utilisabilité, attractivité, fiabilité des informations, etc.) ce qui constitue un frein à la genèse instrumentale. En-dehors de leur complexité d'utilisation et de leur coût élevé d'apprentissage, la question de l'utilisabilité pourrait avoir des effets délétères à plus long terme en matière de MCE. En effet, un feedback négatif (comme des échecs d'utilisation) pourrait alimenter un sentiment d'incompétence et par voie de conséquence, amoindrir la motivation intrinsèque de l'individu quant à son interaction avec la technologie, dans le cas où elle existe, et nuire ainsi à son engagement vis-à-vis d'elle de manière pérenne. A terme, cela pourrait aboutir à une disqualification sociétale de technologie. Par ailleurs, les résultats ont permis de faire émerger 3 tendances de « profils » d'utilisateur/trices : synthétique, analytique et systémique. Les individus pour lesquels une genèse instrumentale est observée à l'issue de la première étude (année 1) correspondent à 80% à un « profil analytique », la forme des technologies proposées leur permettant – partiellement ou en partie – d'atteindre leurs objectifs. Le « profil analytique » (ou « androïd ») est caractérisé par un apprentissage – en matière de MCE – vicariant (par expérimentation), autonome, avec l'expression d'un besoin d'informations de consommation d'électricité détaillées, personnalisables, manipulables et ubiquitaires (surveillance à distance). Pour ce type de profil, la genèse instrumentale serait favorisée par une technologie « outil » (Fogg, 2003) permettant un état de veille sur le pattern de consommation d'électricité (possibilité d'une surveillance soutenue des consommations, de réalisation de tests/retests, d'accès à des informations détaillées, etc.). La représentation de la technologie correspondrait alors à celle d'un instrument d'expérimentation et de participation au processus d'innovation technologique. Les technologies proposées dans le cadre du projet SOLENN sont adaptées aux besoins et aux objectifs de ce « profil » d'utilisateur/trice. A contrario, elles ne permettent pas d'intéresser les « profils synthétiques » et « systémiques ». Les premiers (ou profil « apple ») se caractérisent par l'expression d'un besoin d'apprentissage – en matière de MCE – guidé et incluant une composante sociale (besoin de comparaison interindividuelle notamment), d'informations de consommation d'électricité synthétisées, multi-supports (accessibles via ordinateur, tablette ou smartphone) et facilement accessibles. La représentation résultante de la technologie est celle d'un assistant au développement de la connaissance et de l'action. Ce profil se distingue notamment par un besoin marqué d'accompagnement (aide à la compréhension des données, conseils personnalisés comme des éco gestes par exemple) et d'inscription dans une « communauté », vecteur de lien social et d'identification sociale. Ces résultats tendent à indiquer que les technologies smart-grids devraient, pour ce type de profil, revêtir une forme « clef en main », ludique, esthétique et avec une ouverture « sociale » (par exemple vers un réseau social, un forum, etc.). La genèse instrumentale pourrait ici se produire pour des solutions technologiques jouant un rôle d'« acteur social » (Fogg, 2003). Le « profil systémique » (ou « agora vox ») est caractérisé par l'expression d'un besoin d'apprentissage – en matière de MCE – contextualisé et autonome, d'informations de consommations d'électricité globale (pas seulement celles du foyer) c'est-à-dire, en lien avec les consommations d'électricité et d'énergie de manière générale (échelle territoriale, nationale, mondiale) et permettant d'opérer un lien entre une possible action individuelle et la situation énergétique de l'échelle territoriale choisie. L'usage de la technologie revêtirait ici le sens d'un instrument d'intervention dans la sphère publique. Un levier pour la genèse instrumentale de l'activité de MCE pourrait être, pour ce type de profil, de proposer des solutions technologiques jouant un rôle de « média » (Fogg, 2003).
Du point de vue macro, les premières tendances conduisent à avancer comme motifs explicatifs de la faible genèse instrumentale observée des technologies proposées, (i) la difficile coordination des acteurs du réseau sociotechnique en vue de trouver un point d'accord sur la problématique (à partir des objectifs et enjeux de chacun d'eux) et ; (ii) la mise en place par les acteurs de stratégies (options technique prises concernant les dispositifs technologiques proposés, les choix communicationnels opérés, etc.) bloquant la construction d'alliances avec les usagers en vue de les intéresser voire de les enrôler.
Globalement, les effets à long terme de l'implémentation de technologies smart-grids développées dans le cadre du projet SOLENN en matière d'appropriation, de développement de connaissances et des pratiques de MCE restent à ancrer dans le cadre de l'étude longitudinale. Néanmoins, la tendance actuelle indique un effet de « niche » (technologie adaptée à un profil particulier) et limité dans le

temps (du point de vue de l'interaction avec la technologie). Il convient de rappeler que les résultats présentés ci-dessus correspondent à des tendances plutôt qu'à des résultats finalisés, l'étude longitudinale étant en cours, et restent donc à confirmer. Ainsi, ce qui est à ce jour qualifié de « profil » (analytique, synthétique et systémique) pourrait finalement s'avérer, lors de l'analyse longitudinale finale, être des statuts « d'apprentissage » voire des statuts inclusifs (deux statuts pourraient être concomitants). Le cas échéant, les recommandations résultantes pour l'amélioration des technologies proposées pourraient s'orienter vers un nivellement des informations restituées du point de vue de leur technicité ou de leur contextualisation par exemple. La technologie pourrait alors évoluée d'une version simplifiée de type « coach » pour la MCE à une ouverture sur la thématique plus globale de la gestion des ressources énergétiques et du développement durable en passant par le « simple » outil de visualisation, de contrôle et de manipulation des données d'électricité. Cette hiérarchie pourrait être modulée selon le type de « profil » dominant (synthétique, analytique ou systémique). Il convient également de noter que la portée des résultats est limitée par différents biais principalement liés à l'échantillon de participant.es, constitué sur la base du volontariat. Celui-ci se caractérise notamment par un âge moyen élevé, des catégories plutôt favorisées du point de vue socio-économique, des niveaux de formation élevés et une faiblesse des situations d'activité professionnelle (retraités) non représentatifs de la population française.

REFERENCES

Bobillier Chaumon, M.E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. In M.E. Bobillier Chaumon, & M. Dubois (Eds.), *Psychologie du Travail et des organisations, 22*(1), 4‑21.

Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique* (1940/1948), 169‑208.

Darby, S. (2006). The effectiveness of feedback on energy consumption: A review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays (Technical report). Oxford, UK: Environmental Change Institute, University of Oxford.

Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy efficiency, 1*(1), 79‑104.

Fogg, B. J. (2003). *Persuasive Technology. Using computers to change what we think and do.* Amsterdam: Morgan Kaufmann.

Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Frage-bogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischerQualität. In J. Ziegler, & G. Szwillus (dir.), *Mensch & Computer* (p. 187–196). Stuttgart, Allemagne : B.G. Teubner.

Laguardia, J. G., & Ryan, R. M. (2000). Buts personnels, besoins psychologiques fondamentaux et bien-être : théorie de l'autodétermination et applications. *Revue québécoise de psychologie, 21*(2).

Lallemand, C., Koenig, V., Gronier, G., & Martin, R. (2015). Création et validation d'une version française du questionnaire AttrakDiff pour l'évaluation de l'expérience utilisateur des systèmes interactifs. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, *65*(5), 239-252.

Mallein, P., & Toussaint, Y. (1994). L'intégration sociale des technologies d'information et de communication : une sociologie des usages. *Technologies de l'information et société, 6*(4), 315-335.

Millerand, F. (2003). L'appropriation du courrier électronique en tant que technologie cognitive chez les chercheurs universitaires. Vers l'émergence d'une culture numérique (thèse de doctorat, Université de Montréal, Canada).

Proulx, S. (2005). Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui : enjeux–modèles–tendances. In L. Vieira, & N. Pinède (Eds.), *Enjeux et usages des TIC : aspects sociaux et culturels : Tome 1* (pp. 7‑20). Bordeaux : Presses universitaires de Bordeaux.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Armand Colin.

Wallenborn, G. (2015). Les compteurs communicants et leurs (non) usagers. In M. C. Zélem, & C. Beslay (Eds.), *Sociologie de l'énergie. Gouvernance et pratiques sociales* (pp. 431‑439). Paris : CNRS Édition.

Propositions pour une analyse systémique des pratiques de permaculture

Gaëtan Bourmaud

Docteur en ergonomie, Ergonome consultant [a] & Professeur associé en ergonomie [b]
[a] AXErgonomie – 2 place de l'église, 95810 Grisy-les-Plâtres
[b] C3U - Paragraphe - Université Paris 8 – 2 rue de la Liberté, 93526 Saint-Denis
gaetan.bourmaud@univ-paris8.fr

MOTS-CLÉS
Agriculture durable ; permaculture, approche systémique ; ressources ; systèmes de ressources

INTRODUCTION

La permaculture se présente aujourd'hui comme une proposition séduisante pour une agriculture alternative soutenable, encore relativement confidentielle au plan des pratiques et pourtant déjà très médiatisée[1]. En s'appuyant sur les écosystèmes, et notamment leur biodiversité, la permaculture cherche « des associations productives, résilientes et aussi autonomes que possible » (Mollison, 2012, p. 13). Très concrètement, son objectif consiste à agencer et favoriser des interactions opportunes entre les composants d'environnements écologiques (Mollison et Holmgren, 1978 ; Holmgren, 2002 ; Mollison, op. cité). Selon nous, c'est donc bien son caractère systémique qui en constitue l'atout indéniable, et qui nous a tout particulièrement interpellé. Dans le cadre d'un précédent travail (Rabardel et Bourmaud, 2003, 2005 ; Bourmaud, 2006, 2007), nous avions en effet porté notre intérêt aux systèmes, et développé alors une méthodologie spécifique – la MDSR : Méthode des Défaillances et Substitutions de Ressources – pour analyser les systèmes de ressources mobilisées, et mobilisables, par les sujets engagés dans une activité de travail. Différentes caractéristiques des systèmes de ressources et quelques autres résultats avaient pu être mis en évidence, que nous rappellerons. En nous appuyant sur une première analyse de l'activité d'un permaculteur, nous allons discuter de sa pratique de la permaculture sous un angle systémique. Notre projet s'inscrit dans la suite des travaux en ergonomie qui s'intéressent depuis plusieurs années à la transition écologique dans le secteur de l'agriculture (Béguin et Pueyo, 2011 ; Cerf, 2016 ; Prost, et al., ce symposium ; etc.). Bien qu'engagée ici par un travail exploratoire, notre ambition à court terme réside dans l'identification de pratiques de permaculture au sein de plusieurs microfermes. De plus, cette étude doit constituer les bases d'un travail de plus grande ampleur visant à mettre en partage des pratiques de permaculture au sein d'une communauté impliquée dans la transmission de valeurs et pratiques écologiques, constituée d'enfants – élèves d'écoles maternelles et primaires affichant le label Eco-Ecole[2] – et de leurs enseignants et parents.

SYSTEME, ECO-SYSTEMES ET SYSTEMES DE RESSOURCES

Dans le cadre de notre travail de thèse (Bourmaud, 2006, 2007), nous avons enquêté la notion de « système ». Derrière la formulation bien connue de Pascal discutant « du tout et de ses parties », nous avions rappelé plusieurs principes (Morin et Le Moigne, 1999 ; Lugan, 1996), tels que : 1) un système est un ensemble fait de plusieurs éléments en interaction ; 2) un système est plus que la somme des éléments qui le composent : il possède des propriétés non réductibles à celles de ces composants, des

[1] Cf. Le documentaire « Demain » (de C. Dion et M. Laurent, 2015) s'intéresse entre autres à la permaculture, ou celui intitulé « L'éveil de la permaculture » (d'A. Bellay, 2017) y est même entièrement consacré.
[2] Les établissements participant à Eco-Ecole travaillent sur différents thèmes dont l'alimentation, la biodiversité, les déchets, l'eau, l'énergie. L'objectif étant d'aider les élèves à mieux comprendre le monde et acquérir les compétences pour y participer et s'y épanouir. Cf. http://www.eco-ecole.org

relations définissantes du système lui-même, i.e. des émergences ; 3) un élément du système est toutefois plus que ce même élément pris isolément, i.e. pris hors du système, Lugan (1996, p. 43) illustre ce point en proposant l'exemple suivant : « grâce à la culture dans les sociétés humaines, les individus développent leur aptitude au langage, à l'artisanat, à la création, etc. En d'autres termes, de nombreuses qualités individuelles émergent dans le système social » ; 4) un système peut, à l'inverse, voir se perdre certaines propriétés des éléments qui le composent : c'est ici le concept de contraintes, i.e. les qualités ou propriétés inhibées par l'organisation de l'ensemble, car « toute relation organisationnelle exerce des restrictions ou contraintes sur les éléments qui lui sont soumis (...) autrement dit, l'ordre systémique se paie d'un certain nombre de contraintes » (Lugan, 1996, p. 42) ; 5) un système est un ensemble de complémentarités et d'antagonismes entre les composants, et il va se jouer un équilibre au plus juste pour permettre leur organisation ; 6) un système est évolutif, il peut en effet se transformer par l'intermédiaire de deux processus opposés : a) une plus haute intégration et b) une désagrégation, partielle par l'affaiblissement des liaisons entre composants, ou bien totale par la destruction de ces liaisons ; 7) par le renforcement de ses relations définissantes et la variété des éléments agissants sur lui, un système va viser à assurer sa propre conservation ; 8) un processus général d'emboîtement régit l'organisation des systèmes : ainsi, des systèmes peuvent être éléments de systèmes plus larges.

Les écosystèmes naturels et la permaculture

Un écosystème est défini comme un « complexe dynamique composé de plantes, d'animaux, de micro-organismes et de la nature morte environnante agissant en interaction en tant qu'unité fonctionnelle » (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Parler d'écosystème naturel renvoie donc à souligner le caractère systémique permis par les interactions entre éléments. La permaculture, « en s'inspirant des écosystèmes naturels (…) établit des interactions favorables entre les composantes des sites dont elle conçoit l'aménagement : les humains et leurs besoins, le territoire et ses caractéristiques, les plantes annuelles et pérennes (…), les animaux, les sols, les microclimats, l'eau, etc. » (Mollison, 2012, p. 13). Autrement dit, « son principe est de prendre la nature comme modèle et de concevoir des installations humaines fonctionnant comme des écosystèmes productifs et économes en ressources » (Hervé-Gruyer et Hervé-Gruyer, 2014, p.26). La permaculture s'inscrit bien ainsi dans le mouvement plus large d'une agro-écologie (Ferguson et Lovell, 2013 ; Morel, 2016) et propose la mise en œuvre de principes fonctionnels pour organiser la production de cultures variées et associés. Ces dernières années, différents travaux ont développé des études fonctionnelles de la permaculture (i.e. notion de « services écosystémiques » par exemple), et tirées par des approches économiques principalement (Costanza, 1997 ; Ferguson et Lovell, 2014 ; Morel, 2016). Notre propos ici s'inscrit bien évidemment dans une autre approche, bien que misant sur une même entrée, par le questionnement des fonctions assurées par le système de ressources d'un permaculteur.

Les ressources et systèmes de ressources pour/dans l'activité des sujets

Certains travaux ont porté tout particulièrement sur la notion de systèmes d'instruments et/ou de ressources (Rabardel et Bourmaud, 2003, 2005 ; Bourmaud, 2006, 2007), en cherchant à « analyser, au-delà des instruments (ou ressources) singuliers, l'ensemble que représente l'outillage d'un sujet, ses règles et formes d'organisation, sa genèse et son évolution, etc., les (ressources) qui le constituent, leurs statuts » (Rabardel, 1995, p. 128). Nous avions spécifiquement permis d'en préciser plusieurs caractéristiques (Bourmaud, 2006, 2007), dont nous retenons certaines à la suite : 1) l'hétérogénéité des ressources participant au système : des artefacts[3] institutionnels cohabitent avec des artefacts informels, et diverses ressources internes et valeurs; 2) les émergences que sont la complémentarité et la redondance des fonctions du système : certaines fonctions sont ainsi assurées par plusieurs ressources simultanément (la redondance) et/ou peuvent constituer le résultat d'association de plusieurs ressources (la complémentarité) ; 3) la robustesse et l'adaptabilité du système : la double caractéristique de complémentarité et de redondance des fonctions contribue simultanément à la robustesse du système et à la souplesse et l'adaptabilité de sa mobilisation en relation avec les variété

[3] Le terme « artefacts » désigne les « produits de l'activité humaine intentionnellement constitués comme objets matériels ou symboliques » (Rabardel, 1997a, p. 35).

et variabilité des situations ; 4) la ressource pivot du système : parmi l'ensemble des ressources composant le système, l'une se distinguent tout particulièrement, comme organisatrice des autres ; 5) les emboitements de systèmes : des systèmes peuvent être éléments de systèmes plus larges ; 6) le sous-système pivot du système : constitué celui-ci de plusieurs ressources, il dépasse le concept de pivot unique et renforce la notion de sous-système.

METHODOLOGIE ET PREMIERS RESULTATS

Nous l'avons dit, ce travail représente les premiers jalons d'un projet plus vaste, fortement encouragé par les premiers résultats obtenus, présentés à la suite.

Une triangulation de méthodes exploratoires

Nous avons misé sur une triangulation de méthodes exploratoires pour nous assurer de la pertinence à nous engager dans un tel travail, visant la mobilisation d'une approche systémique des pratiques de permaculture. Cette triangulation des méthodes (Lahoual, 2017) rendait compte 1) d'un point de vue extrinsèque au sujet, le permaculteur, (i.e. ouvrages sur la pratique de la permaculture, photos et schémas d'espaces de permaculture, témoignages vidéo de permaculteurs, observations d'espaces de permaculture) et 2) du point de vue intrinsèque (i.e. entretien avec un permaculteur, plusieurs séquences d'observations de l'activité de ce permaculteur et verbalisations provoquées).

Quelques premiers résultats concernant le système de ressources d'un permaculteur

Le permaculteur rencontré s'engage depuis 2 ans dans la conversion du terrain de près de 4 000 m2 de sa résidence principale, en microferme. Cette activité l'occupe à plein temps et est guidée par un objectif de viabilité économique par la valorisation de sa production. Occupant concrètement aujourd'hui un peu moins de 10% de son terrain, les cultures devraient 1) occuper à terme 1 000 m2, et 2) être prochainement suivies d'une nouvelle basse-cour et d'autres animaux. Sa « vision de la permaculture est celle de la ferme du Bec Hellouin[4] dans laquelle (il a) suivi plusieurs formations et qui pose la forêt comme modèle où pas 1 gramme d'énergie est perdu ». Sa zone de culture est configurée en planches dans lesquelles il cultive des légumes, délimitées par des allées, elles-mêmes couvertes de matières organiques. La dizaine de planches exploitées présente des associations diverses de plantes, qui constituent des « séquences culturales » variées : ainsi, une planche (« c'est un essai-là il faut procéder par essai en permaculture ») regroupe 4 pieds de haricots formant les coins d'un carré de moins d'1m2 qui s'élèvent agrippés à des fers à béton joints en leur tête, un chou-fleur au milieu, des céleris rave sur les côtés, des tomates en façade sud et des salades en tomates en façade nord (« ça donnera peut-être des légumes moins gros chacun mais l'ensemble devrait constituer une belle quantité »). Egalement, une autre planche (d'environ 5m * 0,5m) propose 1 rang de piment en façade nord et 1 rang de petits poids en façade sud qui s'accrochent progressivement à des rameaux plantés dans le sol, du basilic vert et pourpre et du fenouil alternativement entre les 2 rangs, de la salade en façade sud sous le piment, et en chaque extrémité de cette planche de la poire de terre (plante pérenne) et de la capucine (qui sert de « banque de ravageurs » pour garantir le retour des coccinelles, prédateurs efficaces sur l'ensemble de la zone de culture).

Ces 2 planches à elles-seules recouvrent beaucoup 1) des principes de la permaculture (cultures mixtes et diverses, concentrées au sol et verticales ; aggradation du sol ; économie de l'eau d'arrosage par proximité des plantes ; etc.) ; 2) des principes systémiques (fonctions premières/intrinsèques de chaque plante et fonctions pour le système, favorables ou non, dites émergences ou contraintes ; planches comme systèmes en elles-mêmes et sous-systèmes de la zone de culture globale ; etc.) ; 3) et des systèmes de ressources et de critères et valeurs propres au permaculteur (principes de la permaculture comme artefacts immatériels ; artefacts informels tels les fers à bêtons et les rameaux ; agendas de cultures pour planification de son activité ; artefacts formels comme les outils de jardinage respectueux du sol, tels grelinette et campagnole ; esthétisme et organisation des cultures avec fleurs et planches et allées entretenues ; etc.).

[4] http://www.fermedubec.com

PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Ces premiers résultats nous encouragent à poursuivre, en engageant des méthodologies systématiques et plus robustes, pour identifier différentes pratiques de permaculture à travers des analyses réalisées auprès de plusieurs permaculteurs. Avec la mise en œuvre d'une version révisée et adaptée de la MDSR, nous pensons pouvoir engager une analyse pertinente de leur activité, concernant l'ensemble des fonctions de leurs systèmes de ressources, ainsi que les interactions entretenues, leurs systèmes de critères et de valeurs, les conditions, et les redondances et complémentarités établies. L'étape suivante, de mise en partage de telles pratiques de permaculture au sein d'une communauté, nous semble elle aussi atteignable tant les données obtenues soulignent des interactions intelligibles entre les éléments du système.

BIBLIOGRAPHIE

Béguin, P., & Pueyo, V. (2011). Quelle place au travail des agriculteurs dans la fabrication d'une agriculture durable ? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (13-1).

Bourmaud, G. (2007). L'organisation systémique des instruments : méthodes d'analyse, propriétés et perspectives de conception ouvertes. In *Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive-ARCo'07 : Cognition-Complexité-Collectif.* (pp. 61-76).

Bourmaud, G. (2006). *Les systèmes d'instruments : méthodes d'analyse et perspectives de conception*. Thèse de Doctorat d'Ergonomie, Université Paris 8.

Cerf, M. (2016). Ergonomie et transition vers une agriculture plus durable. In *Actes du 51ème Congrès de la SELF.* Marseille.

Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Raskin, R. G. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.

De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(3), 393-408.

Ferguson, R. S., & Lovell, S. T. (2014). Permaculture for agroecology: design, movement, practice, and worldview. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 251-274.

Hervé-Gruyer, C., & Hervé-Gruyer, P. (2014). *Permaculture : Guérir la terre, nourrir les hommes.* Éditions Actes Sud.

Holmgren, D. (2002). *Permaculture. Principles and Pathways beyond Sustainability*. Holmgren Design Services, Hepburn, Victoria.

Lahoual, D. (2017). *Conceptualiser les activités constructives et le développement du sujet capable : Le cas de la médiation à l'art orientée jeune public dans un musée d'art moderne et contemporain.* Thèse de Doctorat d'Ergonomie, Université Paris 8.

Lugan, J.C. (1996). *La systémique sociale*. Paris, PUF.

Mollison, B. (2012). *Introduction à la permaculture*. La Chapelle-sous-Huchon. Passerelle Eco.

Mollison, B., & Holmgren, D. (1978). *Permaculture one: a perennial agriculture for human settlements*. Tagari Publications.

Morel, K. (2016). *Viabilité des microfermes maraîchères biologiques. Une étude inductive combinant méthodes qualitatives et modélisation*. Thèse de Doctorat de Sciences agronomiques, Université Paris Saclay.

Morin, E., & Lemoigne, J.L. (1999). *L'intelligence de la complexité*. Paris, L'Harmattan.

Rabardel, P. (1995) *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, Armand Colin.

Rabardel, P. & Bourmaud, G. (2005). Instruments et Systèmes d'Instruments, in P. Rabardel and P. Pastré (éd.). *Modèles du sujet pour la conception*. Toulouse, Octarès.

Rabardel, P. & Bourmaud, G. (2003). From computer to instrument system: a developmental perspective, in *Interacting With Computers*, Volume 15, Issue 5, pp 665–691.

Les échanges virtuels entre agriculteurs : un soutien au développement professionnel et à la conception de pratiques professionnelles pour une agriculture durable?

Magali Prost [a], Lorène Prost [b] et Marianne Cerf [b]

[a] MCF - Université Paris Nanterre, CREF – magali.prost@parisnanterre.fr
[b] INRA SenS (UMR 1326) – lorene.prost@inra.fr / marianne.cerf@inra.fr

MOTS-CLES
Transition professionnelle ; agriculteurs ; conception ; développement professionnel ; échanges virtuels entre pairs, agriculture durable

INTRODUCTION

Depuis la fin du XXème siècle, le modèle français de production agricole est remis en question en ce qu'il est maintenant reconnu en partie responsable de la dégradation de l'environnement et de la santé des travailleurs agricoles (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Dans ce contexte, il existe une volonté de promouvoir une agriculture économiquement viable, socialement équitable, et ne nuisant ni à l'environnement ni à la santé. Aller vers une telle agriculture implique de profonds changements, notamment une reconfiguration des situations de travail et des conditions d'exercice des métiers des acteurs du monde agricole, et en particulier des agriculteurs (e.g. Coquil 2014). Revenir aujourd'hui à une forme d'agriculture qui favorise des régulations naturelles, dite agroécologique, réexpose les agriculteurs à de l'incertitude, du non-contrôlable, des phénomènes complexes sur lesquels ils disposent de connaissances partielles et peu ou pas stabilisées. Ainsi, les agriculteurs doivent faire face à des transitions professionnelles dès lors qu'ils s'engagent dans des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement et de leur santé. Pour réussir sa transition professionnelle, chaque agriculteur doit alors revoir en profondeur son activité pour combiner de façon renouvelée son projet, ses moyens de production, ses débouchés, ses modes d'action.

Nous nous sommes intéressées à la façon dont les échanges virtuels entre agriculteurs sur leurs pratiques professionnelles contribuent à soutenir ces transitions. Si l'on sait aujourd'hui qu'Internet devient un lieu de travail et de sociabilité pour les agriculteurs, il n'y a pas, ou peu, de travaux qui étudient comment les dynamiques entre pairs qui s'y construisent participent aux transitions professionnelles. Comment aborder cette question ? Les communautés d'échanges virtuels ont été analysées comme des lieux potentiels de développement professionnel (e.g., M. Prost, Cahour & Détienne, 2016). Les traces de développement sont alors recherchées au travers de l'activité discursive entre les participants (e.g. Baker, 1996 ; Fillietaz et Bronckart, 2005). Ces traces visent à mettre en lumière une pratique réflexive (pour reprendre le terme de Weil Fassina & Pastré, 2004) moteur d'une activité constructive (Samurçay & Rabardel, 2004) orientée vers le développement de la personne.

L'hypothèse de notre étude est que les échanges dans des espaces virtuels peuvent soutenir les agriculteurs dans leur transition professionnelle vers l'agro-écologie. Les quelques travaux conduits en ergonomie, sociologie, agronomie (e.g. Chantre, Le Bail & Cerf, 2013 ; Coquil, 2014 ; Toffolini, 2016) sur les processus de transition professionnelle vers l'agro-écologie montrent que les agriculteurs qui s'y engagent développent pour ce faire une activité de conception. Cette activité de conception semble au cœur de leurs transitions professionnelles en reconfigurant le monde professionnel des agriculteurs (Coquil, op. cité) et en transformant leur modèle opératif (Chantre & al., 2013). Activité de conception et développement professionnel apparaissent ainsi fortement liés. De ce fait, nous avons analysé les échanges entre agriculteurs en nous intéressant au processus de conception de nouvelles pratiques entre agriculteurs, et au soutien qu'il peut apporter au développement de la pratique

professionnelle des agriculteurs engagés dans les échanges. Ainsi, nous analysons les échanges afin de comprendre comment un tel espace soutient (i) l'activité de conception au cœur des transitions professionnelles (ii) des processus de développement professionnel.

METHODOLOGIE : ANALYSER UN FORUM D'ECHANGES POUR APPREHENDER SA CONTRIBUTION AUX TRANSITIONS PROFESSIONNELLES DES AGRICULTEURS

Un forum de discussion a fait l'objet de notre investigation : le forum *Agricool* (www.agricool.net). *Agricool* –fondé en 2005, comptant 8000 membres et 900000 messages – regroupent des participants partageant une volonté de mettre en œuvre des techniques agricoles plus respectueuses de la vie du sol, limitant notamment le recours au labour. Ce forum est marqué par une activité soutenue autour de sujets techniques et la présence importante de discussions relatives à des pratiques agricoles alternatives à celles couramment mobilisées dans l'agriculture dite conventionnelle. Nous avons tout d'abord produit une vue d'ensemble des thématiques abordées dans les 333 fils des discussions. Cette analyse montre que les échanges sont centrés sur les techniques et pratiques agricoles (environ 60% des fils), mais également sur les thématiques économiques (environ 25%), « matériel/produits » (environ 20%) et « renforcement de la communauté » (environ 20%). De même, on observe qu'une majorité de fils axés sur les pratiques et techniques associent les dimensions économique et matérielle, ce qui montre que les agriculteurs ancrent leurs pratiques agricoles dans une telle réalité. Le recours aux supports complémentaires (photos ou vidéos) est une pratique courante (plus de 70% des fils analysés).

Un fil de discussion composé de 195 messages (dont 43 interventions de l'initiateur, et incluant 42 participants différents) a été analysé à l'aide d'une grille d'analyse composée de trois catégories principales (pour plus de détails, voir Prost, Prost & Cerf, 2017) : (i) la nature de l'activité de conception à laquelle contribue le message selon des catégories proches de celles proposées par Stempfle et Badke Schaub (2002) ; (ii) les traces de développement professionnel reprises de l'étude de M. Prost et al. (2016) menée sur une communauté de professionnels de l'éducation échangeant sur un forum ; (iii) la nature dialogique du message (demandes pour vérifier la crédibilité d'une information). Une analyse synchronique et diachronique des résultats a été réalisée pour faire ressortir la quantité de chacune des catégories et la dynamique du processus de conception.

RESULTATS ET PERSPECTIVES

On observe qu'un tiers des messages contiennent des activités de diagnostic : les participants tentent de se mettre d'accord sur l'analyse de la situation pour laquelle il faut trouver une solution. Les échanges relatifs à l'identification des objectifs sont comparativement peu présents (1% des échanges seulement) ce qui laisse penser que les objectifs sont suffisamment clairs pour les participants pour qu'ils n'aient pas besoin de les discuter. Les solutions (propositions et évaluations) sont présentes dans une large majorité des échanges (respectivement 25% et 65%) ce qui souligne la forte orientation des échanges sur la recherche et la discussion des solutions. La volonté de test, bien que moins présente que d'autres activités de conception, laisse penser que les solutions proposées sont réalistes et applicables dans l'exploitation et que l'initiateur imagine leur mise en pratique.

L'analyse diachronique de ces différentes activités de conception rend compte de la façon dont elles s'agencent dans le temps. Elle a fait apparaître quatre phases aux activités distinctes. La première phase est centrée sur la *définition de l'espace problème et de l'espace des solutions* où l'initiateur présente sa situation et demande des solutions. Les participants s'accordent sur le problème en analysant la situation de l'initiateur, très présent pour répondre aux demandes de clarification de son contexte et pour soumettre des idées de solutions auxquelles il a réfléchi et pour lesquelles il demande l'avis des réactants. La deuxième phase est dédiée à *l'évaluation des solutions à l'aune des connaissances agronomiques*, fortement marquée par des activités d'évaluation dont une importante part de questions. On observe une dynamique d'argumentation et d'élaboration du raisonnement. La troisième phase est liée à *l'indexation des propositions de solutions aux situations réelles* avec une forte alternance entre proposition de solutions, évaluation de solutions et retour à des éléments de diagnostic/analyse de la situation. On observe une indexation des propositions de solutions aux situations réelles. Enfin, on voit dans la quatrième phase apparaître des *propositions de tests* pour la mise en œuvre de certaines solutions proposées, notamment par l'initiateur. Ces expressions de

volonté de test sont fortement couplées à des éléments diagnostic/analyse de la situation, de propositions et d'évaluation de solutions.

L'étude des traces de développement met en évidence leur présence tout au long des échanges. Une part importante est prise par la *prise de conscience des autres formes de réalisation de l'activité* et de *l'analyse critique par celui qui écrit de ses propres connaissances et pratiques*, témoignant là aussi de la prise de recul des participants. Autre type de trace de développement, le *changement de représentation* a été analysé en retraçant l'évolution des dimensions du problème discutées dans le fil, montrant qu'à la fin de l'échange, le problème est redéfini par rapport à une large gamme de dimensions.

Outre les catégories identifiées par d'autres études (e.g. M. Prost & al., 2016), l'analyse des échanges a permis de faire émerger deux nouvelles catégories qui nous semblent d'intérêt pour discuter des processus développementaux à l'œuvre dans les échanges : le *partage de savoirs stabilisés* qu'on pourrait qualifier de *briques de connaissances agronomiques élémentaires*, et la *construction d'une capacité d'analyse des interactions (ou combinaisons) entre les différentes composantes de la situation* agronomique décrite. Ces deux nouvelles catégories rendent compte d'une dynamique qui touche l'ensemble de la communauté qui échange. C'est le reflet d'une part d'une activité qui permet une stabilisation de connaissances partagées, et d'autre part, d'une activité d'élaboration de critères de jugement d'une situation en vue d'agir dans cette situation en conformité à des valeurs (ici le sol vivant).

Le lien – qui mérite d'être approfondi - entre les traces de développement dans les phases de conception fait apparaître que les traces relatives à la *prise de conscience de l'activité des autres participants* ainsi que celles témoignant d'une *capacité d'enquête* semblent particulièrement soutenues par le couplage des activités de conception *analyse de la situation* et *justification des propositions de solution* que l'on trouve dans les phases 1 et 3. Ces activités semblent mobilisées à la fois pour porter un diagnostic mais aussi pour concevoir, en lien avec des traces de développement qui marquent une prise de recul sur ce qu'on sait et une ouverture à d'autres façons de porter un jugement sur la situation en vue d'agir dans cette situation.

Les traces de développement montrant la *construction de connaissances* et *le partage de savoirs stabilisés* sont particulièrement présentes en phase 2 (évaluation des solutions à l'aune des connaissances agronomiques), ce qui nous semble cohérent avec l'importance de la dynamique d'argumentation de cette phase marquée par de nombreuses questions théoriques sur la justification de solutions.

Les *traces de réinvestissement* sont logiquement liées à la phase 4 (de l'exploration au test) identifiée par l'importance des activités de volonté de test. Cette phase comporte également des traces de *prise de conscience des autres formes de réalisation de l'activité*, dues à la stabilisation du problème et des solutions retenues qu'y livre l'initiateur du fil.

L'analyse dynamique du contenu des échanges au prisme des activités de conception nous semble confirmer que les agriculteurs en transition professionnelle sont confrontés à des problèmes de conception (Coquil 2014, Toffolini 2016, Lamine, Meynard, Perrot & Bellon, 2009). Leurs échanges se structurent - comme des réunions de conception collaborative (Détienne et al., 2006, Barcellini et al., 2013) - autour de dynamiques de clarification du problème, exploration de solutions et stabilisation d'une solution à tester. On décèle également dans ces échanges des articulations très étroites entre analyse de la situation et justification des solutions qui font écho aux travaux de Cerf et al (2012) et L. Prost et al (2017) sur la conception dans le monde agricole qui soulignent l'importance de localiser la conception en ramenant les « situations d'usage » (Cerf, Jeuffroy, Prost & Meynard, 2012) dans la conception.

Notre analyse fait apparaitre deux nouvelles dimensions du développement professionnel qui s'opère de façon collective. Ces traces captent la manière dont le collectif d'échanges apprend à partager un socle commun et à se doter de capacités d'enquête. Pour autant, les moments de synthèse des échanges ou de stabilisation des accords (particulièrement sur des connaissances de terrain) ne sont pas (ou peu) présents dans le fil étudié, au-delà des quelques stabilisations que propose l'initiateur à la fin du fil sur son cas personnel. Ce constat diffère de celui réalisé dans d'autres communautés comme celle des enseignants du primaire (M. Prost et al., 2016) où de nombreux outils et savoirs sont stabilisés et répertoriés dans un endroit dédié et réservé à certains membres. Mais il conviendra de vérifier cette observation dans d'autres fils du forum *Agricool*. Nous nous interrogeons ainsi sur la façon dont cette

communauté développe son activité de conception collective en élaborant des règles de fonctionnement, en synthétisant, stabilisant et archivant les connaissances discutées.
On retrouve ici le fait que les échanges entre pairs enclenchent des dynamiques collectives de construction de connaissances des agriculteurs, déjà identifiées dans les échanges entre pairs plus classiques en face à face (Darré, 2006 ; Lamine & al., 2009). La technologie permet la mise en lien d'agriculteurs géographiquement éloignés et parfois isolés dans leurs pratiques et leur volonté de changement de pratiques. S'ouvre alors une opportunité de démultiplier le potentiel d'exploration et construction de connaissances et savoirs via le forum. Ce dernier point paraît crucial dans un contexte où les connaissances et compétences qui appuient les changements de pratiques agricoles vers une agriculture plus durable sont à la fois spécifiques à un contexte donné, distribuées, dispersées et marquées par de l'incertitude. Les échanges sur le forum favorisent la conception de nouvelles pratiques agricoles et en gardent la trace, au bénéfice du collectif qui échange. En outre, dans les échanges étudiés les traces laissées ne sont pas que discursives mais sont aussi faites de photos et vidéos dont le rôle reste à explorer.
Il convient désormais de poursuivre le travail sur d'autres fils de discussion en associant des méthodes quantitatives et qualitatifs auprès des participants à ces espaces d'échanges virtuels. En effet, reste également à franchir le pas qui sépare ce qui est échangé dans le forum et ce qui est fait par les agriculteurs dans leurs champs, ce qui nécessite de coupler l'analyse des échanges à des enquêtes ou un suivi de type ethnographique auprès des participants. C'est en allant jusqu'au suivi des changements réalisés que nous aurons accès au développement individuel effectif lié aux échanges sur les forums d'échanges virtuels.

BIBLIOGRAPHIE

Baker, M. (1996). Argumentation et co-construction des connaissances. *Interactions et cognitions*, 1(2-3), 157-191.
Barcellini, F., Détienne, F. & Burkhardt, JM. (2013). A situated approach of roles and participation in Open Source Software Communities. *Human Computer Interaction*, pp.60.
Cerf, M., Jeuffroy, M.-H., Prost, L., & Meynard, J.-M. (2012). Participatory design of agricultural decision support tools: taking account of the use situations. Agronomy for Sustainable Development, 32(4), 899-910. http://doi.org/10.1007/s13593-012-0091-z
Chantre, E., Le Bail, M., Cerf, M. (2013). Comment évolue l'expérience des agriculteurs engagés dans l'écologisation de leurs pratiques? *Education Permanente,* 2013-4 (197), pp.71-81
Coquil, X. (2014). *Transition des systèmes de polyculture élevage laitiers vers l'autonomie, une approche par le développement des mondes professionnels*. Thèse de doctorat, AgroParisTech, Paris.
Darré, J.-P. (2006). La recherche co-active de solutions entre agents de développement et agriculteurs. Montpellier : GRET (coll. Etudes et Travaux)
Détienne, F. (2006). Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting with computers*, *18*(1), 1–20.
Fillietaz, L. & Bronckart, JP. (Eds) (2005). L'analyse des actions et des discours en situation de travail : concepts, méthodes et applications. Louvain-la-neuve : Peeters. 264p.
Lamine, C., Meynard, J.-M., Perrot, N., & Bellon, S. (2009). Analyse des formes de transition vers des agricultures plus écologiques : les cas de l'Agriculture Biologique et de la Protection Intégrée. *Innovations agronomiques*, *4*, 483–493.
Prost, L., Berthet, E.T.A., Cerf, M., Jeuffroy, M.-H., Labatut, J., & Meynard, J.-M. (2017). Innovative design for agriculture in the move towards sustainability: Scientific challenges. Research in Engineering Design, 28, 119-129.
Prost, M., Cahour, B. & Détienne, F. (2016). Les forums virtuels, ressource pour le développement des pratiques et du bien-être des professionnels, *@ctivités*.
Prost, M., Prost, L. & Cerf, M. (2017). Les échanges virtuels entre agriculteurs : un soutien à leurs transitions professionnelles ? *Raisons éducatives.*
Samurçay, R. & Rabardel, P. (2004). Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences, propositions. *In* R.
Stempfle, J., & Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams-an analysis of team communication. *Design studies*, *23*(5), 473–496.

Toffolini, Q. (2016). Produire des connaissances actionnables pour la re-conception pas à pas de systèmes de culture vers l'agroécologie. Thèse de doctorat, AgroParisTech, Paris.
Weill-Fassina, A., & Pastré, P. (2004). Les compétences professionnelles et leur développement. In P. Falzon (Ed.). *Ergonomie* (pp. 213-231). Paris : PUF.

Faut-il rendre l'apprenant actif dans son apprentissage ? Le cas des graphiques organisateurs

Tiphaine Colliot
LP3C – Université Rennes 2 Haute Bretagne
Place du Recteur Henri Le Moal, 35043 Rennes, cedex, France
tiphaine.colliot@univ-rennes2.fr

Éric Jamet
LP3C – Université Rennes 2 Haute Bretagne
Place du Recteur Henri Le Moal, 35043 Rennes, cedex, France
eric.jamet@univ-rennes2.fr

Catégorie de soumission : communication orale
Aspects psycho-ergonomiques des TIC

RÉSUMÉ

La compréhension d'un document multimédia nécessite que l'apprenant s'engage dans la sélection des informations pertinentes, leur organisation ainsi que leur intégration avec les connaissances contenues en mémoire à long terme. La présente étude a testé les effets de l'ajout d'un graphique organisateur à un document multimédia sur l'apprentissage. En mettant en saillance les informations pertinentes du document ainsi que leurs relations via l'ajout d'un graphique, cela devrait faciliter les processus de sélection et d'organisation des informations et permettre une meilleure mémorisation du contenu du texte. Cette étude s'est également intéressée au rôle actif de l'apprenant qui devait générer un graphique organisateur durant la lecture du document. Les effets de la génération d'un graphique organisateur sur l'apprentissage sont discutés au regard de l' « *activity theory* » et de la « *cognitive load theory* ».

MOTS-CLÉS
Apprentissage actif, graphique organisateur, document multimédia, processus cognitifs, charge cognitive

1 INTRODUCTION

La théorie cognitive de l'apprentissage multimédia de Mayer (2005, 2014) illustre la manière dont un apprenant traite l'information présentée au sein d'un document multimédia. Cette théorie repose sur plusieurs hypothèses : le traitement de l'information via deux canaux de traitements distincts, les capacités cognitives limitées du système cognitif ainsi que le traitement actif des informations par l'apprenant. Ce type de traitement est essentiel à l'élaboration d'un modèle mental cohérent par l'apprenant. Afin de bien comprendre les informations, celui-ci doit s'engager dans trois types de processus cognitifs : la sélection des informations pertinentes, l'organisation de ces informations dans une représentation mentale ainsi que l'intégration de celles-ci avec ses connaissances préalables (voir Fiorella et Mayer, 2015 pour une synthèse). En conséquence, il est nécessaire de soutenir l'implication des apprenants dans ces processus cognitifs afin de favoriser l'élaboration d'un modèle mental de bonne qualité.

Les processus de sélection et d'organisation de l'information peuvent être grandement facilités en ajoutant un graphique organisateur au document. Ces graphiques sont définis comme étant des arrangements spatiaux de mots indiquant les relations entre les concepts et visant à représenter l'organisation conceptuelle d'un texte (Stull et Mayer, 2007, p.810). Ainsi, de nombreux chercheurs

ont montré que l'ajout d'un graphique permettait d'augmenter la mémorisation de la macrostructure d'un texte ainsi que les relations entretenues entre les concepts présentés. Le graphique organisateur ajouté peut être présenté de manière statique ou bien séquentielle afin d'augmenter la saillance des éléments du graphique et de guider l'apprenant dans le traitement des informations (supériorité des présentations séquentielles face aux présentations statiques, e.g., Jamet et Arguel, 2008). Enfin, comme l'indiquent Stull et Mayer (2007), si les apprenants doivent eux-mêmes construire un graphique organisateur pendant l'apprentissage, ils devraient s'engager davantage dans les processus cognitifs de sélection et d'organisation ce qui devrait augmenter leur rétention des informations représentées sur le graphique (i.e., *activity theory*). Toutefois, cette construction pourrait s'avérer trop coûteuse cognitivement et diminuer la rétention ainsi que la compréhension du document (i.e., *cognitive load theory*).

2 MÉTHODE

81 étudiants inscrits en licence de psychologie à l'Université Rennes 2 ont participé volontairement à cette étude (67 femmes, 14 hommes, *Mage* = 18.42, *ET* = 1.05).

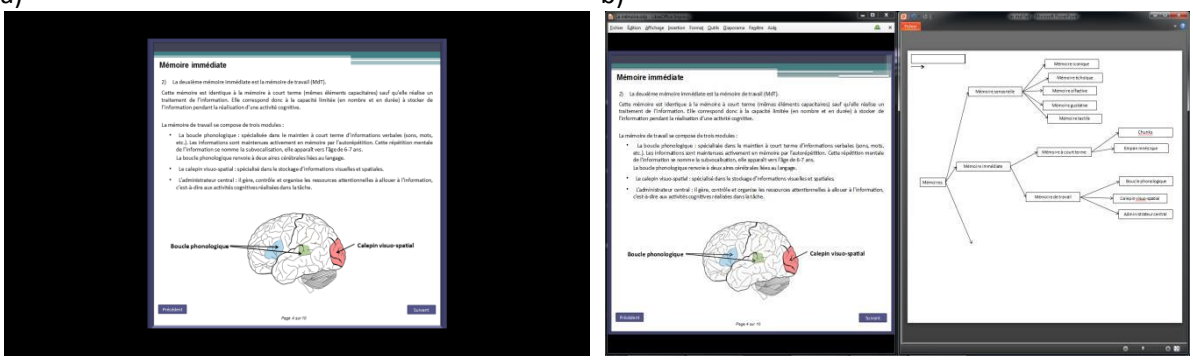
L'étude se déroulait en plusieurs étapes :

1) l'étudiant était accueilli puis signait la fiche de consentement ;

2) les étudiants complétaient un prétest recueillant leur âge et leur genre ainsi que leur niveau de connaissance préalables sur le sujet du document ;

3) chaque étudiant était aléatoirement répartis dans une des quatre conditions de l'étude : document multimédia seul (groupe contrôle, n = 20) ou document multimédia accompagné d'un graphique statique (groupe statique, n = 22), d'un graphique séquentiel (groupe séquentiel, n = 19) ou d'un graphique auto-généré (groupe auto-généré, n = 20), voir Figure 1. Le graphique organisateur ajouté au document permettait de mettre en saillance la structure du document via la présence des cadres contenant les informations de la macrostructure du texte ainsi que la présence des flèches témoignant des relations entretenues entre ces informations ;

a) b)



c) d)

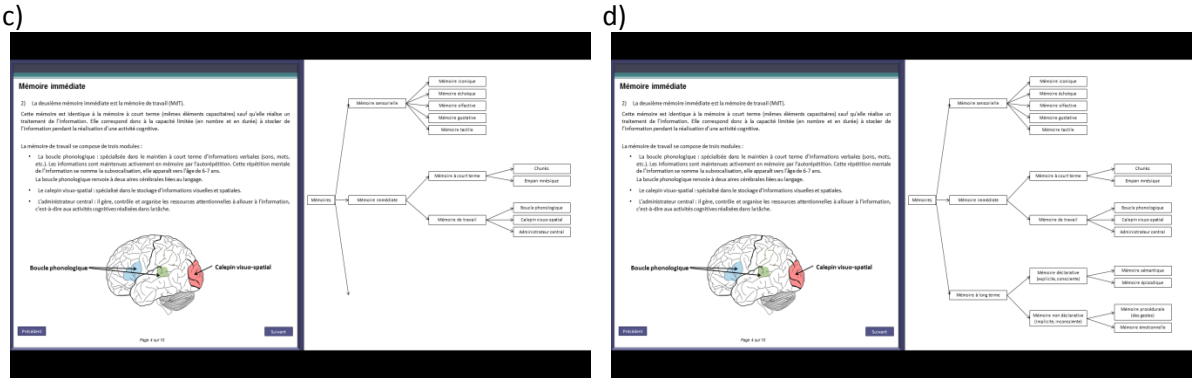


Figure 1. Copies d'écran des différentes conditions d'apprentissage : a) groupe contrôle, b) groupe auto-généré, c) groupe séquentiel, d) groupe statique.

4) avant de débuter la phase d'apprentissage, les étudiants de chaque groupe visionnaient une vidéo montrant un exemple de document d'apprentissage soit sans graphique, avec un graphique (statique ou séquentiel) ou avec la construction d'un graphique ;

5) après avoir répondu à leur question et leur avoir rappelé qu'ils devaient apprendre les informations présentées, le document ainsi qu'un logiciel d'enregistrement étaient lancés. Cela a permis de recueillir le temps total passé sur le document ainsi que les étapes de la construction du graphique. Le document d'apprentissage était composé de 9 pages décrivant les différents types de mémoire et illustrant leur localisation dans le cerveau. Les étudiants contrôlaient le rythme du document multimédia à l'aide de boutons « suivant » et « précédent » sur chacune des pages ;

6) suite à la phase d'apprentissage, les étudiants évaluaient la difficulté du document présenté ainsi que leur sentiment d'auto-efficacité sur une échelle de Likert en 9 points ;

7) enfin, les étudiants complétaient un questionnaire d'apprentissage composé d'un test de rappel (questions portant sur les informations représentées sur le graphique – macrostructure et liens entre les informations – et les informations non représentées sur le graphique – microstructure et illustrations) et d'un test de transfert des connaissances.

3 RÉSULTATS

Aucune différence statistiquement significative n'a été obtenue entre les quatre groupes de l'étude sur l'échelle visant à mesurer le sentiment d'auto-efficacité des étudiants ainsi que sur l'échelle de difficulté perçue. Toutefois, les analyses statistiques montrent une différence significative du temps passé sur le document (F (3, 73) = 4.978, p = .003, η_p^2 = .170).

Les analyses post-hoc révèlent que les étudiants du groupe contrôle passent significativement moins de temps sur le document que ceux du groupe graphique auto-généré (*Mcontrole* = 20.57min, *ET* = 5.20 ; *Mgraphique auto-généré* = 31.75min, *ET* = 7.55).

Les analyses statistiques réalisées sur le questionnaire d'apprentissage indiquent que les étudiants apprenant avec un graphique statique ou séquentiel obtiennent de meilleures performances au test de rappel face aux étudiants du groupe contrôle aux questions portant sur les informations représentées sur le graphique (macrostructure du document (F (3, 77) = 4.878, p = .004, η_p^2 = .160) et liens entre les informations (F (3, 77) = 6.381, p = .001, η_p^2 = .199)). Aucune différence significative entre les groupes n'a été obtenue aux questions portant sur les informations non représentées sur le graphique (microstructure du document et illustrations). De plus, les étudiants visionnant le document avec la présence d'un graphique organisateur (statique ou séquentielle) obtiennent des scores significativement plus élevés au test de transfert de connaissances face aux étudiants du groupe contrôle (t(*77*) = 2.561, p =.014).

En outre, les analyses statistiques réalisées comparant les performances des étudiants ayant un graphique (groupe statique ou séquentielle) aux performances de ceux générant un graphique pendant la lecture du document (groupe auto-généré) indiquent que la génération entraîne de moins bonnes performances au test de rappel concernant les informations représentées sur le graphique (macrostructure, t(*77*) = 2.059, p = .047 et lien entre les informations, t(*77*) = 2.405, p =.022). De plus, les résultats montrent que les étudiants apprenant avec un graphique obtiennent significativement de meilleures performances au test de transfert des connaissances face aux étudiants générant un graphique lors de l'apprentissage du document (F (3, 77) = 3.574, p = .018, η_p^2 = .122).

4 DISCUSSION

En accord avec la littérature, les résultats de cette étude montrent que l'ajout d'un graphique organisateur à l'écran (groupe séquentiel et groupe statique) permet d'augmenter les performances des étudiants face au groupe contrôle au test de rappel des informations représentées sur le

graphique (macrostructure et liens entre les informations) ainsi qu'au test de transfert des connaissances. Cependant, cet ajout n'influence pas les performances obtenues au test de rappel des informations non représentées sur le graphique (microstructure et illustration). En outre, si la génération d'un graphique organisateur pendant l'apprentissage n'a pas influencé les performances au test de rappel des informations non représentées sur le graphique, celle-ci s'est révélée néfaste à la mémorisation des informations représentées sur le graphique (macrostructure et liens entre les informations) ainsi qu'à la compréhension des informations présentées au sein du document comme en témoignent les performances obtenues au test de transfert des connaissances. De plus, ces étudiants passent significativement plus de temps sur le document que ceux du groupe contrôle. Ces résultats confirment ceux de l'étude de Stull et Mayer (2007) et vont clairement dans le sens de la théorie de la charge cognitive et à l'encontre de l'*activity theory*. Cette étude démontre en conséquence que le fait de rendre des étudiants plus actifs pendant les apprentissages, ici par la réalisation d'un graphique, n'entraine pas nécessairement de gains en termes de performance, voire même contribue à les rendre moins performants.

5 BIBLIOGRAPHIE

Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). *Learning as a generative activity: Eight learning strategies that promote understanding*. Cambridge University Press.

Jamet, E., & Arguel, A. (2008). La compréhension d'un document technique multimédia peut-elle être améliorée par une présentation séquentielle de son contenu ? *Le travail humain*, *71*(3), 253-270.

Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 3-48). New York*:* Cambridge University Press.

Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning: Second edition* (pp. 43-71). New York: Cambridge University Press.

Stull, A. & Mayer, R. E. (2007). Learning by Doing Versus Learning by Viewing: Three Experimental Comparisons of Learner-Generated Versus Author-Provided Graphic Organizers. *Journal of Educational Psychology, 99(4)*, 808-820.

Effets du point de vue de présentation des instructions et de l'aptitude à la rotation mentale sur l'apprentissage d'un geste technique

Jannin Leslie [a]
20 Rue Duquesne 29200 BREST
leslie.jannin@univ-brest.fr

Ganier Franck [a]
20 Rue Duquesne 29200 BREST
franck.ganier@univ-brest.fr

De Vries Philine [b]
22 rue Camille Desmoulins 29200 BREST
philine.devries@chu-brest.fr

[a] UBO, Lab-STICC, UMR 6285, Brest 29200, France
[b] CHRU, LNB, EA 4685, UBO, CESIM Santé, Brest, France

Catégorie de soumission : Communication longue

RÉSUMÉ

En vue de l'élaboration d'un module *e-learning*, nous nous sommes interrogés sur le point de vue le mieux adapté à la présentation d'instructions procédurales sous forme de photographies, pour l'apprentissage d'un geste technique chez des étudiants en Médecine. Nous avons pris en compte l'aptitude à la rotation mentale d'étudiants, auxquels nous avons demandé de réaliser 5 points de suture, guidés par des instructions égocentrées ou hétérocentrées. Notre hypothèse était que la nécessité de réaliser une rotation mentale induite par le point de vue hétérocentré pouvait pénaliser l'apprentissage des individus ayant une faible aptitude à la rotation mentale. Les résultats de cette étude montrent un effet de la répétition de la procédure sur les performances des participants. Par ailleurs, de meilleures performances en termes de qualité et de vitesse d'exécution sont observées pour les participants confrontés au point de vue égocentré par rapport aux participants du groupe hétérocentré.

MOTS-CLÉS
Apprentissage procédural, *e-learning*, ergonomie de documents, simulation, point de vue égocentré, point de vue exocentré.

1 PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

L'apprentissage des gestes chirurgicaux chez les étudiants en médecine se fait traditionnellement directement sur le patient lors de stages hospitaliers. Cependant, ce modèle d'apprentissage n'est pas le plus sûr pour le patient. En outre, il ne répond plus à l'éthique médicale (Aggarwal *et al.*, 2009). Le développement de pratiques de simulation pour l'apprentissage en santé pourrait permettre de proposer une alternative plus sûre pour les patients (Granry & Moll, 2012). Dans ce contexte, de nombreux chercheurs ont commencé à étudier l'utilisation de la simulation pour l'apprentissage médical (Boucheix, 2015 ; Meyer, Connors, Hou & Gajewski, 2011 ; Seybert, Smithburger, Kobulinsky & Kane-Gill, 2012). À la Faculté de Médecine de l'Université de Brest, une réflexion spécifique s'est engagée sur la mise en place d'ateliers d'entrainement à certains gestes techniques – dont le point de suture – par la réalisation de simulations, en *e-learning*.

1.1 Apprentissage procédural

L'apprentissage de gestes techniques renvoie à un type d'apprentissage particulier : l'apprentissage procédural. Lors de cet apprentissage de nombreuses répétitions du geste seraient nécessaires pour acquérir une certaine habileté. Selon Anderson (1983), une première phase de l'apprentissage procédural correspondrait à l'interprétation de connaissances déclaratives (délivrées sous forme d'instructions), cela s'effectuerait de façon lente et contrôlée. Cette phase imposerait une forte charge cognitive (Sweller, Merriënboer & Paas, 1998) en mémoire de travail (Baddeley, 1997) qui dépendrait des caractéristiques des instructions, mais aussi de certaines caractéristiques psychologiques. Lors de cette première phase, le traitement des informations contenues dans les instructions requiert un effort cognitif important de la part de l'apprenant. C'est la deuxième phase, dite phase de compilation des connaissances, qui permettrait de convertir progressivement le savoir déclaratif en savoir procédural (Anderson, 1983). Durant celle-ci, la charge cognitive imposée serait progressivement réduite, ce qui permettrait d'améliorer le traitement des informations et d'augmenter la vitesse de réalisation de la procédure. À la fin du processus d'apprentissage, l'apprenant parviendrait, lors d'une troisième phase, à l'automatisation qui marquerait l'acquisition de la procédure.

L'apprentissage procédural et particulièrement, les premières phases de celui-ci reposerait fortement sur la mémoire de travail de capacité limitée (Baddeley, 1997 ; Miller, 1956). Selon la théorie de la charge cognitive (Sweller, 1988), une charge cognitive trop importante pourrait compliquer le traitement des informations et ainsi, gêner l'apprentissage (Ayres & Sweller, 2014 ; Bobis, Sweller & Cooper, 1993). Ainsi, des instructions peu adaptées imposeraient une charge cognitive importante. Cette charge cognitive supplémentaire, nommée charge extrinsèque (Sweller, 1988) compliquerait donc l'apprentissage du geste technique. Pour éviter cela, les instructions procédurales doivent être conçues de manière à minimiser la charge extrinsèque.

1.2 Rotation mentale et point de vue

Il existe différentes façons de présenter des instructions procédurales : un simple texte descriptif des actions à réaliser, représenter l'effet des actions sur un objet, représenter une personne réalisant l'action, etc. Lorsqu'on décide de représenter une personne réalisant l'action, on peut présenter les images ou vidéos procédurales de plusieurs points de vue : du point de vue de la personne qui réalise l'action ou d'un point de vue extérieur (caméra face à la personne, sur le côté, de trois-quarts…). Dans le traitement de ces informations, l'aptitude à la rotation mentale devrait jouer un rôle non négligeable.

L'aptitude à la rotation mentale correspond à la capacité à faire tourner mentalement l'image d'un objet 2D ou 3D, il s'agit d'une forme particulière d'imagerie mentale (Shepard & Metzler, 1971). Dans la mesure où la charge induite par le traitement d'instruction lors de la phase cognitive dépend, en plus des caractéristiques des instructions, de certaines caractéristiques psychologiques, l'aptitude à la rotation mentale des individus pourrait exercer un effet sur la charge mentale liée au traitement d'instructions visuelles. Dans cette perspective, il serait possible que l'aptitude à la rotation mentale interagisse avec le point de vue présenté : il serait plus facile pour un individu disposant d'une faible aptitude à la rotation mentale de traiter des instructions présentées selon un point de vue égocentré (point de vue de la personne faisant l'action) plutôt que des instructions hétérocentrées (caméra face à la personne faisant l'action), qui nécessiteraient un effort de rotation mentale. Ainsi, la nécessité de réaliser une rotation mentale, pour traiter les instructions hétérocentrées augmenterait la sollicitation de la mémoire de travail.

Il apparait donc que l'apprentissage de procédures est coûteux en ressources cognitives (Ganier, Hoareau & Devillers, 2013) mais demande également de nombreuses répétitions et donc, du temps. C'est pourquoi la création d'un module de *e-learning* permettant aux étudiants de s'entrainer de façon indépendante jusqu'à maitrise du geste semble être un bon prérequis à la pratique. Cependant, ce module devra être pensé pour réduire la charge extrinsèque et ainsi faciliter

l'apprentissage. De nombreuses études sur la conception des instructions ont déjà été réalisées (Bobis, Sweller & Cooper, 1993 ; Mayer & Anderson, 1991 ; Chandler & Sweller 1991), celle-ci s'intéresse plus particulièrement au point de vue de présentation des instructions et aux capacités de traitement des individus, notamment en lien avec leur aptitude à la rotation mentale. Nous avons voulu vérifier quel point de vue permettait le meilleur apprentissage. Pour cela, nous avons comparé l'effet de deux points de vue : égocentré et hétérocentré, sur l'apprentissage du point de suture chez des étudiants de 2ème année de médecine présentant une aptitude forte ou faible à la rotation mentale.

1.3 Hypothèses

Puisqu'il s'agit d'une situation d'apprentissage, nous avons tout d'abord émis l'hypothèse que le nombre d'essais devrait avoir un effet sur la durée de consultation des instructions, sur la durée d'exécution du geste et, sur la qualité des points de suture. Ainsi, les durées devraient diminuer et la qualité des points de suture augmenter au fil des essais, suivant l'allure classique d'une courbe d'apprentissage.

Si l'on s'intéresse au point de vue de présentation des informations, le point de vue égocentré pourrait faciliter le traitement de l'information dans les premières étapes de l'apprentissage et donc minimiser la charge cognitive extrinsèque. Cela pourrait avoir un effet facilitateur sur l'apprentissage, en particulier pour les personnes ayant une faible capacité de rotation mentale. Nous avons donc fait l'hypothèse que les étudiants soumis au point de vue égocentré prendraient moins de temps pour consulter les instructions et pour réaliser un point de suture que les étudiants soumis au point de vue hétérocentré. Les étudiants soumis au point de vue égocentré réaliseraient également des points de suture de meilleure qualité que les étudiants soumis au point de vue hétérocentré.

Compte-tenu de l'aptitude à la rotation mentale des individus, nous avons supposé la présence d'une interaction entre l'aptitude à la rotation mentale et le point de vue présenté dans les instructions. Ainsi, parmi les étudiants soumis au point de vue hétérocentré, ceux ayant une faible aptitude à la rotation mentale réaliseraient des points de suture moins rapidement et de moins bonne qualité que ceux ayant une forte aptitude à la rotation mentale. Cette différence devrait s'estomper lorsque les étudiants sont soumis au point de vue égocentré.

2 MILIEU D'IMPLANTATION ET METHODE

2.1 Participants

Les participants ont été sélectionnés parmi 107 étudiants de deuxième année à la Faculté de Médecine de l'Université de Bretagne Occidentale, préalablement soumis au test de Rotation Mentale de Vandenberg et Kuse (1978), étalonné et adapté en langue française par Albaret et Aubert (1996). Tous étaient volontaires pour participer à une expérience.

Quarante-quatre individus (12 hommes et 32 femmes), âgés de 20 ans en moyenne ont été retenus. Aucun n'avait réalisé de points de suture auparavant. Ont été retenus, les participants ayant une forte aptitude à la rotation mentale (supérieure à 25 sur 40 points) ou une faible aptitude (inférieure à 15). Chaque groupe comportait 22 individus.

2.2 Matériel

2.2.1 Photographies

Les instructions ont été réalisées spécialement pour cette expérience. Elles étaient présentées sous forme de photographies accompagnées par du texte. Celui-ci était intégré à la photographie pour éviter un effet négatif de l'attention partagée (Ayres & Sweller, 2014). Elles étaient réalisées selon les deux points de vue différents : égocentré ou hétérocentré.

Ces photographies, sélectionnées avec l'aide d'une chirurgienne, détaillaient les étapes importantes de la réalisation d'un point de suture. Pour chaque point de vue 52 images étaient présentées. Trente-six photographies présentaient les instruments, l'installation de l'aiguille et les

erreurs à éviter. Ces étapes étaient appelées « prérequis ». Les 16 autres photographies présentaient la procédure proprement dite, du passage de l'aiguille au nouage des fils.

2.2.2 Matériel de présentation

Les instructions étaient présentées sur un écran d'ordinateur portable sous forme de diaporama, via le logiciel TIP-EXE (Ganier & Querrec, 2012). Ce logiciel permettait de calculer la durée d'exposition aux instructions en floutant chaque image séparément. Pour visualiser une instruction, le participant devait cliquer sur celle-ci en maintenant le bouton de la souris enfoncée. Cela permettait également de d'enregistrer le parcours de lecture de chaque participant.

Dès que le participant relâchait le bouton, l'image se floutait à nouveau. Toute durée hors consultation des instructions était considérée comme consacrée à l'exécution du geste.

2.2.3 Matériel chirurgical

Le matériel comprenait également les instruments chirurgicaux nécessaires pour réaliser les points de suture : un porte-aiguille, des ciseaux, des pinces avec et sans griffes, un paquet comprenant du fil et une aiguille, ainsi qu'une fausse peau synthétique présentant une large plaie sur laquelle les participants réalisaient les sutures.

2.3 Données recueillies

2.3.1 TIP-EXE

Les mesures chronométriques recueillies grâce au logiciel TIP-EXE (Ganier & Querrec, 2012), correspondaient à la durée de consultation des instructions, à la durée d'exécution du geste et à la durée de réalisation de la procédure (équivalente à la somme des deux mesures précédentes).

2.3.2 Echelles utilisées

Les autres données étaient recueillies via deux échelles de notation des points de suture. La première était l'échelle OSATS (*Objective Structured Assesment of Technical Skills*), conçue par Martin *et al.* (1997), traduite en français et adapté pour une utilisation spécifique sur l'évaluation du point de suture par Bréaud *et al.* (2013).

La seconde échelle utilisée regroupait les six erreurs à ne pas commettre, identifiées dans les instructions présentées aux participants. Elle permettait de noter pour chaque point, quelles erreurs avaient été commises par le participant.

2.4 Procédure

La passation de l'expérience était individuelle et se déroulait sur une séance d'une heure trente. La moitié des participants ayant une forte capacité à la rotation mentale étaient confrontés aux instructions hétérocentrées et l'autre moitié aux instructions égocentrées. La répartition était similaire pour les étudiants ayant une faible capacité à la rotation mentale.

Une phase de démonstration permettait à l'expérimentateur de présenter le déroulement et les consignes de l'expérience et d'expliquer le fonctionnement du logiciel TIP-EXE.

Dans une deuxième phase les participants pouvaient se familiariser avec le logiciel tout en consultant la première partie des instructions, les prérequis. Ils avaient alors l'occasion de manipuler les instruments et de poser des questions. Ils pouvaient consulter ces instructions pendant aussi longtemps qu'ils le souhaitaient et étaient avertis qu'ils n'y auraient plus accès à partir du moment où commencerait la phase expérimentale. Avant de commencer la troisième phase il leur était demandé d'installer l'aiguille sur le porte-aiguille en suivant les instructions des prérequis.

La phase suivante était la phase expérimentale pour laquelle les participants avaient accès aux instructions détaillant la procédure de réalisation d'un point de suture, présentées soit du point de vue égocentré soit du point de vue hétérocentré. Ils pouvaient consulter ces instructions pendant aussi longtemps qu'ils le souhaitaient, mais ne pouvaient plus poser de questions à

l'expérimentateur. Pour conserver le plus possible une certaine validité écologique, les participants pouvaient alterner entre la consultation des instructions et l'exécution des actions comme ils le souhaitaient, en accord avec le processus d'atomisation de l'action (Vermersch, 1985).

Dans le but d'étudier réellement l'apprentissage de la procédure, chaque participant devait réaliser cinq points de suture, en ayant à chaque fois la possibilité de consulter les instructions, s'il le souhaitait. Durant chaque essai l'expérimentateur observait l'ensemble des gestes réalisés par le participant et évaluait la qualité du point de suture à l'aide de l'échelle OSATS. A l'issue de l'expérience un débriefing était réalisé.

3 RESULTATS

3.1 Durée de réalisation de la procédure

La durée de réalisation de la procédure diminue au cours des essais. L'analyse de variance révèle un effet significatif du nombre d'essais sur la durée de réalisation de la procédure : F (4;160) = 154,44; $p < .001$. La diminution de la durée de réalisation et sa stabilisation ont été confirmées par des comparaisons analytiques par paires. Celles-ci montrent une nette diminution entre les essais 1 et 2 ($p < .001$), suivie d'une diminution plus faible entre les essais 2 et 3 ($p < .01$), et les essais 3 et 4 ($p < .05$). La différence s'estompe entre les essais 4 et 5.

L'analyse de variance montre également un effet significatif du point de vue sur la durée de réalisation de la procédure : F (1;40) = 5,54; $p < .05$. Les participants confrontés au point de vue égocentré mettent moins de temps que les participants confrontés au point de vue hétérocentré (respectivement : m = 324,36s ; m = 397,55s).

3.2 Durée de consultation des instructions

La durée de consultation diminue fortement au cours des essais. A partir du troisième essai les participants ne consultent presque plus les instructions. L'analyse de variance révèle un effet significatif du nombre d'essais sur la durée de consultation des instructions: F (4;160) = 216,30; $p < .001$. La diminution de la durée de consultation et sa stabilisation ont été confirmées par des comparaisons analytiques par paires. Celles-ci montrent une nette diminution entre les essais 1 et 2 ($p < .001$), suivie d'une diminution plus faible entre les essais 2 et 3 ($p < .001$). La différence s'estompe pour les essais suivants, les participants ne consultant presque plus les instructions.

3.3 Durée d'exécution du geste

La durée d'exécution du geste diminue au cours des essais. L'analyse de variance révèle un effet significatif du nombre d'essais sur la durée d'exécution du geste: F (4;160) = 79,29; $p < .001$. La diminution de la durée d'exécution et sa stabilisation ont été confirmées par des comparaisons analytiques par paires. Celles-ci montrent une nette diminution entre les essais 1 et 2 ($p < .001$), suivie d'une diminution plus faible entre les essais 2 et 3 ($p < .05$), et les essais 3 et 4 ($p < .05$). La différence s'estompe entre les essais 4 et 5.

L'analyse de variance montre également un effet significatif du point de vue sur la durée d'exécution du geste : F (1;40) = 6,88; $p < .05$. Les participants confrontés au point de vue égocentré (m = 261,74s) mettent moins de temps que les participants confrontés au point de vue hétérocentré (m = 330,05s).

3.4 Nombre d'erreurs

Le nombre d'erreurs commises par les participants diminue au cours des essais. L'analyse de variance révèle un effet significatif du nombre d'essais sur le nombre d'erreurs : F (4;160) = 10,02; $p < .001$. La diminution du nombre d'erreurs a été confirmée par des comparaisons analytiques par paires. Celles-ci montrent des différences significatives entre les essais 1 et 2 ($p < .01$). La différence entre les autres essais n'est pas significative.

3.5 Scores OSATS

La qualité des points de suture (scores OSATS) augmente au cours des essais. L'analyse de variance révèle un effet significatif du nombre d'essais sur la durée de réalisation de la procédure : $F(4;160) = 439{,}52$; $p < .001$.L'augmentation des scores OSATS a été confirmée par des comparaisons analytiques par paires. Celles-ci montrent des différences entre tous les essais : une nette augmentation entre les essais 1 et 2 ($p < .001$) et les essais 2 et 3 ($p < .001$), suivie d'une augmentation plus faible entre les essais 3 et 4 ($p < .001$), et les essais 4 et 5 ($p < .001$).

L'analyse de variance montre également un effet significatif de l'aptitude à la rotation mentale sur la qualité des points de suture: $F(1;40) = 4{,}32$; $p < .05$. Les participants ayant une forte aptitude à la rotation mentale ont des scores OSATS moyens plus élevés que les participants ayant une faible aptitude à la rotation mentale (respectivement : m = 24,85; m = 23,32).

L'analyse de variance montre finalement un effet significatif du point de vue sur la qualité des points de suture : $F(1;40) = 16{,}53$; $p < .001$. Les participants confrontés au point de vue égocentré (m = 25,57) ont des scores OSATS plus élevés que les participants confrontés au point de vue hétérocentré (m = 22,60).

4 DISCUSSION

Cette étude s'intéressait à l'adaptation des instructions pour l'apprentissage procédural. Le but principal était de déterminer quel format de présentation des instructions était le plus adapté à l'apprentissage des points de suture, chez des étudiants en médecine. Deux résultats principaux ont été produits : le premier concerne la validité interne de la situation d'apprentissage de geste technique par simulation (Hoareau, Querrec, Buche & Ganier, 2017), le second se rapporte aux effets du point de vue de présentation des instructions sur cet apprentissage.

Les résultats de cette étude montrent que les performances des participants suivent l'allure classique d'une courbe d'apprentissage. Celle-ci est caractérisée par la diminution de la durée de consultation des instructions, de la durée d'exécution du geste et, donc de la durée total de réalisation de la tâche, ainsi que par l'amélioration de la qualité des points de suture évaluée par le score OSATS.

Les résultats concernant la consultation des instructions suivent l'idée que la première phase de l'apprentissage procédural est caractérisée par un recours systématique aux instructions (Ganier, Hoareau & Devillers, 2013). La durée de consultation des instructions diminue ensuite à chaque nouvel essai, ce qui correspondrait à la phase de compilation des connaissances (Anderson, 1983). Cela semble cohérent avec les résultats obtenus pour la durée d'exécution de la tâche qui diminue au fur et à mesure des essais. L'amélioration du traitement des informations et de la vitesse de réalisation de la procédure est donc visible. La progression des performances est également perceptible à travers l'augmentation de la qualité d'exécution du geste. Cette évolution d'une première phase demandant un effort cognitif important vers une phase plus automatisée se caractérise donc par une durée de réalisation de la procédure plus longue ainsi qu'une qualité d'exécution moindre dans les premiers essais, par rapport aux essais suivants (Anderson, 1983).

Pour cette étude il avait été supposé que le point de vue égocentré permettrait un meilleur apprentissage de la procédure que le point de vue hétérocentré. Il avait été également supposé que l'aptitude à la rotation mentale aurait une interaction avec le point de vue de présentation des instructions, le point de vue hétérocentré pénalisant de manière plus importante les individus ayant une faible aptitude à la rotation mentale.

Les résultats montrent que, pour la durée de réalisation de la procédure et la durée d'exécution du geste, le point de vue égocentré semble être le plus profitable en termes de vitesse de réalisation. Aucune différence entre les deux points de vue n'est visible sur la durée de consultation des actions. Si comme supposé, cette différence de durée entre les deux points de vue, est due à la charge cognitive induite par nécessité d'effectuer une rotation mentale avec le point de vue hétérocentré, il est possible que cela se produise lors de la planification de l'exécution.

Pour confirmer l'augmentation de la charge mentale chez les participants exposés au point de vue hétérocentré, il faut s'intéresser à la qualité d'exécution du geste qui devrait traduire la qualité du traitement des instructions. Au vu des résultats le point de vue égocentré semble être plus profitable que le point de vue hétérocentré sur la qualité des points de suture. Ces résultats sont donc cohérents avec nos hypothèses.

Cette étude semble confirmer que l'utilisation du *e-learning* pour la simulation de procédures dans un but d'apprentissage peut permettre, grâce aux répétitions d'améliorer la qualité et la vitesse de réalisation de la procédure. Cependant, des études supplémentaires mériteraient d'être poursuivies pour étudier l'effet de cette forme d'enseignement sur les apprentissages à long terme ainsi que sur le transfert en situation de pratique réelle. En effet, si plusieurs études montrent que la simulation peut être efficace pour l'apprentissage de compétences à long terme, transférables en situation réelle (Barsuk, Cohen, Feinglass, McGaghie & Wayne, 2009 ; Sroka *et al*., 2010), des recherches complémentaires sont nécessaires pour transférer ces résultats à la situation de simulation en *e-learning*.

De plus, pour poursuivre ces travaux sur l'apprentissage procédural par *e-learning*, il s'avère important de mettre en place des recherches complémentaires pour comparer cette situation à un enseignement par la simulation en présentiel et à des combinaisons de ces deux types d'enseignement. Le but étant d'essayer de trouver les situations les plus adaptées pour l'apprentissage procédural, tout en conservant la volonté de respecter la sécurité des patients et l'éthique médicale.

5 BIBLIOGRAPHIE

Aggarwal, R., Crochet, P., Dias, A., Misra, A., Ziprin, P., & Darzi, A., (2009). Development of a virtual reality training curriculum for laparoscopic cholecystectomy. *British Journal of Surgery*, 96, 1086-1093.

Albaret, J.-M., & Aubert, E. (1996). Etalonnage 15-19 ans du test de rotation mentale de Vandenberg. *Evolutions psychomotrices*, 8 (34) 206-215.

Anderson, J. R. (1983). Cognitive science series. *The architecture of cognition*. Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates.

Ayres, P., & Sweller, J. (2005). The split-attention principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 135–146). New York, NY: Cambridge University Press.

Baddeley, A. (1997). *Human memory. Theory and practice* (revised ed.). Hove, UK: Psychology Press.

Barsuk, J. H., Cohen, E. R., Feinglass, J., McGaghie, W. C., & Wayne, D. B. (2009). Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Archives of internal medicine*, 169(15), 1420-1423.

Bobis, J., Sweller, J., & Cooper, M. (1993). Cognitive load effects in a primary-school geometry task. *Learning and Instruction*, 3(1), 1-21.

Boucheix, J. M. (2015). Apprendre le réel sans les risques du réel. L'apprentissage sur simulateur comme prévention. In *Vulnérabilité psychique et clinique de l'extrême en réanimation* (pp. 251-261). Paris, Dunod.

Bréaud, J., Chevallier, D.C., De Vries, P., Lacreuse, I., Delotte, J., Benizri, E., Tran, A., Fournier, J.P., & Benchimol D. (septembre 2013). *Adaptation en langue française du score OSATS pour un geste technique. Méthodologie d'évaluation du score et résultats préliminaires*. Communication présentée au 70e congrès de la SFCP, St Malo, France.

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.

Ganier, F., Hoareau, C., & Devillers, F. (2014). Évaluation des performances et de la charge de travail induits par l'apprentissage de procédures de maintenance en environnement virtuel. *Le Travail Humain*, 76(4), 335-363.

Ganier, F., & Querrec, R. (2012). TIP-EXE: A Software Tool for Studying the Use and Understanding of Procedural Documents. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 2(55), 106-121.

Granry, J.-C., & Moll, M.-C. (2012). *Rapport de mission*. Etat de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Paris, Haute Autorité de Santé.

Hoareau, C., Querrec, R., Buche, C., & Ganier, F. (2017). Evaluation of Internal and External Validity of a Virtual Environment for Learning a Long Procedure. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1-13.

Martin, J. A., Regehr, G., Reznick, R., Macrae, H., Murnaghan, J., Hutchison, C., & Brown, M. (1997). Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *British Journal of Surgery*, 84(2), 273-278.

Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 484.

Meyer, M. N., Connors, H., Hou, Q., & Gajewski, B. (2011). The effect of simulation on clinical performance: A junior nursing student clinical comparison study. *Simulation in Healthcare*, 6(5), 269-277.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81.

Seybert, A. L., Smithburger, P. L., Kobulinsky, L. R., & Kane-Gill, S. L. (2012). Simulation-based learning versus problem-based learning in an acute care pharmacotherapy course. *Simulation in Healthcare*, 7(3), 162-165.

Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental Rotation of 3-Dimensional Objects. *Science, 171*, 3972 , 701–703.

Sroka, G., Feldman, L. S., Vassiliou, M. C., Kaneva, P. A., Fayez, R., & Fried, G. M. (2010). Fundamentals of laparoscopic surgery simulator training to proficiency improves laparoscopic performance in the operating room—a randomized controlled trial. *The American journal of surgery*, 199(1), 115-120.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.

Sweller, J., Van Merrienboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.

Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47(2), 599-604.

Vermersch, P. (1985). Données d'observation sur l'utilisation d'une consigne écrite: L'atomisation de l'action. *Le Travail Humain*, 161-172.

Des points de vue mixtes améliorent l'apprentissage de procédure gestuelles complexes à partir de vidéo en formation d'infirmière

Jean-Michel Boucheix*, Perrine Gauthier*, Jean-Baptiste Fontaine* & Sandrine Jaffeux**
** LEAD-CNRS, Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon France,*
Jean-Michel.Boucheix@u-bourgogne.fr
***IFSI, Institut de Formation aux Soins Infirmiers, Dijon, France*

RÉSUMÉ

Peu de recherches antérieures ont montré que les différences de points de vue jouaient un rôle dans l'apprentissage des procédures manuelles à partir de vidéos. Toutefois, les vidéos d'apprentissage de procédures ne montrant que des points de vue individuels ont été étudiées, par exemple le point de vue face à face hétéro centrée (3éme personne) a été comparé au point de vue égocentrée (1ére personne). Les résultats de ces recherches ne sont pas toujours cohérents. L'objectif de la présente recherche était d'étudier l'effet des points de vue mixtes sur l'apprentissage d'une procédure de pose d'une sonde (urinaire) à demeure en système clos, à partir d'une vidéo. Dans un paradigme de prétest-post test, 43 étudiants d'un Institut Français d'Enseignement Infirmier ont appris la procédure à partir d'une vidéo montrant une infirmière formatrice experte en soins infirmiers qui a installé le cathéter à demeure dans un système fermé. Trois conditions de vidéos ont été comparées montrant la procédure respectivement de (i) une vue en face à face hétéro centrée (FtF), une vue égocentrée (de type, caméra sur l'épaule, OtS) et (iii) une alternance de vues hétéro centrée et égocentrée (MixW) pour chacune de 25 étapes de la procédure à apprendre. La duré de la vidéo restait strictement identique dans trois conditions. Les étudiants infirmiers ont été assignés au hasard (N = 10-11) à l'un des quatre groupes: trois conditions expérimentales, FtF, OsS, MixW, et une condition de contrôle, sans apprentissage vidéo. Le pré et le post-test consistaient pour l'élève infirmier participant à démontrer la procédure dans une salle de simulation pleine échelle entièrement équipée. Les résultats ont montré que les apprenants du groupe mixte (MixW) ont obtenu des scores significativement plus élevés les autres groupes (FtF, OsS, MixW et condition de contrôle). Les apprenants des groupes FtF et OtS ont également obtenu des scores meilleurs que les apprenants du groupe contrôle sans apprentissage vidéo.

MOTS-CLÉS
Apprentissage, procédure médicale, vidéos, animations, neurones miroirs, point de vues

1 INTRODUCTION

Les vidéos ont été considérées comme efficaces pour l'apprentissage de procédures, et de gestes procéduraux (Marcus, Cleary, Wong et Ayres, 2013). L'objectif de la présente recherche était d'étudier l'effet des points de vue (de la caméra) sur l'apprentissage d'une procédure en soins infirmier. Dans le domaine du cinéma, il a été montré que les différences de points de vue ont un effet sur la compréhension des processus dynamiques exposées (Schwan, 2013). Les recherches récentes ont aussi montré que: (i) un point de vue égocentré (1ére personne, appelé aussi caméra sur l'épaule correspondant à la propre perspective de l'apprenant tend à être plus efficace qu'une vue en face à face, hétéro centrée (3éme personne) pour apprendre à réaliser des nœuds complexes (Garland & Sanchez, 2013); (ii) des animations montrant les mains de l'instructeur sur la vidéo actions étaient plus efficaces que des animations dans lesquelles les mains de l'instructeur étaient absentes (Marcus & al., 2013), et enfin (iii) la possibilité de pouvoir visualiser le visage du

«professeur» était plus bénéfique que détracteur car la direction du regard de l'instructeur influençait la direction de l'attention des apprenants sur les informations pertinentes (van Gog & al . 2014).

Cependant, les résultats de recherche précédentes ne sont pas toujours cohérents. Dans le cas d'une procédure de type médicale complexe, en fonction de l'exigence de la tâche, un point de vue hétéro centré en face à face pourrait être plus bénéfique pour l'apprentissage certaines étapes de la procédure alors que, une vue égocentrée pourrait s'avérer plus bénéfique pour d'autre étapes et à d'autres moments de la procédure. Afin de tester cette hypothèse, dans un paradigme pré-test-post-test, nous avons comparé trois conditions d'apprentissage d'une procédure médicale reconnue délicate et complexe que les infirmières doivent acquérir dans les écoles professionnelles (i) une vue de face à face classique hétéro centrée (3^{éme} personne); (ii) une vue égocentrée (1^{ére} personne, sur l'épaule) (iii) une vue mixte consistant en une alternance systématique entre les vues hétéro centrée et égocentrée (voire la procédure ci-dessous); (iv) un groupe témoin a également été sollicité.

2 METHODE

Les participants étaient 43 étudiants de l'institut des sciences infirmières de Bourgogne-Franche-Comté, répartis aléatoirement dans 4 conditions expérimentales (soit N = 10 à 11 par condition). Le matériel d'apprentissage consistait en trois vidéos professionnelles montrant une experte infirmière formatrice réalisant la procédure d'installation d'un sonde à demeure dans un système fermé (figure 1). Les trois vidéos avait la même durée (11 minutes) et montraient la procédure respectivement en point de vue (i) face à face, hétéro centrée (FtF), égocentrée (OtS) et (iii) une alternance de points de vue hétéro centrées et égocentrées (MixW). Pour toutes les vidéos, le visage de l'instructeur n'était pas visible.

La similarité des propriétés perceptives des vidéos a été vérifiée. Le matériel pré et post-test consistait en une salle de simulation pleine échelle entièrement équipée pour les enregistrements, avec tout le matériel nécessaire et un mannequin pour l'installation de la sonde à demeure.

Figure 1. Screenshots of the medical hand procedure videos, a: OtS, b: FtF, c and d: simulation room.

L'expérience a eu lieu au début du deuxième semestre. Tous étudiants ont d'abord une session de démonstration de la procédure (une classe de 2 heures, avec une explicitation verbale des étapes de la procédure), avec le même instructeur. Aucun étudiant n'a pratiqué ni étudié par la suite la procédure jusqu'à une séance de pré-test qui a eu lieu à la fin du deuxième semestre.

Pour ce pré-test, chaque étudiant, individuellement, a été invité à démontrer la procédure dans la salle de simulation. Le temps de démonstration était limité (30 mn) et l'heure de la tâche enregistrée. La procédure comprenait 25 étapes. Chaque étape a été évaluée (deux évaluateurs

aveugles, experts) avec une grille, selon trois niveaux de succès: 0 points (non réalisé), 1 point (incomplet), 2 points (complètement réalisé). Le maximum était de 50 points.

Ensuite, les 43 étudiants ont été assignés au hasard (N = 10-11) à l'un des quatre groupes: les trois conditions expérimentales (FtF, OsS, MixW) et une condition de contrôle.

En ce qui concerne les séquences d'apprentissage, chaque étudiant des trois groupes expérimentaux a visualisé soigneusement la vidéo 6 fois (2 fois par jour pendant 3 jours, pour un total de 6x11 minutes) Des instructions- avec des contrôles - ont été données pour le temps et le modalité d'apprentissage: aucun contrôle sur la vidéo n'était possible, aucune exposition à d'autres procédures, aucune lecture sur le sujet). Le groupe témoin n'avait accès à aucune vidéo. Le post-test a eu lieu après le temps d'apprentissage et a été codé comme le pré-test.

3 RESULTATS

Les résultats, performances en pourcentage d'étapes complètement réalisées, sont présentés figure 2, ci-dessous.

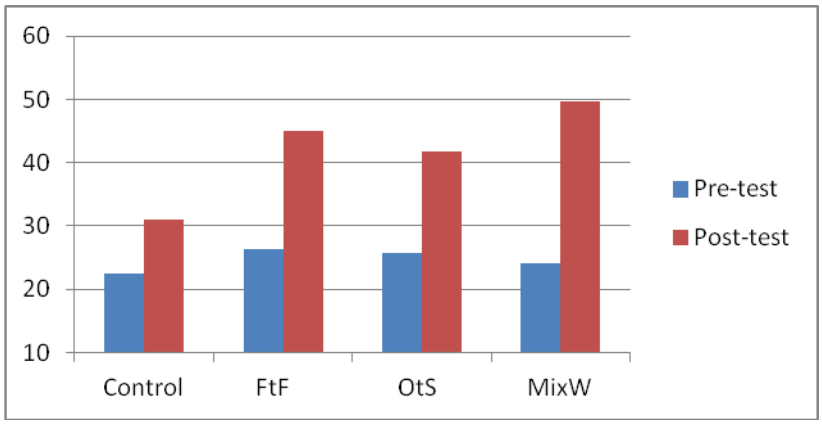


Figure 2. Hand procedure scores at the demonstration post-test (max 50) for each group.

Une ANOVA à mesures répétées sur les scores, avec pré et post test comme facteur intra sujets et les groupes comme facteur inter sujets, a montré un effet de l'apprentissage entre pré et post tests, (F (1, 39) = 317,6, p <.00001, ηp^2 = .89), un effet du groupe (F (3,39) = 22,57, p <0,00001, ηp^2 = 0,63) et une interaction entre les tests pré-post et le groupe (F (3,39) = 12,85, p <00001, ηp^2 = .50).

Il n'y avait aucune différence entre les groupes pour le pré-test, (F (3,39) = 1,53, p = 0,22, ηp^2 = 0,10), mais il y avait une différence significative entre les groupes pour le post-test (F (3 , 39) = 34,96, p <0,00001, ηp^2 = 0,73). Le groupe MixW a obtenu des scores plus élevés que le groupe témoin (F (1,39) = 98,31, p <0,00001); que le groupe FtF (F (1,39) = 18,41, p <0,001) et que le groupe OtS (F (1,39) = 6,83, p = 0,012).

Les groupes FtF et OtS ont obtenu un meilleur score que le groupe témoin, respectivement F (1,39) = 32,80, p <.0001 et F (1,39) = 54,23, p <0,00001. Les groupes FtF et OtS n'étaient pas différents, (F (1,39) = 2,81, p = 0,11). Les temps de réalisation de la procédure par les étudiants ne différaient pas entre les groupes, ni pour le pré-test, F (3,39) = 085, p = .47, ηp^2 = .06, ni pour le post-test (F (3,39) = 1,57, p = .21, ηp^2 = .11).

4 CONCLUSION

Les apprenants du groupe points de vue mixtes (hétero centré et égocentré) ont obtenu de meilleurs performances d'apprentissage que les apprenants des autres groupes. Apprendre une série

d'événements à partir de multiples points de vue pourrait permettre le construction d'un modèle mental enrichi, plus robuste et flexible? D'autres recherches doivent être conduites pour confirmer cet effet, notamment avec des échantillons de participants plus grands et en utilisant des procédures variées.

5 BIBLIOGRAPHIE

Garland, T.E., & Sanchez, C.A. (2013). Rotational perspective and learning procedural tasks from dynamic media. *Computer and Education, 69,* 31-37.

Marcus, N., Cleary, B., Wong, A., & Ayres, P. (2013). Should hand actions be observed when learning hand motor skills from instructional animations? *Computers in Human Behavior,* 29, 2172-2178.

Schwan, S. (2013). The art of simplifying events, In A.P. Shimamura (Ed.), Psychocinematics, Oxford University Press.

Van Gog, T.,Verveer, I., & Verveer, L. (2014). Learning from video modeling examples - Effects of seeing the human model's face. *Computers & Education*, 72, (pp. 323-327).

ÉPIQUE 2017 : Le développement de l'activité et des compétences relationnelles des aides-soignants lors de l'utilisation d'un robot émotionnel.

Carrion-Martinaud, M.L.
Laboratoire GRePS (EA 4163) Université Lumière Lyon 2
5 avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON
martinaud.ml@gmail.com

Gamkrelidze T.
Laboratoire GRePS (EA 4163) Université Lumière Lyon 2
5 avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON
tamari.gamkrelidze@univ-lyon2.fr

Bobillier-Chaumon, M.E.
Laboratoire GRePS (EA 4163) Université Lumière Lyon 2
5 avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON
marc-eric.bobillier-chaumon@univ-lyon2.fr

Baltenneck, N.
Département Psychologie du développement et des vulnérabilités
Université Lumière Lyon 2, 5, avenue Pierre Mendès France, 69676 BRON
nicolas.baltenneck@univ-lyon2.fr

Eyme, J.
Université de Genève, 40 bd du pont d'arve, 1205 GENEVE, Suisse
jeremy.eyme@unige.ch

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

La Haute Autorité de Santé (2011) préconise la diminution des thérapies médicamenteuses dans les EHPAD, favorisant l'arrivée des nouvelles technologies, comme le robot PARO. Cette étude vise d'une part, à comprendre la place et la fonction (sociale, structurante, médiatrice) que prend le robot PARO dans les pratiques des aides-soignants et, d'autre part, à ses apports, dans le maintien et le développement des compétences relationnelles. Pour ce faire, nous avons réalisé des observations filmées et des entretiens d'auto-confrontation. Les premiers résultats montrent PARO comme une ressource par ses caractéristiques physiques et interactives, mais qu'il vient compléter une synergie d'éléments, notamment les compétences de l'aide-soignant et la personnalité des personnes âgées. Les seconds indiquent la naissance d'un monde consensuel, un univers ludique dans lequel, les soignants doivent accepter de simuler et donc acquérir des compétences du jeu.

MOTS-CLÉS
Activité ; Compétences ; Aide-soignant ; Médiation robotique ; Nouvelles technologies

1 INTRODUCTION

Afin de pallier le manque de personnels et les exigences en soins toujours plus grandes, les Établissements d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes (EHPAD) font de plus en plus appel aux innovations technologiques. Elles peuvent concerner l'ensemble des personnels de l'établissement ainsi que les résidents. Différents types de technologies sont identifiables (Bobillier-

Chaumon & Ciobanu, 2009) : les systèmes de télésécurité, les logiciels de remédiation cognitive ou les robots de compagnie. De plus, la Haute Autorité de Santé[1] (HAS, 2011) préconise la diminution d'usage de thérapies médicamenteuses favorisant ainsi l'arrivée de nouvelles technologies. Le robot PARO (cf. Figure 1) fait partie des solutions proposées. C'est un robot thérapeutique qui a l'apparence d'un phoque en peluche. Il a été développé en 1993 par l'équipe du Dr Shibata pour les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer et apparentées. Son efficacité sur la diminution du niveau de stress, la communication et le renforcement des liens sociaux est montrée dans plusieurs études (Wada, Shibata, Saito, Sakamoto & Tanie, 2005 ; Wada & Shibata, 2008). Il a également été utilisé avec succès auprès d'une population de personnes âgées souffrant de troubles sévères du comportement liés à la maladie d'Alzheimer (Sant'Anna, Morat & Rigaud, 2012). PARO est équipé de sept moteurs, lui permettant de bouger la tête, cligner des yeux, actionner ses deux nageoires latérales et sa nageoire caudale. Certains traits qui jouent un rôle prépondérant dans la communication non-verbale ont été accentués, particulièrement ses yeux considérés comme l'élément central de communication (Tisseron, 2017). D'après Baddoura, Gibert & Venture (2015), le rôle de médiateur des robots est sujet à controverses. En effet, le robot peut être vu comme une menace qui viendrait remplacer le professionnel ou comme une ressource venant le supporter dans son activité.

Figure 1 : Le robot PARO

2 LA PLACE DE LA ROBOTIQUE DANS L'ACTIVITÉ DES AIDES-SOIGNANTS

2.1 Le métier d'aide-soignant en EHPAD

Le milieu institutionnel voit naître des pratiques d'accompagnements du grand âge, de la dépendance et de la fin de vie. C'est ainsi, que les EHPAD se trouvent face à un double défi : au delà du suivi physique, les institutions doivent à présent se préoccuper du suivi psychique des personnes dont la vulnérabilité est grandissante.

Dans les EHPAD, ce sont alors les aides-soignants (AS) qui ont en charge les soins physiques. En effet, leur formation intègre les soins d'hygiène générale, notamment l'aide à la toilette, le change des malades, l'aide au repas, le nettoyage du mobilier, le lit et les contrôles élémentaires comme la température (Arborio, 1996). Au delà de ces compétences, l'aide-soignant mobiliserait tous les jours une aptitude dans l'encadrement quotidien des personnes âgées : l'écoute. Ce savoir est indispensable à l'exercice de leur métier mais ne répond pas à une liste de tâches prescrites, en effet, il s'agirait d'un « savoir-juger » (Arborio, 1996, p.92). Le rôle d'accompagnement de l'AS, même s'il est difficilement défini, est prescrit par arrêté : « Son rôle s'inscrit dans une approche globale de la personne soignée et prend en compte la dimension relationnelle des soins » (Arrêté du 25 janvier 2005). Aubry (2007) montre la double logique qui définit le métier des AS. Effectivement, ces professionnels seraient pris dans une double contrainte, celle du don et du sacrifice pour les personnes accompagnées et celle d'une rentabilité économique entraînant notamment des contraintes d'ordre temporel dans le métier des AS. Les tâches prescrites sont souvent programmées dans un planning précis, dont le respect est exigé quels que soient les conditions et le contexte, comme par exemple les effectifs du personnel réduits lors des week-ends ou jours fériés. Billaud & Xing (2016) montrent que les tensions générées par cette contradiction aboutissent à des

[1] C'est une « autorité publique indépendante qui contribue à la régulation du système de santé par la qualité », www.has-sante.fr

souffrances au travail. Pour diminuer ces tensions, et pour des raisons économiques, les établissements font de plus en plus appel aux innovations technologiques, comme la robotique.

2.2 La médiation robotique dans la relation soignant-résident

Pour Tisseron (2016, 2017), le robot n'est pas un objet de relation classique car il est capable d'interaction, de réagir en fonction des actes de l'interacteur et peut ainsi médiatiser la relation qui existe entre deux personnes. Il s'agit donc d'une activité médiatisée, *id est* une « activité dans laquelle le sujet intervient avec un instrument directement sur la nature » (Friedrich, 2012). Le robot devient « un acteur « intelligent » de la relation » (Sciamma, 2012, p.103). *De facto*, il doit posséder des caractéristiques particulières pour que nous puissions interagir avec lui et cela passe par le regard, la mimique et le geste (Tisseron, 2014).

Cette forme de « relation instrumentalisée » (Tisseron, 2017, p.130) confère au robot social, capable d'interactions, un rôle de médiateur. Pour autant, ce rôle est sujet à controverses, tantôt pris sous l'angle de la déshumanisation, tantôt à travers le prisme d'un futur inéluctable où le robot est vécu comme un objet de désir et de fascination (Jarrige, 2017). Pourtant, le robot peut venir compléter les ressources que les professionnels possèdent déjà (Baddoura et al., 2015) et n'a pas pour objectif de remplacer les soignants, mais bien de les assister (Tisseron, 2017). Dans le domaine des robots sociaux, une des premières études effectuées concernait PARO (Shibata, 2014). Les résultats montrent que les robots compagnons apportent un réconfort moral et psychologique aux personnes âgées en maison de retraite. En effet, comme le souligne Tisseron (2017), les robots sont des supports de projections et, dans le cas qui nous concerne, y compris pour les soignants.

2.3 L'activité médiatisée : une relation triadique

Tout travail est défini par un certain nombre d'indications permettant aux travailleurs de savoir ce qu'ils ont à faire. Leplat & Hoc (1983) parlent alors de la tâche prescrite qui « indique ce qui est à faire » (p.48). Elle renvoie à une obligation que l'individu a dans son activité. Ainsi, la tâche prescrite précède l'activité. Son but serait d'orienter et d'organiser l'activité qui vient elle, compléter les éléments manquants dans la prescription. L'activité réelle suggère alors une réappropriation et une redéfinition constante de la tâche prescrite par le sujet. Au-delà de la tâche prescrite, l'activité compte également les genres et les styles professionnels. Clot & Faïta, (2000) sont parvenus à la conclusion que chaque métier s'inscrit dans une continuité et une stabilité, c'est-à-dire, le genre professionnel. Cependant, les activités sont, quant à elles, développées par chaque sujet, il s'agit ici du style professionnel (Clot, 2008). Le genre ne prend sa véritable forme que lorsque celui-ci est travaillé par le style professionnel, sans quoi l'activité serait incomplète. Le style va ainsi exprimer la spécificité du sujet face à l'activité.

Lorsque la technologie est médiatrice, elle rend possible la création de liens entre le sujet et l'objet de son travail (Clot, 2007). Ainsi, l'activité humaine est médiatisée et par conséquent, transformée par des artefacts (Norman, 1993 ; Rabardel, 1995). Pour Rabardel (1995), l'objet technique ne doit pas être analysé comme un objet en tant que tel, mais bien comme une relation d'usage : un instrument. Les utilisations réelles des objets sont nombreuses et dépassent de loin l'utilisation initialement prévue par les concepteurs. L'objet technique prend une position à la fois « intermédiaire et médiatrice entre sujet et objet » (*Ibid.* p.52). Ainsi, la technologie est intégrée dans une relation triadique : en plus de la relation directe sujet-objet, s'ajoutent d'autres interactions : entre le sujet et l'instrument, entre l'instrument et l'objet sur lequel il permet d'agir, et enfin les interactions sujet-objet médiatisées par l'instrument. Ici, l'objet pourra être un objet matériel, un processus, un objet de pensée et même une conduite propre du sujet ou d'autres sujets. Dans cette perspective, le robot PARO doit être considéré comme un artefact dont la conception génère de nouveaux rapports entre les personnes.

3 L'ACTIVITE D'AIDE-SOIGNANT DANS UNE INTERACTION MEDIATISEE PAR UN ROBOT : PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

L'objectif de cette recherche est de comprendre l'influence de la médiation robotique sur l'activité et les compétences des AS. En effet, à notre connaissance, peu d'études se focalisent spécifiquement sur le rôle que joue le robot sur les pratiques des AS mais se centrent davantage sur ses apports pour le résident. Cela nous conduit à réfléchir, d'une part, à la place et la fonction (sociale, structurante, médiatrice) que prend le robot PARO dans les pratiques de ces AS et, d'autre part, à ses apports, dans le maintien et le développement des compétences relationnelles, en tant qu'instrument médiateur entre l'AS et son objet de travail (Rabardel, 1995).

Le premier volet de notre problématique fait référence à la médiation robotique et plus précisément à l'intervention du robot PARO dans l'activité d'AS. L'objectif est de comprendre la place du PARO et ses apports pour l'AS en tant qu'instrument médiateur. Notre première hypothèse serait que PARO pourrait influencer la relation d'AS avec un résident. S'inscrivant dans un usage réel par l'AS, PARO deviendrait un instrument pour le professionnel et donc médiateur de l'activité entre l'AS et le résident (Rabardel, 1995). Nous allons retrouver ici une triade s'inscrivant dans un contexte particulier dont les trois pôles interagissent entre eux directement ou indirectement, tel que décrit par Rabardel (1995). Nous pensons également que la médiation robotique va trouver sa place dans cette activité en tant que modalité particulière.

Selon notre deuxième hypothèse, les styles professionnels de l'AS étudiée favoriseraient l'interaction de la triade AS-robot-résidente. En effet, son action serait dirigée par sa singularité, ses connaissances et compétences acquises antérieurement. Pour cela, nous nous appuyons sur les théories du genre et du style professionnel de Clot (2008). Nous pensons ainsi que cette médiation robotique serait une modalité singulière, différente, voire enrichie de l'activité relationnelle traditionnelle des AS, pour lesquelles des compétences particulières seraient nécessaires.

4 MÉTHODOLOGIE

Ce projet a été réalisé grâce à la Mutualité française Loire – Haute Loire SSAM, la Fédération Nationale de la Mutualité Française et la Fondation Paul Bennetot, fondation du groupe Matmut, sous l'égide de la Fondation de l'Avenir. Notre recherche est réalisée dans trois EHPAD de la mutualité Française Loire – Haute Loire, possédant le robot PARO depuis trois mois environ. Nous avons déployé une triangulation méthodologique, s'inspirant des approches de la clinique de l'activité, pour être au plus près du vécu des sujets en activité (Clot, 2008). L'objectif est d'appréhender le déroulement de l'activité des AS et les usages du robot dans les situations réelles d'interactions avec les résidents. Nous cherchons à repérer les développements possibles de leur activité avec PARO, en particulier la reconfiguration éventuelle des relations avec la personne âgée. Pour cette étude, nous avons formé six couples composés chacun d'une AS et d'une résidente.

La première phase de la recherche consiste à connaître les AS et leur activité de manière générale. Pour cela, nous avons réalisé des observations et des entretiens libres, afin de construire le protocole en prenant en compte la réalité du terrain.

Dans une deuxième phase, chaque couple est filmé durant une situation d'interaction du résident avec le soignant dans deux conditions : avec et sans PARO. L'observation instrumentée (vidéo), dont 15 minutes ont été retenues pour l'analyse, permet de recueillir des données comportementales et verbales, ainsi que de créer la trame de l'entretien d'auto-confrontation.

La troisième phase complète la deuxième. Chaque séquence filmée est suivie d'un entretien d'auto-confrontation simple (Clot, 2008) dans les 48 heures. Cette méthodologie nous permet de comprendre ce qui fait sens pour les AS dans ces situations d'interaction. Elle se base sur un support visuel, soit le travail filmé et confronte le sujet à la manière dont il réalise son activité afin qu'il puisse la penser et la développer (Landry & Gandit, 2016). Ce travail filmé est alors visionné par le sujet dans le but qu'il puisse le commenter librement. L'entretien d'auto-confrontation a été retranscrit et sa méthode d'analyse se base sur l'analyse de contenu (Bardin, 2003 ; Blanchet & Gotman, 2001). La lecture attentive des entretiens nous permet de repérer des thèmes abordés afin

d'élaborer une grille d'analyse plus précise, en prenant en compte nos hypothèses de recherche.

5 RÉSULTATS

Les données des entretiens d'auto-confrontation nous ont permis de relever quatre composantes dans le discours des AS que nous exposons dans une deuxième section : ses caractéristiques propres, les compétences mises en jeu pour entrer en relation, les apports du robot et enfin la situation de jeu qui s'instaure dans cette relation particulière qu'est la médiation.

5.1 L'activité d'aide-soignant médiatisée par le robot PARO

Les interactions en présence de PARO semble être déterminé par trois facteurs : la personnalité et les compétences de l'AS, les caractéristiques du robot et la personnalité de la résidente.

En effet, les AS se décrivent comme spontanées : « *D'ailleurs j'étais toujours spontanée avec… »,* et très impliquées dans la vie des résidents *: « leur famille c'est nous, on passe plus de temps avec eux que chez nous et eux c'est pareil* ». Leur relation avec les résidents, le lien qu'elles créent avec eux, semble être leur motivation principale par la satisfaction qu'elles semblent ressentir lorsqu'elles les ressentent comme « *heureux* » et PARO pourrait être une ressource dans cette relation : *« Quand Paro est arrivé, ça a rajouté un petit peu »*.

Pour entrer en lien avec les résidentes, les AS utilisent leurs compétences pour entamer la communication. Elles se basent sur les connaissances antérieures qu'elles ont de la résidente, afin de débuter des sujets de conversation plaisant pour la personne âgée : *« elle adore les chiens et elle avait des chiens ».* Elles provoquent une réaction en posant une question : *« je lui demande de trouver un nom par rapport à... pour rentrer dans la discussion avec elle* » ou en prenant l'initiative de caractériser le robot : *« j'essaie de la faire parler « regardez il y a une queue, il a des yeux* » ».

En présence de PARO, elles utilisent les caractéristiques physiques et interactives du robot, soit en agissant directement sur lui, par exemple en le rapprochant vers le cou de la résidente : « *là je voulais qu'elle s'approche plus de Paro, qu'elle se sente mieux, qu'elle le câline plus, puisqu'elle se sent bien avec lui, donc c'est pour ça je l'ai approché »,* soit en le caractérisant « *regardez comme il a de beaux yeux* » ou encore en imitant les comportements, les paroles de la résidente : *« comme elle disait donc moi je suis le rythme de résident, qu'il est beau et moi aussi pareil, je dis alors « regarde comme il est mignon, il a des beaux yeux » pour rentrer dans la conversation avec elle ».* La présence de PARO semble alors être une ressource importante pour l'activité des AS : « *PARO a des réactions en le touchant, il bouge, il ouvre ses yeux, il nous regarde, [...] moi je trouve que ses réactions sont très importantes [...] donc il nous aide beaucoup* ».

Enfin, les AS nous expliquent que PARO « *marche* » particulièrement avec certaines personnes, *« j'dis que ça marche car on a certain résident des moments ça marche pas du tout, mais elle, ça marche pour elle depuis le début ».* Son discours semble montrer que le bon déroulement d'une interaction avec PARO dépend d'une synergie d'éléments. Si les compétences de l'AS tiennent une place importante de cette synergie, les caractéristiques physiques et robotiques de PARO jouent leur part. Pour autant, les troubles et les personnalités des personnes âgées interviendront comme étant tout aussi essentiels dans cette synergie.

5.2 Le jeu : un monde de partage

Du point de vue des AS, PARO est effectivement considéré comme une ressource car il interagit avec son environnement, c'est une troisième personne dans l'interaction « *c'est comme si c'était une troisième personne qui était en interaction avec nous* ». La relation entre l'AS, la résidente et le robot PARO contribuerait à la mise en place d'un univers de jeu. Pour l'AS, jouer le jeu est un moyen de rentrer dans le monde de l'autre pour pouvoir partager un moment avec elle. Tout ceci, dans le but de faire plaisir à la résidente, ne pas la contrarier et partager son moment de plaisir avec PARO : *« moi je joue le jeu, voilà, « oh regardez comme il a des beaux yeux »».*

« *C'est comme* » met en lumière que ce n'est pas la réalité extérieure, elle n'est pas vraiment sa maman, mais qu'à ce moment là, c'est la réalité de la résidente, dans laquelle l'AS va pouvoir entrer

pendant un instant en simulant. Pour ce faire, l'AS « *essaie de jouer le jeu avec elle* », fait semblant, afin de partager cet instant qui semble hors du temps, hors des préoccupations techniques des soins, hors d'une réalité qui se voudrait objective. Nous remarquons certes la mise en place d'un jeu fictif mais qui se déroule en réalité et instaure une relation réelle entre l'AS et la résidente à travers PARO.

Pour autant dans ce monde de jeu, les AS semblent éprouver des difficultés à trouver leur place et à en donner une au robot, car viennent s'entrechoquer les notions de réalité et de vérité. La sensation d' « *être vraie* » face à cette interaction triadique marque de grandes différences interindividuelles. Face à une résidente qui trouve le robot bien fait, une AS se voit contrainte de dire « *que c'est une peluche, ouais, mais même si j'aime pas, mais je suis obligée de lui dire parce que je veux pas l'induire dans un truc faux quoi ».* Pour cette AS il est difficile d'accepter que la résidente ne rentre pas dans le jeu. D'autres, au contraire se sentent mal à l'aise de parler du robot comme d'un animal : « *j'ai l'impression de pas être honnête avec elle en fait* ».

Ainsi, les AS semblent avoir des difficultés à se positionner face à ce robot. Sans PARO, les AS évoquent leur spontanéité dans la relation, avec PARO en revanche, elles doivent faire un effort, elles se questionnent sur leur pratique avec le robot : « j*e vais me poser des questions par rapport à PARO, à me dire :* « *est-ce que PARO, voilà, c'est le centre d'intérêt et que ça tourne autour de PARO ou est-ce que… ? »,* mais également sur la façon de considérer le robot : vivant ou non, « *est-ce que je reste là-dedans, dans son truc, dans ses idées qui sont pas la réalité des choses en fait, tu vois, ou est-ce qu'il faut que je la remette dans la réalité des choses alors que c'est pas forcément ce qu'il faut faire pour une personne démente* ». Ces questionnements posent PARO comme une étrangeté, les AS se retrouvent dans l'inconfort d'une situation nouvelle, elles semblent alors perdre leur spontanéité. Elles doivent réfléchir pour entrer en relation, cela leur amène quelques difficultés car elles se rendent compte ne pas être claires, elles-mêmes, face au robot : « *je l'aime beaucoup PARO, donc peut-être que moi aussi je veux pas que ça soit un robot* […] *Je veux lui donner de l'importance en fait, mais pas non plus dans l'irréel, je veux pas induire dans l'irréalité ou dire des mensonges ou voilà, donc c'est un peu compliqué »*. Une AS en revanche éprouve de la difficulté à le considérer autrement que comme une peluche, même pour entrer dans le jeu avec la résidente « *parce que c'était pas humain en fait, je parle avec une peluche* ». Les AS se trouvent dans un paradoxe entre « *mythe* » et « *réalité* ». Elles semblent ne pas vouloir « *casser le mythe* » en explicitant ouvertement que PARO est un robot, mais au prix d'un inconfort émotionnel éprouvé dans l'activité. Elles ont des difficultés à le considérer comme animal dans le jeu, même lorsque la résidente le nomme ainsi : *« je suis déçue parce qu'il mérite, entre guillemets, d'être pris… après c'est délicat parce que ouais pris pour quelqu'un de réel et d'humain non, mais pas un robot non plus* ».

6 DISCUSSION

Cette recherche se situe dans un contexte très actuel. En effet, la prise en charge de vieillissement préoccupe de plus en plus les organismes de santé. Dans les EHPAD, les AS en sont les premières touchées par l'arrivée des nouvelles technologies qui modifient leur activité. Par cette étude, nous souhaitions comprendre ce que devenait le travail des AS à travers le robot PARO et les compétences qu'elles doivent développer.

Notre première hypothèse proposait, à l'instar de Rabardel (1995), une influence de l'objet technologique dans la relation entre l'AS et le résident créant ainsi une triade relationnelle et, *de facto*, faisant passer la nature d'artefact du robot à celle d'instrument. Nos résultats nous permettent de mettre en évidence les trois composantes essentielles de la triade AS-résidente-robot PARO : les compétences de l'AS, les caractéristiques particulières de PARO et la personnalité de la résidente. Cette relation s'inscrit dans un environnement composé de différents éléments, comme les attentes de l'AS envers la résidente, l'organisation, les besoins et les envies de la résidente mais aussi les connaissances antérieurs d'AS. Ainsi, il n'y a pas uniquement des interactions entre les trois pôles de la triade mais aussi avec l'environnement. Nos résultats ont permis de montrer que les interactions sont de quatre types principaux : le résident et le robot, l'AS et le robot, l'AS et le résident de manière directe, mais également l'AS et la résidente dans une interaction médiatisée par

PARO. Notre première hypothèse selon laquelle le robot PARO influencerait la relation d'AS avec le résident semble donc se confirmer.

Dans nos résultats, les genres et les styles professionnels (Clot, 2008) peuvent également être identifiés. Effectivement, toutes les tâches prescrites par l'organisation ou celles informelles mises en place par le collectif telle que le fait de finir les toilettes à deux, traduisent les genres professionnels. Les styles quant à eux sont spécifiques aux AS, tels que le fait d'être tactile avec les résidents permettant d'entrer en relation avec eux, mais également ses connaissances antérieures en gériatrie ou sur la résidente en particulier. Il semblerait que les spécificités de l'AS étudiée soient garantes de sa relation avec la résidente et particulièrement dans le cas de l'usage d'un outil tel que PARO. *De facto*, son style influencerait positivement l'entrée en interaction avec la résidente ce qui pourrait confirmer notre deuxième hypothèse.

Le jeu émergeant lors des interactions prend une place prépondérante dans le discours de l'AS. Il serait alors un élément central de la relation résidente-soignante en présence de PARO. La création de ce jeu se fait dès le début de la relation dès qu'il y a PARO. Ces résultats viennent faire écho aux travaux de Baddoura et al. (2015) sur la médiation robotique. Pour eux, la capacité à jouer pourrait soutenir ou relancer l'interaction, notamment pas la corporéité animée suggérée par le robot (Baddoura et al., 2015). Cependant, PARO seul n'est pas suffisant pour créer ce jeu d'interactions. En effet, nous avons vu que l'AS utilise ses diverses compétences et connaissances pour entrer en relation avec la résidente. PARO, combiné à ces éléments mis en place par l'AS, vient alors en support et crée une situation de jeu permettant de partager le monde de l'autre. Dans ce monde consensuel se mêle le fictif et le réel, le jeu crée le réel de la relation, en effet, les participants font pour de vrai quelque chose de faux. Nos résultats rejoignent la pensée de Tisseron (2016), qui ne considère pas le robot comme un simple objet transitionnel, mais comme un objet de relation. Effectivement, il est possible de « développer avec eux une relation semblable à celle qui le lie aux autres humains » (*ibid*., p.87). C'est alors le cas du PARO, qui en intervenant dans le jeu en tant qu'objet animé, n'est plus un simple objet technique dans cette situation, mais il devient un instrument en s'inscrivant dans l'usage, il devient même un troisième acteur.

Pour entrer dans ce monde consensuel, dans ce monde de jeu, il semble nécessaire pour les AS de laisser de côté l'activité de circonstance (Goffman, 1981). En effet, comme l'explique Degenne (2009), chaque personne obtient son statut dans l'existence de l'autre. Ainsi, la personne âgée a besoin du soignant et le soignant puise la raison de son activité dans la présence d'une résidente qui réclame des soins. Or, nous avons repéré qu'en présence de PARO, les résidents se plaignent moins et prennent soin du robot en le câlinant, en lui parlant et en compatissant. De plus, le robot PARO attire l'attention, il entre dans le jeu en gémissant et en se mouvant. La résidente se trouve face à un deuxième interlocuteur qui lui répond, elle entre de façon plus engagée dans le jeu. Il y a donc un changement de rôle que l'AS doit opérer : « *j'ai oublié mon rôle à moi d'être aide soignante, et j'ai carrément laissé mon deuxième côté, donc je suis rentrée dans son côté à elle, dans son monde à elle, en disant, oui faut jouer le jeu, voilà c'est Paro ».* Les AS doivent alors accepter la simulation que nécessite le jeu, le faire « comme si » (Dubey, 2001). Pourtant, ils semblent ressentir des difficultés à trouver leur place, mais surtout à donner une place au robot : « *je pense que moi-même je sais pas quelle place lui donner ».* Vivant, non-vivant, réel, non-réel ? Le robot devient actif dans l'interaction autorisant des dérives. Lorsque la médiation n'est plus au centre du processus, c'est-à-dire quand les AS considèrent PARO tellement autonome qu'elles se sentent inutile et laisse le robot agir seule, l'activité de jeu se transforme en activité médiatisante, *id est* « une activité dans laquelle l'humain pose un instrument pour qu'il agisse sans intervention directe de l'homme » (Friedrich, 2012, p.258). Cette pratique entraîne des questions éthiques qui pourraient être palliées si la formation des AS comprenait une initiation au jeu et à la simulation, déstigmatisant le jeu considéré comme destiné uniquement aux enfants et levant ainsi les peurs liées à l'infantilisation.

En conclusion, cette activité fictionnelle qu'est le jeu serait un moyen de créer, voire développer la modalité relationnelle de l'activité d'AS dans cette situation. C'est dans cette activité particulière que l'AS aurait la possibilité d'une part de mettre en pratique ses compétences relationnelles mais d'une perspective différente que dans son activité habituelle sans PARO et d'autre part d'en acquérir

d'autres, plus spécifiques au jeu. Il sera alors possible de penser la formation des aides-soignants en terme de compétences à acquérir dans la simulation, dans l'accompagnement par le jeu.

7 BIBLIOGRAPHIE

Arborio, A-M. (1996). Savoir profane et expertise sociale. Les aides-soignantes dans l'institution hospitalière. *Genèses*, *22*(1), 87-106.

Aubry, F. (2007). La compétence professionnelle des aides-soignantes dans les Établissements Hébergeant des Personnes âgées Dépendantes (EHPAD) : le rôle majeur du jugement familial. *¿Interrogations?*, *5*.

Baddoura, R., Gibert, G., & Venture, G. (2015). Perspectives thérapeutiques : le robot humanoïde. *Adolescence, 33*(3), 583-592. DOI 10.3917/ado.093.0583

Bardin, L. (2003). L'analyse de contenu et de la forme des communications. In S. Moscovici & F. Buschini (Eds.), *Les méthodes des sciences humaines*. Paris: Presses universitaires de France.

Billaud, S., & Xing, J. (2016). « On n'est pas si mauvaises ! » Les arrangements des aides- soignantes en établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) face aux épreuves de professionnalité. *SociologieS*. URL : http://sociologies.revues.org/5372

Blanchet, A., & Gotman, A. (2001). *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*. (F. De singly, Ed.). Saint-Germain-du-Puy, France: Nathan.

Bobillier Chaumon, M.E., & Ciobanu, R. (2009). Les nouvelles technologies au service des personnes âgées : Entre promesses et interrogations. *Psychologie Française. 54(3)*, 271-285.

Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Paris: Presses universitaires de France.

Clot, Y., & Faïta, D. (2000). Genres et styles en analyse du travail. Concepts et méthodes. *Travailler*, *4*, 7-42.

Friedrich, J. (2012). L'idée des instruments médiatisants. Un dialogue fictif entre Bühler et Vygotski. Dans Y. Clot (dir.), *Vygotski maintenant* (8 p.255-270). PARIS : La dispute.

Goffman, E. (1981). Engagement. Dans Y. Winkin (dir.), *La nouvelle communication* (p.267-278). Paris : Seuil.

Jarrige, F. (2017). Promesses robotiques et liquidation du robotique, *Esprit,* (3), 107-117.

Landry, A., & Gandit, M. (2016). Méthodologie en psychologie du travail et des organisations. In G. Valléry, M.-É. Bobillier-Chaumon, E. Brangier, & M. Dubois (Eds.), *Psychologie du travail et des organisations : 110 notions clés* (pp. 288–294). Paris: Dunod.

Leplat, J., & Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, *3*(1), 49-63.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin. Accès : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462

Sant'Anna, M., Morat, B., & Rigaud, A.S. (2011). Adaptabilité du robot Paro dans la prise en charge de la maladie d'Alzheimer sévère de patients institutionnalisés. *Neurologie Psychiatrie Gériatrie, 12*(67), 43-48. DOI : 10.1016/j.npg.2011.10.002

Sciamma, D. 2012. Vivre avec des robots : designer la relation. *Annales des Mines – Réalités industrielles,* (1), p.103-108.

Tisseron, S. (2014). Des robots et des hommes : lequel craindre ? *Etudes*, (1), 33-44.

Tisseron, S. (2016). Les objets numériques ne sont pas des doudous : penser le processus plutôt que les objets. *L'école des parents, 2*(621), 77-88.

Tisseron, S. (2017). Un espace de recherches prometteur : les médiations robotiques. Dans S. Tisseron, T. Tordo (dir.), *L'enfant, les robots et les écrans. Nouvelles médiations thérapeutiques* (5 p.109-137). Malakoff : Dunod.

Wada, K., Shibata, T., Saito, T., Sakamoto, K. & Tanie, K. (2005,). Psychological and social effects of one year robot assisted activity on elderly people at a health service facility for the aged. *Robotics and Automation, 2005. ICRA 2005. Proceedings of the 2005,* 2785–2790.

Wada, K. & Shibata, T. (2008). Social and physiological influences of living with seal robots in an elderly care house for two months. *Gerontechnology*, *7*(2), 235.

Quelle contribution des formateurs à l'évaluation d'un démonstrateur pour la formation en environnement virtuel des monteurs-assembleurs de l'aéronautique ?

Catherine Delgoulet

LATI – Université Paris Descartes, 71 av. Edouard Vaillant, F-92774 Boulogne-Billancourt Cedex
catherine.delgoulet@parisdescartes.fr

Vincent Boccara

LIMSI-CNRS, Université Paris Sud Paris Saclay, Bat. 508, rue John Von Neumann, F-91400 Orsay
boccara@limsi.fr

Jean-Marie Burkhardt

AME-LPC, IFSTTAR, 25 allée des Marronniers, F-78000 Versailles - Satory
Jean-marie.burkhardt@ifsttar.fr

Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

Les formateurs sont rarement impliqués dans la phase d'évaluation des EVAH alors qu'ils en sont des utilisateurs finaux. Ce travail, mené en collaboration avec trois formateurs au montage-assemblage de la construction aéronautique, propose de pallier cet oubli en s'appuyant sur des mesures d'auto-positionnement fréquemment utilisées d'une part ; sur une analyse de l'activité déployée pour réaliser la tâche dans l'EVAH d'autre part. Les analyses montrent que si les formateurs, experts du domaine, ont des scores d'auto-positionnement de perception des affects, de l'utilisabilité ou de la charge mentale plutôt positifs, ceux-ci commettent de nombreux écarts au scénario potentiellement préjudiciables à la qualité du travail. Ces résultats amènent à discuter de l'intérêt de travailler avec les formateurs (malgré l'effectif réduit), de catégoriser les écarts au scénario au-delà du décompte d'erreurs commises, et de combiner les approches quantitatives et qualitatives pour orienter le processus d'évaluation-conception d'un EVAH.

MOTS-CLÉS
Évaluation, conception, EVAH, formateur, activité

1 QUELLE CONTRIBUTION DES FORMATEURS A L'EVALUATION DES EVAH ?

La plupart des évaluations de la qualité des Environnements Virtuels pour l'Apprentissage Humain (EVAH) en milieu professionnel se focalise sur l'utilisateur apprenant (Borsci et al., 2015). Les formateurs, acteurs pourtant majeurs et utilisateurs potentiels en sont le plus souvent exclus. A notre connaissance, seule l'étude de Grabovski et al. (2015) mobilise des formateurs expérimentés pour évaluer leur satisfaction à l'usage d'un EVAH dans le domaine de l'exploitation minière.

Cet article vise à montrer et à discuter la contribution de formateurs expérimentés à l'évaluation d'un EVAH en cours de conception. Dans un processus de conception itératif, les phases d'évaluation ont un rôle central de validation ou de réorientation des décisions, ainsi que de guidage pour les étapes suivantes. Dans le contexte de la réalité virtuelle pour l'apprentissage et la formation, la conception concerne trois « objets » en parallèle : a) le système technique (architecture,

composants, dispositifs d'interaction, dialogue, base de données, capteurs, etc.) ; b) le contenu des scénarios d'apprentissage, incluant les connaissances à acquérir, la spécification des tâches à réaliser et des contenus, les comportements et relations des objets et des situations associées à l'apprentissage, etc ; c) les usages, les pratiques des utilisateurs (enseignants, apprenants, autres), dans lesquels prend place l'utilisation du système, et leurs conditions effectives. Ces trois « objets » ne sont pas indépendants : ils évoluent et se nourrissent - voire se contraignent - mutuellement au cours de la conception. Au-delà des aspects d'ergonomie de l'interaction, l'évaluation de la pertinence et de l'efficacité du contenu des scénarios d'apprentissage constitue une dimension cruciale dans ce type de projet. C'est cette dimension qui nous intéresse ici.

Nous présentons les données issues d'un projet de recherche pluridisciplinaire (NIKITA) dévolu à la conception d'un EVAH pour la formation de monteurs-assembleurs de l'aéronautique (Delgoulet, Boccara, Carpentier & Lourdeaux, 2015). Dans ce projet, nous nous situons en amont de l'évaluation avec des apprenants, lorsqu'il s'agit de vérifier que la procédure et le contenu de la simulation sont les plus adéquats, pertinents et représentatifs en regard des objectifs pédagogiques et didactiques poursuivis, ce qui peut être assimilé à un type de validité dites « théorique » (e.g. Mark, 1986). Parmi les procédures mobilisables pour l'évaluation de la validité théorique des EVAH, la procédure de type « *Backward transfer design* » (Rolfe & Caro, 1986) consiste à vérifier si un opérateur expérimenté est capable de réaliser les tâches, pour lesquels il est expert, dans l'EVAH : dans notre cas des formateurs. De plus, les formateurs, en tant que pédagogues, peuvent statuer sur les apports potentiels de l'outil pour former de futurs monteurs-assembleurs, au regard des difficultés qu'eux-mêmes rencontrent dans l'animation des formations. En tant que travailleurs, ils sont également à même de penser l'usage de l'outil au sein de la complexité de leur travail et de ses conditions effectives. En conséquence, il ne s'agit pas d'une duplication des évaluations menées par ailleurs auprès des apprenants (Delgoulet, Boccara & Burkhardt, à paraître), en substituant une population par une autre.

2 METHODE

Comme recommandé (Mantovani, 2001), l'évaluation est fondée sur la triangulation de méthodes (Jick, 1979 ; Leplat, 2002) et sur le recueil de plusieurs indicateurs. Ils sont issus de l'observation systématique de la réalisation de la tâche dans l'EVAH par les formateurs et d'entretien semi-directifs. Ils combinent mesures des caractéristiques des participants et analyse centrée sur l'activité d'usage de l'EVAH par les formateurs.

2.1 Participants à l'évaluation

La population des formateurs-experts du centre comprend trois formateurs âgés de 44 à 62 ans (F1, F2 et F3). Anciens compagnons, ils coordonnent la formation au montage-assemblage d'avions. Ils ont été sollicités pour l'évaluation du démonstrateur après avoir contribué à la phase amont de conception (Boccara & Delgoulet, 2015). En moyenne, ils utilisent l'ordinateur 1h40 par jour pour des tâches de bureautique ou de recherche sur internet. Ils jugent leur maîtrise de l'informatique comme correcte (F1) ou mauvaise (F2, F3) et ont assez peu (F1, F2) ou aucune expérience (F3) des jeux vidéo.

2.2 Démonstrateur Nikita et fiches associées

Le démonstrateur NIKITA est installé sur un ordinateur portable relié à un écran 27 pouces de résolution 1080p, un clavier avec pavé numérique et une souris. La navigation et les interactions avec l'EVAH se font à l'aide des quatre flèches directionnelles des touches du clavier et de la souris. A ce stade du processus de conception, le démonstrateur n'est pas doté de fonctions de « feedback », ni d'assistances, sur les actions du participant dans l'EVAH, mais deux fiches d'aides sont mises à disposition des participants : a) une fiche « opérations à réaliser » renseigne sur le déroulé du scénario (ordre et définition de chaque opération) ; b) une fiche « outils » indique quels sont les outils nécessaires à la réalisation de chaque opération et leur emplacement dans l'EVAH.

2.3 Tâche à effectuer dans le cadre de l'EVAH

Le scénario a été défini à partir de l'analyse du travail des compagnons, des formateurs et des formés (Boccara & Delgoulet, 2015). Il s'agit d'une tâche élémentaire d'assemblage d'une pièce sur un support avionique à l'aide de quatre fixations. Il comprend sept opérations (ébavurer, dérocher, nettoyer, encoller, contre percer la pièce, encoller, serrer les rivets) et implique douze outils (bloc moteur, forets, riveteuse, fourchette de contrôle, tube de mastic, agrafeuse, etc.) présents dans l'environnement. Contenu et déroulement ont été validés par l'un des trois experts-formateurs.

2.4 Matériel

Quatre types d'outils ont servi au recueil des données :

1. Un questionnaire pré-session recueillait les informations sociodémographiques et relatives à l'usage que chaque formateur avait des outils informatiques au travail ou en dehors (jeux vidéo). Après présentation de la tâche, chaque participant devait estimer la durée de réalisation de cette même tâche en atelier de production.
2. Une grille d'observation de la réalisation de la tâche listait les opérations techniques réalisées, les actions du participant dans l'EV, les consultations de fiches d'aide, les écarts au scénario, les demandes d'aide du participant et les interventions spontanées de l'ergonome.
3. Les trois questionnaires ciblaient : 1) la charge mentale induite durant l'accomplissement de la tâche (NASA-TLX ; Hart et Staveland, 1988), 2) les dimensions affectives (positives ou négatives) associées à la situation (I-PANAS-SF ; Thompson, 2007) et 3) l'utilité et l'utilisabilité perçues du système (SUS ; Brooke, 1996). Ces mesures, fréquemment utilisées dans la littérature du domaine, visaient notamment l'acceptabilité du système par les formateurs (Brangier & Barcenilla, 2003).
4. Un guide d'entretien portait sur l'identification des difficultés/facilités rencontrées dans l'exécution de la tâche et sur les utilisations prospectives de l'outil en formation.

2.5 Procédure

La passation, individuelle, avait lieu dans l'une des salles du centre. Deux ergonomes étaient présentes : l'une en charge du déroulement de la session (lancement du système, présentation de la consigne, répondre aux questions de l'utilisateur, etc.), l'autre au recueil des données avant, pendant et après la réalisation de la tâche. La session débutait par un entraînement libre d'au plus 10 minutes qui consistait à des manipulations et déplacements dans l'EVAH. Les consignes étant données, le formateur devait réaliser la tâche. Il lui était indiqué qu'il pouvait à tout moment questionner ou demander des éclaircissements. A l'issue de la réalisation de la tâche, les questionnaires d'auto-positionnement étaient présentés, suivis par l'entretien post-passation.

2.6 Recueil des données

Chaque passation a duré entre 1h30 et 2h et a été filmée à l'aide de deux enregistreurs : l'un, monté sur les lunettes du participant, filmait l'écran de l'ordinateur ; l'autre, en caméra fixe, permettait de visionner d'ensemble de la scène : participant et ergonome-accompagnateur. Le contenu des entretiens a également été enregistré puis retranscrit pour en permettre l'analyse ultérieure.

2.7 Méthode d'analyse

Compte tenu de la taille réduite de l'échantillon, les analyses combinent des données qualitatives ou quantitatives-descriptives (moyennes et écarts-types, taux de fréquence).

Sur le plan quantitatif, la durée estimée en situation réelle et la durée de réalisation avec l'EVAH, ainsi que les données issues des échelles d'auto-positionnement sont analysées.

Sur le plan qualitatif, sont analysés la fréquence de consultation des fiches, le contenu et la fréquence des interactions formateur-ergonome, la nature et la fréquence des écarts au scénario

prévu. L'analyse des interactions distingue les questions des formateurs des interventions spontanées de l'ergonome, et précise l'objet de l'interaction selon trois catégories : 1) l'utilisation de l'interface, 2) l'environnement virtuel et l'outil et 3) la réalisation de la tâche dans l'EV. L'analyse des Écarts au Scénario (ES) se fonde sur cinq grandes catégories : 1) ES Impossibles dans le Réel (ESIR), induits par le démonstrateur, 2) ES Induits par la Transposition (ESIT), qui reflètent une pratique réelle non retenue dans le scénario, 3) ES Sans Incidence sur la Production (ESSIP), qui ne porterait pas préjudice à la performance (productivité/ qualité), 4) ES Avec Incidence sur la Production (ESAIP), qui porterait préjudice à la performance (productivité/qualité). Ces deux catégorisations ont été présentées aux formateurs qui les ont validées lors de la restitution des premiers résultats issus de l'analyse.

3 RESULTATS

3.1 La réalisation en EVAH requiert un temps plus long qu'en réel

	F1	F2	F3	Médiane
Durée estimée de la tâche en réel (min)	15	20	45	20
Durée de réalisation de la tâche dans l'EV (min)	56	41	45	45

Tableau n°1 : Durée estimée et de réalisation effective de la tâche en minutes.

Le temps estimé pour réaliser la tâche d'assemblage en situation réelle de travail est de 15, 20 et 45 minutes (médiane= 20 min). Ainsi, les formateurs évaluent de manière très différente le temps nécessaire pour réaliser cette tâche. La durée de la tâche avec l'EVAH varie quant à elle entre 41, 45 et 56 minutes (médiane= 45 min). Les difficultés rencontrées par F3 dans les déplacements et la manipulation des objets de l'environnement virtuel ont amené l'ergonome à prendre en charge la navigation au bout de 28 min d'utilisation pour éviter un abandon. Pour ce participant, les temps estimé et réel apparaissent égaux mais cela résulte de la sous-estimation probable du temps de réalisation dans l'EVAH en autonomie. Pour les deux autres formateurs, le temps de réalisation en EVAH a été systématiquement plus long (de 2 à 3,7 fois plus) que le temps estimé sur le poste réel. Ce résultat est confirmé dans les entretiens : tous considèrent qu'il leur faut moins de temps pour réaliser la tâche en situation réelle de travail que dans l'EV : « *C'est plus rapide en vrai* ».

3.2 Les difficultés concernent surtout la manipulation de l'EVAH et imposent de créer des nouveaux repères et procédures

Questions des formateurs	**F1**	**F2**	**F3**	*Total*	**Interventions de l'ergonome**	**F1**	**F2**	**F3**	*Total*
Utilisation Interface	3	*2*	*2*	*7*	*Utilisation Interface*	2	*7*	*7*	*16*
Env. Virtuel et Outils	4	*3*	*6*	*13*	*Env. Virtuel et Outils*	1	*9*	*10*	*20*
Réalisation de la Tâche	1	*4*	*2*	*7*	*Réalisation de la Tâche*	0	*1*	*4*	*5*
Total	8	9	10	27	Total	3	17	21	*41*

Tableau n°2 : Fréquence et objets des questions du formateur et interventions de l'ergonome.

Durant la réalisation de la tâche avec l'EVAH, les formateurs posent entre 8 et 10 questions. Ces questions concernent majoritairement l'EVAH et les Outils (n= 13), suivi par l'Utilisation Interface (n= 7) et la réalisation de la tâche à égalité (n= 7). On observe à l'inverse des variations importantes du nombre d'interventions de l'ergonome en cours de séance, celui-ci allant de 3 à 17 et 21 interventions. Les interventions les plus fréquentes concernent l'EVAH et les Outils (N= 20) et l'Utilisation Interface (n= 16). Les interventions relatives à la tâche sont rares (n= 5) et concernent deux formateurs sur les trois. Ces résultats sont confirmés et précisés par les données d'entretiens. Les formateurs indiquent que l'utilisation de l'EVAH est compliquée, notamment pour apprendre à naviguer dans l'environnement ce qui nécessiterait un temps de familiarisation plus conséquent. Ils sont toutefois certains, qu'après une phase de familiarisation, son utilisation serait plus aisée. Au-delà d'un pur aspect d'utilisabilité, l'impossibilité de prise en main directe des objets et la médiation de l'action par la souris transforme selon eux leur rapport à l'environnement sensible : « *Le ressenti*

n'est pas le même selon que l'on peut contrepercer en cliquant sur un item du menu ou en tenant l'outil ». Cela est perturbant pour eux car, dans le réel, ils travaillent fréquemment « *avec les mains* » et c'est « *instinctif* ». Dans l'EV, les formateurs doivent « *apprendre à travailler avec la souris* », ce qui les amène à mettre en place de nouvelles manières de procéder. Deux formateurs expliquent s'être « *perdus* » dans la phase de façonnage des quatre trous, faute de pouvoir mobiliser les repères visuels habituels pour progresser dans la préparation des différents trous. Ils constatent la nécessité de se créer de nouveaux repères pour prendre en charge chaque trou : « *Il aurait fallu que je les numérote ou que le système permette de le faire* ».

3.3 De nombreux écarts au scénario

	F1	F2	F3	*Total*
Total des écarts au Scénario (ES), dont :	37	14	17	68
ES Impossible en Réel (ESIR)	*10*	*0*	*1*	*11*
ES Induit par la Transposition (ESIT)	*1*	*1*	*1*	*3*
ES Sans Incidence en Prod. (ESSIP)	*5*	*0*	*0*	*5*
ES Avec Incidence en Prod. (ESAIP)	*21*	*13*	*15*	*49*
Contrôles (n/24)	4	4	8	16

Tableau n°4 : Fréquence et nature des écarts au scénario ; fréquence des contrôles qualité.

Les formateurs commettent 68 écarts au scénario qui relèvent pour près des trois quarts d'« Ecarts au Scénario Avec Incidence sur la Production » (ESAIP, n=49). Parmi ces ESAIP, les trois quarts sont des oublis des contrôles « qualité » : sur les 24 contrôles à réaliser, F1 et F2 en effectuent quatre et F3 huit (respectivement à 80 % et 60 % d'omissions). En entretien, les formateurs expliquent ces omissions par plusieurs raisons. D'abord leur maîtrise des opérations nécessaires à l'assemblage (ébavurage, contre-perçage et pose du rivet) leur permet de supprimer les contrôles intermédiaires pour ne réaliser que le(s) dernier(s) contrôle(s) une fois le rivet posé. Ces contrôles intermédiaires seraient une « perte de temps » dans la réalisation de la tâche, préjudiciable à la production. Ensuite, par référence à leurs habitudes de travail, ils ne pensent pas à mettre le matériel de contrôle dans leur boîte à outils dans l'EVAH. Ils conservent en effet habituellement le matériel de contrôle dans les poches de leurs vêtements de travail : « *C'est parce que j'ai toujours la cale dans la poche !* [le formateur appuie ses dires en retirant la cale de sa poche arrière de pantalon pour le montrer à l'interviewer] ». Par ailleurs, ils ont fait l'hypothèse que le scénario ne prenait pas en compte toutes les opérations de contrôle en constatant la complexité réduite des situations de travail dans l'EVAH (e.g. travail seul dans l'atelier virtuel contrairement aux ateliers de production) et la diversité moindre des outils par rapport aux situations réelles de travail (e.g. un seul type de bloc moteur, trois types de forets, etc.). Enfin, le rendu visuel sur l'écran et la configuration clavier-souris ne permettent ni un contrôle visuel au millimètre près, voire moins (la norme de qualité en situation réelle de travail), ni un contrôle au touché. Cela a renforcé l'hypothèse selon laquelle le scénario ne permettait pas ce niveau effectif de finesse des opérations de contrôle. Ainsi en l'absence de feedback du système et de consultation spontanée des fiches, les formateurs évaluent mal le réalisme du scénario ce qui les conduit à des omissions à répétition.

3.4 Des positionnements plutôt favorables

	F1	F2	F3	Score médian
NASA-TLX (x/100)	28,66	30,33	52,66	30,33
I-PANAS négatif (x/25)	7	7	8	7
I-PANAS positif (x/25)	17	19	12	17
SUS (x/100)	65	62,5	67,5	65

Tableau n°5 : Scores obtenus aux questionnaires d'auto-positionnement.

Le score de charge mentale (NASA TLX) associé à la tâche est évalué en moyenne comme relativement faible avec toutefois un score plus important de F3 en lien avec la manipulation de

l'interface. Les formateurs ont éprouvé des états émotionnels plutôt positifs lors de la passation avec des scores entre 12 et 19. Les scores des affects négatifs sont plus faibles et homogènes entre 7 et 8 selon les formateurs. L'utilisabilité du système (SUS) est évaluée de façon convergente dans la moitié supérieure de l'échelle (score médian= 65). D'après Bangor, Kortum et Miller (2009), leur appréciation place le système entre les qualificatifs « correct » (52/100) et « bon » (72/100).

3.5 Un réalisme à parfaire, un dispositif complémentaire à la formation existante

En entretien, les formateurs relèvent avoir mobilisé dans l'EVAH leurs connaissances et savoir-faire ainsi que leur expérience professionnelle pour réaliser la tâche. Aucun d'eux n'a d'ailleurs consulté les fiches d'aide une fois engagés dans la tâche. Leurs connaissances du travail en général (situations de réalisation des tâches, outils et matériaux, procédures), et de cette tâche en particulier, leur a permis de s'en dispenser, malgré les difficultés d'utilisabilité rencontrées. Tous soulignent le réalisme du scénario et de la tâche ; ils considèrent qu'un tel système pourrait être utile en formation mais mentionnent plusieurs points à améliorer : « *L'établi est mal placé* » et gêne la circulation ; les rivets « *ne sont pas rangés au bon endroit* » ; le retour sonore n'est pas réaliste ce qui peut induire les utilisateurs en erreur ; la boîte à outils virtuelle est bien représentée, mais ne répond pas à tous les usages en situation réelle. Tous signalent également que le temps de réalisation de la tâche s'éloigne de la réalité, sans pour autant nuire à la qualité du scénario en formation. La procédure à suivre est fidèle à celle qui peut être préconisée en situation réelle de travail, même si F3 souligne qu'une opération (le collage) n'est pas conforme aux règles d'assemblage des pièces dans la barque.

Si les trois formateurs considèrent cet EV utile pour enrichir la formation, ils n'envisagent pas que l'outil remplace la formation dans son intégralité. Ils rappellent également que son introduction en formation suppose qu'ils en maîtrisent les fonctionnalités et le maniement, pour lesquels ils ont conscience de leurs lacunes actuelles. Une fois maîtrisé, ils utiliseraient cet outil de deux manières. Avec les apprenants expérimentés, l'EVAH pourrait être un support d'entraînement à des tâches spécifiques ou au test de connaissances des procédures de montage-assemblage avant une période de stage en atelier de production. Le scénario actuel étant jugé trop simple, il faudrait pouvoir « *agrandir le panel des outils, augmenter la difficulté et intégrer des nouvelles tâches* ». Avec les novices, l'EVAH serait utilisé lors des cours magistraux pour donner une dynamique à des sessions en classe jugées aujourd'hui trop expositives, denses et difficiles à assimiler. Cet EVAH pourrait également servir de test préalable au passage en atelier de formation. Enfin, les formateurs sont réservés sur trois points : 1) les feedbacks semblent difficilement accessibles : ils étaient « *tellement concentrés* » sur la tâche qu'ils n'ont pas fait attention aux informations disposées en périphérie de l'écran ; 2) la dimension « sécurité » au travail, prégnante, n'est pas traitable dans le scénario actuel avec l'EVAH ; 3) l'utilisation individuelle de l'EVAH dans un groupe-classe de douze formés questionne les réelles possibilités pour tout formé d'en bénéficier et la manière dont le formateur peut suivre la progression de l'apprenant dans l'EVAH tout en s'occupant des onze autres formés.

4 DISCUSSION - CONCLUSION

Si les trois formateurs formulent un avis favorable à l'usage d'un tel système en formation, les indicateurs de l'activité ou d'auto-positionnement confirment partiellement leur impression générale. La charge de travail perçue n'est pas très élevée pour deux formateurs notamment, les affects ressentis sont dans l'ensemble plutôt positifs, la perception de l'utilité et de l'utilisabilité du système se situe à des niveaux relativement élevés. Par ailleurs, si l'on s'en tient à la réalisation effective de la tâche, deux des trois formateurs parviennent seuls à leur fin. Toutefois, l'EVAH les a mis en difficulté pour : a) naviguer dans l'EVAH et manipuler des outils ; b) mobiliser d'autres repères que ceux habituels (visuels, tactiles ou auditifs) inutilisables dans l'EVAH ; c) évaluer le niveau de cohérence entre le réalisme de l'EVAH et le réalisme de la tâche. On retrouve par ailleurs une limite classique à la réalisation de tâche en EVAH : elle demande plus de temps qu'en situation réelle,

même chez des experts (Hu et al., 2012 ; Valdis et al., 2016 ; Hoareau, 2016). Ces évaluations menées en collaboration avec les formateurs suscitent aussi trois grands axes de réflexion pour l'avenir.

4.1 Evaluer un démonstrateur auprès d'un petit nombre de formateurs

Mener des évaluations auprès de formateurs ne permet pas toujours de travailler sur de grands échantillons. Ceci peut être une limite si l'on a pour projet de repérer des grandes tendances associées ; on constate ici des variations importantes entre les formateurs qui ne permettent pas de tirer de conclusion globale pour une population générale de formateurs. En revanche, ce faible échantillon (3 formateurs) représente ici l'ensemble de la population du centre de formation partenaire du projet ce qui confère aux résultats une validité locale, notamment dans le cadre des boucles itératives avec les concepteurs informatiques de l'EV, des scénarios et des feedbacks. Par ailleurs, l'engagement des trois seuls formateurs renforce la démarche participative de co-conception mise en place dans ce projet en couvrant un enjeu majeur d'intégration du point de vue des formateurs comme utilisateurs et « promoteurs » du système. La faiblesse numérique de l'échantillon est pour partie compensée par le croisement des méthodes de recueil et l'éventail des indicateurs quantitatifs et qualitatifs mobilisés pour l'analyse. Ceci permet d'enrichir les analyses des types d'écarts au scénario et des difficultés rencontrées souvent absentes des évaluations d'EVAH en milieu professionnel (Borsci et al., 2015). Enfin, ces évaluations et celles menées auprès d'apprenants (Delgoulet, et al., à paraître) offrent un croisement de perspectives, rarement opéré.

4.2 Catégoriser les Écarts au Scénario au regard du travail et de la formation

La catégorisation élaborée met en lumière la diversité des formes d'ES du point de vue du travail (préjudiciable ou pas à la production) et la variabilité d'apparition lors de la réalisation de la tâche. Les ESIR permettent d'évaluer l'utilisabilité du démonstrateur, mais sont très pauvres pour l'évaluation de l'apprentissage. Les ESSIP, ESAIP et ESIT renseignent, en creux, le processus d'apprentissage dans l'EV. Ils sont particulièrement éclairants pour comprendre jusqu'où et à quelles conditions le processus d'apprentissage rétrograde est possible dans l'EVAH. Enfin, les ESIT sont également une forme d'évaluation de la qualité des repères pour la conception et donc de l'analyse des travails faite en amont : des ESIT divers et nombreux seraient le signe d'une analyse et/ou d'une transposition en repères pour la conception défaillante(s). Ici, les formateurs font peu d'ESIR, ASSIP ou ESIT. Les ESAIP sont en revanche représentés en nombre. Contre toute attente, puisque ce sont des experts reconnus du domaine, l'EVAH conduit les formateurs à produire des écarts au scénario potentiellement à risque du point de vue des critères de performance dans les ateliers de production. Ces éléments sont donc précieux pour réajuster la conception de l'EVAH. A noter qu'une catégorie relative à la sécurité serait à considérer dans des développements futurs.

4.3 Vers une combinaison d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs

L'évaluation des EVAH relève très souvent d'approches centrées sur des critères de durée de la tâche et de nombre d'erreurs commises, de charge de travail perçue, de satisfaction dans l'apprentissage, d'affects, etc. (Ganier et al., 2013 ; Borsci et al., 2015). L'activité d'apprentissage est plus rarement prise en compte, notamment dans ses dimensions qualitatives. Dans cette étude, les indicateurs quantitatifs d'auto-positionnement montrent que les formateurs ont une image « positive » de l'EVAH. La durée de réalisation de la tâche et le nombre d'écarts au scénario indiquent l'existence de problèmes de conception à résoudre, mais informent peu sur la nature des modifications à apporter au système. La conclusion pourrait alors être de renforcer la phase d'entraînement et de développer un système de feedback adapté. L'analyse qualitative suggère toutefois d'autres pistes en montrant que : a) l'EVAH induit des écarts au scénario que des personnes expérimentées ne commettraient pas en situation réelle ; b) les interactions entre formateur et ergonome portent sur le système et son maniement comme autant d'éléments qui freinent les formateurs dans l'exécution de la tâche. Ces résultats soulignent ainsi que ce démonstrateur reste à

parfaire pour que les utilisateurs experts puissent mobiliser leurs savoirs et savoir-faire en situation simulée et que l'EVAH tienne ses promesses.

5 REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le centre de formation et les trois formateurs pour leur contribution à l'évaluation du démonstrateur, ainsi que Phonevaly Soulivong et Laetitia Andrieu qui ont participé à la réalisation des passations et au recueil des données. Ce travail a reçu le soutien financier de l'ANR : ANR-10-CORD-0014

6 BIBLIOGRAPHIE

Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS Scores mean: adding an adjective rating schale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114-123.

Boccara, V., & Delgoulet, C. (2015). L'analyse des travails pour la conception en formation. Contribution de l'ergonomie à la conception amont d'un environnement virtuel pour la formation, *Activités*,12(2), 73-97. http://activites.revues.org/1098

Borsci, S., Lawson, G., & Broome, S. (2015). Empirical evidence, evaluation criteria and challenges for the effectiveness of virtual and mixed reality tools for training operators of car service maintenance. *Computers in Industry*, 67, 17-26.

Brangier, E., & Barcellina, J. (2003). *Concevoir un produit facile à utiliser. Adapter les technologies à l'homme*. Editions d'Organisation.

Brooke, J. (1996). SUS: a quick and dirty usability scale. In, P.W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester and I. L. McClelland (Eds), *Usability evaluation in industry* (pp. 189-194). London: Francis & Taylor.

Burkhardt, J. M. (2003). Réalité virtuelle et ergonomie : quelques apports réciproques. *Le travail humain*, *66*(1), 65-91.

Delgoulet, C., Boccara, V., & Burkardt, J.M. (à paraître). Intégration d'un dispositif de réalité virtuelle dans la formation des monteurs-assembleurs de l'aéronautique : quels retours des évaluations d'un démonstrateur pour la conception du point de vue du travail ? *52ème congrès de la SELF*, Toulouse.

Delgoulet, C., Boccara, V., Carpentier, K., & Lourdeaux, D. (2015). How designing a virtual environment for professional training from an activity framework? Dialog between ergonomists and computer scientists. *Proceedings 19th Triennal Congress of the IEA,* Melbourne 9-14 August 2015. http://ergonomics.uq.edu.au/iea/proceedings/Index_files/papers/325.pdf

Grabowski, A., & Jankowski, J. (2015). Virtual Reality-based pilot training for underground coal miners. *Safety science*, 72, 310-314.

Hart, S.G., & Staveland, L.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52, 139-183.

Hoareau, C. (2016). Elaboration et évaluation de recommandations ergonomiques pour le guidage de l'apprenant en EVAH. Application à l'apprentissage de procédure dans le milieu biomédical. *Thèse de psychologie, Université de Bretagne Occidentale*,1er Juillet.

Jick, T. D. (1979). Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action. *Administrative Science Quarterly,* 24(4), 602-611.

Leplat, J. (2002). De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. *Pistes*, 4(2). http://pistes.revues.org/3658

Mark, M. M. (1986). Validity typologies and the logic and practice of quasi-experimentation. *New Directions for Program Evaluation*, 31, 47-66.

Rolfe, J. M., & Caro, P. W. (1982). Determining the training effectiveness of flight simulators: Some basic issues and practical developments. *Applied ergonomics*, 13(4), 243-250.

Thompson, E.R. (2007). Development and Validation of an Internationally Reliable Short-Form of the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS). *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 38(2), 227-242.

Dynamique d'appropriation de technologies pour la maitrise des consommations énergétiques :

réflexivité, engagement, connaissances et activités domestiques de deux foyers

Anthony Plancoulaine
EDF R&D; Telecom ParisTech, Paris-Saclay, France
anthony.plancoulaine@edf.fr
Béatrice Cahour
CNRS i3 Telecom ParisTech, Paris, France
beatrice.cahour@telecom-paristech.fr
Myriam Fréjus
EDF R&D, Paris-Saclay, France
myriam.frejus@edf.fr
Christian Licoppe
Telecom ParisTech i3-SES, Paris, France
christian.licoppe@telecom-paristech.fr
Catégorie de soumission : communication longue

RÉSUMÉ

La maitrise des consommations énergétiques est un enjeu majeur dans la préservation des ressources. Le développement de technologies de services énergétiques Smart-Home tels que les technologies de suivi de consommation est un levier d'action pour la transformation des activités domestiques. Nous nous intéressons au rôle de ces technologies et à leur articulation avec d'autres technologies Smart-Home. Nos questions de recherches portent sur les formes d'appropriation, de réflexivité et d'engagement que permettent ces technologies. Nous avons mis en place une méthodologie longitudinale basée sur l'activité réelle et les expériences vécues que nous documentons à l'aide d'entretiens resituants. Nous avons suivi 5 foyers pendant 8 mois et présentons dans cette communication une analyse comparative des formes d'appropriation de ces technologies auprès deux foyers. En discussion, nous proposons une réflexion autour de la nature des technologies de suivi et des impacts pour l'analyse de l'appropriation.

MOTS-CLÉS
Appropriation, réflexivité, transformation des activités domestiques, technologies de suivi de consommation

1. CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

La maitrise des consommations d'énergie est devenue un enjeu majeur pour nos sociétés. Nous assistons à un changement de paradigme passant d'une aire d'opulence énergétique à une aire de maitrise des consommations. Les acteurs publics et privés, dont les énergéticiens, participent à ce changement : nouvelles lois pour la transition énergétique, développement des réseaux intelligents et des technologies intelligentes pour l'habitat. La consommation énergétique des ménages est un des leviers permettant d'atteindre cette sobriété. En effet, les activités domestiques impliquent très souvent des consommations électriques (appareils électriques, éclairage artificiel, chauffage). Cette réduction des consommations domestiques peut être atteinte par deux axes généralement privilégiés : l'efficience des appareils électriques et le changement de comportement.

Les études (Burgess & Nye, 2008) portant sur les consommations d'énergie s'accordent à dire que les individus ont des difficultés à faire le lien entre leurs actions et les consommations énergétiques engendrées. Afin de réduire cet écart, des technologies de suivi sont développées. Elles permettent de rendre visibles les consommations d'énergie à travers des supports d'information visuelle comme des afficheurs de consommation d'énergie, invitant les individus à questionner leurs pratiques (Licoppe et al., 2013). Ces afficheurs s'inscrivent plus largement dans un courant technologique d'habitat intelligent qui regroupe des solutions d'affichage, des solutions de pilotage et des solutions d'automatisation. Ce courant technologique très porté par une vision techno-centrée considère l'homme comme un être traitant de l'information pour faire des choix rationnels. Il considère un peu rapidement que les individus vont changer de comportement s'ils ont la bonne information (Oskamp, 2002).

Pour étudier le changement de comportement induit par les technologies de suivi de consommation, les études dominées par le courant de recherche dit de la persuasion technologique, fournissent aux participants un afficheur de consommation pendant une durée le plus souvent courte (quelques semaines). Elles présentent des résultats statistiques généraux (baisse de consommations, changements de comportements déclarés par questionnaires) sans décrire ni comprendre les facteurs et les processus en jeu dans ces évolutions (Darby, 2006). Notre étude va quant à elle s'intéresser aux processus sociocognitifs d'appropriation, liés à la réflexivité des personnes envers les consommations d'énergie, et au développement de connaissances.

Des études sur des temps plus longs ont montré que les technologies de suivi permettaient d'améliorer les connaissances énergétiques des individus (Schwartz et al., 2013). En revanche, elles montrent également que les comportements et baisses de consommations observés à court terme ne durent pas dans le temps (van Dam et al., 2010). En effet, les comportements ne sont pas des actes isolés mais des actions imbriquées dans des activités individuelles et/ou collectives avec des contraintes spatio-temporelles et matérielles (Fréjus & Guibourdenche, 2012). La réflexion doit également porter sur les moyens d'agir des individus. Ainsi, nous faisons l'hypothèse qu'un afficheur de consommation est une première étape nécessaire mais non suffisante pour maintenir un engagement des individus dans la maitrise des consommations d'énergie à l'aide d'une pratique réflexive. Notre approche vise à étudier l'usage de ces technologies de suivi dans le contexte des activités domestiques sur un temps long.

Etudier leur appropriation dans le quotidien des individus permet de comprendre les phénomènes qui facilitent et/ou entravent l'amélioration des connaissances énergétiques et la mise en place d'actions visant la maitrise de ces consommations. Nous nous intéressons donc à l'individu dans les interactions qu'il a avec les technologies de suivi de consommation, en les intégrant dans le rapport qu'il entretient avec les autres habitants (répartition des activités domestiques, échanges autour de la consommation) ainsi qu'avec son habitat (appareils électriques et leur appropriation). L'objectif est de concevoir une situation qui facilite l'émergence de moments réflexifs envers les consommations d'énergie et la mise en œuvre d'actions de maitrise énergétique au sein des activités domestiques.

2. LES MODELES DE L'APPROPRIATION ET LES TECHNOLOGIES DE SUIVI

Les modèles théoriques de l'appropriation nous permettent d'aborder l'intégration d'un objet technologique dans l'activité des utilisateurs. Ils semblent les plus adaptés pour documenter ces questions d'intégration et d'adaptation d'un outil au sein des activités domestiques. Nous mobilisons plus spécifiquement les modèles de Rabardel (1995), de Carroll et al. (2003), et de Theureau (2011) dans notre recherche pour la complémentarité des dimensions qu'ils nous permettent d'aborder en les confrontant à nos données empiriques. Le modèle de la genèse instrumentale de Rabardel (1995) porte sur l'analyse du passage de l'artefact à l'instrument à travers un double processus d'instrumentation et d'instrumentalisation. L'instrumentation correspond à l'émergence et l'évolution de schèmes d'utilisation. Chaque schème peut être transformé au cours du processus d'instrumentation pour se généraliser (assimilation) ou s'adapter (accommodation) à la situation. Au cours du processus d'instrumentalisation, l'artefact peut être modifié, détourné afin de répondre aux

besoins de l'acteur. Il nous permet notamment de documenter la création des schèmes d'interactions ainsi que la médiation instrumentale avec les technologies de suivi. Le modèle de Carroll et al. (2003) différencie le processus d'appropriation en 3 phases formant une boucle de l'évolution de l'usage d'une technologie dans le temps. Un premier niveau correspond à la prise de connaissance des possibilités fonctionnelles de l'objet *a priori* ; un second niveau correspond à la confrontation de ces possibilités *a priori* à la réalisation des activités quotidiennes comprenant une boucle d'évaluation-adaptation des usages aux besoins de l'individu et de son activité ; un troisième niveau correspond à l'usage stabilisé. Le modèle de Theureau (2011) comprend 3 pôles d'appropriation qu'il nomme appropriation, incorporation et inculturation. Il s'intéresse aux transformations de l'activité en tant qu'articulation entre appropriation des objets et individuation des acteurs. L'appropriation correspond aux situations où l'objet a été significatif dans la réalisation de l'activité d'un acteur et donc mobilisé par ce dernier ; l'incorporation est l'intégration d'un objet au corps propre de l'acteur, c'est-à-dire qu'il en devient le prolongement physique et sensoriel dans l'activité ; l'inculturation est le développement d'éléments de savoirs symboliques tels que les éléments de langage, de formalismes et gestuels qui peuvent être propre à un acteur ou partagés au sein d'une communauté.

3. METHODOLOGIE CENTREE EXPERIENCE VECUE ET ACTIVITE

Notre étude est réalisée auprès de 5 foyers auxquels nous proposons des applications mobiles permettant un suivi des consommations énergétiques dans l'habitat (Figure 1). Ce suivi peut être fait à différentes échelles temporelles (instantanée, historique horaire, journalier, hebdomadaire, mensuelle et annuelle), en différentes unités de mesure (en watts pour la consommation instantanée, en kWh pour l'historique, en € pour les deux) et à différents niveaux (consommation macro de l'habitat, consommation micro d'un appareil ou de plusieurs appareils).

Figure 1 : Application de suivi de consommation utilisée dans l'étude, de gauche à droite : la consommation instantanée dans le logement ; l'historique de consommation ; la fonction mesurer un appareil

Notre méthodologie est centrée sur l'activité réelle et l'expérience vécue. Elle doit nous permettre de documenter le temps long et d'avoir accès à des situations domestiques où le chercheur n'est pas toujours présent. Ainsi, nous nous sommes inspirés des sondes culturelles permettant de proposer plusieurs moyens de *tracer leurs activités* (Gaver, Dunne, & Pacenti, 1999). Nous avons créé un *journal de bord* et proposons l'application *Evernote* qui permet de prendre des notes audio, écrites et visuelles directement depuis un Smartphone. Notre recueil longitudinal de 8 mois est nécessaire pour comprendre la manière dont ces technologies de suivi de consommation s'insèrent dans le quotidien des participants et les répercussions de leur insertion sur les activités existantes. Il se compose de 2 grandes étapes principalement basées sur des *entretiens*. (1) Un entretien biographique avec les participants sur leur rapport à l'énergie, leurs connaissances et leur utilisation des appareils électriques en amont de l'étude. (2) Des entretiens (tous les mois et demi) sur leurs expériences vécues et activités avec les technologies de suivi et leurs impacts sur les activités domestiques pendant 8 mois minimum. Ces entretiens avaient pour support les traces recueillies par les participants. Elles étaient utilisées comme support mnésique lors des entretiens « resituants » (Cahour et al., 2016). Tous les entretiens ont été enregistrés et les moments d'interactions avec les technologies de suivi (pour montrer au chercheur ou pour essayer devant lui) ont été filmés.

Nous avons suivi ces 5 foyers pendant au moins 8 mois et présentons ici une analyse comparative du processus d'appropriation de 2 foyers (« Noyon » et « Gobelins »). Un couple d'environ 25 ans locataire d'un appartement, avec de faibles revenus et une aspiration à maitriser ses dépenses (foyer « Gobelins ») et un couple d'environ 60 ans propriétaire d'une maison avec un enfant partiellement présent, des revenus confortables et une aspiration au confort de vie (foyer « Noyon »).
Pour ces foyers, 12 entretiens ont été réalisés, transcrits et analysés (6 par foyers totalisant 10h d'enregistrement). L'analyse des entretiens est basée sur une réduction progressive des données à partir de « récits réduits » (Theureau et coll., 1994). Nous avons élaboré un formalisme synthétisant des chroniques d'expérience portant sur l'utilisation des technologies de suivi ou l'évolution des activités.

4. PROCESSUS D'APPROPRIATION DES TECHNOLOGIES DE SUIVI

4.1. Un processus réflexif envers les consommations antérieur à l'usage

Il est intéressant de noter que le suivi de consommation était déjà présent au sein de nos deux foyers à l'aide des factures. Il était plus marqué à Gobelins. En effet, Mr utilisait un webservice mis en place par son fournisseur d'énergie lui permettant d'entrer régulièrement les index relevés sur son compteur électrique et ainsi consulter l'évolution de ses consommations. Si nous considérons que cette forme d'utilisation représente un schème alors nous observons une accommodation (Rabardel, 2005) à travers la réutilisation de schèmes développés antérieurement par Mr Gobelins.
Ce foyer se posait également des questions sur le bon dimensionnement de leur contrat électrique (6KVA) depuis leur entrée dans le logement, et avait mis en œuvre des actions de maitrise des consommations de manière naïve (basée sur des croyances). Ces croyances et actions mises en œuvres peuvent être assimilées à une culture propre autour de la maitrise des consommations d'énergie.
Nos observations nous amènent à penser que la réflexivité envers les consommations d'énergie ne commence pas lorsqu'une technologie de suivi nouvelle intègre un environnement. Ce processus réflexif est antérieur à l'intégration de l'objet technologique et fluctue en intensité dans le temps. Le processus d'appropriation des technologies de suivi est donc influencé par des allers retours entre différentes échelles temporelles : ce qui se joue dans la situation pour l'acteur et les éléments antérieurs formant sa culture propre.

4.2. Facteurs d'engagement dans l'utilisation des technologies de suivi

Tous nos participants ont utilisé l'application fournie mais nous avons constaté qu'un certain nombre de facteurs influençaient leur engagement dans l'utilisation des technologies de suivi : les compétences numériques, les connaissances énergétiques, la répartition des activités domestiques, le temps disponibles, le chercheur, les préoccupations, et les aspects émotionnels.
Le niveau de *compétences numériques* semble impacter les formes d'utilisation de l'application. Une compétence plus faible dans ce domaine amènerait les individus à rester sur la page d'ouverture de l'application montrant la fluctuation des consommations. Ces individus semblent ne pas oser explorer les fonctionnalités annexes. Ils ont besoin d'être guidés et réassurés dans leur navigation. Nous observons ce phénomène surtout chez Mme Noyon qui lors des interactions avec l'application montre des gestes hésitants et des demandes d'acquiescement du chercheur avant de réaliser une action.
Dans le même temps, les personnes ayant un *niveau de connaissances énergétiques* plus élevé vont plus rapidement orienter leurs usages vers un suivi des consommations dans le temps et ne pas rester sur des aspects micro comme la consommation d'un appareil électrique. En effet, les individus connaissant déjà la consommation de leurs appareils et ceux sachant la trouver (sur l'appareil, sur la notice) n'ont pas besoin de faire ce diagnostic, mis à part pour vérifier que ce qu'ils savent correspond bien à la consommation réelle. Par exemple, Mr Gobelins connait la puissance (en watts) des ampoules qu'il a achetées, il a vérifié une fois la consommation d'une de ses ampoules afin d'avoir la confirmation de ce qu'il savait déjà.

Nous constatons également que la *répartition des activités domestiques* et le *temps disponible* sont des facteurs d'engagement dans la fréquence et la forme d'utilisation de ces applications. Au sein de nos deux foyers, les individus utilisant majoritairement l'application (Mme Noyon et Mr Gobelins) sont ceux ayant en charge la gestion des factures électriques et ayant des activités professionnelles leur donnant plus de temps libre en journée. Ainsi, ils sont déjà concernés par ces questions et ils disposent d'avantage de temps pour se poser des questions en lien avec l'énergie. Mr Noyon, très occupé, indique qu'il y aurait des moments (journée, lorsque rien n'est en route) plus propices à l'utilisation de ces technologies. Il considère que le soir, il y a d'autres activités domestiques qui prennent le dessus sur l'activité de suivi de consommation.
Il est important de noter que *le chercheur* peut avoir un impact plus ou moins fort sur l'appropriation des technologies de suivi. Nous observons plus d'interactions et d'usages de l'application en notre présence à Noyon, tandis que Gobelins est plus autonome et utilise plutôt l'application en notre absence. Ainsi, certains individus ont besoin d'un accompagnement plus actif pour favoriser la réflexivité envers les consommations d'énergie et ainsi faciliter le processus d'appropriation. Nous n'avons pas noté de lien entre les niveaux de compétences numériques et de connaissances énergétiques avec ce besoin d'accompagnement. En revanche, il semble lié avec le type de *préoccupations* des acteurs. Le foyer Gobelins ayant une préoccupation plus forte envers les consommations d'énergie, il est plus autonome dans ses questionnements énergétiques, tandis que le foyer Noyon étant plus porté vers le confort, il a besoin d'être soutenu dans cette réflexivité. Il est possible que ce constat soit également dû au fait que l'application ne soit pas conçue pour établir ces liens entre consommation d'énergie et confort de vie.
Enfin, les *aspects émotionnels* lors des interactions vont encourager l'engagement dans l'utilisation des applications lorsqu'ils sont positifs (contentement, désir) et favoriser une posture réflexive à travers le diagnostic d'appareils électriques. Inversement, ils vont freiner cet engagement lorsqu'ils sont négatifs (énervement, frustration) et les individus vont avoir besoin d'un questionnement et d'une motivation plus forts pour utiliser l'application. Nous observons ces phénomènes auprès des deux foyers et il est plus marqué dans le foyer Noyon. Par exemple, Mr Noyon a d'abord eu des premières expériences très négatives dues à des problèmes techniques de l'application (données graphiques illisibles, fonctionnalité parfois déficiente pour mesurer la consommation d'un appareil). Ces expériences ont très fortement freiné son usage et il manifestait de la frustration lors de l'entretien. Puis, lorsqu'il voulait nous montrer le dysfonctionnement de la fonction « mesurer un appareil », alors qu'il manifestait une anticipation d'échec, il a été surpris que celle-ci fonctionne. Il a alors eu un rapport beaucoup plus positif avec l'application, qui l'a conduit à poursuivre son utilisation.

4.3. Parcours d'appropriation différenciés

Ces facteurs d'engagement nous ont permis d'observer des parcours d'appropriation différents auprès de nos participants.

4.3.1.Différenciation des formes d'utilisation

L'évolution des usages observés semblent correspondre au niveau 2 du modèle de Carroll et al. (2003) lorsque les besoins d'information sur les consommations d'énergie entrainent une individualisation de l'usage. En effet, alors que nous observons un premier questionnement similaire porté sur la consommation par appareil pour tous nos membres, nous constatons déjà une différenciation des formes d'utilisation : Mme Noyon et Mr Gobelins ont mobilisé la fonction « consommation instantanée » tandis que Mr Noyon a mobilisé la fonction dédiée « mesurer un appareil ». La première fonction donne la consommation globale du logement en watts et il est à la charge de l'utilisateur de comprendre et décomposer ce flux. La seconde permet de soustraire une variation de consommation par l'allumage de l'appareil voulu.

4.3.2. Activité de suivi, une activité à part entière

Ces situations d'usage de la technologie de suivi ont lieu quasi exclusivement a priori ou a posteriori des activités domestiques. Par exemple, pour connaitre la consommation de sa télévision, Mme Noyon l'allume spécifiquement et non pour regarder un programme en particulier. Il s'agit d'une activité spécifique de diagnostic des appareils. Seules les activités longues nécessitant moins de focus attentionnel comme l'utilisation du four et des machines (à laver, à sécher) ont donné lieu à l'utilisation de la technologie de suivi dans le cours d'activité « naturel ». Au sein de nos deux foyers, ces usages ont principalement lieu en journée, par une personne seule dans le logement. Il semble donc, comme l'indique Mr Noyon, qu'il y ait des situations plus propices à l'émergence d'une réflexivité envers les consommations d'énergie et de l'usage des technologies de suivi. Ainsi, cette activité de suivi semble être une activité à part entière au sein des activités domestiques.

4.3.3.Stabilisation, diminution des usages et situation re-mobilisante

Cette spécialisation de l'usage se stabilise au fil des entretiens. Mme Noyon poursuit le diagnostic de ses appareils électriques (gros électro-ménagers, luminaires) tandis que Mr Gobelins se tourne vers la fonction « synthèse graphique » lui permettant d'observer l'impact de ses activités sur ses consommations (réception d'invités, disjonction du ballon d'eau chaude en heures pleines). Ainsi, nous observons bien une stabilisation de l'usage qui peut être interprétée comme étant le niveau 3 du modèle de Carroll et al. (2003).

Au sein des deux foyers, nous observons une diminution des usages après un premier diagnostic de la consommation des appareils électriques et de celle des activités domestiques. Ces observations sont concordantes avec la littérature (van Dam et al., 2010).

Les formes d'utilisation développées et stabilisées restent mobilisées ponctuellement lorsque des questions énergétiques surviennent. Par exemple, Mme Noyon continue de diagnostiquer la consommation électrique des nouveaux appareils qu'elle utilise (lampe de jardin l'été, guirlandes électriques de noël l'hiver) tandis que Mme Gobelins a voulu observer à l'automne l'impact de la mise en route de ses chauffages sur les consommations électriques quotidiennes et hebdomadaires. Ainsi, nous observons des usages orientés par des éléments de saisonnalité. Cela semble correspondre au pôle 1 de l'appropriation selon Theureau (2011) dans le sens où les fonctionnalités de la technologie de suivi restent significatives pour les acteurs et donc mobilisées par ces derniers.

4.4. Impacts sur les connaissances : développement d'une culture énergétique

Ces utilisations et interactions ont eu des impacts positifs sur les connaissances énergétiques de tous les membres de nos foyers que nous pouvons qualifier d'« inculturation » (Theureau 2011), ou plus précisément d'inculturation énergétique. Ces connaissances venaient soit conforter des actions de maitrise préalablement mises en œuvre (Mr et Mme Gobelins), soit avaient un caractère informatif (Noyon) pouvant initier un changement. Mme Noyon a développé un savoir-faire lui permettant de diagnostiquer la consommation électrique de ses appareils. Mme Noyon est plus portée sur la comparaison des consommations chiffrées en watts, tandis que Mr Gobelins préfère comparer des niveaux de courbes. Ces différences vont entrainer des cultures propres différentes entre les foyers.

Nous observons aussi une différenciation du partage de cette culture au sein des foyers. A Gobelins nous avons plus de traces d'échanges d'informations sur l'application au sein du couple qui partage une forte attention envers les consommations d'énergie. Ainsi, bien que Mme Gobelins n'utilise que très peu l'application, des informations sur l'impact de leurs actions de maitrise lui sont communiquées par son mari. Ces phénomènes manifestent une culture partagée dans le couple Gobelins.

Inversement, à Noyon, nous observons, lors d'interactions au sein du couple durant l'entretien, que Mr ne partage pas les mêmes connaissances et référentiels sur la consommation des appareils et l'utilisation de l'application. Cela engendre quelques incompréhensions lorsqu'ils essayent de comparer la consommation d'un appareil. Ces incompréhensions montrent qu'ils n'ont pas les mêmes éléments de référence et fait apparaitre ce que Theureau nomme « la culture propre des acteurs » comparativement aux éléments de culture partagée.

4.5. Impacts sur les actions de maitrise de consommation et activités domestiques

Ces connaissances ont eu quelques impacts sur les actions de maitrise des consommations de certains membres. Par exemple à Noyon, Mme a changé une ampoule diagnostiquée comme énergivore (60 watts). Le couple a une attention plus focalisée qu'avant sur la consommation des luminaires, ils éteignent plus souvent les lampes dont ils n'ont plus l'utilité et n'utilisent plus du tout une lampe design composée de 9 petites ampoules considérée comme énergivore après diagnostic. A Gobelins, il s'agit davantage de confirmation d'hypothèses et d'un renforcement d'actions déjà mises en œuvre auparavant, comme la disjonction du ballon d'eau chaude; Mr Gobelins s'est aperçu que cela leur permettait de réduire la consommation de moitié. De même lors des changements d'appareils au sein de nos foyers (frigidaire et lecteur dvd à Gobelins), la consommation électrique de l'appareil devient un critère de choix plus prégnant. Ainsi, nous observons bien l'impact du développement de cette culture énergétique sur certaines activités domestiques ou choix énergétiques.

5. DISCUSSION

L'objectif de cette communication était de présenter la dynamique d'appropriation des technologies de suivi auprès de deux foyers en articulant plusieurs modèles de l'appropriation nous permettant de saisir les dimensions d'analyse de ce processus.

Nous avons montré que le processus de réflexivité envers les consommations d'énergie est présent avant l'intégration de la technologie, avec des individus qui ont déjà des connaissances et compétences qui vont influencer leur exploration et leurs usages.

L'évolution observée de l'usage des technologies de suivi reprend bien les phases temporelles que met en avant Carroll et al. (2003). Nous retrouvons cette phase de découverte et d'exploration des possibilités qui vient à se stabiliser dans le temps. Nous pouvons préciser que ces « usages stabilisés » émergent en réalité de situations spécifiques qui remobilisent l'usage.

Le modèle de Rabardel (1995) nous permet de traiter la transformation de l'activité de suivi de consommation comme nous l'avons constaté à Gobelins, avec une assimilation de schèmes développées sur d'autres supports de suivi. Le modèle de Theureau (2011) nous permet de mettre en avant le processus d'inculturation ayant lieu lors des usages des technologies permettant le développement de connaissances et d'actions de maitrise énergétique.

Les technologies de l'information et du quantified-self que nous mobilisons complexifient le rapport des outils aux activités concernées puisqu'elles sont des supports de médiation réflexive (Rabardel 1995) plus que des supports d'action (médiation pragmatique selon Rabardel).

Les modèles doivent être articulés afin de répondre au mieux aux enjeux empiriques et aux enjeux de conception, notamment à travers une relecture des concepts à l'aune de nouveaux champs de recherche. Cette relecture nous permet de dépasser le constat largement partagé dans la littérature sur la binarité appropriation-non appropriation de ces technologies. En effet, nous avons pu décrire au-delà des phases (découverte, baisse d'usage) et des compétences technologiques de chacun, différentes formes et dynamiques d'appropriations différenciées, influencées par différents facteurs. Dépassant la simple observation de baisse d'usage, nous avons également pu caractériser l'évolution des situations pertinentes du point de vue des acteurs.

Cependant, les modèles de l'appropriation n'abordent pas directement l'appropriation de connaissances et d'actions de maitrise des consommations par la réflexivité. Dans notre cas, la transformation des activités domestiques ne peut s'opérer qu'à travers cette réflexivité et non pas uniquement par l'usage des technologies de suivi. Ainsi, nous faisons face à des questions portant sur l'appropriation de technologies et également des questions relatives aux développements des connaissances et de pouvoir d'agir. Nous serons amenés à repenser le positionnement des modèles de l'appropriation par rapport aux modèles de l'apprentissage et notamment de l'importance de la notion d'inculturation dans les questions d'appropriation en lien avec la maitrise des consommations énergétiques.

D'ores et déjà, la poursuite des analyses auprès d'autres foyers confirme l'évolution de l'usage observée auprès de ces deux foyers avec cette spécialisation de l'usage et des situations plus propices à l'usage de ces technologies, notamment lorsque la personne est seule dans l'habitat. En revanche, nous observons une autre forme d'appropriation à travers l'usage prépondérant de la fonction « mesurer un appareil » auprès de 2 autres foyers. Ce travail permet aussi d'alimenter la conception au sein de projets internes d'EDF R&D[1].

6. BIBLIOGRAPHIE

Burgess, J., & Nye, M. (2008). Re-materialising energy use through transparent monitoring systems. *Energy Policy*, *36*(12), 4454-4459.

Cahour, B., Salembier, P., & Zouinar, M. (2016). Analyzing lived experience of activity. *Le travail humain*, *79*(3), 259-284.

Carroll, J., Howard, S., Peck, J., & Murphy, J. (2003). From adoption to use: the process of appropriating a mobile phone. *Australasian Journal of Information Systems*, *10*(2).

Darby, S. (2006). The effectiveness of feedback on energy consumption. *A Review for DEFRA of the Literature on Metering, Billing and direct Displays*, *486*(2006).

Fréjus, M., & Guibourdenche, J. (2012). Analysing domestic activity to reduce household energy consumption. *Work*, *41*(Supplement 1), 539-548.

Gaver, B., Dunne, T., & Pacenti, E. (1999). Design: cultural probes. *interactions*, *6*(1), 21-29.

Licoppe, C., Draetta, L., & Delanoë, A. (2013). Des «smart grids» au «quantified self». Technologies réflexives et gouvernement par les traces, une étude de cas sur la consommation électrique en milieu domestique. *Intellectica*, (59), 267-290.

Oskamp, S. (2002). Environmentally responsible behavior: Teaching and promoting it effectively. *Analyses of social issues and public policy*, *2*(1), 173-182.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains.

Schwartz, T., Denef, S., Stevens, G., Ramirez, L., & Wulf, V. (2013, April). Cultivating energy literacy: results from a longitudinal living lab study of a home energy management system. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1193-1202). ACM.

Strengers, Y. (2014). Smart energy in everyday life: Are you designing for resource man?. *interactions*, *21*(4), 24-31.

Theureau, J., & Jeffroy, F. coll (1994) Ergonomie des situations informatisées: la conception centrée sur le cours d'action des utilisateurs. *Toulouse, Octarès*.

Theureau, J. (2011). Appropriation 1, 2, 3 ou Appropriation, Incorporation & 'Inculturation'. In *Conférence journée Ergo-Idf Appropriation & Ergonomie* (Vol. 16, pp. 06-11).

van Dam, S. S., Bakker, C. A., & Van Hal, J. D. M. (2010). Home energy monitors: impact over the medium-term. *Building Research & Information*, *38*(5), 458-469.

[1] Ces travaux ont été réalisés dans le cadre d'une thèse CIFRE financé par EDF R&D dans le cadre de projets portant sur la conception des services pour le parcours relationnel clients.

EPIQUE 2017

Proposition de SYMPOSIUM

Triangulation des méthodes pour l'analyse de l'activité

Béatrice Cahour (CNRS i3 Paris) **et Christine Chauvin** (Univ.Bretagne-Sud)

Introduction du symposium

La triangulation des méthodes a été définie en sciences humaines et sociales par Flick (1992). Il s'agit d'utiliser conjointement différentes méthodes afin de recouper et/ ou d'enrichir les informations apportées par chacune d'elles.
En ergonomie et psychologie ergonomique, cette stratégie a été explicitement mise en œuvre par plusieurs auteurs et, notamment, Leplat (2002), Guilbert et Lancry (2007) ou encore Créno et Cahour (2015). Cependant, de nombreux chercheurs l'utilisent implicitement, sans avoir nécessairement formalisé leur démarche.

Dans le cadre d'EPIQUE 2017, nous souhaiterions pouvoir organiser un symposium sur cette question de la triangulation des méthodes pour l'analyse de l'activité (Initiative émergeant de l'Association ARPEGE). Ce symposium donnera l'occasion à des chercheurs en ergonomie et psychologie ergonomique de présenter des études utilisant cette articulation fine de différentes méthodes et données, et de la formaliser.

Nous présentons ci-après une synthèse des présentations proposées, puis les quatre présentations développées en une page chacune. Si le symposium est accepté, les présentations seront développées chacune en quatre pages pour le mois de mai.

Béatrice Cahour et Lisa Créno se proposent de catégoriser et de discuter les méthodes selon qu'elles adoptent un point de vue 'intrinsèque ou extrinsèque' et selon que les données obtenues sont plus ou moins 'situées'. Elles présentent ensuite une triangulation des méthodes portant sur des activités interactionnelles, médiées ou non, principalement des entretiens « re-situant » (explicitation et auto-confrontation explicitante) et des observations de l'activité. Elles analysent leur coïncidence, compatibilité/complémentarité ou contradiction apparente.

Florence Cros, Marc-Eric Bobillier-Chaumon et Bruno Cuvillier ont étudié l'activité de contrôleurs des trains âgés, pour comprendre comment ils sont parvenus, au fil du temps, à dépasser (ou non) les difficultés inhérentes à l'utilisation de nouvelles technologies. Les auteurs ont (1) analysé l'activité prescrite à l'aide d'entretiens semi-directifs, (2) l'observation de l'activité des contrôleurs, complétée de verbalisations, leur ont permis de mettre à jour les contradictions de l'activité (Engeström, 1999) et (3) des entretiens d'explicitation avec chacun d'eux a mis à jour la logique qui sous-tend l'utilisation - ou non- de l'outil technique, et la façon dont il est utilisé.

Ross Parry, Olivier Buttelli, Marie-Laure Welter, Jacques Riff et Elodie Lalo ont adopté une approche intégrée de l'activité (loco)motrice de patients parkinsoniens et des troubles associés pour la conception de soins personnalisés. Ils ont pour cela développé un système de mesures embarquées synchronisant des capteurs biomécaniques (accélérométrie, centrale inertielle, électromyographie) et des enregistrements vidéographiques pendant l'activité de déplacement, puis *a postériori*, des entretiens d'auto-confrontation sur la base des vidéos. La combinaison de ces outils fournit ainsi trois niveaux de données (signaux biologiques, enregistrement audiovisuel, verbalisation de l'expérience vécue) qu'ils articulent pour mieux comprendre les difficultés rencontrées.

Christine Chauvin et Farida Said présentent une étude en simulateur de conduite portant sur les styles de reprise en main d'un véhicule autonome de niveau 3, et sur leurs déterminants, notamment l'effet de l'interface (HUD ou Réalité Virtuelle). Ont été recueillies des données "véhicules", des données d'oculométrie, et des verbalisations recueillies a posteriori au moyen d'entretiens d'Explicitation. En analysant les prises d'information, diagnostics, prises de décision et émotions, elles dégagent trois classes de comportements ; l'une de ces classes est par exemple constituée d'actions brutales et tardives (données véhicules), associées à des incompréhensions et ressentis négatifs (entretiens). Elles concluent notamment que les verbatims donnent du sens aux classes construites à partir des données véhicule, et que l'analyse des données d'oculométrie apporte parfois des informations supplémentaires.

Ces différents exposés devraient donc apporter des éclairages complémentaires sur la triangulation des méthodes et des données puisqu'ils portent sur des domaines d'activité différents (conduite, interactions, contrôle, déplacement) et utilisent des recueils de données variés (entretiens d'explicitation ou d'auto-confrontation, enregistrements vidéo, données enregistrées par le véhicule, données oculométriques, données biomécaniques, etc).

La triangulation des méthodes : Complémentarité des points de vue extrinsèques et intrinsèques pour l'analyse de l'activité interactionnelle

Béatrice Cahour & Lisa Créno

CNRS i3 UMR 9217 Télécom ParisTech 46 rue Barrault 75013 Paris,
Beatrice.Cahour@telecom-paristech.fr, Creno.Lisa@gmail.com

La triangulation des méthodes et des données est considérée ici comme un moyen de confirmer mais surtout de compléter les regards sur l'activité réelle.

Nous distinguons, en reprenant des termes de Theureau, un « point de vue extrinsèque » sur l'activité, celui du chercheur qui observe le sujet en train d'agir, VERSUS un « point de vue intrinsèque » sur l'activité, celui du sujet qui agit dans un contexte situationnel qui fait sens pour lui. Nous différencions également les approches « situées », lorsqu'elles vont au plus près de l'action en train de se faire, des approches « non-situées » (Créno & Cahour 2015), lorsque le rapport à l'action dont il est question est plus distancié (par les questionnaires par exemple). On discutera comment différents types de données (entretiens, journaux de bord, observations outillées, données physiologiques, échelles…) se situent sur ce double axe, et comment cela dépend du mode de recueil de chaque type de données.

Notre propos sera ensuite centré sur une perspective psycho-phénoménologique qui met au centre des données 'l'expérience vécue' des sujets (Cahour, Salembier, Zouinar 2016) grâce à des Entretiens « re-situant » (Explicitation ou Autoconfrontation explicitante), mais en les complétant par d'autres données.

Nous présenterons quelques exemples de cas d'interactions médiées ou pas (forums de discussion, gestion des emails, covoiturage) où ces données de verbalisation recueillies d'un point de vue intrinsèque et situé, sont complétées par des données d'un autre ordre (observation, journaux de bord, questionnaires) ; nous investiguerons plus particulièrement le lien entre observations et entretiens « re-situant ».

On regardera alors s'il y a, entre ces différents types de données (Cahour & al, 2007):

(1) Coïncidence : les différents types de données se confirment et vont dans le même sens ;

(2) Compatibilité/complémentarité : elles se complètent et apportent des éléments différents et complémentaires ;

(3) Contradiction apparente : un type de données est interprétable dans un sens (par exemple des observables vidéo) et un autre type de données est interprétable dans un sens contraire (par exemple des verbalisations portant sur ces observables). On parle de contradiction « apparente » parce qu'on trouve généralement une explication à ce qui n'est finalement pas vraiment une contradiction.

Créno L. & Cahour B. (2015). Triangulation des méthodes pour une analyse écologique de l'expérience vécue de gestion des emails chez des cadres surchargés. Psychologie Française, vol.2, 129-144.

Cahour B., Salembier P., Zouinar M. (2016). Analysing lived experience of activity, Revue *Le Travail Humain /PUF*, Special Issue 'Activity analysis II', vol.79, n°3, p.259-284.

Cahour B., Brassac C., Vermersch P., Bouraoui JL. , Pachoud B., Salembier P. (2007). Etude de l'expérience du sujet pour l'évaluation de nouvelles technologies; l'exemple d'une communication médiée, *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2007/1.

Apports de la triangulation méthodologique

dans la compréhension du développement de l'activité médiatisée des ASCT âgés

Florence Cros, Marc-Eric Bobillier-Chaumon, Bruno Cuvillier

Université Lyon 2, Laboratoire GRePS, 69676 BRON, Florence.Cros@hotmail.fr

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une recherche plus vaste, celle inhérente à un travail de thèse. Dans ce contexte, nous avons eu l'opportunité d'accéder à l'activité des contrôleurs que nous nommerons ASCT (Agent de Service Commercial Trains). L'objectif de cette étude est de mettre en lumière les conditions sociotechniques qui permettent et / ou ont permis aux ASCT âgés de développer leur activité bien que celle-ci soit médiatisée par les nouvelles technologies.

Notre population était composée de cinq ASCT - âgés de 29 à 57 ans – ainsi que de quatre dirigeants de l'unité au sein de laquelle s'est déroulée cette étude. Afin de pouvoir répondre à l'objectif de cette recherche, nous avons choisi de procéder par triangulation méthodologique, en déployant au cours de trois phases successives, différentes méthodes.

Le premier temps de la recherche a consisté en la réalisation d'entretiens semi-directifs, à la fois avec les ASCT et leurs responsables. L'objectif était double : établir un premier contact avec le « terrain » et appréhender les caractéristiques « prescrites » du métier d'ASCT à travers le regard de deux types d'acteurs.

Le second temps de la recherche était celui de l'observation de l'activité réalisée des ASCT que nous complétions au moyen de verbalisations (concomitantes, spontanées, interruptives et consécutives). L'objectif ici était d'accéder au plus près, non seulement à l'activité observable des ASCT, mais aussi à ce que la réalisation des actions qui la constitue sous-tend.

Enfin, le troisième et dernier temps de cette recherche a consisté en la réalisation d'un entretien d'explicitation avec chacun des ASCT que nous avions précédemment suivi. Il s'agissait alors de revenir sur des moments de l'observation, choisis par l'ASCT ou par nous-même, en fonction de certaines caractéristiques : difficultés, expertise technique, expertise du métier, contournement d'une règle, etc.

Définie comme un croisement méthodologique plutôt qu'une simple juxtaposition (Yin, 1994), la triangulation méthodologique que nous avons opéré visait à montrer comment l'ASCT âgé est parvenu, au fil du temps, à dépasser (ou non) les difficultés inhérentes à l'utilisation de nouvelles technologies dans le cadre de son activité professionnelle. Alors que l'entretien semi-directif mené dans un premier temps nous permet 1/ d'accéder au prescrit et 2/ de définir les principales caractéristiques du métier d'ASCT, les observations et verbalisations visent à mettre en exergue les contradictions (Engeström, 1999) qui émergent au cours des situations réelles de travail. Contradictions que l'on a repéré au moyen d'indicateurs tels que les écarts au prescrit et autres détournements, contournements ou innovations. L'entretien d'explicitation a permis d'explorer le vécu relatif à ces éléments. Ainsi, nous avons pu reconstituer la logique qui sous-tend l'utilisation – ou non- de l'outil technique, et la façon dont il est utilisé (détourné de façon individuelle ou collective, usage prescrit, etc.) au cours des diverses situations de travail.

Ecologie de la santé, ergonomie et maladie de Parkinson:

intérêt de la triangulation des méthodes pour la conception de soins personnalisés

Ross Parry[1], Olivier Buttelli[2], Marie-Laure Welter[1], Jacques Riff[2], Elodie Lalo[1,2]

1. ICM, Université Paris 6 INSERM UMR 1127, CNRS UMR7225, 75013 Paris. Elodie.lalo@univ-orleans.fr, marie-laure.welter@psl.aphp.fr, ross.parry@icm-institute.org
2. Université d'Orléans, olivier.buttelli@univ-orleans.fr. (Laboratoire PRISME), jacques.riff@univ-orleans.fr

Dans le cadre d'une vision écologique de la santé, les préoccupations pour une médecine préventive et personnalisée nécessitent la compréhension de la variabilité des comportements tels qu'ils émergent dans l'environnement de vie.

Dans cette perspective, au croisement des sciences neuromédicales et de l'ergonomie cognitive, le projet ECOTECH (ANR TECSAN 13-17) consiste au développement d'une approche intégrée de l'activité (loco)motrice de patients parkinsoniens et des troubles associés. Le potentiel d'innovation et de conception qu'il présente concerne, au-delà de l'intégration de capteurs embarqués, 1) la conception de formation, 2) la conception d'artefact et format de travail des professionnels de santé, 3) les mécanismes de génération et validation de nouvelles connaissances dans le domaine de la santé (Lalo & coll., 2016).

Les méthodes réductionnistes classiques étant inadaptées à l'appréhension des activités de marche en contexte réel, dans leur complexité, nous développons des méthodes multi-échelle d'exploration des activités de vie quotidienne. Notre démarche (voir Buttelli et coll., 2014, Parry et coll., 2014*)* intègre 1) un système de mesures embarquées synchronisant des capteurs biomécaniques (accélérométrie, centrale inertielle, électromyographie) et des relevés vidéographiques et 2) *a postériori*, des entretiens d'auto-confrontation. La combinaison de ces outils fournit ainsi trois niveaux de données (signaux biologiques, enregistrement audiovisuel, verbalisation de l'expérience vécue,) habituellement recueillies et analysées séparément par des chercheurs appartenant à différentes cultures scientifiques.

Dans la continuité de l'article à paraitre dans un numéro spécial du *Travail Humain* en neuroergonomie (Parry et coll., 2017), nous présenterons, ici, le processus de triangulation des données (Patton, 1999) tels que nous l'avons décliné et discuterons de ses intérêts en termes de :

- contribution à une compréhension systématique et globale des situations à risques et des contextes d'émergence des phénomènes cliniques spécifiques de la maladie de Parkinson grâce à la complémentarité des données
- validation de la pertinence des données: chaque type de donnée est impliqué dans la validation /invalidation des autres en déterminant des consistances ou inconsistances globales ou locales
- identification des nouvelles questions de recherches ou hypothèses qui peuvent être investiguées par différents niveaux de données.

Buttelli,O., Parry,R., Jabloun,M., Ravier,P., Ma,H.P., Ferveur,N. & E. Lalo. Methodological considerations about motor activity tracking in real life settings. *Advances in Science, Technology, Higher Education and Society in the Conceptual Age*, ed. Tadeusz Marek. AHFE Conference 2014, p 212-21

Lalo,E., Riff,J., Parry,R., Jabloun,M., Roussel,J., Chen,C.C., Welter,M.L. & Buttelli,O. Design of technology and technology of design: Activity analysis as a resource for a personalized approach for patients with Parkinson's disease. *IRBM – Innovation and Research in BioMedical Engineering*, 2016 37:90-7

Parry,R., Aupetit,S., Buttelli,O., Riff,J., Welter,M.L. & Lalo,E. Studying falls in real situations: Coupling subjective experience and biomarkers in the design of innovative methods. *Advances in Science, Technology, Higher Education and Society in the Conceptual Age*, ed. Tadeusz Marek. AHFE Conference, 2014, p.222-8

Parry,R., Buttelli,O., Riff,J., Roussel,J., Sellam,N., Welter,M.L. & Lalo,E. Rethinking gait and motor activity in daily life: a neuroergonomic perspective of Parkinson's disease. *Le travail humain* (à paraitre).

Patton, M. Q. Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research*, 1999, *34*(5 Pt 2), 1189.

Analyser la reprise en main d'un véhicule autonome

en utilisant la triangulation des méthodes

Christine Chauvin* & Farida Said**

*Lab-STICC, UMR CNRS 6285, Université Bretagne Sud, christine.chauvin@univ-ubs.fr

** LMBA, UMR CNRS 6205, Université Bretagne Sud, farida.said@univ-ubs.fr

Un véhicule disposant d'une autonomie de niveau 3 peut effectuer seul des dépassements, se rabattre, changer de direction alors que le conducteur se consacre à des tâches annexes. Cependant, le conducteur doit être en mesure de reprendre le contrôle dans un temps acceptable sur demande du système. L'étude présentée porte sur les styles de reprise en main de ce type de véhicule et sur leurs déterminants ; elle s'intéresse notamment à l'effet de l'interface en comparant une interface de type HUD (Head up Display) bas de pare-brise et une interface utilisant la Réalité Augmentée (RA).

36 participants, salariés de Renault, ont participé à l'étude. L'expérimentation a été réalisée sur simulateur de conduite C-Cards Stéréo. Chaque participant a passé l'expérience dans trois conditions de roulage : manuelle, autonome sans RA, autonome avec RA. Dans les conditions de conduite en mode autonome, les participants étaient invités à jouer sur une tablette placée sous le pare-brise, à droite du volant. La demande de reprise en main (TOR : Take Over Request) intervenait dans un contexte particulier, puisqu'un véhicule situé devant l'égo-véhicule freinait et que le conducteur devait changer de voie (une indication portée sur le pare-brise lui indiquait ce nouveau but). En mode manuel une icône s'affichait sur le HUD pour indiquer au conducteur la demande de changement de voie.

L'étude porte sur l'activité du conducteur du TOR au changement de voie. Elle repose sur une triangulation des méthodes ou, plus précisément, des données puisqu'elle utilise des données "véhicules", des données d'oculométrie, et des verbalisations recueillies a posteriori au moyen d'entretiens d'explicitation. Le schème de codage défini par Hoc et Amalberti (1999) a été utilisé pour catégoriser les verbatims selon trois classes principales : prise d'information, diagnostic et prise de décision. Une catégorie "expérience utilisateur" a été ajoutée, de façon à pouvoir prendre en compte les ressentis et émotions (positives ou négatives) évoquées par les participants. Il s'agit donc, comme l'expliquent Guilbert et Lancry (2007) de recourir à différentes méthodes de recueil de données, dans le but d'améliorer la richesse et la finesse de l'analyse.

L'utilisation de méthodes de partitionnement des données véhicule (Classification Ascendante Hiérarchique et K-means) a permis de distinguer, pour les deux configurations du mode automatique, trois classes de comportements différents. Dans chaque configuration, l'une est associée à des caractéristiques négatives : reprise en main relativement tardive, contrôle brusque de la trajectoire longitudinale, vitesse plus élevée que la moyenne. Le croisement des variables "véhicule" avec l'expérience utilisateur confirme le fait que des actions brutales sont associées à une expérience négative. En mode autonome avec RA, les participants qui se trouvent dans cette classe évoquent, pour une grande majorité d'entre eux, des difficultés à comprendre la consigne de navigation (demande de changement de voie). Par rapport aux autres, on remarque également qu'ils regardent moins le pare-brise et plus la tablette de jeu pendant la phase TOR - reprise en main. Pour les deux configurations, une autre classe, associée à une expérience le plus souvent positive, est caractérisée par des actions plus douces portant sur le contrôle longitudinal du véhicule et une vitesse plus faible.

Du point de vue théorique, cette étude montre que différents styles de conduite peuvent être mis en oeuvre après la reprise en main d'un véhicule autonome ; elle propose de les caractériser et de les qualifier. Du point de vue applicatif, elle met en évidence le rôle crucial des signaux utilisés pour signaler le TOR et pour la navigation. Ils participent, quand ils sont mal compris, à retarder la reprise en main. Du point de vue méthodologique, elle montre l'intérêt des méthodes de classification pour catégoriser les comportements de conduite ainsi que l'apport de la triangulation des méthodes. Les verbatims donnent en effet du sens aux classes construites à partir des données véhicule. Dans une des deux configurations, l'analyse des données d'oculométrie apporte un éclairage complémentaire.

SYMPOSIUM N°2

LA TRIANGULATION DES METHODES : DE LA JUXTAPOSITION ARTICULEE A L'ARTICULATION FINE

Béatrice Cahour
CNRS i3 Télécom ParisTech 46 rue Barrault 75013 Paris
Beatrice.Cahour@telecom-paristech.fr
Lisa Créno
Creno.Lisa@gmail.com

Catégorie de soumission : Symposium sur la triangulation des méthodes pour l'analyse de l'activité

RESUME
Après avoir caractérisé différentes méthodes en termes de point de vue extrinsèques/intrinsèques et d'approche située ou non, nous différencions les triangulations des méthodes selon qu'elles sont des juxtapositions articulées (possibles pour des méthodes variées) ou des articulations fines de différentes méthodes (possible pour des méthodes au grain temporel proche) et en présentons 4 exemples d'études. Les données donnant lieu à des articulations fines (par ex. observables et entretiens resituants) peuvent se trouver être en coïncidence/confirmation, ou en complémentarité/compatibilité ou encore en apparente contradiction.

MOTS-CLES
triangulation, entretiens resituants, observables, articulation fine, juxtaposition articulée.

1 INTRODUCTION : CARACTERISATION DES METHODES ET NIVEAUX D'ARTICULATION POSSIBLES

Une « triangulation des méthodes » (Jick, 1979 ; Yin, 1994 ; Fortin, 1996), conjuguant différentes méthodes de recueil de données, permet une mise en lumière plus détaillée et contrastée de l'activité (Altrichter et al., 2008). Comme le rapportent Guilbert et Lancry (2007) dans une étude menée auprès d'une population de cadres, la triangulation permet « d'améliorer la richesse et la finesse de notre analyse ». Il ne s'agit donc plus de "recouper" ou de "vérifier" des informations pour arriver à une "version véridique", mais bien de rechercher des discours contrastés, de faire de l'hétérogénéité des résultats un objet d'étude, de s'appuyer sur les variations plutôt que de vouloir les gommer ou les aplanir.

La triangulation des méthodes et des données est donc considérée ici comme un moyen de compléter, voire de contraster, les regards sur l'activité réelle. Pour caractériser les méthodes déployées en psychologie ergonomique, nous distinguons, en reprenant des termes de Theureau (2006),
- un « *point de vue extrinsèque* » sur l'activité, celui du chercheur qui observe le sujet en train d'agir,
- et un « *point de vue intrinsèque* » sur l'activité, celui du sujet qui agit dans un contexte situationnel qui fait sens pour lui (Créno & Cahour 2015).

Nous différencions également les approches « *situées* » (en référence à Suchman 1987), lorsqu'elles vont au plus près de l'action en train de se faire, et que la parole est incarnée (Varela,Thompson, Rosch 1991) et vise un moment bien spécifié d'activité, situé dans le temps et dans l'espace, des approches « *non-situées* », lorsque le rapport à l'action dont il est question est plus distancié et que la parole sur l'activité est plus généralisante.

Ainsi les entretiens 're-situant' (Cahour, Salembier, Zouinar 2016), comme l'entretien d'explicitation de Vermersch (1994) et l'auto-confrontation (si elle vise des moments bien spécifiques) relèvent du point de vue intrinsèque situé, les personnes étant amenées à se re-situer dans le contexte passé et à retrouver l'expérience de l'activité qu'ils ont vécue ; les observations et données physiologiques relèvent du point de vue extrinsèque situé ; et les questionnaires correspondent généralement à un point de vue intrinsèque non-situé, les personnes répondant fréquemment en termes généraux et sans être véritablement en contact avec une situation spécifique. Concernant les journaux de bord, cela dépend des questions posées et de la façon dont ils sont remplis, au plus près de l'activité ou dans un rapport plus distant et généralisant.

Ces différentes méthodes, qu'elles correspondent au point de vue extrinsèque ou intrinsèque, situé ou pas, vont pouvoir être articulées de différentes façons ; on distinguera alors :
- une *juxtaposition articulée* des résultats issus des différentes méthodes,
- et une *articulation fine* des données issues de différentes méthodes.

Dans le cas d'une articulation fine, on pourra alors regarder s'il y a, entre ces différents types de données (Cahour, Brassac, Vermersch & al, 2007):
(1) *Coïncidence* : les différents types de données se confirment et vont dans le même sens ;
(2) *Compatibilité/complémentarité* : elles se complètent et apportent des éléments différents et complémentaires ;
(3) *Contradiction apparente* : un type de données est interprétable dans un sens (par exemple des observables vidéo) et un autre type de données est interprétable dans un sens contraire (par exemple des auto-confrontations portant sur ces observables). On parle de contradiction « apparente » parce qu'on trouve généralement une explication à ce qui n'est finalement pas de l'ordre du contradictoire. Par exemple, quelqu'un dit en entretien qu'il se sentait gêné tandis que ses expressions faciales ou verbales indiquent une grande satisfaction. On va le voir, ce décalage peut s'expliquer par différents phénomènes.

Nous évoquerons ci-après une étude qui relève de la 'juxtaposition articulée' des méthodes (cinq méthodes différents), puis trois études qui relèvent de 'l'articulation fine' des données. L'expérience vécue des sujets, approchée par des entretiens resituants (explicitation ou auto-confrontation 'explicitante', cf Cahour, Salembier, Zouinar 2016), est centrale pour chacune de ces études mais est à chaque fois articulée au moins avec des traces des observables (traces vidéo, ou prise de notes quand la vidéo est impossible, ou traces écrites quand il s'agit d'une activité d'écriture). D'autres méthodes peuvent être aussi mises en place en complémentarité, comme des journaux de bord et des brefs questionnaires.

2 JUXTAPOSITION ARTICULEE DES METHODES : EXEMPLE D'ETUDE

Une étude qui visait à préciser l'activité réelle et le vécu émotionnel de 9 cadres de différentes organisations s'estimant surchargés par la gestion de leurs emails et s'étant portés volontaires (cf Créno & Cahour 2015), avait articulé :

- *Des journées d'observation (extrinsèque situé)* dans le bureau des 9 sujets par prise de notes, soit un recueil de données d'un point de vue extrinsèque situé, qui a permis de préciser le déploiement temporel du traitement des emails sur le lieu de travail, les interruptions et autres activités, et les signes de tension (jurons, tapes sur l'ordinateur, rires nerveux, soupirs, râlements, positions de corps en recul).
- *Des journaux de bord (intrinsèque situé)* permettant d'obtenir un aperçu longitudinal de l'activité de gestion des emails sur 7 jours, et donc la porosité de la frontière travail-hors travail, avec le nombre moyen d'emails gérés, la variabilité des lieux et supports de gestion des emails, l'activité durant les soirées et weekends, le nombre d'emails jugés « problématiques », et les moments de surcharge ressentis comme particulièrement intenses.
- *9 entretiens avec phases d'explicitation (intrinsèque situé)* pour approfondir l'expérience vécue de l'activité. Ils nous ont permis de mettre en évidence une tendance au classement chronologique

des emails (plutôt que thématique) pour gagner du temps quand la surcharge augmente, les catégories d'emails problématiques et leur coût émotionnel.

- *2 entretiens d'auto-confrontation (intrinsèque situé)* qui ont précisé les actions lors de la rédaction des emails : le soin et la vigilance apportés avec de nombreuses relectures, corrections de texte, suppressions ou ajouts de phrases et signes de ponctuation. Ces entretiens étaient accompagnés d'une prise de conscience douloureuse du temps passé à cette activité.

- *Un questionnaire (intrinsèque non-situé)* de 14 questions (200 répondants) créées sur la base des analyses qualitatives, à partir duquel nous avons pu généraliser et préciser certains résultats préalables concernant le classement chronologique quand la surcharge ressentie augente, les emails ressentis comme « problématiques », l'usage des marques de priorisation des emails, la gestion des alertes et leur désactivation, et les solutions (formations etc) souhaitées.

Nous avions également construit de la sorte un bref questionnaire pour généraliser certains résultats obtenus lors des analyses qualitatives basées sur des entretiens resituants, dans le cadre d'une étude sur la gestion de l'énergie et la crainte de la panne avec des véhicules traditionnels et électriques (Nguyen & Cahour 2014). Cet usage des questionnaires construits sur la base d'analyses qualitatives préalables pour généraliser certains résultats pose la question non-triviale du passage du situé au non-situé et exige que l'on questionne des éléments qui ne sont pas de l'ordre du pré-réfléchi et qui ne se prêtent pas a priori trop à une rationalisation. Dans la mesure où ces précautions sont prises, ils nous semblent apporter une complémentarité intéressante.

On voit que ces méthodes juxtaposées apportent un éclairage et des résultats complémentaires sur l'activité et le vécu de ces cadres surchargés par leurs emails et permettent une compréhension holistique de l'activité. Il s'agit cependant d'une « articulation faible » ou d'une « juxtaposition articulée » car on ne va pas confronter précisément les données deux à deux. On a juste réalisé cette articulation fine en constatant qu'un sujet volontaire qui s'estimait surchargé par ses emails au départ, niait presque ensuite l'inconfort et les difficultés que cela générait pour lui ; pourtant, d'un point de vue extrinsèque, nous pouvions observer de nombreux signes de nervosité et tension devant ses emails. On a donc là une « contradiction apparente » des données ; il est probable que ce monsieur ait regretté d'accepter la participation à l'étude par crainte de l'image que cela véhiculerait de lui et/ou qu'il en ait juste attendu quelques informations utiles qui l'aideraient à gérer ses emails, mais pas un tel niveau d'implication personnelle.

3 ARTICULATION FINE DES DONNEES : 3 EXEMPLES D'ETUDES

L'articulation fine des données recueillies avec différentes méthodes amène à mettre en regard plus directement les données issues de différentes méthodes, à les articuler dans leur déploiement temporel qui peut être de l'ordre de la minute par exemple. On va voir ici trois exemples qui mettent en regard des traces observables de l'activité (vidéo ou écrites) et des entretiens que l'on appelle « re-situant » (Cahour, Salembier, Zouinar, 2016), à savoir l'entretien d'explicitation ou l'entretien d'autoconfrontation « explicitant » (ibidem).

3.1 Etude d'une interaction médiée : traces vidéo et entretiens re-situants

La complémentarité des méthodes avait été l'objet d'une étude qui portait sur une situation d'interaction médiée (Cahour, Brassac, Vermersch & al 2007), où deux personnes communiquent à distance dans un mode audio-visuel pour prendre une décision commune d'achat. L'une (Marie) est dans une bijouterie pour choisir un cadeau, et l'autre (Agnès) est ailleurs et voit ce que lui montre Marie et l'entend. Un enregistrement vidéo des deux sujets et de leur environnement fournit une trace complète de l'interaction, et, juste après l'interaction, l'expérience des sujets est investiguée au moyen d'un entretien d'explicitation suivi d'un entretien d'auto-confrontation (avec vue subjective). On compare alors l'analyse de l'activité collaborative telle qu'on peut l'observer dans l'ici et maintenant de l'interaction avec l'expérience vécue des interlocuteurs décrite lors des entretiens. Les données obtenues par entretiens et par enregistrement vidéo ont été analysées en termes de

mouvements cognitifs, corporels et émotionnels des utilisateurs. L'analyse de ces données a globalement mis en évidence l'inconfortable dissymétrie générée par l'outil dans le contrôle de l'exploration visuelle, la difficulté à suivre les mouvements imprévisibles de l'autre, et la compensation d'états affectifs co-occurents, mais nous allons nous centrer ici sur un seul extrait.

Ont été particulièrement analysés les changements de vitrines (plusieurs vitrines étant disposées dans le magasin), et l'un d'eux est décrit ci-après :

Observables vidéo :

Marie – « oui je suis assez d'accord avec toi, on ne va pas trop s'étendre sur les bijoux en argent

Agnès – ouais

Marie – je pense que c'est euh, attend donc je reviens à la vitrine euh (elle commence à déplacer la caméra de Vitrine 2 à Vitrine 1) la première vitrine d'accord ?

Agnès – ouais

Marie – parce qu'après c'est euh après c'est des gammes de prix plus élevées donc je pense qu'on va se cantonner à cette vitrine là je pense que l'on va

Agnès – ouais ouais ouais »

Si l'on considère les évaluations des 15 juges concernant l'état affectif d'Agnès pendant cette séquence, après visionnement de l'extrait vidéo où ils voient le visage d'Agnès et entendent l'interaction: 8 évaluent qu'elle est dans un état positif ; 6 évaluent qu'elle est dans un état neutre ; 1 évalue qu'elle est dans un état négatif (en se basant sur l'intonation).

Entretien d'auto-confrontation

Agnès - ouais donc là on …. On revient à, on revient à la première… euh en moi-même je me suis dit : « mais si on va voir dans d'autres vitrines faut aller voir les autres vitrines, pas revenir encore à la première puisqu'on a déjà on a déjà exploré celle-là » (I :- hm hm) donc là y avait un moment un peu euh:: *contraire à ce que moi j'aurais voulu continué de faire* c'est-à-dire à aller voir les autres vitrines… là *je me suis sentie un petit peu dépossédée* quoi, je me dis là y a quelqu'un qui pilote pour moi euh ::: bon donc euh :: je crois que je me dis qu'il faudra peut-être, faut peut-être que je lui dise quoi, voilà ça c'est ce que je me disais, maintenant je me rappelle plus ce que j'ai dit ou pas (…)

Intervieweur :- donc là quand tu dis 'je me sentais un peu dépossédée du mouvement' (A :- hmm) euh qu'est-ce que ça te… enfin tu étais dans quel état d'esprit par rapport à ça ?

Agnès - euh:: *un petit peu de frustration léger* mais de me dire lui dire bon:: là *ça ne se passe pas comme j'aimerais* (I :- d'accord) dans la limite où par rapport déjà un peu au choix qu'on avait fait euh cette première euh boucles d'oreilles qu'on avait repéré, qui nous plaisait toutes les deux, le fait que sur les les modèles en argent on trouve toutes les deux que on ne retenait pas cette option là, y avait un certain consensus sur le choix donc je me suis dit bon on est *on est quand même assez en phase* donc euh ça participe d'un même mouvement (I :- hm) c'est pour ça que je pense que j'ai pas euh ressenti plus de gêne du fait que elle allait pas forcément là où moi j'avais envie d'aller

On observe donc ici une « apparente contradiction » entre les observables vidéo où Agnès semble être d'accord avec la proposition de Marie et ne réagit que par des « ouais » (trois successifs à la fin) et ce qu'elle dit juste après de son vécu personnel : c'était « *contraire à ce que moi j'aurais voulu continué de faire c'est-à-dire à aller voir les autres vitrines* » (et non pas revenir à la première qu'on avait déjà regardée). Elle décrit un léger sentiment de dépossession et une légère frustration, qu'elle n'exprime pas pendant l'interaction. Mais son discours indique qu'elle se sentait « assez en phase » par ailleurs, et c'est ce qui peut expliquer cette apparente contradiction : des émotions concomitantes sur des objets de l'activité différents (la décision collective, assez satisfaisante, versus le fait un peu frustrant d'être dépossédé du choix de regarder ce que l'on veut) qui se compensent et s'atténuent. Comme par ailleurs ça se passait bien, je ne me suis pas formalisée, nous dit Agnès entre les lignes. Peut-être aussi que le fait que les deux personnes ne se connaissaient pas très bien retient Agnès de formuler une insatisfaction. Il ne s'agit donc pas de penser qu'un type de données est plus fiable que l'autre, mais bien plutôt de comprendre ces décalages et ce qu'ils traduisent par exemple

ici d'un ajustement interactionnel qui fait fi du vécu interne pour composer avec le social, ou qui ajuste en soi-même des tonalités émotionnelles plurielles.

On va voir avec l'exemple suivant que nombre d'émotions et sentiments négatifs ne sont pas exprimés *pendant* les interactions sociales mais perceptibles seulement dans un entretien post-activité (Cahour 2006).

3.2 Etude des interactions sur des forums professionnels : traces écrites et entretiens re-situants

Dans un travail de thèse, M.Prost a étudié les interactions entre professionnels de l'éducation sur les forums (enseignants-du-primaire et lesocial.fr) et montré que ces nouveaux lieux d'échanges entre professionnels ont un effet bénéfique sur leur bien-être de par le soutien social qu'ils apportent, et permettent également de développer leur pratique (Prost 2012). Elle a notamment mis en regard une analyse des interactions écrites observables sur les forums et des entretiens d'auto-confrontation réalisés avec ces traces écrites auprès de 9 personnes ayant participé à des fils de discussion (Prost, Cahour, Détienne, 2013).

Les analyses ont mis en évidence que le partage émotionnel et le soutien émotionnel personnalisé constituent les éléments du soutien qui sont les plus appréciés par les participantes. Néanmoins, malgré ce soutien très apprécié et malgré l'anonymat de ces échanges qui auraient pu lever toute forme d'inhibition, une majorité de participantes interviewées font part, en entretien, d'*attentes* différentes de celles exprimées dans leurs messages : elles ont des attentes de soutien psychologique et le besoin de décharge émotionnelle sur le forum (« vider son sac ») alors qu'elles expriment dans leur message initial une demande de conseil, de solution ou d'information. Ces attentes sont donc tues mais les 'réactantes' (celles qui ne sont pas à l'initiative) infèrent régulièrement les attentes de soutien psychologique des initiateurs à partir du contenu du message et vont alors manifester un mode de soutien qu'elles-mêmes attendent ou qui les a déjà aidées par le passé.

Un deuxième phénomène observé est le *masquage de certaines émotions* : le partage d'expériences émotionnelles occupe une part importante des messages des initiatrices, qui expriment des émotions liées à la tristesse et au mal-être (retrouvées dans 7 des 9 premiers messages des discussions que les participantes interrogées ont initiées), au doute (7/9), à la déception (4/9), à la colère (3/9), au stress (3/9), à la lassitude (3/9) et à la solitude (2/9). Pour autant, les participantes interviewées censurent certaines de leurs émotions telles que la honte ou la forte déprime. Certaines participantes expliquent, en entretien, masquer ou minimiser consciemment leur état émotionnel.

Par exemple on peut comparer ce que raconte Tara sur le forum et ce qu'elle décrit pendant l'entretien d'auto-confrontation, et constater que la honte n'est pas exprimée sur le forum.

Observables vidéo

« [Tara], je te soutiens de tout mon cœur [smiley cœur] Ce que tu racontes me touche beaucoup car à une échelle moindre, il m'est arrivé une chose similaire. Un élève de ma classe s'est énervé et a voulu taper un de ses camarades. j'ai voulu l'en empêcher et l'ai retenu par derrière mais les coups ont fusé (…). J'ai été **très choquée**, (…) Moi personne ne m'a demandé comment j'allais. Heureusement, 2 jours après c'était les vacances, j'ai quand même eu le droit à des anxiolytiques et mon kiné (que je voyais pour d'autres raisons) a utilisé 2 séances pour me masser car j'étais toute contracturée ».

Entretien d'auto-confrontation

« [Tara] Oui c'est exactement ça, je ne change rien (à ce que j'ai écrit). Je me souviens que j'étais toute courbaturée, il avait tellement de force, j'avais **tellement honte** qu'il m'ait mis par terre. J'ai raconté le soir à mon copain, j'avais **vraiment honte** (…) tout le monde nous regardait et personne n'a été cherché quelqu'un (...) ça m'a **vraiment choqué**.»

Bien que le partage des émotions soit une tendance caractéristique suite à un épisode émotionnel (Rimé, 2005), certaines émotions telles que la honte et la culpabilité sont difficilement communicables en face à face (Finkenauer & Rimé, 1998) et il est surprenant de constater ici que cette censure n'est même pas levée par l'anonymat de la communication sur les forums. Lipianski (1992) parle de « censure sociale », ou « masquage » pour faire référence à la censure volontaire et consciente qu'exercent l'individu. On observe que l'individu, dans un autre cadre social comme l'entretien de recherche 're-situant', peut être en mesure d'exprimer un ressenti masqué au moment de l'action sociale (Cahour, 2006).

3.3 Etude des interactions en situation de covoiturage : traces vidéos et entretiens re-situants

Une réflexion portant sur un chapitre de thèse de L.Créno (Créno 2016), nous a amené à articuler finement des traces vidéos et des entretiens re-situant (Créno, Cahour, Licoppe, soumis) afin de caractériser comment se déroule le trajet d'un co-voiturage.

Six participants à un covoiturage Blablacar ont accepté de porter des lunettes-caméras pendant un ou deux trajets et ont été interviewés en auto-confrontation un à quatre jours après. L'analyse de ces données a permis de mettre en évidence plusieurs phénomènes : (1) Les difficultés à se retrouver sur le lieu du covoiturage, (2) La chronicité des interactions et degré d'intimité attendus, (3) La co-construction et négociation des règles de voyage pour un collectif sans heurt, (4) Le cadrage organisationnel et relationnel du conducteur comme réducteur d'incertitude.

Nous avons particulièrement travaillé la complémentarité des données et résumons ici un extrait d'interaction pendant le trajet qui illustre le phénomène 2 (le degré d'intimité attendu au fur et à mesure du voyage).

Observables vidéo :

Lucile porte des lunettes-caméras, elle discute de la météo à Tours (leur destination) avec la passagère 1, puis le conducteur intervient pour demander « *Et vous allez faire quoi à Tours ? enfin sans…* » et , alors que Lucile ricane, il poursuit « *sans indiscréti/* » et est interrompu par la passagère 1 qui répond « *moi j'vais r'joindre mon copain* » pendant que Lucile ricane encore un peu puis répond « *moi j'vais voir ma p'tite sœur qui fait ses études à Tours* ».

Entretien d'autoconfrontation :

Pendant l'auto-confrontation, Lucile décrit : « *non mais… je crois que c'est vraiment la première fois que quelqu'un me pose cette question euh aussi tôt dans trajet en fait !! (…) ça m'a fait rire et ça m'a vachement surprise quoi parce que ça a un côté un peu inquisiteur quoi… (silence) et pourtant je l'ai pas mal pris du tout parce que dans sa voix on sentait vraiment que c'était pour essayer de parler ».*

Pendant le covoiturage, on peut inférer à partir des petits rires de Lucile une certaine gêne de sa part mais on n'en sait pas plus. On a davantage d'information pendant l'auto-confrontation puisqu'elle précise que c'est inhabituel de poser aussi vite des questions un peu intimes, qu'il y a généralement lors des covoiturages (Lucile est une habituée) une progression dans les thèmes qui sont abordés et qui sont au début très neutres et peu impliquant. Elle dit donc avoir été « très surprise » par le côté inquisiteur de la question mais explique, comme c'était le cas pour Agnès plus haut, que le bon contact qu'elle avait par ailleurs avec ce conducteur a atténué son émotion qui aurait pu être plus négative. On a donc là une « complémentarité » des données observables et subjectives qui se complètent.

Dans l'ensemble de cette étude (Créno, Cahour, Licoppe, soumis), l'analyse des **données vidéo** a permis de mettre en évidence *l'activité en train de se faire*, dans ses déploiements temporels et dans le contexte de l'environnement, avec la chronologie exacte des actions/interactions individuelles et

collectives : (1) *Le déroulement précis des interactions verbales*: les chevauchements, coupures, hésitations, répartitions des tours de paroles. (2) Le déroulement précis des *phénomènes non-verbaux* : déplacements, directions de regards, postures et gestes des usagers, en fonction de l'environnement.

En complémentarité, l'analyse des **entretiens d'auto-confrontation « explicitant »** a mis en évidence: (1) *Les vécus subjectifs des conducteurs et passagers* : les activités mentales (leurs pensées, leurs compréhensions de la situation, leurs appréciations), les émotions (celles qui sont camouflées pendant l'interaction), les perceptions du sujet (j'ai vu que…), ses attentes et motivations. (2) *L'arrière-plan, l'historique, le contexte de l'individu* au moment de l'interaction filmée, ses règles de pratiques, ses habitudes de négociations acceptées ou acceptables.

4 DISCUSSION

On a voulu montrer ici la différence entre différents niveaux de triangulation des méthodes : (1) une *juxtaposition articulée* des méthodes (gestion des emails) qui permet d'articuler des méthodes très variées allant de l'observation in situ au questionnaire, et (2) une *articulation fine* des données qui sont mises plus précisément en regard relativement à des cas (le choix collectif en bijouterie d'Agnès-Marie, les forums de discussion et l'exemple de Tara, le trajet en covoiturage de Lucile) ; les entretiens 'resituant' et les observables vidéo s'y prêtent particulièrement bien car ils ont un *grain temporel* approchant et sont des approches situées. Ils pourraient aussi s'articuler avec des données physiologiques qui ont également un grain temporel similaire.

On a vu des exemples où les données sont complémentaires et d'autres où elles sont apparemment contradictoires. Ces contradictions apparentes s'expliquent dans les interactions sociales, de travail ou autres, par une forme de censure sociale qui vise à préserver le bon déroulement des interactions, éviter les tensions et protéger les faces de soi-même et des autres (Goffman 1973). La plupart du temps cette censure est partiellement levée pendant les entretiens post-activité (Cahour 2006). C'est néanmoins l'inverse qui s'est produit, une fois, avec un participant en surcharge d'emails ; il peut s'agir alors d'une forme de refoulement ou d'un masquage de ses difficultés manifestes.

Quand on articule observables vidéo (ou écrits) et entretiens 'resituants', on constate que le point de vue subjectif obtenu dans les entretiens sur l'expérience vécue (pensées, émotions, perceptions) offre un éclairage complémentaire du détail des conduites et actions chronologiques que donne à voir la vidéo, et que la confrontation des données, qu'elles soient plus ou moins articulées, est toujours productive d'une compréhension plus complète de l'activité humaine.

5 REFERENCES

Altrichter, H., Feldman, A., Posch, P. & Somekh, B. (2008). *Teachers investigate their work; An introduction to action research across the professions.* Routledge. p. 147. (2nd edition).

Cahour B., Salembier P., Zouinar M. (2016). Analysing lived experience of activity, Revue *Le Travail Humain /PUF*, Special Issue 'Activity analysis II', vol.79, n°3, p.259-284.

Cahour B. (2006). Les affects en situation d'interaction coopérative : proposition méthodologique*, Le Travail Humain*/PUF, tome 69, n°4/2006, 379-400, déc.2006.

Cahour B., Brassac C., Vermersch P., Bouraoui JL. , Pachoud B., Salembier P. (2007). Etude de l'expérience du sujet pour l'évaluation de nouvelles technologies; l'exemple d'une communication médiée, *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2007/1.

Créno L., Cahour B. (2015). Triangulation des méthodes pour une analyse écologique de l'expérience vécue de gestion des emails chez des cadres surchargés. *Psychologie Française*, vol.2, 129-144.

Créno L. (2016). *Covoiturer entre inconnus : des risques perçus à la construction de la confiance, panorama des expériences vécues des usagers*, Thèse de doctorat, SHS Télécom ParisTech.

Créno, Cahour, Licoppe (soumis). *Articulation fine des données vidéo et des entretiens re-situants : le cas des interactions en covoiturage*.

Finkenauer, C., & Rimé, B. (1998). Socially shared emotional experiences vs. emotional experiences kept secret: Differential characteristics and consequences. *Journal of Social and Clinical Psychology*, *17*(3), 295–318.

Fortin, M.F. (1996). *Le processus de la recherche : de la conception à la réalisation*. Ville Mont-Royal, Québec : Décarie éditeur inc.

Goffman E. (1973). La mise en scène de la vie quotidienne, tome 1 : *La présentation de soi*, Paris, Minuit, 1973.

Jick, T.D. (1979). Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 24, pp. 602-11.

Guilbert, L & Lancry, A. « L'analyse des activités des cadres : l'intérêt de la triangulation des méthodes », *Le travail humain,* 4/2007 (Vol. 70), p. 313-342.

Lipiansky, E. M. (1992). *Identité et communication : l'expérience groupale*. Paris : PUF.

Nguyen C., Cahour B. (2014). Véhicule électrique et gestion de son autonomie ; une approche prospective ancrée dans l'expérience vécue, *Le Travail Humain*/PUF, 2014, 77-1, p.63-89

Prost M. (2012). *Les échanges entre professionnels de l'éducation sur les forums de discussion : entre soutien psychologique et acquisition de connaissances sur la pratique*, thèse de doctorat SHS Télécom ParisTech.

Prost M., Cahour B., Détienne F. (2013). Masquage des émotions et des attentes de soutien psychologique sur des forums d'entraide professionnelle, *Revue @ctivités*, vol.10-2.

Rimé, B. (2005). *Le partage social des émotions*. Presses universitaires de France.

Saint-Dizier de Almeida V. (2015). L'utilisation conjointe de l'observation et l'autoconfrontation à travers l'étude d'une vente à domicile, *Le Travail Humain*, vol.78/4.

Suchman, L. (1987) *Plans and situated actions : The Problem of Human-Machine Communication.* Cambridge University Press, New York.

Theureau J. (*2006*). *Le cours d'action : méthode développée*, Octares, Toulouse.

Varela F.J., Thompson E., Rosch E. (1991). *The embodied mind : cognitive science and human experience*, Cambridge, MA : MIT Press.

Vermersch P. (1994). *L'entretien d'explicitation*, Paris : ESF.

Yin, K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Newbury park, CA.

Apports de la triangulation méthodologique dans la compréhension du développement de l'activité médiatisée des ASCT âgés

Florence Cros
Université Lyon 2, Laboratoire GRePS, 5 Avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON Cedex
Florence.cros@univ-lyon2.Fr

Marc-Eric Bobillier Chaumon
Université Lyon 2, Laboratoire GRePS, 5 Avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON Cedex
Marc-eric.bobillier-chaumon@univ-lyon2.fr

Bruno Cuvillier
Université Lyon 2, Laboratoire GRePS, 5 Avenue Pierre Mendès-France, 69676 BRON Cedex
bruno.cuvillier@univ-lyon2.fr

Catégorie de soumission : Symposium
Triangulation des méthodes

RÉSUMÉ

Les apports de la triangulation méthodologique pour la compréhension des situations sociales complexes ont d'ores et déjà été démontrés (Flick, 1992 ; Leplat, 2002). De ce fait, nous l'avons déployée auprès de contrôleurs de train (ASCT). Plus spécifiquement, nous nous sommes intéressés à la façon dont les ASCT âgés (plus de 45 ans) parviennent à intégrer leur outil technique de travail – Accelio - à leurs pratiques professionnelles. Pour mettre en exergue ces conditions sociotechniques qui favorisent l'acceptation, nous avons tout d'abord mené des entretiens semi-directifs, puis nous avons réalisé des observations directes, complétées de verbalisations, avant de finaliser avec des entretiens d'explicitation. Les résultats nous montrent que les ASCT âgés sont parvenus à intégrer l'Accelio à leurs pratiques notamment grâce aux détournements qui soutiennent les mobiles de leur activité, tels que le fait de se protéger ou le souci du travail bien fait.

MOTS-CLÉS
Triangulation méthodologique, salariés âgés, TIC, acceptation située, développement

1 INTRODUCTION

Cette étude situe ses origines dans l'interaction de deux phénomènes : la longévité professionnelle et le développement des TIC dans la sphère professionnelle. L'entrée dans un processus de vieillissement au travail rentre en contradiction avec les répercussions des TIC : développement de nouvelles compétences et pratiques professionnelles. Plusieurs études traitant des liens entre vieillissement, travail et TIC montrent que les plus âgés ont des difficultés à s'adapter aux changements, du fait des nombreux déclins qui surviennent (Burnay, 2004). *A contrario*, d'autres auteurs montrent que certains facteurs favorisent l'adaptation aux évolutions technologiques. Le processus d'acceptation est donc complexe tant le nombre de variables externes entrant en jeu, auxquelles s'ajoutent les différences intra et interindividuelles, sont nombreuses. Dès lors, quels sont les rôles joués par chacune d'elle dans le processus d'adaptation des salariés âgés aux évolutions technologiques ?

2 CADRE THEORIQUE, PROBLEMATISATION ET HYPOTHESES DE RECHERCHE

2.1 Les relations vieillissement, travail et TIC abordées sous le prisme situé et systémique

L'étude des liens entre vieillissement, travail et TIC n'est pas récente (Teiger, 1989). Les limites des études expérimentales se basant sur une conception biologique du vieillissement (Marcelin, 1989; Salthouse, 2003) ont permis d'approfondir cette relation en s'inscrivant dans une approche développementale du vieillissement (Goulet & Baltes, 1970). Celui-ci résulte de l'interaction entre composantes biologiques et culturelles qui permet à l'individu vieillissant de compenser les déclins par des gains. Le vieillissement c'est donc l'accroissement du temps vécu (péjoratif) et de l'expérience (mélioratif), cette dernière étant une ressource pour le développement de l'activité. Elle est particulièrement mobilisée dans le cadre des évolutions technologiques qui touchent toutes les sphères de l'entreprise. Les salariés les plus âgés sont alors en mesure de développer de nouvelles compétences et pratiques. Ce fait est cependant remis en cause par d'autres auteurs qui pointent l'impact négatif majeur des TIC sur les populations âgées (Daveri & Maliranta, 2006 ; Friedberg, 2003). Ces résultats contradictoires révèlent la complexité de cet objet qui évolue au gré des situations de travail et des différences intra et interindividuelles. L'approche conceptuelle qui permettra d'aborder cela doit être tout à la fois systémique et située. C'est ce que nous permettent de faire à la fois, le modèle du système d'activité (SA) d'Engeström (1987, 1999) qui considère que l'activité humaine résulte de l'interaction entre ses 6 pôles (sujet, outil, objet, communauté, division du travail et règles) et dont le développement est permis par le dépassement des tensions qui apparaissent au sein d'un pôle ou entre deux pôles, et l'acceptation située. Selon Bobillier Chaumon (2013), l'introduction d'une TIC dans un système d'activité peut avoir des effets sur les 4 dimensions de son activité : personnelle (coût cognitif / émotionnel), organisationnelle (reconfiguration socio-organisationnelles), relationnelle (reconfiguration des rapports sociaux) et professionnelle / identitaire (répercussion sur la construction et la reconnaissance identitaires). L'intérêt de combiner ces approches est d'appréhender simultanément les incidences, empêchements ou encore les nouvelles possibilités que les TIC offrent pour l'activité du salarié âgé.

2.2 Problématisation et hypothèses de recherche

S'intéresser simultanément à la problématique du vieillissement, à ses répercussions sur le travail et aux effets des TIC, implique de combiner la dynamique des situations de travail, au cours desquelles se déploient individuellement et collectivement les usages des TIC – à une approche développementale du vieillissement. Ainsi, sont prises en compte les interactions entre le technique et le social au cours de l'activité. Le modèle du SA ainsi que l'acceptation située nous donnent une vision systémique et située de la problématique à savoir les conditions sociotechniques qui favorisent l'acceptation des TIC par les salariés âgés. Dans cette perspective, deux hypothèses ont été formulées :

- La *coopération intergénérationnelle* favorise le développement de l'activité des salariés âgés
- Lorsque l'outil technique permet le *« travail bien fait »* alors le développement de l'activité médiatisée des salariés âgés sera favorisé.

3 DEMARCHE METHODOLOGIQUE

3.1 Terrain d'étude et population

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés aux contrôleurs de train nommés ASCT. L'activité des ASCT se répartie autour de 4 axes : la sauvegarde des recettes (contrôle des titres de transport), la sécurité (des matériels et des voyageurs), la sûreté et le service. Pour ce faire, les ASCT disposent d'un outil technique, l'Accelio. Celui-ci fait l'objet d'un nombre important de critiques du fait d'un manque de fiabilité et de nombreux « bugs ». Notre population est composée de 5 ASCT. Ci-dessous sont présentées leurs principales caractéristiques (les noms ont été modifiés afin de conserver l'anonymat).

		Age	Sexe	Ancienneté
ASCT	**Romain**	57	M	39
	Sylvie	42	F	20
	Paul	54	M	37
	Julien	56	M	35
	Aline	29	F	10

Tableau 1 : Principales caractéristiques de la population de notre étude

3.2 La triangulation méthodologique : choix des méthodes et intérêts

Comme précisé précédemment, afin d'investiguer l'activité médiatisée par les TIC des ASCT, nous avons procédé par triangulation méthodologique. C'est au cours de trois phases successives que nous avons déployé trois méthodes distinctes, et ce, dans l'objectif d'appréhender la logique qui sous-tend l'utilisation – ou non - de l'outil technique ainsi que la façon dont il est utilisé. Dans un premier temps, nous avons réalisé avec chacun des ASCT et des dirigeants de proximité *un entretien semi-directif* qui avait pour objectif de comprendre le métier et d'appréhender le rôle de l'Accelio dans celui-ci. Le second temps de l'étude à consister en des *observations* complétées par des *verbalisations* afin d'avoir accès à l'activité réalisée. Enfin, le dernier temps est celui de la réalisation *d'entretien d'explicitation* au cours desquels nous revenions sur l'un des moments de l'observation afin d'avoir accès à l'activité réelle.

4 RESULTATS

4.1 Détourner les usages de l'outil technique pour faire un travail de qualité

Nos entretiens ainsi que les observations réalisés nous ont permis de mettre en exergue le rôle de l'Accelio dans l'activité des ACST : celui-ci contraint voire empêche le flux « normal » de l'activité. En cause, ses capacités « techniques ». Contrairement aux jeunes ASCT, qui face aux difficultés tendant à adopter des stratégies d'abandon de l'activité, les ASCT âgés poursuivent leur activité en modifiant l'objet de leur activité, lorsque l'atteinte de l'objet initial n'est plus possible du fait de l'Accelio. C'est notamment ce que l'on a pu observer lorsque les ASCT abandonnent une opération de régularisation au profit d'une verbalisation. Ce changement d'objet est sous-tendu par deux mobiles : le premier est lié à la remise en cause de la fiabilité de l'Accelio. Les ASCT ne souhaitent pas pénaliser les voyageurs lorsque l'entreprise ne donne pas les moyens techniques de « bien faire » leur travail. Le second mobile, qui résulte du premier, est celui de la préoccupation du travail bien fait, c'est-à-dire que *«faire [son] métier»* c'est déployer *«tous les moyens»* pour *«contrôler, aller jusqu'au bout»*. Un second moyen mis en œuvre pour détourner les usages de l'Accelio est la mobilisation d'instruments du genre professionnel, utilisés dans le passé (avant l'informatisation). Alors que l'Accelio confère aux ASCT une moindre efficience et expose au risque, le carnet de contravention, utilisé en lieu et place de l'Accelio, permet de redonner une efficience à l'activité de l'ASCT en se sentant davantage protégé du risque encouru en cas de situations de verbalisation conflictuelles.

4.2 Remettre en question la prescription

Le second aspect qui a permis aux ASCT âgés d'intégrer et d'accepter l'Accelio pour réaliser leur activité est la remis en cause de la prescription. Celle-ci renvoie d'une part aux caractéristiques techniques de l'Accelio et d'autre part, à une certaine latitude organisationnelle. Ce détournement de la prescription est opéré à la fois en rapport aux caractéristiques des situations (contrevenant récidiviste ou non, flux de voyageurs, etc.) aux apports de l'expérience et à la fonction du collectif (accord implicite, désaccord). Ainsi, lorsque la prescription ne semble pas adaptée, l'ASCT «l'arrange » au regard de ces éléments. Cela a pour objectif de réduire le risque de conflit, inhérent aux situations de contrôles. La possibilité de se protéger est donc le mobile de l'activité.

5 DISCUSSION / CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'appréhender les conditions sociotechniques qui favorisent l'acceptation des TIC par les ASCT âgés. Nous postulions que la coopération intergénérationnelle ainsi que la qualité du travail étaient des vecteurs du développement de l'activité médiatisée par les TIC. Comme l'ont montré Yvon et Fernandez (2002) puis Karsenty (2012), l'Accelio n'est pas un outil performant. Néanmoins, les ASCT âgés sont parvenus à l'intégrer et l'accepter, au regard des critères définis par Bobillier Chaumon (op.cit), grâce aux détournements opérés. Ceux-ci peuvent être décrits en termes d'écarts à la prescription (Bourrier, 1999) par rapport à l'existant. Cela remet en cause les caractéristiques techniques de l'Accelio ainsi que l'organisation du travail qui ne donne pas les moyens de bien faire le travail. Ces détournements rendent possible le travail de qualité ; notre seconde hypothèse est confirmée. Néanmoins, nous n'avons pu observer de situations de coopérations intergénérationnelles. L'absence de collectif de travail au sein du métier d'ASCT (outre l'appartenance syndicale) nous laisse penser que cette forme de coopération est peu développée au sein du collectif métier mais qu'elle peut néanmoins exister au sein de collectifs restreints.

6 BIBLIOGRAPHIE

Bobillier Chaumon, M.E. (2013). Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies dans l'activité : questions et perspectives pour le psychologie du travail. HDR, Université Pierre Mendès-France, Grenoble.

Bourrier, M. (1999). Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation. Paris : PUF.

Burnay, N. (2004). Les stéréotypes sociaux à l'égard des travailleurs âgés. Panorama de 50 ans de recherche. *Gérontologie et Société, 4*(111), 157-170.

Daveri, F. & Maliranta, M. (2006). Age, technology and labour costs. Discussion Paper, 1010, The Research Institute of the Finnish Economy.

Engeström, Y. (1987). Learning by expanding. An activity-theoritical approach to developmental research. Helsinki : Orienta-Konsultit.

Engeström, Y. (1999) Innovative learning in work teams: analysing cycles of knowledge creation in practice. In Y. Engeström, R. Miettinen & R.L. Punamäki (Eds.) Perspective on activity theory (pp. 377-406). Cambridge: Cambridge University Press.

Flick, U. (1992). Triangulation revisited : strategy of validation or alternative? Journal of the Theory of Social Behavior, 22(2), 176-197.

Friedberg, L. (2003). The impact of technological change on older workers: evidence from date on computer use. Industrial and Labor Relations Review, 56(3), 511-529

Goulet, L. R., & Baltes, P. B. (Eds.). (1970). Life span developmental psychology: Research and theory. New York: Academic Press.

Karsenty, L. (2012). *Quand le changement affecte l'identité professionnelle et dégrade la confiance.* Communication présentée à la SELF 2012. Lyon, France, Sept.

Leplat, J. (2002). De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. Pistes, 4(2).

Marcelin, J. (1989). Vieillir en travaillant. Paris : Editions de l'Anact.

Salthouse, T.A. (2003). What and when of cognitive aging? Current directions in psychological Science, 13, 140-144.

Teiger, C. (1989). Le vieillissement différentiel dans et par le travail : un vieux problème dans un contexte récent. Le Travail Humain, 52(1), 21-56.

Yvon, F. & Fernandez, G. (2002). Les ASCT de la SNCF à l'épreuve du stress. Essai de psychopathologie du travail. Cliniques méditerranéennes, 2(66), 125-144. DOI 10.3917/cm.066.0125

SYMPOSIUM N°2 « Triangulation »

La triangulation des méthodes : nouvelles possibilités de compréhension des troubles de santé complexes ? Réflexion à partir du Programme ECOTECH centré sur la maladie de parkinson

Ross Parry[1,3]
parry@isir.upmc.fr

Olivier Buttelli[2]
olivier.buttelli@univ-orleans.fr

Marie Laure Welter[1]

marie-laure.welter@psl.ap-hop-paris.fr

Jacques Riff[2]
jacques.riff@univ-orleans.fr

ElodieLalo[1,2]
elodie.lalo@univ-orleans.fr

1. ICM, Université Paris 6 INSERM UMR 1127, CNRS UMR7225, 75013 Paris
2.PRISME / Université d'Orléans, 45100 Orléans
3. ISIR, Université Paris 6, CNRS UMR 7222, 75005 Paris

Catégorie de soumission : symposium

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'une vision écologique de la santé, le projet ECOTECH consiste au développement d'une approche intégrée de l'activité motrice de patients parkinsoniens. Il repose sur une conception de la marche et des troubles de la marche comme émergeant d'un couplage personne/environnement et questionne les modalités de leur étude. Ici, nous détaillons les méthodes de triangulation des données employées au cours de ce projet. Afin de caractériser les événements moteurs pertinents, l'expérience vécue, l'observation en situation réelle et des enregistrements biomécaniques/physiologiques ont été intégrés. Nous décrivons, en particulier, deux modalités, primaire et secondaire, de triangulation. Nous discutons alors de l'apport de ces techniques pour 1) rendre compte de l'émergence de symptômes complexes ; 2) générer des nouvelles connaissances dans le domaine de la santé; 3) favoriser le développement de nouvelles pratiques dans la médecine et l'accompagnement des patients.

MOTS-CLÉS

Ecologie de la santé- Maladie de Parkinson- Triangulation -

1 INTRODUCTION

Dans le cadre d'une vision écologique de la santé, les préoccupations pour une médecine participative et personnalisée nécessitent la compréhension de la variabilité des comportements tels qu'ils émergent dans l'environnement de vie. Dans cette perspective, au croisement des sciences neuromédicales et de l'ergonomie cognitive, le projet ECOTECH (ANR TECSAN 13-17) consiste au développement d'une approche intégrée de l'activité motrice de patients parkinsoniens (Lalo et al., 2016). Il repose sur une conception de la marche et des troubles de la marche comme émergeant d'un couplage personne/environnement et questionne les modalités de leur étude.

Ici, nous détaillons les méthodes de triangulation des données employées au cours de ce projet. Afin de caractériser les événements moteurs pertinents, l'expérience vécue, l'observation en situation réelle et des enregistrements biomécaniques/physiologiques ont été intégrés. Nous distinguons, en particulier, deux modalités, primaire et secondaire, de triangulation. Nous discutons alors de l'apport de ces techniques pour 1) rendre compte de l'émergence de symptômes complexes ; 2) générer des nouvelles connaissances dans le domaine de la santé et ; 3) favoriser le développement de nouvelles pratiques dans la médecine et l'accompagnement des patients.

2 COMPRENDRE L'ACTIVITE A L'AIDE DE MULTIPLES NIVEAUX DE DONNEES

L'idée d'intégrer diverses informations pour aboutir à une décision ou identifier une solution à un problème complexe semble relativement intuitive, que ce soit dans nos vies quotidiennes ou dans une démarche scientifique. Par exemple, la corrélation entre différentes mesures est considérée comme indicative de la relation qui peut exister entre les variables en question. Dans cette optique, des études comportementales ou cliniques cherchent régulièrement à associer un trait—telle que la performance sur une tâche donnée (vitesse, précision, taux de réussite…) à un autre trait (âge, score sur une échelle clinique…). Bien que l'utilité de ce genre de méthode soit bien démontrée, elle n'est pas forcément la plus adaptée à toute sorte de questionnement scientifique. C'est le cas notamment dans des projets visant le développement de nouvelles pratiques ou technologies. L'enjeu dans ces démarches inductives ou abductives est plutôt l'appréhension de l'objet d'étude dans un contexte plus ou moins complexe.

En ergonomie, l'analyse de l'activité est un élément fondamental pour caractériser la performance humaine et son rapport à une situation donnée. Pour cela, certains cadres théoriques, tels que le cours d'action préconisent souvent le recueil d'un ensemble de données articulées (Theureau & Jeffroy, 1994). Il est proposé que cette combinaison de données permette de mieux caractériser le couplage entre la personne et son environnement. Très souvent, une telle méthodologie mobilise des techniques et mesures qualitativement différentes (témoignages des acteurs, observations de l'investigateur, corrélats physiologiques). Contrairement aux approches plus expérimentales, il n'est pas nécessairement faisable ni désirable de réduire cet ensemble à une échelle commune. Ici, rendre compte de l'activité implique le croisement de ces différents types de données.

La mobilisation des données hétérogènes pour en tirer des conclusions est désignée par le terme triangulation (Flick, 1992). Dans les sciences humaines, elle a été proposée comme un outil qui apporte la possibilité d'un niveau d'analyse au-delà des approches expérimentales et observationnelles plus courantes. Patton (1999) constate que la triangulation représente un moyen d'augmenter la crédibilité des enquêtes qualitatives, à condition que cette approche soit systématique et rigoureuse. Il distingue plusieurs types de triangulation. La triangulation de sources implique l'utilisation de la même technique auprès de sources différentes—par exemple, des entretiens compréhensifs réalisés avec un groupe des patients et un group des médecins afin de comprendre le retentissement d'une nouvelle thérapie. Quand l'analyse implique le croisement de données provenant de différentes techniques—par exemples la réalisation des entretiens et des mesures physiologiques sur les même sujets , ceci est considéré comme une triangulation des méthodes (Patton, 1999).

Une série des articles récents considèrent l'intérêt de la triangulation des méthodes dans le domaine de la santé. Malgré ces efforts, il reste encore un débat important sur la mise en pratique de cette approche. De manière générale, on constate le manque des principes formalisés pour l'exploitation systématique de multiples données par la triangulation des méthodes (Heesen, Bright, & Zucker, 2016; Risjord, Moloney, & Dunbar, 2001). Il est donc nécessaire de définir et valider ces processus pour rendre cette approche plus fiable et transparente.
Récemment, dans une étude sur la conduite des motocyclistes, Aupetit et ses collègues ont démontré deux approches différentes pour analyser des données portant sur l'expérience vécue, le comportement observable et des signaux provenant des instruments embarqués (Aupetit, Espie, Larnaudie, Riff, & Buttelli, 2011). La première approche, appelée « bottom-up » décrit l'identification d'un évènement significatif à l'aide des signaux relatifs à la position ou l'accélération du véhicule (capteurs embarqués). Cet évènement est ensuite caractérisé par le croisement avec les données comportementales (enregistrements vidéo) et les données sur l'expérience de l'acteur (retranscriptions des entretiens d'auto-confrontation). Puis une approche complémentaire où un évènement d'intérêt est identifié grâce aux informations sur l'expérience subjective de l'acteur est dite « top-down ». Dans ce cas, la situation est ensuite caractérisée par l'analyse de l'activité observable et l'identification d'un signal associé à cet évènement. La combinaison de ces approches « top-down » et « bottom-up » illustre les corrélats au niveau de l'expérience de l'acteur ou le contrôle du véhicule au moment d'une variance importante de l'un ou l'autre. Elle favorise l'interprétation et la vérification des éléments clés dans la situation et donc permet de caractériser des situations à risque.

3 LES MODALITES DE TRIANGULATION PRIMAIRE ET SECONDAIRE DANS LA CARACTERISATION DES TROUBLES MOTEURS

L'utilisation conjointe des données se révèle prometteuse pour l'exploration des relations complexes entre différents aspects de l'activité. Nous avons alors mobilisé cette approche dans une étude récente pour rendre compte des troubles de la marche chez les patients parkinsoniens. Ces patients présentent des symptômes moteurs complexes et certains subissent des troubles locomoteurs épisodiques dans leur vie quotidiennes. Une cohorte de patients et de participants valides ont participé à cette étude. Dans ce protocole, le recueil des données intégrait des entretiens d'auto-confrontation, des enregistrements vidéo en combinaison avec des mesures biomécaniques et électrophysiologiques, ceci au moyen de capteurs miniaturisés placés au niveau de segments corporels impliqués dans l'activité de déplacement. Les premiers étaient composés de centrales inertielles et d'accéléromètres (Tsens Motion™ Technology Ergonomics Applications, TEA Vandoeuvre, France), les secondes d'un électrocardiogramme (Tsens™, TEA) et d'électromyogrammes (Trigno ™, Delsys Inc., Natick, USA). Le réseau de centrales inertielles placées notamment au niveau du membre inférieur permettait le calcul des angles articulaires de la cheville, du genou et de la hanche. L'ensemble de ces mesures étaient transférées, en temps réel, par radiofréquence à un boitier de recueil et de stockage (datalogger T-Log™, TEA), placé au niveau de la ceinture du participant. Ces relevés étaient réalisés en contexte de vie courante (écologique). Les participants étaient suivis pour une durée de plusieurs heures (4 à 6 heures, voir Parry et al., 2017, pour des détails sur cette méthodologie).

A la suite de ces relevés, les données étaient transférées sur un ordinateur personnel. Une postsynchronisation entre les enregistrements vidéo et ceux biomécaniques et électrophysiologiques, était réalisée au moyen du logiciel CAPTIV™ (TEA). Ce logiciel permettait une visualisation de l'ensemble de ces données ainsi qu'un premier niveau d'analyse (codage).

Au cours de l'exploration de cet ensemble de données, deux types de triangulation peuvent être définis. En effet, la triangulation peut s'effectuer sujet par sujet (individuellement). Dans ce cas, le croisement de ces données permet de les associer et de rendre compte de leur dynamique conjointe avec une granulométrie fine au cours du temps. Comme ces données portent sur la même situation

et sont associées directement dans le processus d'analyse, cette approche peut être qualifiée de *triangulation primaire*.

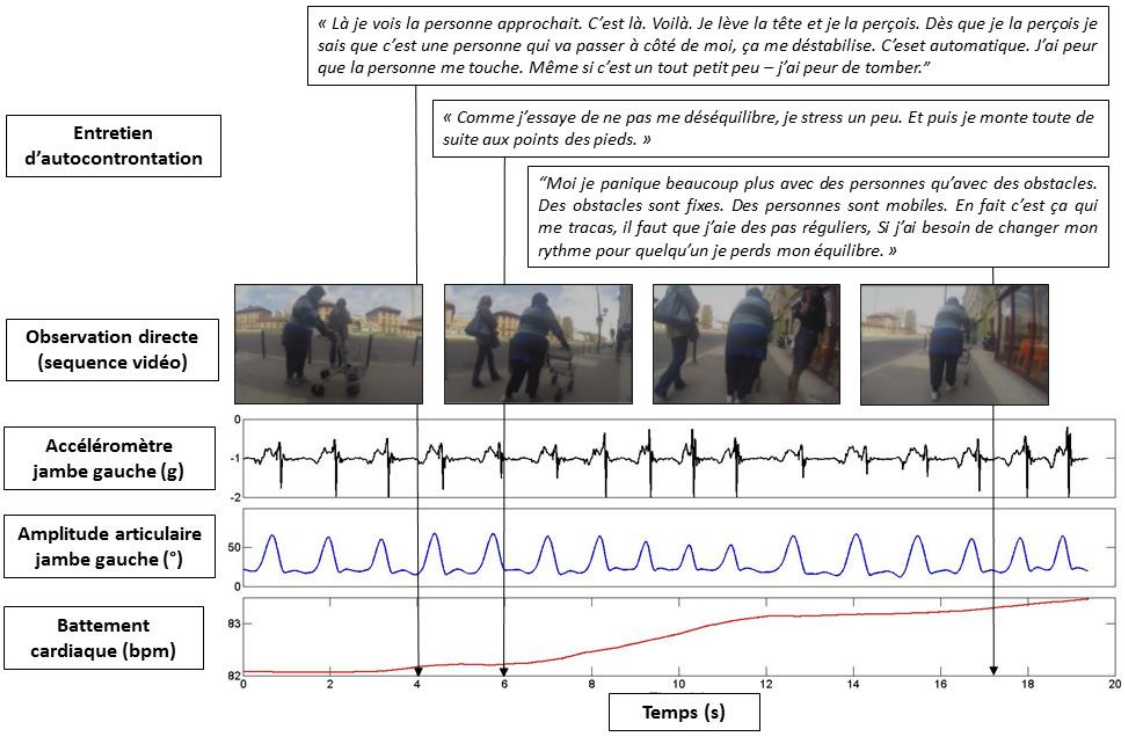


Figure 1 : La triangulation des données pour rendre compte de l'émergence d'un trouble de la marche en situation réelle. L'activité du patient est caractérisée par des données relatives à l'expérience vécue, des observations directes et des signaux des capteurs embarqués. Ce croisement direct des données relatives à une situation unique est représentatif d'un exemple de triangulation primaire.

Un exemple de ce type de triangulation primaire est proposé dans la figure 1. Dans cette situation, la patiente témoigne d'un changement de son patron d'activité de marche. L'enregistrement vidéo permet de relever une diminution de la longueur du pas sur le côté gauche et une irrégularité dans sa cadence au moment où un autre piéton la croise (instant entre la 8ème et la 12ème seconde). Ces modifications sont également relevées par les données biomécaniques, avec une diminution de l'amplitude articulaire du genou gauche et une augmentation de l'amplitude de l'accélération de la jambe gauche, dans sa partie très transitoire, ce qui exprime une augmentation des chocs de contact au sol au cours de la phase d'appui initial de la jambe. Ces réponses biomécaniques dénotent une rigidification dans le contrôle du système neuromusculaire, ceci peut momentanément réduire ses capacités d'ajustement posturo-cinétique, instant durant lequel la patiente est donc plus vulnérable. Lors de l'entretien d'auto-confrontation, la patiente dit que l'arrivée du piéton la « déstabilise » et génère un sentiment de « peur ». Elle constate une réponse « automatique » où elle monte « aux points des pieds ». Cette patiente explique le besoin de « changer son rythme » ce qui la rend anxieuse. Ce sentiment d'anxiété est corroboré par l'augmentation de sa fréquence cardiaque. Il est à relever sur la figure 1 que cette augmentation se produit avant les modifications des paramètres biomécaniques. Ces dernières semblent être la conséquence de ce sentiment d'anxiété. A partir de cet exemple de triangulation, nous pouvons réaliser un suivi croisé, au cours du temps, de différents paramètres et ainsi identifier et cibler plus facilement des instants privilégiés d'analyse. De plus, cette triangulation nous permet également d'interpréter plus facilement les données biomécaniques et physiologiques. En effet, leur sensibilité multifactorielle nécessite un éclairage de ces données par celles provenant des entretiens d'auto-confrontation.

La seconde triangulation est réalisée sur une cohorte de données. Cette approche se distingue d'une triangulation primaire dans le sens où elle n'est pas relative à une situation unique et pour laquelle nous perdons également la dimension temporelle absolue. Elle implique le croisement des résultats pour les différents indicateurs après un traitement préliminaire. Ainsi, cette approche peut être qualifiée comme une *triangulation secondaire*. Elle sert donc à comparer les tendances les plus importantes pour un élément choisi de l'activité. Ceci peut faire émerger une perspective plus globale sur la cohérence entre les variables en question.

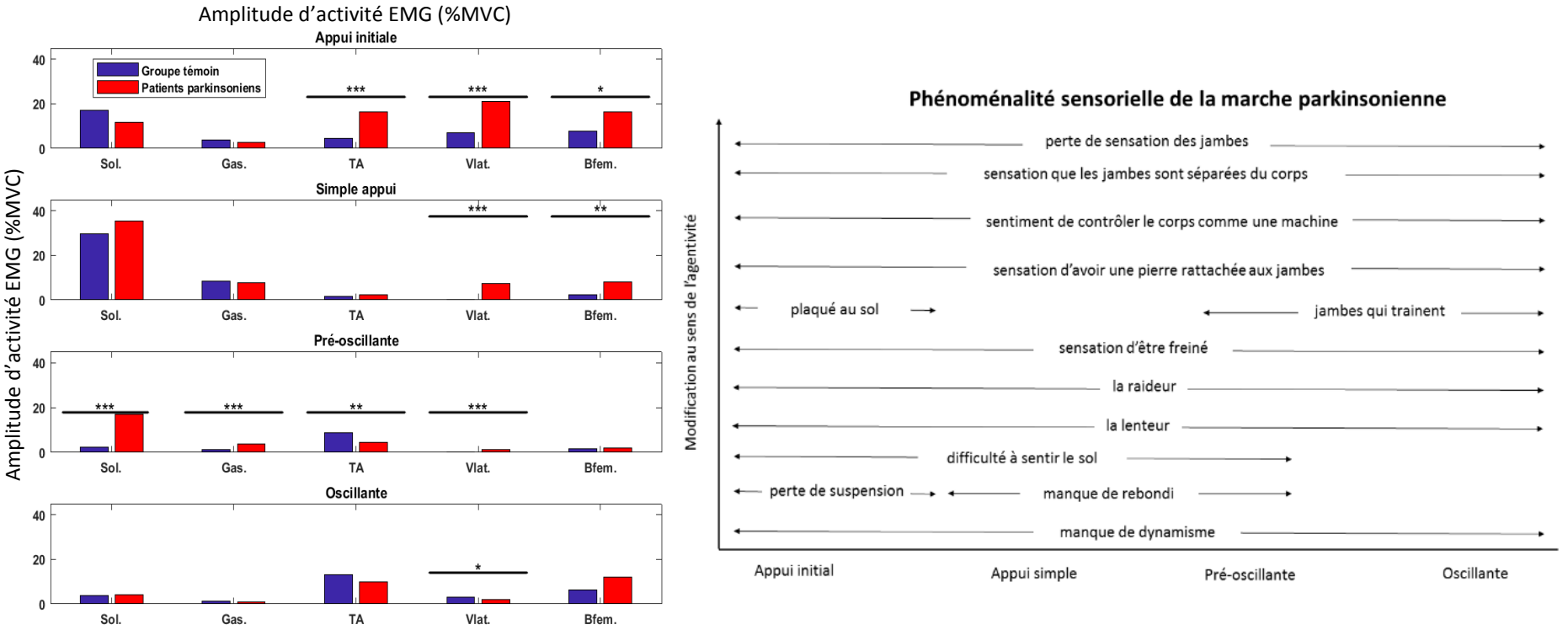


Figure 2 : Triangulation des données électromyographiques et de l'expérience subjective au regard du cycle de la marche pour des patients parkinsoniens. (A) L'amplitude moyenne de l'activité musculaire selon les différentes phases de la marche (témoins en bleu, patients en rouge) pour cinq muscles, le soléaire (Sol.), le gastrocnémien (Gas.), le tibialis antérieur (TA), le vaste latéral (Vlat.) et le biceps femoris (Bfem.). L'amplitude de l'EMG est exprimée comme un pourcentage d'activité EMG mesurée lors d'une contraction volontaire maximale (%MVC). *p<0.05 ; **p<0.01 ; ***p<0.001. (B) Les sensations corporelles exprimées selon les différentes phases du cycle de la marche pour des patients parkinsoniens issues d'une analyse qualitative des entretiens. Les sensations sont hiérarchisées en fonction de la modification du sentiment de contrôle. Les flèches horizontales indiquent les phases de la marche impliquées pour chaque sensation.

La figure 2 illustre ce travail de triangulation sur échantillon. Pour cela, il est nécessaire d'uniformiser les instants de comparaison. Dans notre exemple, nous étudions les patrons d'activité EMG au cours de l'activité de marche. Les données sont, ici, rapportées aux différentes phases du cycle de la marche. Classiquement, il est identifié une phase d'appui simple (une des deux jambes est en appui et l'autre en suspension). Il est possible de différencier dans cette partie, la phase d'attaque du talon dite de contact, de la phase d'appui qui la suit. Cette partie précédente est suivie de la partie oscillante qui correspond à la phase de suspension avec un mouvement de balancier de la jambe. Ici aussi, deux phases sont identifiables, la phase pré-oscillante (initiation) suivie de la phase oscillante. Dans notre exemple, les données EMG ont donc été recalées au regard de ces différentes phases (Figure 2A). Ces données ont été relevées sur différents muscles impliqués dans l'activité de marche et correspondaient à la quantité de cette activité EMG. Chaque enregistrement EMG était redressé (valeur absolue) puis cette grandeur était sommée sur l'ensemble de sa durée pour chaque phase du cycle de la marche. Travaillant sur des échantillons, il est donc possible de réaliser des analyses statistiques (la différence significative est symbolisée par les astérisques sur la figure 2). Au moyen, d'entretiens d'auto- confrontation, il était demandé au patient de verbaliser leurs sensations corporelles dans le cycle de la marche. Celles-ci ont été reportées sur un schéma sensoriel (figure 2B) en fonction de ce cycle.

Globalement, les patients parkinsoniens présentent une activité EMG plus importante comparativement aux sujets témoins, notamment pendant les phases d'appui (appui initial, appui simple, pré-oscillante) (Parry, Sellam, Lalo, Welter, & Buttelli, 2016). Cette augmentation semble plus importante pour les muscles extenseurs (soléaire, gastrocnémien, vase latéral). Les conséquences fonctionnelles anticipées de ces modifications seraient une augmentation de la co-contraction entre les muscles agonistes et une diminution de l'amplitude des sensations corporelles chez ces patients. Par exemples les sensations de « manque de dynamisme », « manque de rebondi » et « jambes qui trainent » reflètent cette augmentation de rigidité avec une augmentation de l'activité musculaire observée. La triangulation à ce niveau suggère que cette augmentation dans l'activité musculaire est intimement liée à la modification dans la perception du contrôle moteur des patients et qu'inversement les sensations corporelles exprimées par des patients reflètent des modifications spécifiques des patterns de l'activité musculaire aux différents moments du cycle de la marche.

4 APPORTS DE LA TRIANGULATION DANS L'ERGONOMIE MEDICALE

Comme démontré ci-dessus, la triangulation des méthodes utilisée ici se décline selon deux modalités différentes. Bien que chaque approche implique le croisement des données complémentaires, les perspectives cernées avec la triangulation primaire et la triangulation secondaire sont différentes. Dans la pratique de l'ergonomie, le choix de l'une par rapport à l'autre dépend donc des objectifs.

Spécifique à une personne et une situation, la triangulation primaire est très sensible au contexte. Elle sert à relier les processus cognitifs, les actions et les corrélats biomécaniques/physiologiques contribuant aux situations d'intérêt. En prenant l'exemple illustré dans la figure 1, on déduit que l'émergence de ce trouble de la marche émerge en lien avec un sentiment de peur et une difficulté à moduler le rythme et longueur du pas selon les contingences de l'environnement. Grâce à ses informations, il serait possible de proposer une prise en charge plus personnalisée. Un programme d'éducation thérapeutique pour ce patient ci impliquerait par exemple la reconnaissance de ces situations à risque et un travail sur la conscientisation de ses dynamiques corporelles en combinaison avec des stratégies pour la gestion du stress, un programme de rééducation de la marche (Parry et al., 2017). Il est donc envisageable que le développement de la méthodologie de triangulation primaire spécifique à la personne et à la situation enrichirait la conception et l'ajustement des programmes de rééducation personnalisée.

La richesse des informations traduites par la triangulation de méthodes favorise également la génération et validation de nouvelles connaissances dans le domaine de la santé. En effet, l'analyse

systématique des évènements caractérisés par la triangulation primaire peut à terme fournir des indices sur la structure synchronique diachronique des troubles de santé complexes. Par exemple, cette approche a permis la caractérisation des différents types de « freezing » de la marche, un phénomène clinique spécifique de la maladie de Parkinson. Dans ce projet, l'expérience subjective des patients, la description fine des mouvements et des patterns d'activité musculaire ont été associés à trois phénotypes différents (Parry et al., 2015; voir aussi Petitmengin, Navarro, & Le Van Quyen, 2007, pour un autre exemple).

De même, l'association des patterns d'activité musculaire aux perceptions corporelles par la triangulation secondaire, comme nous l'avons illustrée avec l'exemple de la figure 2, nous aide à consolider une compréhension des patterns physiologiques et leurs effets sur la marche parkinsonienne. Enfin, au-delà de l'intérêt scientifique de ces observations, ce rapprochement entre la subjectivité du patient et les patterns d'activité musculaire peut orienter directement les pratiques médicales. Grâce à ces informations, un médecin peut mieux cerner la nature de la perturbation de la coordination musculaire lors de l'entretien clinique. Ces informations pourraient donc servir pour identifier des troubles fonctionnels de la marche et classifier des phénotypes spécifiques de freezing au cours de la prise en charge.

REMERCIEMENTS

Le programme ECOTECH est financé via les programmes ANR TECSAN (2013-17) et IDEFI (REMIS, 2012-19)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aupetit, S., Espie, S., Larnaudie, B., Riff, J., & Buttelli, O. (2011). Tools and methodologies for the study of motorcyclist's behaviour in real context. Advances in Transportation Studies, (24).

Flick, U. (1992). Triangulation Revisited: Strategy of Validation or Alternative? Journal for the Theory of Social Behaviour, 22(2), 175–197. https://doi.org/10.1111/j.1468-5914.1992.tb00215.x

Heesen, R., Bright, L. K., & Zucker, A. (2016). Vindicating methodological triangulation. Synthese, 1–15. https://doi.org/10.1007/s11229-016-1294-7

Lalo, E., Riff, J., Parry, R., Jabloun, M., Roussel, J., Chen, C.-C., … Buttelli, O. (2016). Design of Technology and Technology of Design. Activity Analysis as a Resource for a Personalised Approach for Patients with Parkinson Disease. IRBM, 37(2), 90–97. https://doi.org/10.1016/j.irbm.2016.02.010

Parry, R., Buttelli, O., Riff, J., Roussel, J., Sellam, N., Welter, M. L., & Lalo, E. (2017). Rethinking gait and motor activity in daily life: a neuroergonomic perspective of Parkinson's disease. Le Travail Humain, 80(1), 23–50.

Parry, R., Lalo, E., Roussel, J., Jabloun, M., Riff, J., Welter, M.-L., & Buttelli, O. (2015). Caractérisation du freezing de la marche en situation réelle. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, 45(4–5), 392. https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.10.010

Parry, R., Sellam, N., Lalo, E., Welter, M.-L., & Buttelli, O. (2016). Pattern électromyographique de la marche parkinsonienne en condition de vie réelle. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology, 46(4–5), 273–274. https://doi.org/10.1016/j.neucli.2016.09.091

Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. Health Services Research, 34(5 Pt 2), 1189.

Petitmengin, C., Navarro, V., & Le Van Quyen, M. (2007). Anticipating seizure: Pre-reflective experience at the center of neuro-phenomenology. Consciousness and Cognition, 16(3), 746–764.

Risjord, M., Moloney, M., & Dunbar, S. (2001). Methodological Triangulation in Nursing Research. Philosophy of the Social Sciences, 31(1), 40–59. https://doi.org/10.1177/004839310103100103

Theureau, J., & Jeffroy, F. (1994). Ergonomie des situations informatisées. La conception centrée sur le cours d'action de l'utilisateurs (Édition : Premiere edition). Octarès Editions.

ÉPIQUE 2017 : Analyser la reprise en main d'un véhicule autonome en utilisant la triangulation des données

Christine Chauvin
UBS - Lab-STICC, 17 bd Flandres-Dunkerque, 56100 Lorient
christine.chauvin@univ-ubs.fr

Farida Said
UBS - LMBA, 17 bd Flandres-Dunkerque, 56100 Lorient
farida.said@univ-ubs.fr

Catégorie de soumission : symposium n°2 "Triangulation"

RÉSUMÉ

L'étude présentée vise à caractériser les comportements de reprise en main de véhicules autonomes. Elle repose sur trois types de données : *i*) des données "véhicules" traduisant les actions de contrôle effectuées par le conducteur ainsi que leurs effets, *ii*) des données d'oculométrie et *iii*) des verbalisations recueillies lors d'entretiens d'explicitation. L'utilisation de méthodes de partitionnement des données véhicule permet de distinguer trois classes de comportements différents. L'une de ces classes est associée à des caractéristiques négatives (notamment un contrôle brusque de la trajectoire longitudinale) alors qu'une autre se caractérise par des actions plus douces. Le croisement des variables "véhicule" avec l'expérience utilisateur confirme le fait que des actions brutales sont associées à une expérience négative. On montre également une relation entre ces classes et le comportement oculaire du conducteur ainsi que l'incidence d'une mauvaise compréhension de certaines informations présentée dans une configuration qui utilise la réalité augmentée.

MOTS-CLÉS
Situation dynamique, véhicule autonome, Analyse multivariée.

1 INTRODUCTION

L'automatisation s'est considérablement développée dans le domaine de l'automobile. De plus en plus de tâches de conduite peuvent être déléguées aux automates et plusieurs constructeurs annoncent leur intention de commercialiser des véhicules semi-autonomes d'ici 2020 (Diels, 2014). Ces véhicules sont classifiés au niveau 3 par la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), au sein d'une taxonomie qui comprend 5 niveaux : du niveau 0 (conduite entièrement manuelle) au niveau 4 (le véhicule est conçu pour assurer seul l'ensemble des fonctions critiques de sécurité sur un trajet complet).

Au niveau 3, les composants d'automatisation permettent au conducteur de céder le contrôle complet du véhicule et de toutes ses fonctions primaires, dans certaines conditions de circulation (principalement sur autoroute) et météorologiques. Le véhicule peut effectuer seul des dépassements, se rabattre, changer de direction alors que le conducteur se consacre à des tâches annexes (lecture par exemple). Cependant, le conducteur doit être également en mesure de reprendre le contrôle dans un temps acceptable sur demande du système.

Différents bénéfices sont attendus des véhicules automatisés ; il s'agit de la réduction de la charge de travail et de la fatigue des conducteurs mais aussi de l'augmentation de la performance grâce à la réduction des erreurs de conduite (erreurs liées à la distraction notamment). Cependant, un certain nombre de questions relatives aux interactions Humain-Véhicule se posent également. En

ce qui concerne les véhicules de niveau 3, elles concernent notamment les transitions entre mode automatisé et mode manuel. Le système peut en effet demander au conducteur d'intervenir dans un laps de temps très court, alors que celui-ci a besoin de plusieurs secondes pour entrer dans la boucle de contrôle (Merat & Lee, 2012). Plusieurs travaux de recherche ont mis en évidence les difficultés rencontrées par le conducteur pour comprendre rapidement la situation et, par conséquent, un risque de décisions retardées ou inadaptées. L'étude réalisée par Merat, Jamson, Lai et Carsten (2012) montre, ainsi, que les participants qui réalisaient une tâche annexe ont une performance dégradée lorsqu'ils doivent reprendre le véhicule en main dans une situation incidentelle. Ces difficultés évoquent le syndrome bien connu de l'humain "en dehors de la boucle de contrôle".

Au delà de ces résultats généraux, différents articles (Lorenz, Kerschbaum & Schumann, 2014 ; Radlmayr, Gold, Lorenz, Farid, & Bengler, 2014 ; Zeeb, Buchner & Schrauf, 2015) montrent que les actions de reprise en main peuvent être de nature et de qualité différentes, en fonction de variables contextuelles (densité du trafic, possibilités d'actions, IHM, type de la tâche secondaire) et de facteurs propres au conducteur lui-même (niveau de distraction, comportement oculaire pendant la phase de conduite autonome).

Dans la lignée de ces travaux, nous cherchons à *i*) caractériser différents modes de reprise en main dans une situation non incidentelle, *ii*) à les qualifier et *iii)* à identifier leurs déterminants en examinant notamment l'incidence de l'IHM et des comportements oculaires.

2 METHODE

2.1 Participants

36 participants, salariés de Renault, ont participé à l'étude. Pour différentes raisons, nous n'avons retenu et analysé que les données de 28 d'entre eux.

2.2 Plan d'expérience

Chaque participant a passé l'expérience dans trois conditions de roulage : manuelle, autonome sans réalité augmentée, autonome avec réalité augmentée ; chacune étant associée à une scène finale différente. L'ordre de passage a été contrebalancé.

2.3 Matériel et IHM

L'expérimentation a été réalisée sur simulateur de conduite C-Cards Stéréo. Dans la condition "sans réalité augmentée", un affichage tête haute (Head-Up Display) présentait au participant des informations telles que la vitesse du véhicule, le mode actif, le trafic. Dans la condition "avec réalité augmentée", les participants disposaient d'une interface présentant des informations virtuelles qui se superposaient aux objets réels présents dans l'environnement routier. Dans les deux conditions de conduite en mode autonome, les participants étaient invités à jouer sur une tablette placée sous le pare-brise, à droite du volant. La demande de reprise en main (TOR : Take Over Request) intervenait dans un contexte particulier, puisqu'un véhicule situé devant l'égo-véhicule freinait et que le conducteur devait changer de voie (une indication portée sur le pare-brise lui indiquait ce nouveau but). En mode manuel une icône s'affichait sur le HUD pour indiquer au conducteur la demande de changement de voie.

2.4 Recueil et codage des données

L'étude a porté sur l'activité du conducteur du TOR au changement de voie. Elle repose sur une triangulation des méthodes ou, plus précisément, des données puisqu'elle utilise des données "véhicules", des données d'oculométrie, et des verbalisations recueillies a posteriori au moyen d'entretiens d'explicitation (Vermersch, 1994).

Les données "véhicules" sont des données temporelles (temps entre le TOR et la reprise en main, temps entre le TOR et le changement de voie notamment), des données caractérisant les actions exercées sur les pédales et sur le volant ainsi que les valeurs résultantes (vitesse maximale du

véhicule, accélération) et des données caractérisant le risque de collision avec les véhicules situés devant et derrière l'ego-véhicule. Les mouvements oculaires ont été enregistrés au moyen d'un oculomètre mobile de marque Pertech. Le logiciel utilisé pour la calibration et la génération des vidéos et données est un logiciel spécifique à Pertech, "EyetechPilot". Un codage manuel a été réalisé après le TOR. Il considère 4 zones d'intérêt : l'environnement (Pare-Brise), les rétroviseurs, le HUD et la tablette de jeu.

Le schème de codage défini par Hoc et Amalberti (1999) a été utilisé pour catégoriser les verbatims selon trois classes principales : prise d'information, diagnostic et prise de décision. Une catégorie "expérience utilisateur" a été ajoutée, de façon à pouvoir prendre en compte les ressentis et émotions (positives ou négatives) évoquées par les participants.

3 RESULTATS

Nous ne présentons, ici, que les résultats concernant le mode autonome avec réalité augmentée (AD-RA).

3.1 Classification des comportements

Les variables véhicules étant pour certaines très corrélées, l'utilisation de la procédure ClutstOfVar (Chavent, 2012) sous R (R Project, 2013) a permis de les classer en groupes de variables homogènes et de déterminer une variable synthétique, ou variable latente, par groupe. Sept traits latents ont ainsi été détectés ; ils caractérisent notamment la célérité de la reprise en main du véhicule, l'allure du véhicule, la souplesse de la conduite, la qualité du contrôle avant, latéral et arrière du véhicule et la rapidité du changement de voie.

Le partitionnement des données véhicules latentes par classification ascendante hiérarchique, consolidée par K-means, a ensuite permis de distinguer trois classes de comportements différents.
On observe que la classe 3 (42% des participants) se différencie des deux autres par un changement de voie significativement plus rapide et par des actions de freinage et d'accélération plus "brusques".
La classe 2 (25% des participants) se caractérise par une reprise en main du volant plus rapide et par des actions de contrôle longitudinal retardées par rapport aux autres classes. La classe 1 (33% des participants) s'oppose à la classe 3 ; elle se caractérise par des actions de freinage et d'accélération « plus douces », la sortie de voie la plus tardive et par une accélération maximale plus précoce.

3.2 Qualification des classes de comportements

Le croisement de l'expression de l'expérience utilisateur et des variables véhicule au moyen de tests t a permis de déterminer les variables qui discriminent les expériences positive et négative. On observe que relativement à l'expression négative, l'expérience positive est associée à des pics de vitesse moindre, des actions de contrôle longitudinal moins brusques et à un changement de voie ni trop rapide, ni trop tardif (voir Figure 1).

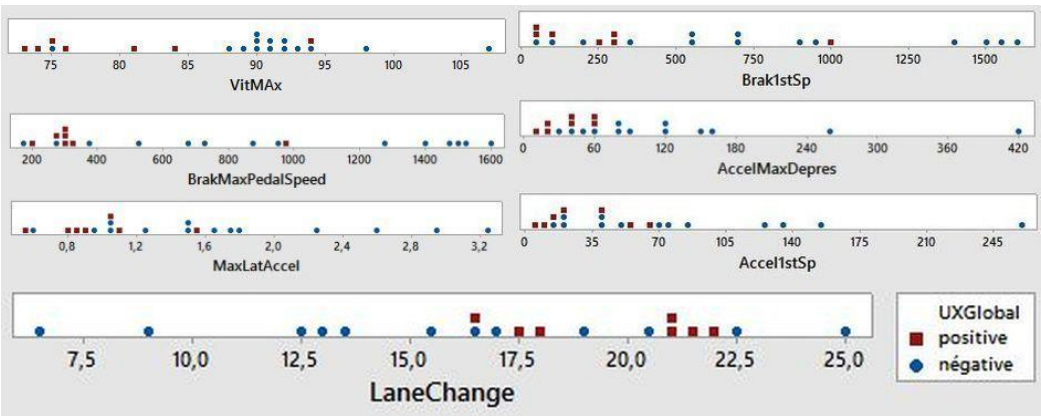


Figure 1 - *Diagrammes à points des variables véhicule qui expliquent UXGlobal (AD-RA)*

3.3 Identification des déterminants des classes

L'analyse des verbalisations contribue également à l'identification des classes. 70% des participants de la classe 3 évoquent une difficulté de compréhension des consignes (demande de reprise en main ou consigne de navigation) alors que cette difficulté n'est mentionnée que par 33% des participants rattachés au groupe 2 et 10% des participants du groupe 1.

La mise en lien des classes constituées à partir des données véhicule et des données d'oculométrie montre qu'en moyenne, les participants de la classe 1 regardent plus leur environnement durant la période TOR-MD que les participants de la classe 3 (test t unilatéral, pvalue=0,023) ; à l'inverse, les participants de la classe 3 regardent en moyenne plus la tablette de jeu que les participants de la classe 1 (test t unilatéral, pvalue=0,028).

4 CONCLUSION

Du point de vue théorique, cette étude montre que différents styles de conduite peuvent être mis en oeuvre après la reprise en main d'un véhicule autonome ; elle propose de les caractériser et de les qualifier. Il apparaît, pour la condition étudiée ici (AD-RA), que deux classes s'opposent tant d'un point vue objectif que d'un point de vue subjectif. L'une est caractérisée par des actions brusques et par une expérience utilisateur négative alors que l'autre se caractérise par des actions plus "douces" et par une expérience positive.

Du point de vue méthodologique, elle montre l'intérêt des méthodes de classification pour catégoriser les comportements de conduite ainsi que l'apport de la triangulation des méthodes. Au travers de l'expression de l'expérience utilisateur, les verbalisations permettent de qualifier les classes de comportements. Les verbatims et les données d'oculométrie permettent également de les expliquer.

Du point de vue applicatif, elle met en évidence le rôle crucial des signaux utilisés pour signaler le TOR et communiquer la consigne de navigation. Ils participent, quand ils sont mal compris, à dégrader la qualité de la reprise en main.

5 BIBLIOGRAPHIE

Chavent, M., Kuentz, V., Liquet, B., Saracco, J. (2012). ClustOfVar: an R package for the clustering of variables. *J. Stat. Softw.* 50, 1-16.

Diels, C. (2014). Will autonomous vehicles make us sick? In S. Sharples & S. Shorrock (Eds.), Contemporary Ergonomics and Human Factors (pp. 301-307). Boca Raton, FL: CRC Press.

Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1999). Analyse des activités cognitives en situation dynamique: d'un cadre théorique à une méthode. *Le travail humain*, 97-129.

Lorenz, L., Kerschbaum, P., & Schumann, J. (2014, September). Designing take over scenarios for automated driving How does augmented reality support the driver to get back into the loop?. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 58, No. 1, pp. 1681-1685). SAGE Publications.

Merat, N., Jamson, A. H., Lai, F. C., & Carsten, O. (2012). Highly automated driving, secondary task performance, and driver state. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, *54*(5), 762-771.

Merat, N., & Lee, J. D. (2012). Preface to the special section on human factors and automation in vehicles designing highly automated vehicles with the driver in mind. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, *54*(5), 681-686.

Radlmayr, J., Gold, C., Lorenz, L., Farid, M., & Bengler, K. (2014, September). How traffic situations and non-driving related tasks affect the take-over quality in highly automated driving. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 58, No. 1, pp. 2063-2067). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications.

R Project (2013). ”R: A Language and Environment for Statistical Computing”. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. [http://cran.r-project.org/doc/manuals/fullrefman.pdf].

Vermersch, P. (1994). L’entretien d’explicitation. *Les cahiers de Beaumont*, *52 bis-53*, 63-70.

Apports de la neuroergonomie à la compréhension de l'activité de conduite automobile

Gabaude, C.

Ifsttar-TS2-Lescot, 25 avenue F. Mitterrand, case 24, 69675 Bron Cedex

Catherine.gabaude@ifsttar.fr

Navarro, J.

Laboratoire d'Etude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, France

jordan.navarro@univ-lyon2.fr

Catégorie de soumission : symposium

Neuroergonomie

RÉSUMÉ

L'activité de conduite automobile offre à la neuroergonomie un terrain d'étude particulièrement intéressant pour comprendre les interactions entre les yeux, le cerveau et l'automobile. En effet, la conduite automobile est une activité complexe nécessitant un contrôle cognitif qui requière des régulations en continu, ce qui en fait un objet d'étude de choix. La neuroergonomie, en recourant à la triangulation des méthodes de collecte, permet de mieux comprendre les interactions entre perception, cognition, émotion, stress et fatigue. Elle permet aussi d'explorer les niveaux de conscience dans le contrôle cognitif. A l'aide de mesures auto-rapportées, comportementales et neurocognitives, il est ainsi possible de faire des inférences sur les états mentaux des conducteurs et, la recherche de variances communes à ces trois types de mesures facilite la compréhension de l'activité située et la description des mécanismes de régulation.

Durant ce symposium, cinq présentations viendront alimenter la discussion autour des apports de la neuroergonomie à la compréhension de l'activité de conduite automobile : (1) pour prédire (2) et prévenir des erreurs, (3) pour assister les conducteurs, (4) pour mieux prendre en compte les besoins de l'utilisateur et (5) pour éclairer des enjeux spécifiques à une population d'individus. Ces différentes présentations contribueront aussi à montrer en quoi l'utilisation de la neuroergonomie peut compléter l'analyse de l'activité des individus.

MOTS-CLÉS

Neuroergonomie, conduite automobile, analyse de l'activité, attention, charge cognitive

1 CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Depuis la fin du millénaire dernier, les neurosciences et les techniques de neuroimagerie associées ont offert un éclairage nouveau sur les questions relatives au fonctionnement de l'être humain, en particulier lorsqu'il agit dans des environnements naturels. Par analogie à l'automobile, les neurosciences ont permis d'ouvrir le capot du conducteur afin de regarder de manière plus directe comment fonctionne son moteur. Cette approche est parfois critiquée car la description et la compréhension du fonctionnement de chacune des pièces du moteur n'est pas un gage de compréhension du fonctionnement du moteur dans son ensemble et particulièrement des liens qui

peuvent exister entre ses différentes pièces. L'analogie faite entre l'usage des neurosciences pour mieux comprendre l'humain et l'accès au moteur d'une automobile pour mieux en comprendre son fonctionnement trouve ici ses limites. Les liens entretenus entre les différentes structures neuronales étant d'une nature beaucoup plus complexe que les liens entre les pièces mécaniques d'une automobile, il convient de comprendre les régulations complexes qui s'opèrent. S'il est vrai que l'usage des neurosciences n'offre pas une réponse directe à toutes les questions relatives au fonctionnement cognitif de l'humain, il offre un éclairage différent et complémentaire à celui plus traditionnel de la psychologie se basant sur l'étude des comportements des individus.

La psychologie ergonomique et la psychologie générale n'ont évidemment pas attendu l'avènement des neurosciences pour explorer notre fonctionnement cognitif. La particularité de la psychologie ergonomique réside dans son intérêt pour l'étude des situations dites naturelles. Ces situations correspondent à des activités menées quotidiennement par les individus dans le cadre de leur vie habituelle. La neuroergonomie est une discipline qui vise à tirer avantage à la fois de l'approche neuroscientifique et de l'approche de psychologie ergonomique. Il s'agit donc d'étudier le fonctionnement cognitif de l'individu dans des situations de la vie quotidienne sur la base de ses comportements mais également de ses activités neuronales et physiologiques. La neuroergonomie est donc un assemblage de disciplines elles-mêmes composites permettant une forme de triangulation méthodologique susceptible de bénéficier à une meilleure compréhension de la cognition : par exemple, en reconsidérant certaines connaissances sur des notions comme la gestion des ressources cognitives ou la fiabilité humaine.

La neuroergonomie est une discipline qui a vu le jour en 2003 et qui par conséquent n'est est qu'à ses balbutiements (Parasuraman, 2003). Ceci est notamment dû au fait de la difficulté technique de réaliser des études qui soient à la fois situées et permettent en parallèle une investigation neuroscientifique. Les activités naturelles et leur caractère partiellement définit ne se prêtent qu'assez peu à l'usage des techniques neuroscientifiques. Cependant, les progrès techniques et technologiques permettent aujourd'hui de relever ce défi pour bon nombre de situations dynamiques pour lesquelles les techniques de réalité virtuelle peuvent être utilisées. On peut ainsi, par exemple, comprendre ce qui attire l'attention d'un opérateur ou les effets d'une information sur sa charge mentale ou sa performance. L'activité de conduite automobile offre à la neuroergonomie un terrain d'étude particulièrement intéressant pour comprendre les interactions entre les yeux, le cerveau et l'automobile.

Pour une majorité d'individus vivant dans les sociétés modernes, la conduite automobile est une activité quotidienne qui nécessite un engagement de la part du conducteur dans la réalisation de tâches complexes qu'il réalise en développant un certain niveau d'expertise. Cette activité fait l'objet d'une attention particulière de la communauté de psychologie ergonomique. Au-delà de son importance humaine et sociétale, la conduite automobile est une activité complexe nécessitant un contrôle cognitif qui requière des régulations en continu, ce qui en fait un objet d'étude de choix. Ces régulations s'opèrent à différents niveaux de contrôle : cognitif vs métacognitif ; diachroniques vs synchroniques ; stratégique, tactique, opérationnel. Leur étude permet, par exemple, de comprendre les variations de la performance humaine et d'identifier les déterminants de la prise de décision en situation à risque.

La neuroergonomie, en recourant à la triangulation des méthodes utilisées, permet de mieux comprendre les interactions entre perception, cognition, émotion, stress et fatigue. Elle permet aussi d'explorer les niveaux de conscience dans le contrôle cognitif opéré par le conducteur. A l'aide de mesures auto-rapportées, comportementales et neurocognitives, il est possible de faire des inférences sur les états mentaux des conducteurs. La recherche de variances communes à ces trois types de mesures facilite la compréhension de l'activité située et la description des mécanismes de régulation.

2 CINQ CONTRIBUTIONS COMPLEMENTAIRES DANS CE SYMPOSIUM

Cinq présentations viendront alimenter la discussion autour des apports de la neuroergonomie à la compréhension de l'activité de conduite automobile : (1) pour prédire (2) et prévenir des erreurs, (3) pour assister les conducteurs, (4) pour mieux prendre en compte les besoins de l'utilisateur et (5) pour éclairer des enjeux spécifiques à une population d'individus.

2.1 La méditation de pleine conscience aide t'elle notre cerveau à bien conduire ?

E. Reynaud[1] & J. Navarro[1]

[1]Laboratoire d'Etude des Mécanismes Cognitifs, Université Lyon 2, France

Les pratiques de méditation pleine conscience (MPC) (Kabat-Zinn, 2003) soulèvent un intérêt grandissant, à la fois pour leurs rôles dans les thérapies contre le stress mais aussi pour leur rôle potentiel de catalyseurs des performances cognitives (Chiesa, Calati, & Serretti, 2011; Lutz, Slagter, Dunne, & Davidson, 2008). Si quelques études montrent des résultats prometteurs sur des composants cognitifs isolés (Moore & Malinowski, 2009; Slagter et al., 2007; Tang et al., 2007), seulement peu d'études s'intéressent aux effets de la MPC sur le comportement dans des conditions écologiques et complexes.

L'objectif de notre étude était de caractériser les effets de la MPC sur l'activité de conduite automobile. Le but était double : le premier était d'évaluer les effets de la MPC sur les performances de conduite. Le second était d'évaluer la faisabilité de l'étude des corrélats neuronaux de l'activité de conduite par des Interfaces Cerveau-Machines simples.

38 participants ont réalisé une tâche de suivi de véhicule en simulateur de conduite. Les variables suivantes ont été mesurées : le Temps Inter-Véhiculaire (TIV), comme étant la distance, qui sépare la position instantanée des deux véhicules, rapportée à la vitesse du véhicule suiveur ; le nombre de Changements de Directions du Volant (CDV) comme étant le nombre de fois où le conducteur change la direction de son guidage du volant ; l'état émotionnel des participants a été évalué avec le questionnaire Brief Mood Introspection Scale (Mayer & Gaschke, 2001) (BMIS). Ces indicateurs ont été calculés pour mesurer la qualité de la performance de conduite durant deux sessions de conduite (D-S1 et D-S2), avant et après une méditation brève (pour la condition Méditation), ou avant et après une écoute calme de podcasts (pour la condition Contrôle, n=12).

Une seconde étude menée sur de nouveaux participants a cherché à tenter de qualifier l'effet de la MPC sur l'activité cérébrale nous avons enregistré à l'aide d'un casque Emotiv© les augmentations significatives de synchronisation / désynchronisation dans la bande de fréquence alpha (ERS/ERD) durant deux sessions d'une tâche d'Interface Cerveau-Machine basée sur l'imagerie motrice (BCI-S1, BCI-S2). Ces deux sessions étaient séparées par 5 séances de MPC (20 minutes par jour durant 5 jours) pour le groupe des participants entraînés (n=7), et d'écoutes de podcasts (même durée, même fréquence) pour le groupe contrôle (n=5). Sur cette nouvelle étude, les marqueurs liés à la synchronisation / désynchronisation dans la bande de fréquence alpha (ERS/ERD) ont été mesurés.

Les résultats ont montré que le TIV et le CDV diminuent de façon significative entre D-S1 et D-S2 pour la condition Méditation uniquement. Les questionnaires BMIS ont montré également que les participants sont plus relaxés après la séance de MPC dans la condition Méditation. Aucune différence n'est à noter dans la condition Contrôle. Les marqueurs ERS / ERD ont augmenté en nombre et en contigüité entre BCI-S1 et BCI-S2, mais cet effet n'a pas été spécifique à la méditation et se retrouve également dans la condition contrôle. Ces résultats peuvent s'interpréter comme suit : la diminution du TIV pourrait être le signe d'un état plus centré sur soi chez le participant et induit

par la MPC. La sécurité routière pourrait en conséquence être impactée négativement par la pratique de la MPC, qui diminuerait l'attention portée au monde extérieur. La diminution du nombre de CDV nous permet d'éliminer la possibilité que la diminution du TIV soit en fait la marque d'un état plus alerte entrainant une conduite plus risquée. Les scores au questionnaire BMIS suggèrent que la méditation fait chuter le niveau d'éveil, qui pourrait devenir sous-optimal et détériorer les performances de conduite. Cette étude montre donc, à l'inverse de résultats précédents (Kass, VanWormer, Mikulas, Legan, & Bumgarner, 2011), que même une brève session de MPC pourrait interférer avec les performances de conduite. Nous avons également étudié la possibilité d'évaluer les effets de la MPC sur une tâche de type Interfaces Cerveau-Machine, dans une première étape vers un design expérimental intégré. Nous n'avons pas montré d'effets spécifiques liés à la médiation sur l'activité cérébrale, probablement à cause d'un échantillon de participants trop réduit. Les perspectives données à ce travail devraient permettre de comprendre le rôle de la MPC sur le comportement de conduite ainsi que sur l'activité cérébrale qui en résulte, en utilisant des enregistrements EEG-ICM de participants qui conduisent.

2.2 Vers une détection des états attentionnels dégradés des conducteurs : apports des mesures cardiaques et oculaires

G. Pepin[1], C. Jallais1, J. Navarro[2], A. Fort[1], F. Moreau[1] & C. Gabaude[1]

[1]Université de Lyon, F-69000 Lyon, France-IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69500 Bron

[2]Laboratoire d'Etude des Mécanismes Cognitifs, Université de Lyon, 69976, France

En France en 2014, plus de 3 300 décès ont été dénombrés sur nos routes (Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière, 2015). Des études épidémiologiques récentes montrent que la distraction et l'inattention contribuent à la survenue de ces accidents à hauteur de 25 à 50 % (Mosedale, Purdy, & Clarkson, 2005). Ces deux facteurs semblent avoir des impacts négatifs différents sur les conducteurs mais seraient responsables d'une part équivalente des accidents (Galéra et al., 2012). Sous le terme inattention se rassemblent différents états tels que la surcharge cognitive ou le vagabondage de la pensée.

Le recours à la neuroergonomie comme méthode d'étude permet une meilleure connaissance des états internes du conducteur afin d'identifier des signatures particulières de ces états. A terme, la reconnaissance de ces signatures par des algorithmes permettrait la création d'un modèle de détection de l'inattention. La détection par le modèle d'un état attentionnel dégradé dans un certain contexte de conduite pourrait être à l'origine du déclenchement d'une assistance responsable de gérer les situations à risque. Pour cela, il est nécessaire de mettre en évidence des indicateurs du VP et de l'effort cognitif.

Ainsi, une première expérimentation avait pour objectif de mettre en évidence la Variation du Rythme Cardiaque (VRC) comme indicateur cardiaque d'effort cognitif en conduite. Dix-huit conducteurs ont donc réalisé, ou non, des tâches de calcul mental plus ou moins difficile avec et sans conduite alors que leur signal cardiaque était enregistré. De par la nature complexe du signal cardiaque, des analyses temporelles, fréquentielles ou non-linéaires peuvent être décomposées. Dans le cadre de cette étude et dans l'objectif de mettre en évidence un indicateur capable de détecter l'effort cognitif sur de très courtes fenêtres de temps, seules des analyses temporelles ont été menées selon la méthode employée par Kaiser, Beauvale, & Bener, (1996); Kaiser, Wronka, Barry, & Szczudlik, (1999) et Lawrence & Barry, (2009). Une détection des pics R des complexes QRS du signal cardiaque a permis la transformation de ce signal en rythme cardiaque (RC). De ce rythme cardiaque, la VRC est obtenue par la soustraction de la valeur du RC à chaque pas de temps de la fenêtre temporelle d'intérêt à la valeur du RC au moment de l'apparition du stimulus. Les résultats

montrent qu'il est possible de détecter l'effort cognitif des conducteurs grâce à la VRC en moyennant sur un nombre important d'évènements (Pepin et al, 2017). Il s'avère que la VRC est sensible pour certains participants et ne l'est pas pour d'autre. Les tâches présentées étant redondantes et peu stimulante, il est fort possible que l'esprit de certains participants ait vagabondé, expliquant la faible sensibilité de la VRC. Or, le VP aurait un coût cognitif puisque cet état puiserait dans les ressources cognitives de la mémoire de travail pour générer des pensées (Baird, Smallwood, & Schooler, 2011).

Ainsi, une seconde expérimentation s'est employée à tester la VRC sur sa capacité à détecter un potentiel effort cognitif généré par du VP. Des modifications comportementales associées à la présence de cet état ont également été recherchées notamment au niveau du comportement oculaire des conducteurs. Pour cela, les participants devaient auto-déclarer les épisodes de vagabondage de la pensée dont ils avaient conscience. Les résultats de cette seconde étude montrent une augmentation de la fixité du regard lors du vagabondage de la pensée et le pattern cardiaque mis en évidence lors de la première étude a été retrouvé non pas pendant mais après les épisodes de VP. Cela signifierait qu'après un épisode de VP, réorienter son attention sur la conduite a un coût engendrant un effort cognitif ; effort cognitif décelable dans les données cardiaques par le pattern explicité précédemment.

La VRC est donc un indicateur capable de détecter un effort cognitif bref (fenêtres temporelles de 6 secondes) mais atteint ses limites lorsque l'effort est fluctuant ou dilué sur plusieurs minutes comme c'est le cas pour le VP. Ce dernier semble toutefois pouvoir être étudié par le comportement oculaire. L'effort cognitif et le VP possèdent donc des signatures physiologiques et comportementales différentes qu'il semble possible de détecter en combinant différents types de mesures. A terme, une détection de ces états est envisageable et ce travail pourra proposer des recommandations pour la conception de nouveaux systèmes d'assistance. Les futures études s'emploieront à 1) améliorer la sensibilité de la VRC notamment en prenant en compte les données respiratoires et 2) mieux comprendre comment les caractéristiques des pensées du VP influencent son impact sur les conducteurs.

2.3 Colère, performances de conduite et attention : apports des mesures électrophysiologiques

F. Techer[1,2], C. Jallais[1], Y. Corson[2] & A. Fort[1]

[1]Université de Lyon, F-69000 Lyon, France-IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69500 Bron

[2]Université de Nantes, LPPL (Laboratoire de Psychologie des Pays de la Loire-EA 4638), Nantes, France

L'état interne du conducteur, incluant les émotions, peut avoir des effets négatifs sur la sécurité routière. En effet, des études ont montré qu'un état de colère peut provoquer un comportement agressif et impacter les performances de conduite. Il est reconnu que les émotions négatives sont couramment associées à des perturbations de l'attention et au vagabondage de la pensée (Smallwood et al., 2009) de telle sorte qu'elles peuvent interférer avec les performances de conduite. Toutefois, la colère pourrait avoir un impact positif sur l'efficacité du réseau d'alerte (Techer et al., 2015) laissant supposer un effet bénéfique sur l'efficacité des systèmes avancés d'aide à la conduite utilisant des alertes.

A notre connaissance, aucune étude utilisant les potentiels évoqués n'a évalué l'impact de la colère sur l'attention lors d'une tâche de conduite sur simulateur. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'investiguer les effets de la colère sur le traitement attentionnel et les conséquences sur les performances de conduite. Pour répondre à ces objectifs, 33 participants ont effectué une tâche de

conduite sur simulateur, sans induction de colère (condition contrôle) et après avoir été induit au préalable dans un état de colère.

Il leur était demandé de suivre une moto circulant sur une route de campagne et de freiner lorsque cette dernière freinait. Un système d'aide à la conduite simulé informait les participants du freinage de la moto. Des potentiels évoqués ont été enregistrés afin de révéler les modulations attentionnelles qui pourraient s'avérer non détectables par les seules mesures comportementales. Les résultats ont indiqué que la colère a impacté les performances de conduite et le traitement attentionnel reflété par les potentiels évoqués. Ainsi une augmentation de la variation latérale ainsi qu'une réduction de l'amplitude du pic de l'onde N1 visuelle ont été observés. Ces résultats sont discutés dans le sens d'un impact du niveau d'arousal mais aussi du vagabondage de la pensée. Dans le futur, ces données électrophysiologiques pourraient être utilisées afin de surveiller les états internes du conducteur et d'apporter une assistance spécifique correspondants aux besoins actuels.

2.4 Neuro-ergonomie au service de la conception IHM embarquées

S. Dabic[1], L. Kerautret[1], P. Maroudis[1], S. Vanhelle[1]

[1]Valéo, Switches and smart controls product line, Annemasse, France

Dans le cadre de la conception d'IHM embarqués, nous intégrons de plus en plus des outils et des méthodes provenant des neurosciences cognitives. Ces derniers permettent d'enrichir l'éclairage comportemental effectué par les facteurs humains. Ainsi, nous recueillons des données psycho-physiologiques dans un contexte d'activité et dans des situations de conduite particulières (uses cases), avec plusieurs systèmes d'enregistrement physiologiques provenant des neurosciences. Tout d'abord, nous nous servons de la littérature scientifique afin de pré-établir la pertinence de l'usage de certains outils ou variables pertinentes.

Si nous le jugeons pertinent, nous utilisons un système d'eyetraking (carte de chaleur, parcours oculaires, pupillométrie…..) afin de voir où regarde le conducteur. Dans un premier temps, cela nous permet de voir si la fonction ou touche sur le display ou contrôle panel est bien accessible visuellement. De plus, cela nous permet de monitorer le comportement l'état du conducteur, afin d'adapter au mieux l'IHM. En effet, dans le cadre d'une interface multimodale (visuel, auditive, haptique...) cela nous permet de voir si l'information a été bien perçue, et quels en sont ces bénéfices sur les performances de conduite. Nous vous présenterons un cas concret de la pertinence de l'utilisation d'un eyetracker pour l'adaptation d'IHM sur display haptique lors de ce symposium.

Par ailleurs, la réponse électrodermale et/ou la variabilité cardiaque sont également des indicateurs pertinents de l'état des conducteurs (éveil/sommeil, états émotionnelles spécifiques comme par exemple stress, joie, colère, surprise, peur, etc … ou charge cognitive faible-versus élevé…). Ainsi la voiture pourrait moduler les modalités d'interactions à l'état du conducteur. Par exemple, il est possible de proposer et adapter au conducteur des aides à la conduite (ADAS) ou même une conduite automatisée, de changer l'ambiance sonore ou l'ambiance lumineuse du cockpit en fonction de l'état physiologique du conducteur. Nous aborderons également ce sujet lors de ce symposium.

2.5 Mesures physiologiques de la charge cognitive dans le vieillissement

M. Ranchet[1,2], J.C. Morgan[3], A.E. Akinwuntan[1,4], H. Devos[1,5]

[1]Department of Physical Therapy, College of Allied Health Sciences, Augusta University, Augusta, GA, USA

[2]Université de Lyon, F-69000 Lyon, France-IFSTTAR, TS2, LESCOT, F-69500 Bron

[3]Movement and Memory Disorder Programs, Department of Neurology, Medical College of Georgia, Augusta University, GA, USA

[4]Dean's office, School of Health Professions, The University of Kansas Medical Center, Kansas City, KS, USA

[5]Department of Physical Therapy and Rehabilitation Science, School of Health Professions, The University of Kansas Medical Center, Kansas City, KS, USA

La charge cognitive est définie comme une mesure de la quantité de ressources mentales mobilisées par un sujet lors de la réalisation d'une tâche. Avec les avancées technologiques récentes, plusieurs mesures physiologiques sont disponibles pour évaluer la charge cognitive. L'objectif de notre revue de littérature était d'identifier les principales mesures physiologiques permettant d'évaluer la charge cognitive dans le vieillissement normal et pathologique (Parkinson, trouble cognitif léger, et Alzheimer). Des recherches ont été menées sur trois bases de données : PubMed, PsychINFO, et Web of Science à l'aide de mots clefs qui prennent en compte les mesures physiologiques les plus communément utilisées (ex. : 'electroencephalography', 'magnetoencephalography', 'functional magnetic resonance imagery', 'positron emission tomography', 'eye tracking', 'pupillometry', 'blood pressure', 'electrodermal measures'). Seules les études écrites en anglais, réalisées de 2006 jusqu'à 2016, et comprenant au moins un groupe d'âge ≥ 65 ans étaient incluses. Au final, 40 études ont été sélectionnées : 12 études pour le vieillissement normal et 27 études pour le vieillissement pathologique.

Les résultats ont montré qu'à niveau de tâche égale, les personnes âgées présentant un vieillissement normal ont généralement une charge cognitive plus importante que les jeunes adultes. Des résultats similaires ont été observés chez les personnes présentant un vieillissement pathologique, notamment dans les stades débutants de la maladie, comparé aux personnes présentant un vieillissement normal. Lorsque les ressources cognitives devenaient insuffisantes, les performances aux tâches déclinaient. Cette revue de littérature a montré que les mesures physiologiques utilisées dans le cadre de ces études pouvaient détecter la charge cognitive dans le vieillissement normal ou pathologique. Cette revue a également démontré l'intérêt d'utiliser ces mesures dans le vieillissement normal et pathologique pour détecter des déficits cognitifs subtils, qui n'apparaissaient pas nécessairement dans les performances aux tâches. Nous proposons d'illustrer notre propos par une étude portant sur la mesure de la charge cognitive dans des tâches cognitives menées auprès de personnes atteintes de la maladie de Parkinson et de personnes âgées, contrôles (Ranchet et al., 2017).

3 TROIS PREMIERES PISTES DE DISCUSSION

Au cours de ces présentations, nous découvrirons différents protocoles permettant d'étudier l'activité de conduite de manière située. Une discussion autour de la notion de triangulation des méthodes permettra de mieux décrire les régulations comportementales opérées par le conducteur. Par ailleurs, les notions de distraction versus inattention seront discutées au regard des problématiques d'engagement versus désengagement attentionnel. Cette approche permettra de discuter la distinction opérée entre la charge cognitive prescrite par les tâches à réaliser durant l'activité de conduite versus l'effort cognitif consenti par le conducteur pour les réaliser. De même, les notions de sous-charge et de surcharge cognitives pourront être discutées. Au regard des méthodes en neuroergonomie, il s'agit d'un préalable nécessaire afin de pouvoir mieux décrire la gestion de la charge cognitive et la neuromodulation (opérée par exemple par le recrutement de ressources cognitives supplémentaires par désinhibition du cortex préfrontal).

Les différentes présentations contribueront aussi à montrer en quoi l'utilisation de la neuroergonomie peut compléter l'analyse de l'activité des individus. L'activité est entendue ici au sens de l'ensemble des opérations mentales entreprises par l'individu pour mener à bien la réalisation de la tâche. Il s'agit donc d'une partie immergée en lien à la réalisation de la tâche qui génère les comportements observables des individus. Cette partie est non accessible par l'observation directe mais peut l'être grâce aux techniques des neurosciences. La neuroergonomie a donc le potentiel pour bénéficier aux interprétations des chercheurs quant à l'analyse de l'activité. Les stratégies opératoires développées par les individus en fonction notamment de leur expertise pourraient également être mieux appréhendées si l'analyse de l'activité traditionnelle est couplée avec des mesures physiologiques et/ou neurologiques.

La neuroergonomie pourrait également être bénéfique à la conception de nouvelles générations d'interfaces homme-machine, les implications cognitives de l'utilisation d'une interface ou d'une autre pouvant être mesurées plus finement qu'au travers d'un simple temps de traitement (temps de réaction et pourcentage d'erreurs) ou d'une analyse qualitative des effets de l'interface sur son utilisateur. Cette discipline apporte des méthodes et des protocoles innovants permettant de créer un écosystème favorable à la compréhension des interactions hommes machines en facilitant la décomposition temporelle des états de l'opérateur au cours de l'action. Une autre piste de discussion en lien avec la précédente portera sur l'acceptation de dispositifs divers dans leur usage et plus globalement de l'expérience utilisateur dans la conception des interfaces.

4 ORGANISATION TEMPORELLE DU SYMPOSIUM

Le symposium sera structuré de la manière suivante :

- 15 minutes d'introduction générale par les coordinateurs

- 15 minutes de présentation par orateurs et 5 minutes de discussion immédiatement après la présentation

- 45 minutes de discussion générale en fin de session

5 BIBLIOGRAPHIE

Baird, B., Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2011). Back to the future: Autobiographical planning and the functionality of mind-wandering. Consciousness and Cognition, 20(4), 1604‑1611.

Chiesa, A., Calati, R., & Serretti, A. (2011). Clinical Psychology Review Does mindfulness training improve cognitive abilities? A systematic review of neuropsychological findings. Clinical Psychology Review, 31(3), 449–464. http://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.11.003

Galéra, C., Orriols, L., M'Bailara, K., Laborey, M., Contrand, B., Ribéreau-Gayon, R., … Lagarde, E. (2012). Mind wandering and driving: responsibility case-control study. BMJ (Clinical Research Ed.), 345, e8105.

Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-Based Interventions in Context: Past, Present, and Future. Clinical Psychology: Science and Practice, 10(2), 144–156. http://doi.org/10.1093/clipsy/bpg016

Kass, S. J., VanWormer, L. A., Mikulas, W. L., Legan, S., & Bumgarner, D. (2011). Effects of Mindfulness Training on Simulated Driving: Preliminary Results. Mindfulness, 2(4), 236–241. http://doi.org/10.1007/s12671-011-0066-1

Lutz, A., Slagter, H. A., Dunne, J. D., & Davidson, R. J. (2008). Attention regulation and monitoring in meditation. Trends in Cognitive Sciences. http://doi.org/10.1016/j.tics.2008.01.005

Mayer, J. D., & Gaschke, Y. N. (2001). Brief Mood Introspection Scale (BMIS). Psychology, 19(3), 1995–1995. http://doi.org/10.1037/0022-3514.55.1.102

Moore, A., & Malinowski, P. (2009). Meditation, mindfulness and cognitive flexibility. Consciousness and Cognition, 18(1), 176–186. http://doi.org/10.1016/j.concog.2008.12.008

Mosedale, J., Purdy, A., & Clarkson, E. (2004). Contributory factors to road accidents. Transport Statistics: Road Safety. London: Department for Transport.

ONISR. (2015). La sécurité routière en France : Bilan de l'accidentalité de l'année 2014. Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière.

Parasuraman, R. (2003). Neuroergonomics: Research and practice. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 4(1–2), 5–20. http://doi.org/10.1080/14639220210199753

Ranchet, M., Orlosky, J., Morgan, J., Qadir, S., Akinwuntan, A. E., & Devos, H. (2017). Pupillary response to cognitive workload during saccadic tasks in Parkinson's disease. Behavioural Brain Research, 327, 162–166. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.03.043

Slagter, H. A., Lutz, A., Greischar, L. L., Francis, A. D., Nieuwenhuis, S., Davis, J. M., & Davidson, R. J. (2007). Mental training affects distribution of limited brain resources. PLoS Biology, 5(6), 1228–1235. http://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050138

Smallwood J., Fitzgerald A., Miles L.K., Phillips L.H. (2009). Emotion, 9(2), 271-276.

Tang, Y.-Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., … Posner, M. I. (2007). Short-term meditation training improves attention and self-regulation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104(43), 17152–6. http://doi.org/10.1073/pnas.0707678104

Techer F., Jallais C., Fort A. and Corson, Y. (2015). Emotion, 15(3), 276-280.