
Conception et déploiement d'un processus de retour d'expérience opérationnel dans un système complexe et à risque : le cas de la Brigade de sapeurs-pompiers de Paris

Nelly Dufau (Doctorante)

École doctorale Interfaces (ED 573)

CentraleSupélec

Laboratoire de Génie Industriel

11 Rue Joliot Curie, 91192 Gif-sur-Yvette (France)

Institut de recherche biomédicale des armées

Département NSCo – Unité ECSO

1 place Valérie André - BP 73

91220 Brétigny sur Orge Cedex (France)

nelly.dufau@ensc.fr

Françoise Darses (Co-directrice) et **Anthony Vacher** (Co-encadrant)

Institut de recherche biomédicale des armées

Département NSCo – Unité ECSO

1 place Valérie André - BP 73

91220 Brétigny sur Orge Cedex (France)

francoise.darses@intradef.gouv.fr et avacher91@gmail.com

Julie Le Cardinal (Co-directrice)

CentraleSupélec

Laboratoire de Génie Industriel

11 Rue Joliot Curie, 91192 Gif-sur-Yvette (France)

julie.le-cardinal@centralesupelec.fr

Catégorie de soumission : rencontres doctorales

RÉSUMÉ

Cette communication présente le projet de thèse de conception et déploiement d'un processus de retour d'expérience opérationnel dans un système complexe et à risque, la Brigade de sapeurs-pompiers de Paris. Dans un premier temps, nous présentons le contexte opérationnel particulier de cette institution militaire dont l'engagement des opérateurs sur intervention est particulièrement fort et où la performance et la sécurité sont des enjeux majeurs. Dans un deuxième temps, nous présentons les objectifs de cette thèse ainsi que les trois études qu'il est prévu de réaliser : caractériser le système sociotechnique « Retour d'expérience sur intervention de la BSPP » (étude 1), mesurer le climat de sécurité (étude 2) afin d'améliorer et d'optimiser l'activité de retour d'expérience grâce au développement d'espaces et d'outils de partage d'expérience basé sur le travail réel (étude 3).

MOTS-CLÉS

Culture de sécurité, facteurs humains et organisationnels, retour d'expérience opérationnel, sapeur-pompier



1 CONTEXTE

La Brigade de sapeurs-pompiers de Paris (BSPP) est une unité militaire de l'Armée de Terre placée pour emploi sous l'autorité du Préfet de police de Paris. Elle a pour principales missions la prévention et la lutte contre les incendies, le secours à personne ainsi que l'évaluation et la prévention des risques technologiques et naturels. Sa zone de compétence comprend Paris et les trois départements de sa petite couronne. En 2018, ses 8 573 agents, répartis au sein de 72 centres de secours, ont conduit 552 883 interventions, soit une intervention par minute. Ces interventions concernaient essentiellement le secours à personne (81,6 %), les risques technologiques (15,6 %) et la lutte contre les incendies (2,8 %) (BSPP, 2018).

Depuis 2016, la BSPP s'est engagée dans une démarche de modernisation de son processus de retour d'expérience (RETEX) sur intervention, afin d'améliorer le service rendu à la population ainsi que la sécurité des intervenants, des victimes et des impliqués. Le pilotage du RETEX et du projet de modernisation est porté par la Section Doctrine et RETEX (SDR) du Bureau planification opérationnelle de l'État-Major de la BSPP. Les enseignements issus du RETEX sur intervention doivent permettre à la BSPP d'adapter en permanence la réponse opérationnelle apportée par ses équipes d'intervenants qui sont dispersées géographiquement et sont soumises à un fort turn-over (avec près d'un intervenant sur trois qui possède moins d'un an d'ancienneté) dans un contexte d'augmentation régulière du nombre d'interventions réalisées à effectif quasi-constant et d'environnement en constante évolution (création du Grand Paris Express, préparation des jeux olympiques 2024, nouveaux risques associés aux évolutions technologiques, menace terroriste, etc.).

Fin 2018, la BSPP a sollicité l'unité d'ergonomie cognitive des situations opérationnelles de l'Institut de recherche biomédicale des armées pour accompagner le projet de modernisation de son processus de RETEX. Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre de cette demande d'accompagnement. La thèse est intégralement financée par la BSPP. Elle est réalisée dans le cadre d'un partenariat de coopération scientifique entre l'Institut de recherche biomédicale des armées, d'une part, et le Laboratoire de Génie Industriel de CentraleSupélec, d'autre part. La demande de la BSPP nous a conduits à proposer une recherche-intervention, dont l'objectif est de co-concevoir avec l'ensemble des acteurs impliqués dans le RETEX sur intervention de la BSPP, un dispositif de RETEX efficace, répondant aux objectifs et aux besoins de la BSPP et prenant en compte les apports de l'ergonomie et des sciences du génie industriel dans le domaine. Sur le plan théorique, cette thèse vise à identifier, modéliser et évaluer l'articulation entre culture de sécurité et développement d'un RETEX opérationnel dans un environnement à risque particulier, caractérisé par un fort niveau d'engagement attendu des opérateurs et des exigences élevées de performance et de sécurité.

2 CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE

Cette thèse étudie le lien entre développement d'un retour d'expérience opérationnel et amélioration de la sécurité et de la performance au sein d'un système sociotechnique complexe et à risque. Il convient d'expliquer, dans un premier temps, ce qu'on entend par RETEX opérationnel dans les secteurs d'activité à risques puis dans un deuxième temps, de développer les facteurs de succès et les freins connus au RETEX dans ces secteurs d'activité avant de présenter dans un troisième temps notre problématique de recherche telle que nous la formulons à ce stade.

2.1 Le RETEX opérationnel

Le RETEX recouvre « toutes les pratiques, démarches et outils qui permettent l'apprentissage à partir de l'expérience. » (Marsden, 2014, p. 2). Une telle définition du RETEX englobe un ensemble de dispositifs très variés aussi bien dans leurs formes, leurs objectifs et leurs modalités de mise en œuvre (Gaillard, 2005). Le RETEX peut ainsi concerner différentes situations, avec le RETEX des activités de conception, le RETEX de projets et leur conduite (Stal-Le Cardinal, Giordano, Turré, 2014) ou encore le RETEX d'exploitation, comme le RETEX opérationnel de la BSPP. Notre revue de

bibliographie (en cours de réalisation) explorera les différents modèles et méthodes qui ont été développées pour le RETEX dans ces différentes situations.

Plus spécifiquement, le RETEX opérationnel se réfère à la fois à des pratiques, plus ou moins formalisées et anciennes telles que les *débriefings* d'équipe (Rogalski, 2005) et à des dispositifs institutionnalisés qui visent à formaliser et structurer la capitalisation et le partage des connaissances issues de l'analyse rétrospective des événements, comme les systèmes de signalement d'incidents et d'accidents (Amalberti, *et al.*, 2007).

2.2 Freins et leviers au développement d'un RETEX efficace

Si, initialement, la mise en œuvre d'un RETEX centré sur l'analyse des accidents et des incidents graves a accompagné les progrès en sécurité observés dans le domaine du risque industriel et technologique, cette approche réactive de la sécurité a montré ses limites dans les systèmes sociotechniques modernes (Amalberti, 2001). Outre les biais cognitifs associés à cette démarche, le contexte accidentel est peu propice au partage d'informations du fait de la mise en jeu de la responsabilité des opérateurs et des institutions impliqués. À cela s'ajoute une vision normative de la sécurité où la démarche de RETEX conduit à expliquer les incidents et les accidents par les écarts aux procédures et où les enseignements consistent essentiellement à renforcer les procédures existantes ou à en créer de nouvelles (Gilbert, Amalberti, Laroche, & Paries, 2007).

Aussi, pour pallier les limites du RETEX réactif, qui a tendance à être centré sur l'analyse et la correction de défaillance humaine et techniques, des modèles d'analyse des événements ont été développés (Rasmussen, 1997 ; Amalberti, 2001). En parallèle, s'est développé un RETEX positif visant à apprendre des réussites et diffuser les bonnes pratiques (Marsden, 2014). Cette forme de RETEX contribue au développement d'une nouvelle perspective sur la sécurité et la performance des systèmes à risques (Hollnagel, 2014). Celle-ci se focalise sur la compréhension des facteurs qui permettent aux opérateurs d'atteindre leurs objectifs au quotidien malgré des conditions variables et la survenue de perturbations prévues ou imprévues.

Les freins et les facteurs de succès du RETEX opérationnel ont largement été étudiés (voir par exemple, Gaillard (2005) et Amalberti, *et al.* (2007)). Il ressort de ces travaux que les freins à la mise en place de dispositifs de RETEX ne sont pas de nature technique - cet aspect étant habituellement bien maîtrisé par les entreprises - mais d'ordre socio-culturels. L'analyse des événements interroge tout autant les pratiques des opérateurs que les fondamentaux de l'organisation et sa culture. Ainsi, si le RETEX participe au développement de la culture de sécurité organisationnelle, son déploiement nécessite l'existence d'un climat propice au RETEX, climat caractérisé par une liberté d'expression pour les opérateurs et une absence de sanction systématique des écarts et mauvais résultats (culture du signalement), une atmosphère de confiance qui encourage le retour d'informations mais où les limites des comportements acceptables sont claires (culture juste), une organisation apte à se remettre en cause et à tirer les leçons d'un événement en mettant en place les actions nécessaires (culture apprenante) et une organisation où les opérateurs qui gèrent et font fonctionner le système sont conscients des facteurs influençant la sécurité (culture informée) (Reason, 1998).

Il n'existe pas de processus de RETEX opérationnel générique qui serait directement applicable à toutes les organisations. Chaque dispositif de RETEX doit correspondre à la culture de chaque organisation. Aussi, l'efficacité du RETEX d'une organisation s'évalue en fonction des objectifs que celle-ci se fixe et des moyens qu'elle alloue à ce dispositif et plus globalement au regard de sa culture organisationnelle (Gaillard, 2005).

2.3 Problématique

Notre thèse est réalisée sur un terrain particulier qui n'est ni une entreprise ni une industrie à risque mais celui d'une unité militaire assurant une mission de service public avec des attentes élevées en matière de performance et un fort niveau d'engagement attendu de ses opérateurs, comme le rappelle sa devise « Sauver ou Périr ». Dès lors, il convient d'adapter le dispositif de RETEX

sur intervention de la BSPP aux objectifs que cette organisation se fixe et à sa culture organisationnelle propre.

À ce stade de notre projet de thèse, la problématique scientifique n'est pas encore clairement définie. Elle le sera d'ici quelques mois, après une revue de la littérature et la finalisation de notre première étude empirique. Néanmoins plusieurs pistes sont envisagées :

- Comment concevoir un RETEX sur intervention efficace permettant l'intégration des points de vue de l'ensemble des acteurs impliqués, en particulier celui des intervenants ?
- Comment favoriser le RETEX et la remontée d'information dans une institution très hiérarchisée ? Quel type de culture organisationnelle préconisée dans le cadre de la reconception du RETEX sur intervention ?
- Quelle organisation du RETEX dans une institution où la variabilité du contexte des interventions, ne permet pas de se reposer sur les seuls règlements opérationnels et procédures pour garantir une performance et un niveau de sécurité élevés, tout en prenant en compte la nécessité d'intégrer les opérateurs de tout niveau pour co-construire cette culture de RETEX ? Comment développer un RETEX efficace en équilibrant sécurité réglée et gérée ?
- Comment développer un RETEX positif et une vision proactive de la performance et de la sécurité ?

3 REALISATIONS EFFECTUEES ET PREVUES

3.1 Cadrage paradigmatique : la BSPP vue comme un système complexe et à risque

Notre thèse s'inscrit dans le cadre du paradigme systémique conceptualisé dans les travaux de Wiener (1948), Bertalanffy (1968) et Le Moigne (1977). Pour ce dernier et la théorie du système général, un système sociotechnique complexe est décrit comme « un objet qui, dans un environnement, doté de finalités, exerce une activité et voit sa structure interne évoluer au fil du temps, sans qu'il perde pourtant son identité unique » (p. 37). Cette description permet de modéliser tout système selon quatre axes qui seront utilisés pour modéliser le système sociotechnique « BSPP et son RETEX sur intervention » pendant notre thèse :

- *L'axe génétique ou ce que l'objet devient.* – Cet axe vise à connaître le système dans son histoire (son hérédité), et son projet (son devenir). Appliqué au RETEX de la BSPP, plusieurs phases de son cycle de vie peuvent être définies : 1) avant 2016 qui marque la décision du Général commandant de la BSPP de moderniser le processus de RETEX, 2) entre 2016 et 2019 qui a constitué la phase d'élaboration empirique du nouveau RETEX, 3) une dernière période dans laquelle s'inscrit le début de cette thèse, depuis 2019 avec la formalisation de ces pratiques empiriques dans une doctrine « RETEX » et la professionnalisation de certains acteurs de ce système complexe et 4) le projet de RETEX sur intervention, tel qu'il est imaginé par la BSPP à moyen terme.
- *L'axe téléologique ou ce pourquoi le système existe.* – Cette axe explore les finalités du système, ses objectifs à atteindre et ses valeurs. Dans notre thèse, cet axe sera exploré au travers de l'identification de valeurs (on entend ici par « valeur » les attentes que chaque partie prenante a par rapport au système un utilisant la méthode SCOS'M (Systemic for cultural organizational systems' modeling ; Schindler, 2009) permet, comme cela a déjà été fait, par exemple dans le cadre d'une thèse sur l'intégration de la télémédecine en France (Jean, 2013). Cette méthode permet en effet de concevoir une organisation en partant de la création de valeurs attendues par les parties prenantes internes et externes.
- *L'axe fonctionnel ou ce que le système fait.* – Cet axe décrit les processus, les actions et les activités mises en place pour atteindre sa finalité, son activité effective pour atteindre son but. On trouve dans cet axe fonctionnel toutes les méthodes de RETEX utilisées par la BSPP

afin de permettre l'amélioration de la performance et de la sécurité sur intervention, comme les débriefings post-interventions.

- *L'axe ontologique ou ce que le système est.* – Cet axe explore la structure, les frontières, et les éléments qui le constituent et les ressources qui le composent.

Pour Perrow (1984) et sa théorie du *Normal Accidents*, la sécurité n'est pas la base de la conception des systèmes industriels à risques. Aussi, des modèles d'analyse ont été spécifiquement développés pour la conception des systèmes complexe et à risques, comme le modèle de migration des pratiques de Rasmussen (1997) complété par Amalberti (2001), le modèle de Vicente (1999) et le modèle de Leveson (2004). Les bénéfices de chaque modèle seront étudiés pour venir compléter le modèle de Le Moigne (1977).

3.2 Etude 1. Description et analyse du RETEX sur intervention de la BSPP

La première étude empirique de ce travail de thèse est une étude exploratoire qualitative. Elle a été débutée au cours du stage de professionnalisation d'école d'ingénieur réalisé d'avril et septembre 2019 et s'est poursuivie jusqu'à présent. Elle consiste à identifier les différences existant entre RETEX prescrit et RETEX effectif afin de pouvoir identifier les pistes d'amélioration de l'activité de RETEX. Le RETEX prescrit a été analysé par le biais d'entretiens non-directifs avec ses prescripteurs (n = 5), à savoir certains membres de la Section Doctrine et RETEX (SDR) et l'analyse documentaire de leurs documents de doctrine RETEX. Le RETEX effectif a été décrit par le biais de l'analyse de contenu thématique de la retranscription de 12 entretiens semi-directifs réalisés auprès d'opérateurs impliqués dans le RETEX, du recueil de données par observations outillées à la fois de l'activité des sapeurs-pompiers dans un centre de secours et de certaines interventions de RETEX menées par la SDR. L'identification de ces différences permet ainsi de faire une description qualitative et d'identifier les attentes des parties prenantes au processus de RETEX. Parmi les principaux résultats, nous trouvons en particulier la non-implication des intervenants de première ligne au processus de RETEX (leur rôle étant essentiellement limité à la déclaration des événements et à la mise en œuvre des enseignements issus de cette démarche), l'identification de freins à la déclaration, certains déjà connus de la littérature sur le RETEX opérationnel (ex : lourdeur du processus, crainte des retombées juridiques) et certains plus spécifiques au contexte de la BSPP (ex : crainte de la sanction informelle plus importante que celle de la sanction formelle). Cette analyse de contenu thématique a également fait émerger que, selon leur niveau d'implication dans le processus de RETEX, les opérateurs n'ont pas la même vision des objectifs de celui-ci (ex : les prescripteurs insistent sur le développement d'un RETEX positif, c'est-à-dire qui ne serait pas uniquement centré sur les erreurs commises sur intervention, tandis que les intervenants de première ligne voient davantage dans ce processus un outil de soutien psychologique). De plus, il a également été identifié que certains opérateurs mettent en place des pratiques de RETEX spontanées afin de compléter une documentation jugée incomplète sur certains aspects. Ainsi, cette analyse de contenu thématique sur les entretiens avec ces opérateurs constitue une partie du recueil de données nécessaire à l'identification des valeurs associées au RETEX.

3.3 Etude 2. Elaboration et validation d'un questionnaire de mesure du climat de sécurité sur intervention au sein de la BSPP

Dans une deuxième étude nous proposons de compléter la description qualitative précédente par une approche quantitative qui vise à évaluer le climat de sécurité au sein de la BSPP, c'est-à-dire la perception qu'ont les opérateurs de première ligne et leur encadrement de proximité de la sécurité et de la culture de sécurité au sein de leur environnement de travail. La méthode utilisée est la création et la validation d'un questionnaire de mesure du climat de sécurité spécifique à la BSPP comme cela a déjà pu se faire dans d'autres domaines tel que le domaine hospitalier (Ocelli, Quenon, Domacq, et al., 2013). Un questionnaire de mesure du climat de sécurité existe déjà chez les sapeurs-pompiers des Etats-Unis (Smith, *et al.*, 2019) or il ne porte que sur les interventions de lutte contre l'incendie alors qu'en France, la majorité des interventions portent sur du secours à

personne. De plus, ce questionnaire ne porte que sur la sécurité des sapeurs-pompiers dans une perspective de santé et sécurité au travail (elle n'aborde pas la sécurité des victimes) et est spécifique de l'organisation des centres de secours aux Etats-Unis qui est différente de celle à Paris. Cette deuxième étude de cette thèse comportera deux phases : l'identification des dimensions du climat de sécurité pertinentes pour la BSPP au travers de la réalisation d'entretiens (méthode à définir) et la passation d'un questionnaire auto-administré à un large échantillon représentatif de sapeurs-pompiers de Paris. Cette étude permettra d'identifier les dimensions du climat de sécurité qui sont développées et celles qui pourraient faire l'objet de démarches d'amélioration dans le cadre de la reconception du RETEX sur intervention. Cet outil pourra également fournir à la BSPP un indicateur permettant de mesurer l'évolution du climat de sécurité et « mesurer » l'efficacité des actions qui seront entreprises en matière de sécurité.

3.4 Etude 3. Développement d'espace et d'outils de partage d'expérience sur les événements survenant sur intervention : analyse et identification d'enseignements

Enfin, dans une troisième et dernière étape et à partir des résultats obtenus dans les études descriptives précédentes, nous transformerons l'activité en concevant et validant des méthodes et des outils de partage d'expérience comme des espaces de débats structurés pour le RETEX sur intervention de la BSPP, en nous appuyant sur des travaux déjà menés dans d'autres secteurs d'activité à risques (Casse & Caroly, 2017 ; Nascimento et Falzon, 2009 ; Rocha, *et al.*, 2015). Il s'agira ici de prendre en compte les valeurs identifiées dans l'étude 1 et les résultats de la mesure du climat de sécurité de l'étude 2 afin d'identifier un prototype d'espace de débats et d'outils de partage d'expérience le plus approprié à la spécificité de ce système.

4 CONCLUSION

La première étude a permis de commencer à décrire le système sociotechnique de RETEX opérationnel à la BSPP de manière systémique en identifiant la phase du cycle de vie dans lequel il se trouve et en décrivant son axe téléologique, à savoir le RETEX prescrit. L'analyse d'entretiens a également pu identifier les différences existant avec le RETEX effectif et en faire émerger les premières valeurs qui seront considérées tout au long de la thèse afin de pouvoir transformer l'activité spécifique du système. De plus, l'appréhension quantitative du climat de sécurité, dans le cadre de la deuxième étude permettra également d'orienter la création des espaces de débat et d'échange autour des événements survenant sur intervention afin de permettre aux opérateurs d'analyser ces événements et d'en tirer les enseignements appropriés.

5 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*, 37(2), 109-126.
- Amalberti, R., Gremion, C., Auroy, Y., Michel, P., Salmi, R., Parneix, P., et al. (2007). *Les systèmes de signalement des événements indésirables en médecine Etudes et résultats* (Vol. 584, pp. 1-8). Paris: Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques.
- Brigade de sapeurs-pompiers de Paris [BSPP]. (2018). Rapport d'activités 2018. Paris, France : Brigade de sapeurs-pompiers de Paris.
- Casse, C., Caroly, S. (2017). Enrichir le retour d'expérience par les espaces de débat : l'exemple d'une recherche-intervention chez un exploitant de tunnels routiers » *Le Travail Humain*, 3(80), 259-284.
- Gaillard, I. (2005). Facteurs socio-culturels de réussite du REX industriel par l'analyse bibliographique. Numéro 2008-01 des Cahiers de la Sécurité Industrielle, (pp. 1-32). Toulouse: Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle.

- Gilbert, C., Amalberti, R., Laroche, H., & Paries, J. (2007). Errors and Failures: Towards a New Safety Paradigm. *Journal of Risk Research*, 10(7), 959-975.
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: the Past and Future of Safety Management*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Jean, C. (2013). *Comment réussir l'intégration de systèmes technologiques innovants au sein de systèmes complexes organisationnels ? : Application à la télémédecine en France*. (Génie industriel, Ecole Centrale Paris).
- Le Moigne, J.-L. (1977) *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. Paris : Presse universitaire de France.
- Leveson, N. (2004). A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42(4), 237-270. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(03\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(03)00047-X)
- Mardsen, E. (2014). *Quelques bonnes questions à se poser sur son dispositif de REX*. Numéro 2014-01 des Cahiers de la Sécurité Industrielle, (pp. 1-50). Toulouse: Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle.
- Nascimento, A., & Falzon, P. (2009). Produire la santé, produire la sécurité: récupérations et compromis dans le risque des manipulatrices en radiothérapie. *Activités* 6 (2), 3- 23. Accès depuis <http://www.activites.org/v26n22/v26n22.pdf>.
- Occelli, P., Quenon, J. L., Kret, M., Domecq, S., Delaperche, F., Claverie, O., . . . Michel, P. (2013). Validation of the French version of the Hospital Survey on Patient Safety Culture questionnaire. *International Journal for Quality in Health Care*, 25(4), 459-468.
- Perrow, C. (1984, 1999). *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton, NJ, Princeton University Press.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society : A modelling problem. *Safety Science*, 27(2-3), 183-213. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0)
- Rocha, R., Mollo, V., Daniellou, F. (2015). Work debate spaces: tool for developing a participatory safety management. *Applied ergonomics*, 46, 107-114.
- Rogalski, J. (2005). Gestion de sinistres et retour d'expérience. Des questions et un cadre d'analyse issus d'études sur la gestion opérationnelle dans le système sapeurs-pompiers. Dans de Terssac, G. & Boissières, I., Édts., *L'organisation face à la crise*. Éditions Octarès, Toulouse.
- Stal-Le Cardinal, J., Giordano, J.-L., Turré, G. (2014). *Les retours d'expérience du projet. Réduire les risques, augmenter les performances collectives*. Paris : AFNOR.
- Vicente, K. (1999). *Cognitive work analysis*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Schindler, A. 2009. *Vers la multi-performance des organisations : conception et pilotage par les valeurs du centre de recherche intégré MIRCen du CEA*. Doctoral thesis, Laboratoire Génie Industriel, Ecole centrale Paris.
- Smith, T. D., Dyal, M., Pu, Y. & Dickinson, S. (2019). Multi-level safety climate associations with safety behaviors in the fire service. *Journal of safety research*, 69, 53-60
- Von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory*. New York, NY.
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics*, Cambridge, MIT Press, and New York, John Wiley & Sons.