



Éléments de perspectives pour aller plus loin

Sophie Sauvagnargues, Dimitri Lapierre, Philippe Limousin, Noémie Frealle,
Florian Tena-Chollet, David Goutx, Pierre-Alain Ayral, Aurélia
Bony-Dandrieux, Jérôme Tixier

► To cite this version:

Sophie Sauvagnargues, Dimitri Lapierre, Philippe Limousin, Noémie Frealle, Florian Tena-Chollet, et al.. Éléments de perspectives pour aller plus loin. Sophie Sauvagnargues. Prise de décision en situation de crise : Recherche et innovations pour une formation optimale, ISTE, pp.157-168, 2019, 9781784065660. hal-03315489

HAL Id: hal-03315489

<https://imt-mines-ales.hal.science/hal-03315489>

Submitted on 13 Aug 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Auteurs : S. Sauvagnargues, D. Lapierre, P. Limousin, N. Fréalle, F. Tena-Chollet, D. Goutx, P-A Ayral, A. Bony-Dandrieux, J. Tixier

Éléments de perspectives pour aller plus loin

Introduction

La phase aiguë d'une crise condense toutes les difficultés pour les décideurs : c'est la phase la plus difficile à aborder car l'environnement y est dynamique et instable, contraignant les cellules de crise à fonctionner en conditions dégradées. Les fragilités qui peuvent apparaître au sein de la cellule de crise l'exposent à plusieurs types de perturbations. L'emballement des événements, l'arrivée massive d'informations, parfois incomplètes ou contradictoires, et la nécessité de rendre compte publiquement des actions menées sont des exemples parmi tant d'autres. Ces facteurs peuvent alors déstabiliser les membres d'une cellule de crise. Confrontés à une prise de décision dans l'urgence, ils doivent malgré tout continuer à assurer leurs missions et mettre en œuvre les mesures et les moyens appropriés pour protéger les personnes, les biens et l'environnement impactés par l'évènement.

Pour mieux appréhender les difficultés qui réduisent son efficacité, la compréhension de la composition et du fonctionnement d'une cellule de crise stratégique se révèle nécessaire. Une cellule de crise dépasse le statut de simple « groupe » pour être qualifiée d'organisation éphémère. La forte intégration organisationnelle de la cellule de crise lui impose d'avoir une forte capacité d'adaptation pour faire face à une situation inconnue tandis que ses membres assurent différents rôles et responsabilités qui sont finement structurés et hiérarchisés. Les membres d'une cellule de crise sont mobilisés en fonction des compétences et des connaissances qu'ils possèdent pour arriver à accomplir leurs missions. Si la nécessité de réaliser les tâches qui leur sont confiées est aujourd'hui essentielle, il convient aussi de rappeler l'importance accordée aux différents processus de travail en équipe pour y parvenir. L'analyse sur différents processus comportementaux, cognitifs et motivationnels permet d'insister sur l'importance du travail d'équipe dans un groupe qui poursuit des objectifs communs, et ce, quelle que soit la fonction de chacun. L'influence du groupe dans la prise de décision, l'existence d'enjeux sensibles fortement impliqués, une pression temporelle, voire politique, les problèmes associés à la représentation de la situation ainsi que plusieurs biais cognitifs, dégradent l'entière du processus allant de la perception de la situation jusqu'à la prise de décision.

Aujourd'hui, il est donc nécessaire que les gestionnaires de crise se forment et que les sessions de formation à la gestion de crise correspondent parfaitement aux besoins identifiés. Cette exigence se justifie par des contraintes réglementaires et il est également fondamental que les décideurs acquièrent de l'expérience et

renforcent leurs niveaux d'expertise. Les formations doivent entre autres permettre de réduire les dysfonctionnements identifiés à l'échelle collective et individuelle et qui surviennent en cellule de crise.

L'analyse rétrospective de ces difficultés rencontrées par les décideurs et leurs équipes durant la gestion stratégique de crises, permet de mettre en évidence l'impact positif de l'expérience sur les processus de coordination, de représentation mentale partagée, d'organisation des comportements intergroupe, et de prise de décision. La nécessité de mettre en place des exercices de formation est à ce titre fondée sur l'importance de reproduire des situations particulières, complexes et incertaines, urgentes et inconnues, catastrophiques et déstabilisatrices à plus ou moins long terme.

Les résultats des travaux de recherche (Tena-Chollet, 2012 ; Lapierre, 2016 ; Limousin, 2017 ; Fréalle, 2018) ont mis en lumière l'importance pour le décideur et son équipe de pouvoir performer les stratégies de gestion de crise en intégrant leurs retours d'expérience dans des scénarios reproduisant les conditions et les situations auxquelles ils ont déjà été confrontés. Il est impératif pour le décideur et son équipe de pouvoir maintenir un niveau optimal d'implication et de mobilisation des compétences clefs de la gestion de crise, lors d'exercices simulant les événements imprévus ou inconnus inhérents à toute crise de grande ampleur.

Pour intégrer ces résultats de travaux de recherche, un simulateur, véritable environnement semi-virtuel de formation à la gestion stratégique de crise a été utilisé comme support. Cet environnement est basé sur une méthodologie de conception qui repose sur une triple approche temporelle-systémique-fonctionnelle ayant pour but de caractériser les composantes et les interactions essentielles attendues d'une plateforme de formation.

Au sein de cette plateforme de recherche, il est ainsi possible de développer et tester différents dispositifs, et d'immerger les apprenants en situation de crise en les isolant dans une salle reconstituant une cellule de crise.

Les travaux sur les formations à la gestion de crise ont permis de constater que la préparation, l'organisation, l'animation et l'analyse rétrospective des exercices s'accompagnent de difficultés et de problèmes non seulement liés à la problématique concernée, mais aussi relatifs à l'inadaptation du cadre technico-pédagogique aux profils et aux besoins des participants.

La revue des connaissances en matière d'apprentissage organisationnel et d'environnement pédagogique a de plus permis d'identifier des perspectives et pistes d'amélioration, tant en termes de simulation réaliste d'un scénario de crise, d'optimisation des processus didactiques impliqués, que d'outils mis en œuvre.

1. Comprendre ce qui se joue en cellule de crise

a. Du point de vue de l'observation et du débriefing

La prise en compte des facteurs humains et organisationnels et la formalisation de l'évaluation lors de formations à la gestion de crise permettent de proposer une observation pertinente de ce qui se joue durant une formation, et ainsi restituer une analyse en débriefing sur les performances des apprenants lors des exercices.

Sur la base de ce constat, une méthode d'évaluation EVADE (Evaluation et Aide au Débriefing) intégrant simultanément les attendus techniques et non techniques d'une cellule de crise et applicable à l'échelle collective a été développée (Lapierre, 2016). Cette méthode innovante propose de réaliser une évaluation en temps réel, avec deux objectifs principaux : rendre les formations plus immersives et dynamiques (par l'adaptation du scénario et la sollicitation des compétences en fonction des choix retenus par les apprenants), et être une aide au débriefing.

Afin d'aller plus loin, cette méthodologie d'évaluation et d'aide au débriefing demanderait d'asseoir le référentiel pédagogique créé (volontairement générique et transposable) auprès de différentes organisations. Il serait intéressant de proposer une première évaluation approfondie des compétences des apprenants devant participer à une formation à la gestion de crise. Cette pré-évaluation pourrait intégrer une cartographie des compétences des apprenants avant la formation afin d'en identifier les bénéfices. Elle pourrait se traduire par des questionnaires ou entretiens individuels, spécifiques à l'organisation gestionnaire de crise ainsi qu'aux fonctions que les membres assurent à travers leurs sous-cellules respectives. Cela permettrait alors aux évaluateurs de cibler et retenir les objectifs pédagogiques de l'exercice. Lors d'une simulation, ils pourraient alors vérifier la mobilisation, l'acquisition, le développement ou la consolidation des compétences identifiées.

Par ailleurs, intégrer ce type de méthodologie dans le cadre d'un plan de formation permettrait de réaliser un suivi à travers l'organisation de plusieurs exercices et d'évaluer la marge de progression des membres de la cellule de crise tout au long de leur processus d'apprentissage. L'approche par les compétences ainsi que par l'aspect de gradation symbolisé par les trois niveaux de difficulté (néophyte, intermédiaire et expert) serait intéressante dans ce cas.

b. Du point de vue physiologique et comportemental

L'organisme humain est un ensemble de systèmes régulés et interconnectés de façon à s'adapter aux stimulations de l'environnement. Ainsi, lors de la réalisation d'une tâche, le système nerveux stocke les informations pertinentes, planifie une réponse puis active et régule le fonctionnement du système musculaire. Par voie de conséquence le système cardiovasculaire, plus intensément sollicité, ajuste ses

composantes. Il a notamment été démontré que lors d'une tâche cognitive, l'augmentation de la charge cognitive conduit à une modulation de chacun de ces systèmes. En effet, une augmentation du rythme cardiaque ainsi qu'une diminution de sa variabilité ont été observées (Matthews et al., 2015). En imagerie cérébrale, une augmentation de l'amplitude du signal au niveau préfrontal (Ayaz et al., 2012) et une modulation des fréquences au niveau centropariétal et occipital ont été identifiées (Käthner et al., 2014 ; Causse et al., 2015).

Dans le cadre de la gestion de crise, il est primordial de pouvoir disposer d'outils offrant la possibilité d'optimiser les performances des opérateurs. En effet, dans ce type de situations, le contexte stressant et les enjeux importants sont autant de paramètres qui amplifient les limites biologiques de l'opérateur, comme dans le cas du clignement attentionnel (Dehais et al., 2014). Des études récentes (Aghajani and Omurtag, 2016) suggèrent que la combinaison de plusieurs données physiologiques permettrait de mieux décoder les signatures physiologiques de la charge cognitive.

Il serait donc pertinent d'élaborer, par une approche multi domaines des dispositifs (biomédicaux, psychosensoriels, domotiques, vocaux, localisation indoor, autres) permettant d'observer ou caractériser les processus comportementaux, cognitifs et motivationnels d'individus soumis à une prise de décision en situation d'urgence et en milieu clos/confiné, comme en cellule de crise, une méthode d'analyse permettant de combiner ces mesures pour identifier une signature physiologique de l'augmentation de la charge en mémoire de travail. Cette approche, en cours d'élaboration dans le cadre d'un projet interdisciplinaire (en collaboration entre EUROMOV Université de Montpellier / IMT Mines Alès -LGI2P-Institut des Sciences des Risques), fait intervenir de nombreux domaines tels que les (neurosciences comportementales, neuropsychologie, apprentissage artificiel, apprentissage par transfert, médecine de rééducation, sciences du risque et gestion de crises majeures. L'utilisation des sessions de formation à la gestion de crise constitue un terrain d'expérimentation dans ce domaine particulièrement novateur.

2. Élaborer de nouvelles méthodes pour consolider l'immersion des apprenants

a. Se rapprocher de la réalité ou la modifier

La connaissance du phénomène simulé au cours de l'exercice est une condition préalable nécessaire à la construction de l'exercice de gestion de crise. Il est ainsi possible d'utiliser le retour d'expérience de grands événements passés pour étudier le phénomène mais également une approche basée sur la modélisation. Si le retour d'expérience apporte souvent du réalisme à la simulation (c'est arrivé !), il peut conduire à un biais pendant l'exercice en faisant appel à la mémoire des " joueurs ".

C'est le cas, par exemple, lorsqu'on travaille sur le risque cyclonique, où il est possible pour certains acteurs de reconnaître le cyclone "joué" très tôt dans la simulation en observant les caractéristiques présentées pendant la simulation. Dans ce contexte, la modélisation peut être un moyen important de générer un événement " sans précédent " et ses conséquences (Ayrat et al. 2018).

Si la modélisation est utilisée avant la simulation, le gain pourrait également être important s'il était possible de l'utiliser pendant la simulation. En effet, lors d'un exercice de gestion de crise, les éléments liés au phénomène dans le scénario sont généralement "figés", et les conséquences ou événements perturbateurs servent de variables d'ajustement pour les animateurs. L'aggravation ou la réduction de l'intensité d'un phénomène au cours de la simulation et de ses conséquences pourrait donc constituer un avantage important pour l'équipe d'animation. Par exemple, dans un scénario d'inondation, il s'agirait d'augmenter la quantité de précipitations et de générer les conséquences en termes de débit, de superficie de plaine inondable et de niveaux d'eau. Il pourrait également s'agir de l'augmentation du vent en cas d'incendie de forêt, de l'importance d'une fuite en cas de dégagement de gaz, de la hauteur de la houle, etc.

Les temps de calcul des modèles physiques et numériques nécessaires à la réalisation de ces simulations ne permettent pas actuellement de les utiliser dans le cadre de l'exercice de gestion de crise. Plusieurs pistes de recherche peuvent être toutefois évoquées : (1) l'élaboration d'un scénario de modélisation avant l'exercice de gestion de crise ou (2) l'utilisation de méta-modèles basés sur des approches statistiques (réseaux de neurones, par exemple), qui, par apprentissage, simulent le fonctionnement du modèle physique avec un gain significatif en temps de calcul. La génération de plusieurs scénarios en amont de la simulation avec un modèle et l'utilisation d'un méta-modèle pendant la simulation sont deux leviers qu'il convient d'explorer dans le cadre de recherches ultérieures.

b. Favoriser l'engagement des apprenants

Nous avons vu que la Ludicité était cette part de jeu inhérente à la simulation de gestion de crise, et qu'en exploitant ses mécaniques intrinsèques, il était possible d'enrichir la simulation, sans dénaturer son caractère d'exercice pédagogique. En particulier, au-delà des apprentissages de compétences par leur mise en application dans une situation assez proche de la réalité, il est possible de conférer à la simulation une consistance émotionnelle rapprochant encore son contenu expérientiel de la complexité de l'expérience vécue dans une gestion de crise réelle. C'est ce que nous avons désigné du nom de simulation à haute résolution.

Nous nous sommes ainsi inscrits dans une approche classique, tendant spontanément à considérer que la réalité est factuelle et vraie, et que la simulation devrait autant que possible s'en approcher. On peut toutefois, avec Baudrillard, questionner cette relation de la simulation avec la réalité. En effet, pour la grande majorité des personnes convoquées en salle de crise réelle (en dehors des professionnels que sont les militaires et les pompiers), l'expérience de la gestion de crise se limite en fait souvent à l'idée (éventuellement ressassée en leur for intérieur, ou à l'occasion d'une formation préparatoire ou d'un exercice institutionnel) qu'ils se font de la manière de bien se comporter en cas de convocation en salle de crise. La simulation vient alors comme une couche supplémentaire de préparation qui fournit une expérience de référence fictive à quoi le futur gestionnaire de crise se conformera lorsqu'il sera plongé dans une gestion de crise réelle. Autrement dit, la gestion de crise réelle n'est pas la vérité de quoi la simulation essaie de se rapprocher, mais peut-être, l'ultime étape de réification de la simulation elle-même, que Baudrillard désigne du nom de simulacre.

Dans ce jeu de miroirs entre simulation, simulacre et réalité, ce qui importe finalement, c'est la vérité de la posture du participant dans la simulation, et la lucidité du regard qu'il porte sur ce que la ludicité de la simulation aura révélé de son comportement et de sa capacité, in fine, à assumer la responsabilité qui lui échoit.

c. Construire des scénarios d'exercices crédibles, pédagogiques et interactifs

Mettre en place une formation implique de proposer une situation d'apprentissage effective. Il est nécessaire de fixer un nombre d'objectifs pédagogiques réalisables par les apprenants, de choisir parmi les types de formations possibles celle qui est le mieux adaptée, et, lors de la mise en œuvre de la formation, il est essentiel de mettre en place des éléments favorisant l'apprentissage pour que l'apprenant soit motivé et engagé dans son apprentissage.

La mise en œuvre d'une simulation requiert l'élaboration d'un scénario dont les critères de réussite sont la crédibilité, la portée pédagogique et l'interactivité. Lors de sa préparation, il convient de garantir la mise en œuvre de ces critères. Cela implique un certain nombre de choix pédagogiques (sélection de l'aléa, du type de cellule de crise, ...), et de choix de conception (structure « autoalimentée » ou contrôlée du scénario, écriture du chronogramme, ...) qui sont faits en amont de la réalisation de l'exercice.

Le critère d'interactivité est essentiel lors de l'exécution du scénario, et il existe à ce jour peu de méthodes pour l'intégrer au déroulement de l'exercice. Les perspectives évoquent les apports encourageants de l'ingénierie système pour l'automatisation de la construction des scénarios de crise permettant ainsi de présenter l'ensemble des

notions et éléments de la scénarisation en tenant compte de leurs interactions possibles (Limousin et al., 2016). Les méthodes d'animation des exercices de crise sont également l'objet d'intérêt, et plus spécifiquement l'amélioration des interactions entre les animateurs et les apprenants afin d'adapter le scénario aux réactions de ces derniers durant l'exercice. La modélisation de la circulation de l'information entre les apprenants et animateurs, et au sein des animateurs, permet de proposer un ensemble de dispositifs d'animation (carte collaborative, main courante animation, points de situation animateurs, ...) qui vont contribuer à maintenir un haut niveau d'interactivité durant les exercices (Fréalle, 2017).

3. Mettre en œuvre des outils complémentaires innovants

Au sein de la plateforme de simulation et de recherche de l'Institut des Sciences des Risques (IMT Mines Alès), un outil logiciel appelé TwitterLike a été développé pour pouvoir simuler la pression médiatique sur les réseaux sociaux, avec un fonctionnement basé sur la plateforme Twitter. Basée sur une API Twitter et développée avec les technologies web (langage PHP), TwitterLike est hébergé sur un serveur d'IMT Mines Alès et accessible depuis l'extérieur ce qui en permet une utilisation distante (Pot, 2015).

TwitterLike fonctionne de la manière suivante. Les animateurs peuvent endosser l'identité de n'importe quels acteurs ou personnes impliquées par le scénario de crise et peuvent ainsi envoyer des messages de différents types (textes seuls, textes avec photo) et natures (information certifiée, rumeur, information inexacte...). L'opportunité de charger des messages préenregistrés peut faciliter l'envoi de messages lorsque ceux-ci font partie du scénario même. Les participants à l'exercice (la cellule de crise) endossent le rôle de l'organisme mobilisé (une commune par exemple) et peuvent mettre en œuvre sa stratégie de communication de crise en répondant (ou non) aux messages qui transitent, et en étant proactifs en passant des consignes ou en démentant les rumeurs s'ils le souhaitent.

Durant une simulation TwitterLike, l'outil peut (si l'option est activée) récupérer en temps réel des tweets sur Twitter et les injecter dans le fil de messages TwitterLike. Cette possibilité permet de sensibiliser les utilisateurs à la nécessité de trier et hiérarchiser l'information reçue.

Cependant, tout message échangé durant une simulation TwitterLike reste circonscrit à l'outil TwitterLike, et n'est donc pas publié sur Twitter. Une base de données est utilisée pour pouvoir stocker les tweets échangés afin d'offrir la possibilité d'une analyse post-exercice.

Cet outil permet aujourd'hui de faire une sensibilisation à l'utilisation des médias sociaux pour la gestion de l'urgence mais plusieurs perspectives peuvent être évoquées.

Tout d'abord, l'enrichissement de TwitterLike par des fonctionnalités du réseau social éponyme contribuerait à rendre la simulation plus réaliste ainsi qu'à proposer un réel entraînement à la communication de crise.

Enfin, une transposition vers d'autres réseaux sociaux utiles ou utilisés en situation de crise est envisagée. Le développement d'un outil FacebookLike pourrait par exemple permettre de sensibiliser à la communication de crise d'autres types de publics, non concernés par un réseau de type Twitter.

Conclusion

Les formations à la gestion de crise sont de plus en plus largement déployées au sein des structures étatiques ou privées afin de préparer au mieux les décideurs à faire face à la crise.

La recherche sur le sujet se développe parallèlement à la montée en puissance des besoins. Dans les chapitres de cet ouvrage, des avancées portant sur les différentes phases de création et réalisation d'un exercice ont été présentées. Il est important d'en exposer également quelques perspectives en termes de recherche pour les années à venir.

Deux axes principaux peuvent être retenus dans cette optique :

1/ accroître la plasticité et le réalisme des scénarios afin d'ouvrir sur des exercices plus interactifs, innovants et plus ludiques pour les apprenants. Cela doit passer par la création de scénarios plus interactifs qui intègrent au plus juste les acquis et besoins en matière de compétences des participants. L'enjeu porte sur l'immersion des apprenants dans les scénarios qui doit être accrue afin que l'apprentissage s'accroisse.

2/ améliorer la connaissance physiologique individuelle, et également celle d'un groupe soumis à de fortes contraintes pour mieux observer, évaluer et restituer le gain en savoir ; savoir-faire, et savoir-être acquis durant un exercice de simulation de crise. Cette connaissance devra par la suite être transposée sous la forme d'outils pratiques à destination des formateurs afin d'améliorer la phase de débriefing, essentielle à l'apprentissage.

S'il est désormais possible de construire et exécuter des scénarios en intégrant les prérequis essentiels, il reste toutefois indispensable de s'intégrer dans une démarche d'amélioration continue. Ceci afin de rendre les exercices de gestion de crise

toujours plus efficaces et ainsi en faire de véritables terrains d'expérimentation dans le domaine de l'aide à la décision en situation de crise.

Bibliographie :

Aghajani, H., and Omurtag, A. (2016). Assessment of mental workload by EEG+fNIRS. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2016 IEEE 38th Annual International Conference of the IEEE*, August, pp. 3773–3776.

Ayaz, H., Shewokis, P.A., Bunce, S., Izzetoglu, K., Willems, B., and Onaral, B. (2012). Optical brain monitoring for operator training and mental workload assessment. *Neuroimage*, 59(1), 36–47.

Ayral, P.-A., Fréal, N., Sauvagnargues, S., Tena-Chollet, F., Agon, P., Amourdom, P., Bonnardot, F., Bousquet, O., Germain, M.-C., Hibon, P., Ivoula, J., Lecacheux, S., Meister, J., Paris, F., Pesnel, E., Quetelard, H., and Recouvreux, R. (2018). Exercices de gestion de crise à l'échelle communale en contexte cyclonique – Application aux communes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne, *14ème Rencontre annuelle Géorisque*, 23 January 2018, Montpellier, France.

Baudrillard, J. (1981), *Simulacres et simulations*, Paris, Galilée, 235 p.

Bellino, C. and Colombi, T. (2012). Jouer pour apprendre : vers une ergonomie "ludopédagogique". *Colloques scientifiques SEGAMED*. Nice, 7 pp.

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

Dehais, F., Causse, M., Vachon, F., Régis, N., Menant, E., and Tremblay, S. (2014). Failure to detect critical auditory alerts in the cockpit: evidence for inattention deafness. *Hum. Factors*, 56(4), 631–644.

Fréal, N., Tena-Chollet, F., and Sauvagnargues, S. (2017). The key role of animation in the execution of crisis management exercises. *Proceedings of the 14th International Conference on Information Systems for Crisis Response And Management (ISCRAM)*, Comes, T., Bénaben, F., Hanachi, C., Lauras, M., and Montarnal, A. (eds). Albi, France, 6 pp.

Fréal, N. (2018). Formation à la gestion de crise à l'échelle communale : méthode d'élaboration et de mise en oeuvre de scénarios de crise crédibles, pédagogiques et

interactifs. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Käthner, I., Wriessnegger, S. C., Müller-Putz, G.R., Kübler, A., and Halder, S. (2014). Effects of mental workload and fatigue on the P300, alpha and theta band power during operation of an ERP (P300) brain–computer interface. *Biol. Psychol.*, 102, 118–129.

Lapierre, D., (2016). Méthode EVADE : Une approche intégrée pour l'EValuation et l'Aide au DEbriefing. Thèse de doctorat, Université de Nîmes.

Limousin P., Tixier J., Bony-Dandieux A., Chapurlat V., and Sauvagnargues S., (2016). A new method and tools to scenarios design for crisis management exercises. *Chem. Eng. Trans.*, 53, 319–324.

Limousin P., (2017). Contribution à la scénarisation pédagogique d'exercices de crise. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.

Matthews, G., Reinerman-Jones, L.E., Barber, D.J., and Abich IV, J. (2015). The psychometrics of mental workload: multiple measures are sensitive but divergent. *Hum. Factors*, 57(1), 125–143.

Pot, M. (2015). Développement d'un outil de simulation d'un réseau social pour la formation à la gestion de crise. Document non publié, rapport de stage, IUT Montpellier-Sète.

Szilas, N. (2007). A Computational model of an intelligent narrator for interactive narratives. *Appl. Artif. Intell.*, 21(8), 753–801. doi:10.1080/08839510701526574

Tena-Chollet, F. (2012). Elaboration d'un environnement semi-virtuel de formation à la gestion stratégique de crise, basé sur la simulation multi-agents. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.