



**HAL**  
open science

## Analyse de l'activité des équipiers de gestion de crise nucléaire lors d'exercices et pistes pour la formation

Artemis Drakos, Elleke Ketelaars, Simon Flandin, Elsa Gisquet, Germain Poizat

### ► To cite this version:

Artemis Drakos, Elleke Ketelaars, Simon Flandin, Elsa Gisquet, Germain Poizat. Analyse de l'activité des équipiers de gestion de crise nucléaire lors d'exercices et pistes pour la formation. 56ème Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement. Genève, 6 au 8 juillet 2022., Jul 2022, Genève, Suisse. hal-03755035

**HAL Id: hal-03755035**

**<https://hal.science/hal-03755035v1>**

Submitted on 23 Aug 2022

**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.



56<sup>ème</sup> CONGRÈS SELF  
6 - 8 juillet 2022

**VULNÉRABILITÉS ET  
RISQUES ÉMERGENTS**  
penser et agir ensemble pour  
transformer durablement

**EBSCO**host

The full text of SELF congresses proceedings  
in Ergonomics Abstracts is included in  
Academic Search Ultimate on EBSCOhost™

[www.ergonomie-self.org](http://www.ergonomie-self.org)

→ Ergonomics abstract

# Analyse de l'activité des équipiers de gestion de crise nucléaire lors d'exercices et pistes pour la formation

Artémis Drakos<sup>1</sup>, Elleke Ketelaars<sup>1</sup>, Simon Flandin<sup>1</sup>, Elsa Gisquet<sup>2</sup>, Germain Poizat<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Équipe CRAFT, Laboratoire RIFT, Université de Genève, Suisse

<sup>2</sup> Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), France

[artemis.drakos\[at\]unige.ch](mailto:artemis.drakos[at]unige.ch)

Cette étude empirique vise à rendre compte de la dimension développementale de l'activité des participants à des exercices de gestion de crise nucléaire. Il s'inscrit dans le programme empirique et technologique du « cours d'action » qui articule une double visée : la production de connaissances sur l'activité humaine et la conception de situations de formation favorisant des transformations majorantes dans l'activité des acteurs. A partir d'observations filmées de six exercices de gestion de crise et de neuf autoconfrontations, le cours d'expérience des équipiers de crise est analysé. Les résultats mettent en lumière (i) le processus de construction de significations pendant un exercice de crise et plus spécifiquement la formulation d'hypothèses provisoires et (ii) un « pontage » entre l'expérience vécue lors de la situation de l'exercice et le vécu d'un exercice précédent. La discussion porte sur le rôle des hypothèses provisoires au regard de la notion d'abduction. Cette communication est clôturée par la mise en perspectives de cette étude préliminaire.

Mots-clés : exercice de gestion de crise ; ergonomie de formation, hypothèses provisoires, développement, nucléaire

## Analysis of the activity of nuclear crisis management team members during exercises and design for training

This empirical study aims to account for the developmental dimension of the activity of crisis team members participating in nuclear crisis management exercises. It is part of the empirical and technological programme of the "course of action", which has a double aim: the production of knowledge on human activity and the design of training situations that favour major transformations in the activity of the actors. Based on filmed observations of crisis management exercises by a team of experts, and self-confrontation interviews, the course of experience of the team members is analysed. The results highlight (i) the process of constructing meanings during a crisis exercise and more specifically the formulation of provisional hypotheses and (ii) a 'bridging' between the experience of the exercise situation and the experience of a previous exercise. The discussion focuses on the role of provisional hypotheses in relation to the notion of abduction. The paper concludes by putting this preliminary study into perspective.

Keywords: crisis management exercise; training, provisional hypotheses, development, nuclear

\*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Genève les 6, 7 et 8 juillet 2022. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Drakos, A., Ketelaars, E., Flandin, S., Gisquet, E. & Poizat G. (2022). Analyse de l'activité des équipiers de gestion de crise nucléaire lors d'exercices et pistes pour la formation. Actes du 56ème Congrès de la SELF, Vulnérabilités et risques émergents : penser et agir ensemble pour transformer durablement. Genève, 6 au 8 juillet 2022.

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

## INTRODUCTION

Bien qu'étant très différente pour des opérateurs de conduite et pour des opérateurs d'expertise, la gestion d'une crise nucléaire engendre des situations extrêmes dont le caractère complexe, dynamique, instable et risqué a été décrit dans la littérature, notamment en psychologie ergonomique (Hoc, 1996; Hoc et al., 2004). L'enjeu de formation, de préparation et d'entraînement des équipiers de crise vis-à-vis de ces situations est une préoccupation ancienne et constante et a fait l'objet de développements récents (Alengry, 2020; Fréalle, 2018; Secheppet et al., 2021). Les exercices de crise (simulations) sont le dispositif d'entraînement qui est le plus souvent adopté (Limousin, 2017) afin de permettre aux équipiers de crise de se confronter à des situations d'incertitude, d'urgence, très sollicitantes, voire générant des perturbations critiques (Flandin, Poizat, et al., 2021). Si le développement de l'expertise des opérateurs sur la base des risques rencontrés ou envisagés est une nécessité, la préparation à la gestion de situations totalement imprévues voire inimaginables reste un défi majeur (Flandin, Poizat, et al., 2021; Noori et al., 2017). Cependant, les dimensions « imprévisibles » ou « inimaginables » des situations à risques, qui sont susceptibles d'engendrer des failles (Dechy et al., 2016), sont difficilement modélisables pour la conception de dispositifs de formation qui permettraient le développement des acteurs. En plus, la scénarisation des exercices peut parfois être identifiée comme trop convenue. Gisquet et Borraz (2020) ont montré que ces exercices participent à la normalisation de la crise au travers de trois types de conventions (procédurale, technique et institutionnelle) qui définissent le cadre fictionnel des exercices.

Cette étude empirique, menée dans le cadre du projet SPACE en partenariat avec l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), vise à analyser l'activité et l'expérience vécue d'équipiers de crise lors d'exercices nucléaires, afin d'en développer la dimension formative. Elle s'inscrit dans un programme de recherche (Durand, 2008), visant à mieux comprendre les conditions et processus de transformation et de développement de l'activité afin de dériver des principes de conception et de mise en œuvre de formation prometteurs (Poizat et al., 2016) et plus spécifiquement dans le volet qui porte sur le développement de la capacité des acteurs à assurer et/ou rétablir la sécurité dans des organisations concernées par des enjeux sécuritaires importants (industries à risque ou services de secours). Un intérêt particulier est porté (i) à la préparation à la gestion de crise et (ii) au concept de résilience, à la fois comme moyen et visée de formation.

Dans un premier temps est présentée l'organisation du centre technique de crise où se réalise cette étude empirique en cours. Suit la présentation du cadre théorique et la méthodologie de construction et de traitement de données. Deux résultats sont mis en lumière : (i) le processus de construction de significations pendant un exercice de crise et plus spécifiquement la formulation d'hypothèses provisoires et (ii) un « pontage » entre la situation vécue lors de l'exercice et le vécu d'un exercice précédent. La discussion porte sur le rôle des

hypothèses provisoires au regard de la notion d'abduction. Cette communication est clôturée par la mise en perspectives de cette étude préliminaire.

## L'organisation d'une équipe de gestion de crise d'expertise

Le centre technique de crise de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire est activé suite à une alerte nucléaire ou radiologique qui est déclenchée par l'exploitant, la sécurité civile ou les pouvoirs publics en fonction du type d'accident. Plusieurs cellules composent ce centre de crise, (i) la cellule direction, (ii) la cellule évaluation des installations, (iii) la cellule conséquences radiologiques, (iv) la cellule santé, (v) la cellule surveillance de l'environnement, (vi) la cellule communication, (vii) la cellule support logistique et (viii) la cellule relations internationales. Le rôle des équipiers du centre technique de crise est de réaliser des expertises de la situation lors de la crise, afin de conseiller l'Autorité de Sûreté Nucléaire et les pouvoirs publics.

Pour cette communication nous nous intéressons à la cellule évaluation des installations, dont le rôle est de réaliser un diagnostic de la situation en évaluant l'état de l'installation accidentée et un pronostic de son évolution, ainsi qu'un pronostic « aggravé », c'est-à-dire un pronostic faisant l'hypothèse d'une dégradation de la situation actuelle. Cette évaluation permet de calculer les potentiels rejets radioactifs, indication indispensable pour que la cellule direction puisse conseiller les pouvoirs publics pour prendre une décision appropriée par rapport à la protection des populations et de l'environnement.

La cellule évaluation des installations est constituée à minima de huit équipiers qui occupent des postes différents en fonction de leur champ d'expertise (Figure 1). En fonction de l'ampleur de l'accident, certains postes peuvent être doublés par un deuxième équipier qui va participer à des actions et calculs en lien avec l'état de l'installation accidentée.

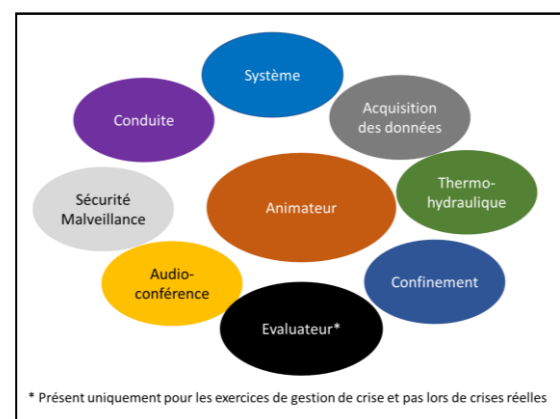


Figure 1. Différents postes de la cellule évaluation des installations.

Cette communication porte sur l'analyse de l'activité de l'animateur de la cellule, dont le rôle est d'orchestrer les équipiers des différentes fonctions et d'être en relation avec les animateurs des autres cellules. L'objectif de cette communication est de rendre compte du processus de construction de

significations et des chaînes interprétatives (Theureau, 1992) lors de la réalisation d'un diagnostic et un pronostic pendant un exercice de gestion de crise.

## CADRE THÉORIQUE ET OBSERVATOIRE

Pour réaliser notre étude nous avons mobilisé le cadre théorique et méthodologique du cours d'action (Theureau, 2004), déjà utilisé dans le domaine du nucléaire (Theureau et al., 2001) pour analyser l'activité des opérateurs de centrales nucléaires en situation accidentelle sur des simulateurs de pleine échelle.

Ce cadre théorique et méthodologique nous permet de produire une description intrinsèque de l'activité des équipiers de crise, de leurs préoccupations, leurs interprétations, leurs focalisations, leurs attentes, et leurs sentiments. Il nous permet de nous situer à un niveau de structuration de l'activité au travers duquel nous pouvons analyser l'activité qui est significative pour les acteurs, autrement dit, de prendre en compte l'expérience (ou "conscience pré-réflexive") qui accompagne leur activité à chaque instant. Les recherches conduites en référence à ce cadre théorique et méthodologique poursuivent une double visée épistémique et transformative. Dans le domaine de la formation des adultes, elles visent a) à produire des connaissances scientifiques sur l'activité des formateurs et des formés en situation de travail, et b) à alimenter la conception de dispositifs et situations de formation « centrés activité » (Durand & Veyrunes, 2005).

## Participants

Neuf équipiers de crise ont participé jusqu'à présent à cette étude, occupant les postes d'Animateur (N = 5/9), d'Évaluateur (N = 2/9) et Thermohydraulique (N = 2/9). L'expérience professionnelle (au sens d'ancienneté) de chacun des participants au sein de l'équipe de crise était très variée, avec un participant qui avait 1 an d'expérience en tant qu'Évaluateur et un autre ayant plus de 20 ans en tant qu'Animateur de cellule. La moyenne de tous les participants est de 9 ans.

## Construction et traitement de données

La construction de données de cette étude s'appuie principalement sur deux méthodes : des observations filmées accompagnées d'une prise de notes et des autoconfrontations (Theureau, 2010). Les autoconfrontations visent à rendre compte du niveau d'activité qui est significatif pour les équipiers. En mettant en vis à vis les données sur la situation d'exercice observée/filmée et les transcriptions des autoconfrontations, le cours d'expérience des équipiers a été construit en s'intéressant plus particulièrement à la dimension développementale de leur activité.

## RESULTATS

Les résultats préliminaires documentent (i) le processus de construction de significations des acteurs pendant la gestion d'une crise simulée ainsi que la place des

hypothèses provisoires dans ce processus et (ii) les « pontages » qui peuvent être réalisés entre des exercices antérieurs et les situations de gestion de crise présentes.

## Construction de significations pendant l'exercice et hypothèses provisoires

L'analyse de l'activité a permis de mettre en lumière la chaîne interprétative de l'animateur K lors de la réalisation d'un ensemble d'hypothèses sur le scénario aggravé de la situation. Cet événement est intéressant car la quasi-totalité des équipiers de la cellule ont participé à la réflexion en débattant des différentes pistes proposées. La recherche du scénario aggravé a débuté quand l'animateur a voulu renseigner le support « triple diagnostic et triple pronostic » (3D/3P), un document qui permet de réaliser un diagnostic et un pronostic sur l'état des trois barrières de confinement<sup>1</sup> de l'installation nucléaire. Il avait également besoin de savoir quel serait le cas le plus pénalisant afin de savoir s'il y aurait un changement de la « Fiche Accident Type » utilisée, fiche qui permet de calculer le rejet de radioactivité à l'environnement.

Compte tenu la durée prévue de l'exercice (une journée), K s'attendait à ce qu'il y ait un événement aggravant qui vienne prolonger le scénario, mais les données sur l'installation dont ils disposaient avaient plutôt tendance à montrer que la situation se stabilisait. Cette stabilisation l'a étonné, et en sollicitant les équipiers de la cellule, ils ont collectivement cherché à imaginer le pronostic aggravé c'est-à-dire l'événement dont la survenue hypothétique dégraderait les conditions de l'accident. Ce pronostic aggravé s'appuie sur ce qui est appelé l'« aggravant », c'est-à-dire l'élément du système sociotechnique qui connaîtrait une défaillance.

Pour le premier scénario (H1), K a postulé comme aggravant la perte de l'alimentation électrique redondante (voie B) de l'installation<sup>2</sup> (Tableau 1) et des soupapes de dépressurisation du circuit primaire. Cependant, en discutant avec les autres équipiers, il s'est rendu compte que cette hypothèse ne pouvait pas être validée pour deux raisons. Premièrement, un des équipiers a rappelé l'existence d'une troisième source d'alimentation électrique diversifiée permettant d'alimenter les matériels essentiels (Tableau 1). Ils ont identifié une deuxième raison d'invalidation de cette hypothèse, reposant sur le fait ces organes sont « passifs » et se seraient ouverts même sans une alimentation électrique.

Le deuxième scénario que les équipiers ont envisagé reposait sur une ouverture incontrôlée des soupapes du pressuriseur (H2) ce qui entraînerait une dépressurisation et une perte d'eau du circuit primaire. Ils ont collectivement invalidé cette deuxième hypothèse, du fait que l'injection de sécurité était utilisable pour compenser la perte d'eau.

La troisième hypothèse qu'ils ont formulée porte sur (H3) la perte de l'alimentation en eau des générateurs

<sup>1</sup> Les trois barrières de confinement sont la gaine dans laquelle se trouve le combustible, le circuit primaire dans lequel se trouve le fluide de refroidissement du combustible et l'enceinte du bâtiment réacteur.

<sup>2</sup> Les centrales nucléaires disposent en général deux voies d'alimentation électriques redondantes, la voie A et la voie B.

de vapeur (GV) et du refroidissement du circuit primaire en cas de perte de la pompe électrique (motopompe EFG voie B), hypothèse qu'ils invalident puisqu'une turbopompe (fonctionnant à la vapeur, sans besoin d'électricité) resterait disponible.

Le quatrième scénario envisagé (H4) était une impossibilité de manœuvrer la vanne d'exutoire de la vapeur du GV vers l'atmosphère (GGGa) ce qui peut dégrader le cœur. Cependant, en poursuivant le raisonnement les équipiers ont invalidé cette hypothèse car le blocage de cette vanne n'aurait eu aucun impact sur le primaire.

L'équipier Conduite a formulé une autre hypothèse portant sur (H5) un blocage en position fermée de la soupape qui permet la dépressurisation du circuit primaire et le maintien à une pression de fonctionnement acceptable. Cependant, ils ont invalidé l'hypothèse car il existe une seconde soupape qui aurait permis d'évacuer la vapeur et faire baisser la pression.

La dernière hypothèse formulée se base sur l'information que le niveau d'eau dans le GV4 est en train de monter. Ils ont donc envisagé (H6) un remplissage non maîtrisé du GV, ce qui obligerait les opérateurs à l'isoler, et à perdre ainsi leur dernier moyen de refroidissement du cœur. De plus, ce GV ne pourrait plus produire suffisamment de vapeur pour entraîner la turbine LLS, qui alimente en électricité le système d'étanchéité des pompes, amenant à terme à une fuite primaire. Ils invalident cependant cette dernière hypothèse car elle suppose une double défaillance de systèmes : (i) le dysfonctionnement des pompes du système EFG qui enverraient trop d'eau vers le GV et (ii) l'impossibilité de fermer les vannes d'isolement EFG pour couper l'arrivée d'eau et éviter que le remplissage du GV. Comme le rappelle l'animateur, la « règle » pour identifier l'aggravant est de postuler une défaillance d'un système ou organe mais pas une perte de deux lignes de défense, ce qui n'est pas réaliste.

*« Là mon objectif c'est de déterminer l'emmerde maximale qui peut nous tomber dessus, l'aggravant qu'on doit prendre en compte. Et pour le choisir il y a des critères qui sont définis parce que sinon on peut dire oui, un airbus peut tomber sur la centrale, mais ça n'a pas de sens. Trouver celui qui est le plus pertinent, qui fait aller à la dégradation du cœur le plus rapidement possible. [...] qu'on soit en capacité nous de déterminer quel est l'aggravant qui va m'amener à être dans une situation critique le plus tôt possible. Vraiment ce qui est le pire qui pourrait nous arriver. »* (K, verbatim lors de l'autoconfrontation)

Hypothèse provisoire	Connaissances qui ont invalidé l'hypothèse
H1. Perte de l'alimentation électrique redondante	* [LLS (groupe électrogène) : alimente la pompe ABC191PO permettant d'assurer la fonction d'injection aux joints] * [Injection aux joints : permet d'éviter une brèche primaire]
H2. L'ouverture incontrôlée des	* [Injection de sûreté (IS) : fonctionne à basse pression]

soupapes dépressurise et dégrade en eau le circuit primaire	et restaure l'inventaire en eau primaire] * [IS : disponible en voie B]
H3. Perte de la motopompe EFG voie B => impossibilité du GV de refroidir le primaire	* [turbopompe EFG : alimente également le GV] * [turbopompe EFG : fonctionne avec de la vapeur et sans électricité]
H4. GGGa sur le GV4 peut entraîner un sur-refroidissement du primaire et causer des problèmes de réactivité dans le cœur	* [Stabilisation température primaire : en cours par GGGa sur le GV4]
H5. Un blocage en position fermée d'une soupape peut entraîner une pressurisation du primaire et un endommagement du circuit	* [Une soupape : suffit pour maintenir la pression primaire dans des valeurs acceptables]
H6. L'isolement du GV4 suite à son sur-remplissage fait perdre le refroidissement du primaire et l'injection aux joints	* [Le système EFG : contrôle le débit d'injection pour maintenir un niveau constant dans le GV] * [Le circuit du système EFG : dispose de vannes d'isolement] * Aggravant du scénario : doit postuler la perte d'une seule ligne de défense et pas deux (règle tacite concernant les exercices de crise)

Tableau 1. Ensemble des hypothèses provisoires et des connaissances mobilisées qui ont amené à leur invalidation par les équipiers de crise.

Le Tableau 1 résume les différentes hypothèses provisoires formulées par l'animateur ou les autres équipiers de la cellule. Il est intéressant de remarquer la recherche d'exhaustivité et la richesse des échanges et débats pendant la recherche de l'aggravant. Collectivement, ils ont fait des hypothèses de défaillances du matériel et en mobilisant différentes connaissances (techniques, vécu des acteurs, règles par rapport à la définition de l'aggravant...) ils ont invalidé l'ensemble de ces hypothèses. L'animateur a orchestré le débat collectif autour de la recherche de l'aggravant en participant ainsi à l'élaboration d'une culture commune entre les équipiers de son équipe.

Il est également intéressant de souligner que cette discussion aurait pu être moins exhaustive en cas de crise réelle. En effet l'animateur a cherché à trouver un aggravant car pour pouvoir poursuivre l'exercice l'après-midi, il fallait qu'il y ait une dégradation de la situation « il faut qu'on trouve l'aggravant, il y en a un. A la vraie vie on est stables, c'est un biais de l'exercice » (K, verbatim lors de l'exercice). Ainsi, on pourrait postuler que le biais de l'exercice, souvent caractérisé comme un frein, sert dans cet exemple de levier pour le développement des équipiers de crise.

### « Pontage » entre un exercice passé et la situation de gestion de crise présente

Pendant l'exercice de gestion de crise, les acteurs mobilisent des connaissances qu'ils ont pu construire pendant des exercices antérieurs. A titre d'exemple, lors de la formulation du pronostic, l'animateur K a eu un dilemme concernant la piste la moins défavorable entre utiliser l'eau du générateur de vapeur rupté ou aller en « gavé-ouvert ». Il s'est en effet posé la question de la potentielle utilisation de l'eau radioactive se trouvant dans un générateur de vapeur rupté. L'utilisation de cette eau refroidirait le cœur du réacteur et permettrait d'avoir un « délai de grâce » supplémentaire avant la fusion du cœur et éventuellement permettrait aux opérateurs entre temps de réaliser des actions qui empêcheraient la fusion. Cependant l'utilisation de l'eau radioactive a comme conséquence le rejet de radioactivité dans l'environnement, ce qui doit en principe être évité. Dans un exercice précédent, K avait vécu cette situation où la solution retenue avait été l'utilisation de l'eau radioactive du générateur de vapeur rupté. En autoconfrontation, il précise que le fait de l'avoir déjà vécu dans un autre exercice lui a permis de l'envisager comme potentielle solution (Tableau 2).

#### Verbatim lors de l'autoconfrontation de K

Chercheuse : *Et tu dis que tu l'avais vu dans un exercice précédent*  
 K : *Oui, je m'en rappelle, c'était F la cheffe de CD et on y avait été, il n'y avait pas le choix. Il avait fallu faire ça.*  
 Chercheuse : *Et c'est quelque chose qu'à ce moment-là...*  
 K : *Je me suis enlevé un interdit personnellement. Parce que normalement le but du jeu est de mettre zéro becquerel à l'environnement, pas de radioactivité à l'environnement, le but du jeu c'est ça, ne pas polluer l'environnement. Mais là je me disais de toute façon c'est ça ou je fais fondre le cœur et je vais en foutre beaucoup plus. Donc à un moment il vaut mieux que je maîtrise mon rejet, avoir un petit rejet qui soit maîtrisé, maîtrisé façon de parler ... volontaire, que de tout subir et qu'au final de toute façon tout sortira sur la pelouse. Mais le fait, j'avoue que le fait que déjà dans un exo je l'ai vécu et qu'on y soit passé parce que c'était la seule solution, ben ça m'a désinhibé par rapport aux équipes d'évoquer ce sujet-là, et d'ailleurs eux-mêmes ils étaient un peu surpris que je leur pose cette question-là. « Ah bon, tu veux l'utiliser ? » « Ben oui ».*

Tableau 2. Verbatim de K lors de l'autoconfrontation.

On voit donc à travers cette séquence que le fait d'avoir vécu cette situation l'a encouragé à proposer à son équipe d'étudier cette potentielle piste, malgré le rejet radioactif qui aurait pu avoir lieu. En effet, comme il l'explique pendant l'autoconfrontation, sa préoccupation au moment de l'exercice était de trouver la solution qui permettrait d'avoir un rejet maîtrisé plutôt qu'un rejet plus important qui arriverait plus tard. Il a demandé également aux équipiers « Conduite » d'étudier les procédures pour savoir si elles proposaient un choix entre les deux pistes.

Il est intéressant de remarquer que le fait d'avoir déjà vécu dans un autre exercice la valorisation de l'eau radioactive du GV rupté lui a permis de se poser la question des deux pistes. Il n'aurait pas eu ce dilemme s'il ne l'avait pas vécu car ils ne se serait pas permis de proposer une piste qui aurait eu comme conséquence un rejet radioactif.

Cet extrait témoigne de la manière dont les exercices ont pu contribuer au développement de l'expertise de gestion de crise de K. Cette mise en résonance entre son vécu et la formulation d'une potentielle piste pour la conduite à suivre est intéressante car elle montre comment la capitalisation de ce vécu significatif pendant un exercice antérieur et mobilisé dans la situation présente de gestion de crise.

### DISCUSSION

Nos résultats contribuent à mettre en lumière les différentes formes d'inférences faites dans la réalisation d'un diagnostic et un pronostic aggravé pour une situation accidentelle, et plus précisément la dynamique de formulation de certaines hypothèses provisoires et explicatives par abduction.

L'inférence abductive, c'est-à-dire le processus de formulation d'hypothèses explicatives, est l'un des trois raisonnements proposés par Peirce (1978). Cette modalité d'inférence est particulièrement investie dans les enquêtes réalisées par les équipiers de crise afin de réaliser le diagnostic de la situation actuelle et le pronostic de la situation aggravée à partir d'informations peu nombreuses ou inadéquates (Borodzicz & Van Haperen, 2002). Elle permet la découverte, la recherche, la création de nouveauté, l'apprentissage/développement (Flandin, Salini, et al., 2021; Sève et al., 2002; Zeitler, 2006).

Les raisonnements abductifs ont comme ancrage un fait ou une circonstance bizarre, surprenante, curieuse. Cet ancrage s'accompagne le plus souvent d'un sentiment de surprise chez l'acteur, allant d'un simple étonnement au choc, voire à la sidération (Flandin et al., 2018). Dans les cas où l'acteur ne parvient pas à surmonter une telle perturbation, celle-ci peut aussi s'accompagner d'une souffrance et d'un repli sur soi-même. On parle alors d'un vécu d'impasse (Salini & Durand, 2020; Salini & Poizat, 2021). Dans le cas de l'exemple illustré, c'est l'incohérence entre les mesures communiquées par l'installation accidentée (qui montrent une stabilisation de la situation) et la connaissance du déroulé-type d'un exercice de crise (qui ont amené K à penser qu'il y avait un aggravant).

L'activité des acteurs associée à un raisonnement abductif est caractérisée par des dimensions d'imagination, d'invention, de création et d'interprétation du fait ou de la circonstance étonnante. L'étonnement se manifeste quand « les anticipations de l'acteur ne sont plus valides, lorsque le réel résiste, lorsque sa capacité d'agir est empêchée » (Thievenaz, 2017, p. 110). S'il est indispensable pour la découverte ou l'apprentissage par abduction, il n'est pas suffisant en lui seul. Il est nécessaire que l'acteur puisse interpréter l'événement bizarre, autrement dit, qu'il y ait un « engagement » (Theureau, 2006) de sa part pour comprendre le fait étonnant, imaginer une solution ou une mise en relation de choses qui n'avaient pas de liens

jusqu'alors. Cela peut l'amener à une activité de recherche et d'expérimentation en imaginant d'autres stratégies d'action que celles qui ont déjà été éprouvées comme fécondes dans des situations similaires. L'abduction permet, par analogies, similitudes, métaphores et ressemblances, de mettre en relation des connaissances et plus généralement de rapprocher des phénomènes et objets que l'acteur n'avait pas pensé à rapprocher ou à mettre en relation auparavant.

À travers l'étude des abductions et de l'interprétation que les acteurs font du fait ou de la circonstance surprenante, il devient possible de comprendre le rôle et la forme des épisodes de réflexivité dans les enquêtes. A la suite des travaux de Citton qui postule l'intérêt de penser des « laboratoires de curiosités » (Citton, 2018), il nous semble important de penser pendant les simulations des « laboratoires de curiosité », c'est-à-dire comme des espaces ou des objets qui encouragent la curiosité et qui permettent d'« aller au-delà de ce qui nous arrive comme attendu » (Citton, 2018, p. 23). Ces espaces favorisent « l'attention réfléchie » (Citton, 2014) et offrent la possibilité de faire un « pas de côté » pour encourager les raisonnements abductifs par des analogies, métaphores et similitudes. De plus, ces espaces de curiosité pourraient permettre non seulement l'interprétation d'une circonstance curieuse à partir d'un faisceau hypothétique de relations provisoires et plausibles, mais aussi des processus de méta-abduction, processus qu'Eco (1992) désigne comme la « confrontation du "monde possible" avec le "monde actuel" dans lequel il évolue » (Yocarès, 2011, p. 2). Ces « laboratoires de curiosités » pourraient être des moments pendant les formations ou simulations classiques mais qui permettraient de favoriser les « temps faibles » de ces exercices, c'est-à-dire des moments où les acteurs semblent se désengager de leur rôle. Pendant ces « temps faibles » il pourrait être intéressant de proposer des espaces/temps qui encourageraient l'apprentissage/développement des acteurs comme par exemple des temps de tutorat ou des débriefing « flash » (Equey, 2019). Les débriefing « flash » sont des micro-débriefings qui ont lieu pendant la simulation avec une donnée d'informations ou un feedback et qui permettent la clarification de la situation afin de réengager les acteurs.

## CONCLUSION ET MISE EN PERSPECTIVE

Cette communication met en lumière le processus de construction de significations par la formulation d'hypothèses provisoires lors d'exercices de crise ainsi que l'existence de « pontages » entre des exercices de crises antérieurs et des situations présentes. En approfondissant cette étude préliminaire il sera possible de documenter (i) à quelles conditions des expériences significatives vécues en exercices se superposent ou non au vécu de situations réelles passées (ou passées-présentes), et le cas échéant (ii) selon quelles modalités.

C'est dans ces rapports entre les conventions de construction des exercices et l'expérience des acteurs (exercices et cas réels) qu'il sera possible d'identifier les champs pertinents de préparation à la gestion de crise. Il s'agit d'autre part d'étudier la manière dont les espaces de la crise (fussent-ils en situation réelle ou

simulée) constituent à la fois des éléments de contexte non négociables (agencement matériel des cellules de crise) et des cadres d'action individuels et subjectifs propres aux acteurs qui interviennent dans ces espaces (Lave, 1988). Il s'agira d'identifier ce que les exercices de crise suscitent en termes de pratiques et de logiques d'action de la part des acteurs pour réussir à « pratiquer » et à « se débrouiller » dans ces espaces de crise et en quoi cela se distingue (ou non) des crises réelles. Il sera alors possible d'envisager la manière dont les espaces peuvent, à leur manière, permettre d'accompagner la préparation à la gestion de crise.

Un autre objectif de cette recherche pourrait porter sur les configurations de préparation à la gestion de crise par l'identification des modalités et dispositifs qui, d'une part, permettent d'échapper à la normativité des situations d'entraînement (Gisquet & Borraz, 2020), qui limite les possibilités de perturbation de l'activité et de la culture des participants à des fins de développement (Schot et al., 2019), et d'autre part, encouragent au contraire la construction de repères et de nouvelles dispositions à agir en situation de crise. L'enjeu serait alors d'émettre des propositions quant aux possibilités de desserrer les contraintes qui construisent la normalisation des exercices de crise en même temps que d'envisager des dispositifs de préparation alternatifs à ceux des situations prototypiques de simulation proposées (e.g., Alengry, 2020).

## BIBLIOGRAPHIE

- Alengry, J. (2020). *Comprendre et développer le savoir-collaborer d'une équipe support éphémère: Entraînement à la gestion de crise*. [Thèse de doctorat]. Conservatoire National des Arts et Métiers.
- Borodzicz, E., & Van Haperen, K. (2002). Individual and Group Learning in Crisis Simulations. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 10(3), 139-147. <https://doi.org/10.1111/1468-5973.00190>
- Citton, Y. (2014). *Pour une écologie de l'attention*. Média Diffusion.
- Citton, Y. (2018). De l'écologie de l'attention à la politique de la distraction : Quelle attention réflexive ? In *Bébé attentif cherche adulte(s) attentionné(s)* (p. 11-27). Érès.
- Dechy, N., Mortureux, Y., Planchette, G., Blatter, C., & Raffoux, J.-F. (2016). Explorer («l'imprévisible») : Comment et jusqu'où ? *Congrès Lambda Mu 20 de Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, 11-13 Octobre 2016, Saint Malo, France*.
- Durand, M. (2008). Un programme de recherche technologique en formation des adultes. Une approche enactive de l'activité humaine et l'accompagnement de son apprentissage/développement. *Éducation et didactique*, 2(3), 97-121.
- Eco, U. (1992). *Interpretation and overinterpretation*. Cambridge University Press.
- Equey, M. (2019). *Analyse de l'activité de deux formateurs en situation de formation à la conduite ferroviaire sur simulateur. Contribution à un programme de recherche en ergonomie des situations de formation* [Maîtrise de master, University of Geneva].

- Flandin, S., Poizat, G., & Durand, M. (2018). Improving resilience in high-risk organizations : Principles for the design of innovative training situations. *Development and Learning in Organizations: An International Journal*, 32(2), 9-12. <https://doi.org/10.1108/DLO-03-2017-0027>
- Flandin, S., Poizat, G., & Perinet, R. (2021). Proactivité et reactivité. Deux orientations pour concevoir des dispositifs visant le développement de la sécurité industrielle par la formation. *Les cahiers de la sécurité industrielle*, 2021-01. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03145876>
- Flandin, S., Salini, D., Drakos, A., & Poizat, G. (2021). Concevoir des formations facilitant l'émergence de nouvelles significations face à des événements inédits et critiques. *Activités*, 18(1).
- Fréalles, N. (2018). *Formation à la gestion de crise à l'échelle communale : Méthode d'élaboration et de mise en œuvre de scénarios de crise crédibles, pédagogiques et interactifs* [Thèse de doctorat, Lyon].
- Gisquet, E., & Borraz, O. (2020). Simuler une crise : La construction de la réalité dans les exercices d'accident nucléaire. *Sociologie*, 11(4), 385-398.
- Hoc, J.-M. (1996). *Supervision et contrôle de processus: La cognition en situation dynamique*. Presses universitaires de Grenoble.
- Hoc, J.-M., Amalberti, R., Cellier, J.-M., & Grosjean, V. (2004). Chapitre 2. Adaptation et gestion des risques en situation dynamique. In J.-M. Hoc & F. Darses (Éds.), *Psychologie ergonomique : Tendances actuelles* (p. 15-48). PUF.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*. Cambridge University Press.
- Limousin, P. (2017). *Contribution à la scénarisation pédagogique d'exercices de crise* [Thèse de doctorat], Université de Lyon. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01848770>
- Mollo, V., & Falzon, P. (2004). Auto-and allo-confrontation as tools for reflective activities. *Applied ergonomics*, 35(6), 531-540.
- Noori, N. S., Wang, Y., Comes, T., Schwarz, P., & Lukosch. (2017). *Behind the Scenes of Scenario-Based Training: Understanding Scenario Design and Requirements in High-Risk and Uncertain Environments*. 13.
- Peirce, C. S. (1978). *Écrits sur le signe*. Seuil.
- Poizat, G., Durand, M., & Theureau, J. (2016). The challenges of activity analysis for training objectives. *Le Travail Humain*, 79(3), 233-258.
- Salini, D., & Durand, M. (2020). Overcoming a Lived Experience of Personal Impasse by Creating a Theatrical Drama: An Example of Promoting Resilience in Adult Education. In L. McKay, G. Barton, S. Garvis, & V. Sappa (Éds.), *Arts-Based Research, Resilience and Well-being Across the Lifespan* (p. 169-189). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26053-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26053-8_10)
- Salini, D., & Poizat, G. (2021). Dénouements possibles de l'expérience d'impasse : Pistes de compréhension et perspectives développementales. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 50/1, 69-92.
- Schot, S., Flandin, S., Goudeaux, A., Seferdjeli, L., & Poizat, G. (2019). Formation basée sur la perturbation : Preuve de concept par la conception et le test d'un environnement numérique de formation en radiologie médicale. *Activités*, 16-2, Article 16-2. <https://doi.org/10.4000/activites.4724>
- Secheppet, M., Bony-Dandrieux, A., Bouillet, P., & Tixier, J. (2021). *Rapport d'avancement annuel Projet Criz'Innov: L'émergence d'un pôle d'excellence numérique en gestion de crise regroupant l'ensemble des acteurs du domaine afin de faciliter les transferts technologiques et l'innovation collaborative* [Rapport de recherche]. IMT Mines Alès. <https://hal.mines-ales.fr/hal-03524707>
- Sève, C., Saury, J., Theureau, J., & Durand, M. (2002). La construction de connaissances chez des sportifs de haut niveau lors d'une interaction compétitive. *Le travail humain*, Vol. 65(2), 159-190.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action: Analyse sémiologique. Essai d'une anthropologie cognitive située*. Peter Lang.
- Theureau, J. (2004). *Le cours d'action: Méthode élémentaire*. Octarès.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action: Méthode développée*. Octarès.
- Theureau, J. (2010). Les entretiens d'autoconfrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche «cours d'action». *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4(2), 287-322.
- Theureau, J., Filippi, G., Saliou, G., & Vermersch, P. (2001). A methodology for analyzing the dynamic collective organization of nuclear power plant operators in simulated accidental situations. *The Cognitive Work Process: Automation and Interaction*. Neubiberg, Germany.
- Thievenaz, J. (2017). *De l'étonnement à l'apprentissage: Enquêter pour mieux comprendre*. De Boeck Supérieur.
- Yocarís, I. (2011). Relativisme cognitif et indétermination sémiotique: Abduction et méta-abduction dans l'œuvre romanesque d'Umberto Eco. *Cahiers de Narratologie. Analyse et théorie narratives*, 20, Article 20. <https://doi.org/10.4000/narratologie.6385>
- Zeitler, A. (2006). *Apprentissage et interprétation des situations: Le cas d'apprentis enseignants de voile* [Thèse de doctorat]. CNAM.