# L'entrée en résilience en situation extrême

Cécile Geoffroy, Eric Rigaud, Franck Guarnieri

▶ **To cite this version:**

Cécile Geoffroy, Eric Rigaud, Franck Guarnieri. L'entrée en résilience en situation extrême. Congrès $\lambda\mu$ 20 (Lambda Mu 20) - 20e Congrès de Maîtrise des Risques et Sûreté de Fonctionnement - Maîtriser les risques dans un monde en mouvement", IMDR, Oct 2016, Saint-Malo, France. hal-01393736

**HAL Id: hal-01393736**

**https://minesparis-psl.hal.science/hal-01393736**

Submitted on 8 Nov 2016

**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.

# L'ENTREE EN RESILIENCE EN SITUATION EXTREME

# RESILIENCE ACTIVATION IN EXTREME SITUATION

GEOFFROY Cécile, RIGAUD Eric et GUARNIERI Franck
MINES ParisTech, PSL Research University, CRC,
Centre de recherche sur les Risques et les Crises,
CS 10207 rue Claude Daunesse 06904 Sophia Antipolis Cedex, France

## Résumé

L'objectif de cet article est d'apporter une contribution scientifique à la compréhension des facteurs humains et organisationnels lors de situations extrêmes dans l'industrie nucléaire. A cette fin, le concept d '« entrée en résilience » en situation extrême sera défini et illustré et la première phase temporelle du concept sera discutée. L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Dai Ichi soutiendra la définition et l'illustration du concept.

## Summary

The objective of this paper is to make a scientific contribution to the understanding of human and organizational factors in extreme situations in the nuclear industry. The concept of "resilience activation" in extreme situation will be defined and illustrated and the first temporally phase of the concept will be discussed. The Fukushima Dai Ichi nuclear power plant accident will support the definition and the illustration of the concept.

## Introduction

Les tendances d'évolution de la société industrielle vers plus de complexité, d'interconnexions et d'expositions aux menaces industrielles et naturelles combinées à la multitude des changements survenant au sein des organisations créent le potentiel pour les systèmes à devoir faire face à la survenue de situations qualifiées d'extrêmes.
Ces situations soudaines, imprévisibles, volatiles, brutales mettent au défi les acteurs des systèmes impactés qui, après avoir perdu le sens des évènements, doivent reprendre la maîtrise d'un environnement incertain et périlleux sous des pressions politiques, médiatiques et sociales fortes. L'accident de Fukushima Dai Ichi, survenu le 11 mars 2011, causé par l'enchaînement d'un tremblement de terre suivi d'un tsunami, est un exemple de situation extrême dans laquelle des décisions et des actions ont été conduites afin de surmonter et rétablir une situation sans précédents sous une pression politique et sociétale forte (Guarnieri et al. 2015). Dans la perspective d'apporter une contribution théorique à la compréhension des décisions et des actions individuelles et collectives lors de la survenue de telles situations, le concept « d'entrée en résilience en situation extrême » est étudié. La notion de situation extrême met au cœur de l'analyse l'individu et le collectif faisant face à l'impensable. En effet, l'accident de Fukushima Dai Ichi nous a montré l'inefficacité des procédures de gestion de crise pour faire face à des situations hors scénario et comment les hommes sont parvenus, malgré cela, à maîtriser la situation (Guarnieri and Przyswa 2016).
La finalité de cet article est de décrire une première ébauche de description de la notion d'entrée en résilience en situation extrême. A l'issue d'une revue de la littérature scientifique relative à la gestion de crise et à la résilience de systèmes, différents modèles ont été sélectionnés. Ces modèles décrivent différentes phases de la dynamique de systèmes faisant face à une perturbation. L'étude de ces systèmes conduit à l'identification de caractéristiques relatives à la période temporelle étudiée avec la notion d'entrée en résilience. Ces premiers éléments sont mis en perspectives avec les témoignages des acteurs de la crise de Fukushima Dai Ichi. Les résultats de cette première approche servent de support à l'identification de questions de recherche visant à approfondir la formalisation de l'entrée en résilience.
L'article est structuré en deux parties. La première est dédiée à la présentation du contexte théorique de l'étude. La notion de résilience et en particulier son usage dans le domaine de la gestion de la sécurité est dans un premier temps présenté. Dans un second temps, la notion d'entrée en résilience est discutée à travers l'étude de différents modèles de résilience. La seconde partie de l'article est consacrée à la présentation des premiers résultats d'une étude de cas visant à étudier les évènements survenus dans la centrale de Fukushima Dai Ichi au regard du concept d'entrée en résilience.

## 1. L'entrée en résilience en situation extrême

Le concept de résilience vise à désigner les mécanismes permettant à un système (individu, système sociotechnique, organisation, territoire, etc.) de répondre et de rester pérenne lors de la survenue d'événements potentiellement porteurs de dommages pour le système et son environnement. Bien qu'il n'y ait pas de consensus sur une définition de la résilience d'un système, différentes approches sont développées par les sciences de la nature, les sciences humaines et sociales et les sciences de l'ingénieur et font progressivement émerger une « pensée résiliente » visant à permettre d'aborder la complexité de la dynamique des systèmes complexes face aux perturbations avec de nouveaux outils conceptuels.
Ce qui est extrême est « au-delà du rang normal de l'expérience humaine » (Boyden et Mann 2005). L'extrême menace l'équilibre en place car il s'accompagne d'événements inhabituels, invisibles et même inimaginables. L'expression « situation extrême » induit au moins trois particularités : la confrontation à l'impensable et à l'irreprésentable; un déplacement ou un bouleversement des valeurs, normes, repères, références et limites antérieurs, induisant une attaque grave et plus ou moins soudaine contre l'intégrité somatique, psychique et/ou symbolique, et affectant le rapport à soi-même, à autrui et/ou à l'environnement ; la mise en œuvre de diverses stratégies de résilience, d'allure parfois paradoxale, visant non seulement la survie, mais surtout la survivance psychique. Dans une situation extrême, la surprise causée par le changement rapide des conditions ou circonstances induit stupeur et choc. La stupeur et le choc sont causés par la perturbation de l'équilibre entre le

sujet qui agit et son environnement (Guarnieri et al. 2015). Ainsi, les représentations, analogies et expériences utilisées et usuelles ne permettent plus d'expliquer ce qu'il se passe (Alexievitch 2004). La situation extrême fausse les normes et valeurs sociales et cause la perte des points habituels de repère. Les individus se sentent alors impuissants, ils ressentent de l'anxiété et de la peur puisqu'ils doivent faire à un événement brutal et violent sans précédent qui menace leur vie (Travadel et Guarnieri 2015). De telles situations annihilent l'ancien système de valeurs et un nouveau système de valeurs partagées doit alors émerger afin de survivre. Les sujets en situation extrême sont tiraillés entre l'urgence sociétale d'agir et l'impossibilité matérielle de l'action à l'intérieur des cadres institués.
La finalité de cette section est de proposer une première caractérisation des enjeux liés à l'entrée en résilience d'un système en situation extrême. Dans un premier temps, l'usage général de la notion de résilience est présenté puis un ensemble de modèles de dynamique de systèmes en situation de crise sont étudiés dans la perspective de structurer une première ébauche de définition du concept d'entrée en résilience.

### 1.2 La notion de résilience

Le concept de résilience est au cœur de modèles et théories de nombreuses disciplines scientifiques telles que la psychologie, l'écologie, l'ergonomie, l'économie, les sciences de gestion, les sciences de l'information ou bien les sciences politiques. De manière générale, la résilience vise à désigner les capacités d'un individu, d'une communauté d'individus, d'une organisation, d'un territoire ou bien d'un système sociotechnique à réagir à la survenue d'un choc, à maintenir ou bien à restaurer les fonctions essentielles du système et à s'adapter aux mutations de son environnement.
En suivant l'état des lieux proposé par Guarnieri et Przyswa (Guarnieri and Przyswa 2016), nous proposons un bref aperçu historique de la résilience. Construit du latin *re* et *salire* (monter) le terme désigne un effet rétroactif (Plodinec 2009). Dans les années 1970, la résilience évoque plus particulièrement la capacité à absorber et surmonter les effets causés par une perturbation écologique brutale, de grande ampleur et imprévue (Holling 1973). Par la suite des définitions plus hybrides émergent dans différents champs disciplinaires tels que la géographie (Adger 2000), la psychologie (Richardson 2002) avec parfois une volonté de vulgariser (Cyrulnik and Seron 2013), la sociologie (Saint-Arnaud and Bernard 2003), les sciences d'organisation (Baardwijk and Reinmoeller 2005) et, entre autres, l'ergo-psychologie (Hollnagel, Woods, and Leveson 2006). La résilience peut être définie comme la capacité d'un système à absorber les perturbations et à se réorganiser durant des changements continus (Walker et al. 2004).
Afin d'illustrer l'utilisation diversifiée de cette notion, le tableau suivant (cf. Table 1.) présente un ensemble de définitions du concept de résilience dans le domaine de la gestion des risques et des crises.

| Définitions | Références |
|---|---|
| The capacity to cope with unanticipated dangers after they have become manifest, learning to bounce back | Wildavsky 1991 |
| The capability to bounce back and to use physical and economic resources effectively to aid recovery following exposure to hazards | Paton et al., 2001 |
| The ability to recognize and adapt to handle unanticipated perturbations that call into question the model of competence, and demand a shift of processes, strategies and coordination | Woods, 2006 |
| The ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions | UNISDR, 2009 |
| The intrinsic ability of a system to adjust its functioning prior to, during, or following changes and disturbances, so that it can sustain required operations under both expected and unexpected situations | Hollnagel et al. 2010 |

**Table 1.** *Ensemble de définitions du concept de résilience*

L'usage de la notion de résilience dans le contexte de la gestion de la sécurité est associé au développement des systèmes de gestion de la sécurité fondés sur les résultats des analyses de risques. Les travaux conduits dans le domaine de la résilience des systèmes écologiques ont été utilisés comme perspectives de recherche et développement afin de pallier aux limites intrinsèques des pratiques de gestion des risques identifiés par Douglas et Wildavsky (Douglas and Wildavsky 1983). En effet, l'impossibilité à anticiper l'ensemble des menaces pouvant affecter un système, l'existence de biais dans l'identification et la sélection des risques à gérer ou non, les limites des systèmes technologiques de prévention, d'alertes et de réponses exposent les systèmes à la survenue de situations non prises en compte par le système de gestion de la sécurité. Deux stratégies devant être prises en considération par les systèmes de gestion de la sécurité ont été proposées par Wildavsky (Wildavsky 1991). La première vise à prédire et prévenir les dangers pouvant affecter le système avant qu'ils ne surviennent, ce afin d'élaborer des mécanismes de prévention et de préparation pour pouvoir répondre et surmonter leur occurrence. La seconde vise à trouver des mécanismes d'adaptation permettant au système de réagir et faire face à la survenue de situations non anticipées ou pour lesquelles le système n'est pas prêt à répondre. Plus récemment, des travaux visent à soutenir la mise en œuvre opérationnelle des mécanismes d'adaptation aux situations non prévues. Entre autres, les travaux de Weick et Sutcliffe (Weick and Sutcliffe 2007) et de l'ingénierie de la résilience (Hollnagel, Woods, and Leveson 2006; Hollnagel et al. 2010) proposent un ensemble de propriétés et de capacités devant être développées par les organisations afin de pouvoir faire face à la diversité des situations pouvant les affecter.
Une démarche bibliographique a conduit à l'identification de modèles dont la finalité est de décrire les différents états et phases d'un système devant faire face à une situation de crise. Les modèles sélectionnés et présentés dans le tableau suivant (cf. Table 2.) sont le résultat d'une recherche au sein des revues scientifiques et d'ouvrages dont la thématique est la gestion de crise et la résilience.

| Modèles | Références |
|---|---|
| General Adaptation Syndrome | Selye 1955 |
| Panarchy | Gunderson and Holling 2002 |
| Stress resistance and resilience over time | Norris et al. 2008 |
| Disaster Resilience Of Place | Cutter et al. 2008 |
| Resilience activation | Powley 2009 |
| Resilience Analysis Grid | Hollnagel et al. 2010 |
| 3D model | Béné et al. 2012 |

**Table 2.** *Modèles de dynamique de systèmes en situation de crise*

La théorie du syndrome général d'adaptation (Selye 1955) vise à formaliser les différentes phases biologiques structurant le comportement des individus face à des situations stressantes. Quatre phases sont distinguées : la phase d'alarme, la phase de résistance, la phase de retour au calme et la phase d'épuisement. 1) La phase d'alarme survient au moment de l'agression. La surprise liée à l'agression engendre une baisse momentanée de la résistance de l'organisme qui se trouve en état de choc. Progressivement des moyens de défense actifs se mettent en place tels que l'accélération du rythme cardiaque, l'augmentation du débit sanguin, la stimulation de la vitesse et du volume respiratoire, la mise en tension des muscles et l'inhibition de l'activité digestive. 2) La phase de résistance survient si l'évènement stressant se prolonge plus de 48 heures. Durant cette phase, les glandes surrénales vont être activées afin de faciliter la synthèse de glucose pour alimenter les muscles et ainsi offrir des performances de résistance accrues. À l'issue de la phase de résistance, si l'évènement stressant disparaît, démarre la phase de retour au calme ; sinon c'est la phase d'épuisement qui se déclenche. 3) La phase de retour au calme est marquée par la production d'acétylcholine, ce qui a pour conséquence, entre autre, de diminuer le rythme cardiaque et le débit sanguin et ainsi permettre au corps de revenir à sa situation initiale. 4) La phase d'épuisement se déclenche si le stress est chronique, elle est induite par la présence en surabondance de cortisol due à la dégradation du processus d'équilibre de sa production. Les conséquences sont un affaiblissement du système immunitaire, des changements hormonaux et des maladies psychosomatiques.

Le modèle de dynamique de systèmes socio-écologiques, ou *panarchy* (Gunderson and Holling 2002) considère les modes de transitions et les transformations des états et des seuils de transitions des systèmes. Chaque état correspond à un équilibre entre les sous systèmes sociaux et écologiques. Le passage d'un état à un autre se fait par le dépassement d'un ensemble de seuils clés de stabilité. Le changement d'état est généralement irréversible et engendre des transformations de la structure et de la dynamique des systèmes. Ces changements pouvant avoir des conséquences inattendues et indésirables. La dynamique adaptative d'un système socio-écologique est abordée selon un cycle de quatre phases: 1) La phase de croissance. Les acteurs du système exploitent de nouvelles ressources et opportunités de croissance et de développement. 2) La phase de conservation. Un ensemble d'équilibres s'établît entre les acteurs et les ressources. L'énergie est stockée et les matériaux sont accumulés. 3) La phase de libération. La survenue d'une perturbation dépassant l'aptitude de résilience du système, engendre des ruptures fonctionnelles et interactionnelles tout en libérant des perspectives nouvelles de développement et de croissance. 4) La phase de réorganisation. De nouvelles interactions émergent et permettent de structurer des démarches de développement reposant sur les opportunités offertes.

Le modèle de résistance au stress et de résilience au fil du temps (Norris et al. 2008) considère quatre éléments interconnectés : 1) Les situations de crise constituées par l'interaction entre un facteur de stress, une circonstance d'adversité menaçant le bien-être ou le fonctionnement d'un système d'une part et, d'autre part, les ressources et les capacités d'un système. 2) La résistance qui correspond au résultat voulu de la situation de crise correspondant à des situations où les ressources et les capacités bloquent le facteur de stress avant que des dysfonctionnements ne se produisent. 3) La situation de dysfonctionnement transitoire qui correspond aux situations où le facteur de stress surpasse les ressources du système. 4) Le processus de résilience qui permettent un retour à un fonctionnement adapté à l'environnement par la mobilisation de ressources.

Le modèle DROP (Disaster Resilience of Place) (Cutter et al. 2008) considère le processus de résilience selon un modèle composé de cinq composants interconnectés : 1) le système initial constitué d'un système social, d'un environnement construit et d'un système naturel décrit avec les concepts de vulnérabilité inhérente et de résilience. 2) L'événement dangereux décrit avec les caractéristiques de fréquence, durée, intensité, ampleur et vitesse d'apparition. 3) Les effets immédiats de l'impact de l'événement sur le système, atténués ou amplifiés par la présence ou l'absence de mécanismes de prévention et de réponse. 4) La capacité d'absorption des conséquences de l'événement qui peut être dépassée ou non selon la nature de l'événement et l'efficacité des mécanismes de réponse du système. 5) Le degré de restauration, le potentiel de connaissances gagnées et le degré d'évolution positive et négative du système initial.

Le modèle d'entrée en résilience (résilience activation) (Powley 2009) considère trois moments clés nécessaire à une organisation pour surmonter un traumatisme. 1) La suspension liminale qui vise à restaurer l'équilibre psychologique, émotionnel et relationnel de l'ensemble des acteurs du système. 2) La phase de compassion qui vise à mettre en place une structure sociale. 3) La phase de redondance relationnelle qui vise à ce que la structure sociale permette de rétablir l'équilibre entre l'organisation et son environnement.

Le modèle de système résilient (Hollnagel et al. 2010) considère quatre capacités clés. 1) La capacité à faire face à la diversité des situations non souhaitées pouvant survenir. 2) La capacité à superviser le fonctionnement du système et son évolution. 3) La capacité à anticiper les conséquences positives et négatives des changements et de l'évolution du système. 4) La capacité à apprendre de l'expérience positive et négative des situations du passé.

Le modèle 3D résilience (Béné et al. 2012) considère la résilience à un choc comme une propriété émergente du résultat de trois capacités: d'absorption, d'adaptation et de transformation. Si le choc est faible, le système sera en mesure d'y résister et d'absorber son impact sans conséquences. Si la capacité d'absorption est dépassée, la capacité d'adaptation sera mobilisée avec l'apparition d'ajustements permettant au système de continuer de fonctionner sans changements qualitatifs des fonctions ou de l'identité structurelle du système. Si le choc est tel qu'il dépasse la capacité d'adaptation, le changement devient transformation, avec des conséquences sur la structure primaire du système et sur les fonctions principales.

Dans la perspective de concevoir une grille de lecture originale pour identifier des leçons dans les témoignages consécutifs à la catastrophe de Fukushima Dai Ichi, l'étude du modèle d'entrée en résilience a été approfondie afin de structurer une première analyse des témoignages. La prochaine section est dédiée à la présentation plus détaillée de ce modèle.

### 2.2. L'entrée en résilience

Un désastre peut être décrit comme le passage d'une situation de routine vers, soit une situation d'exception routinière pour laquelle le système a été préparé à faire face, soit une situation d'exception totale pour laquelle le système n'est pas prêt et est dépassé par les conséquences de l'évènement. Les situations d'exception s'achèvent lorsqu'une nouvelle situation de routine émerge (Stallings 2006). L'entrée en résilience vise à étudier les phénomènes survenant juste après la transition entre la situation de routine et la situation d'exception et qui vont structurer les phases de réponse et de rétablissement du système. L'étude proposée de l'entrée en résilience est structurée en deux parties. Les travaux en science de gestion menés par Edward H. Powley sur les mécanismes individuels, collectifs et organisationnels permettant l'émergence d'une dynamique sociale en situation de traumatisme sont dans un premier temps étudiés afin d'en déduire un premier modèle conceptuel. Le modèle de Powley a été retenu car il prend en compte la dimension dynamique du processus de résilience, il permet de savoir comment la résilience émerge suite à un traumatisme et est intéressant quant à la mobilisation des ressources (Guarnieri and Przyswa 2016). Ce modèle est discuté dans un second temps au regard de modèles issus de la littérature sur les facteurs humains et organisationnels de la gestion des risques en général et de la résilience en particulier.

La notion d'entrée en résilience proposée par Powley (Powley 2009) désigne les premiers temps du processus général de résilience d'un système suite à la survenue d'une crise ou d'un événement traumatique. Il désigne avec le concept de « période

critique » le moment où le système, désorganisé par le choc, va initier un ensemble d'actions visant à restaurer la stabilité de ses relations essentielles. Trois mécanismes interdépendants structurent l'entrée en résilience :

- **La phase de suspension liminale**. Suite à l'effondrement des repères et des relations, en conséquence du choc subi, le système rentre dans une phase visant à permettre, d'une part, aux individus de trouver un nouvel équilibre psychologique, émotionnel et relationnel et, d'autre part, à l'émergence d'une structure sociale temporaire reposant sur de nouvelles relations fondées en particulier sur la solidarité hors des contraintes de travail relatives à l'activité de l'organisation et à la gestion de la douleur.
- **La phase de compassion**. Afin de rebâtir des relations de confiance et de cohésion entre les individus, les interactions entre individus doivent être réalisées de manière précautionneuse en s'adaptant aux besoins émotionnels, physiques et sociaux des interlocuteurs. En outre, des échanges spécifiques dédiés aux partages d'expériences permettent de reconnecter les individus entre eux.
- **La phase de redondance relationnelle**. Dans la perspective de permettre l'émergence d'une nouvelle structure organisationnelle permettant de faire face à la situation d'exception, un réseau d'échange d'informations et de communication, visant à intégrer l'ensemble des individus du système, se met en place. Deux mécanismes structurent ce processus. Le premier est l'augmentation des connexions entre individus afin d'échanger sur les informations critiques nécessaires à la reprise du contrôle de la situation. Le second est l'acceptation de la redondance et de l'excès d'échanges et d'interactions au sein du système. La persistance des relations est assurée par l'augmentation et la redondance des interactions.

Le modèle d'entrée en résilience proposé par Powley positionne les relations entre les individus du système au cœur des mécanismes de résilience et distingue une phase de développement des capacités relationnelles reposant sur le retour à un équilibre émotionnel des différents individus du système et l'émergence de relations de confiance et de cohésion entre les individus et une phase de communication et d'échange redondant entre l'ensemble des individus, indépendamment de la structure sociale initiale, afin de créer le potentiel de résilience du système. Ce potentiel de résilience vise à permettre la guérison organisationnelle du système.

Les concepts de guérison organisationnelle et d'organisations vertueuses sont discutés par Powley (Powley and Cameron 2008; Powley and Powley 2012; Powley 2013). Ils visent à étendre le concept d'entrée en résilience et à définir les étapes clés permettant à une organisation de surmonter un traumatisme. L'élaboration du modèle de guérison organisationnelle repose sur une analogie avec la guérison physiologique de la peau suite à une agression externe. Trois phases sont considérées :

- **L'inflammation.** Lors de la survenue d'une lésion physique sur la peau, un mécanisme physiologique se déclenche entrainant un gonflement dû à l'injection de sang, de protéines et de coagulants qui convergent au niveau de la plaie, la création de nouveaux tissus empêchent des corps étrangers d'entrer dans la plaie. Par analogie, l'agression d'une organisation engendre la suspension des activités de routines et l'allocation des ressources à la résolution des problèmes engendrés par les conséquences de l'agression et prévenir l'escalade de la situation. La priorité du responsable de la gestion de crise est d'identifier et hiérarchiser les besoins des individus impliqués et de minimiser l'impact organisationnel de la crise (juridique, politique, économique, etc.)
- **La prolifération.** La deuxième phase consiste en une production de collagène qui favorise la formation des tissus de connexion sous la surface et crée de nouvelles voies vasculaires et cellulaires. Une couche épithéliale prolifère pour produire un revêtement de la peau. Par analogie, un réseau social se met en place par la création de liens entre les acteurs du système et des acteurs externes dans une perspective de compassion et de soutien social. Cette première couche permet de progressivement rebâtir un réseau social opérationnel permettant de construire de nouvelles routines, tâches et processus nécessaires au fonctionnement du système en prenant en considération le nouveau contexte organisationnel. La priorité du responsable de la gestion de crise est de favoriser la création de liens solides entre les acteurs de la gestion de crise, de trouver comment adapter les routines et les pratiques originelles avec le nouveau contexte tout en considérant l'état et les besoins des individus.
- **Le remodelage.** La troisième phase se réfère au développement de l'élastine qui renforce le tissu conjonctif et à la mise en place du fonctionnement des voies vasculaires. Des couches de tissus sont imprégnées de l'élastine afin de favoriser plus de flexibilité, une amplitude accrue des mouvements et une croissance continue. Par analogie, la nouvelle structure organisationnelle se met progressivement en place. Des processus d'apprentissage permettent de renforcer l'organisation pour prévenir la survenue d'une nouvelle occurrence de l'agression et de mieux se préparer et se protéger pour en diminuer les conséquences. Il s'agit également de célébrer les succès de la gestion de crise et de renforcer les relations sociales qui ont émergées pendant la crise. La priorité du responsable de la gestion de crise est de diffuser l'expérience acquise lors de la crise au sein de l'organisation et de développer et/ou renforcer les nouvelles normes et standards visant à un comportement plus moral et éthique et favoriser la construction d'une culture de type familial avec des cérémonies et des rituels.

Afin de soutenir les différentes phases de ce processus organisationnel, quatre mécanismes clés sont considérés : l'empathie, les interventions de guérison, l'effort collectif et le leadership. L'empathie permet une réponse sensible au début du processus et renforce les relations à mesure qu'elles grandissent pendant la prolifération. Les événements perturbateurs induisent une sensibilité à la fin ou la mortalité, de l'homme ou de l'organisation. L'empathie est un mécanisme qui favorise et encourage les relations sociales positives tout au long du processus ce qui va favoriser une dynamique organisationnelle positive. Les interventions de guérison correspondent à des interventions de ressources internes ou externes qui aident à protéger contre la peur et l'intimidation, stimulent les processus sociaux, et permettent la croissance et la reconstruction. L'effort collectif traduit le fort sentiment d'identification des acteurs du système à l'organisation et à la mission de l'organisation permettant de reprendre et renforcer les processus sociaux et organisationnels. Le leadership est une composante essentielle du processus permettant de structurer et maintenir la cohésion entre les différents acteurs du système.

## 2. Application à l'étude de la catastrophe de Fukushima

La finalité de cette section est de présenter les résultats d'une première analyse du témoignage de Masao Yoshida, directeur de la centrale nucléaire de Fukushima Dai Ichi. Après avoir présenté un résumé des faits, la grille de lecture déduite des travaux sur l'entrée en résilience est présentée puis les premiers acquis de son application sont décrits.

### 2.1 La catastrophe de la centrale nucléaire de Fukushima Dai Ichi

La centrale nucléaire de Fukushima Dai Ichi est située sur le territoire d'Okuma, pour les tranches 1 à 4, et de Futaba, pour les tranches 5 et 6, dans la préfecture de Fukushima. A 250 kilomètres au nord de Tokyo, c'est la première centrale entièrement construite et exploitée par the Tokyo Electric Power Company (TEPCO), qui exploite également la centrale nucléaire de Fukushima Dai Ni. Les six réacteurs sont dits à eau bouillante (REB). Dans ce type de réacteur les noyaux d'uranium absorbent

des neutrons puis se divisent en deux noyaux plus légers, dégageant ainsi de l'énergie et deux ou trois neutrons qui participent à la réaction en chaîne. Cette énergie conduit à l'évaporation de l'eau présente dans la cuve du réacteur. La vapeur générée fait tourner des turbines qui génèrent ainsi de l'électricité. La vapeur est ensuite récupérée, condensée et filtrée puis rejetée sous forme liquide dans le cœur du réacteur dans un circuit fermée (Guarnieri et al. 2015)

Le 11 mars 2011, environ six mille quatre cents personnes, dont sept cent cinquante employés de TEPCO, se trouvent sur le site de la centrale. Les réacteurs 1, 2 et 3 sont en fonctionnement, alors que les réacteurs 4, 5 et 6, sont en arrêt programmé. À 14h46, un séisme de magnitude 9 se produit. Son épicentre est localisé à 180 km au large de Fukushima Dai Ichi. Le système d'arrêt d'urgence des trois premiers réacteurs est activé automatiquement. Les salariés de TEPCO qui ne sont pas assignés au pilotage des réacteurs et les sous-traitants qui n'ont pas quitté le site se réfugient dans le bâtiment antisismique, abritant la cellule de crise. Celle-ci est supervisée par Masao Yoshida, le directeur de la centrale. A la suite du séisme, une alerte au tsunami est lancée par l'Agence Météorologique du Japon.

Les vagues les plus hautes arrivent sur la côte 41 minutes après le séisme. Leur amplitude est estimée entre 11,5 m et 15,5 m. Étant donné que la centrale est située à environ 10 m au-dessus de la mer, le niveau de l'eau dans les différentes installations a pu atteindre 1,5 à 5,5 m. L'inondation endommage des pompes, des panneaux électriques, des batteries et des générateurs diesel de secours. Des machines, notamment des véhicules, sont détruits et des gravats sont dispersés sur le site. Les bouches d'égout découvertes, les routes détériorées et les bâtiments endommagés par le séisme compliquent l'accès à la centrale et le déplacement des travailleurs. De plus, l'échange d'informations entre la cellule de crise, les équipes de pilotage et les agents présents sur le terrain est entravé par la dégradation des moyens de télécommunication. Le courant alternatif des réacteurs 1 à 5 est perdu dans les cinq minutes suivant le tsunami. Le courant continu des réacteurs 1, 2 et 4 est à son tour perdu peu de temps après. L'absence de source électrique provoque la perte de l'éclairage, des instruments de mesure, de contrôle et de commande. Les réactions 1, 2 et 3 ne sont pas refroidies pendant plusieurs heures et fondent en grande partie entre le 11 et le 13 mars.

L'accident dure cinq jours pendant lesquelles trois explosions se produisent aux bâtiments réacteurs 1, 2 et 3 et un incendie au réacteur 4. Les conditions autour des réacteurs sont impraticables, les hommes doivent travailler dans le noir et supporter l'isolement par rapport au monde extérieur qui ne veut ou ne peut pas intervenir du fait, notamment, des radiations.

### 2.2 Proposition de grille de lecture fondée sur l'entrée en résilience

Le modèle d'entrée en résilience est structuré en trois phases (Cf. Figure 1.). Nous présentons une interprétation des travaux de Powley par trois phases équivalentes à trois niveaux d'échelle. Les différents thèmes, mécanismes et phases sont regroupés par rapport à leur niveau d'échelle : de l'individu, au groupe puis au système sociotechnique. Ces trois niveaux échelles relèvent de trois phases. La première relative au rétablissement de l'équilibre physiologique et psychologique des acteurs du système. La deuxième concerne le rétablissement d'une structure sociale au sein du système. La troisième est dédiée au rétablissement de l'équilibre entre l'organisation et son environnement. Pour chacune des trois phases, une grille de lecture est proposée à partir des différents modèles présentés par Powley.

Figure 1. Proposition d'un *modèle d'entrée en résilience*

Pour chacune des phases du modèle, un ensemble de marqueurs sont identifiés. Ils sont présentés dans le tableau suivant (cf. Table 3.).

| Phase.1 | Phase 2. | Phase 3. |
|---|---|---|
| Effondrement des repères, des relations et des activités routinières suite à un évènement.<br><br>Période temporelle temporaire dédiée à la récupération physiologique, émotionnelle et relationnelle.<br><br>Réalisation par le système d'un diagnostic visant à évaluer l'état psychologique, physiologique et émotionnel des agents du système.<br><br>Mise en œuvre organisée ou spontanée d'interactions visant à soutenir le rétablissement des différents agents du système. | Occurrence d'interactions entre agents du système portant sur l'échange et le partage d'expériences relatives au choc.<br><br>Les interactions entre individus sont réalisées de manières précautionneuses et s'adaptent aux besoins émotionnels, physiques et sociaux des interlocuteurs.<br><br>Le système favorise la création de liens solides entre les individus du système. | Augmentation des connexions et des échanges d'informations entre les acteurs du système.<br><br>Tolérance de la redondance et de l'excès d'échange d'informations.<br><br>Elaboration et adaptation de nouvelles routines, tâches et processus adaptés au nouvel environnement<br><br>Remise en routes des fonctions essentielles du système.<br><br>Apprentissage des leçons de l'événement<br><br>Prévention de la survenue de situations équivalentes<br><br>Valorisation des comportements ayant favorisés le retour à la normale<br><br>Organisation de célébrations pour préserver la mémoire de l'événement et maintenir la cohésion entre les acteurs du système |

**Table 3.** *Critères d'analyse de l'entrée en résilience*

L'ensemble des critères identifiés va servir de support à l'analyse du témoignage du directeur de la centrale de Fukushima Dai Ichi.

**2.3 L'étude du témoignage du directeur de la centrale de Fukushima Dai Ichi**

La finalité de cette section est d'étudier le témoignage de Masao Yoshida effectué lors des auditions réalisées les 22 et 29 juillet 2011 (Franck Guarnieri et al. 2015). Une lecture linéaire du texte est réalisée et les éléments de discours relevant des différents critères sont répertoriés. Les sections suivantes présentent les premiers résultats.

2.3.1 La restauration de l'équilibre psychologique, émotionnel et relationnel de l'ensemble des acteurs du système.

L'événement survenu au sein de la centrale nucléaire a engendré un effondrement des repères, des relations et des activités routinières. Le témoignage de Masao Yoshida démontre que les conséquences de l'événement sont violentes physiquement et moralement et engendre un choc psychologique entrainant une perte des repères (cf. Table 4.).

| |
|---|
| « les secousses sont devenues de plus en plus violentes. Je ne pouvais plus tenir debout. Les choses qui étaient sur les étagères sont tombées, le téléviseur s'est aussi renversé brutalement (…) tous les faux plafonds étaient tombés, les documents des étagères étalés partout par terre » (Guarnieri et al. 2015, p.82) |
| « Sur ce, on apprend que les générateurs diesel ne fonctionnent plus, on se dit que ce n'est pas possible et enfin, on se dit que le tsunami a dû arriver, et c'est comme ça que petit à petit tout le monde tombe d'accord, arrive à la même conclusion. Là, à ce moment-là, c'est la stupéfaction » (*ibid*, p.104). |
| « Là, pour être tout à fait franc, j'étais anéanti. Moi-même, je veux dire. Je me disais que nous étions face à une situation terrible. Mais cela ne servait à rien de se lamenter. À l'évidence, nous allions vers un accident majeur et il fallait s'y préparer. Voilà, ce que je me suis dit. Si je devais parler du ressenti, je dirais que c'était tout d'abord la constatation que quelque chose de terrible était arrivé » (*ibid*, p.106). |
| « Dans ces conditions, il y avait des choses qu'on n'arrivait pas à expliquer. Des choses qu'on ne pouvait même pas imaginer dans notre pauvre tête. Pour nous, quand on a vu les indicateurs, les chiffres étaient complètement invraisemblables. C'est comme ça qu'on l'a vécu » (*ibid*, p.129). Cet accident menace la vie des hommes sur place : « je pensais qu'on allait mourir » (*ibid*, p.216), encore « Je crois que c'est le moment où j'ai vraiment touché le fond. Je nous voyais tous morts. (…) je n'avais plus l'impression d'être en vie. J'étais mort » (*ibid*, p.266). |
| « On n'arrivait plus rien à voir » (*ibid*, p.97). Les actions ne disposent d'aucun rythme car les informations n'arrivent pas à la cellule de crise : « J'entends qu'on a perdu toutes les sources de courant alternatif, que les générateurs diesel ne marchent plus et nous sommes surpris, incrédules. À ce moment-là, là où nous étions, nous n'avions pas de caméra surveillant la mer. On était dans une situation où les données de la caméra de surveillance n'arrivaient pas du côté de la table ronde. Et donc nous ne savons rien de ce qui se passe à l'extérieur » (*ibid*, p.104). « Nous sommes tous tellement terrassés que nous sommes sans voix » (*ibid*, p.120). « Si vous imaginez l'ambiance de la salle à ce moment-là, c'est la confusion. Toutes sortes de rapports verbaux, des préoccupations sur la survie des uns et des autres » (*ibid*, p.93). |

**Table 4.** *Eléments du témoignage illustrant la première phase du modèle d'entrée en résilience 1/3*

Le témoignage de Yoshida ne fait pas ressortir d'une période temporelle spécifiquement dédiée à la prise en charge psychologique des acteurs du système, néanmoins il en ressort une prise en compte simultanée de l'état des acteurs et des actions à mener pour gérer la situation de crise. En outre Yoshida va assumer son rôle de leader (cf table 5.).

| |
|---|
| « tout le monde était bouleversé par le séisme, alors je me rappelle bien leur avoir dit de reprendre leur sang-froid. Ça, je le leur ai dit. Qu'il fallait qu'ils retrouvent leur sang-froid, qu'il ne fallait pas qu'ils s'affolent, qu'il fallait qu'ils procèdent aux vérifications posément » (*ibid*, p.93). |
| « J'ai demandé plusieurs fois si le RCIC était bien en marche. Sur le terrain, ils ne pouvaient plus voir les indicateurs. Malgré ça, je leur demandais de le vérifier. Et là, je ne l'ai su que plus tard, ils ont dû faire des sacrifices énormes pour me donner satisfaction. Car, pour vérifier le fonctionnement du RCIC, ils devaient pénétrer dans le bâtiment réacteur. Je n'ai pas été assez vigilant. Je savais que la vérification serait difficile » (*ibid*, p.200). |

**Table 5.** *Eléments du témoignage illustrant la première phase du modèle d'entrée en résilience 2/3*

Le 14 mars à 11h01, alors que le réacteur 1 a déjà explosé, le bâtiment réacteur 3 explose à son tour. A partir de ce moment l'essentiel est de reprendre le contrôle de la situation et éviter son escalade, le bien-être psychologique des agents n'est pas la priorité, même si le directeur fait preuve d'empathie et de reconnaissance envers ses agents. En effet, Masao Yoshida est à ce moment au cœur de la crise, il ne peut donc prendre particulièrement en charge le bien-être des hommes sur le terrain (cf. Table 6.)

| |
|---|
| « On a appris que quatre personnes avaient été blessées, dont une assez grièvement. J'ai fait prendre des nouvelles et je sais que personne n'y a perdu la vie et que tous ont repris du service, depuis, au sein du groupe, ce qui m'a rassuré » (*ibid*, p.255). |
| « si c'était vrai et qu'effectivement il y avait quarante morts, j'étais décidé à me faire hara-kiri » (*ibid*, p.254) |

**Table 6.** *Eléments du témoignage illustrant la première phase du modèle d'entrée en résilience 3/3*

2.3.2 La mise en place d'une structure sociale.

Le témoignage fait ressortir une interaction forte entre le directeur et ses agents. Il ne supporte pas qu'on leur porte critique ce qui témoigne d'un fort sens de la communauté. Il se perçoit aussi dans le sens qu'il voit son groupe d'appartenance dans la centrale pendant l'accident comme différent des groupes extérieurs (cf. Table 7.).

« Je le leur ferais payer à tous ceux qui ont pu dire une chose pareille. Vraiment. Je vous en prie, vengez-nous, à notre place. Nous en avons bien besoin »

« C'est là où il y a un réel décalage entre ceux qui sont véritablement sur le terrain, ceux qui sont quand même proches du terrain, comme la cellule de crise, et ceux qui sont vraiment loin du terrain, par exemple le siège » (*ibid*, p.138).

**Table 7.** *Eléments du témoignage illustrant la deuxième phase du modèle d'entrée en résilience 1/2*

Il ressent de l'empathie pour les hommes sur le terrain, même s'il se rend compte des sacrifices que les hommes ont pu faire, il se doit de garder son rôle de leader et de maîtriser l'accident. Il parvient ainsi à créer un climat d'harmonie et d'unité.
Le témoignage illustre une forte cohésion dans le groupe lors de la prise de décision et une confiance entre les hommes : concernant le mécanisme d'effort collectif il faut pouvoir attester d'un fort sentiment d'identification des individus à l'organisation et ses missions. Ce mécanisme transparaît par rapport au volontariat des hommes à retourner sur le terrain, malgré les conditions radiologiques, après l'explosion du réacteur 3 (cf. Table 8).

« le personnel qui était sur le terrain a encore beaucoup plus souffert que moi » (*ibid*, p.162)

« Je le leur ai demandé, humblement. C'est à ce moment-là que j'ai vécu une des plus grandes émotions de ma vie. Ils voulaient tous retourner sur le terrain, ils se bousculaient même. J'ai dû les modérer. La précipitation aurait été dangereuse et contreproductive » (*ibid*, p.259).

« Ils voulaient tous retourner sur le terrain, ils se bousculaient même (...) c'est là que la plupart de ces hommes ont été irradiés quasiment à la limite des valeurs tolérées » (*ibid*, p.259).

**Table 8.** *Eléments du témoignage illustrant la deuxième phase du modèle d'entrée en résilience 2/2*

2.3.3 Le rétablissement de l'équilibre entre l'organisation et son environnement.

Le témoignage du directeur de la centrale illustre les comportements spontanés visant à soutenir les activités au sein de la centrale (cf. Table 9).

« elle s'occupait de faire venir l'essence pour les pompiers, qui accueillait, s'occupait des pompiers et des unités de secours des pompiers de Tokyo, qui viendront plus tard. Elle était extrêmement efficace dans son travail. On a parlé d'elle dans le journal. C'est la femme qui a dépassé le seuil de la contamination interne. Ce n'est pas seulement une histoire d'irradiation. C'était une personne dévouée, elle se sentait investie d'une mission, c'est pour ça qu'elle travaillait ainsi » (*ibid,* p 268)

« elle travaillait depuis longtemps dans le groupe « prévention », c'était une personne qui avait un sens du devoir très fort et on n'a pas pu lui faire quitter les lieux, je veux dire qu'elle n'a pas voulu quitter les lieux » (*ibid,* p.269)

**Table 9.** *Eléments du témoignage illustrant la troisième phase du modèle d'entrée en résilience 1/3*

Le témoignage indique également de la mise en place de processus de partage d'informations en parallèle de cadre légal et du groupe de référence, à savoir le partage avec les organes institutionnels (cf. Table 10).

« Alors, j'ai effectivement annoncé à ceux qui se trouvaient à la table de crise qu'on allait arrêter, mais j'avais discrètement pris à part le responsable du groupe « sûreté », XXXXX, qui était en charge de l'injection et lui avais dit que j'allais annoncer à la cantonade qu'on allait arrêter l'injection, mais que lui, à aucun prix, ne devait arrêter d'envoyer l'eau. Ensuite j'ai fait un rapport au siège pour dire qu'on avait arrêté » (*ibid*, p.118).

**Table 10.** *Eléments du témoignage illustrant la troisième phase du modèle d'entrée en résilience 2/3*

Les faits décrits dans le témoignage ne relèvent pas d'un retour à un état de normalité en adaptant le cadre normatif à un nouvel environnement, mais de l'identification de solutions ne relavant d'aucun cadre normatif pour solutionner des problèmes inédits au sein d'un environnement hostile (cf. Table 11).

« Par hasard, d'autres camions sont arrivés de l'extérieur et, en passant d'un camion à trois, on a réussi à augmenter la pression de sortie. Et tout ça s'est fait sur le terrain en improvisant » (*ibid*, p.153).

« Pour moi, la seule chose que je sais, c'est que, finalement, personne n'a rien fait pour nous » (*ibid,* p.240). Par rapport aux ressources internes, soit elle dysfonctionnent : « les bouches à incendie n'ont pas permis de délivrer de l'eau, parce que le réseau de lutte contre le feu, qui était enterré, avait fondu » (*ibid,* p.239) soit elles sont manquantes et il faut adapter d'autres solutions « chercher des batteries de voiture, de les monter dans les salles de commande et de les utiliser comme source d'énergie » (*ibid*, p.115)

**Table 11.** *Eléments du témoignage illustrant la troisième phase du modèle d'entrée en résilience*

L'étude du témoignage du directeur de la centrale nucléaire de Fukushima Dai Ichi à l'aide de la grille de lecture de l'entrée en résilience permet d'illustrer un ensemble des critères de la grille. Ces résultats préliminaires vont servir à la fois à initier une étude approfondie du témoignage afin d'identifier un ensemble de leçons et d'enrichir le modèle d'entrée en résilience et de la grille de lecture associée.

## Conclusion

La finalité de cet article était de décrire une première grille de lecture fondée sur la notion d'entrée en résilience visant à permettre l'identification de leçons originales à l'issue de crises et d'évènements extrêmes. Après avoir présenté un état de l'art des modèles de dynamiques organisationnelles en situation de crise, le concept de l'entrée en résilience est discuté. Dans un second temps, une grille de lecture a été déduite du modèle et les résultats d'une première application au témoignage du directeur de la centrale nucléaire de Fukushima Dai Ichi.

La grille d'analyse proposée repose principalement sur la persistance des relations et la récupération individuelle or ces critères ne peuvent être prégnants pour étudier un accident qui dépasse nettement l'échelle de l'individu ou du groupe. Une autre limite repose sur le but du modèle de Powley et le cas qu'il étudie. Powley propose un modèle d'entrée en résilience pour montrer ce qui va favoriser le retour au travail des agents impactés or les hommes sur le terrain lors de l'accident de Fukushima Dai Ichi ne pourront plus retrouver les conditions initiales de leurs professions. Pour ce modèle, Powley part d'un cas de fusillade dans une université, ce qui ne nécessite pas que tous les personnels agissent pour maintenir la structure, le risque majeur concerne particulièrement les personnes à l'intérieur du bâtiment pendant l'attaque alors que pour l'accident de Fukushima Dai Ichi les personnels sont et/ou se sentent responsables pour les habitants et régions alentours. Le cas étudié par Powley ne nécessite donc pas nécessairement un engagement fort des acteurs, engagement attesté par les mots de Yoshida lors des auditions. A ces limites s'ajoutent une difficulté importante concernant l'étude-même du témoignage : nous n'avons pas mené les entretiens et ne pouvons donc connaître, par exemple, les expressions physiques de Masao Yoshida qui peuvent pourtant être particulièrement éclairantes.

Deux perspectives de recherche vont structurer la suite de ces travaux. Dans un premier temps, la consolidation du modèle d'entrée en résilience en considérant les autres modèles de dynamiques de systèmes résilients et des modèles de sciences humaines et sociales relatifs à la structure, dynamique et résilience des individus, des collectifs et des organisations. Dans un second temps, l'analyse des témoignages doit être approfondie afin d'identifier des leçons pouvant servir de support à du retour d'expérience.

## 7 Remerciements

Recherche soutenue financièrement par le ministère de la défense – Direction Générale de l'Armement (DGA).

## 8 Références

Adger, N.W. 2000. "Social and Ecological Resilience: Are They Related?" *Progress in Human Geography* 24 (3): 347–64.

Alexievitch, S.A. 2004. *La supplication*. Translated by Galia Ackerman and Pierre Lorrain. Paris: J'ai lu.

Baardwijk, N., and Reinmoeller, P. 2005. "The Link between Diversity and Resilience." *MIT Sloan Management Review* 46 (4): 61–65.

Béné, C., Godfrey Wood, R., Newsham, A., and Davies, M.2012. *Resilience New Utopia or New Tyranny? Reflection about the Potentials and Limits of the Concept of Resilience in Relation to Vulnerability Reduction Programmes*. Brighton: IDS.

Boyden, J., and Mann, G. 2005. "Children's Risk, Resilience, and Coping in Extreme Situations." *Handbook for Working with Children and Youth: Pathways to Resilience across Cultures and Contexts*, 3–26.

Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., and Webb, J. 2008. "A Place-Based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters." *Global Environmental Change* 18 (4): 598–606.

Cyrulnik, B., and Seron, C.2013. *La résilience ou comment renaître de sa souffrance ?* Paris: Éd. Fabert.

Douglas, M., and Wildavsky, A.1983. *Risk and Culture*. Berkeley and Los Angeles, CA: University of California Press.

Guarnieri, F., and Przyswa, E. 2016. "De La Notion D'entrée En Résilience." In *L'accident de Fukushima Dai Ichi : Le Récité Du Directeur de La Centrale. Volume II*, 255–372. Paris: Presse des Mines.

Guarnieri, F., Travadel, S., Martin, C., Portelli, A.,, and Afrouss A.,. 2015. *L'accident de Fukushima Dai Ichi: le récit du directeur de la centrale. Volume I, L'anéantissement*. Paris: Presses des Mines.

Gunderson, L.H., and. Holling, C.S. eds. 2002. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington, DC: Island Press.

Holling, C.S. 1973. "Resilience and Stability of Ecological Systems." *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1–23.

Hollnagel, E., Paries, J., Woods, D., and Wreathall, J., eds. 2010. *Resilience Engineering in Practice: A Guidebook*. Ashgate Studies in Resilience Engineering. Farnham: Ashgate.

Hollnagel, E., Woods, D.D., and Leveson, N.G. 2006. *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*. Aldershot: Ashgate Publishing.

Norris, F.H., Stevens, S.P., Pfefferbaum, B., Wyche, K.F., and Pfefferbaum, R.L. 2008. "Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness." *American Journal of Community Psychology* 41 (1-2): 127–50.

Paton, D., & Johnston, D. (2001). Disasters and communities: Vulnerability, resilience, and preparedness. Disaster Prevention and Management, 10, 270–277.

Plodinec, M.J. 2009. "Definitions of Resilience: An Analysis." *Oak Ridge: Community and Regional Resilience Institute (CARRI)*.

Powley, E.H. 2009. "Reclaiming Resilience and Safety: Resilience Activation in the Critical Period of Crisis." *Human Relations* 62 (9):

Powley, E.H. 2013. "The Process and Mechanisms of Organizational Healing." *The Journal of Applied Behavioral Science* 49 (1): 42–68.

Powley, E.H., and Cameron, K.S.2008. "Organizational Healing: Lived Virtuousness amidst Organizational Crisis." In *The Virtuous Organization: Insights from Some of the World's Leading Management Thinkers*, edited by C.C. Manz, 21–44. Singapore: World Scientific.

Powley, E.H., and Powley, W. 2012. "Building Strength and Resilience : How HR Leaders Enable Healing in Organizations." *People and Strategy* 35: 42–47.

Richardson, Glenn E. 2002. "The Metatheory of Resilience and Resiliency." *Journal of Clinical Psychology* 58 (3): 307–21.

Saint-Arnaud, S., and Bernard, P. 2003. "Convergence or Resilience? A Hierarchical Cluster Analysis of the Welfare Regimes in Advanced Countries." *Current Sociology* 51 (5): 499–527.

Selye, H. 1955. "Stress and Disease." *The Laryngoscope* 65 (7): 500–514.

Stallings, R.A. 2006. "Disaster and the Theory of Social Order." In *What Is a Disaster? Perspectives on the Question*, edited by E.L. Quarantelli, Digital print, 127–45. London: Routledge.

Travadel, S., and Guarnieri, F. 2015. "L'agir En Situation Extrême." In *L'accident de Fukushima Dai Ichi, Le Récit Du Directeur de La Centrale*, edited by Guarnieri, Travadel, Martin, Portelli, and Afrouss, 1. L'anéantissement:283–321. Paris: Presses des Mines.

UNISDR 2009, Terminologie pour la prévention des risques de catastrophe, ISDR.

Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R., and Kinzig, A. 2004. "Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems." *Ecology and Society* 9 (2): 5–13.

Weick, K.E., and. Sutcliffe, K.M. 2007. *Managing the Unexpected: Resilient Performance in an Age of Uncertainty*. 2. ed. San Francisco, Calif: Jossey-Bass.

Wildavsky, A. 1991. *Searching for Safety*. New Brunswick: Transaction Publ.
Woods D. D., 2006. Essential Characteristics of Resilience, in Hollnagel E., Woods D., Leveson N., Resilience Engineering: Concepts and Precepts, Ashgate.