

Erreur humaine et facteur humain : analyse comparée des crises technologiques majeures et des catastrophes naturelles.

Gilles Teneau, professeur associé ISC, Gilles_teneau@yahoo.fr ,148 Bd Macdonald 75019 Paris, 0677802681

Nicolas Dufour, doctorant Cnam LIRSA, Enseignant IFPASS-ENASS, 25 rue de l'Eglise Antony, 06 98 71 79 15, nicolas.dufour92@gmail.com

Max Moulin, officier de marine, Ingénieur INSTN, Max.moulin@noos.fr 200 rue St Jacques 75005 Paris

Erreur humaine et facteur humain : analyse comparée des crises technologiques majeures et des catastrophes naturelles.

Résumé

L'erreur humaine a fait l'objet d'études dès la fin du XIX^e siècle, mais c'est à partir du XX^e siècle avec l'avènement de l'ère industrielle, le développement des transports maritimes et aériens et ses premières catastrophes que l'étude de cette dernière prendra tout son sens. L'apparition de systèmes de plus en plus complexes dans les domaines aéronautique et nucléaire notamment, a conduit à évaluer de manière scientifique leur fiabilité d'abord par une approche déterministe traditionnelle de l'ingénieur, puis face à une complexité croissante par une approche probabiliste. Cette approche probabiliste a mis en évidence le rôle clé de l'opérateur humain pour certaines opérations non automatisables ou pour la gestion de situations incidentelles ou accidentelles non prévues. Les récentes catastrophes, qu'elles soient d'origine naturelle ou technologique, ont montré qu'une gestion de catastrophe majeure pouvait s'apparenter à la gestion d'un système complexe voire à un système de systèmes comportant des composantes humaines et sociétales, incluant la population, au comportement difficilement prédictible. Les situations catastrophiques non prévues, prenant au dépourvu les opérateurs comme les pouvoirs publics, ont mis en évidence la nécessité de mieux comprendre le phénomène d'erreur humaine dans la prise de décision. Les auteurs proposent une ébauche de méthodologie d'analyse de l'erreur humaine en situation de crise extrême.

Mots-clés : erreur humaine, erreur de représentation, risques environnementaux, facteur humain.

Introduction

Les « principes de psychologie » de James (1890) fournissaient presque tous les éléments nécessaires à une théorie de l'erreur humaine. Méringier (1895) mène les premières recherches déterminantes sur l'erreur. Des accidents tragiques (Science et Vie, 2012) tel le naufrage du Titanic en 1912, l'explosion du dirigeable Hindenburg en 1937, la catastrophe du Pont de Tacoma en 1940, la rupture du barrage de Malpasset en 1959, autant de catastrophes qui ont remis en jeu les certitudes scientifiques au regard du progrès. Des accidents majeurs comme Three Miles Island, 1979 (Laporte, 1982), Bhopal, 1984 ; Tchernobyl, 1986,...) ont révélé que les causes de ces accidents pouvaient se situer au niveau des sphères managériales et organisationnelles des systèmes complexes et non pas uniquement au niveau où le travail est réalisé par les opérateurs. Les systèmes technologiques, sociétaux et humains sont mis à rude épreuve, (Shrivastava, 1993) ils évoluent dans un contexte de turbulences, de crises (Gilbert, 2002). La multiplication d'accidents et de catastrophes a conduit les chercheurs à réfléchir à une autre approche de la sécurité des systèmes complexes articulée autour de la capacité d'une organisation à conserver ou à recouvrer rapidement un état stable, lui permettant de poursuivre ses activités durant et après un accident majeur (Wreathall, 2006). Rapidement, l'objectif d'évitement total de l'erreur a été abandonné car irréaliste d'un simple point de vue théorique, la sécurité s'est naturellement déplacée vers une perspective plus systémique (Reason, 1997 ; Rasmussen, 1991, 1999). Ces accidents ont fait prendre conscience des limites de ces méthodes de quantification des erreurs et de la nécessité de développer de nouveaux cadres de description visant à mieux appréhender la composante humaine dans sa

dimension cognitive. Hollnagel, Woods et Leveson (2006) ont mis l'accent sur les conditions d'un meilleur couplage homme - machine, qui ferait considérer le risque lié aux systèmes plus par leur dynamique d'interaction que par les risques de défaillances des composantes isolées de ce système (Amalberti, 2009). Les catastrophes survenues à Bangkok, Sumatra, les îles Samoa en 2009, soulignent la nécessité de renforcer la préparation aux catastrophes, les acteurs impliqués reconnaissent de plus en plus le rôle crucial de la préparation aux catastrophes¹.

De telles considérations supposent d'appréhender le concept d'erreur humaine sous l'angle théorique avant d'envisager, dans une perspective empirique, sa traduction dans le cadre spécifique des catastrophes naturelles où l'erreur humaine trouve un terrain favorable.

1. De l'erreur humaine à l'erreur de représentation, ontologie du concept

1.1. Une théorie de l'erreur humaine.

Nos travaux portent sur les risques majeurs qui sont des aléas se produisant dans des zones vulnérables affectant les activités humaines, technologiques, environnementales. Selon le conseil de l'Europe, le risque majeur consiste en une fréquence faible combinée à de nombreuses victimes, d'importants dégâts matériels ou des impacts significatifs sur l'environnement. Cette description inclut le risque naturel et les risques technologiques. La courbe de Farmer (1967), comporte 3 domaines, le premier domaine concerne les risques individuels de la vie quotidienne, le second domaine les risques moyens de temps en temps, le troisième domaine, les risques collectifs rares, caractérisés par une fréquence faible et une gravité élevée. La difficulté de gestion des risques majeurs est liée à l'imprévisibilité, en raison de la faible fréquence constatée de la survenue d'un tel risque.

Une erreur humaine se définit par rapport à un risque donné, en fonction de l'enjeu (probabilité de survenance et potentiel d'accumulation catastrophique du risque). Le risque dans l'organisation consiste à l'appréhender comme la convergence d'une menace, le plus souvent externe à l'organisation, laquelle exploite une vulnérabilité interne à celle-ci, en vue de causer un dommage aux actifs ou aux personnels de ladite organisation. Le risque est avant tout culturel car la perception que l'on peut en avoir est culturellement définie (Peretti-Watel, 2000). Le risque consécutif à une erreur humaine, selon l'enjeu, donne à cette notion une importance capitale.

La compréhension des différentes causes de défaillance d'un système complexe est un préalable à la construction d'une démarche de gestion des risques et des crises. J. Reason a proposé un modèle permettant de présenter les différentes causes possibles des défaillances et de montrer qu'elles se cumulent (Reason, 1993 ; Vincent, 2001). Ce modèle fait apparaître l'existence de deux types distincts de défaillance, d'une part les défaillances patentes ou erreurs actives, d'autre part les défaillances latentes. L'erreur active est l'erreur de l'acteur de première ligne qui va être en lien direct avec l'accident. Des exemples d'erreurs actives peuvent être mentionnés : erreur de dose de médicament lors de la prescription ou de la préparation, perforation d'un organe lors d'un acte invasif, erreur de diagnostic. La défaillance latente correspond à une caractéristique du système qui a contribué à la survenue de l'accident. Des exemples peuvent être évoqués: inadéquation de la compétence des

¹ Livre Blanc sur la sécurité et la défense nationale, 2008 ; HCFDC Rapports 2008 et 2012.

intervenants aux missions confiées, défaut d'organisation du travail ou de communication, surcharge de travail, fatigue, stress. L'erreur humaine joue un rôle dans la construction des organisations et la réalisation de dispositifs techniques.

Dans la plupart des cas, les défaillances latentes et patentes vont se cumuler pour aboutir à un accident. La compréhension de la survenance des accidents dans un système complexe impose la prise en compte des différentes sources de défaillance. La défaillance des systèmes complexes conduit donc à s'intéresser au facteur humain et au rôle de l'erreur humaine. La littérature montre l'importance de cette dernière. Ainsi, l'analyse des accidents impute 65 à 80 % des causes immédiates aux opérateurs de première ligne dans l'industrie et les transports publics (Hollnagel, 1993 ; Woods et al., 1994). Plusieurs paramètres sont à prendre en compte pour améliorer la sécurité des systèmes dont notamment celui incontournable l'impossibilité de supprimer l'erreur du fonctionnement humain (Reason, 1993).

L'erreur humaine est le reflet des stratégies performantes que l'homme met en place pour contourner les limitations de ses capacités. En effet, l'opérateur humain est limité en ressources, limité en rationalité (Simon, March, 1958), mais il ne subit pas cette limitation. Il organise sa cognition pour y faire face : réduction de la complexité, conduite par anticipation, fonctionnement par essai/erreur, conduite en parallèle de plusieurs tâches, économie des ressources faisant préférer un niveau de conduite automatique à un niveau de conduite contrôlé, etc. Cette manière de procéder s'accompagne de prises de risques car elle privilégie en pratique la performance aux dépens de l'analyse exhaustive des situations ou de la concentration sur une seule tâche. Le choix de cette « stratégie » par le cerveau humain prend en compte (même si quelquefois elle la surestime) la capacité de récupération en cas d'erreur. L'erreur est la conséquence naturelle de ce fonctionnement et ne peut pas être supprimée. De ce fait, les erreurs sont fréquentes dans les activités humaines, parfois plusieurs par heure, mais leur taux de détection et de récupération par leur auteur est également très élevé, de l'ordre de 80 % (Reason, 1993).

La fiabilité humaine est généralement quantifiée sous forme de probabilité allant de l'ordre de 10^{-1} à 10^{-3} par opération, (soit une chance sur dix à une chance sur mille) en fonction du niveau de formation et qualification de l'opérateur (Carnino, Wanner)

Reason propose alors une classification des différents mécanismes d'erreurs en trois catégories :

-Les **erreurs de routine** sont les plus fréquentes et renvoient au fonctionnement humain basé sur les habitudes. Il s'agit de défaillances dans la surveillance de l'exécution par les individus. L'action se déroule sans contrôle exécuté en conscience, pour des problèmes familiers. Le sujet n'a pas conscience de l'existence d'un problème.

-Les **erreurs d'activation de connaissance** impliquent que le sujet est face à une difficulté qu'il ne peut pas résoudre de manière conventionnelle, habituelle. Il a conscience d'avoir un problème et cherche une solution dont l'erreur va résulter. Il s'agit d'une mauvaise solution faisant suite à l'activation d'une mauvaise règle.

Cette erreur n'est pas nécessairement contradictoire avec l'idée que le sujet possède par ailleurs la connaissance de la bonne solution. Celui-ci n'a pas su ou pas pu l'activer s'en servir. Une autre solution, moins valide mais immédiatement disponible, s'est fait jour dans sa logique d'action.

-Les erreurs de **possession de connaissance**. Le sujet est ignorant de la solution du problème qu'il doit régler. Il fait appel à toute sa capacité de discernement, sa cognition, en vue de

déterminer une nouvelle solution. L'erreur peut alors apparaître sous diverses formes : bonne solution hors délais, mauvaise solution, etc.

L'erreur humaine apparaît comme une défaillance intrinsèque à la nature humaine. Elle est la fois une gêne à l'obtention d'une performance régulière et répétitive, et la source de défaillances plus graves qui mettent en péril la survie du système, par exemple par effet cascade ou domino, processus généralement observés dans les accidents..

Pour analyser l'émergence de l'erreur humaine, il s'agit de déterminer les causes et le contexte de cette erreur. En effet, tout système comporte en lui des conditions favorisant de l'erreur : défauts de conception, défauts de réglementation, carences du management. Il s'agit d'erreurs latentes. L'opérateur de première ligne révélera ces erreurs latentes par des erreurs patentes à l'occasion de circonstances particulières (Wanner, 2005).

L'analyse des accidents n'est plus centrée uniquement sur les erreurs des opérateurs. Elle l'est aussi sur la recherche d'insuffisances dans les défenses du système qui ont permis à l'erreur de l'opérateur, à la panne ou à toute combinaison des deux, de dégénérer en accident.

Pour faire progresser la sécurité, il convient de considérer que l'accident n'est pas uniquement lié à l'erreur de l'opérateur. L'accident est plutôt lié aux situations dans lesquelles une erreur humaine a pu survenir, et, par une « chaîne d'événements », conduire à l'accident par défaut de protections du système. L'accident n'est que le révélateur d'une ou plusieurs mauvaises défenses du système dans son ensemble. Un système sûr doit permettre de résister aux erreurs et aux pannes et de se protéger contre leurs conséquences : c'est l'approche systémique de la gestion des risques (Fraser, Henry, 2007 ; Darsa, 2011), ainsi que la thématique de la résilience (Weick, 1993 ; Teneau, Koninckx, 2010)².

Origines de l'erreur : 70 % des accidents sont causés par des erreurs humaines. La grande majorité des accidents a pour origine des erreurs de représentation et une mauvaise évaluation du risque encouru (Amalberti, 2001). Une erreur de représentation est une erreur au cours de laquelle un opérateur et/ou l'ensemble de l'équipage se fait une fausse image de la situation et ne parvient pas à rétablir l'image réelle. Sa démarche de correction de la situation est cohérente avec l'image qu'il a pu construire, mais est en général mal adaptée à la réalité (Carnino et al., 1986). Pour Jean-Claude Wanner, (2005) il existe deux facteurs sources d'erreur humaine. Les erreurs dues à une mauvaise utilisation de l'information ainsi que les erreurs dues au fait que l'opérateur, suite à la succession des événements précédents qu'il ne remet pas en cause, se bâtit une image a priori de la situation. Ce type d'erreur est connu sous le nom d'erreur diabolique. Un élément important de cette forme d'erreur émerge, c'est la persévération. Il a été démontré que l'être humain est très conservatif dans son processus de décision, surtout lorsque cette décision implique l'abandon d'une conviction antérieure. La persévération (Bourgeon, 2011) a été étudiée lors de tâches de résolution de problèmes où le sujet persiste à appliquer une solution inefficace, puis dans le cadre de l'analyse des prises de décision en situation de travail où l'opérateur maintient un plan d'actions alors que la situation a changé (Wiegmann, Goh, & O'Hare, 2002). L'une des formes d'erreur les plus courantes, l'erreur de décision, découle d'un comportement conscient orienté vers un but où tout doit se passer impérativement comme prévu, même si le plan s'avère inadéquat ou inopportun pour la situation (Forgues, 1991).

² Voir notamment le cadre d'Action de Hyogo 2005-2015: « Construire la résilience des nations et des communautés face aux catastrophes », Hyogo, Japon, 18-22 Janvier 2005.

Ces notions ont été complétées grâce à l'expérience acquise lors de récents travaux en liaison avec les industries aéronautique, spatiale, chimique, pétrolières, énergétique, ferroviaire, ainsi qu'avec les transports aériens, la Marine Nationale et la marine marchande (Wanner, 2009). L'erreur de représentation prend des formes différentes selon les chercheurs à l'instar du « biais de préférence » qui est décrit comme la persistance dans le choix d'une solution initialement préférée mais inappropriée (Klocke, 2007). Dans la littérature psychologique liée à l'aéronautique, le terme « d'événement de continuation de plan » a été introduit par Orasanu *et al.* (2001) dans le cadre de l'analyse des erreurs de décision dans l'activité de pilotage. Pour Morel (2002), il arrive que des individus prennent collectivement des décisions singulières ou « décisions absurdes ». Ces individus agissent avec constance dans le sens contraire au but recherché se traduisant par des erreurs radicales.

1.2. Des systèmes sociotechniques aux défaillances humaines.

L'analyse des très nombreux accidents survenant au sein des grands systèmes sociotechniques montre dans la plupart des cas une ou plusieurs défaillances humaines (Bieder, 2006). Deux grands systèmes se dégagent des études. Technologique, il rassemble l'ensemble des éléments matériels composant le système global. Humain, il est constitué de l'ensemble des hommes et des femmes qui exploitent ou conçoivent le système. On a coutume de distinguer les risques d'origine technologique et ceux d'origine naturelle. Notre réflexion se concentre sur les catastrophes majeures (Rowe, 1977) qui sont des aléas se produisant dans des zones vulnérables affectant les activités humaines, technologiques, environnementales (Farmer, 1967). La difficulté de gestion des risques majeurs est liée à l'imprévisibilité, liée à une faible fréquence constatée de la survenue d'un tel risque. Le risque technologique se caractérise par la possibilité d'occurrence d'un accident impliquant un système technique et pouvant entraîner des conséquences graves pour le personnel, les populations, les biens, l'organisation, l'environnement ou le milieu naturel (Weick, 1993 ; Holnagell & all, 2006 ; Amalberti, 2009). Les risques naturels, sont conséquents à un aléa naturel pouvant survenir dans un milieu vulnérable.

Les approches techniques ont fait l'objet d'un certain nombre d'études en vue de définir et d'appréhender le rôle de l'erreur humaine. Notre recherche propose d'envisager cette thématique sous un autre aspect qu'est celui des erreurs humaines en cas de catastrophes naturelles.

1.3 Questions de recherche

Les erreurs de représentation dans le domaine des catastrophes naturelles n'ont fait l'objet que d'un nombre restreint d'études. La question consistant à se demander comment appliquer la théorie de l'erreur au sens de Reason, plus particulièrement sous la forme des erreurs diaboliques, aux situations de catastrophes naturelles apparaît donc comme particulièrement intéressante.

Comme nous l'avons évoqué, dans les cas d'erreurs humaines liées à des dimensions purement techniques, l'accident n'est que le révélateur d'une ou plusieurs mauvaises défenses du système dans son ensemble. Dans le cas des catastrophes naturelles, la question de l'erreur humaine prend une dimension autrement plus marquée, car la situation de catastrophe naturelle est par définition inattendue, souvent « hors normes » (Guilhou, 2006). La catastrophe naturelle est le vecteur de problématique de changement et d'adaptation qui suppose une certaine préparation à l'inattendu et laisse une place importante à l'incertitude, au

doute et à l'erreur latente. Enfin il semble que la conception de l'erreur humaine ait évolué dans le temps.

En outre, les erreurs de représentation transposées aux catastrophes naturelles concernent dans la majorité des cas non seulement les opérateurs opérationnels « sur le terrain », mais également les décisionnaires, (gouvernements, organisations internationales, grands opérateurs...) impliquant des choix et des jeux d'acteurs par définition complexe, traduisant certaines différences entre les pays ou régions pauvres et les pays riches.

2. Partie empirique

Les erreurs humaines dans la conception ou la conduite des systèmes ont provoqué des accidents graves, voire catastrophiques. Les erreurs d'évaluation ou de gouvernance conduisent à des crises extrêmes ou « hors cadre » (Guilhou 2006). Pour répondre à nos questions de départ, il a paru intéressant d'examiner les analogies pouvant exister entre ces erreurs d'origine humaine dans le cas de situations de gestion de catastrophe naturelles et/ou technologies.

2.1. Justification des cas étudiés.

Notre choix s'est porté sur quatre études de cas dont deux cas de catastrophes naturelles en pays développés (Katrina, Japon) et deux cas de catastrophes naturelles en pays en voie de développement (Haïti, Tsunami de 2004).

Le séisme Haïti et le tsunami en Indonésie sont les deux plus grandes catastrophes mondiales de la décennie 2000 en termes de mortalité. Katrina et le Japon font partie des plus grandes catastrophes et sont surtout les deux plus coûteuses (dommages des technologies et infrastructures): rupture d'un barrage (Katrina) et centrale nucléaire (Japon). Dans les deux premiers cas, les coûts sont élevés, dans les deux cas suivants, la mortalité est très importante. Dans les deux premiers cas, il s'agit d'erreur de représentation à l'échelle individuelle (concepteur, décideur). Dans les deux cas suivants, les erreurs de représentation sont collectives, nationales, internationales (le danger est connu, mais rien n'est fait).

Pour ces raisons, les études de cas mobilisés nous ont semblé intéressantes en vue d'illustrer les enjeux soulevés par nos questions de recherche.

Ces études centrées sur l'erreur en situation de catastrophe naturelle sont encore intéressantes pour démontrer le rôle du facteur humain au sein du système envisagé globalement.

2.2. Etudes de cas, analyses et résultats.

-L'ouragan Katrina : L'ouragan Katrina (août 2005) d'une violence exceptionnelle a ravagé la région de la Nouvelle Orléans et affecté cinq Etats. Il a pris le caractère d'une crise « hors cadre » dans la mesure où il a détruit quasi instantanément toutes les infrastructures et réseaux vitaux, paralysé l'administration locale et neutralisé toutes les organisations de secours locales primo intervenantes. L'ouragan Katrina a mis en évidence les lacunes de l'organisation fédérale face à une catastrophe de cette ampleur. En particulier l'Etat fédéral ne peut intervenir que sur demande formelle du gouverneur de l'Etat concerné, mais celui-ci n'ayant plus ni structure administrative ni organisations de secours opérationnelles s'est trouvé en pratique dans l'incapacité d'agir. Seules les armées (US Coast Guard et US Navy notamment), qui avaient pris des mesures de précaution et évalué très rapidement l'ampleur de la catastrophe ont été en mesure de réagir rapidement en anticipant une demande de

concours formelle. La reconstitution des réseaux vitaux, des Hub (centres nodaux de communications et de transports terrestre, maritimes, aériens) s'est faite sur le terrain en innovant et en utilisant au mieux les ressources disponibles (Guilhou, 2006 ; Moulin, 2010). L'ouragan Katrina de la saison cyclonique 2005 dans l'Océan atlantique Nord est l'un des plus puissants de l'histoire des Etats unis avec 1836 morts. Cet événement a été qualifié de « hors norme » entraînant une crise « hors cadre » par son ampleur, ses conséquences et la prise au dépourvu des autorités. Le phénomène cyclonique est bien connu dans cette région et fait l'objet de plans de secours et d'exercices réguliers. Cependant l'ampleur de l'ouragan et surtout la rupture inattendue des digues protégeant la région de la Nouvelle Orléans a pris tous les acteurs, autorités, administrations, operateurs et population à contre pied. L'ouragan Katrina est caractérisé par le franchissement de multiples seuils. Les paramètres du cyclone, annoncé come un cyclone de catégorie 5 comparable au cyclone Andrew de 1992, on été dépassés en raison d'une conjonction de phénomènes. Les destructions sociétales ont été énormes : 1,5 millions de personnes ont été évacuées, avec des pertes de main d'œuvre concomitantes considérables. Avant Katrina la ville comportait 15000 entreprises, seules 1800 avaient reprises début 2006. Les grands réseaux vitaux (électricité, eau, téléphone...) ont été détruits à près de 90%, et en quasi-totalité pour le téléphone. La perte d'énergie électrique a bloqué le fonctionnement de tous les autres réseaux, empêchant le fonctionnement normal des dispositifs d'intervention (Guilhou, Lagadec, 2006).

Cette catastrophe dont les effets et la gestion de crise ont été largement commentés, a mis en évidence plusieurs erreurs humaines qu'il paraît intéressant d'évoquer.

Analyse de l'erreur humaine dans la gestion de crise : En dehors du caractère exceptionnel, on peut constater que certaines défaillances sont imputables directement ou indirectement à des erreurs humaines, essentiellement au niveau de la prévention, de la prévision et de la planification et de la gestion.

La première erreur que l'on peut relever est relative au défaut d'entretien des digues qui a eu pour résultat leur rupture. Ce défaut d'entretien résulte à l'évidence d'un choix délibéré de l'autorité responsable, choix sans doute justifié par une sous estimation du risque potentiel. On se situe alors dans l'erreur de routine au sens de Reason (1993). Pour des éléments prédictibles, un choix délibéré a été mené et était consécutif à une impasse délibérée.

Cette erreur d'appréciation a été la cause initiale majeure de l'ampleur de la catastrophe. Sans ces ruptures le dispositif de secours et de mise à l'abri de la population aurait sans doute pu être exécuté sans grandes difficultés si l'on se réfère aux cyclones antérieurs et aux grands exercices de secours conduits dans le passé. La rupture des digues a neutralisé instantanément en mode commun tous les réseaux vitaux et induit des défaillances en série par effet domino, notamment sur les dispositifs d'intervention et de secours. Cette erreur humaine à première vue mineure en circonstances normales, l'arbitrage budgétaire est une pratique normale, et la décision prise n'aurait appelé aucune critique si les digues n'avaient pas été rompues. L'erreur est celle d'une mauvaise appréciation de l'enjeu et du risque potentiel, il s'agit d'une classique erreur de représentation.

Cette erreur spécifique s'insère cependant dans un contexte plus large qui l'explique en partie: celui du manque de vision stratégique et du refus de s'attaquer aux enjeux pour lesquels on ne dispose pas de données « certaines » déjà archivées. Cette approche de type check list couvrant des cas types référencés est généralement justifiée par la recherche d'un « pragmatisme opérationnel » s'appuyant sur le seul retour d'expérience passé sans réflexion

prospective. Pour reprendre une expression militaire, préparer exclusivement la dernière guerre condamne à être en retard d'une guerre.

L'erreur qui apparaît comme majeure dans la phase de gestion de crise a été celle du retard de l'intervention du gouvernement fédéral. Les autorités fédérales ont appliqué la loi, elles n'interviennent que sur demande du gouverneur de l'Etat concerné. Là aussi, il s'agit d'une erreur de représentation, l'ampleur de la catastrophe a été telle que les autorités locales ont été débordées et privées de tout moyen n'ont pu évaluer la situation. On se situe bien au stade de l'erreur d'activation de connaissance envisagée au sens de Reason (1993). Les solutions envisagées ex ante l'étaient selon des règles et des cas de figures bien précis dans le cadre de problèmes familiers. Une telle situation hors cadre a révélé les défaillances dans les solutions envisagées et leur exécution inappropriée. La perte générale des réseaux de télécommunication de manière concomitante à un cyclone majeur aurait dû logiquement être interprétée comme un indice d'alerte d'une catastrophe de grande ampleur. On peut donc estimer qu'il eut été du devoir des autorités gouvernementales, dès les premiers indices de l'ampleur du phénomène, d'anticiper une demande de concours ou du moins, à minima, de mettre en alerte un dispositif d'intervention et de secours.

-Le cas de Fukushima : L'accident nucléaire de Fukushima-Daiichi a eu lieu le 11 mars 2011. Il a été provoqué par le tsunami déclenché suite au séisme de la côte de Tohoku. Cet accident de niveau 7 de l'échelle internationale des événements nucléaires est comparable par son niveau à l'accident de Tchernobyl de 1986. La conjonction de trois facteurs : le séisme, le tsunami et la présence de centrales nucléaires de Fukushima-Daiichi a généré un nouveau modèle de catastrophe complexe et extrême impactant l'environnement naturel et la technologie. La double catastrophe de Fukushima a mis en évidence des erreurs humaines majeures en amont, au niveau de la conception et de l'exploitation des centrales comme au niveau de la prévention des risques. En revanche, elle a montré d'une part une remarquable réactivité globale des pouvoirs publics qui ont dû se reconfigurer après la neutralisation immédiate de tous les services de secours primo-intervenants et la destruction de toutes les structures et réseaux régionaux, (mobilisation quasi immédiate des Forces d'Autodéfense japonaises, plus de 50 000 militaires à J+3 , et de 100 000 à J+ 8) et d'autre part la discipline de la population japonaise , mentalement prête à affronter des situations catastrophiques et qui a fait preuve d'une résilience remarquable (EMA 2011, IVS Retex Fukushima). Comme pour Katrina, toutes les infrastructures et réseaux vitaux, structures administratives locales et primo intervenants ont été neutralisés instantanément. A la suite du tsunami, les quatre réacteurs ont été mis à l'arrêt par mesure préventive de sécurité mais les groupes électrogènes de secours, nécessaires pour assurer le refroidissement permanent pendant la phase d'arrêt (plusieurs jours), sont tombés en avarie du fait de l'inondation provoquée par le tsunami qui les a neutralisés en mode commun. Le défaut de refroidissement a provoqué le dénoyage des cœurs et leur fusion partielle avec échauffement et décomposition de l'eau présente entraînant un dégagement d'hydrogène. L'hydrogène dégagé, n'ayant pu être évacué en temps utile de l'enceinte de confinement, a provoqué une explosion dans le volume de celle-ci entraînant des dommages de divers éléments, dont les circuits de réfrigération de secours, non en fonction du fait de l'arrêt des groupes électrogènes, mais aussi les piscine de stockage d'éléments combustibles irradiés. Ce phénomène s'est produit dans trois des réacteurs sur quatre. Par la suite, les équipes d'intervention ont du improviser d'une part pour rétablir une réfrigération de fortune des réacteurs pendant leur phase d'arrêt afin de limiter autant que possible la fusion des cœurs et d'autre part pour éviter le dénoyage des piscines de stockages d'éléments combustible qui aurait entraîné une irradiation ambiante aux effets mortels sur une vaste superficie.

Analyse de l'erreur humaine dans la gestion de crise : De l'analyse sommaire des événements, on peut extraire deux catégories d'erreur humaine au sens de Reason (1993) : d'une part les erreurs de routine et d'autre part les erreurs d'activation de connaissance. Les erreurs de routine apparaissent comme flagrantes au vu des conséquences ; l'erreur majeure a été le sous dimensionnement des digues pour lesquelles le risque de tsunami a été délibérément, pour des raisons d'économie, sous-estimé alors que des précédents historiques étaient connus. La deuxième erreur, d'activation de connaissance est relative à l'implantation des groupes électrogènes de secours, regroupés dans la même zone qui s'est avérée inondable. Cette disposition, bien que courante pour des facilités de mise en œuvre et de maintenance, est contraire au principe de ségrégation des éléments vitaux, précisément pour éviter les avaries en mode commun. Ces deux erreurs de routine ont entraîné des avaries en cascade par effet domino. Les concepteurs n'ont pas eu de vision prospective et globale mais une vision partielle et utilitariste (économie à la construction). La conception des piscines de stockage à proximité du réacteur et en hauteur pour des facilités de manutention s'est révélée pénalisant en cas de rupture de l'étanchéité, en raison des difficultés de réalimentation et de rétablissement de l'étanchéité. Il convient de noter au passage que cette erreur se retrouve de manière potentielle et générique dans toutes les études de sûreté probabilistes, qui déroulent avec une rigueur mathématique par arbre de cause et de défaillance mais dont les résultats dépendent entièrement de la validité et de la pertinence des données d'entrée, lesquelles résultent soit de statistiques soit d'avis d'experts lorsque le retour d'expérience n'est pas disponible (cas des systèmes innovants) « garbage in, garbage out » pour reprendre une expression anglo-saxonne (données d'entrée erronées, résultat erroné ».

L'erreur de routine existe potentiellement pour tout système technologique, qui est toujours un compromis entre diverses contraintes contradictoires, nécessitant des arbitrages. Le réflexe normal du concepteur est de ne retenir que les contraintes les plus probables et de séparer les variables pour faciliter l'analyse. On retrouve là une erreur de routine telle que définie par Reason (1993) se conjuguant à une erreur d'activation de connaissances. Ce type d'éventualité était connu mais n'a pas été envisagée comme telle dans ce cas précis. Cette approche est légitime pour les systèmes classiques dont la défaillance n'aura que des conséquences limitées et prévisibles (par exemple le dimensionnement d'un pont). Elle devient problématique dans le cas de systèmes complexes dont les éléments peuvent interagir et dont une défaillance ou une série de défaillances peut entraîner des conséquences catastrophiques. L'approche probabiliste vise à identifier les effets induits par une défaillance, mais elle a les limites citées plus haut. L'erreur de conduite majeure a été l'absence de réaction en temps utile pour éviter les explosions d'hydrogène. Les exploitants ont retardé l'ouverture des soupapes de sécurité probablement pour retarder une contamination de l'environnement. Cette mesure s'est révélée inadéquate, le remède étant pire que le mal. Il s'agit d'une erreur de représentation sur le risque potentiel, mal évalué, révélant dans la mise en œuvre de solution une erreur d'activation de connaissance. Les explosions ont endommagé gravement les circuits des réacteurs qui auraient pu être rétablis par des moyens extérieurs, opération qui sera tentée avec retard et avec un résultat partiel. Là encore on constate un effet domino dont le processus n'a pas été envisagé à la conception.

-Le séisme d'Haïti du 12 janvier 2010 : Le séisme d'Haïti est avec le tsunami de 2004 en Indonésie la catastrophe la plus importante depuis les dix dernières années. Ils sont les deux plus meurtriers et parmi les plus grandes catastrophes en termes de coûts (*Bilan décennal des catastrophes dans le monde, 2001 à 2011*). Les deux plus coûteuses étant le Japon et Katrina. Ce tremblement de terre (magnitude 7) a dévasté la capitale surpeuplée de Port-au-Prince, rayant de la carte une partie de la ville et provoquant des milliers de morts (316000) et des

centaines de milliers de sans-abris. Les images de dévastation ont fait le tour de la planète et les secours de nombreux pays sont venus pour faire face à une situation d'urgence. La secousse a perturbé les communications dans un pays aux infrastructures technologiques très rudimentaires, perturbant l'acheminement de blessés dans les centres hospitaliers. Les lignes téléphoniques sont coupées, et le seul moyen de communication encore viable est Internet. C'est par ce moyen que les images ont pu faire le tour du monde à une vitesse incroyable. La Croix-Rouge, qui est venu en aide « *à un maximum de 3 millions de personnes* », a estimé que la catastrophe « *nécessite une opération d'aide internationale massive* ». Face à l'ampleur de cette catastrophe et à une médiatisation mondiale, de nombreux pays et organisations internationales se sont mobilisés. La Banque Mondiale a débloqué 100 millions de dollars d'aide. Les Nations unies ont lancé un appel international pour les victimes. Le FMI a étudié « *toutes les possibilités* » pour aider Haïti. Les Etats-Unis et la France ont coordonné leurs efforts. Le Canada, le Venezuela, le Chili ont envoyé une aide humanitaire d'urgence. Les ONG, qui tentaient d'évaluer l'ampleur des besoins, se sont mobilisées pour envoyer des moyens sur place, et lancé des appels aux dons, parmi elles, Médecins sans frontières, la Croix Rouge, les Casques Rouges. Pour le Secours catholique, les fonds levés grâce à son appel aux dons permettront de « *financer les premières aides aux sinistrés, puis dans un second temps la nécessaire reconstruction* ». (Le Monde, 14 janvier 2010).

Analyse de l'erreur humaine dans la gestion de crise : Il faut tirer les leçons de la tragédie d'Haïti car s'il est impossible de prévoir un tremblement de terre il est toujours possible de s'y préparer pour en limiter les impacts. Des milliers de morts auraient ainsi pu être évités, si Haïti avait eu les **moyens politiques et financiers** d'engager une véritable campagne de constructions parasismiques et de sensibilisation de ses populations. Ce même séisme, dans un pays préparé à y répondre (tel le Japon), aurait engendré infiniment moins de victimes et de dégâts. Organisée à la demande et avec le soutien du Ministère du développement durable, l'association française de génie parasismique (AFPS) a envoyé une mission post-sismique, menée par Claude Hauss, du 24 mai au 1er juin 2010 afin de tirer des enseignements de cet événement et de faire des recommandations pour Haïti. Les conclusions de ce rapport font état de besoins considérables dans cette île, dans tous les domaines relatifs à l'étude et à la gestion de l'aléa sismique, quelle que soit l'échelle d'approche. Elles identifient les aspects suivants à traiter en priorité :

- la mise en place d'un réseau de surveillance et d'alerte sismique permanent,
- la poursuite et le renforcement des études d'aléa régional et local,
- la cartographie et les microzonages sismiques,
- le renforcement des capacités en géotechnique.

Les difficultés liées aux mouvements de terrain ont également été largement observées relativement au réseau routier, aux carrières, aux barrages, aux phénomènes de liquéfaction. Les Antilles françaises sont dans un contexte tectonique global similaire à Haïti à proximité de la plaque Caraïbes/Amérique du Nord (ou Atlantique). Le séisme a souligné en Haïti le manque de connaissance sur les failles, leur fonctionnement et leur surveillance. Dans ce cas précis, on se situe donc davantage dans l'erreur de possession de connaissances au sens de Reason (1993). Les autorités n'avaient pas les solutions rapides et efficaces, en cas de problème, pour pallier une vulnérabilité globale. En atteste, les difficultés de la reconstruction : deux ans après le séisme (février 2012), le nombre de personnes vivant dans les camps est passé d'1,5 million en juillet 2010 à quelque 515.000 personnes aujourd'hui (OIM, Organisation Internationale pour les Migrations). L'effort de reconstruction a permis de sortir le pays du chaos, mais les Haïtiens font toujours face à des « *défis considérables* » a de

son côté estimé en janvier 2012 un responsable de l'agence américaine d'aide au développement.

-Tsunami 2004, le choc de l'Occident : Un tremblement de terre d'une amplitude exceptionnelle de 9,1 secoue les fonds marins au large de Sumatra en Indonésie. Il tue près de 250 000 personnes et fait environ 2 millions de réfugiés (Questions Internationales, 2006). Les chiffres parlent d'eux-mêmes, un désastre, « parmi les dix premières catastrophes du siècle » (Brauman, 2009, p. 68). Ce tsunami a réveillé des angoisses bien enfouies en Occident soulevant des mouvements de solidarité sans précédent, poussant ainsi toutes les organisations en mesure d'aider à intervenir dans les plus brefs délais. Le tsunami s'est produit dans une « zone hautement touristique » touchant des touristes occidentaux, et notamment des journalistes, ce qui a permis la diffusion d'images d'amateurs très peu de temps après la catastrophe (spécifiquement via Internet). Les conséquences chiffrées de ce désastre, en termes de victimes (toutes nationalités confondues) et de dégâts, ne sont, en effet, pas les seuls modèles explicatifs pertinents pour interpréter les réactions qui ont suivi. L'ampleur de la catastrophe a indéniablement joué un rôle majeur mais elle a été exacerbée par un contexte de mondialisation qui a mis les catastrophes naturelles sur le devant de la scène. L'internationalisation de ces désastres ainsi que les transactions économiques qui gravitent autour d'eux ont contribué à focaliser l'attention sur ce type d'événements, et ce d'autant plus qu'ils sont de plus en plus réguliers. Selon Rony Brauman (2005), toute catastrophe naturelle est politique et relève du secteur public tout en concernant des personnes non directement touchées par celle-ci. A partir des années 1980, la question humanitaire et plus précisément les catastrophes naturelles sont à l'ordre du jour des organisations internationales, tel l'ONU qui finalement adopte une résolution le 8 décembre 1988 intitulée « *Assistance humanitaire aux victimes de catastrophes naturelles et situations d'urgence du même ordre* » (Rubio, 2006, p. 57). On assiste donc à une institutionnalisation multilatérale de l'aide humanitaire en cas de désastres naturels qui impulse un processus d'internationalisation des catastrophes que la mondialisation va accélérer. Selon Gabriel Wackermann (2006), une catastrophe naturelle devient internationale quand elle en appelle à la solidarité internationale. Le cas du tsunami illustre parfaitement cette réalité dans la mesure où sa surmédiatisation a considérablement influencé les réactions de l'opinion publique internationale à qui l'on a présenté une véritable mise en scène de la crise humanitaire. On peut toujours se demander dans quelle mesure les médias ne jouent pas un rôle de « création » de l'événement et non de simple relais de celui-ci. De même, il peut être admis que l'ampleur de la couverture médiatique permet de faire passer un événement naturel majeur, doublé d'une urgence sociale, pour une crise humanitaire (Arbolt, Mathien, 2006).

Analyse de l'erreur humaine dans la gestion de crise : Le système d'alerte fut insuffisant, les spécialistes par défaut d'organisation ; malgré le fait que les spécialistes aient repéré l'arrivée de ce tsunami, aucune alerte n'a été donnée à temps. Selon une partie de la presse, la population n'ayant pas été préparée, elle n'aurait pas su réagir de manière adéquate. L'autre facteur concerne le manque de moyens. Aucun organisme n'était chargé de relayer l'information, de gérer le risque ; aucune mutualisation efficace n'avait été faite entre les pays de la zone, expliquant que malgré le temps dont disposait les autorités pour réagir, rien d'efficace n'a pu être mis en place pour atténuer les effets de l'aléa. On se situe dans le cas présent dans une erreur de possession de connaissances selon Reason (1993). Les autorités n'ont pas pris conscience suffisamment tôt de l'étendue des difficultés à venir et ne savaient pas comment déterminer et apporter une solution satisfaisante dans des délais adaptés.

3. Discussions

Ces études de cas nous permettent d'envisager les erreurs humaines en cas de catastrophes naturelles de la manière suivante : dans les cas de catastrophes naturelles ayant affecté les pays développés, les erreurs commises dans la gestion de crise sont davantage des erreurs de routine et d'activation de connaissance se caractérisant par la mise en œuvre de solutions inadaptées face à une complexité hors cadre. Dans les deux autres cas de catastrophes naturelles affectant des pays en voie de développement, les erreurs de gestion de crise sont caractérisées par des erreurs dites de possession de connaissance, soit une sensibilisation insuffisante ex ante quant à la survenance potentielle d'une crise.

3.1. Limites

Face à ces différents constats, certaines limites doivent être soulignées. La première limite est d'ordre théorique. Le choix de l'erreur de représentation comme référence principale peut être contesté ainsi que sa pertinence dans le contexte environnemental qui suppose la combinatoire de variables dont certaines échappent nécessairement à l'entendement humain.

En second l'exhaustivité de la revue de littérature concernant les concepts « d'erreur » ; « d'erreur de représentation », « d'erreur diabolique », « de facteurs humain » peut être discutée. Nous n'avons pas la prétention d'avoir recensé l'ensemble des travaux consacrés à la gestion des erreurs, domaine théorique en devenir.

Une dernière limite a concerné les multiples champs de recherches qui se sont ouverts à nous (déterminer les acteurs potentiels, quel type d'erreur s'agit-il, la notion de faute). Nous étions constamment obligés de faire des choix pour garder une logique de recherche et maintenir le cap que nous nous étions fixé.

3.2. Apports

Les différentes études de cas permettent de remonter différents constats (voir le tableau en Annexe 1) :

Tableau 1 – Les erreurs selon Reason, transposition aux études de cas.

Dimension	Erreurs de routine			
Catastrophes	Katrina	Fukushima	Haïti	Tsunami de 2004
Type d'activité	Actions routinières			N.A
Concentration de l'attention	Sur autre chose que la tâche en cours			N.A
Mode de contrôle	Schémas			N.A
Caractère prédictible de l'erreur	Largement prédictible			N.A
Capacités de détection	Elevées			N.A
Dimension	Erreurs d'activation de connaissance			
Catastrophes	Katrina	Fukushima	Haïti	Tsunami de 2004
Type d'activité	Activité de résolution de problème			N.A
Concentration de l'attention	Sur des considérations liées au problème			N.A
Mode de contrôle	Règles stockées			N.A
Caractère prédictible de l'erreur	Variable			N.A
Capacités de détection	Très faible sans intervention			N.A
Dimension	Erreurs de possession de connaissance			
Catastrophes	Katrina	Fukushima	Haïti	Tsunami de 2004
Type d'activité	N.A		Activité de résolution de problème	
Concentration de l'attention	N.A		Sur des considérations liées au problème	
Mode de contrôle	N.A		Processus conscients limités	

Caractère prédictible de l'erreur	N.A	Variable
Capacités de détection	N.A	Très faible sans intervention

La gestion de crise faisant suite à une catastrophe naturelle, dans le cas des pays développés fait principalement l'objet d'erreurs de routine et d'activation de connaissance. Pour les erreurs d'activation de connaissances, on dispose dans ces cas des connaissances nécessaires, des prérequis, mais les solutions apportées ne sont pas pas adéquates face à une situation hors cadre. Celles-ci se conjuguent à des erreurs de routine, des défaillances qui auraient pu être évitées. Une situation hors cadre engendre des erreurs du fait de sa spécificités en plus des erreurs dans le fonctionnement habituel d'un système. Cette conjonction révèle à la fois la limite de capacité à résoudre un problème donné en situation complexe a fortiori quand celle-ci est inattendue.

L'utilisation de hautes technologies, telles que des outils de supervision, des modèles de gestion des catastrophes, des procédures et des routines, des schémas d'incident, ou des systèmes de gestion de configuration, comme des organisations privées ou publiques, ou institutions nationales ou internationales Si les actions sont répétées inlassablement sans aucun contrôle et deviennent des actions routinières, elles endorment la réflexion et sont un risque élevées d'**erreur de routine**. De même lorsque les risques de catastrophes se situent dans des pays développés technologiquement, des modes de contrôle testés, validés, éprouvés et mémorisés sont généralement utilisés.. Lorsque ces règles sont faussées, lorsqu'elles sont mal comprises, lorsque le problème est sous estimé, il y a une augmentation du risque d'**erreur de possession**.

Concernant les pays en développement, l'erreur constatée est celle consécutive à un manque de connaissance sur une éventualité de survenance de crise et sur la manière de la prendre en charge. Les crises étudiées étaient également hors cadre et ce qui faisait défaut était tout simplement la capacité à gérer la crise, l'adéquation de la réponse apportée était par conséquent difficilement envisageable pour des crises là-encore hors cadres ayant surpris les autorités comme la population.

Par ailleurs, les catastrophes se situant dans des pays en voie de développement ont un mode de contrôle relativement archaïque, (processus conscient limités) ceci est dû à des technologies absentes, des moyens de veille absent, une surveillance absente. L'absence de contrôle, de développement des systèmes d'alerte, de méconnaissance du danger, augmente le risque d'**erreur de connaissance**.

Ces constats nous permettent de mettre en évidence deux points :

- L'apprentissage organisationnel** (Argyris, Schon, 1978) apparait comme une gageure pour des crises dont on oublie trop rapidement les faits générateurs (Darsa, 2010). Les erreurs de routine et d'activation de connaissance pour les pays développés montrent clairement une difficulté à garder un niveau de vigilance et de présence d'esprit suffisant face à l'éventualité de certaines crises semblant a priori peu vraisemblable. Tant qu'une crise n'a pas été vécue, cette sensibilisation apparait comme moins sensible, preuve de la difficulté à développer une approche préventive voire proactive face aux crises.

- En outre, la question du **transfert de connaissances** de ceux qui en disposent vers autrui se pose également. Les pays en voie de développement concernés par les crises étudiés ne possédaient pas les connaissances suffisantes pour apporter une solution dans des délais raisonnables. Outre les moyens techniques, les savoirs, l'expertise, peuvent être transmis. Cela suppose un effort de transfert de compétences et de formation qui appellent des

implications et une approche collaborative pays développés-pays en voie de développement. Cette coopération a eu lieu ex post comme nous l'avons évoqué. Au-delà des aides internationales en cas de crise, les aides internationales pour la préparation aux crises sont un axe d'amélioration très important.

Ces différentes erreurs nous amènent à réfléchir sur certains constats. A mesure que le déplacement des personnes, des biens et services, des technologies et de l'information s'accroissent, à mesure que la connectivité se développe, la complexité des risques augmente. Par complexité, on entend ici le nombre d'interactions potentielles qui peuvent influencer sur l'occurrence et les conséquences d'un aléa donné. Il y a lieu de relever au passage la société de l'information dans laquelle nous vivons, entraîne par la facilité apparente d'accès immédiat à l'information et au savoir disponibles, un réflexe de facilité tendant à se dispenser d'étudier de façon approfondie les phénomènes (DSI juillet aout 2012)

L'urbanisation, l'accroissement rapide de la population (densité) dans les régions du monde les plus défavorisées, les projets et les unités de production à grande échelle, la réduction de la biodiversité et d'autres formes de concentration sont autant de facteurs qui augmentent la possibilité de voir se produire dans l'avenir de très grandes catastrophes. Les rôles et les responsabilités dans la gestion des risques se sont modifiés. Dans tous les pays de l'OCDE, les privatisations, la réforme réglementaire et le changement social ont considérablement changé la portée et la nature du rôle joué par l'État dans la gestion du risque (Ewald, 1986). Les approches centralisées et directives pourraient de ce fait perdre en efficacité dans le futur. Les gouvernements suite à une catastrophe devraient prendre conscience de la fragilité de l'homme face à la nature et de la nécessité de se développer en prenant davantage en compte les risques naturels. Une gestion équilibrée des côtes, l'intégration du risque dans la construction des infrastructures et la nécessité de mise en place d'un système d'alerte sont quelques exemples des recommandations effectuées par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) dans son rapport sur les conséquences du tsunami publié en mars 2005. Klaus Toepfer, le Directeur exécutif du PNUE, a déclaré : « *Le rapport souligne l'importance de gérer la reconstruction d'une manière soucieuse de l'environnement. Les immeubles et autres infrastructures doivent être bâtis dans des zones moins vulnérables et suivant des normes qui protégeront les constructions tout autant que les habitants dans le cas de futurs tsunamis. Ceci est nécessaire non seulement pour prévenir contre les tsunamis, mais également contre des tempêtes subites, des inondations, des ouragans et d'autres phénomènes climatiques extrêmes.* » De telles alertes existent dans l'océan Pacifique mais pas dans l'océan Indien, il existe une grande différence de richesse des pays entre ces deux parties du monde. Les pays développés de la zone pacifique (Chine, Japon, Etats-Unis) mettent en place des moyens de prévention pour limiter l'ampleur de la catastrophe (surveillance satellite des cyclones, normes parasismiques, plans d'évacuation des populations...). Alors que les pays en voie de développement de la zone de l'océan Indien (Inde, Bangladesh, Pakistan, Indonésie) nécessitent davantage de ressources financières et matérielles pour aider les victimes. Ils doivent compter sur l'aide internationale (ONU, ONG, États riches...).

De l'opérateur à l'acteur stratégique : Les erreurs de représentation concernent essentiellement les opérateurs que ce soit au niveau de la conception ou de la conduite (Fukushima). Les exemples cités montrent que les erreurs de routine et d'activation de connaissance dans le domaine environnemental (catastrophes naturelles) s'apparentent à des erreurs de représentation et impactent les décideurs, les gouvernements. Dans certains cas, les

risques techniques sont causés par les conditions climatiques. Exemple : le séisme et le tsunami au Japon qui ont impacté les centrales nucléaires. La conduite d'une crise majeure voire « hors cadre » peut par certains aspects être comparée au pilotage d'un système extrêmement complexe, dans la mesure où le système intègre dans ses constituants les pouvoirs publics, l'administration, des organisations, organismes et systèmes divers avec leurs propres opérateurs et la population lorsque la santé ou l'existence de celle-ci peut être impactée par la crise. Le pilotage d'une crise peut donc être assimilé à celui d'un « système de systèmes » (Luzeaux & Ruault, 2010) particulièrement complexe, incluant des systèmes sociétaux dont le comportement est beaucoup plus difficilement analysable et surtout prédictible que celui des systèmes technologiques.

Les erreurs de représentations concernant les catastrophes naturelles (Canicule, Katrina, Xynthia, Japon) concernent essentiellement les niveaux « stratégique » (planification, vision politique à long terme) même si des erreurs de routine peuvent être identifiées comme mettant en avant le rôle de l'acteur « opérationnel ». Lors des crises hors cadre analysées, les scénarios en cause n'ont pas été pris en compte dans la planification car non prévus et non modélisés. Les décideurs sont pris au dépourvu et doivent réagir, non pas en fonction de processus élaborés et mûrement réfléchis, mais dans l'urgence (effet de surprise) en improvisant à partir d'informations parfois incomplètes, le plus souvent existantes mais mobilisées de manière inappropriée (erreurs d'activation de connaissance).

L'erreur humaine fait souvent référence de manière privilégiée à certaines catégories d'activités et d'acteurs, les opérateurs. Par voie d'analogie, les analyses peuvent être étendues à d'autres types d'acteurs, ceux intervenant dans le domaine de la conception des technologies, de la définition des modes d'organisation et plus largement dans le domaine des décisions (notamment stratégiques), mais ce type de travaux reste rare. Le facteur humain intervient dans cette approche à trois niveaux : ingénieur de conception, ingénieur de réalisation et opérateur de conduite. Au niveau de la conception, le risque d'erreur d'activation de connaissance est limité par le respect des règles de l'art, la prise en compte du retour d'expérience et les analyses de sûreté, des « règles stockées » au sens de Reason. Au niveau de la réalisation, les risques d'erreur de routine, des « schémas » au sens de Reason, sont limités par l'organisation du contrôle qualité. Au niveau de la conduite et de l'exploitation par l'opérateur, le risque d'erreur de routine est limité par la mise en place d'une part de procédures et règlements formalisés et d'autre part par la formation et l'entraînement des opérateurs. Une telle approche trouve toute sa pertinence pour envisager l'erreur humaine en situation de catastrophe naturelle où une approche structurée adaptative et empreinte d'opérativité apparaît comme essentielle. En l'absence de schémas, de règles d'action, on se trouve dans un processus conscient limité de la conduite des opérations de gestion de crise au sens de Reason. Un tel mode d'action est la résultante des erreurs de possession de connaissance. La mise en place de retours d'expériences, de transferts de connaissance, de moyens financiers idoines, sont autant de moyens de limiter le risque d'erreurs de possession de connaissance.

Conclusion

En conclusion, nous sommes donc amenés à mettre en avant, à la lumière de ces différents cas de crise, la nécessaire prise de conscience que notre époque accorde une place prépondérante aux crises et aux risques à l'instar des travaux de Beck (1986) ou encore de Giddens (1994). Toutefois, ce « temps des crises » (Serres, 2009), ne doit pas faire sombrer dans un catastrophisme (Dupuy, 2002). Pour autant, l'alerte au risque et la vigilance doivent être

envisagés en tant qu'approche opérative de la culture du risque dans la Société et au niveau des communautés (Godelier, 2009) en vue de se préparer aux crises (Chateauraynaud, Torny, 1999). Une telle approche, bien qu'insuffisante dans le cas des crises hors cadres constitue un moyen de développer la prévention des catastrophes naturelles tout en renforçant certains moyens de protections. Il faut encore permettre une approche apprenante de ces crises qui fait trop souvent défaut, l'oubli caractérisant de nombreuses crises. La conscience collective des crises n'existe principalement qu'ex post à une crise donnée. Développer une approche préventive voire proactive de ces dernières permettrait non pas d'éviter ces crises hors cadres mais d'éviter des erreurs commises lors de la gestion desdites crises. Il s'agit là d'un point majeur d'attention pour l'avenir, pour lequel agir sur la préparation et le transfert de connaissances (et d'expériences) des crises est un axe de réflexion et d'action.

Bibliographie

- AIEA. (2011), *Rapport sur la catastrophe de Fukushima Daiichi*.
- ARGYRIS C., Schon D.A. (1978), *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*, Addison-Wesley.
- AMALBERTI R. (2001), La maîtrise des situations dynamiques. *Psychologie Française*, vol 46, pp 105-117.
- AMALBERTI R. (2009), Violations et migrations ordinaires dans les interactions avec les systèmes automatisés, *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, Vol 43/6, pp.647-660.
- ACKERMAN G. (2007), *Tchernobyl, retour sur un désastre*, Gallimard.
- BARTHES B. (1966), Introduction à l'analyse structurale des récits, *Communication*, vol 8, n° 8, pp 1-27.
- BATTY M., BARROS J., ALVES S. (2004), *Cities: Continuity, Transformation, and Emergence*. Working Paper Series, Number 72. Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA), University College, London.
- BIEDER C. (2006), *Les facteurs humains dans la gestion des risques – Évolution de la pensée et des outils*. Éditions Lavoisier.
- BOURGEON L. (2011), Doctorat. Mécanismes cognitifs et rôle du collectif dans la persévération : gestion des événements imprévus dans l'activité de pilotage militaire.
- CAMINO A., IDEE E., LARCHIER BOULANGER, MORLAT G. (1986), *Les erreurs de représentation : pourquoi certaines peuvent être qualifiées de diaboliques*. HN/GRETS/86007, EDF, Direction des études et recherches.
- CARNINO Annick, Jean Louis Nicolet, Jean Claude Wanner *Catastrophes ? non merci* ; Masson 1989
- CHATEAURAYNAUD F., TORNAY D. (1999) *Les sombres précurseurs, une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*, Ed. EHESS, Paris.
- Collectif. (2006), *La pensée unique, le vrai procès*. Economica.
- DARSA J-D (2010) *La gestion de crise en entreprise*, Le Mans, Gereso.
- DARSA J-D. (2011), *La gestion des risques en entreprise : Identifier, comprendre, maîtriser*, Le Mans, Gereso.
- DUPUY J-P. (2002) *Pour un catastrophisme éclairé, quand l'impossible est certain*, Essais.
- EWALD F. (1986) *L'Etat-Providence*, Grasset, Paris.
- FORGUES (1991), Cité in Jacques et Gatot, Forgues B, La décision en situation de crise, *Revue française de gestion*, novembre-décembre 1991, pp. 39-45.
- FARMER F.R. (1967), Siting Criteria, a New Approach, *Atom*, vol 128, pp 152-170 and presented at the IAEA.
- FRASER I., HENRY W., (2007), Embedding risk management: structures and approaches, *Managerial Auditing Journal*, n° 22 Iss: 4 p. 392-409.

GILBERT C. (2002), *Risques collectifs et situations de crise : apports de la recherche en sciences humaines et sociales*, Paris, L'Harmattan.

GODELIER M. (2008) *Communauté, Société, Culture, trois clefs pour comprendre les identités en conflits*, Cnrs Editions, Paris.

GUILHOU X., LAGADEC P. (2006), *Mission de retour d'expérience Katrina, faits marquants*. EDF Direction des Risques.

GUILLOIN B. (2008), Risques environnementaux et sociétaux dans le secteur des croisières touristiques. In *Méthodes et thématiques pour la gestion des risques*. Oriane 2. Ed L'Harmattan.

HOLLGANEL E., WOODS D., LEVESON N. (2006), *Resilience Engineering: concepts and precepts*. Aldershot, UK: Ashgate publishing.

ICSU-International Council for Science, (2002), Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. *Series on Science for Sustainable Development*. N° 3. ICSU, France.

IFSN (Inspection Fédérale de la Sécurité Nucléaire). (2011), *Rapport sur le rôle joué par le facteur humain lors de la catastrophe de Fukushima*. Bruxelles.

IRSN (Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire). (2011), *Rapport sur l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi*.

JAMES W. (1890), *Principes de psychologie*, vol. 1, Courier Dover Publications, 1950.

KLOCKE U. (2007), How to Improve Decision Making in Small Groups: Effects of Dissent and Training Interventions. *Small Group Research*. vol 38; n° 437.

LAPORTE T.R. (1982), On the design and management of nearly error free organizational control systems. In David L. Sills, C.P. Wolf, & Vivien Shelanski (Eds.) *Accident at Three Mile Island: The human dimension*. Boulder, CO: Westview Press, 185-200.

LUZEAUX D., RUAULT J.-R. (2010), *Systèmes de systèmes*, IC2 Hermès Lavoisier Paris et ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc.

MERINGER R., MAYER C. (1895), *Versprechen und Verlesen: Eine psychologisch-linguistische Studie*. Stuttgart : G. J. Go schen.

MOREL C. (2002), *Les Décisions absurdes : Sociologie des erreurs radicales et persistantes*, Gallimard.

MOULIN M.-C. (2010), *La crise hors cadre* Mémoire de Master II UHA-ENSOSP.

OCDE. Lagadec, P. Guilhou, X. (2006), La traversée des crises non conventionnelles. De la gestion de crise au pilotage en univers chaotique. Quelques éléments de repérage. *Rapport DAF/AS/WD*.

OLSSON P., FOLKE C., Berkes F. (2004), Adaptive Comanagement for Building Resilience in Social-Ecological Systems. *Environmental Management* N° 34, pp 75-90.

ORASANU J.M., BURIAN B.K., HITT J.M. (2001), Plan continuation errors in pilot weather-related decisions, In Jensen, R. (Ed.) *Proceedings of the 11th International Symposium on Aviation Psychology*. Columbus, Ohio: The Ohio State University.

PERETTI-WATTEL P. (2000) *Sociologie du risque*, Armand Colin, Paris.

RAMONET, I. (1995), La pensée unique. *Le Monde diplomatique*.

RASMUSSEN J. (1974), Etude Wash 1400 MIT USA 1974.

RASMUSSEN J. (1999), The concept of human error: Is it useful for the design of safe systems in health care? In Vincent C, deMoll B. (Eds.) *Risk and Safety in Medicine*. London: Elsevier.

RASMUSSEN J, Brehmer B, and Lepat J, Eds. (1991), *Distributed Decision Making: Cognitive Models for Cooperative Work*. Chichester, England: Wiley.

REASON J. (1993) *Erreur humaine*, PUF, Paris.

REASON J. (1997), Managing the Risks of Organizational Accidents. Brookfield, VT: Ashgate.

Revue de la Gendarmerie nationale, (mars 2008), Numéro spécial face aux nouvelles crises.

ROWE W. (1977), *An Anatomy of Risk*. John Wiley and Sons, New York.

SERRES M. (2009) *Temps des crises*, Ed. Le Pommier, Paris.

Science et Vie. (2012), Un siècle de catastrophes technologiques.

SHRIVASTAVA P. (1993), Crisis theory and practice, *Industrial and environmental crisis quarterly*, n° 7.

TENEAU G., KONINCKX G. (2010) *La résilience organisationnelle, rebondir face aux turbulences*, De Boeck.

TURGERON J., BERNATCHEZ J. (2003), Les données secondaires, in *Recherche sociale de la problématique à la collecte des données*, Gauthier, B. Presse de l'Université du Québec

USUNIER J-C ; Easterby-Smith M & Thorpe R. (2000), *Introduction à la recherche en Gestion*. 2ème édition, Economica, pp.170-187.

WANNER J-C. (2009), *Vive Les Pépins*, Hermès.

WANNER J-C. (2005), *L'expert technique en facteur humain*. ANAE.

Weick K.E. & Roberts K.H. (1993), Collective mind and organizational reliability: The case of flight operations on an aircraft carrier deck. *Administrative Science Quarterly*. N° 38, pp 57-381.

WEICK K.E. (1993) *The collapse of sensemaking in organizations: the Mann Gulch Disaster* Administrative Science Quarterly, 38: 628–652.

WIEGMANN D.A, GOH J., O'HARE D. (2002), The role of situation assessment and flight experience in pilots decisions to continue visual flight rules flight into adverse weather. *Human Factors*, 44, 189–197.

WREATHALL J. (2006), Properties of Resilient Organizations: An Initial View. In Hollnagel E ; Woods D & Leveson N. (Eds.), *Resilience Engineering: Concepts and Precepts* (pp. 275-285). Aldershot, UK: Ashga.