

Le modèle de l'erreur humaine de James Reason

Justin Larouzée, Franck Guarnieri, Denis Besnard

▶ **To cite this version:**

Justin Larouzée, Franck Guarnieri, Denis Besnard. Le modèle de l'erreur humaine de James Reason. [Research Report] CRC_WP_2014_24, MINES ParisTech. 2014, 44 p. hal-01102402

HAL Id: hal-01102402
https://minesparis-psl.hal.science/hal-01102402

Submitted on 12 Jan 2015

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.

PAPIERS DE RECHERCHE CRC WORKING PAPERS SERIES

CRC_WP_2014_24

(Décembre 2014)

LE MODÈLE DE L'ERREUR HUMAINE DE JAMES REASON

Larouzée J., Guarnieri F., Besnard D.

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES
MINES ParisTech
PSL - Research University
Rue Claude Daunesse CS10207
06904 Sophia Antipolis Cedex, France
www.crc.mines-paristech.fr

PAPIERS DE RECHERCHE DU CRC

Cette collection a pour but de rendre aisément disponible un ensemble de documents de travail et autres matériaux de discussion issus des recherches menées au CRC (CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES).

Tous les droits afférant aux textes diffusés dans cette collection appartiennent aux auteurs.

Des versions ultérieures des papiers diffusés dans cette collection sont susceptibles de faire l'objet d'une publication. Veuillez consulter la base bibliographique des travaux du CRC pour obtenir la référence exacte d'une éventuelle version publiée.

http://hal-ensmp.archives-ouvertes.fr

CRC WORKING PAPERS SERIES

The aim of this collection is to make easily available a set of working papers and other materials for discussion produced at the CRC (CENTRE FOR RESEARCH ON RISKS AND CRISES).

The copyright of the work made available within this series remains with the authors.

Further versions of these working papers may have been submitted for publication. Please check the bibliographic database of the CRC to obtain exact references of possible published versions.

http://hal-ensmp.archives-ouvertes.fr

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES
MINES ParisTech
PSL - Research University
Rue Claude Daunesse CS 10207
06904 SOPHIA ANTIPOLIS Cedex, France
www.crc.mines-paristech.fr

Le modèle de l'erreur humaine de James Reason

Larouzée J., Guarnieri F., Besnard D.

MINES ParisTech, PSL- Research University, Centre de recherche sur les Risques et les Crises

Introduction

James Reason est le père d'un modèle étiologique d'accidents connu sous le nom de *Swiss Cheese Model* (SCM) ou *Modèle Fromage Suisse*, il est depuis une vingtaine d'années un incontournable des publications du domaine des *Safety Sciences*[1]. James Reason n'est pas uniquement le « père » du SCM, il est l'auteur de 149 publications et conférencier international. Pourtant, que sait-on aujourd'hui de son parcours ? De ses travaux antérieurs ou postérieurs au SCM ? Des origines, du fonctionnement, de(s) utilisation(s) possible(s) du SCM ? De ses limites et ses biais ? Si étonnant que cela puisse paraître : peu de choses (Perneger, 2005). A notre connaissance, aucune étude approfondie et transverse sur l'ensemble des travaux de Reason n'a été, à ce jour, réalisée (à l'exception de travaux dont Reason est, lui-même, auteur (Reason, 2013) ou co-auteur (Reason *et al.*, 2006)).

Cet article constitue la synthèse de travaux réalisés sur le modèle de Reason dans le cadre d'une thèse, réalisée au Centre de Recherche sur les Risques et les Crises (CRC) des MINES ParisTech. Il est basé sur le recensement et l'étude systématique des publications de James Reason ou des publications relatives à ses modèles. Ces travaux ont été couronnés, le 7 janvier 2014 par un entretien avec Reason. Notre démarche entend être épistémologique et historique autour de ces modèles. Le document est découpé en cinq sections. La première est consacrée à la présentation de James Reason, à travers une courte biographie ainsi qu'une étudie synoptique de sa production bibliographique (section 1). Etant donné ces éléments de contexte, la seconde section détaille les hypothèses et fondements méthodologiques qui ont conduit à la publication de la première version (Mk I) du modèle (section 2). Ce modèle ayant fortement évolué dans les dix années qui ont suivi sa première publication, la troisième section s'attache à présenter ces différentes évolutions, les raisons

[1] *Safety Sciences* est un néologisme relatif aux « *connaissances de la sûreté […] selon deux composantes : (i) la connaissance des phénomènes, processus, évènements, relatifs à la sûreté et (ii) les outils conceptuels qui couvrent le développement de concepts, théories, principes et méthodes pour comprendre, évaluer, communiquer et manager (au sens large) la sûreté* » (Aven, 2014).

de celles-ci et leurs apports respectifs (section 3). La quatrième section présente les différentes modalités d'usage des modèles de Reason, à des fins de communication, d'analyses post-accidentelles ou de diagnostics de sûreté (section 4). Enfin, la dernière section présente une réflexion autour des limites et des biais de ces modèles (section 5).

1. James Reason, de la psychologie aux Safety Sciences

Cette section présente une courte biographie de James Reason permettant au lecteur non familier de situer le chercheur dans une époque et des courants de pensées (section 1.1). Cette biographie est suivie d'une seconde sous-section consacrée à un retour synthétique sur ses principales publications de l'auteur (section 1.2).

1.1 Biographie

Reason éclaire le lecteur sur sa vie et sa carrière tout au long de ses publications. Dans les préfaces de ses différents livres, il remercie ses collaborateurs (doctorants ou chercheurs de renom). En 2013, il rédige un petit ouvrage qu'il qualifie d'autobiographique (Reason, 2013). Cette approche autobiographie est précieuse en tant que « récit historique de la genèse de notre pensée et l'archétype des mécanismes de compréhension propres aux sciences sociales » car « nous pensons, parlons et écrivons à partir de nos expériences personnelles, nécessairement. » (Bouilloud, 2007). C'est dans ce sens qu'il nous semble intéressant et nécessaire de présenter tout d'abord l'homme derrière le modèle.

James Reason est né en Angleterre, près de Londres, le 1er mai 1938. Il est diplômé de l'Université de Manchester en psychologie en 1962. Jeune psychologue, il travaille sur l'ergonomie des cockpits pour de l'Institut de médecine aéronautique de la Royal Air Force à Farnborough (1962 à 1964) puis de l'Institut de médecine U.S. Naval Aerospace en Floride. En 1967 il soutient une thèse de psychologie sur le mal des transports à l'Université de Leicester.

De 1967 à 1976, Reason conduit de nombreuses recherches sur la désorientation sensorielle et le mal des transports à l'Université de Leicester avant de rejoindre, en 1977, l'Université de Manchester en tant que professeur de psychologie. En 2001, il devient professeur émérite de cette Université.

La longue carrière scientifique de Reason (1967-2013) lui a valu de nombreuses reconnaissances, il est notamment membre de la Bristish Psychological Society, de la Royal Aeronautical Society, de la Bristish Academy, du Royal College of General Practitioners. En 2003, il est nommé Commandeur de l'ordre de l'Empire Britannique, prestigieuse distinction reconnaissant l'apport de ses travaux dans la réduction des risques dans le milieu hospitalier.

Voici tracé en quelques lignes cinquante années de carrière scientifique[2]. Si ces éléments éclairent sur le chercheur lui-même, notre intuition est qu'ils sont également nécessaires à une bonne compréhension de ses travaux. En effet « toute recherche, tout travail scientifique contient des éléments autobiographiques sous-jacents, implicites ou masqués, pas tant dans les objets étudiés

[2] En 2014, Google Scholar référence un total de 26750 citations pour James Reason (avec un indice h = 51 et un indice i10 = 88) ces chiffres font de lui un auteur largement cité dans le champ des Safety Sciences.

que dans les processus même de leur analyse » (Bouilloud, 2007). Il importe donc à notre démarche de faire sens de ces éléments « sous-jacents », « implicites » ou « masqués ». C'est l'objet de la section suivante.

1.2 Bi(bli)ographie

De 1967 à 2013 James Reason publie 128 articles et chapitres d'ouvrages collectifs et 21 livres (voir liste en annexe). Cette section propose un découpage de cet important corpus. Ce découpage en sous parties et l'étude de leurs articulations sert de clef de lecture du parcours de recherche de Reason et ainsi des fondements méthodologiques et théoriques sur lesquels le SCM a été créé.

Il n'est pas simple de proposer un découpage pertinent et précis d'une carrière académique. En effet, les périodes de recherche se chevauchent et s'appellent mutuellement. Le chercheur est impacté par des facteurs externes (publications d'autres chercheurs, découvertes, évènements d'actualité, etc.) dont il est délicat de juger de l'importance relative. Comme le soulignent Guarnieri et Besnard (2013), « les avancées d'une carrière se font par petits sauts, lentement, sur des durées de plusieurs dizaines d'années. En tant que lecteur, la clarté de l'exposé aveugle. On ne distingue plus les traces des années de travail. Il n'en reste que les effets visibles : la synthèse et la limpidité du discours ».

En étudiant les titres de l'ensemble des publications de James Reason, il est possible de réaliser une première cartographie du corpus. Il est articulé en cinq grands thèmes (cf. Tableau 1). Ces cinq thèmes seront utilisés comme fil conducteur tout au long de cette section.

Tableau 1 Thèmes de recherche de James Reason

Thème	Période	Publication(s) marquante(s)
Désorientation, mal des transports	1967-1981	*Motion Sickness (1975)*
Erreurs quotidiennes, inattention	1977-1987	*Absent Minded? (1982)*
Classification des erreurs	1987 – 1990	*Human Error (1990)*
Accidents organisationnels, culture de sécurité Violations	1990 – 2000	*Managing the risk of organisational accidents (1997)*
Travaux appliqués en milieu hospitalier	2000 - 2013	*Human error : model and management (2000)* *Managing maintenance error (2003)*

a) Désorientation, mal des transports (1967 – 1981)

Reason conduit ses premières recherches en psychologie appliquée autour de la désorientation sensorielle et du mal des transports dont peuvent être victimes les pilotes de chasse. Sa thèse,

soutenue en 1967 est suivie d'une série de 14 articles qui portent sur l'effet Coriolis[3], la désorientation due aux illusions visuelles et la correction de posture chez l'homme (cf. annexe A).

Les résultats de cette première période de recherche font l'objet de la publication de deux ouvrages presque coup sur coup. *Man in motion* (Reason, 1974) qui reçoit des critiques mitigées, puis, un an plus tard, *Motion sickness* (Reason, 1975) un ouvrage beaucoup plus approfondi.

Ces premiers travaux interpellent Reason sur la possibilité, en laboratoire, de « tromper » le cerveau. L'expérience qui suscite cette observation est relatée dans l'article *A visually-driven postural after-effect* (Reason *et al*., 1981). Elle consiste à placer une personne (sujet) debout, face à un large écran qui affiche une image « verticalement mobile », c'est-à-dire, qui se déplace du haut vers le bas de l'écran en affichant un motif infini. Bien que feinte, une sensation de mouvement sera éprouvée par le sujet (phénomène de « motion illusoire »[4]). La perception de mouvement conduit le cerveau à corriger la posture du sujet qui, dans les cas extrêmes, peut tomber à la renverse.

« L'environnement trompe le cerveau, le cerveau commande le corps, le sujet tombe » (Reason, 1990b). Cette association d'idée, apparemment triviale, va entrouvrir la porte d'une nouvelle ère de recherche pour Reason. Ce changement de thème se retrouve directement dans l'étude des publications. Durant la période 1975 – 1981 (cf. Annexe A), Reason publie quelques articles sur le mal des transports (Reason, 1978, 1979, 1981 ; cités par Reason, 1990b) mais, certaines publications montrent les prémisses d'une recherche nouvelle (Reason, 1976, 1977, 1979 ; cités par Reason, 1990b).

b) Erreurs quotidiennes, inattention (1977 - 1987)

> *Un après-midi au début des années 70, je faisais chauffer une bouilloire pour le thé. La théière attendait, ouverte, sur le plan de travail (à l'époque on y mettait des feuilles à la cuillère et non des sachets de thé). C'est alors que notre chat (un Birman très bruyant) hurla, à la porte de la cuisine, pour être nourri. Je dois avouer que j'étais un peu agacé par ce chat et que ses besoins tendaient à devenir des priorités. J'ai donc ouvert une boîte de nourriture pour chat, plongé en dedans une cuillère, que j'ai mise… dans la théière. (Reason, 2013, p.1)*

Reason note que rien dans son erreur n'est liée au hasard mais plutôt à la nature routinière et similaire des deux activités (le thé et le repas du chat). Il comprend également le rôle de la concomitance des deux activités (les miaulements du chat l'interrompent dans la préparation du thé). Rapidement Reason considère que « l'action erronée » donne l'opportunité d'étudier par déduction le fonctionnement « normal » du cerveau. Dès lors, l'étude de l'erreur humaine devient un sujet d'étude pour le psychologue et un nouveau thème de recherche. Ses premiers travaux s'inspirent des résultats de Nooteboom sur les erreurs de la parole (Nooteboom, 1980, cité par Reason, 1990b) mais également des travaux de Norman sur les types d'erreurs (Norman, 1981 ; Norman, 1980, 1983, cités par Reason, 1990b) et de Rasmussen sur la cognition (Rasmussen, 1983 ; Rasmussen, 1982, cité par Reason, 1990b).

[3] L'effet Coriolis naît de la combinaison d'un mouvement linéaire (celui d'un avion à réaction en vol, par exemple) et d'un mouvement rotatif (celui de la tête du pilote durant le vol). Cet effet trouble la perception des mouvements « réels » et peut induire une perturbation de l'orientation spatiale.

[4] Ce phénomène est notamment manifeste lorsque, situé dans un train et qu'une rame voisine démarre, le sujet pense que le train dans lequel il se trouve est en mouvement.

La « théorie de l'action », qui distingue les ratés (*slips*) de l'action, des méprises[5] (*mistakes*) liées à une mauvaise planification de celle-ci ou à une mauvaise décision (Norman, 1981). Reason va utiliser ce cadre théorique pour interpréter ses relevés d'erreurs quotidiennes et ainsi poursuivre cette taxinomie[6] des erreurs humaines.

A la fin des années 1970, Reason participe à deux ouvrages collectifs dans lesquels il rédige des chapitres consacrés aux erreurs: *skills and errors in everyday life* (Reason, 1977) et *actions not as planned : the price of automatization* (Reason, 1979). Reason applique la même méthodologie aux erreurs du quotidien qu'aux corrections de posture : étudier ce qui ne fonctionne pas pour expliquer ce qui fonctionne. Il écrit « slips of action can provide valuable information about the role of conscious attention in the guidance of highly routinized or habitual activities by indicating retrospectively those points at which the attentional mechanism was inappropriately deployed. » (Reason, 1984)

Les données qu'il collecte et étudie sont essentiellement fondées sur (1) des carnets quotidiens et (2) des questionnaires. Les erreurs quotidiennes proviennent du détournement de l'attention, ou de la baisse de celle-ci, induite par la complexité et le temps de changement de notre environnement. Il est difficile d'adopter une méthode d'étude plus rigoureuse tant ces erreurs sont vulnérables à des techniques d'investigation plus intrusives et impossibles à reproduire en laboratoire (Reason & Mycielska, 1982).

Durant cette période (1977-1987), il publie 17 articles (cf. annexe A) qui portent sur les erreurs du quotidien (Reason, 1977, 1979, 1982), sur l'inattention (Reason, 1984 a., 1984 b.) puis la « sous-spécification cognitive ». Ce concept repose sur l'idée que les activités humaines, qu'elles soient routinières ou exceptionnelles, demandent des niveaux propres d'activité cérébrale (donc d'activation). Une action correctement « spécifiée » est une action réalisée au bon degré d'activation du cerveau de l'opérateur (voir Rasmussen, 1983 ; Norman, 1981 ; Reason, 1990b).

En 1985, le premier rapprochement entre les travaux académiques de Reason et le monde de l'industrie est effectué dans un article intitulé : *Human factors principles relevant to the modelling of human errors in abnormal conditions of nuclear power plants and major hazardous installations* (Reason, 1985). Cet article peut être considéré comme l'entrée de l'auteur dans le domaine de la sécurité industrielle, qu'il ne quittera plus. Ce rapprochement entre la recherche et l'industrie est accompagné par le développement de méthodes de prévention et de gestion de certains types d'erreurs comme l'omission (Reason, 1986, 1987 a.). Les recherches sur l'erreur humaine conduites par Reason vont trouver un cadre théorique fondamental dans les travaux de l'ingénieur Jens Rasmussen et son échelle SRK[7].

Suite à ses travaux sur l'accident de *Three Mile Island* (1979), Rasmussen (Rasmussen, 1986, cité par Reason, 1990) propose une vision des activités cognitive humaines selon trois niveaux. Un premier niveau « bas », utilisé pour faire face aux situations familières et connues. Le cerveau fonctionne sur

[5] La traduction française du livre *Human Error* traduit « mistake » par « faute ». La traduction retenue ici sera « méprise » qui semble étiologiquement plus appropriée (*mis-take* ; *mal-prendre*) et moins porteuse de notion de « responsabilité » (dans l'industrie, en France, « faute » rime avec « faute professionnelle »).

[6] Une taxinomie est une classification. Reason propose une classification des erreurs à différents niveaux de la planification ou de l'action.

[7] *Skills, Rules, Knowledge* (SRK) signifiant *automatismes* (choix de traduction faisant foi), *règles*, *connaissances*.

des automatismes. Un second niveau, intermédiaire, s'active lorsque la situation n'est plus totalement familière mais possède certains aspects connus. Le cerveau applique alors des règles de type *SI… ALORS…* pour faire évoluer la situation vers un état familier. Un dernier niveau, dit « haut », basé sur des connaissances générales, s'active pour faire face à des situations totalement nouvelles dans lesquelles aucun automatisme ni aucune règle ne s'avère efficace. Ce niveau « haut » est très coûteux en ressources cognitives.

A la fin des années 1980, Reason va combiner les apports théoriques de Norman (distinction entre ratés et méprises) et de Rasmussen (échelle SRK modélisant les trois niveaux d'activité du cerveau) pour proposer une taxinomie nouvelle des erreurs.

c) Classification des erreurs (1987 - 1990)

La classification des erreurs peut s'envisager sous différents aspects (i) comportemental, (ii) contextuel ou (iii) conceptuel. Ces niveaux de classification correspondent à peu près aux questions « Quoi ? Où ? Comment ? » (Reason, 1990b).

Le niveau comportemental permet de classer les erreurs en fonction de caractéristiques formelles de l'action (conséquences observables, caractéristiques de l'erreur : par action, omission, répétition…). Cette approche est cependant limitée, en effet, une même classe peut contenir des erreurs provenant de différents mécanismes causaux (voir Reason, 1984).

Le niveau contextuel s'intéresse aux éléments de l'environnement local susceptibles de déclencher les erreurs mais il ne permet pas d'expliquer pourquoi deux situations identiques ne mènent pas systématiquement aux mêmes formes d'erreurs. D'une manière générale, Reason (Reason, 1990b) constate que le principal problème dans les enquêtes post-accident est la confusion existant entre l'erreur (l'acte) et ses conséquences (ses effets). A moins d'adopter un point de vue freudien et de considérer qu'une erreur et ses conséquences ont une « motivation inconsciente », il n'y a aucune raison de supposer un lien *psychologique* entre ces deux éléments. Le même type d'erreur (raté de l'action par inattention, par exemple) réalisé dans une cuisine ou dans un cockpit d'avion n'aura pas les mêmes conséquences. Les erreurs ayant des conséquences néfastes (*adverse consequences*) sont une sous-catégorie de l'ensemble des erreurs humaines qui se distingue par des circonstances contextuelles et non par des spécificités psychologiques.

Reason s'intéresse alors à l'approche conceptuelle, basée sur les mécanismes cognitifs à l'origine de la production d'erreurs. En 1987 il publie dans un ouvrage collectif un chapitre intitulé *Generic Error-Modelling System (GEMS): A cognitive Framework for Locating Common Human Error Forms* (Reason, 1987b). Il y présente une vue intégrée des mécanismes de production des erreurs en correspondance avec les différents niveaux de contrôle proposés par Rasmussen (SRK). Le modèle GEMS (cf. figure 1) distingue les erreurs qui précèdent la détection d'un problème (les ratés et les lapsus qui surviennent au niveau des automatismes) de celles qui suivent la détection du problème (les méprises basées sur les règles ou sur les connaissances). Se dessine dès lors une distinction fondamentale entre les erreurs d'exécution d'une action et les erreurs de planification de cette action (niveau de contrôle plus élevé).

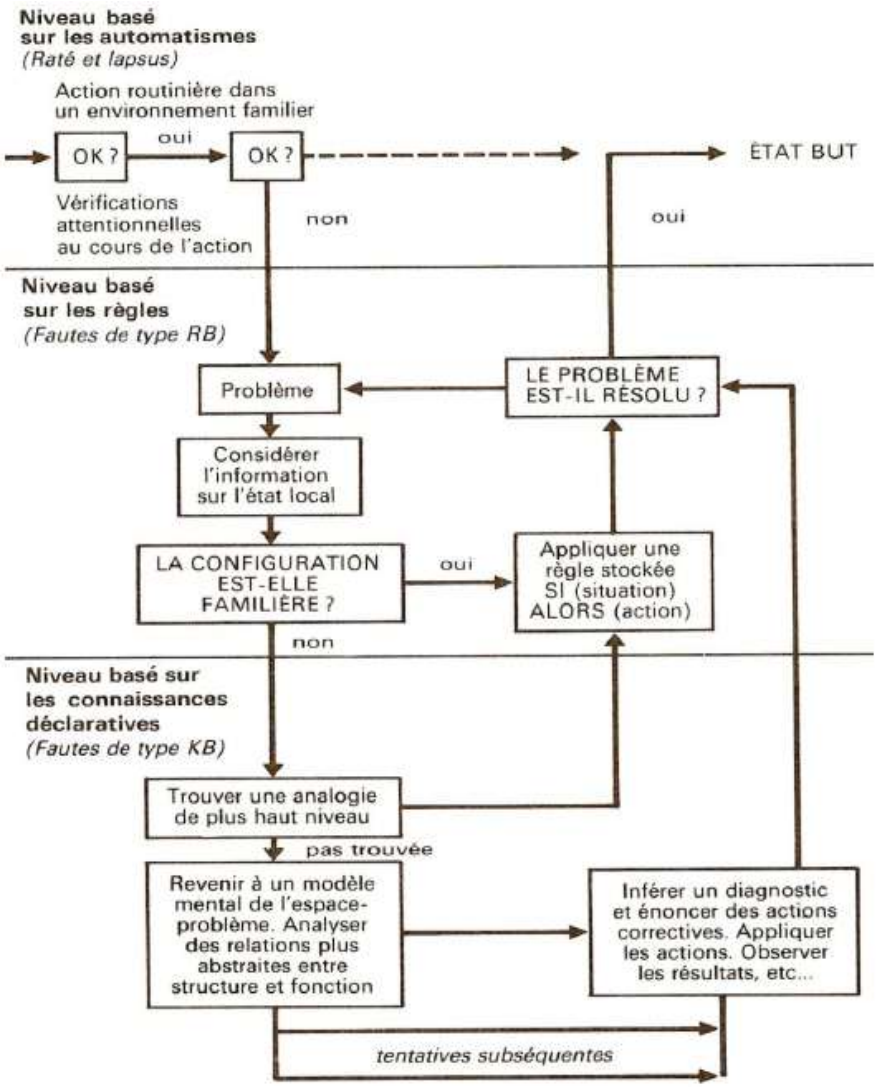


Figure 1 : Modèle GEMS (Generic Error Modelling System). *Cette figure représente le traitement cognitif des problèmes. Les trois divisions horizontales correspondent aux trois niveaux de l'échelle SRK. A chaque niveau est associé un type d'erreur* (Reason, 1990b).

Dix ans après ses premiers travaux sur les erreurs du quotidien et afin de rendre compte de cette distinction, entre les erreurs de planification et d'exécution, Reason entreprend l'exercice de taxonomie de l'erreur humaine en vue de la publication de son ouvrage « *Human Error* ».

L'erreur humaine y est définie comme « *a generic term to encompass all those occasions in which a planned sequence of mental or physical activities fails to achieve its intended outcome, and when these failures cannot be attributed to the intervention of some chance agency* » (Reason, 1990, p.9). Il faudra donc de parler d' « erreurs » pour des actions planifiées (intentionnalité de l'action) qui n'atteignent pas l'objectif désiré car elles ne se déroulent pas en accord au plan ou car le plan lui-même est inadéquat pour atteindre l'objectif.

Ces erreurs peuvent donc survenir lors de la planification, du stockage ou de l'exécution de l'action. Reason identifie différents types d' « actions erronées » (cf. Figure 2) :

- Les « ratés » (*slips*) de l'action et les « lapsus » (*lapses*) pour les erreurs verbales. Ces deux types d'erreurs correspondent à un dysfonctionnement lors de l'exécution de l'action (ou du parler) et adviennent pour les activités au niveau de contrôle bas (niveau basé sur les automatismes, tâches routinières).
- Les « méprises » (*mistakes*) correspondent, elles, à un dysfonctionnement lors de la planification de l'action. Elles sont liées aux tâches nécessitant un niveau de contrôle plus élevé (niveau basé sur les règles ou les connaissances).
- Reste la distinction importante entre les erreurs et les « violations » (voir Reason, 1994). Une violation est une transgression volontaire d'une règle ou d'une procédure imposée. Les violations peuvent être le fait d'une habitude (souvent facilitée par la tolérance d'une organisation pour ces « ajustements »), d'une nécessité (matériel ou espace de travail inadapté, conflit entre les objectifs de sécurité et de production) ou, dans les cas extrêmes, représenter des actes de sabotage (violation avec intention de nuire).

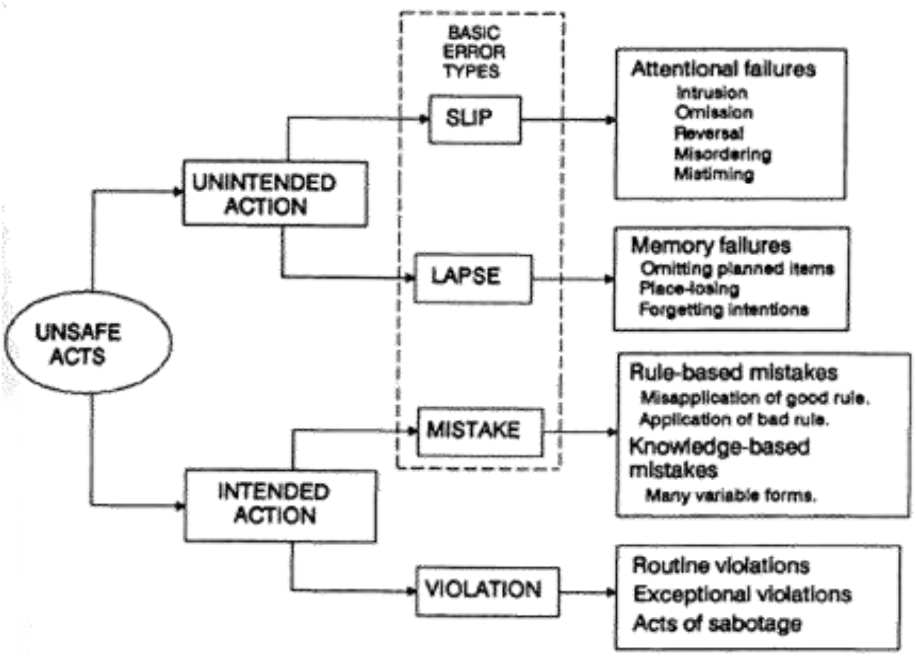


Figure 2 Taxinomie de l'erreur humaine selon James Reason. *La première distinction entre deux actes non sûrs est l'aspect volontaire (ou non) de l'action. Les distinctions suivantes dépendent du niveau de contrôle de l'activité. A chaque type d'erreur sont associés des facteurs explicatifs (à l'extrémité droite de l'arborescence)* (Reason, 1990).

Cette taxinomie de l'erreur représente l'aboutissement de cette période de recherche. C'est aussi un des apports majeurs du livre « l'Erreur Humaine ». Cependant, au cours de la rédaction, un certain nombre d'accidents industriels vont amener Reason à dépasser sa vision cognitive de l'erreur humaine pour proposer une nouvelle étiologie des accidents organisationnels. En modifiant le chapitre 7 de son livre, Reason allait publier un modèle d'accident des plus populaires et adopté massivement par les *Safety Sciences*.

Cette première section nous a permis de présenter l'auteur et ses principaux travaux. La section suivante est, quant à elle, consacrée à la construction proprement dite du SCM.

2. Création du Swiss Cheese Model

Cette section présente les fondements théoriques et conceptuels du modèle le plus connu de Reason. Après avoir présenté les évènements ayant conduit Reason à publier la première version de son modèle (section 2.1), elle propose un retour sur la vision métaphorique des accidents et de leurs modalités de prévention (section 2.1). La troisième sous-section montre, pas à pas, les étapes ayant permis de passer de la théorie à la formalisation d'un modèle (section 2.3). La dernière sous-section est consacrée au nom, un peu déconcertant, de *Swiss Cheese Model* (section 2.4).

2.1 La Pomme de Newton, le Fromage de Reason

Le SCM a été élaboré par James Reason entre 1986 et 1988, lors de l'écriture du livre *L'erreur Humaine* (Reason, 1990b). Ce livre était d'abord destiné aux pairs de l'auteur, les psychologues cognitifs. Il entendait présenter les résultats de dix années[8] de recherche autour des mécanismes de production des erreurs. L'apport principal de ces dix années étant la taxinomie, proposée par Reason, de l'erreur humaine.

Deux évènements sont à l'origine de la création du modèle qui marquera en profondeur les disciplines de prévention et de management des risques. Le premier est le choix de réduire de façon significative la longueur du premier chapitre de l'ouvrage, consacré à l'histoire des études de l'erreur. Le deuxième évènement est, la série d'accidents industriels survenus de la fin des années 1970 à la fin des années 1980 (concourante à l'écriture de *L'Erreur Humaine*). Leur analyse a permis d'affiner la compréhension des contributions humaines aux défaillances des systèmes sociotechniques.

Tout comme la pomme, que la légende fait chuter sur Newton : certaines théories s'imposent à leurs créateurs. Reste qu'une théorie, un modèle, ne peut être utile que s'il est accessible et fonctionnel. Une des raisons de la popularité du SCM est sa simplicité apparente (parfois critiquée, voir partie 4.). Elle a permis son adaptation à différents types d'industries (aéronautique, spatiale, maritime, médecine, etc.).

2.2 Un point de départ : la métaphore des agents pathogènes

Les analyses des principaux accidents[9] survenus entre 1979 et 1989 ont permis de comprendre que la performance (correcte ou erronée) des opérateurs de première ligne (*sharp end operators*) est étroitement liée aux conditions de travail (*local workplace conditions*). Les conditions de travail sont elles-mêmes conditionnées par des décisions stratégiques de haut niveau (hiérarchique). Comme Reason le rappelle (Reason, 1990b ; Reason *et al.*, 2006) ce constat n'était pas nouveau à la fin des années 1980. Deux sociologues Barry Turner et Charles Perrow avaient déjà posé de solides bases de réflexion sur la contribution humaine aux accidents industriels en décrivant les interactions complexes, au cœur des systèmes socio-techniques (Turner, 1978, cité par Reason, 1990a ; Perrow, 1984).

Dans sa taxinomie de l'erreur humaine, Reason propose une distinction entre les erreurs actives et les erreurs dites latentes (plus tard renommées « conditions » latentes sur les conseils de John

[8] Première publication de Reason sur l'erreur *Skills and Errors in everyday life* (Reason, 1977).
[9] Voir les pages 188 à 195 de *Human Error* (Reason, 1990) pour de brèves descriptions des accidents et un ensemble de références vers des rapports d'enquête détaillés.

Wreathall[10]). Pour démontrer leurs rôles respectifs, il s'appuie sur une métaphore : celle des agents pathogènes présents dans le corps humain (Reason, 1988). Reason compare les accidents industriels à certaines maladies comme les cancers ou les accidents cardiaques. Les accidents ne sont pas le fruit d'une cause unique. Ils surviennent suite à la combinaison de plusieurs facteurs, chacun nécessaire mais non suffisant pour briser les défenses (immunitaires dans le cas des maladies ; techniques, humaines et organisationnelles dans le cas des accidents industriels).

Filant la métaphore, Reason suggère qu'on peut réaliser un « bilan de santé » d'une organisation en termes de sécurité. Lorsqu'un médecin réalise un diagnostic, il se base sur un nombre limité de paramètres (taux de globules blancs, rythme du cœur, tension artérielle…) : le diagnostic organisationnel pourrait lui aussi être établi sur un nombre limité de variables (Reason, 1988). Cette métaphore permet d'émettre un certain nombre d'hypothèses au sujet des accidents industriels (Reason, 1993a) :

- La probabilité d'un accident est proportionnelle au nombre d'agents pathogènes dans le système et son organisation.
- Plus le système est opaque et complexe plus il peut contenir d'agents pathogènes.
- Les systèmes plus simples et moins défendus peuvent être victimes d'un accident en présence de moins d'agents pathogènes que les systèmes complexes et bien défendus.
- Plus le niveau hiérarchique d'un individu est élevé dans une organisation plus son potentiel à générer des agents pathogènes est grand.
- Les agents pathogènes dans un système peuvent être détectés de façon proactive (contrairement aux erreurs actives, déclencheurs locaux, difficilement prévisibles et souvent constatés de manière rétroactive). Cette prédictibilité implique donc un intérêt d'orienter la prévention sur leur recherche et leur traitement.

L'analogie médicale est convaincante mais il est nécessaire d'avoir à l'esprit ses limites. Dans toute analyse d'accident il est possible de trouver des conditions latentes (agents pathogènes). L'apport fondamental de la métaphore est la détectabilité proactive de certaines de ces conditions latentes. Il est également important de ne pas céder à la tentation de comparer cette métaphore avec la théorie déterministe (rejetée par la communauté des *Safety Sciences*) de l'« *accident proneness*[11] ». La recherche des agents pathogènes vise leur élimination et non la classification déterministe d'organisations ou d'individus qui seraient sujets aux accidents plus que d'autres.

2.3 Le renfort des ingénieurs

Afin de dégager des applications concrètes de cette métaphore et de mieux comprendre la contribution humaine aux accidents industriels, il a été nécessaire de modéliser le fonctionnement type d'une organisation industrielle. Reason s'est ici appuyé sur l'expérience industrielle de l'ingénieur nucléaire américain John Wreathall avec qui il a modélisé[12] le fonctionnement « sain » d'une organisation industrielle. Ils considèrent que toute industrie technologique, complexe ou non,

[10] Entretien avec J. Wreathall du 10/10/2014

[11] Le terme « *accident proneness* » est issu des recherches psychologiques des années 1920. Certains individus seraient plus susceptibles que d'autres de générer des accidents, mêmes en étant soumis aux mêmes niveaux de risque (voir, par exemple, Froggatt & Smiley, 1964).

[12] Sur la nappe en papier du pub « Ram's Head » à Disley, Cheshire en Angleterre (entretien avec Wreathall, 10 octobre 2014).

implique une forme de production (d'énergie, de services, de substances chimiques, de déplacement de passagers…). Un système productif est constitué de cinq éléments de base (Reason, 1990a) :

1) Des décideurs de niveau politique : les concepteurs et le haut management du système. Ils définissent les objectifs du système en fonction des données d'entrée du monde extérieur. Ils allouent les moyens (finances, équipement, ressources humaines, temps) en fonction de ces objectifs. Ils cherchent à maximiser la production (donc le profit) et le niveau de sécurité.
2) Une chaîne managériale chargée de gérer la production, spécialisée par départements (maintenance, entrainement, opérations…). Cette chaîne décline la stratégie des décideurs de niveau politique dans leurs sphères respectives.
3) Des pré-conditions : des opérateurs motivés, formés et entrainés ainsi que le renfort d'une technologie et d'équipements adéquats. A cela s'ajoutent la planification des activités, la maintenance, un guidage approprié du travail (procédures, modes opératoires), un ensemble de valeurs partagées (culture) garantes de l'équilibre productivité / sécurité.
4) Des activités productives : la synchronisation précise des opérateurs et des machines pour produire le bon produit au bon moment.
5) Des défenses : un ensemble de mesures de protections nécessaires quand le système opère dans des conditions à risque (industriel, naturel, etc.).

L'ensemble de ces éléments, articulé et hiérarchisé (cf. Figure 3), fournit une vision schématique de tout système productif.

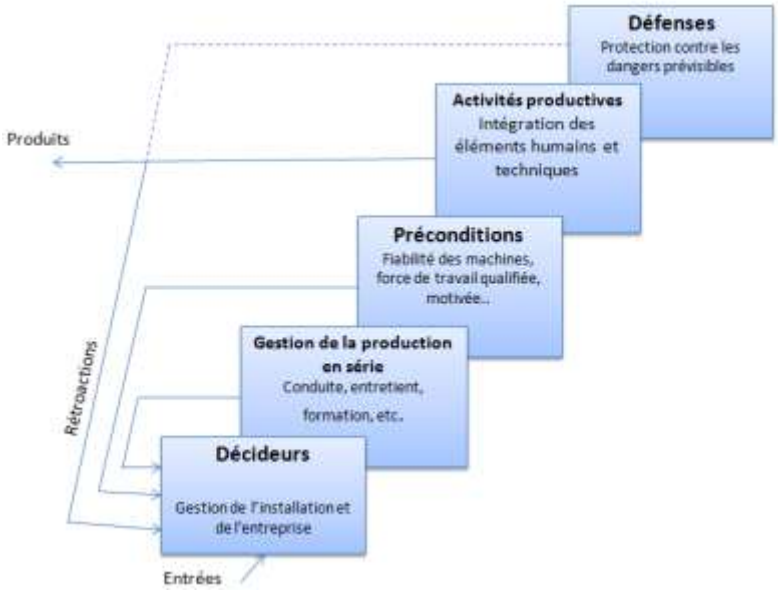


Figure 3 : Eléments basiques de production *constituant les éléments basiques, nécessaires, de tout système productif* (d'après Reason, 1990a).

Cette base permet de décrire où, comment et pourquoi les agents pathogènes sont susceptibles d'agir et de conduire à des défaillances. Le modèle proposé permet, en effet, de situer les « zones d'influence » respectives des erreurs actives et des conditions latentes (cf. Figure 4).

Les agents pathogènes peuvent avoir différentes origines. S'il s'agit de l'opérateur (chacun peut être inattentif, démotivé, etc.), on parler de « facteur humain »[13]. S'il s'agit des décideurs de niveau politique (les décisions stratégiques vont impacter les conditions de travail locales), on parlera alors (de façon non restrictive) de « facteur organisationnel ».

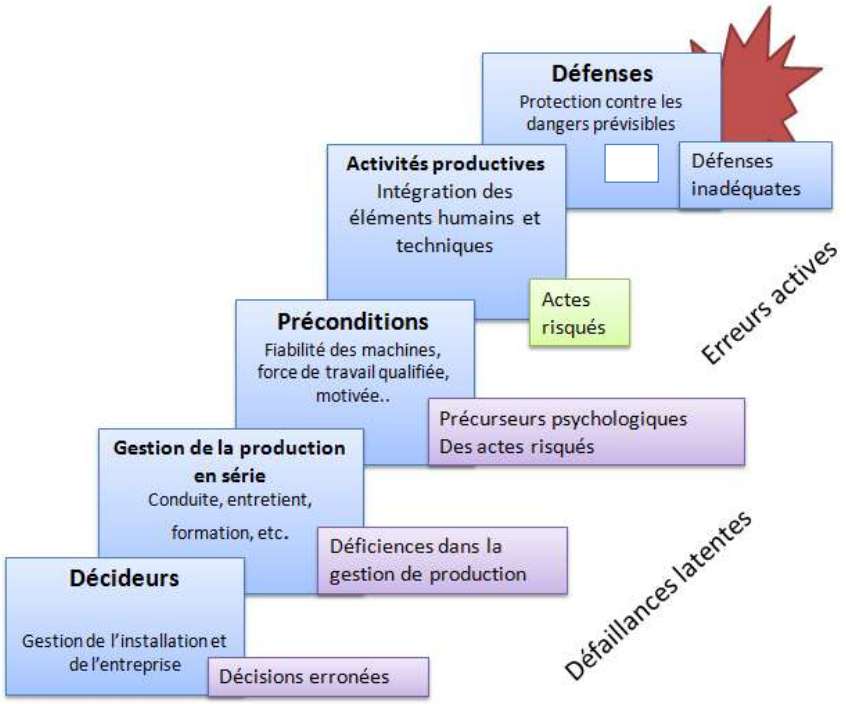


Figure 4 : Différentes sources de défaillances. *La distinction est faite entre les erreurs actives et les défaillances latentes. Les faiblesses ou l'inadéquation des barrières (symbolisées par un trou), peuvent être le fait de défaillances latentes et/ou d'erreurs actives* (d'après Reason, 1990a).

Il est intéressant de noter que cette représentation d'un système productif type embarque la vision de « défense en profondeur[14] » (INSAG, 1996). C'est un fondement de la sûreté nucléaire, auquel Wreathall était nécessairement sensible. Cette vision en plaques superposées rappelle directement la notion de « lignes de défenses » assurant chacune un rôle indépendant dans la protection globale d'un système.

Ce modèle nous renseigne sur la représentation que Reason a de ses travaux sur les dimensions humaine et organisationnelle des accidents (cf. Figure 5). La lecture, de gauche à droite (flèche « *Trajectory of accident opportunity* ») montre *primo* deux plaques « précurseurs psychologiques » et « actes non sûrs » et *secundo* un ensemble indifférencié de plaques de « défense en profondeur ». Les deux premières plaques sont plus claires (en blanc) que l'ensemble indifférencié (en gris). De cette représentation retenons :

[13] On relate ici l'histoire d'un modèle d'accident où la contribution humaine est interrogée sous ses aspects « négatifs ». Il faut garder à l'esprit que la contribution humaine est, le plus souvent, positive voire « héroïque ». C'est le terme employé par Reason dans l'expression *Heroic Recoveries* (Reason, 2008) et dans le titre du chapitre : *Heroic Compensation : the Benign Face of the Human Factor* (Reason, 2000a)).

[14] La version anglaise d'*Human Error* fait apparaître le terme « *defense in depth* » que la traduction française de 1993 fat disparaître au profit de « défenses en série ».

- que ces travaux sont adossés à la vision d'un l'ingénieur, ce qui contribue à les rendre opérationnels.
- que Reason dans la conception de son modèle, n'entend pas décomposer pour étudier mais plutôt intégrer et articuler les différents éléments contributifs à un accident.

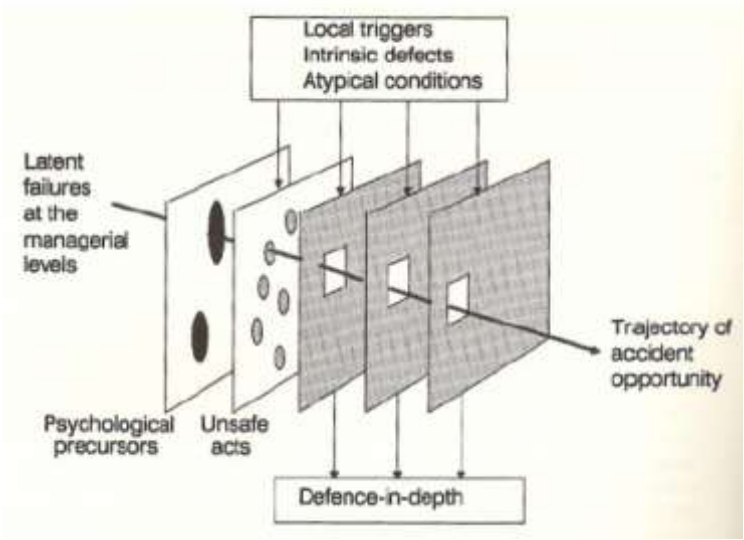


Figure 5 : Version alternative du modèle Mk I (Reason, 1990b). *Dans cette représentation, l'accident est vu comme la combinaison complexe de (1) précurseurs psychologiques induits par ce qui sera nommé plus tard des « conditions latentes », auxquelles s'ajoutent (2) un ou des actes « non sûrs » et (3) une défaillance simultanée des barrières mises en places sur le système, articulée selon les concepts de la « défense en profondeur ».*

2.4 Qui vient le premier : le fromage ou la tranche ?

La version populaire du modèle (cf. Figure 6) a été inspirée par la représentation en plaques d'un système. Cette représentation, inspirée des concepts de défense en profondeur, est le fruit du travail commun du scientifique (le psychologue James Reason) et du praticien (l'ingénieur nucléaire John Wreathall). Ce travail convergent pourrait contribuer à expliquer d'une part l'attrait que le modèle pour l'industrie (voir partie V.) et d'autre part certaines critiques publiées sur ses fondements théoriques (voir partie VI.).

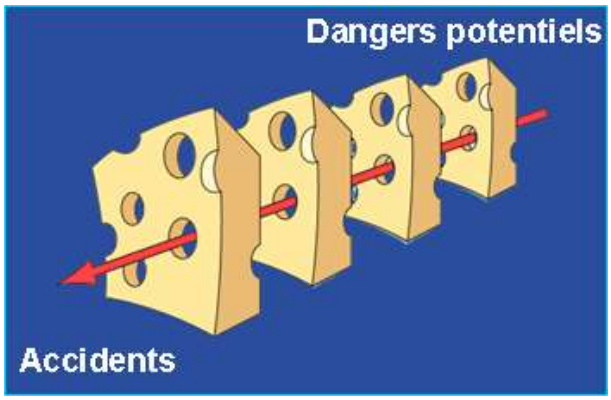


Figure 6 : Version populaire du "Swiss Cheese Model" *où une tranche représente une barrière (technique, humaine ou organisationnelle), un trou une défaillance et la flèche rouge la trajectoire accidentelle. (Reason, 2000b).*

Qu'elle ait été souhaitée ou non, qu'elle soit justifiée ou non, l'appellation *Swiss Cheese Model* a assurément contribué à populariser le modèle d'accidents organisationnels de Reason. Sous ce nom

déroutant se cache un modèle qui a marqué le champ des *Safety Sciences*. Au cours de ses nombreuses années d'utilisation ce modèle a connu de nombreuses modifications. La partie suivante s'attache à présenter les raisons de ces modifications, les différentes versions existantes du modèle et leurs apports respectifs.

3. Evolutions du modèle

Si il est coutume de parler « du » modèle de Reason, nous allons voir qu'il serait plus approprié de mentionner « les » modèles de Reason. En effet, entre le premier modèle publié en 1990 et la version la plus populaire et contemporaine, publiée en 2000, de nombreuses évolutions ont été apportées. Cette partie consacre une section à chacune des quatre évolutions principales du modèle (sections 1, 2, 4 et 5) ainsi qu'à certaines variantes rapidement délaissées (section 3).

3.1 Mark I : modéliser ce qui fonctionne pour en expliquer les défaillances

Comme nous l'avons vu, le point de départ du modèle de Reason était la modélisation en cinq éléments basiques d'un système de production type.

Les différentes contributions humaines et organisationnelles attachées au modèle intègrent la distinction fondamentale entre les conditions latentes (agents pathogènes dans le système) et les erreurs actives (erreurs commises par l'opérateur de première ligne). En effet, les décisions managériales portent sur des éléments d'organisation (formation, attribution de ressources, réduction des coûts, planification, maintenance) qui peuvent augmenter la probabilité de défaillances techniques ou humaines. Ces décisions peuvent créer un environnement de travail favorisant les erreurs et/ou les violations (mauvais approvisionnement en outils et équipement, forte charge de travail, pression temporelle, procédures inappropriées ou inaccessibles, manque de connaissance ou d'expérience, rotations de travail fatigantes, baisses de moral, etc.). Elles peuvent également impacter l'efficacité et l'intégrité des barrières du système (mauvaise maintenance, absence d'entrainement, d'essais) (Reason, 1990a ; Reason, 1995). Cette vision de l'accident porte la thèse de Reason qui deviendra un paradigme[15] des *Safety Sciences* au début des années 1990. Elle peut se résumer ainsi (Reason, 1990a ; Reason, 2005) :

- La séquence accidentelle commence par les conséquences négatives de processus organisationnels (décisions concernant le planning, la conception, les projets, la communication, la maintenance…),
- Les *défaillances latentes* ainsi créées sont transmises via les diverses structures organisationnelles (départements, services…) jusqu'à l'espace de travail où elles créent les *conditions locales* (sous-effectif, fatigue, problèmes techniques, manque de communication, objectifs contradictoires, etc.) qui augmentent les probabilités d'erreurs.
- De nombreux actes non sûrs sont susceptibles d'être commis. Ils sont déterminés par l'interaction entre les influences du système (conditions locales) et l'environnement du système (le monde extérieur). Un acte non sûr ne peut être qualifié qu'en fonction du contexte, par la présence d'un danger. Dans un système complexe, de nombreux actes non

[15] En se référant au seul modèle, le paradigme introduit par Reason pourrait être qualifié de « paradigme de l'accident organisationnel ». En faisant référence à l'ensemble des travaux de Reason, le paradigme serait celui de « l'approche système » (qui s'oppose à l'approche selon laquelle l'erreur de l'opérateur est considérée comme cause première d'un accident).

sûrs sont susceptibles d'être commis mais peu d'entre eux vont conduire à un accident car le système est doté de défenses (barrières techniques, humaines et organisationnelles de sécurité).

- Or, les barrières, les contrôles, les normes et procédures sont également susceptibles d'être affaiblies par les *défaillances latentes* autant que par les *erreurs actives*.
- L'accident organisationnel survient lorsqu'une erreur active se combine avec un ensemble de conditions latentes.

Un tel modèle pourrait inciter à déplacer le blâme des opérateurs vers les managers. Reason met en garde contre cet effet : « *this is not a question of allocating blame, but simply a recognition of the fact that even in the best-run organizations a significant number of influential decisions will subsequently prove to be mistaken* » (Reason, 1990a ; p. 203). Il précise à cet effet que l'attribution d'un blâme, bien que souvent satisfaisante émotionnellement, ne se transforme que très rarement en une parade effective. Le blâme est une sanction. Or les acteurs (encadrement ou opérateurs) ne choisissent jamais de commettre des erreurs. De plus, tout système est inclus dans un écosystème (Perrow, 1984), donc les décisions managériales sont-elles mêmes façonnées par des contraintes économiques, politiques et financières.

Malgré ses mises en garde, Reason constate que cette première version du modèle provoque ce déplacement du blâme vers les sphères managériales : « *despite my original protestations that this was not a way of shifting blame from the 'sharp end' to the board room, it still looks very much like it* » (Reason, 2008). Un second effet pervers est lié à la linéarité de la représentation qui incite à la recherche « toujours plus loin » des causes profondes, des agents pathogènes (Reason, 2008).

Conscient de ces biais de représentation, Reason publie dès le début des années 1990 une nouvelle version de son modèle d'accident, celle-ci entend spécifier plus avant les différentes contributions humaines et organisationnelles aux défaillances des systèmes.

3.2 Mark II : les apports du diagnostic organisationnel

La Mark II du modèle de Reason (cf. Figure 7) apparaît en 1993 dans un ouvrage collectif (Reason, 1993b). Suivant une orientation horizontale, elle insiste sur la diffusion au sein de l'organisation des conditions latentes. La « gestion de la production » et les « précurseurs psychologiques », (deux plaques distinctes dans la version Mk I) sont regroupés en un bloc unique nommé « espace de travail », qui se rapporte aux conditions locales pouvant impacter l'opérateur.

Cette Mark II présente deux évolutions notables. Elle introduit un chemin séparé qui souligne l'influence directe que peuvent avoir les décisions managériales sur l'état de santé des barrières du système. « *Unsafe acts at the sharp end are not essential –though common- for creating defensive gaps and weaknesses, as is evident from the King's Cross Underground fire, for example* » (Reason, 2008, p. 99). Apparaît également pour la première fois une séparation entre les erreurs et les violations dont Reason attribue la parenté à Jerry Williams (Williams, 1996 ; cité par Reason, 2006).

Le volet « organisation » est détaillé, suite aux travaux sur des méthodes de diagnostic organisationnel, financés par Shell, ayant conduit à l'élaboration de la méthode TRIPOD (Reason *et al.*, 1989 ; Hudson *et al.* 1994).

Le modèle suggère désormais d'interroger l'influence de la culture d'entreprise et des procédés organisationnels (maintenance, management, planification, etc.) dont les impacts sur la sécurité peuvent être aussi bien positifs que négatifs.

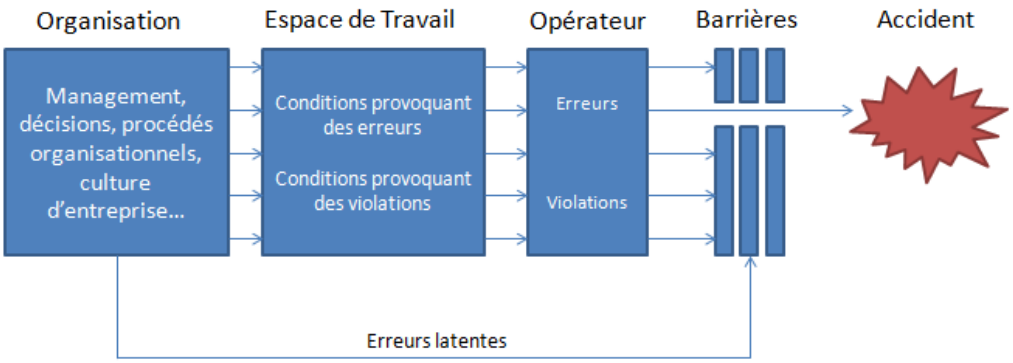


Figure 7 : Modèle Mk II de l'accident organisationnel. *Ce modèle suggère que les barrières d'un système peuvent être affectées directement par les décisions managériales (chemin du bas). Cependant ces décisions peuvent également se diffuser dans l'organisation (chemins du haut), créant dans les espaces de travail les précurseurs aux erreurs ou violations (erreurs actives) des opérateurs.* (D'après Reason, 1993b).

3.3 Variantes de la Mark II

Si la version la plus utilisée du modèle est la Mark II (Figure 7), il existe des variantes apparues au cours des années 1990. Une version détaillée (cf. Figure 8) embarque les *General Failures Types* de la méthode Tripod Delta (cf. partie V. section 2.b.).

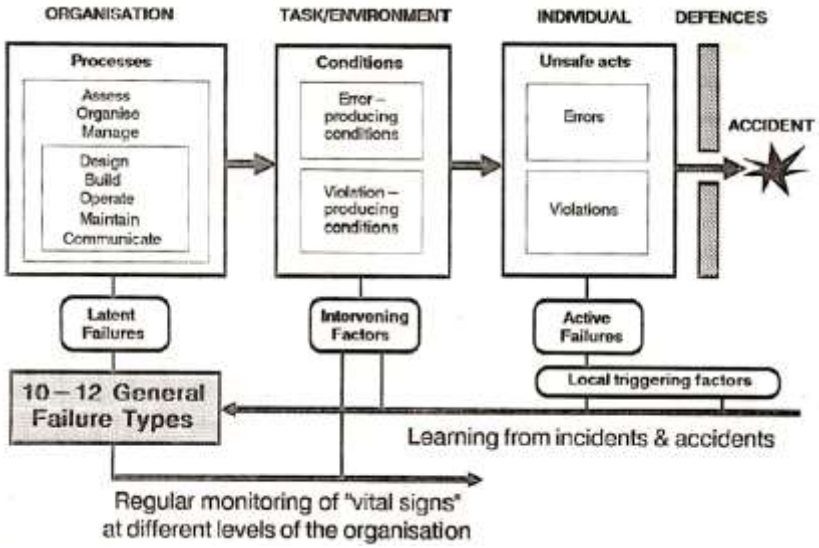


Figure 8 : Version alternative du Modèle Mk II. *Cette version intègre les General Failure Types (GFTs) de la méthode TRIPOD (Reason et al., 1989).*

Une autre variante (cf. Figure 9), présente deux chemins bien distincts de défaillance : (1) celui de l'erreur humaine et (2) celui des défaillances des barrières. La trajectoire accidentelle est ici verticale et la notion de climat (*climate*) est introduite. La *culture* est influencée par le haut management de l'organisation alors que le *climat* est spécifique aux espaces locaux de travail (Reason, 2008). Ainsi, le

climat est impacté à la fois par les facteurs culturels verticaux et par des facteurs de contexte local (arrivée d'un nouvel outil, d'un nouveau chef d'équipe…).

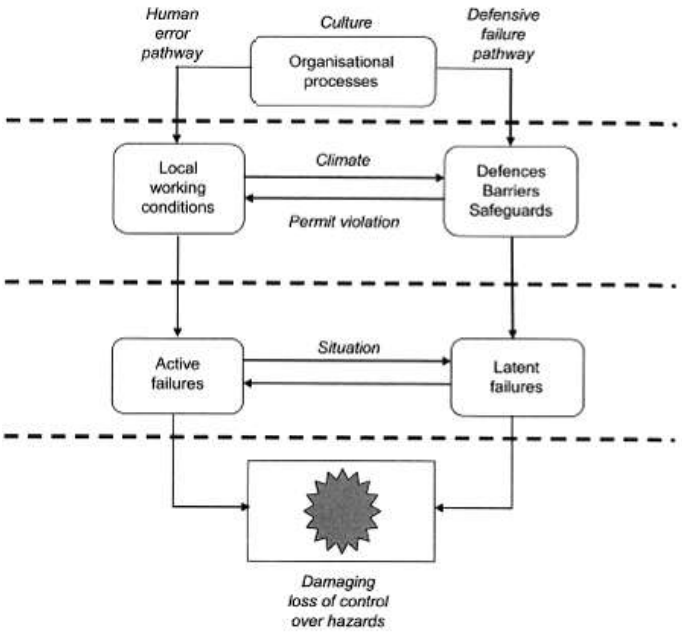


Figure 9 : Autre version alternative du Modèle Mk II. *Cette version présente deux chemins distincts pour les défaillances et introduit la distinction entre culture et climat.*

3.4 Mark III : changement d'orientation

En 1997, Reason publie un livre intitulé *Managing the Risks of Organizational Accidents* (Reason, 1997) dans lequel il présente (dès la couverture) une nouvelle version de son modèle d'accident organisationnel. Cette version intègre trois éléments fondamentaux d'un accident : (1) un danger, (2) des défenses et (3) des pertes (cf. Figure 10). Les plaques de défenses représentent l'ensemble, indifférencié, des défenses du système (barrières, contrôles, etc.). Le triangle, en bas du modèle, représente les mécanismes pouvant engendrer des trous dans les barrières (métaphore du Fromage Suisse) ou l'apparition d'agents pathogènes dans le système (métaphore médicale).

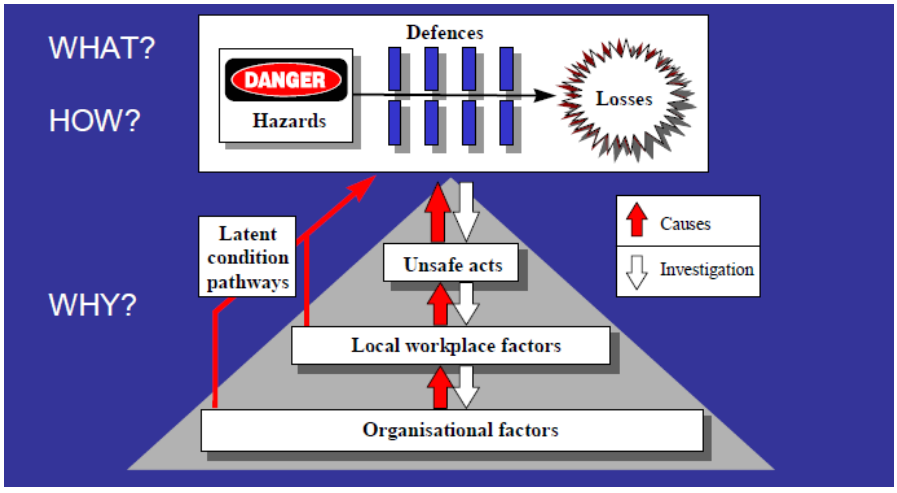


Figure 10 : Modèle Mk III. *Cette version présente les trois éléments basiques d'un accident dans le cadre supérieur (danger, défenses et pertes). La pyramide grise représente la quantité de facteurs de risques et leurs types (de nombreux facteurs organisationnels éloignés du processus accidentel ; un acte non-sûr effectué en prise avec le processus).* (Reason, 1997).

Le terme « conditions latentes » est définitivement adopté et remplace les termes d' « erreurs latentes » ou de « défaillances latentes ». Ce choix confirme que si chaque décision managériale crée des conditions latentes, elles sont nécessaires mais non suffisantes à l'accident.

De 1997 à 2000, Reason travaille sur la question de « culture de sécurité », les activités de maintenance dans l'aéronautique ou encore les spécificités des travaux en petits collectifs. En 2000 commence la dernière grande partie de sa carrière scientifique avec des travaux appliqués aux milieux médicaux.

3.5 Version actuelle : résolument fromage

En 2000, Reason publie dans le prestigieux BMJ (British Medical Journal) un article intitulé « Human error: models and management » (Reason, 2000b). Dans cet article fait son apparition une ultime version de son modèle d'accidents (cf. Figure 11).

Dans cette version, chaque tranche de fromage représente une défense du système. Les trous représentent les faiblesses ou défaillances de ces défenses. Il faut les considérer comme dynamiques : leur taille et localisation évoluent au grès des arbitrages, audits, maintenances, erreurs humaines, etc. Ces trous sont le fait d'actes non sûrs et/ou de conditions latentes. La trajectoire accidentelle est rendue possible par l'alignement des trous dans les défenses.

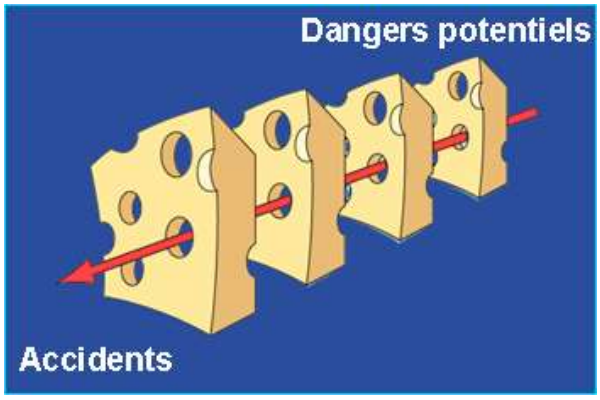


Figure 11 : Ultime représentation (Swiss Cheese Model). *Le modèle est grandement simplifié.* (Adapté de Reason, 2000b).

C'est la version la plus populaire du modèle. Au-delà de sa simplicité, cette représentation peut être qualifiée d'heuristique en ce qu'elle permet une représentation des fondements du modèle sans passer par leur analyse détaillée.

Il est intéressant de noter que l'appellation « *Swiss Cheese* » n'est pas l'initiative de Reason mais est attribuée à Rob Lee, un ancien directeur du *Bureau of Air Safety Investigation* (BASI) à Canberra (Reason *et al.*, 2006). Il est d'autant plus intriguant de noter que cette appellation et sa représentation associée remontent en réalité au début des années 1990[16]. La publication tardive de cette version s'explique par l'arrivée de Reason dans un milieu totalement nouveau (le milieu hospitalier) pour lequel il a souhaité publier quelque chose d'inédit.

[16] Rencontre avec James Reason du 7 janvier 2014.

Si la simplification laisse une large place à l'interprétation faite du modèle, cette publication va contribuer à répandre une nouvelle vision de l'accident la plupart des milieux à risques. En effet, avec la simplicité apparaît une souplesse d'utilisation du modèle que la partie suivant s'attache à décrire.

4. De l'usage du modèle

La publication, en 2000, de la version simplifiée du modèle a accompagné une démultiplication des usages dans différents secteurs industriels (de production ou de service. La section 4.1 rappelle brièvement l'intention originelle ou, ce pour quoi le modèle a été créé. La section 4.2 montre l'utilisation du modèle de Reason comme outil de communication. Les sections 4.3 et 4.4 sections exposent la dimension duale du modèle, pouvant être utilisé comme moyen d'analyse post-accidentelle ou comme outil d'évaluation des risques. Enfin, la section 4.5 questionne la maîtrise effective que peut avoir l'utilisateur de cet objet scientifique.

4.1 Intention originelle

Si les usages du modèle sont variés (guide pour l'analyse d'accident, pour le diagnostic proactif d'une organisation ou un support de communication) son objectif premier était de représenter l'accident comme la combinaison d'un ensemble de défaillances, organisationnelles, humaines ou techniques. « *The model was intended to be a generic tool that could be used in any well-defended domain – it is for the local investigators to supply the local details* » (Reason *et al.*, 2006).

4.2 Outil de communication

Dans sa version populaire (cf. Figure 11) le modèle de Reason offre une grande souplesse pour la communication en matière de prévention des risques ou de partage d'expérience. Le principe physique de la barrière représentée par une plaque à trous et de l'accident représenté par un faisceau (ou une flèche) est intuitif. La simplification du modèle laisse la liberté d'étiqueter les « tranches » et de les dupliquer autant que nécessaire pour adapter le modèle au besoin (cf. Figure 12).

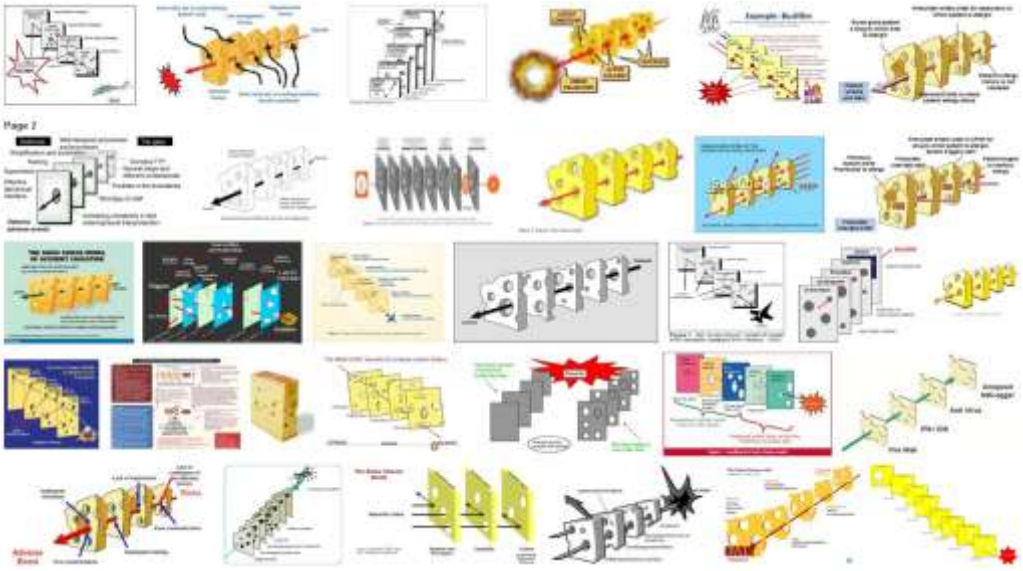


Figure 12 : Quelques appropriations du modèle de Reason. *Le nombre de tranches, le niveau de détails, l'orientation, les différents labels, sont adaptés par les utilisateurs du modèle.* (Source : Google Image ; mots clés *Swiss Cheese Model, 2014*).

4.3 Outil d'analyse

Les différentes versions du modèle ont été utilisées comme support théorique à la création d'outils d'analyse proactives (diagnostics) ou rétroactives (enquêtes) pour différents domaines.

a) Analyses rétroactives

La méthode Tripod Beta (Doran & Van Der Graaf, 1996), financée par Shell, se base sur le modèle de Reason afin de construire des arbres des causes après un accident. Cette méthode part des faits (constat de l'accident) pour en retracer les causes (enchaînement de décisions et d'actions) avant de lister l'ensemble des barrières et défenses qui ont défailli. Le travail de l'enquêteur consiste ensuite à déterminer les raisons de l'absence ou du non fonctionnement des différentes parades.

La méthode HFACS[17], développée pour l'Aviation Civile américaine se base également sur le modèle de Reason (mark I) pour inciter les enquêteurs à dépasser une vision explicative (limitée) de l'erreur humaine. « *What makes the 'Swiss Cheese' model particularly useful in accident investigation is that it forces investigators to address latent failures within the causal sequence of events as well.* » Shappell et Wiegmann fournissent un exemple d'adaptation à l'aviation et à un cadre d'analyse donné (ici l'enquête, rétroactive, d'accident) du modèle de Reason. En constatant que « [*The 'Swiss cheese' model*] *is simply a theory with few details on how to apply it in a real-world setting* », les auteurs proposent « *this paper will attempt to describe the "holes in the cheese".* […] *using over 300 naval aviation accidents* ». (Shappell & Wiegmann, 2000).

b) Diagnostics proactifs

Comme indiqué section 2.2, la métaphore des agents pathogènes implique qu'il est possible de représenter l'état de sécurité d'un système sur la base d'un petit nombre de variables. C'est l'objectif des outils de diagnostic organisationnel dérivés du modèle de Reason.

L'approche proactive (prévenir plutôt que guérir) se distingue de l'approche « classique » réactive. Dans les premiers stades de développement d'un incident, le diagnostic est délicat (il est toujours plus aisé de relire que de prédire) mais les opportunités de solution sont nombreuses. *A contrario*, dans les derniers stades de l'incident, bien que le diagnostic soit facilité par la multiplication des signaux, la mise en place des solutions est souvent plus coûteuse (en temps, ressources humaines ou financières). L'approche proactive de l'ingénieur consiste souvent à lister tout ce qui pourrait aller mal, examiner les conséquences et les probabilités de défaillances pour tenter de contrer les plus probables. Cette approche est limitée par l'imagination et l'expérience des acteurs impliqués, de plus leur habilité à anticiper l'ensemble des problèmes est restreinte dans le cas de systèmes dynamiques et complexes.

La méthode Tripod Delta, financée par Shell et développée de 1988 à 1990 (Reason *et al.*, 1989 ; Hudson *et al.*, 1994) se base sur onze indicateurs de défaillances types (General Failure Types ou GFTs) d'une organisation (cf. Figure 14). Le diagnostic est réalisé à l'aide d'un ensemble de checklists et conduit par un groupe de travail (composé de managers, d'opérateurs, de responsables sécurité). Une visualisation des résultats sous forme d'un histogramme montre l'état de « criticité » de chaque GFT (cf. Figure 13). Il en découle un ensemble d'actions à conduire afin d'améliorer le niveau de sécurité du système étudié.

[17] Human Factors Analysis and Classification System

Hardware	HW
Maintenance management	MM
Error-enforcing conditions	EC
Incompatible goals	IG
Communication	CO
Defenses	DF
Design	DE
Procedures	PR
Housekeeping	HK
Organization	OR
Training	TR

Figure 14 : Les onze GFTs de la méthode Tripod Delta *et leurs abréviations*. (Hudson *et al.,* 1994)

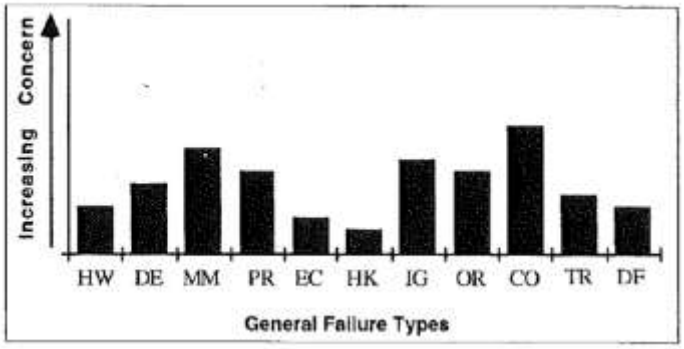


Figure 13 : Diagramme fictif d'état d'une unité opérationnelle diagnostiquée suivant la méthode Tripod Delta. *La taille d'une barre indique l'importance respective de chaque GFT dans une défaillance probable du système*. (Hudson *et al.,* 1994)

D'autres outils de diagnostic, dédiés à un domaine industriel spécifique, ont été construits autour du modèle de Reason. C'est le cas de REVIEW (British Rail), de PAOWF (Industrie nucléaire américaine), de MESH (British Airways et Singapore Airlines Engineering) (Reason *et al.*, 2006) ou encore d'applications innovantes à la mesure de la performance des systèmes de gestion de la sécurité (Cambon *et al.*, 2006).

4.4 Domaines d'application

Le livre *L'erreur humaine* a été traduit dans cinq langues. Depuis sa publication, James Reason a donné près de 300 conférences relatives à son modèle autour du monde et publié plus de 30 articles ou chapitres d'ouvrages s'y référant. Cette activité explique en partie la popularité du modèle. Reason (2006) crédite un certain nombre de personnes qui ont contribué à la diffusion dans les milieux opérationnels, de son modèle. Le tableau 1 présente une liste non exhaustive des différentes applications de ses travaux.

Tableau 2 : Liste non exhaustive des milieux d'application des travaux de James Reason

Domaine d'application	Référence bibliographique	Utilisation du modèle ou outils spécifiques conçus à partir des travaux de Reason
Aviation	- Maurino (1993) - Shappell (2000) - Walker (2003) - Reason *et al.* (2006)	- SCM [(1)] - HFACS [(2)] - ATSB [(3)] Model - MESH
Maritime	- Ren *et al.* (2008)	- SCM, réseaux Bayésiens
Médecine	- Vincent *et al.* (1998) - Carthey *et al.* (2001) - Lederman & Parkes (2005)	- Méthode ALARM - SCM - SCM
Militaire	- Jennings (2008)	- DOD [(4)]-HFACS (depuis 2005)
Nucléaire	- Reason *et al.* (2006)	- SCM, PAOWF
Pétrole	- Reason *et al.* (1989) ; Hudson *et al.* (1994)	- TRIPOD-DELTA

	- Doran & Van Der Graaf (1996)	- TRIPOD-BETA
Rails	- Reason *et al.* (2006)	- REVIEW
	- Baysari *et al.* (2008)	- SCM, HFACS
Routes	- Salmon *et al.* (2005)	- SCM
Autres domaines	- Henderson (2007) livraisons	- SCM
	- Lubnau *et al.* (2004) pompiers	- SCM
	- Holtermann (2010) justice	- CCPS [5]

(1) SCM : Swiss cheese model / (2) HFACS : Human Factor Analysis and Classification System / (3) ATSB : Australian Transport Safety Board / (4) DOD : Department of Defense / (5) CCPS : Comprehensive Crime Preventive System.

4.5 Bien connu, bien employé ?

Dans un article publié en novembre 2005, Perneger (Perneger, 2005) cherche à déterminer si la métaphore du fromage Suisse est comprise de manière identique par les différents professionnels de la santé qui l'utilisent. Il réalise une enquête par questionnaire auquel il joint une représentation graphique du modèle (cf. Figure 11). Pour les besoins de son enquête, les termes *dangers* et *pertes* sont supprimés de la représentation.

Une première question, portant sur la familiarité du répondant avec le modèle, lui a permis d'analyser les réponses des personnes se considérant « à l'aise » voire « très à l'aise » (N = 85). Les cinq questions principales portaient sur les différents éléments du modèle : une *tranche* de fromage, un trou, la flèche, la représentation d'une *erreur active* et ce qui permet de rendre le système de santé *plus sûr* selon le modèle. Le répondant étant face à un choix multiple entre cinq propositions par item. Les résultats présentés dans l'article posent questions :

> *Most respondents interpreted the slice of cheese as intended by J. Reason (barrier that protects patients from harm), and inferred correctly that this would include a defence that prevents the occurrence of an error. However, only few recognised that procedures that alleviate consequences of an error may also appear as barriers. Majorities interpreted a hole as suggested by Reason – a weakness in defences, but only few respondents understood that a hole is either a latent error or an unsafe act. The most obvious interpretation of the arrow (path from hazard to harm) was chosen by only half of the respondents. The majority choice (series of events leading to an error) is not entirely correct, as it is patient harm, not an error, that is represented by Reason at the tip of the arrow (however, the error may be equivalent to patient harm, as in wrong site surgery). Only three out of ten respondents identified correctly an active error as one of the holes. Making the system safer by plugging a hole was correctly selected by most respondents, but the solution of adding a barrier (a slice of cheese) was not.* (Perneger, 2005).

Si les résultats peuvent paraître satisfaisants, le panel retenu (personnes à l'aise voire très à l'aise avec le modèle) devrait conduire à un taux plus élevé de réponses correctes. Perneger a montré que la signification du modèle, pour la prévention des erreurs médicales, n'est pas univoque et que par conséquent « *invoking the Swiss cheese model will not necessarily lead to effective communication, even among quality and safety professionals.* […] *The danger is that people today use the label « Swiss cheese model » without realising that its meaning varies from one person to the next* » (Perneger, 2005).

Cette étude soulève un ensemble de questions autour du partage du sens, de la communication et de la confiance que l'on peut placer dans un modèle pour expliquer le réel. Elle confirme aussi l'intérêt épistémologique du modèle de Reason.

La partie suivante tente d'apporter des éléments de réponse aux questions soulevées ici. Bien que sa popularité ne soit plus à discuter, quelles sont les limites du modèle de Reason ?

5. Réflexions sur les limites et revue des critiques du modèle

Depuis sa parution, le modèle de Reason a été adopté par un grand nombre de domaines industriels, pour différentes utilisations (cf. section 4.4) et par différents profils d'acteurs. Dans son livre *Managing the risks of organisational accidents*, Reason attire l'attention sur une dérive, potentiellement induite par son modèle : la recherche toujours plus (trop) loin de causes profondes. « *The pendulum may have swung too far in our present attempts to track down possible errors and accident contributions that are widely separated in both time and place from the events themselves.* » (Reason, 1997 ; page 234). Cette alerte, lancée près d'une décennie après la parution du modèle par son auteur lui-même, interpelle : « *ironically, it seems that the only person to question the use of Reason's Swiss Cheese model is Reason himself !* » (Shorrock *et al.*, 2005 ; Cité par Reason *et al.,* 2006). En effet, la facilité d'accès du modèle (facteur de son importante diffusion) est une de ses faiblesses potentielles. Une utilisation dogmatique peut engendrer des effets non souhaités sur la prévention ou l'enquête accident.

Après une phase de conception d'une dizaine d'années (1977 – 1988), une phase de déploiement d'une aussi longue et jalonnée par différentes versions du modèle (1989 – 1997), les années 2000 à 2010 marquent une première période de remise en cause du modèle.

Comme tout modèle, le modèle de Reason constitue une réduction (simplification) du réel. Il est aujourd'hui partagé dans les sciences des organisations que la structure réelle de celles-ci diffère de la structure formelle (Crozier & Friedberg, 1977). Ainsi, le modèle normatif (cf. Figure 3, page 11) d'une organisation productive, qui sert de base au modèle d'accident organisationnel de Reason, ne doit pas être considéré comme universellement valide (Reason *et al.*, 2006) mais comme une base de réflexion. Pour détailler plus avant les limites et biais des modèles de Reason, nous présentons ci-dessous sur les principales critiques publiées à son égard.

5.1. Une vision statique

Le modèle de Reason donne une vision figée de l'organisation. Si celle-ci peut être acceptée dans le cadre d'analyses rétroactives, il faut se garder d'une telle simplification du système dans le cadre des diagnostics proactifs.

> *Reason's model shows a static view of the organisation ; whereas the defects are often transient i.e. the holes in the Swiss Cheese are continuously moving. The whole socio-technical system is more dynamic than the model suggests.* (Qureshi, 2007)

Si le modèle a permis un changement de paradigme déplaçant l'explication de l'accident de l'erreur de l'opérateur à des contingences organisationnelles, il demeure important de ne pas délaisser entièrement l'impact potentiel du facteur humain « *Latent conditions may be significant, but*

occasionally people really do just slip up » (Young *et al.*, 2004). Notons que cette critique s'adresse plus aux utilisateurs de l'outil qu'à l'outil lui-même.

> *It may be the case now that industries and organizations have latched on to the model in a far too rigid and dogmatic fashion. As a consequence, investigations based on the Reason model can easily turn into a desperate witch-hunt for the latent offenders when, in some cases, the main contributory factors might well have been 'human error' in the traditional sense.* (Young, *et al.*, 2004)

5.2. Un modèle (trop) général

Reason a fait évoluer son modèle afin de le préciser et le compléter avant de finalement choisir la simplicité de la métaphore et de laisser aux usagers la liberté de l'adapter (Reason, 2000). Or, ce qui constitue sa force peut également être considéré comme un de ses points faibles :

> *[The Reason's model] does not account for the detailed interrelationships among causal factors. Without these distinct linkages, the results are too vague to be of significant practical use.* (Luxhoj & Kauffeld, 2003)

> *The Swiss cheese analogy is useful to think about the complexity of failure […] but it does not explain: where the holes are or what they consist of, why the holes are there in the first place, why the holes change over time, both in size and location, how the holes get to line up to produce an accident. This is up to you, as investigator, to find out for your situation.* (Dekker, 2002, p. 119-120 ; cité par Reason *et al.*, 2006).

Arminen et ses collègues dépassent la critique des insuffisances du modèle pour souligner une autre limite, plus imputable à l'usage qu'à la conception du modèle : celle d'une explication « causale » de l'accident qui n'est pas rattachée au contexte de réalisation des activités :

> *Reason's model of accident causation broadened the area of accident investigations beyond psychological and technical errors to the latent conditions leading up to an accident, thus opening up their multifaceted nature. However, the nature of errors has remained underspecified, since the model does not target errors in their activity.* (Arminen *et al.*, 2010)

Ce point est fondamental dans l'utilisation faite des travaux de Reason et dans leurs limites perçues. Le SCM n'explique pas, en soi, les mécanismes de création des erreurs. La taxinomie de l'erreur humaine (Reason, 1990b) n'explique pas non plus leur contribution aux accidents industriels. Ces aspects de la vie des systèmes sociotechniques doivent être judicieusement interrogés et articulés. C'est ce qu'expriment Arminen *et al.* (2010) :

> *The model is a heuristic tool that assists analysts to reverse engineer the safety critical aspects of interaction in complex socio-semiotical systems. It helps the analyst to address latent context of the problems that have become actively relevant for the ongoing action-in-interaction, thereby allowing the analysis of local interaction to be connected with wider aspects of the mobility system.* (Arminen *et al.*, 2010).

5.3. Une représentation linéaire (?)

Le modèle de Reason peut être perçu comme une vision statique et linéaire du système (renforcée par la flèche droite de la trajectoire accidentelle). Si cette représentation fonctionne de manière très efficace pour éveiller l'attention sur le rôle des « conditions latentes » dans les accidents, elle peut induire certains effets pervers. Dekker souligne les risques liés à cette représentation :

> *[In risk analysis] we make certain decomposition assumptions. For example, we assume that each component or sub-system operates reasonably independently, so that the results of our safety analysis […] are not distorted when we start putting the pieces back together again. It also assumes […] that the interactions, if any, between the sub-systems will be linear: not subject to unanticipated feedback loops or non-linear interactions.*
>
> *The […] Swiss Cheese [model]: subsequent layers of defense with holes in them, may unintentionally sustain and propagate these decomposition assumptions. The sub-systems (e.g. layers of defense) are represented independently, the entire system is assembled straightforwardly from a series of layers, and their interrelationship is linear (the "accident trajectory" through them is a straight line, going through one layer after another). If these assumptions were valid for the systems we inspect and regulate, then looking for the quality of individual components or sub-systems would suffice. But they aren't and it doesn't.* (Dekker, 2006)

Cette critique fait sens lorsque l'on ne considère que la version populaire (cf. Figure 11) du modèle de Reason. En revanche, les théories et des propositions sous-jacentes au modèle permettent d'atteindre une compréhension plus fine.

Dans sa thèse sur les modèles d'accident systémiques, Karim Hardy (2010) consacre le 2ème chapitre à l'approche systémique des accidents. L'approche systémique propose une vision de l'accident suivant quatre caractéristiques essentielles : (1) la structure, (2) les fonctions et (3) les processus articulés dans (4) un environnement donné. Dans une vision systémique, les activités des opérateurs interagissent avec les processus, et les différents niveaux (d'une organisation) subissent des contrôles. Ces interconnexions impliquent que « *dès qu'un système fonctionne, les décisions prises à ses niveaux supérieurs se propagent dans les niveaux inférieurs. Rétroactivement, les informations relatives aux actions des niveaux inférieurs peuvent remonter le long de la hiérarchie. Cette rétroaction est cruciale pour le bon fonctionnement du système […].* » (Hardy, 2010, p.57).

Ainsi, « *les modèles d'accident systémique permettent de mieux décrire et de mieux comprendre les liens entre les différents facteurs à travers différents niveaux hiérarchiques* » et « *permettent la description du processus d'accident comme un ensemble d'évènements interconnectés et complexes alors que les modèles séquentiel et organisationnel se contentent d'une description linéaire de l'accident »* (*op cit*, p.65). En somme « *dans les modèles systémiques, un accident survient lorsque plusieurs facteurs (humain, technique, environnemental) coexistent en un lieu et un temps spécifique* » (Hollnagel, 2004 ; cité par Hardy, 2010, p. 65).

Cette vision d'un modèle systémique recouvre plusieurs des caractéristiques présentées par le modèle de Reason : interconnections entre les niveaux d'une organisation, complexité des interactions, importance des rétroactions.

Déterminer si le modèle de Reason peut être rangé dans la famille des modèles systémiques ou linéaires semble être devenu un des défis des *Safety Sciences*. Cela permettrait, en quelque sorte, de trancher sur la « validité » du Modèle. Sans partager cet avis, rappelons simplement quelques points relatifs au SCM.

Dans la modélisation d'un système productif type (cf. Figure 3, page 11) servant de base à l'ensemble des versions ultérieures du modèle, Reason et Wreathall font apparaître les boucles de rétroaction entre l'ensemble des niveaux hiérarchiques. Notons également que la quasi-totalité des écrits de

Reason consacrés à la sécurité industrielle (*i.e.* ultérieurs à la publication en 1990 de l'*Erreur Humaine*) insistent sur la complexité de l'accident comme la combinaison malheureuse de plusieurs facteurs, humains, organisationnels et techniques. Qui plus est, Reason illustre à l'aide de la métaphore des agents pathogènes une complexité supplémentaire au niveau du rôle de l'humain dans les accidents : la distinction entre des causes latentes (*blunt end level*) et des erreurs actives (*sharp end level*).

5.4. Des évolutions, pas de révolution

Le modèle de Reason est-il dépassé ? La question est posée par l'auteur lui-même qui titre une communication à l'Eurocontrol Experimental Center en 2004 « *Ueberlingen : Is Swiss cheese past its sell-by date ? »*.

Après une période d'utilisation dogmatique du modèle, de nombreux auteurs en questionnent aujourd'hui les limites. Deux points demeurent systématiquement soulevés : sa popularité qui a permis d'installer durablement dans les esprits le rôle des contributions humaines aux accidents. Ainsi, les critiques devraient être lues avec autant d'attention par les utilisateurs du modèle que par son concepteur. « *We would just like to see an increased awareness amongst investigators of the spirit of the model, rather than following the letter of Reason's 'bibles' so dogmatically*. *Without wanting to return to the dark ages of 'human error' being the company scapegoat for all accidents […]* » (Young *et al.* 2004).

Si le SCM a fait l'objet de publications comparatives « en opposition » afin de déterminer un modèle plus adapté qu'un autre (e.g. Hickey, 2012) ou de proposer un nouveau modèle dépassant les limites constatées des « comparés » (e.g. Le Coze, 2013). Cependant, quelques publications s'inscrivent dans une démarche évolutive. La majorité des auteurs critiques proposent d'améliorer le modèle en le rapprochant d'une autre théorie, d'un autre courant de pensée.

Il semble donc que la tendance soit à l'évolution plus qu'à la révolution (l'« *(r)evolution of human factors* » de Young *et al.* (2005)).Il s'agit pour certains de compléter le cadre théorique du modèle de Reason en le développant comme pour le modèle HFACS : « *Human factors analysis was designed to describe the holes in the cheese, as a response to gaps in Reason's model* » (Shappell and Wiegmann, 2000). D'autres come Johns l'augmentent d'autres théories comme la Pensée Critique : **«** *Critical Training (CT) reduces normal human decision error in individual and group processes. Individual CT can reduce or, in a specific case, close a hole in the Swiss Cheese model. CT can also move the hole out of alignment.* **»** (Johns, 2009). D'autres enfin suggèrent, sur la base d'une analyse sémantique, de modifier certains termes du modèle afin d'en contrôler les effets produits : « *These studies on the coordination of talk and action may complement Reason's model in a significant way, helping us to re-specify the nature of work processes, including the emergence of failures and troubles.* » (Arminen *et al.*, 2010).

On trouve des auteurs qui proposent l'amélioration du modèle de façon concrète. Besnard et Baxter proposent d'expliquer la formation des trous dans les plaques du modèle de Reason par la théorie de Randell (2000 ; cité par Besnard & Baxter, 2003).

> *The resulting integrated model offers a richer description of socio-technical failures by suggesting a mapping between sequences of events (a fault-error-failure chain) and holes in the layers of a system. We believe that our approach has some intrinsic interest since it constitutes a step forward in reconciling technical and organisational views on failures in socio-technical systems. In doing so, we position ourselves within a stream of research where dependability can no longer be accepted as a sole technical issue.* (Besnard & Baxter, 2003).

De nombreux autres rapprochements peuvent être imaginés comme en témoigne un article, paru en 2013 proposant d'unifier la méthode des nœuds papillons ainsi que les deux méthodes Tripod Beta et Delta :

> *The Swiss cheese model has proven to be one of the dominant safety metaphors of our time. Over the years, multiple barrier based methods have been developed using this metaphor, often with slightly different goals and interpretations of the original Swiss cheese model. However, because most still share enough commonalities, these methods can be combined to create a unified model that combines the benefits of each individual method.* (CGE Risk, 2013).

On trouve également cette initiative visant à combiner le cadre théorique proposé par Reason avec des outils d'analyse quantitative :

> *To make good use of Reason's model, one way is to use quantitative analysis tool to enhance "Swiss cheese" model. Particularly in exploring causal relationships in offshore safety assessment, conventional tools have been widely used including Fault Tree Analysis (FTA), Event Tree Analysis (ETA), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), and Hazard and Operability Studies (HAZOP).* (Ren *et al.*, 2008)

D'autres initiatives se montrent encore plus ambitieuses. Jones (Jones, 2008, 2009) propose une réingénierie du modèle passant du Fromage au Château Suisse « *Locating the model in the same countryside as the Swiss Cheese model is intended to convey evolution rather than revolution.* » Le modèle (cf. Figure 15) consiste alors à représenter l'opérateur comme le donjon d'un château fort et l'ensemble des défenses non plus comme des plaques mais comme le mur d'enceinte du château. Les opérateurs deviennent alors la dernière ligne de défense mais aussi un enjeu à protéger par le système. Les trous se situent dans les murs d'enceinte, Jones réfutant l'hypothèse selon laquelle un ensemble de trous devraient s'aligner : « *we now recognize that complex systems run broken. A regulatory failure, a management shortcoming, a design flaw goes straight to the sharp end* » (Jones, 2008). A ce jour, ce modèle du Château Suisse ne connaît pas d'écho dans la littérature et Jones ne présente aucun cas d'application permettant d'en juger la valeur scientifique et/ou opérationnelle. Cependant, cette initiative confirme une tendance consistant à préférer améliorer le modèle existant plutôt que de le considérer dépassé.

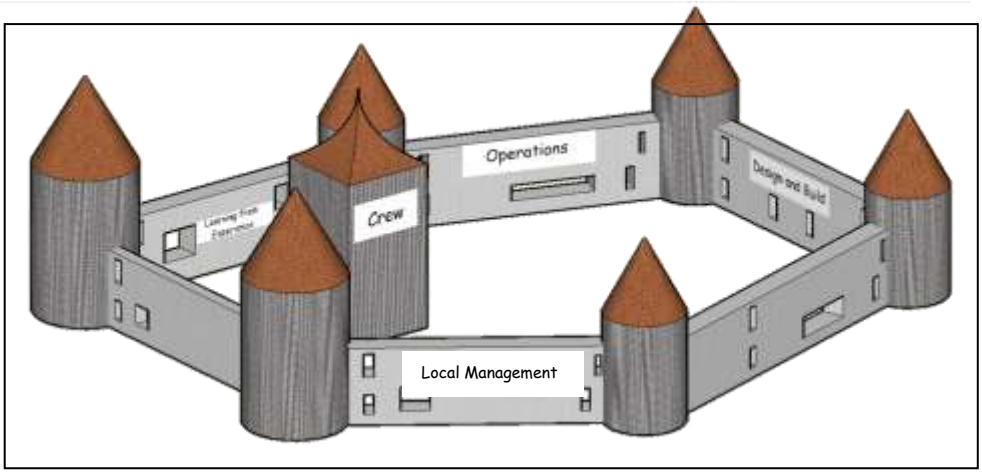


Figure 15 : Le modèle du Château Suisse. *L'équipe, représentée par le donjon, constitue à la fois la dernière défense et un enjeu à protéger.* (Jones, 2008).

On pourrait alors émettre l'hypothèse suivante : loin d'avoir passé sa date limite de consommation, le SCM se montre à l'épreuve du temps et du réel. Il porte en lui l'ensemble des limites et des biais inhérents à l'exercice de modélisation. Les simplifications et réductions opérées sont d'autant plus tangibles qu'elles portent sur des objets mouvants (les groupes et les organisations). Pour autant, les théories de Reason ont été à l'origine de résultats très concrets en matière de santé-sécurité-sûreté. S'il ne fallait citer qu'un exemple, nous ferions allusion à la réduction des erreurs médicales en Angleterre pour laquelle Reason a été nommé Commander de l'Ordre de l'Empire Britannique, en 2003.

6. Conclusion

Ce papier de recherche avait pour ambition de présenter au lecteur les dimensions négligées, cachées ou oubliées, qui se cachent derrière un des modèles les plus cités des safety sciences.

La première section était consacrée à la présentation de l'auteur, de son parcours de recherche et des principaux évènements qui ont jalonné plus de quarante années de carrière. Son imposant corpus de publication pouvant être découpé en cinq phases distinctes guide naturellement la présentation de ses résultats jusqu'à la naissance du modèle. La seconde section est consacrée spécifiquement à la création du SCM, elle synthétise ses principaux fondements théoriques et met en lumière le processus de coproduction du modèle entre le psychologue et ce qu'il conviendrait d'appeler la communauté de l'ingénierie. Cette section se base, notamment, sur des entretiens réalisés en 2014 avec James Reason et John Wreathall. La troisième section expose les différentes versions publiées entre 1990 et 2000. Elle s'attache à expliciter les changements de représentation ou de vocables qui y sont associées. Cette section montre le long processus itératif qui se cache derrière la version la plus populaire, mais aussi la plus simplifiée des travaux de Reason. La quatrième section présente les différents usages possibles et effectifs du modèle ainsi qu'une réflexion sur sa portée originelle. Si le modèle le plus simple laisse la place à une part d'interprétation et donc à des utilisations variées, il est avant tout normatif. A vocation descriptive, il n'a pas été conçu avec une visée performative. La dernière section est consacrée aux principales critiques publiées sur le modèle. Elle propose ainsi une première ouverture de la réflexion sur le statut et la portée de l'œuvre de Reason.

Terminons cet exercice historique, épistémologique et critique sur le modèle de Reason par une allégorie. Considérons James Reason comme un ingénieur en mécanique automobile. Ses travaux de psychologue (1967 – 1987) seraient comparables à une activité de recherche et développement en mécanique « fondamentale ». La période durant laquelle s'est opérée la création de son modèle d'accident (1987 – 1990) correspondrait à une phase conception puis de fabrication d'un prototype de moteur. Ce moteur rencontrant un franc succès, James Reason est amené à le développer et le faire évoluer (1990 - 2000). Ces évolutions conservent la fonction première d'un moteur. En parallèle, de nouvelles voitures (ou, dans notre cas, des outils d'analyse) sont créées, certaines par Reason et ses équipes, d'autres par d'autres constructeurs (chercheurs, professionnels du facteur humain). Ces voitures ont des carrosseries et des marques différentes, mais elles utilisent un même « type » de moteur : le modèle d'accident organisationnel et sa vision, développés par Reason.

En somme : le moteur réalise une fonction primaire : « transformer du carburant en énergie mécanique » ; la voiture, « utilise » un moteur pour remplir une autre fonction : « déplacer un usager ». Différentes voitures (ou différents outils, méthodes FH) peuvent parfaitement utiliser un même moteur (une même théorie scientifique) pour des finalités légèrement différentes. Dès lors, peut-on espérer « prévenir les accidents » en utilisant le SCM, sans les méthodes dérivées et adaptées aux spécificités des organisations à étudier ? Si la réponse est « non », certaines critiques adressées aux théories de Reason pourraient être reconsidérées.

7. Références bibliographiques

Arminen I., Auvinen P., Palukka H. (2010). *Repairs as the last orderly provided defense of safety in aviation.* Forthc. Journal of Pragmatics.

Aven T. (2014). *What is safety science?* Safety Science, 67, 15-20.

Baysari M., McIntosh A., Wilson J. (2008). *Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia*. Accident Analysis and Prevention 40, 1750-1757.

Besnard D., Baxter G.g (2003). *Human compensations for undependable systems.* Technical Report Series CS-TR-819. University of Newcastle upon Tyne. School of Computing Science. November 2003.

Bouilloud J.-P. (2007). *Le chercher, un autobiographe malgré lui.* In Vincent de Gaulejac *et al.*, *La sociologie clinique*. ERES « Sociologie clinique ». p. 75-89.

Bourrier M. (2011). *The legacy of the High Reliability Organization Project. Journal of Contingencies and Crisis Management*. Vol 19 Number 1 March 2011.

CGE Risk (2013). *Revisiting the Swiss Cheese model - Unifying Bowtie, Tripod Beta and Tripod Delta*. Article consulté en ligne sur http://www.cgerisk.com/knowledge-base/incident-analysis-methods/ en mai 2014

Cambon J., Guarnieri F., Groeneweg J. (2006). *Towards a new tool for measuring Safety Management Systems performance*. Proceedings of the second resilience engineering symposium 370 p.

Crozier M., Friedberg E. (1977). *L'acteur et le Système*. Rééd. Seuil, coll. « Points essais », 1992.

Dekker S. (2006). *Past the edge of chaos*. Technical Report 2006-03. Lund University, School of Aviation ; Sweden.

De Terssac G, Mignard J (2011). *Les paradoxes de la sécurité – Le cas d'AZF*. Paris : PUF, collection Le Travail Humain.

Doran J.A., Van Der Graaf G.C. (1996). *Tripod-BETA : Incident investigation and analysis.* Society of Petroleum Engineers. SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference, 9-12 June 1996, New Orleans, Louisiana.

Froggatt P., Smiley J. (1964). *The concept of accident proneness: a review.* British Journal Ind. Med. 21(1) : 1–12.

Groeneweg J. (2002). *Controlling the controllable*. Preventing business upsets, fi fth editio. Global Safety Group Publication. pp. 1-528.

Guarnieri F., Besnard D. (2013). *Redécouvrir l'erreur humaine de James T. Reason*. (Préface à la deuxième Edition). In James Reason, *L'erreur humaine*. Paris, Presses des Mines, Collection Economie et Gestion, 2013.

Hardy K. (2010). *Contribution à l'Etude d'un Modèle d'accident Systémique - Le Cas du Modèle STAMP : Application et Pistes d'améliorations*. Thèse soutenue en décembre 2010. Centre de Recherche sur les Risques et les Crises, MINES ParisTech, France. 212 p.

Henderson A. (2007). *Swiss cheese: analyszing the cause of service delivery failures*. Euro CHRIE Leeds Conference Preceedings – 2007.

Hickey J. (2012). *A system Theoretic Safety Analysis of U.S. Coast Guard Aviation Mishap involving CG-6505*. Thèse soutenue en mai 2012. Massachusetts Institute of Technology – System Design and Management Program.

Hollnagel E., Woods D., Leveson N. (2006). *Resilience Engineering : Concepts And Precepts*. Ashgate.

Holtermann J.H. (2010). *A "Slice of Cheese" – A Deterrence-based Argument for the International Criminal Court.* Human Rights Review Vol. 11 Issue 3. 289-315.

Hopkins A. (2001). *Was Three Mile Island a "Normal Accident"?* Journal of Contingencies and Crisis Management, 9(2), 65-72, 2001.

Hudson P., Reason J., Wagenaar W.-A., Bentley P.D., Primrose M., Visser J.P., (1994). *Tripod Delta: proactive approach to enhanced safety.* Journal of petroleum technology n°1. pages 58 à 62

INSAG (1996). *Defense in depth in Nuclear Safety.* Report by the International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG). IAEA, Austria, 1996. 48 pages.

Johns A.M. (2009). *Critical Thinking: Plugging (or moving) a hole in our Swiss Cheese*. 10th Wildland Fire Safety Summit, International Association of Wildland Fire & NWCG Safety & Health Working Team.

Jones B.M.S. (2008). *Organizational Accidents: From Swiss Cheese to Swiss Chateau*. Process Contracting Limited – March 2008.

Jones B.M.S. (2009). *Unpacking the blunt end – changing our view of organizational accidents.* Contemporary Ergonomics 2009. Philip D. Bust Ed.

Le Coze J.-C. (2013). *New models for new times. An anti-dualist move*. Safety Science n°59. 200-218.

Lederman R.M., Parkes C. (2005). *System failure in hospitals – using Reason's model to predict problems in a prescribing information system.* Journal Med Syst 29(1), 33-43.

Leveson N., Dulac N., Marais K., Carroll J. (2009). *Moving Beyound Normal Accidents and High Reliability Organizations : A Systems Approach to Safety in Complex Systems*. MIT Press.

Lubnau T., Okray R., Lubnau T. (2004). *Crew Resource Management for the Fire Service*. PennWell Books. pp. 20–21.

Luxhoj J.T., Kauffeld K. (2003). *Evaluating the Effect of Technology Insertion into the National Airspace System*. The Rutgers Scholar – An Electronic Bulletin of Undergraduate Research. Vol 5.

Norman D.A. (1981). *Categorization of action slips*. Psychological Review, 1981, 88, 1-15.

Perneger T. (2005). *The Swiss cheese model of safety incidents: are there holes in the metaphor?* BMC Health Services Research 5:71.

Perrow C. (1984). *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies* New York: Basic Books, 1984.

Qureshi Z.H. (2007). *A Review of Accident Modelling Approaches for Complex Socio-Technical Systems*. 12th Australian Workshop on Safety Related Programmable Systems (SCS'07), Adelaide. Conferences in Research and Practice in Information Technology, Vol. 86. Tony Cant, Ed.

Rasmussen J. (1983). *Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models.* Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions. SMC13, Issue: 3.

Rasmussen J. (1986). *Information Processing and Human-Machine Interaction*, Amsterdam, North Holland. Elsevier Science Inc. New York, NY, USA.

Reason J., Mycielska K.(1982). *Absent-Minded ? The psychology of mental lapses and everyday errors*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. A Spectrum Book.

Reason J. (1984). *Lapses of attention in everyday life*. In R. Parasuraman & D.R. Davies. *Varieties of attention*, Academic Press. 515-549.

Reason J., Embrby D.E. (1985). *Human factors principles relevant to the modelling of human errors in abnormal conditions of nuclear power plants and major hazardous installations.* Parbold, Lanes, Human Reliability Associates, 1985.

Reason J. (1986). *Recurrent errors in process environments: some implications for the design of intelligent decision support systems.* In : Hollnagel, E., Mancini, G. & Woods, D. D. (Eds.) (1986) *Intelligent decision support in process environments*. Berlin: Springer Verlag.

Reason J. (1987 a.). *Cognitive aids in process environments: prostheses or tools?* International journal of man-machine studies n°27 (1987) pp. 463-470.

Reason J. (1987 b.). *Generic Error-Modelling System (GEMS): A cognitive Framework for Locating Common Human Error Forms*. In J. Rasmussen, K. Duncan and J. Leplat (Eds), *New Technology and Human Error*. Wiley. 1987. 63-86.

Reason J. (1988). *Resident pathogens and risk management*. World Bank Workshop on Safety Control and Risk Management, Ocotober, Washington, DC. 1988

Reason J., Shotton, R., Wagenaar W.-A., Hudson P., & Groeneweg, J. (1989). *Tripod Delta: a Principled Basis for Safer Operations.* The Hague: Shell Internationale Petroleum Maatschappij (Exploration and Production).

Reason J. (1990a). *The contribution of latent failures to the breakdown of complex systems*. Philosophical Transactions of the Royal Society B 327. Pages 475 à 484.

Reason J. (1990b). *Human Error*. Cambridge: Cambridge University Press.

Reason J. (1993a). *Managing the management risk – New approaches to organisational safety.* Chap 1 – B. Wilpert, Qvale T « Reliability and safety in hazardous work systems ».

Reason J. (1993 b.). *The identification of latent organizational failures in complex systems.* In: *Verification and Validation of Complex Systems – Human Factors Issues*. Edited by J.A. Wise, V.D. Hopkin & P. Stager. Computer and Systems Sciences Vol. 110. 223-237.

Reason J. (1994). *Errors, outcomes and circumventions: a reply to Dougherty*. Reliability Engineering and System Safety n°46. pp 297-298.

Reason J. (1995). *A systems approach to organizational error.* Ergonomics vol. 38 n°8 (1995) pages 1708 à 1721.

Reason J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing Limited.

Reason J. (1998). *Achieving a safe culture: theory and practice.* Work & Stress n°12. Pp. 293 – 306.

Reason J. (2000 a.). *Heroic Compensation : The Benign Face of Human Factor*. In G. Edkins & P. Pfister (Eds) *Innovation and consolidation in aviation: Selected contributions to the Australian Aviation Psychology Symposium 2000* (pp. 1-6). Aldershot, I.K.: Ashgate.

Reason J. (2000 b.). *Human Error: models and management.* BMJ 2000, 320:768-70.

Reason J. (2005). *Safety in the operating theatre – Part 2: Human error and organizational failure.* Quality Safety Health Care n°14 (2005) pages 56 à 61

Reason J., Hollnagel E., Paries J. (2006). *Revisiting the "Swiss Cheese" Model of Accidents*. EEC Note No. 13/06. European Organisation for the Safety of Air Navigation. October 2006.

Reason J. (2008). *The Human Contribution – Unsafe acts, accidents and heroic recoveries*. UK: Ashgate Publishing Limited.

Ren J., Jenkinson I., Wang J., Xu D.L., Yang, J.B. (2008) *A methodology to model causal relationships on offshore safety assessment focusing on human and organisational factors*. J Safety Res 39(1) : 87-100.

Salmon P., Regan M., Johnston I. (2005). *A system Perspective on Road User Error in Asutralia: Swiss cheese and the road transport system.* Australasian Road Safety Research Policing Education Conference, 2005, Wellington, New Zealand.

Shappell S.A., Wiegmann D.A. (2000). *The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS*. U.S. Department of Transportation. Office of Aviation Medecine, Washington, DC 20591 – February 2000.

Vincent C., Taylor-Adams S., Stanhope N. (1998). *Framework for analyzing risk and safety in clinical medicine*. BMJ 1998;316:1154.

Walker M. (2003). *Reasoning with the Reason Model*. ASASI 2003 – Australian Transport Safety Bureau. Conference.

Young M., Shorrock J., Faulkner J., Braithwaite G. (2004). *Who moved my (Swiss) cheese? The (r)evolution of human factors in transport safety investigation.* ISASI, Gold coast 2004, Australia.

8. Fond de publication de James Reason.

Articles :

Dearnaley, E.J., Reason, J. & Davies, J.D. (1961) The nature and duration of after-sensations following the cessation of turning in a Chipmunk aircraft. *Aerospace Medicine*, 33: 1224-1229.

Benson, A.J., Goorney, A.B. & Reason, J. (1966) The effects of instructions upon post-rotational sensations and nystagmus. *Acta oto-laryngologica*, 62: 442-452.

Reason, J. (1968) Relations between motion sickness susceptibility, spiral after-effect and loudness estimation. *British Journal of Psychology*, 59: 385-393.

Reason, J. (1968) Individual differences in auditory reaction time and loudness estimation. *Perceptual and Motor Skills*, 26: 1089-1090.

Reason, J. & Benson, A.J. (1969) Individual differences in the reported persistence of visual and labyrinthine after-sensations and of exponentially-decaying visual and auditory signals, *British Journal of Psychology*, 59: 167-172.

Reason, J. (1969) Individual differences in motion sickness susceptibility: a further test of the 'receptivity' hypothesis. *British Journal of Psychology*, 60: 321-328.

Reason, J. (1969) Sickness in space. *New Scientist*. 2 October, 28-31.

Reason, J. (1969) Motion sickness: Some theoretical considerations. *International Journal of Man-Machine Studies*, 1: 21-38.

Reason, J. (1970) How strongly do you feel? *New Society*, 23 April, 678-682.

Reason, J. (1970) Motion sickness: A special case of sensory rearrangement. *Advancement of Science*, 26: 386-393.

Reason, J. & Graybiel, A, (1970) Progressive adaptation to Coriolis accelerations associated with 1-rpm increments in the velocity of the Slow Rotation Room. *Aerospace Medicine*, 41: 73-79.

Reason, J. & Graybiel, A. (1970) Changes in subjective estimates of well-being during the onset and remission of motion sickness symptomatology in the Slow Rotation Room. *Aerospace Medicine*, 41: 166-171.

Reason, J. & Diaz, E. (1970) *The Effects of Visual Reference on Adaptation to Coriolis Accelerations*. Flying Personnel Committee Report No. 1303. London: Ministry of Defence (Air Force Department).

Reason, J. & Diaz, E. (1971) *Simulator Sickness in Passive Observers*. Flying Personnel Committee Report No. 1310. London: Ministry of Defence (Air Force Department).

Benson, A.J., Reason, J., & Diaz, E. (1971) *Testing Predictions Derived from a Model of Progressive Adaptation to Coriolis Accelerations*. Flying Personnel Committee Report No. 1311. London: Ministry of Defence (Air Force Department).

Reason, J. & Graybiel, A. (1971) The effect of varying the time interval between equal and opposite Coriolis accelerations. *British Journal of Psychology*, 62: 165-173.

Reason, J. (1972) Some correlates of the loudness function. *Journal of Sound and Vibration*, 20: 305-309.

Reason, J. & Graybiel, A. (1973) Factors contributing to motion sickness susceptibility: adaptability and receptivity. In M. Lansberg (Ed) *Predictability of Motion Sickness in the Selection of Pilots*. AGARD Conference Proceedings No. 109. Neuilly-sur-Seine: NATO.

Reason, J. (1973) Adaptation studies of motion sickness. In M. Arslan (Ed). *Xth World Congress of Otorhinolaryngology* (Vol. 276), Amsterdam: Excerpta Medica.

Reason, J. & Diaz, E. (1975) *The Retention of Protective Adaptation to Motion Sickness.* Flying Personnel Committee Report No. 1335. London: Ministry of Defence (Air Force Department).

Reason, J. (1975) How did I come to do that? *New Behaviour,* 26 April, 10-13.

Reason, J. (1975) Absent minds. *New Society,* 4 November, 242-245.

Reason, J. (1976) Motion sickness and associated phenomena. In W. Tempest (Ed) *Infrasound and Low Frequency Vibration.* London: Academic Press.

Reason, J. (1977) Skill and error in everyday life. In M. Howe (Ed) Adult Learning: *Psychological Research and Applications.* London: Wiley.

Reason, J. (1977) Learning to cope with atypical force environments. In M. Howe (Ed) Adult Learning: *Psychological Research and Applications.* London: Wiley.

Reason, J. (1978) The passenger. In W. Singleton (Ed) *The Study of Real Skills.* Vol. 1. Lancaster: MTP.

Reason, J. & Benson, A.J. (1978) Voluntary movement control and adaptation to cross-coupled stimulation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 49: 1275-1280.*

Reason, J. (1978) Motion sickness: Some theoretical and practical considerations. *Applied Ergonomics,* 6: 13-21.

Reason, J. (1978) Motion sickness adaptation: A neural mismatch model. *Journal of the Royal Society of Medicine,* 71: 819-829.

Reason, J. (1979) Actions-not-as-planned: The price of automatization. In G. Underwood & R. Stevens (Eds) *Aspects of Consciousness Vol 1. Psychological Issues.* London: Wiley.

Reason, J. (1980) Slips of the mind. *Manchester Literary and Philosophical Society: Memoirs and Proceedings,* 120: 35-48.

Reason, J., Wagner, H., & Dewhurst, D. (1981) A visually-driven postural after-effect. *Acta Psychologica,* 48: 241-251.

Reason, J., Mayes, A.R., & Dewhurst, D. (1982) Evidence for a boundary effect in roll vection. *Perception and Psychophysics,* 31: 139-144.

Reason, J. (1982) Learning from absent-minded mistakes. *Social Science Research Council Newsletter,* 46: 21-24.

Reason, J. (1984) Lapses of attention. In R. Parasuraman & R. Davies (Eds) *Varieties of Attention.* New York: Academic Press.

Reason, J. (1984) Absent-mindedness and cognitive control. In J. Harris & P. Morris (Eds) *Everyday Memory, Actions and Absent-Mindedness.* London: Academic Press.

Reason, J. & Lucas, D.A. (1984) Using cognitive diaries to investigate naturally-occurring memory blocks. In J. Harris & P. Morris (Eds) *Everyday Memory, Actions and Absent-Mindedness.* London: Academic Press.

Reason, J. (1984) Little slips and big disasters. *Interdisciplinary Science Reviews,* 9: 179-189.

Reason, J. (1984) Absent-mindedness. In J. Nicholson & H. Beloff (Eds) *Psychology Survey No. 5.* Leicester: The British Psychological Society.

Reason, J. & Lucas, D.A. (1984) Absent-mindedness in shops: Its correlates and consequences. *British Journal of Clinical Psychology,* 23: 121-131.

Reason, J. & Embrey, D.E. (1985) *Human Factors Principles Relevant to the Modelling of Human Errors in Abnormal Conditions of Nuclear Power Plants and Major Hazardous Installations.* Parbold: Human Reliability Associates.

Reason, J. (1985) Slips and mistakes: Two distinct classes of error. In D. Oborne (Ed) *Contemporary Ergonomics 1985.* London: Taylor & Francis.

Reason, J. (1986) A framework for classifying errors. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds) *New Technology and Human Error.* Chichester: Wiley.

Reason, J. (1986) A preliminary classification of mistakes. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds) *New Technology and Human Error.* Chichester: Wiley.

Reason, J. (1986) The psychology of mistakes: A brief review of planning failures. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds) *New Technology and Human Error.* Chichester: Wiley.

Reason, J. (1986) A Generic Error Modelling System (GEMS): A cognitive framework for locating common human error forms. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds) *New Technology and Human Error.* Chichester: Wiley.

Reason, J. (1986) Collective planning and its failures. In J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds) *New Technology and Human Error.* Chichester: Wiley.

Reason, J. (1987) The cognitive bases of predictable human error. In E. Megaw (Ed) *Contemporary Ergonomics 1987.* London: Taylor & Francis.

Reason, J. (1987) An interactionist view of system pathology. In J. Wise & A. Debons (Eds) *Information Systems: Failure Analysis.* Berlin: Springer-Verlag.

Reason. J. (1987) Cognitive aids in process environments: prostheses or tools? *International Journal of Man-Machine Studies,* 27: 463-470.

Reason, J. (1987) The Chernobyl errors. *Bulletin of the British Psychological Society,* 40: 201-206.

Reason, J. (1988) Modelling the basic error tendencies of human operators. *Reliability Engineering and System Safety,* 22: 137-153.

Reason, J. (1988) Chernobyl: A reply to Baker and Marshall. *The Psychologist,* 7: 255-256.

Reason, J. (1988) Framework models of human performance and error: A consumer guide. In L. Goodstein, H. Andersen & S. Olsen (Eds) *Tasks, Errors and Mental Models.* London: Taylor & Francis.

Reason, J. (1988) Stress and cognitive failure. In S. Fisher & J. Reason (Eds) *Handbook of Life Stress, Cognition and Health.* Chichester: Wiley.

Reason, J., Shotton, R., Wagenaar, W.A., Hudson, P. T. W., & Groeneweg, J. (1989) *Tripod: A Principled Basis for Safer Operations.* The Hague: Shell Internationale Petroleum Maatschappij (Exploration and Production).

Reason, J. (1989) *Human Fallibility.* Proof of evidence submitted to the Hinkley Point C. Cannington, Somerset: Hinkley Point C Inquiry Secretariat.

Reason, J., Manstead, A.S.R., Stradling, S., Baxter, J.S., & Parker, D. (1990) *Interim Report on the Investigation of Driver Errors and Violations.* Department of Psychology, University of Manchester

Reason, J. (1990) The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society (London),* series B. 327: 475-484.

Hudson, P.T.W., Wagenaar, W.A. & Reason, J. (1990) Cognitive failures and accidents. *Applied Cognitive Psychology,* 4: 273-294.

Wagenaar, W.A. & Reason, J. (1990) Types and tokens in road accident causation. *Ergonomics.* 33: 1365-1375.

Reason, J. (1990) The age of the organisational accident. *Nuclear Engineering International,* 35: 18-19.

Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., and Campbell, K. (1990) Errors and violations on the roads: A real distinction? *Ergonomics,* 33: 1315-1332.

Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Parker, D., & Baxter, J. (1991) *The Social and Cognitive Determinants of Aberrant Driving Behaviour.* TRRL Contractor Report 253. Crowthorne: Transport and Road Research Laboratory.

Reason, J. (1991) How to promote error tolerance in complex systems in the context of ships and aircraft. In D. Saunders (Ed) *The Management of Safety in Shipping.* London: The Nautical Institute.

Reason, J. (1991) Identifying the latent causes of aircraft accidents before and after the event. *Proceedings of the 22cnd Seminar of the International Society of Air Accident Investigators.* pp. 39-46. November 4-7, Sterling, Viginia: International Society of Air Safety Investigators.

Reason, J., & Parker, D. (1993) *Managing the Human Factor in Road Safety.* The Hague: Shell Internationale Petroleum Maatschappij, SIPM-EPO/67.

Reason, J., Parker, D., & Free, R. (1993) *Bending the rules: The varieties, origins and management of safety violations.* The Hague: Shell Internationale Petroleum Maatschappij, SIPM-EPO/67.

Reason, J. (1993) *The Mariner's Guide to Human Error.* London, Shell Centre: Shell (UK) Tankers.

Reason, J. (1993) *The Mariner's Guide to Error Management.* London, Shell Centre: Shell (UK) Tankers.

Hudson, P., Reason, J., Wagenaar, W., Bentley, P., Primrose, M., & Visser, J. (1994) Tripod Delta: Proactive approach to enhanced safety. *Journal of Petroleum Technology* , 46: 58-62.

Reason, J. (1994) Foreword. In: S. Bogner (Ed). *Human Error in Medicine.* Hillsdale, NJ: LEA.

Zapf, D. & Reason, J (1994) Introduction: Human errors and error handling. In: J. Reason & D. Zapf (Eds) Errors, error detection, and error recovery [Special issue]. *Applied Psychology: An International Review,* 43: 427-432.

Reason, J. (1994) Latent failures, violations and errors: Interactions and dependencies. *Human Factors in Safety and Reliability* (Conference Proceedings). Risley: AEA Technology, pp. 1-7.

Reason, J. (1994) Human error is not confined to the cockpit. In R. Amalberti (Ed.). *Briefings: A Human Factors Course for Pilots. Reference Manual.* Paris: L'Institut Francaise de Securité Aerienne, pp. 185-194.

Reason, J. (1994) The effects of latent failures and procedural violations upon error likelihood and error outcome. In Wilpert, B. (Ed.). *Proceedings of the First International Conference on Human Factors Research in Nuclear Power Operation.* Berlin: Technical University of Berlin.

Wagenaar, W.A., Groeneweg, J., Hudson, P.T.W., and Reason, J. (1994) Promoting safety in the oil industry. *Ergonomics,* 37: 1999-2013.

Reason, J. (1995) Safety management: The concept of latent failures. *Proceedings of the RSK Workshop on 'Mensch, Technik, Organisation—Sicherheitskultur'.* Bonn: Bundesamt für Strahlenschutz.

Reason, J. (1995) A systems approach to organisational errors. *Ergonomics.* 38: 1708-1721.

Reason, J. (1995). Understanding adverse events: human factors. In C. Vincent (Ed.) *Clinical Risk Management.* London; BMJ Publishing Group, pp. 31-54.

Parker, D., Reason, J., Manstead, A. and Stradling, S. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics.* 38: 1036-1048.

Reason, J. (1995) Errors, outcomes and circumventions: A reply to Dougherty. *Reliability Engineering and System Safety*, 46:297-298.

Reason, J. (1995) *Comprehensive Error Management in Aircraft Engineering: A Manager's Guide*. Heathrow: British Airways Engineering.

Reason, J. (1995) Safety in the operating theatre – Part 2: Human error and organisational failure. *Current Anaesthesia and Critical Care,* 6:121-126.

Reason, J. (1995) Understanding adverse events: human factors. *Quality in Health Care.* 2:80-89.

Reason, J. (1996) A psychological perspective on the human element. *Surveyor,* 27:18-19.

Reason, J. (1997) Human factors in nuclear power generation: A system's perspective. *Nuclear Europe Worldscan.* 5-6: 35-36.

Reason, J. (1997) Approaches to controlling maintenance error. In Shepherd, W. (Ed.). *Human Factors Issues in Aviation Maintenance and Inspection.* Washington DC: Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation, pp. 3-11.

Reason, J. (1997) Corporate culture and safety. In. Beale, J. (Ed.) *Proceedings of the Symposium on Corporate Culture and Transportation Safety.* Washington DC: National Transportation Safety Board.

Reason, J. (1997) Reducing the impact of human error on the world-wide aviation system. Keynote address at the *Ninth International Symposium on Aviation Psychology*, Columbus Ohio. *Conference Proceedings.*

Sasou, K., and Reason, J. (1997). Team errors: definition and taxonomy. *Reliability Engineering and System Safety,* 65: 1-9.

Reason, J. (1998) The measurement of safety. *12th Symposium on Human Factors in Aviation Maintenance: Symposium Proceedings.* Gatwick: UK Civil Aviation Authority.

Reason, J. (1998) Learning from accidents and incidents: Identifying recurrent error traps. *Proceedings of Fifth Annual Workshop of the Center for Performance in Complex Systems.* Madison: University of Wisconsin.

Reason, J. (1998) Achieving a safe culture: Theory and practice. *Work & Stress,* 12: 293-306.

Reason, J. (1998) How necessary steps in a task get omitted: Revising old ideas to combat a persistent problem. *Cognitive Technology.* 3: 24-32.

Reason, J., Parker, D. & Lawton, B. (1998) Organizational controls and safety: The varieties of rule-related behaviour. *Journal of Occupational and Organizational Psychology.* 71: 289-304.

Reason, J. (2000). Human error: models and management. *British Medical Journal*. 320: 768-770.

de Leval, M. Carthey, J., Wright, D., Farewell, V., Reason, J. (2000). Human factors and cardiac surgery: a multicentre study. *Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery*, 119: 661-672.

Reason, J. (2000). Safety paradoxes and safety culture. *Journal of Injury Control and Safety Promotion*. 7:3-14.

Reason, J. (2000). The Freudian slip revisited. *Psychologist*. 13: 610-611.

Reason, J. (2000). Human factor analysis of JCO criticality accident: A comment on the analytical models. *Cognition, Technology & Work*, 2: 230-231.

Carthey, J., de Leval, M., Reason, J. (2001). Assessing the resilience of health care institutions to the risk of patient mishaps. *Quality in Health Care*, 10: 29-32.

Reason, J. (2001). Come limitare l'errore (Some impediments to managing human error). *KOS: Rivista di Medicina, Cultura e Scienze Umane*. 187: 10-17.

Reason, J., Carthey, J., de Leval, M. (2001). Diagnosing 'Vulnerable System Syndrome': An essential prerequisite to effective risk management. *Quality in Health Care*, 10 (Suppl 2), ii21-ii25.

Reason, J. (2002). Combating omission errors through task analysis and good reminders. *Quality and Safety in Health Care*. 11: 40-44.

Reason, J. (2002). Foreword to: B. Strauch. *Investigating Human Error*. Aldershot: Ashgate

Carthey, J, de Leval, M, Wright, D, Reason, J, and all paediatric cardiac centres. (2003). Behavioural markers of surgical excellence. *Safety Science*, 41:409-205.

Reason, J. (2004). Beyond the organisational accident: the need for 'error wisdom' on the frontline. *Quality and Safety in Health Care*, 13: ii28-ii33.

Reason, J. (2005). Resisting cultural change. In: M Lugon & J Secker-Walker (Eds), *Clinical Governance in a Changing NHS*. London: The Royal Society of Medicine Press, pp. 1-18.

Reason, J. (2006). Foreword to: W Runciman, A Merry & M Walton. *Safety and Ethics in Healthcare: A Guide to Getting it Right*. Aldershot: Ashgate.

Reason, J. (2007). Individ—och systemmodeller för feldhandlingar—att skapa rätt balans i hälso—och sjukvården. In S Ödegård (Ed) *I Rattvisans Namn*. Stockholm: Liber AB, pp: 139-158.

Cook, R.I, Wreathall, J, Smith, A, Cronin, D.C, Rivero, O, Harland, R.C., Raman, J, Battles, J & Reason J (2007). Probabilistic Risk Assessment of accidental ABO-incompatible thoracic organ transplantation before and after 2003. Transplantation, 84,12: 1602-1609.

Reason, J. (2009). From little slips to big disasters: an error quest. In P. Rabbitt (Ed). Inside Psychology: A Science Over 50 Years. Oxford: Oxford University Press. Pp. 233-242.

Livres :

Wright, D., Taylor, A., Davies, D., Lee, S., & Reason, J. (1970) *Introducing Psychology: An Experimental Approach.* Harmondsworth: Penguin Books.

Reason, J. (1974) *Man in Motion: The Psychology of Travel.* London: Weidenfeld.

Reason, J. & Brand, J. (1975) *Motion Sickness.* London: Academic Press.

Taylor, A., Sluckin, W. Davies, D., Reason, J., Thomson, R., & Colman A. (1980) *Introducing Psychology (Second Edition).* Harmondsworth: Penguin Books.

Reason, J. & Mycielska, K. (1982) *Absent-Minded? The Psychology of Mental Lapses and Everyday Errors.* Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Fisher, S. & Reason, J. (Eds) (1988) *Handbook of Life Stress, Cognition and Health.* Chichester: Wiley.

Reason, J. (1990) *Human Error.* New York: Cambridge University Press.

Broadbent, D. E., Baddeley, A., & Reason, J. (Eds) (1992) *Human Factors in Hazardous Situations.* Oxford: Clarendon Press.

Reason, J. (1993) *L'erreur humaine.* Translated by Jean-Michel Hoc, Paris: Presses Universitaires de France.

Reason, J. (1994) *Human Error.* Japanese edition. Tokyo: Kaibundo Publishing Co.

Reason, J. (1994) *L'Errore Umano.* Roma: Il Mulino.

Reason, J. (1994) *Menschliches Versagen.* Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Maurino, D., Reason, J., Johnston, N., & Lee, R. (1995) *Beyond Aviation Human Factors.* Aldershot: Ashgate Publishing Ltd.

Reason, J. (1997) *Managing the Risks of Organizational Accidents.* Aldershot: Ashgate Publishing Ltd.

Reason, J. (1999) *Managing the Risks of Organizational Accidents.* Japanese Edition (translated by H. Shiomi, K Takano, K Sasou) Tokyo: Nikkagiren.

Reason, J. and Hobbs, A. (2003). *Managing Maintenance Error: A Practical Guide.* Aldershot: Ashgate.

Reason, J. (2008). The *Human Contribution: Unsafe Acts, Accidents and Heroic Recoveries.* Aldershot: Ashgate Publishing Ltd.

Reason, J & Hobbs, A. (2009). Managing Maintenance Error. Chinese Edition.

Reason, J (2009). El Error Humano. Spanish Edition. Colleccion Riesgos Humanos.

Reason, J (2010). The Human Contribution. Japanese Edition.

Reason, J (2013). A life in error. Aldershot: Ashgate Publishing Ltd.

LE MODÈLE DE L'ERREUR HUMAINE DE JAMES REASON

Mots-clés : James Reason, Modèle fromage Suisse, Erreur humaine

Résumé

Ce papier de recherche a pour objet de revenir en détail sur les travaux de recherche du psychologue anglais James Reason, mondialement célèbre pour sa taxonomie de l'erreur humaine et son modèle étiologique de l'accident immensément connu sous le nom de Swiss Cheese Model (SCM) ou Modèle du Fromage Suisse.
Ce papier de recherche est une synthèse du parcours scientifique de Reason, il revient aussi sur la conception du modèle et ses évolutions, il traite de ses usages, apports et limites. Il offre enfin le recensement actualisé de l'ensemble de publications faites à ce jour par Sir Reason.

Justin LAROUZÉE
MINES ParisTech
PSL - Research University
CRC - Centre de recherche sur les Risques et les Crises
rue Claude Daunesse, CS 10207
06904 Sophia Antipolis Cedex, France

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

Denis BESNARD
MINES ParisTech
PSL - Research University
CRC - Centre de recherche sur les Risques et les Crises
rue Claude Daunesse, CS 10207
06904 Sophia Antipolis Cedex, France