

## Le facteur humain et la sécurité maritime

Christine Chauvin

Maître de conférences - habilitation à diriger des recherches en psychologie ergonomique - Université de Bretagne sud

Le transport maritime est caractérisé par un niveau de sécurité de l'ordre de  $10^{-5}$  (1 accident grave pour 100 000 mouvements) ; ce niveau est inférieur à celui qui est observé dans le domaine du transport aérien ( $10^{-6}$ ), mais il est comparable au niveau de sécurité du transport ferroviaire et très supérieur au niveau de sécurité du transport routier. Ainsi, en ce qui concerne le transport de passagers en Europe, le risque fatal est estimé à 1,1 pour le transport routier (pour 108 personnes/kilomètre) et à 0,33 pour le transport en ferry (Mackay, 2000).

Cependant, les sociétés d'assurance remarquent, sur le plan mondial, une augmentation des pertes partielles graves (225 en 1998 et 700 en 2006), ainsi qu'une augmentation des échouements et des collisions en tant que causes de ces pertes (Robertie, 2007). Le grand nombre de passagers transportés à bord d'un ferry, la valeur des cargaisons et le risque de pollution font de ces accidents des événements particulièrement redoutés. En Europe, plusieurs événements catastrophiques sont ainsi restés gravés dans les mémoires : la chavirement du *Herald of Free Enterprise* à la sortie du port de Zeebrugge en 1987 (193 morts), le naufrage de l'*Estonia* en 1994 en Mer Baltique (852 morts), les naufrages de l'*Erika* (1999) et du *Prestige* (2002) déversant respectivement 20 000 tonnes de pétrole sur les côtes bretonnes et 77 000 tonnes de pétrole sur le Cap Finistère, la collision entre le *Tricolor* (navire norvégien transportant 2 862 voitures neuves de luxe) et le porte conteneur *Kariba* (pavillon des Bahamas) survenue dans le Pas-de-Calais et causant la perte du *Tricolor* et de sa coûteuse cargaison.

Dans ce contexte, le risque d'accident et, plus précisément, la part du facteur humain dans le risque d'accident, constituent des questions centrales. Le facteur humain apparaît, en effet, comme la principale cause des événements de mer (Hetherington, Flin & Mearns, 2006). Hetherington et al. (Ibid.) décrivent les facteurs qui contribuent aux incidents et aux accidents : facteurs entraînant une diminution de la performance (fatigue, stress et problèmes de santé), capacités techniques et cognitives

insuffisantes, compétences interpersonnelles insuffisantes (difficultés de communication, de maîtrise d'une langue commune), aspects organisationnels (formation à la sécurité, management des équipes, culture de sécurité).

Cet article présente tout d'abord les concepts et modèles clefs développés en psychologie pour rendre compte du facteur humain dans la sécurité des systèmes complexes. Il montre ensuite l'incidence des facteurs cognitifs, interpersonnels et organisationnels dans les accidents maritimes.

### *Le facteur humain et la sécurité des systèmes complexes*

Dans le prolongement des définitions de la fiabilité technique, la fiabilité humaine a été longtemps définie comme la probabilité qu'un individu effectue avec succès la mission qu'il doit accomplir, pendant une durée déterminée et dans des conditions définies. L'erreur humaine était définie comme la mesure de la fiabilité humaine, au même titre que la panne est définie comme mesure de la fiabilité technique. On a donc essayé de quantifier les probabilités d'erreurs afin d'établir des évaluations - a priori - de la fiabilité humaine. Cette approche considère l'homme comme un élément d'infirmité.

À partir des années 70, les études ergonomiques ont montré au contraire que l'homme était un élément de fiabilité. L'homme est, en effet, le seul élément du système socio-technique qui puisse adapter son comportement aux variations éventuelles de la situation. Le courant qui s'est développé depuis insiste sur le fait que si l'homme commet des erreurs, c'est surtout parce qu'il se trouve dans la nécessité de faire face à une situation non optimale. La fiabilité humaine est considérée comme le résultat de l'interaction homme-tâche. Elle dépend de la qualité du couplage entre les compétences de l'opérateur et le travail demandé dans des conditions données. Dans cette optique, développée en France notamment par Leplat (1985), l'erreur est considérée comme un « symptôme ». Amalberti (1996) précise que ces « erreurs symptômes » (ou défaillances), qu'il faut chercher à supprimer, sont celles qui font perdre immédiatement le contrôle de la situation.

### *L'erreur humaine : erreur active et erreur latente*

Il est courant de dire que 75 % des causes d'accidents sont imputables à une erreur humaine.

Il est intéressant de souligner le caractère trivial de cette assertion. Comme le fait remarquer Reason (1997), il n'est pas surprenant – en effet – que les décisions et les actions humaines soient impliquées dans les accidents puisque ce sont des hommes qui conçoivent, construisent, conduisent, maintiennent et gèrent les systèmes technologiques complexes.

Il est essentiel, par conséquent, de définir ce que l'on entend par « erreur humaine ». Là encore, les travaux de Reason apportent un éclairage essentiel, car cet auteur distingue les « erreurs actives » et les « erreurs latentes ».

Les « erreurs actives » sont commises par les opérateurs de première ligne (les pilotes, les contrôleurs aériens ou, dans le secteur maritime, les membres d'un équipage). Elles se révèlent sous la forme d'actions qui ont un impact direct et immédiat sur la sécurité du système. Elles sont vues comme les conséquences de causes plus profondes que sont les « erreurs latentes ». Les « erreurs » ou « conditions » latentes sont comparables à des agents pathogènes résidants (Reason, 1990). Elles peuvent être présentes dans un système depuis très longtemps sans avoir entraîné de conséquences dommageables. Il faut, en effet, qu'elles se combinent avec des déclencheurs locaux et des erreurs actives pour causer un accident. Ces erreurs sont commises par des acteurs qui sont éloignés – géographiquement ou temporellement – de l'accident et qui peuvent être les législateurs, les concepteurs du système, les agents de maintenance, le management et les dirigeants de l'organisation.

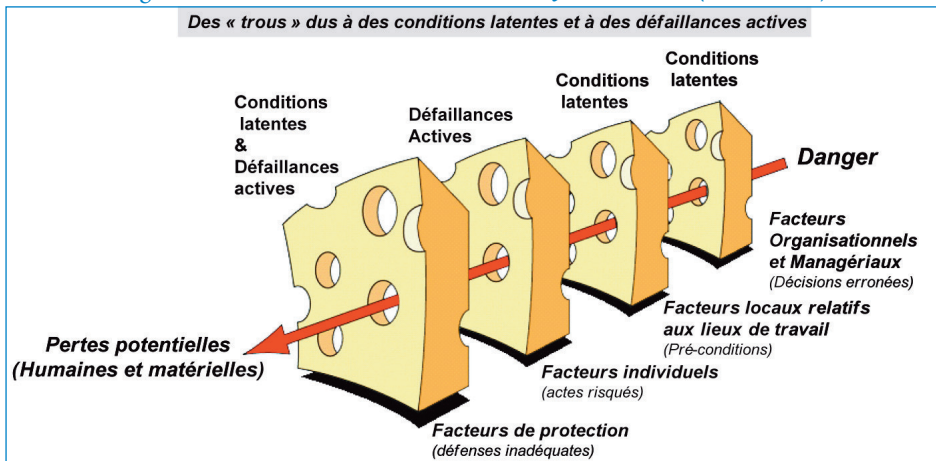
### La trajectoire d'un accident : le modèle « Swiss Cheese »

Toute organisation a deux fonctions : une fonction de production (transporter des marchandises ou des passagers pour la marine marchande par exemple) et une fonction de protection qui est mise en œuvre au moyen de différents types de défenses et de barrières qui protègent le système contre les risques auxquels l'expose la fonction productive.

Différents auteurs ont cherché à catégoriser les différentes défenses ou barrières existantes.

Reason (1997) définit les fonctions de « défenses » et explique qu'elles sont déployées graduellement. Un premier type de défenses est prévu pour permettre aux opérateurs de comprendre, d'être averti et de réagir en toute sécurité face à des dangers. Si ce type de défenses échoue, des alarmes ou avertisseurs alertent les victimes potentiels de l'imminence du risque et aident les conducteurs du système à le ramener dans un état sûr. En cas d'échec, un troisième niveau entre en jeu et ce sont des barrières physiques qui s'interposent alors entre les dangers et les pertes potentielles. D'autres défenses

Figure 1 - Le modèle « Swiss Cheese » de James Reason (1990, 1997)



agissent pour contenir et éliminer les dangers. Si ces défenses s'avèrent inefficaces, des mesures d'évacuation et de secours interviennent.

Ces fonctions défensives sont réalisées au moyen de différentes barrières. Hollnagel (2006) distingue, ainsi, des barrières « matérielles », « fonctionnelles », « symboliques » et « immatérielles »<sup>1</sup>.

Dans un monde idéal, ces défenses devraient être intactes et devraient empêcher la propagation d'un accident. Mais, en réalité, chaque niveau a ses faiblesses et présente des vides provoqués par les erreurs latentes et les erreurs actives. Ces vides rappellent les trous des tranches de gruyère. Ils vont former, lorsqu'ils sont alignés, une « fenêtre d'opportunité » permettant la propagation d'une chaîne accidentelle (voir Figure 1).

### *Des facteurs cognitifs aux facteurs organisationnels*

Ce cadrage théorique permet de distinguer différents niveaux d'analyse des accidents. L'action erronée qui conduit directement et immédiatement à l'accident est réalisée par un individu au sein d'un collectif de travail (ici l'équipage) ; ce collectif agit à l'intérieur d'une organisation (l'armement). Une organisation donnée fait elle-même partie d'un système gouverné par des règles.

#### *Les facteurs cognitifs*

Les facteurs cognitifs sont relatifs aux activités mentales des opérateurs - activités de diagnostic et de prise de décision essentiellement - et aux structures mentales qu'ils élaborent et mobilisent dans le cadre de ces activités. La représentation mentale (ou modèle mental) qu'un opérateur élabore au sujet de la situation à laquelle il est confronté est une de ces structures. Elle a pour fonction de décrire et d'expliquer une situation mais également de prédire son évolution. Elle est le principal précurseur de la décision. Si elle est erronée ou incomplète, elle peut constituer le facteur principal d'un accident.

La collision du *Cuyahoga* et du *Santa Cruz* illustre ce type de défaillance. Elle a été analysée par différents auteurs et, tout d'abord, par Perrow qui relate ainsi cet accident (Perrow, *Ibid.*, pp. 215-217).

Par une belle nuit du mois d'octobre 1978, dans la baie de Chesapeake, deux

1 Une barrière matérielle prévient physiquement la réalisation d'une action ou l'extension de conséquences (murs, clôtures, barreaux, porte).

Une barrière fonctionnelle opère en entravant la réalisation d'une action, par exemple en établissant des liens logiques ou temporels entre action et réaction (un verrou logique nécessitant l'emploi d'un mot de passe par exemple).

Une barrière symbolique nécessite une interprétation. Elle indique une limitation sous forme visuelle ou sonore (panneaux de signalisation).

Les barrières immatérielles ne sont pas présentes ou représentées dans la situation et supposent, pour atteindre leur but, que l'utilisateur les connaisse. Elles sont représentées sous la forme d'ouvrage, de règlements, de lois, de guides. Dans les contextes industriels, elles sont synonymes de barrières organisationnelles.

navires sont en vue l'un de l'autre. Sur l'un d'eux - un côtre école des Coast Guards (le *Cuyahoga*) - le commandant perçoit l'autre navire droit devant comme un petit objet sur le radar et visuellement il perçoit deux lumières qui lui indiquent qu'il fait route dans la même direction que son propre navire. Il pense qu'il s'agit certainement d'un bateau de pêche. Le premier lieutenant voit les lumières mais il en voit trois et estime (à juste titre) que c'est un navire qui se dirige vers eux. Il n'a pas la responsabilité d'informer le capitaine et ne pense pas qu'il est nécessaire de le faire. Parce que les deux navires se rapprochent rapidement, le capitaine pense qu'il doit s'agir d'un navire de pêche très lent et qu'ils sont sur le point de le dépasser. Ceci renforce son interprétation erronée. Le matelot de quart sait que le capitaine est conscient de la présence de l'autre navire et ne commente donc pas le fait qu'il semble très près et qu'il semble suivre une route de collision. Parce que les navires évoluent à pleine vitesse, ils se rapprochent très vite.

L'autre navire - un gros cargo - n'établit pas de contact radio, parce que ce cas de figure est routinier.

Mais au dernier moment, le capitaine du *Cuyahoma* réalise qu'en dépassant le supposé bateau de pêche - qui est supposé suivre une route presque parallèle - il va le gêner en l'empêchant de venir à gauche alors que tous les deux approchent la rivière Potomac. Il ordonne donc un changement de cap à bâbord, ce qui le place directement face au cargo qui entre en collision avec le côtre. Onze *coast guards* périrent dans cet accident.

Burns (2005) analyse la représentation mentale du capitaine du *Cuyahoga* et montre que cet accident n'est pas causé par une décision erronée ; la décision du capitaine était rationnelle au regard de sa représentation mentale. Mais sa représentation mentale n'était absolument pas le reflet de la réalité ; elle en offrait presque une image inversée.

### *Les facteurs interpersonnels*

La collision du *Cuyahoga* et du *Santa Cruz* révèle encore une autre défaillance, qui concerne le fonctionnement de l'équipage en passerelle du *Cuyahoga*. On peut se demander, en effet, pourquoi ni le matelot, ni le lieutenant n'ont fait part de leur interprétation de la situation. Un dialogue entre les trois membres de l'équipe aurait certainement permis d'éviter l'accident. Mais chacun a pensé, à tort, que tous partageaient la même représentation de la situation.

Il est nécessaire, dans une activité collective, que l'ensemble des acteurs construisent et maintiennent une représentation partagée portant I) sur la situation extérieure mais aussi II) sur les buts poursuivis, III) sur les plans élaborés et choisis et IV) sur les rôles de chacun.

L'existence d'une représentation mentale partagée est également nécessaire à la réussite d'une activité coopérative, dans laquelle différents acteurs doivent coordonner leurs actions. Cette représentation - dans la mesure où elle est exacte - rend, en effet, les actions de l'autre prévisibles. Ces deux pré-requis de la coordination que sont la représentation partagée et l'inter-prédictibilité sont essentielles dans les situations

d'anticollision. La connaissance commune du Règlement international pour prévenir les abordages en mer (ColReg) devrait en constituer normalement le support.

Cependant, comme le remarque Morel (2002), beaucoup de collisions proviennent d'un échec à identifier les intentions de l'autre. Cet auteur souligne le rôle néfaste de l'heuristique de « l'accord implicite », pouvant conduire à des situations absurdes. En effet, dans bien des cas, les navires qui ne seraient pas entrés en collision s'ils avaient conservé leur trajectoire, avaient viré dans le même sens pour s'éviter ou l'un d'eux avait coupé la route de l'autre pour le laisser passer... (Morel, Ibid., p.122). L'analyse détaillée de plusieurs cas de collisions avait également amené Perrow (1999) à mettre en évidence les difficultés de coordination (entre deux ou plusieurs navires ou entre membres d'un même équipage) comme causes principales de ces accidents. Perrow qualifia ces accidents de « déconcertants », parce que les officiers à bord des deux navires avaient perçu le risque de collision, qu'ils avaient même - dans certains cas - communiqué et s'étaient mis d'accord sur la manœuvre à effectuer. Analysant 59 collisions entre navires marchands, Pourzanjani (2001) remarquait une déficience fréquente dans la communication des intentions de manœuvre. Examinant les 59 cas de collision à sa disposition, Pourzanjani notait que 46 % des officiers n'avaient pas clairement indiqué leur intention de manœuvre et que 23 % des officiers n'avaient pas détecté ou interprété correctement le signal alors que celui-ci avait été correctement émis.

Nous avons montré (Chauvin & Lardjane, 2008) que l'existence de différents systèmes de règles - des règles formelles (le ColReg) d'une part et des règles informelles partagées par certains types de navires et propres à certaines zones de navigation d'autre part peuvent être à l'origine de ces échecs. Dans les situations d'interaction entre des acteurs qui ne se connaissent pas, la coexistence de règles formelles et de règles informelles est, plus souvent qu'ailleurs, sources de difficultés, d'incertitude ou d'incompréhension ; la coexistence de deux systèmes de règles différents peut, en effet, être à l'origine d'accidents quand deux acteurs ou deux groupes d'acteurs interagissent en ne se référant pas au même système.

### *Les facteurs organisationnels*

Plusieurs accidents tragiques ont montré l'impact des choix de l'armement sur les décisions des individus et, plus particulièrement, l'incidence des arbitrages qui privilégient la rentabilité (fonction de production) au détriment de la sécurité (fonction de protection).

Perrow (1999, pp. 182-184) rappelle, ainsi, que les impératifs de production (*production pressure*) constituèrent une cause essentielle dans l'accident du *Torrey Canyon*, ce pétrolier qui s'échoua en mars 1967 entre les îles Sorlingues et la côte britannique et qui déversa 100 000 tonnes de pétrole sur 300 kilomètres le long des côtes britanniques et françaises. Le commandant du *Torrey Canyon* choisit la route la plus directe et la plus dangereuse pour rejoindre Milford Haven au plus vite et pour profiter d'un fort coefficient de marée lui permettant d'entrer au port ; s'il ne saisissait pas cette opportunité, il risquait en effet de rester au mouillage pendant cinq jours avant

de pouvoir entrer dans la baie. De la même façon, Rasmussen souligne que le chavirement du *Herald of Free Enterprise* n'a pas été causé par la coïncidence de défaillances indépendantes et d'erreurs humaines mais par une migration systématique du comportement de l'organisation vers l'accident, sous l'influence de pressions poussant vers plus de rentabilité dans un environnement agressif et compétitif (Rasmussen, 1997, p.189).

Au niveau de l'organisation (ici d'un armement), la culture de sécurité apparaît comme un facteur essentiel influençant les décisions et les comportements des individus.

Lorsque, dans une organisation donnée, le taux d'accident reste stable - atteint un plateau - la culture de sécurité devient, selon Reason (2000), un vecteur décisif d'amélioration de la sécurité. La culture de sécurité d'une organisation est le produit des valeurs des individus et des groupes, des attitudes, perceptions, compétences et *patterns* de comportements. Ces facteurs déterminent l'engagement en matière de management de la santé et de la sécurité, ainsi que le style et la capacité de ce management. Les organisations qui ont une culture de sécurité positive accordent aux questions relatives à la sécurité l'attention qu'elles méritent. Elles sont caractérisées par des communications fondées sur la confiance mutuelle, des perceptions partagées de l'importance de la sécurité et par la confiance dans l'efficacité des mesures préventives (ACSNi, 1993, p. 23). Les travaux de Westrum (1993) et de Reason (1997) ont conduit à proposer un modèle présentant cinq stades en matière de culture de sécurité : pathologique (dénier du risque, les erreurs sont sanctionnées, on fuit ses responsabilités, on décourage les idées nouvelles), réactive (on agit après l'accident), calculé (des systèmes ont été mis en place pour gérer les risques), proactif (on essaye d'anticiper les problèmes de sécurité avant qu'ils arrivent), génératif (on cherche activement les failles, des lanceurs d'alerte sont formés et récompensés, les responsabilités sont partagées, les échecs conduisent à des réformes radicales, les nouvelles idées sont bienvenues). L'entrée en 1994 du code ISM (*International safety management*) dans la convention SOLAS (*Safety of life at sea*), en donnant les principes et les moyens de la gestion de la sécurité, vise à placer le système de la marine marchande au niveau proactif. Pour atteindre ce stade, voire pour le dépasser, les dirigeants des armements maritimes doivent bien saisir l'esprit du texte plutôt que de l'appliquer à la lettre.

### *Conclusion*

Les sciences humaines et sociales apportent des concepts et des modèles qui aident à comprendre les mécanismes de l'erreur. Les concepts et modèles proposés par Reason sont centraux ; ils constituent le support théorique de différents outils d'analyse des accidents portant spécifiquement sur le facteur humain : le HFACS (*Human factors analysis and classification system*) ou encore le HFIT (*Human factor investigation tool*, Gordon et al., 2005) Le HFACS a été utilisé pour analyser les accidents dans différents systèmes à risque (transports aériens et ferroviaires, domaine médical). Il a été adapté au domaine maritime par Celik et Cebi (2009).

Les sciences humaines et sociales proposent également des actions concrètes

pour améliorer le couplage « situation de travail - opérateur ». Dans le domaine maritime, ces actions sont actuellement menées dans deux directions principales : la conception et l'évaluation de programmes de formation d'une part, l'audit et la promotion de la culture de sécurité au sein des armements d'autre part.

La psychologie cognitive met l'accent sur l'importance de la qualité de la représentation mentale dans la prise de décision. Différents auteurs ont cherché à développer des exercices dits « de prise de décision » (notamment Pliske, McCloskey et Klein, 2001), visant à entraîner de jeunes professionnels à analyser une situation complexe de façon à pouvoir prendre une décision satisfaisante. Ces exercices ont été mis en œuvre et évalués dans le cadre de la formation des élèves officiers de 5<sup>e</sup> année (Chauvin, Clostermann & Hoc, 2009).

Dans le cas d'un travail d'équipe, la représentation mentale partagée constitue un élément central de la performance. Les méthodes développées en psychologie cognitive pour analyser cette structure

mentale peuvent être utilisées pour évaluer l'impact du *Bridge resource management* (BRM) sur le travail d'un équipage. Une étude de ce type a été menée en Norvège par Brun et al. en 2005. Cependant - et comme le notent Salas et al. (2006) - ces études restent marginales et récentes dans le secteur maritime, alors qu'elles sont très nombreuses et développées depuis de nombreuses années dans le domaine aérien.



Toute manœuvre réussie est une catastrophe évitée

Les psychologues et les sociologues qui s'intéressent à la sécurité des systèmes complexes soulignent l'importance de la culture de sécurité qui prévaut dans une entreprise donnée. S'inspirant de travaux menés dans différentes industries « à risque », Havold et Nasset (2009) ont élaboré un questionnaire visant à mesurer la culture de sécurité au sein d'armements norvégiens. Néanmoins, comme le soulignent Hetherington et al. (2006), les recherches menées sur cette question et appliquées au secteur maritime n'en sont qu'au stade préliminaire.

Comme dans toutes les industries à risque, les facteurs humains et organisationnels constituent des enjeux centraux pour la sécurité maritime. Plusieurs événements de mer ont d'ailleurs servi d'objets d'analyse à des auteurs tels que Reason, Rasmussen ou Perrow pour élaborer ou conforter leurs modèles. Il appartient désormais aux chercheurs et aux acteurs du secteur maritime de tirer profit des expériences menées dans d'autres secteurs à risque, pour concevoir des *artefacts*, des formations et des organisations qui contribuent à l'augmentation du niveau de sécurité dans leur domaine d'activité.

**Bibliographie** (se reporter en page 54 dans « [5stress + ennui des marins Jégaden.pdf](#) »)