



**HAL**  
open science

## **Prise en compte du risque humain dans le secteur maritime. Application au projet des "autoroutes de la mer"**

Amira El-Mabrouk, Habib Hadj-Mabrouk

### ► **To cite this version:**

Amira El-Mabrouk, Habib Hadj-Mabrouk. Prise en compte du risque humain dans le secteur maritime. Application au projet des "autoroutes de la mer". 17ème Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement (Lambda Mu'17), Institut pour la Maîtrise des Risques (IMdR), Oct 2010, La Rochelle, France. pp.1-10. <hal-03245034>

**HAL Id: hal-03245034**

**<https://hal.science/hal-03245034v1>**

Submitted on 1 Jun 2021

**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.



HAL Authorization



# Prise en compte du risque humain dans le secteur maritime. « Application au projet des autoroutes de la mer »

**Amira ELMABROUK**

ENIS, Sfax – Tunisie [mabrouk.amira@gmail.com](mailto:mabrouk.amira@gmail.com)

**Habib HADJ-MABROUK**

INRETS, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, France  
[mabrouk@inrets.fr](mailto:mabrouk@inrets.fr)

## Résumé

*La survenue des nouveaux accidents maritime, et la gravité des dommages engendrés par un événement d'insécurité, incitent les autorités et les scientifiques de domaine de renforcer de plus en plus l'analyse de la sécurité dans ce secteur. En effet, l'ampleur des méthodes de management de risque vient de s'accroître ces dernières années avec l'évolution de ce mode de transport et notamment avec l'apparition des « autoroutes de la mer ». Dans ce cadre, le recours à une méthode d'analyse de risque consistante s'impose. L'étude présentée dans le cadre de ce papier s'inscrit dans ce contexte et vise l'élaboration d'une nouvelle approche méthodologique de management du risque maritime. L'objectif de la recherche consiste à l'amélioration et le renforcement des méthodes conventionnelles d'analyse des risques appliquées, dans le secteur maritime.*

*A ce jour, la réglementation maritime en matière de sécurité s'avère abondante, hétérogène et insuffisante pour garantir un « bon » niveau de sécurité.*

*En plus, les conventions et les techniques d'analyse de sécurité mises en œuvre dans le secteur maritime, se heurtent à plusieurs obstacles notamment la non prise en compte de manière systématique des concepts liés au facteur humain lors de l'analyse de la sécurité.*

*Pourtant, dans le secteur maritime, les erreurs humaines sont à l'origine de 70 à 80 % des accidents. Il est donc indispensable de mettre en place un système de sécurité qui prend en compte non seulement les erreurs techniques mais surtout les erreurs humaines.*

*Le présent travail propose une nouvelle approche méthodologique d'analyse des risques maritime qui fait appel à plusieurs techniques et méthodes complémentaires inspirées d'autres secteurs à risques comme le transport ferroviaire, le secteur nucléaire, etc.*

*En effet, la méthodologie proposée fait intervenir conjointement à la méthode d'Analyse Préliminaire du Risque (APR), le processus de Retour d'Expérience (REX), ainsi que le facteur Humain.*

## Abstract

*The occurrence of the new accidents in the maritime sectors, and the gravity of the damages engendered by an insecure incident incite the authorities and the scientists of this field to strengthen more and more the analysis of the safety in this sector. The extent of management methods of risk has just been focused on these last year's along with the evolution of this way of transporting especially with the appearance of the «highways of the sea».*

*In this same context, the appeal of a substantial method of analysis of risk is decisive. The study presented within the framework of this paper joins in this context and aims at the elaboration of a new methodological approach of management of the risk at sea. The objective of the research consists in the improvement and the intensification of the conventional methods of risks analysis applied in the maritime sector.*

*Nowadays, the maritime regulations in safety turn out to be plentiful, heterogeneous and insufficient to guarantee a "good" level of safety.*

*Besides, the conventions and the techniques of safety analysis implemented in the maritime sector, slam into several obstacles in particular those not considered systematically as concepts connected to the human factor during the analysis of the safety.*

*Nevertheless, in the maritime sector, the human errors are at the origin of more than 80 % of the accidents. It is thus cardinal to set up a security system which takes into account not only the technical errors but especially the human errors.*



*The present work proposes a new methodological approach of maritime risks analysis which has access to several techniques and complementary methods inspired by the other sectors in risks such as the railroad transport, the nuclear sector, etc.*

*In fact, the methodology suggested brings in collectively the Preliminary method of analysis of the Risk (PMA), the process of Experience feedback (REX), as well as the human factor.*

*Mots clé: sécurité maritime, Analyse du risque, réglementation maritime, Retour d'Expérience (REX), facteur humain. Keywords: Maritime transports, risk analysis, the process of field data feedback (FDF), human factor.*

---

## 1. Introduction

Le projet des autoroutes de la mer est un nouveau concept européen qui consiste à promouvoir la qualité de transport maritime et limiter ainsi les risques néfastes de la congestion routière. Ce projet vise en premier lieu d'épargner l'engorgement de la route et d'améliorer la compétitivité du secteur maritime. Dans ce contexte, on passe d'un système maritime unimodal, à un transport multimodal de bonne qualité, de forte fréquence et de haute régularité. Ceci suppose de nouvelles contraintes notamment en matière de sécurité beaucoup plus draconiennes. Néanmoins, la sécurité maritime demeure mal défini, le niveau de risque dont dispose ce mode est intolérable vu la gravité des dommages engendré par un accident potentiel maritime.

En effet, la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de gestion des risques s'avère indispensable. Le présent papier présente une nouvelle approche méthodologique d'Analyse des risques maritimes.

La méthodologie élaborée fait intervenir de manière conjointe et complémentaire les méthodes : d'APR, de REX, ainsi que le processus de cycle de développement. Afin d'améliorer sensiblement la sécurité maritime, il convient de prendre en considération les concepts de bases liés au facteur humain car l'opérateur humain représente le maillon faible de tout système.

Cette étude est présentée dans ces trois grandes phases :

- La première phase de l'étude est entièrement consacrée à la présentation du nouveau projet européen des autoroutes de la mer,
- la deuxième phase rappelle la réglementation maritime en matière de sécurité. l'accent sera mise notamment sur les limites réglementaires et les méthodes de gestion de sécurité appliquées actuellement dans le secteur maritime;
- La dernière phase de l'article est consacrée à la présentation de notre contribution à l'amélioration de la sécurité dans le nouveau concept des autoroutes de la mer.

## 2. Le projet des autoroutes de la mer

### 2.1 Les racines de ce nouveau concept

La notion des autoroutes de la mer a été mentionnée pour la première fois par la commission européenne dans son livre blanc sur les transports de 2001, soulignant qu'il s'agit d'«une véritable alternative compétitive au transport terrestre».

### 2.2 Définition

Le projet des autoroutes de la mer est un nouveau concept européen qui consiste à promouvoir la qualité de transport et limiter ses inconvénients qui sont de plus en plus agressifs et menaçants au fur à mesure que le temps passe.

Très schématiquement, une autoroute de la mer désigne une voie maritime très fréquentée par les navires rouliers de commerce dont l'intérêt de soulager un trafic routier surchargé.

Plus précisément, les autoroutes de la mer [rapport de la commission européenne, 05] se distinguent par des lignes classiques de transport maritime à courte distance dont l'objectif de créer des liaisons maritimes à haute fréquence et haute qualité de services, permettant de capter une part importante du trafic poids lourds des grandes axes routiers pour des raisons de développement durable (émission de gaz, pollution atmosphérique, consommation énergétique,...), de sécurité (circulation routière, matière dangereuses,...), et de fluidité routière (économie générale).

Autrement dit, les autoroutes de la mer sont des infrastructures flottantes qui permettent de transporter des marchandises d'un état membre à un autre état membre par la mer. Cette nouvelle conception ne peut être que d'un apport bénéfique par rapport à des itinéraires routiers qui sont souvent congestionnés, encombrés par des camions trop nombreux sur ces autoroutes terrestres. Ainsi l'Europe ne peut pas laisser passer cette opportunité d'exploiter ses 40.000 km [rapport de la commission européenne] de ses voies maritimes sur les côtes.

L'idée consiste alors de sélectionner de manière judicieuse un nombre limité des ports qui représente des points stratégiques et de les relier par des liaisons maritimes de qualité.

### 2.3 Les projets en cours des autoroutes de la mer

Un groupe d'experts de haut niveau (High Level Group), désignés par tous les Ministères des Transports, a contribué à la révision du réseau en formulant une liste de recommandations.

La révision, en 2004, des orientations communautaires pour le développement du réseau transeuropéen de transport mentionnait la réalisation de quatre autoroutes de la mer parmi les 30 projets prioritaires bénéficiant de la majeure partie du financement alloué par l'UE dans le cadre du Réseau Trans-Européen des Transports (RTE-T).

La compétitivité de ce projet a incité l'autorité européenne de donner des aides budgétaires de fonctionnement allant jusqu'à 4ans, ce qui est exceptionnel.

Les travaux sont en bonne voie et l'attribution des premiers fonds de l'UE a démarré grâce aux financements RTE-T.

A l'horizon 2010, le réseau des autoroutes de la mer sera reparti en 4 grandes corridors [CIADT, 03] :

1. la mer Baltique,
2. l'Europe de l'Ouest (océan Atlantique – mer du Nord/mer d'Irlande) : la façade atlantique permet d'alléger la traversée des Pyrénées,
3. l'Europe du Sud-ouest (mer Méditerranée occidentale), cette autoroute vise à relier l'Espagne, la France, l'Italie et Malte,
4. l'Europe du Sud-est (mer Ionienne, Adriatique et Méditerranée orientale).



**Fig.1** le réseau des autoroutes de la mer [Rapport de la commission européenne, 2005]



La Commission européenne a donné son feu vert le 3 février 2010 au financement public d'une "autoroute de la mer". Cette dernière devrait relier le port français de Nantes Saint-Nazaire (Montoir) au port espagnol de Gijon. La liaison sera exploitée par une société baptisée Grimaldi Louis Dreyfus Atlantique (GLDA). Bruxelles a ainsi autorisé la France et l'Espagne à accorder des aides de 15 millions d'euros chacune au projet, baptisé Fres Mos. Les États français et espagnols verseront ainsi globalement 30 millions d'euros à l'armateur Louis Dreyfus en vue de lancer l'exploitation de la ligne, à raison de trois rotations par semaine dans un premier temps.

Le projet des ADM ne desserrera pas uniquement les Etats membres de l'Europe, mais il projettera de les étendre jusqu'au pays tiers.

### 2.3.1 *Les avantages des autoroutes de la mer*

Ce nouveau concept des autoroutes de la mer procure plusieurs avantages, et notamment l'aspect économique. Par exemple 4 bateaux qui font des rotations toute la journée coûte 400 millions d'euros, alors qu'un grand tunnel ferroviaire à travers les pyrénées pour acheminer les camions sur le train s'élève à 6 milliard d'Euros [RAP 05b]. Ce concept des autoroutes de la mer touche l'aspect économique des pays, il permet d'avantager la situation économique d'une nation. Il permet également d'épargner la congestion et les embouteillages à la frontière donnant comme exemple : une autoroute de la mer entre Nantes (France) et Bilbao (Espagne), si on met 100 camions sur chaque bateau avec 4 rotations par jour ça fait 200 millions camions de moins à la frontière franco-espagnol/an [RAP 05b].

En outre, le projet des autoroutes de la mer possède deux atouts :

- il permet aux industries d'améliorer leurs compétitivités
- il améliore le cadre de vie des citoyens en réduisant la pression sur la route.

Le facteur dominant du succès des autoroutes de la mer réside dans le choix de l'emplacement des ports et dans la capacité de ces ports à être connecté au moyen de transport terrestre. Le port idéal réunit les conditions suivantes : il est relié à la route, au chemin de fer et aux voies fluviales qui doivent être non congestionnées ; c'est ce qu'on appelle une Platte forme multimodal. Cette accessibilité est fondamentale pour permettre à un port d'atteindre la masse critique suffisante en termes de tonnage, c'est une condition nécessaire pour rentabiliser les infrastructures et pour être compétitive.

### 2.4 **Importance de la sécurité dans les autoroutes de la mer**

Aujourd'hui, le chantier des autoroutes de la mer est lancé, des garanties sont données à tous les acteurs que se soit les autorités locales des ports, les transporteurs, et les armateurs.

Il est difficile de convaincre les opérateurs de mettre des camions ou des marchandises sur un bateau s'ils n'ont pas la garantie que ce service va durer et va répondre aux critères de : fréquence, régularité, Sécurité et qualité de service. Par conséquent, il est crucial de prendre en considération de manière conjointe et complémentaire l'ensemble de ces critères afin que les autoroutes de la mer deviennent une réalité tangible. Dans ce contexte, il est primordial de doter les autoroutes de la mer des méthodes et des techniques permettant d'assurer un bon niveau de sécurité.

Bien que les accidents et les catastrophes de la mer existent depuis longtemps, les normes et la réglementation en matière de sécurité doivent être prises en compte, non seulement pour le bien-être des équipages et la régularité des courants d'échanges, mais aussi en raison des risques potentiels qui peuvent affecter les cargaisons des navires, la santé publique ainsi que l'environnement marin.

Malgré l'intérêt incontestable de ce nouveau concept de l'autoroute de la mer, l'infrastructure, les Hommes et l'environnement demeurent exposés à des risques et des événements inopinés, imprévisibles, et contraires à la sécurité.

En effet, certes par ces projets, on peut réduire les accidents routiers et la fluidité mais on ne peut en aucun cas éliminer définitivement les accidents potentiels qui peuvent être rares mais qui engendrent des conséquences dramatiques.

Le transport maritime représente donc une alternative au transport durable puisqu'il dispose d'une capacité de transport incomparable au transport terrestre (un porte-conteneurs de 10 000 boîtes équivaut à la capacité de 5 000 camions) ainsi que d'un délai de mise en œuvre efficace et rapide. En ce sens, on ne peut pas nier l'importance et la place majeure que peut prendre la composante sécurité étant donné que les dommages provoqués par les autoroutes de la mer seront beaucoup plus graves, vu qu'il s'agit de transport des camions lourds et des rotations régulières des navires.

En dépit de cette évolution remarquable du secteur maritime, la réglementation maritime en matière de sécurité demeure insuffisante pour garantir la sûreté de ce nouveau concept des autoroutes de la mer.

La section suivante est consacrée à présenter la réglementation maritime en matière de sécurité.



### 3. La Réglementation de la sécurité maritime

La sécurité de navigation désigne l'ensemble des mécanismes et des procédures qui visent la sauvegarde de la vie humaine en mer, le contrôle et la discipline de navigation, et la conformité des normes et des règlements maritimes. En outre les conventions et les lois en matière de sécurité doivent permettre d'obtenir le meilleur rendement de l'activité maritime en sauvegardant la vie humaine, les biens patrimoniaux, et notamment l'environnement. La complexité du système marin réside au niveau des matériaux utilisés, des techniques et des méthodes de construction qui doivent être les plus appropriés et conformes à l'objectif à atteindre, dans une finalité de Sécurité.

Dans ce contexte, les autorités européennes ont consacré un effort supplémentaire afin de garantir la sûreté de la mer et de l'environnement marin, ainsi que la sécurité des biens, des hommes et de système. Ces efforts se manifestent par un ensemble des mesures et des techniques de sécurité à savoir:

- des aides du service hydrographique et océanographique : Ce service a pour mission de collecter, contrôler et diffuser les informations nautiques en utilisant toutes les ressources techniques et équipements disponibles. Selon la convention SOLAS, les États doivent veiller à ce que les navires battant leur pavillon soient pourvus des informations nautiques appropriées et tenues à jour.
- des aides par la télécommunication: résumées par l'utilisation des Ondes radioélectriques comme aides à la localisation et à la navigation maritime (Système INMARSAT, système GLONAS<sup>i</sup>, système GPS, système GNSSii)
- la création d'une agence européenne pour la sécurité maritime chargée de veiller à la législation communautaire en matière de sécurité.
- La limitation des risques de collisions par le jeu de la convention COLREG et le développement des techniques de sauvetage, en notant bien que **le sauvetage intervient quand un accident est survenu.**

Malgré l'intérêt de ces mesures, la sécurité réglementaire, dans le secteur maritime, se heurte à plusieurs lacunes remarquables :

- les mesures réglementaires sont plutôt ponctuelles et tardives. En fait, Le droit de la sécurité maritime est un droit « suiviste » plus que novateur, par exemple, la première grande conférence internationale sur la sauvegarde de la vie en mer a été provoquée par la catastrophe du Titanic en 1912 ;
- la loi n'arrive pas dans certains cas, de garantir à la fois la protection du navire, de son équipage et de la navigation et celle du milieu marin. prenant l'exemple de la règle SOLAS dans son 7<sup>ème</sup> chapitre ; une interdiction de la mise en place des marchandises dégageant des vapeurs dangereuses dans le cale afin d'éviter que ces produits soient stockés et s'affectent, néanmoins, ceci peut accroître par conséquence le risque d'immersion accidentelle en mer en cas de collision ou de tempête.
- La sécurité de maritime ne prend pas en considération l'état physique, psychique et physiologiques des gens qui travaillent à bord des navires. Néanmoins les conditions de travail dans la mer nécessitent d'être analysée et examiner en profondeur.
- la réglementation engendre une production normative abondante, elle se heurte parfois à des difficultés de ratifications (nombre, délais) à une certaine hétérogénéité dans son application par les États, aux réticences de certains armateurs confrontés aux exigences de la compétitivité.

En effet, ces lacunes réglementaires présentées ci précédemment peuvent freiner la performance et la pertinence de l'approche de gestion des risques maritimes. A notre sens ces techniques réglementaires sont insuffisantes pour garantir un niveau de risque acceptable conformément à la norme CENELEC 50129, ainsi la terminologie, le vocabulaire et les concepts usuellement utilisés dans ce secteur demeurent toujours imprécises, incohérentes voir même contradictoire. En outre, les méthodes et les techniques de sécurité mise en œuvre dans ce secteur sont encore insuffisantes pour palier à l'ensemble des accidents et incidents survenu ces dernières années.



Pour apporter un élément de réponse à ces limites, nous proposons une nouvelle méthode d'analyse de sécurité applicable aux autoroutes de la mer et qui offre une terminologie consistante conformément à la réglementation en vigueur.

Le paragraphe suivant présente notre contribution qui consiste à proposer une nouvelle approche d'analyse du risque maritime inspirée de plusieurs approches utilisées dans autres secteur. Cette contribution permet également de combler et de renforcer les limites de la réglementation maritime en matière de sécurité.

#### **4. Proposition d'une approche générique d'analyse des risques applicable aux autoroutes de la mer**

Les limites réglementaires au niveau de la sécurité doivent être renforcées et complétées par la mise en place d'une méthode de management et d'analyse de risque pertinente afin d'atteindre un niveau de sécurité acceptable.

Dans ce sens nous avons proposés une approche méthodologique appropriée au secteur maritime, toute en tenant compte des limites précédemment évoquées en matière de sécurité maritime, à savoir l'absence d'une sécurité préventive, la non prise en compte des erreurs humaines, la non applicabilité de certains directives et règles.

En effet, la méthodologie élaborée fait intervenir de manière conjointe et complémentaire une méthode d'Analyse Préliminaire des Risques (APR), le processus de retour d'expérience (REX), ainsi que le processus de cycle de développement du projet. Dans cette méthodologie une place prépondérante est accordée au facteur humain afin d'améliorer le processus de management du risque dans le transport maritime.

Avant de présenter notre contribution méthodologique, ce paragraphe présente successivement la méthode d'Analyse préliminaire du risque retenue, les différentes phases de processus REX, le modèle de développement de projet adopté et les concepts liés au facteur humain.

##### **4.1 L'Analyse Préliminaire des Risques APR**

L'APR a pour but d'identifier essentiellement les accidents potentiels liés au système et à ses interfaces afin de les évaluer et de proposer des solutions pour les supprimer, les réduire ou les contrôler.

Théoriquement, l'Analyse Préliminaire des Risques est connue comme une démarche inductive [Lievens 76], [Villemeur 88] et [BNAE 86] (in HAD 98). Le raisonnement inductif va du plus particulier au plus général, ce qui conduit à une étude détaillée des effets d'une défaillance sur le système et son environnement. Dans le cadre de l'APR, il s'agit de rechercher principalement, par induction, l'ensemble des accidents potentiels à partir des dangers (ou éléments dangereux). Cependant, dans la pratique, on choisit une démarche plutôt déductive qui prend les accidents potentiels comme point de départ de l'APR. Cette divergence entre théorie et pratique existe non seulement au niveau de la démarche mais plus explicitement dans la représentation même d'une APR.

Nous proposons une méthode d'APR qui combine les deux approches inductive et déductive. A notre sens, une telle méthode renforce et perfectionne les démarches conventionnelles et garantit ainsi la qualité des analyses en termes de complétude et de cohérence. En effet, la méthode d'APR que nous retenons [HAD 97] s'articule autour de trois étapes complémentaires et itératives afin de tendre à recenser une liste exhaustive des dommages, des dangers et des accidents qui peuvent intervenir lors de l'analyse d'une situation donnée. Ce processus de contrôle itératif permet d'assurer la complétude et de tendre ainsi vers l'exhaustivité de l'analyse des risques maritime.

En outre, l'analyse préliminaire de risques (APR) permet de recenser les différentes catégories des accidents potentiels pour mesurer leurs probabilités d'occurrence ainsi que la gravité des dommages qu'ils pourraient causer et enfin de proposer des solutions qui permettront de les réduire, les contrôler ou les supprimer.

##### **4.2 Le Processus du retour d'expérience :**

Généralement, l'approche globale de déroulement du retour d'expérience (REX), illustré par la figure ci-dessous fait intervenir cinq phases : collecte des données relatives à tout événement d'insécurité, analyse et traitement de ces données, leur stockage et mémorisation, leur exploitation et utilisation et enfin proposition des recommandations. Ces phases correspondent respectivement aux cinq principes complémentaires et itératifs : connaître, comprendre, archiver, apprendre, recommander.

Le REX est généralement défini comme étant un processus dynamique de collecte, de stockage, d'analyse et d'exploitation des données relatives à des situations contraires à la sécurité (accident/incident). L'objectif est de tirer profit des enseignements de l'expérience vécue pour éviter sa reproduction en mettant en œuvre des mesures préventives et correctives adéquates afin d'éviter la reproduction de tels scénarios porteurs de risque.



#### 4.3 La prise en compte du facteur humain

Plusieurs événements mondiaux, comme la collision de Ténériffe en 1977, Three Mile Island en 1979, la tragédie de Bhopal en 1984, les catastrophes de Challenger et Tchernobyl en 1986, le naufrage de Herald of Free Enterprise en 1987 et l'explosion de la plate-forme pétrolière Piper alpha en 1988, ont souligné la place de l'opérateur humain dans la genèse de ces accidents.

Avec l'amélioration de la fiabilité technique, la tendance actuelle est d'attribuer les dysfonctionnements des systèmes, générateurs d'accidents, à une erreur de l'opérateur humain. L'opérateur est considéré comme point faible du système et limiteur de performance et de sécurité. Ainsi, l'erreur humaine constitue un facteur causal majeur de l'émergence des accidents dans plusieurs secteurs de sécurité dont celui des transports Maritimes. D'où l'intérêt de notre approche proposée vise l'intégration de l'erreur humaine lors de l'analyse de la sécurité maritime

La variabilité des compétences des opérateurs humains, la complexité du système de transport maritime et le manque de souplesse du système d'information sont autant de facteurs augmentant la difficulté des tâches de supervision et d'action de l'opérateur humain.

Cependant, on est encore loin d'un stade où les facteurs humains ne joueraient plus aucun rôle dans la sécurité des systèmes de transport maritime, et où les risques ne découleraient plus que des erreurs se manifestant au niveau de la conception et de la réalisation des systèmes.

En effet, la complexité et l'originalité des nouveaux systèmes de transport confèrent un rôle décisif à l'homme dans la sécurité maritime. Sa réussite dans l'accomplissement d'une tâche dépend de plusieurs facteurs. Elle dépend entre autres de ses capacités perceptives et cognitives, de la validité des différents modèles mentaux qu'il s'est forgé du système, de son état psychologique, de sa charge de travail de la complexité des situations de conduite ou encore de son état de stress, par exemple dans des situations d'urgence où la sécurité maritime est menacée. Malgré l'avènement des automatismes, l'opérateur humain (OH) reste l'élément clef du système de transport maritime et demeure indispensable. Parfois, son action est la seule défense pour éviter qu'une défaillance ou panne des automatismes ne devienne un accident.

L'opérateur humain est un élément paradoxal : en situation de stress ou de fatigue, il peut être un élément de la perte de la fiabilité d'un système. Cependant, dans certaines situations critiques d'insécurité, il peut être un facteur de fiabilité, en rétablissant le bon fonctionnement du système, parfois par des actions non prévues par le règlement de sécurité de l'exploitation mais, liées à sa connaissance, son expérience et son savoir-faire ; il rattrape alors des erreurs commises par le concepteur.

Il faut donc optimiser la place de l'homme dans le système de transport maritime en pleine connaissance de ses capacités mais aussi de ses limites. La sélection et la formation des hommes ne suffisent plus à obtenir la performance escomptée.

Pour obtenir une performance mieux maîtrisée des systèmes de transport, il est nécessaire de concevoir des systèmes tolérants aux erreurs éventuelles de l'opérateur humain, de préciser la contribution de l'opérateur humain dans un système, de mieux organiser et structurer les retours d'expérience et d'analyser la charge de travail des opérateurs humains.

Il convient également de développer des outils d'aide à la décision, de développer des systèmes dont les fonctionnalités procurent à l'opérateur humain flexibilité et adaptabilité, de lui comprendre en situation nominale et dégradée, de dégager des moyens pour améliorer la situation de travail afin de prévenir les conséquences négatives et favoriser les conséquences positives (Hadj-Mabrouk 1996).

Après avoir présenté les différentes composantes (APR, REX, facteur humain) impliquées dans l'approche que nous avons élaborée.

#### 4.4 Description de l'approche proposée

L'approche développée fait intervenir de manière conjointe et complémentaire les méthodes : d'APR, de REX, de développement d'un projet ainsi que le facteur humain.

Le développement d'un projet à risque nécessite en premier lieu, le recensement de la liste des accidents potentiels. Cette étude s'effectue généralement lors de la méthode d'analyse préliminaire des risques (APR). Le recueil de ces accidents potentiels fait appel principalement non seulement au savoir faire des experts du domaine mais aussi au retour d'expérience (REX). En outre l'opérateur humain demeure l'élément capital lors du développement d'un projet afin d'analyser et évaluer ses erreurs humaines.

A ce jour, ce problème demeure la clé de voûte de l'amélioration de niveau de sécurité du système et notamment le système maritime.

En premier lieu on doit disposer d'un REX pertinent pour capitaliser, archiver et pérenniser les accidents et les incidents maritimes. Le REX constitue non seulement la source qui alimente l'APR pour éviter la reproduction des erreurs mais aussi pour alimenter le cycle de développement du projet dès la phase de spécification.

Cependant le facteur humain doit être intégré et pris en compte au niveau de ces trois approches précédemment identifiées. On ne peut en aucun cas optimiser le niveau de la sécurité sans la prise en compte du la fiabilité humaine.

Notre contribution pour améliorer la sécurité et l'analyse du risque maritime est illustrée dans la figure suivante.

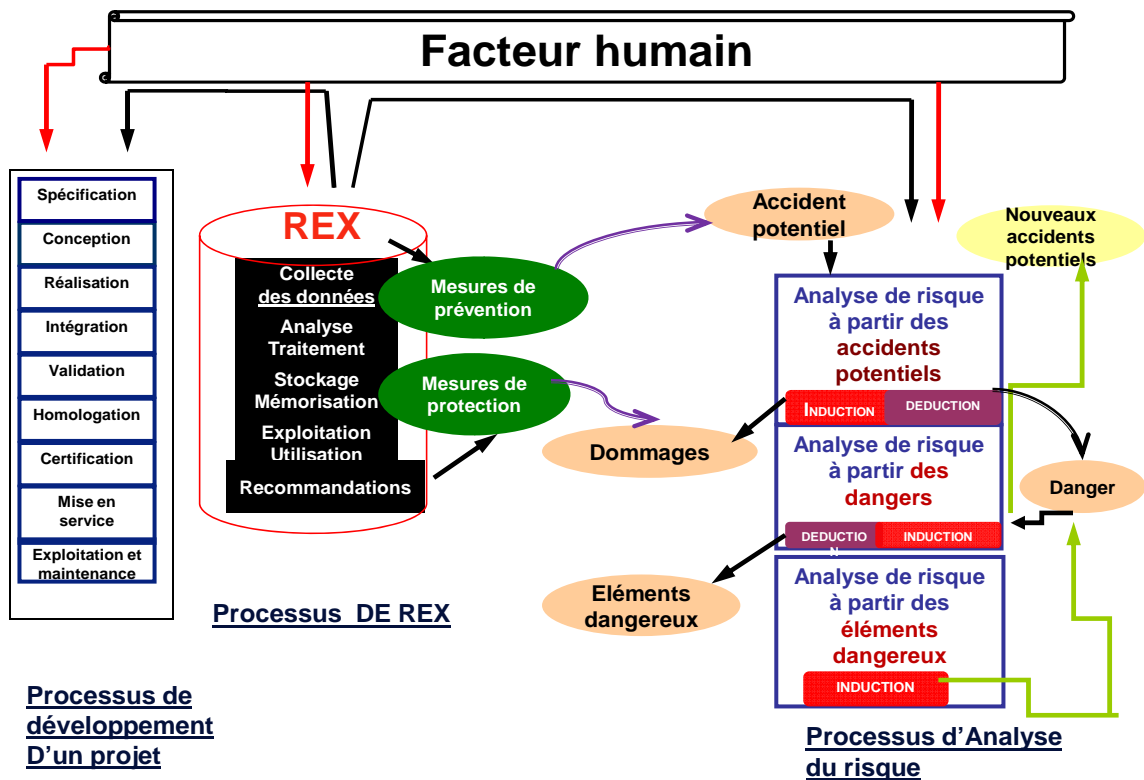


Fig.2 : Description détaillée de la méthode élaborée

Dans ce schéma, nous avons fait apparaître également les interactions qui existent entre le REX, l'APR, cycle de développement du projet et facteur humain. En effet, une APR nécessite une bonne connaissance de la mission du système et de son environnement. Elle est indispensable pour les systèmes qui font appel à des technologies mal connues. Elle bénéficie d'une part de l'expérience et de l'imagination des experts du domaine et d'autre part du retour d'expérience (REX). Par exemple, la finalité du REX est de proposer des recommandations pour palier les accidents et les incidents survenus :

Des mesures de préventions permettent de minimiser la probabilité d'occurrence d'un accident potentiel impliqué dans l'APR ;

Des mesures de protection pour affaiblir les dommages engendrés par l'accident potentiel.

En somme, il faut intégrer les facteurs humains dès la spécification des besoins et dès la conception du système afin de concevoir des systèmes qui s'adaptent à l'opérateur humain et non le contraire.

En outre, les conséquences néfastes et le coût terrible des accidents dus au facteur humain, la survenue de nouvelles catastrophes malgré le progrès de la technologie, sont à la base de la mise en place d'un système de retour d'expérience (Rex) comme étant l'un des moyens essentiels de nature à promouvoir l'amélioration nécessaire de la sécurité.

Nous avons ainsi tenté de contribuer à réduire le niveau de risque du système et par conséquent améliorer la sécurité du secteur maritime par la prise en compte des erreurs humaines dans l'approche d'analyse du risque de manière explicite.



## 5. Conclusion

L'objectif principal de notre travail vise à renforcer et compléter les approches conventionnelles mises en œuvre dans le transport maritime.

Le transport maritime représente une alternative au transport durable puisqu'il dispose d'une capacité de transport incomparable au transport terrestre (un porte-conteneurs de 10 000 boîtes équivaut à la capacité de 5 000 camions) ainsi que d'un délai de mise en œuvre efficace et rapide.

Malgré l'intérêt de ce secteur, la sécurité maritime demeure mal définie, le niveau de sécurité dont dispose ce mode est intolérable vu la gravité des dommages engendré par un accident maritime.

Dans ce contexte, une nouvelle approche d'Analyse et de gestion de risque maritime a été proposée qui s'articule autour de trois approches complémentaires.

La méthodologie que nous avons développée fait intervenir de manière conjointe et complémentaire les méthodes : d'APR, et le REX. Après avoir présenté ces trois grandes approches, l'accent a été mis à la suite sur l'interaction entre eux et l'importance majeure du facteur humain dans le processus de management du risque.

En Effet, les techniques développées prennent rarement voir même jamais en considération les points faibles et les points forts de l'homme dans la conception et la réalisation de ces systèmes. Aucune erreur humaine ne peut se manifester si le système a été conçu pour s'adapter au processus cognitive de l'homme. Cependant, l'approche proposée tend à analyser le comportement humain, recenser ses limites et les différents types des erreurs humaines qui peuvent intervenir afin de mettre en place des dispositifs tolérables à ses erreurs.

En fait, il faut développer des systèmes qui s'adaptent à l'homme et non pas le contraire, comme le cas réel. La pertinence de l'approche proposée réside au niveau de l'interrelation entre les méthodes d'APR, de REX, et de Facteur humain.

Cette méthode d'analyse du risque offre un cadre « générique » qui peut être appliqué dans le nouveau projet des autoroutes de la mer. Cette étude se poursuit actuellement dans le cadre d'une thèse et vise, dans un premier temps, à montrer sa faisabilité et son bien fondé à travers un cas réel issu du terrain comme le projet d'autoroute de la mer d'Enfidha. En effet, Le port d'Enfidha répond aux critères des ports idéaux, il est situé à proximité de l'aéroport, de l'axe autoroutier Bizert/Sfax et de la ligne ferroviaire Tunis/Gabés. Sa position de carrefour lui permet de bénéficier de la densité du réseau routier, des nœuds d'échanges et d'une zone d'activité logistique (3000hectares). Selon les études effectuées, le port en eaux profondes d'Enfidha comblera un déficit de capacité portuaire en méditerranée.



## REFERENCES

[BNA 86] OFFICE OF STANDARDIZATION OF AERONAUTICS AND SPACE (BNAE). "GUIDE OF THE METHODS READ CURRENTS OF THE SAFETY OF A SYSTEM MISSILE OR SPACE". RECOMMENDATIONS RE. AERO 70111, BOULOGNE- BILLANCOURT, 1986.

Brown, R.S and I. Savage " the economics of double-hulled Tankers", Maritime policy and Management, 1996

[COM 03] COMMUNICATION OF THE COMMITTEE IN the COUNCIL, IN the EUROPEAN PARLIAMENT, IN the EUROPEAN ECONOMICAL AND SOCIAL COMMITTEE AND IN the COMMITTEE OF THE REGIONS relative to " the improvement of the safety of sea transports ", Proposition of REGULATION OF the EUROPEAN PARLIAMENT AND the COUNCIL Relative to the improvement of the safety of ships and port facilities Brussels, 2.5.2003 COM (2003 ) 229 final 2003/0089 ( COD).

[CUI 04] Rémy CUISIGNIEZ. « The regulations of safety aboard merchant ships, chapter 13. 2004 »,

[HAD 98] HADJ-MABROUK H. « Acquisition and evaluation of the knowledge of safety of the industrial systems. Application in the domain of the certification of the driven (guided) systems of transport ». Thesis of Capacity to Manage Researches. University of Technology of Compiègne, February, 1998.

[HAD 06a] HADJ-MABROUK H. "The preliminary analysis of the risks - Application in the domain of the safety of the railroad transport "(educational volume). In February, 1997 (version updated on December 19th, 2006).

[HAD 06b] HADJ-MABROUK H. "Preliminary method of analysis of the risks in the railroad transport". 15th congress of control of the risks and the safety of functioning, Lille-France, October 10-12th, 2006.

[HAD, 07] HABIB HADJ-MABROUK(2007) « Analyse de la sécurité et Facteurs Humains dans les transports ferroviaires » 24<sup>e</sup> Congrès AQTR, Montréal, avril 2007

[J.dasgupta, 05] : Indian Register Of shipping , « quality Management Of Formal safety Assessment (FSA), Juillet, 2005

[KRI et al 05] KRISHNAKUMAR R., PREZELIN N., RAZAFINDRAKOTO H., " The tools of security of functioning", MASTER DEGREE Safety of transport, University of Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. 2004-2005.

[MARCS] MARCS: The marine accident Risk Calculation System: Det Norske VERITAS

Octave JOKUNG, « Management des risques », Edition ellipse, 2008

[RAP 05a] Report of the European Commission on the maritime security, 2005.

[ROD ?] Jean-paul RODREGUE. "The sea transport ",chapter 3 (concept 3)

---

<sup>1</sup>Global Orbitography Navigation Satellite System

<sup>2</sup>**Global Navigation Satellite System**