

Extrait du dossier de demande de Validation des Acquis de l'Expérience  
pour l'obtention du MASTER  
« Qualité et Performances dans les Organisations »

Session 2016-2017

Régis FUSENIG

Culture de sécurité et outils clés de la qualité  
dans une compagnie aérienne  
-  
Safety culture and quality key tools in an  
airline

## Remerciements

Je remercie sincèrement le directeur sécurité des vols et conformité d'une compagnie aérienne majeure, qui m'a suivi tout au long de ma VAE. Il m'a particulièrement encouragé dans cette démarche de prise de recul sur les fondamentaux de la qualité et de la performance.

Je remercie aussi chaleureusement la cellule VAE de l'UTC pour son soutien et sa disponibilité.

## Résumé

La sécurité du vol est la toute première attente d'un passager aérien. Mais atteindre la qualité et la performance dans ce domaine ne s'improvise pas.

Ce document propose de décrire 4 étapes clés et plusieurs outils associés qui font leur preuves actuellement au sein des compagnies aériennes :

- améliorer d'abord la cohérence du système qualité en intégrant SGQ et SGS au sein d'un système de management intégré, SMI.
- développer une culture positive de sécurité
- s'appuyer sur la force du LOSA
- gérer les risques avec des outils compréhensibles tant pour les experts (comme le bow-tie, ou nœud papillon) que pour les opérateurs de première ligne (avec le TEM) dans un environnement de culture juste.

Au delà du secteur du transport aérien, toute entreprise ou organisation complexe qui souhaite améliorer ses opérations et maîtriser son exposition aux risques pourra s'inspirer de cette approche et y trouver des solutions pragmatiques et opérationnelles.

## Abstract

Flight safety is the first priority for an air passenger. But to reach quality and performance in this area cannot be improvised.

This document describes 4 key points and several associated tools, which have proven their efficiency inside airlines:

- to improve first the quality system coherence by integrating QMS and SMS inside an Integrated Management System.
- to implement a positive safety culture
- to build on the strength of LOSA
- to manage risks with understandable tools, at the expert's level thanks the bow-tie model as well as at the first line operator's level with a TEM approach, in a just culture environment.

Beyond air transport sector, every company or complex organization willing to improve its operations and control its exposure to risks may draw inspiration from this approach and find operational and pragmatic solutions.

**Mots clés / Key words** : SMS, safety culture, just culture, LOSA, TEM , bow-tie

## L'auteur :

Régis FUSENIG est pilote de ligne. Il a occupé en 25 ans de carrière dans l'aviation commerciale plusieurs fonctions liées à la sécurité des vols, sa culture, ainsi qu'à l'optimisation de la performance.

Il est actuellement commandant de bord instructeur sur Airbus A330 et A340 dans une compagnie aérienne majeure.

## Table des matières

Remerciements .....	2
Résumé .....	3
Table des matières .....	4
Table des illustrations .....	5
Lexique .....	6
1. Améliorer la cohérence du système qualité .....	7
2. Définir et promouvoir une culture de sécurité.....	12
3. L’audit de sécurité en service de ligne ou LOSA .....	15
4. Gérer les risques .....	18
4.1. Identifier les dangers .....	18
4.2. Evaluer les risques .....	20
4.3. Atténuer ou contrôler les risques .....	25
4.3.1 Gestion au niveau individuel .....	25
4.3.2 Gestion au niveau systémique .....	27
Conclusion .....	29
Bibliographie .....	30

## Table des illustrations

### Figures

Figure 1 - Pyramide des besoins du passager dans une compagnie aérienne- source : direction de la performance compagnie X.....	7
Figure 2 - Evolution des taux annuels d'accidents mortels depuis 1987 ; aéronefs >2,25t [1] .....	8
Figure 3 - Comparaison sommaire du SGQ et du SGS [2] .....	9
Figure 4 - Illustration du principe des 4 P [3] .....	10
Figure 5 - Modèle d'évolution de culture de sécurité selon le Pr. Hudson [6].....	12
Figure 6 - Principales étapes du LOSA/ doc 9803 OACI [9].....	15
Figure 7 - Modèle TEM utilisé par les pilotes [10].....	16
Figure 8- Le LOSA outil complémentaire de la sécurité des vols- source : compagnie X.....	17
Figure 9- Cours sur les concepts de base/ IFSA.....	18
Figure 10 - Tableau de probabilité d'un risque de sécurité [2] .....	20
Figure 11 - Tableau de gravité des risques de sécurité [2] .....	21
Figure 12 - Matrice d'évaluation d'un risque de sécurité [2] .....	21
Figure 13 - Matrice de tolérabilité des risques de sécurité [2] .....	22
Figure 14 - Extrait formation d'enquêteur technique d'accidents d'aviation/ IFSA.....	23
Figure 15 - Outil ERC (Event Risk Classification) /ARMS [11].....	24
Figure 16 - Schéma simplifié de la démarche d'analyse Just and Fair- source : compagnie X.....	26
Figure 17 - Diagramme bow-tie /ECAST [12].....	27
Figure 18 - Exemple de matrice SIRA - source : compagnie X.....	28

### Tableaux

Tableau 1 - Répartition des éléments de bibliographie par nature .....	32
--	----

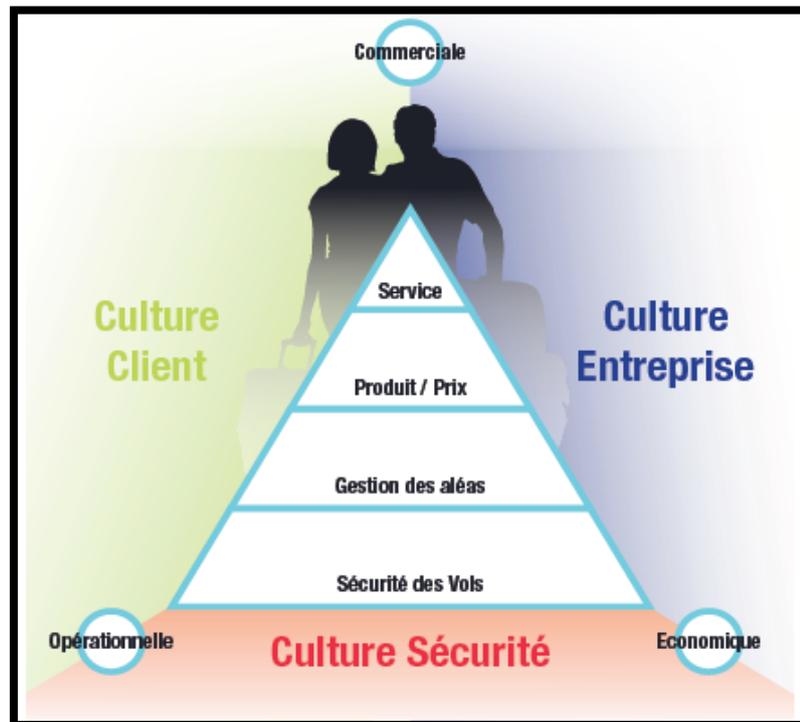
## Lexique

A330/A340 Airbus 330 et 340  
ARMS Aviation Risk Management Solutions  
ASR Air Safety Report  
BEA Bureau d'Enquêtes et d'Analyse  
DGAC Direction Générale de l'Aviation Civile  
DSAC Direction de Sécurité de l'Aviation Civile  
EASA European Aviation Safety Agency  
ECA European Cockpit Association  
ECAST European Commercial Aviation Safety Team  
EDS Etude De Sécurité  
FAA Federal Aviation Administration  
FSF Flight Safety Foundation  
ERC Event Risk Classification  
IFSA Institut Français de Sécurité Aérienne  
LOSA Line Operations Safety Audit  
MGS Manuel de Gestion de la Sécurité (pour l'OACI, document 9859)  
OACI Organisation de l'Aviation Civile Internationale  
OSV Officier de Sécurité des Vols  
PKT Passager Kilomètre Transporté  
SGQ Système de Gestion de la Qualité  
SGS Système de Gestion de la Sécurité  
SIRA Safety Issue Risk Assessment  
SMI Système de Management Intégré  
SMS Safety Management System

## 1. Améliorer la cohérence du système qualité

### A) Pourquoi ?

L'analyse approfondie de plusieurs centaines de milliers de réponses aux questionnaires de retour qualité et d'entretiens directs avec plusieurs milliers de passagers, quelle que soit la compagnie aérienne, le confirme sans surprise : la sécurité du vol est la première de leurs attentes.



*Figure 1 : Pyramide des besoins du passager dans une compagnie aérienne*

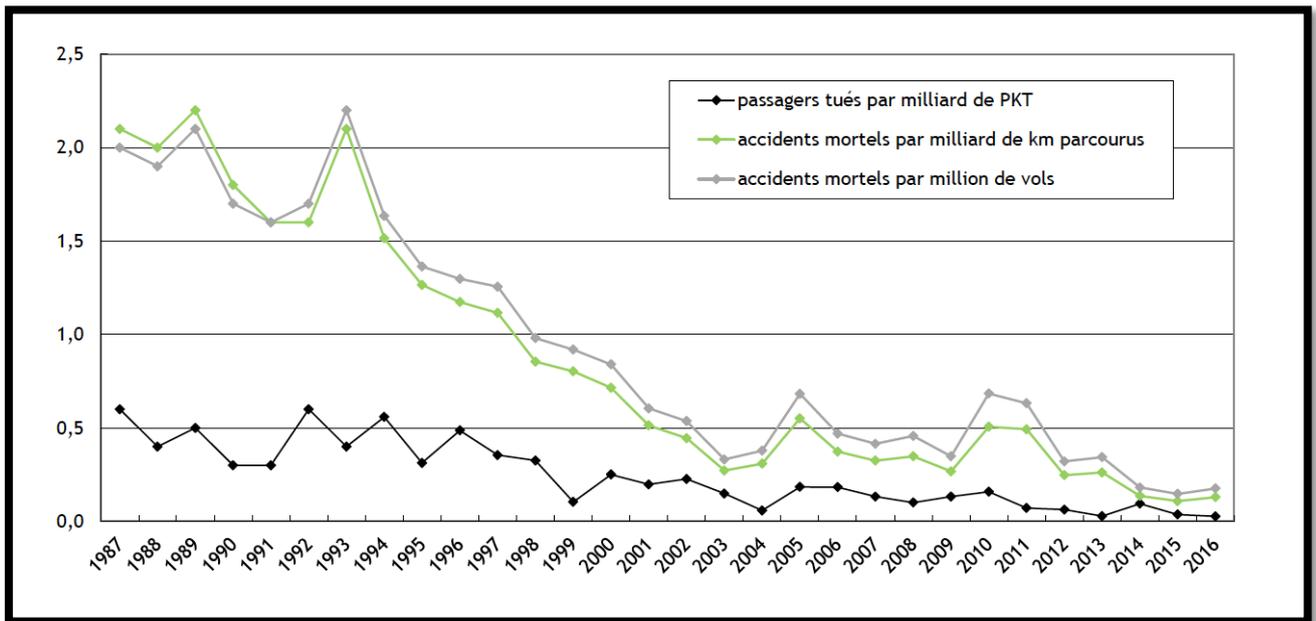
Au vu des résultats exceptionnels en terme de sécurité aérienne depuis plusieurs décennies dans l'aviation commerciale, cela pourrait néanmoins surprendre. En effet, quelle que soit la statistique choisie, voyager en avion est devenu au fil du temps une activité bien plus sûre que l'utilisation de n'importe quel autre moyen de transport [1] :

Pour 2016, selon la DSAC, on aboutit aux ratios suivants :

- 0,18 accident mortel de passagers par million de vols ;
- 0,13 accident mortel de passagers par milliard de km parcourus.
- 0,03 passager tué par milliard de PKT.

Mais même si depuis plus de 30 ans, l'amélioration est significative en taux (figure 2), la croissance du transport aérien et la visibilité médiatique toujours plus grande au niveau mondial entretiennent l'impératif de sécurité du vol.

Cela relève aussi du bon sens : l'air à haute altitude n'est pas et ne sera jamais jamais notre élément naturel. Les températures, vitesses et pressions y sont hostiles, l'équilibre instable.



**Figure 2 : Evolution des taux annuels d'accidents mortels depuis 1987 ; aéronefs >2,25t**

Dès lors ce constat établi, il n'est pas étonnant de retrouver dans chaque entreprise de transport aérien de passagers des engagements de la direction dans le sens de la sécurité des vols.

Ces engagements fixent le cap, explicitent la politique et les objectifs de l'entreprise, tant pour les salariés qui y travaillent que pour les clients.

Ils donnent du sens au travail de chacun et permettent au client d'espérer une prestation de qualité. In fine, ces engagements assurent l'avenir de la performance économique de l'entreprise et donc sa continuité.

Ces orientations sont aussi évidemment reprises dans les différents manuels qualité et sécurité.

C'est dans ces manuels qu'on retrouve les divers engagements du comité exécutif de l'entreprise, de son PDG et dirigeant responsable ou « accountable manager » en anglais.

Cette démarche est donc essentiellement « top-down », c'est à dire, décidée par les hauts dirigeants de l'entreprise à destination de ses personnels.

Si chaque entreprise se doit de mettre en place un SGQ notamment en ce qui concerne l'approbation de la production, les organismes de maintenance et les prestataires de services de données météorologiques et aéronautiques, la principale source d'amélioration de l'impératif de sécurité est constitué par le SGS [2].

SGQ et SGS sont néanmoins complémentaires et il est possible d'établir un lien synergique entre les deux systèmes, qui peut être résumé par la figure 3.

Améliorer le système qualité d'une entreprise entraîne donc normalement et nécessairement une amélioration de son système de sécurité et vice et versa, grâce au SMI, qui intègre l'un dans l'autre.

**Tableau 5-1. Comparaison sommaire du SGQ et du SGS**

SGQ	SGS
Qualité	Sécurité
Assurance de qualité	Assurance de sécurité
Contrôle de la qualité	Identification des dangers et contrôle des risques
Culture de la qualité	Culture de la sécurité
Respect des exigences	Niveau acceptable de performance de sécurité
Prescriptif	Basé sur les performances
Normes et spécifications	Facteurs organisationnels et humains
Réactif > Proactif	Proactif > Prédicatif

**Figure 3 : Comparaison sommaire du SGQ et du SGS**

#### B) Comment faire ?

En 2012, lorsque je deviens responsable de la culture de sécurité aux opérations aériennes d'une compagnie aérienne majeure, je m'implique alors dans de nouvelles entités transverses en charge de la qualité.

Si l'engagement du comité exécutif existait déjà dans le manuel d'exploitation, il est à noter qu'il n'y existait pas encore de manuel SMS ni SMI.

Mes contacts noués lors de mon poste de directeur technique à l'ECA me permettent d'obtenir une copie du manuel de gestion de la sécurité d'une autre compagnie européenne majeure, plus avancée que nous sur le sujet.

Je la transmets au directeur corporate de la sécurité des vols et de la conformité et lui suggère quelques améliorations à la première version du manuel, en m'appuyant sur mes connaissances acquises lors d'une formation avec le rédacteur du document OACI 9859, MGS.

Dans la pratique, et on peut le déplorer, peu de personnes employées dans une compagnie aérienne lisent ces manuels. On y retrouve pourtant des fondamentaux tels que les 5 piliers (issus du guide de référence ISO 83) : politique organisation et pilotage, gestion des risques, gestion de la conformité, gestion du changement et de l'amélioration continue, formation sensibilisation et communication.

Pour ma part, c'est d'abord en lisant puis en travaillant à l'amélioration de la rédaction du manuel d'exploitation et du manuel SMS notamment, que j'ai compris la politique et la stratégie de l'entreprise. Ce manuel se doit d'abord de préciser la philosophie opérationnelle de l'entreprise.

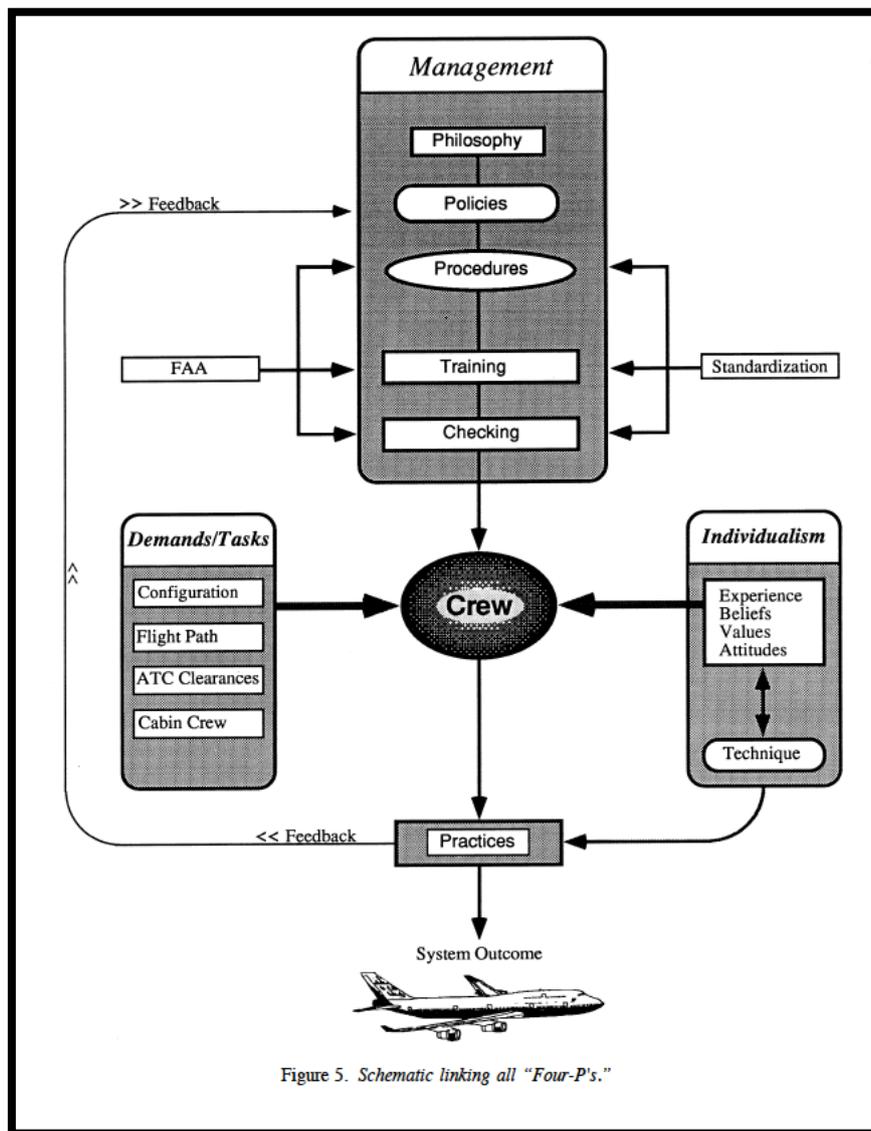


Figure 5. Schematic linking all "Four-P's."

**Figure 4 : Illustration du principe des 4 P**

Organiser la philosophie documentaire de l'entreprise selon le principe des 4P (Philosophie, Politiques, Procédures, Pratiques) défini par Earl Wiener [3], professeur de l'Université de Miami et scientifique pour la NASA, est fondamental dès lors qu'on souhaite améliorer un système complexe à risques élevés.

En bref, ce principe des 4P est un appel à une démarche scientifique d'humilité.

La prise en compte du contexte et de la culture de chaque entreprise, tout comme la prise en compte des forces et faiblesse des opérateurs humains, est indispensable avant de vouloir améliorer une procédure ou de se fixer de nouveaux objectifs en terme de qualité.

Enfin, l'importance du REX (Retour d'EXpérience), de la communication entre entités transverses dans les grandes entreprises, de l'objectif commun, du bien commun, sont tout aussi importants avant d'orienter un plan d'amélioration de la qualité.

### **C) Conclusion et recommandations :**

Durant mes deux années comme responsable culture de sécurité des vols au sein d'une compagnie majeure, j'ai participé activement à l'amélioration de la qualité des opérations aériennes suite à un accident. J'ai pu vérifier que la définition de la politique et la stratégie qualité associée à mettre en œuvre n'était pas une chose aisée.

En effet, « l'avion est déjà en vol », pour reprendre une métaphore aéronautique et changer son plan de vol est plus complexe que s'il était au sol.

J'ai été surpris par le petit nombre de mes collègues de travail conscients et vraiment concernés par les objectifs de qualité définis. Les engagements écrits des dirigeants sont souvent convenus, trop longs et formels car règlementaires à présent.

Je retiens de cette période les leçons suivantes :

**1) Il convient de bien connaître et comprendre son entreprise, sa politique, avant toute nouvelle orientation de plan qualité et d'appliquer la règle des 4P. La prise en compte des manuels SMI et SMS est un préalable.**

**2) La rédaction des manuels qualité ne doit pas se limiter à une conformité réglementaire mais doit aussi retranscrire les valeurs et la culture de la qualité de l'entreprise sur lesquelles il est indispensable de s'appuyer.**

## 2. Définir et promouvoir une culture de sécurité

### A) Pourquoi ?

La culture de la qualité, ou culture de sécurité, associée à des valeurs positives est un puissant levier pour mettre en œuvre un nouveau plan, car elle est partagée par la base.

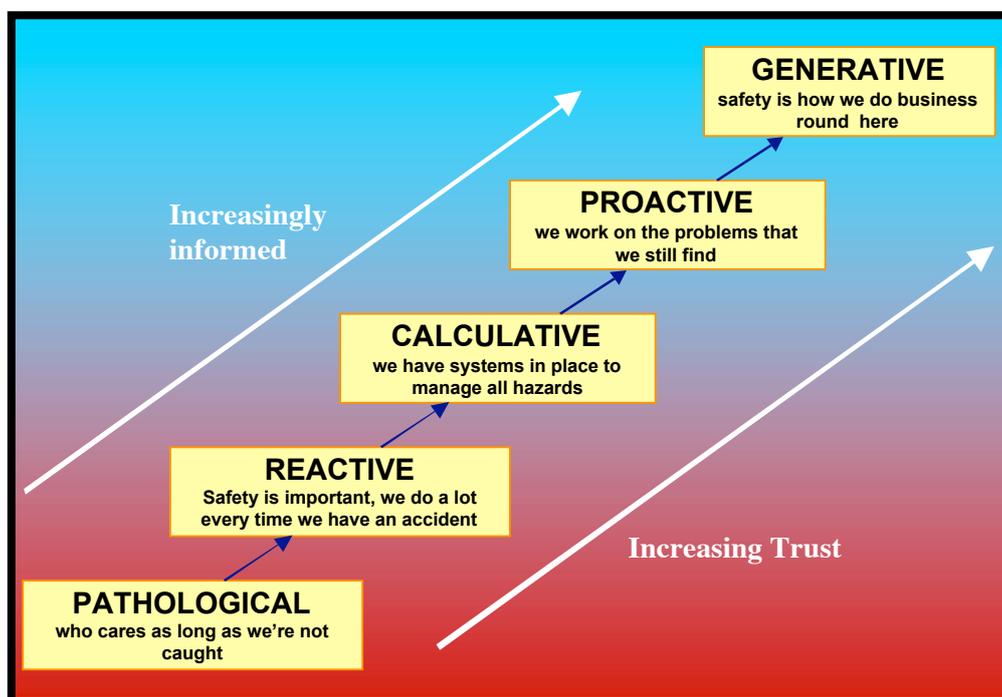
Dès les années 90 James Reason [4] fait le constat que la culture de sécurité contribue pour une large part à la variabilité du taux d'accident en aviation commerciale. En utilisant les données de la Flight Safety Foundation de 1995, il montre que la probabilité de vivre un accident mortel varie d'un facteur 42 entre les différentes compagnies aériennes dans le monde en fonction du type de culture développée.

En 2001, James Klinect [5], chercheur à l'Université du Texas, a démontré que les pilotes ayant une perception positive de la culture de sécurité détectaient plus d'erreurs, commettaient moins de violations et que leurs avions se retrouvaient moins souvent dans des états non sûrs.

Pour résumer l'importance d'une culture de sécurité, l'ECAST (European Commercial Aviation Safety Team), au travers de son groupe de travail sur le SMS et la culture de sécurité, précise : « SMS cannot be effective without an appropriate Safety Culture »

En effet, les meilleures philosophies, les meilleurs politiques et procédures, ne seront pas respectées et appliquées dans la pratique sans une culture de sécurité mature et appropriée.

Le professeur Hudson [6], résume ainsi les différents types de culture :



*Figure 5 : Modèle d'évolution de culture de sécurité selon le Pr. Hudson*

Pour développer et promouvoir une culture de sécurité, l'ICSI (Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle) précise qu'il est nécessaire de prendre en compte tous les facteurs humains et organisationnels.

Le rôle du management est clé car « le manager est l'acteur de l'entreprise qui a les marges de manœuvre pour agir sur les facteurs qui facilitent le développement de comportement sécurité. » De plus, « Les propres comportements sécurité du management sont des messages qui pèsent beaucoup plus que les différents slogans affichés dans l'entreprise. Ils démontrent la valeur qui est réellement attribuée dans l'entreprise à la sécurité et déterminent fortement le degré de motivation du personnel à agir en sécurité » [7].

Enfin, évidemment, la réussite d'une politique sécurité et la mise en œuvre efficace des procédures par les opérateurs vont dépendre de leur niveau de formation mais aussi de leur compréhension des enjeux et de l'acceptation de leurs responsabilités. « Ils doivent également comprendre que les raccourcis potentiellement risqués ne sont pas admissibles. » comme le précise l'Institut Américain des Ingénieurs Chimistes [8].

## B) Comment faire ?

J'avoue humblement n'avoir découvert l'importance d'une culture de sécurité que relativement tard, vers la fin des années 2000. La lecture du MGS (Document OACI 9859) dans sa première version de 2006 évoquait pourtant déjà cette notion mais je l'avais intégrée dans un premier temps uniquement sous sa forme théorique.

En 2009, en tant que directeur technique de l'ECA, je mesurais toute l'importance d'une culture juste (« just culture ») et non punitive dans les organisations avec certains contre-exemples européens. Mais ce n'est que plus tard que j'ai véritablement appliqué ce concept.

En juin 2010, j'ai rencontré pour la première fois le professeur Hudson et compris les cinq stades de la culture de sécurité, décrits précédemment.

Un sondage en douze questions préparées par le professeur donna une perception de la culture de sécurité selon les différentes populations présentes, pilotes et autres métiers, dans la compagnie X pour laquelle il travaillait comme consultant.

Les résultats, entre culture réactive et calculative, appelaient clairement à se mettre au travail.

Lorsque je suis devenu responsable de la culture de sécurité aux opérations aériennes de cette compagnie, 18 mois plus tard, des progrès étaient déjà palpables suite à nombre de projets initiés par mon prédécesseur. Je réalisais aussi cependant l'acuité de l'avertissement du Pr Hudson : en matière de culture, on ne peut évoluer d'un stade à l'autre que par « baby steps », c'est à dire, pas-à-pas.

Dans ce poste, je me suis attaché à renforcer la culture de sécurité des vols à tous les niveaux de la compagnie et à poursuivre ou finaliser les projets de modernisation déjà engagés.

Les plus significatifs ne furent pas toujours les plus visibles et vice et versa.

Faire savoir et communiquer les changements est un vrai défi et l'aide des différents services de communication indispensable. Les modifications dans les référentiels passant souvent inaperçues (sic), des affiches, évènements, site web ou rubriques dans les magazines internes contribuent à accompagner et communiquer les changements.

Dans les contrats d'objectifs annuels « sécurité des vols » des opérations aériennes, j'ai contribué à ce que la culture de sécurité soit bien une des priorités, trois années de suite de 2012 à 2014.

J'ai aussi oeuvré à la création d'une rubrique « culture de sécurité » dans le magazine interne le plus lu des pilotes, consacré à la sécurité des vols et aux retours d'expérience, durant plus d'un an.

Enfin, en tant que qu'Officier de Sécurité des Vols, je me suis attaché à incarner au quotidien, vis-à-vis de mes collègues, une culture de sécurité positive, proactive voire générative.

À chaque accueil d'un nouveau collègue et durant les cours de maintien de compétence annuel avec les collègues déjà en division de vol, j'accomplissais les actions suivantes :

- définir simplement la culture de sécurité positive : « penser et agir au bénéfice de la sécurité », meilleure définition simple trouvée par moi-même au fil des ans
- mettre l'accent sur l'importance de celle-ci pour notre sécurité à tous
- donner des exemples simples de contribution positive, comme reporter les événements de sécurité ou les situations potentiellement à risque.

J'ai malheureusement aussi pu constater durant cette période que certains contre-exemples venus du management étaient particulièrement contre-productifs en matière de culture de sécurité.

### **C) Conclusion et recommandations :**

Seul un responsable de la culture de sécurité aux opérations aériennes, rattaché directement au directeur, peut réellement influencer et suivre les progrès en la matière dans une compagnie aérienne. Ce renforcement de culture s'opère grâce à de nombreux projets qui nécessitent du temps pour être déployés.

Il est utile d'instaurer un sondage régulier dédié à la culture de sécurité pour s'assurer d'aller dans la bonne direction.

Je retiens de mon expérience les leçons suivantes :

- 1) La culture de sécurité d'une entreprise et plus particulièrement sa perception par les opérateurs est un élément clé pour améliorer un système qualité.**
- 2) Elle nécessite un soin constant car tout comme la sécurité elle-même, elle est dynamique : il faut donc régulièrement mesurer la perception de cette culture par les opérateurs et agir en faveur de celle-ci concrètement.**

### 3. L'audit de sécurité en service de ligne ou LOSA

#### A) Pourquoi ?

Dans le cadre de l'amélioration continue d'un SGS, la réalisation d'audits est un des outils les plus puissants : elle permet de partager un diagnostic peu contestable et de faire l'état des lieux des forces et des faiblesses de l'entreprise avant de s'engager dans un plan d'amélioration.

L'audit de sécurité le plus efficace à l'heure actuelle pour une compagnie aérienne est sans aucun doute le LOSA [9] ou audit de sécurité en service de ligne.

Les points clés d'un LOSA sont résumés par la figure 6 ci-après.

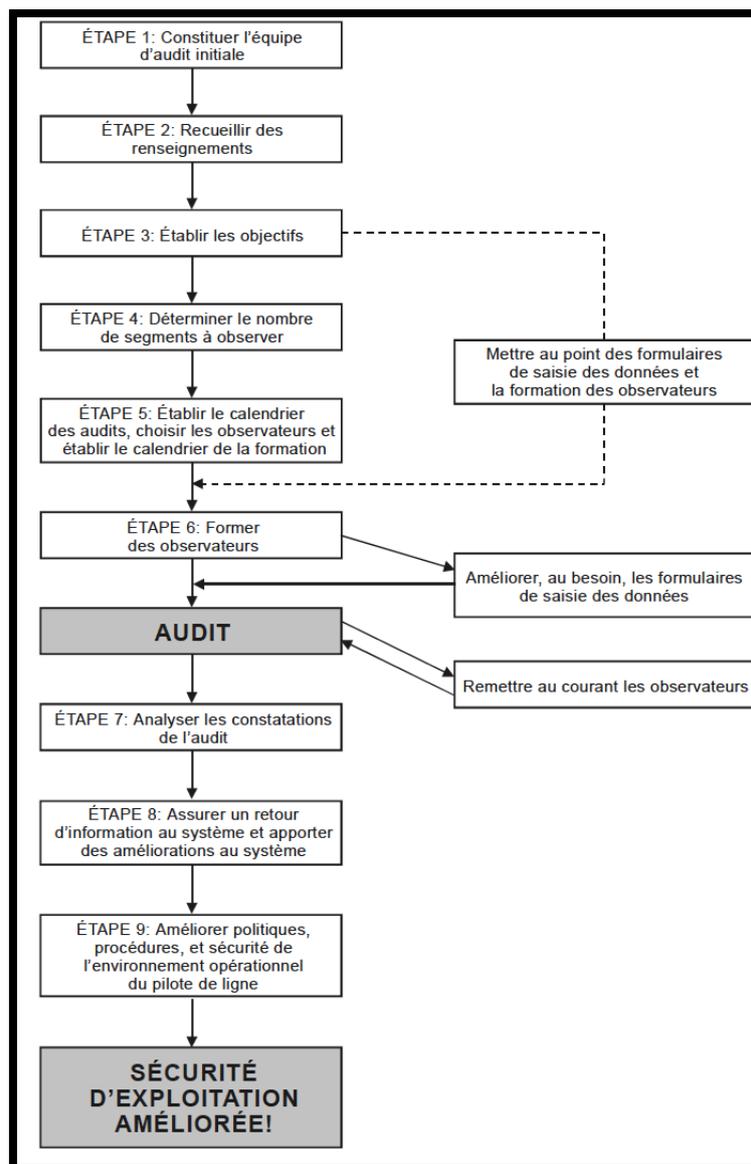


Figure 6: principales étapes du LOSA/ doc 9803 OACI /2002

Les bénéfices d'un LOSA sont multiples :

- meilleure connaissance de ses forces et de ses faiblesses
- identification des menaces et erreurs les plus fréquentes

- identification des bonnes pratiques
- meilleure appropriation du concept TEM [10], Threat and Error Management par les opérateurs
- promotion de l'audit opérationnel auprès des autres entités de l'entreprise

Ce programme aide vraiment l'entreprise à avoir une vision plus réaliste des choses, et à mieux comprendre comment se prennent les décisions et se gèrent les opérations au quotidien, alors que la pression temporelle s'exerce et des dysfonctionnements apparaissent.

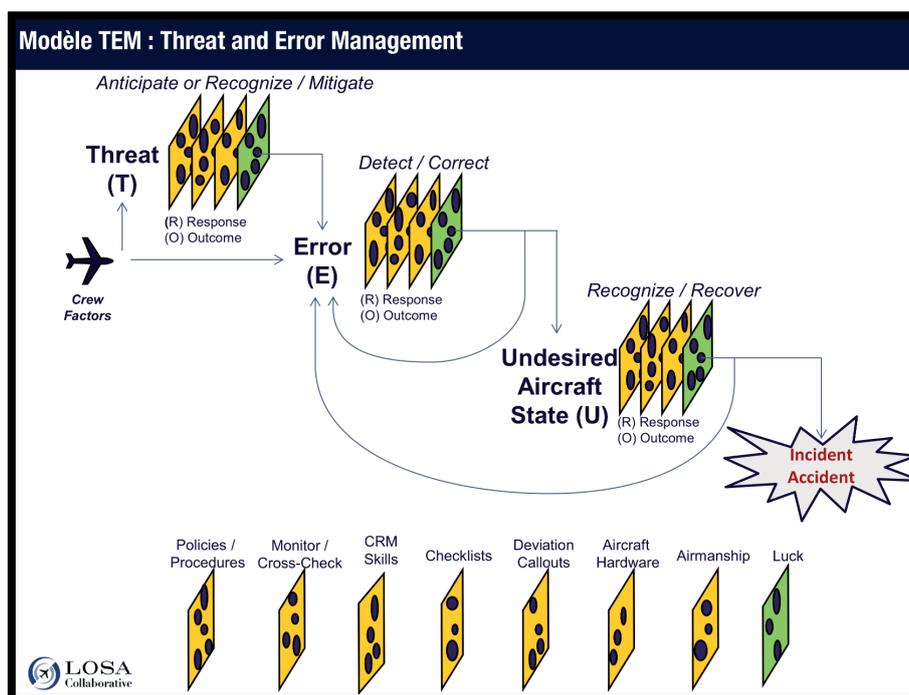
Enfin, à côté des audits opérationnels tels le LOSA, il existe évidemment aussi d'autres types d'audits pour alimenter le modèle de sécurité et contribuer à améliorer la gestion des risques : les audits de conformités, les audits externes (de veille) ou les audits des sous-traitants.

## B) Comment faire ?

J'ai eu l'opportunité d'être formé pour être observateur du premier LOSA de la compagnie aérienne X, dans l'entité des opérations aériennes. Puis, j'ai été membre du groupe de travail d'exploitation du rapport LOSA. Les échanges nombreux que j'ai eu alors avec James Klinect de l'Université d'Austin, auteur du document de référence OACI 9803, ont véritablement révolutionné ma manière de travailler et penser la sécurité et la qualité.

Avant ce LOSA, le principe du TEM (Threat and Error Management) était déjà connu et appliqué dans l'entreprise X mais de manière imparfaite. Depuis, il s'est imposé comme l'outil de formation le plus efficace pour améliorer la gestion des risques localement, au niveau des pilotes.

La figure 7 ci-dessous résume les fondamentaux de ce modèle, affiché dans toutes les salles de débriefing, simulateur et vol :



**Figure 7: modèle TEM utilisé par les pilotes**

Peu importe en fait le nombre de menaces auxquelles on aura à faire face, ou les erreurs qui seront commises : le plus important réside dans la réponse et le résultat final (« response and outcome »), la manière d'atténuer, corriger ou récupérer.

Autre force de ce modèle, il intègre l'erreur comme quasi inévitable et fait prendre conscience que les erreurs des uns deviennent des menaces pour les autres.

Cet audit m'a également ouvert les yeux sur la face cachée de nos opérations.

En effet, en tant qu'observateur d'abord, puis expert du groupe de travail, j'ai eu accès à chacune des observations des 420 vols de la campagne.

J'y ai découvert des pratiques et des cas de figures que ni mon expérience conséquente d'instructeur, ni mon expérience d'enquêteur au sein du BEA ne m'avait permis de constater ou même d'imaginer. Ceci certainement grâce au concept d'exemption de pénalités sur les vols observés et grâce à la qualité des observateurs.

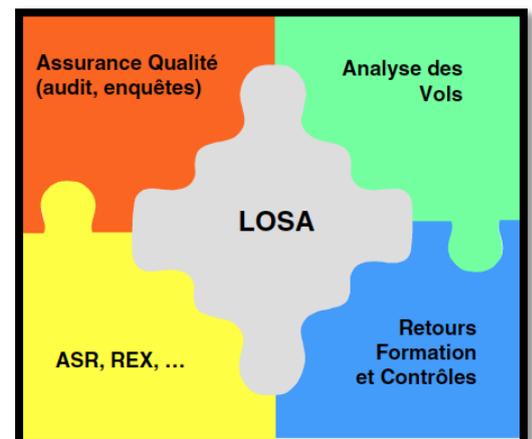
Depuis 2002, la méthode est très normée et documentée. Après les observations des auditeurs, des opérations de fiabilisation de la base de données du nom de « data cleaning » sont menées.

Puis un rapport synthétique des observations est produit par l'entreprise en charge du LOSA, dans ce cas TLC, « The Losa Collaborative », disponible à la lecture pour chaque pilote.

La confidentialité est assurée tout au long du processus notamment grâce à une implication de tous les acteurs de la sécurité, direction, pilotes, autres métiers et organisations professionnelles.

Dans le cas de la compagnie X, aucune fuite vers l'extérieure ou divulgation de résultats pouvant pénaliser un équipage n'a eu lieu jusqu'à présent.

Sans pouvoir entrer dans le détail ni donner d'exemples précis, ce premier LOSA a confirmé la grande complexité de l'environnement de travail et la multiplicité des menaces. Il a aussi mis en lumière certaines forces et faiblesses dans la gestion de ces menaces et des erreurs associées par rapport aux autres compagnies ayant déjà réalisé des LOSA.



**Figure 8: Le LOSA outil complémentaire de la sécurité des vols**

### **C) Conclusion et recommandations :**

J'ai pu promouvoir et mettre en oeuvre de nombreuses recommandations issues du LOSA et qui ont amélioré sans aucun doute la performance et la sécurité des vols de la compagnie X.

Dans ce domaine, je retiens les points essentiels suivants:

**1) Même si la vérité sera parfois rude, il faut du courage pour réaliser certains audits opérationnels internes. Bien former et standardiser les observateurs ou auditeurs est essentiel pour obtenir des résultats fiables.**

**2) Une fois l'audit terminé et l'image obtenue, le plus dur commence : partager les diagnostics, les analyses, et émettre des recommandations d'améliorations. Bien souvent, même lorsque le diagnostic est partagé, il est fréquemment compris comme une remise en cause et un sentiment de culpabilité, véritable frein au changement, peut s'installer.**

**3) Le suivi dans le temps des recommandations issues de ce type d'audit est un vrai challenge : la résistance au changement est souvent grande.**

**Il faut passer sereinement les premières phases de déni et de colère, puis de résistance pour accepter et faire accepter enfin les changements : tenir le cap.**

## 4. Gérer les risques

### 4.1. Identifier les dangers

#### A) Pourquoi ?

Venons en à présent à la première étape du processus de gestion des risques, auxquels toute compagnie aérienne est exposée.

« Un danger est défini de manière générique par les praticiens de la sécurité comme une situation ou un objet ayant le potentiel de causer la mort, des lésions au personnel, des dommages aux équipements ou aux structures, la perte de matériel ou une réduction de la capacité d'accomplir une fonction prescrite. » [2]

On peut lire plus loin dans ce même manuel de gestion de la sécurité de l'OACI qu'il y a trois méthodes d'identification des dangers : réactive, proactive et prédictive.

#### B) Comment faire ?

Lors de ma formation d'enquêteur accident à l'IFSA, en 2002, j'ai compris l'importance des situations latentes, des « dangers » identifiés à postériori, grâce au modèle de James Reason [4].

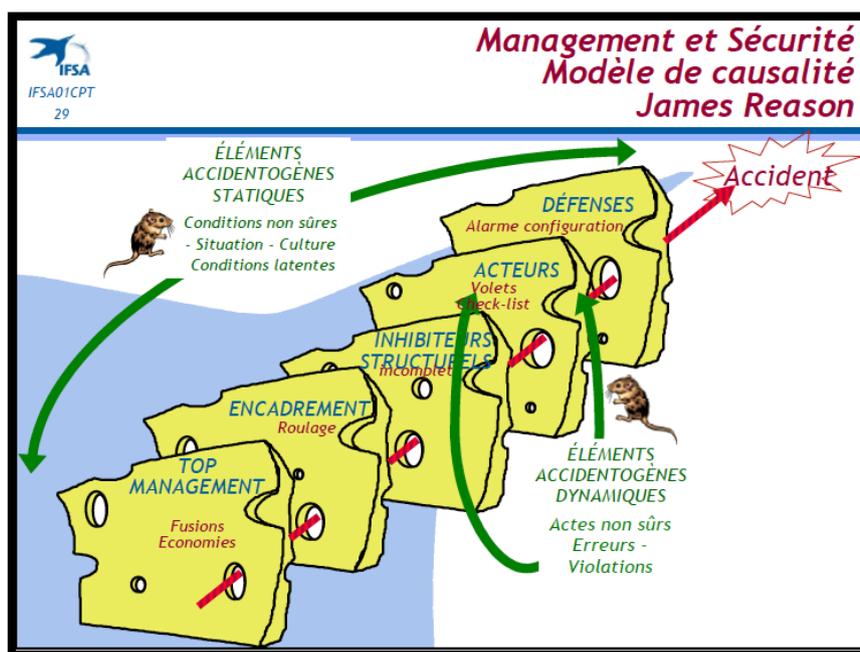


Figure 9: Cours sur les concepts de base/ IFSA

A l'époque, on parlait néanmoins plus souvent de facteurs contributifs ou de causes (primaires, initiales, aggravantes, indirectes, etc.) que de dangers.

C'est véritablement l'arrivée du document OACI 9859 (MGS) qui a clarifié cette notion dès 2009 dans sa deuxième version. Le chapitre 4 était consacré à la notion de danger.

En 2012, j'ai eu l'opportunité de participer à la formation « Safety Risk Management Course » dispensé par le concepteur de ce document de référence, le commandant Dan Maurino, expert OACI. C'est à cette occasion que j'ai compris l'importance des définitions précises et partagées entre experts, à chaque étape de la gestion du risque, si on souhaite être efficace dans ce domaine et dépasser le stade du vernis culturel ou du verbiage.

Car la confusion est très souvent possible entre les dangers, les risques ou les conséquences  
« On a souvent tendance à confondre les dangers avec leurs conséquences ou leurs résultats. Une conséquence est un résultat qui a été déclenché par un danger. Par exemple, une sortie de piste (dépassement) est une conséquence à prévoir en rapport avec le danger que présente une piste contaminée. Si l'on a d'abord clairement défini le danger, on pourra ensuite faire une projection de la conséquence ou du résultat correspondant. » [2]

Une bonne méthode d'identification des dangers consiste à réaliser une EDS ou Etude De Sécurité. Une EDS répond au besoin d'identification des dangers de manière :

- proactive, basée sur le principe de l'amélioration continue, générant des actions d'améliorations préventives
- prédictive, basée sur le changement, générant des actions par anticipation.

Mon expérience d'Officier de Sécurité des Vols, sur Airbus A330/340 m'a permis de constater :

- que les sources d'identification des dangers étaient nombreuses et variées<sup>1</sup>
- qu'il fallait prêter attention tant aux signaux forts (par exemple les incidents significatifs, les dérives d'indicateurs de résultats) qu'aux signaux faibles (par exemple l'émergence d'un nouveau danger, une dérive d'indicateurs de maîtrise opérationnelle), et parfois à son flair
- qu'il faut savoir distinguer si un danger concerne la sécurité des vols ou s'il s'agit d'un danger OSHE (Occupational Safety, Health and Environment ou sécurité professionnelle, santé et environnement): cela dépend de sa conséquence ou de son risque potentiel ou prévisible.

### **C) Conclusion et recommandations :**

Mon expérience d'enquêteur accident et mes différentes fonctions au service de la sécurité des vols m'incite aux recommandations suivantes :

- 1) Une compréhension claire des dangers et de leurs conséquences est indispensable à la mise en oeuvre d'une bonne gestion des risques de sécurité. Un lexique y contribue.**
- 2) Il faut tenir à jour une cartographie des dangers et des opérations car ces dernières influencent la potentialité des dangers.**
- 3) L'identification des dangers de manière prédictive est de loin la plus ardue : un modèle de sécurité efficace, comme le bow-tie ou nœud papillon, peut y contribuer s'il est correctement renseigné et alimenté.**
- 4) Il est important de se « relire » régulièrement (phase « follow up » de l'EDS) afin de mesurer l'efficacité et la pertinence du process et d'en tirer les leçons.**

---

<sup>1</sup> enquêtes et veilles internes, analyses des vols, analyses des risques, remontées spontanées, maintien des compétences et contrôles des pilotes, audits, veille externe, etc.

## 4.2. Evaluer les risques

### A) Pourquoi?

C'est la deuxième étape du processus de la gestion des risques.

Pour ce faire, il va falloir évaluer les risques associés aux dangers auxquels l'exploitation est exposée.

Mais qu'est ce que le risque exactement ?

« Un risque de sécurité est défini par la probabilité et la gravité projetées de la conséquence ou du résultat d'un danger existant ou d'une situation existante » [2]

Une définition plus basique du risque peut donc se résumer ainsi :

<b>Le risque est un nombre.    Risque = (probabilité) x (gravité)</b>
---

Le risque est donc un produit de deux facteurs : une probabilité et une gravité.

Pour le calculer, **il convient de s'appuyer sur des références communes et claires**, telles que les tableaux définis dans le manuel de gestion de la sécurité de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

<i>Probabilité</i>	<i>Signification</i>	<i>Valeur</i>
Fréquent	Susceptible de se produire de nombreuses fois (s'est produit fréquemment)	5
Occasionnel	Susceptible de se produire parfois (ne s'est pas produit fréquemment)	4
Éloigné	Peu susceptible de se produire, mais possible (s'est produit rarement)	3
Improbable	Très peu susceptible de se produire (on n'a pas connaissance que cela se soit produit)	2
Extrêmement improbable	Il est presque inconcevable que l'événement se produise	1

**Figure 10: Tableau de probabilité d'un risque de sécurité**

Gravité	Signification	Valeur
Catastrophique	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Équipement détruit</li> <li>— Morts multiples</li> </ul>	A
Dangereux	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Importante réduction des marges de sécurité, détresse physique ou charge de travail telle qu'il n'est pas sûr que les opérateurs pourront accomplir leur tâche exactement ou complètement</li> <li>— Blessure grave</li> <li>— Dommage majeur à l'équipement</li> </ul>	B
Majeur	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Importante réduction des marges de sécurité, réduction de la capacité des opérateurs de faire face à des conditions de travail défavorables, du fait d'une augmentation de la charge de travail ou comme résultat de conditions compromettant leur efficacité</li> <li>— Incident grave</li> <li>— Blessures à des personnes</li> </ul>	C
Mineur	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Nuisance</li> <li>— Limites de fonctionnement</li> <li>— Application de procédures d'urgence</li> <li>— Incident mineur</li> </ul>	D
Négligeable	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Peu de conséquences</li> </ul>	E

**Figure 11: Tableau de gravité des risques de sécurité**

L'utilisation de ces deux tables permet alors de créer la matrice d'évaluation du risque suivante :

Probabilité du risque	Gravité du risque				
	Catastrophique A	Dangereux B	Majeur C	Mineur D	Négligeable E
Fréquent 5	<b>5A</b>	<b>5B</b>	<b>5C</b>	<b>5D</b>	<b>5E</b>
Occasionnel 4	<b>4A</b>	<b>4B</b>	<b>4C</b>	<b>4D</b>	<b>4E</b>
Éloigné 3	<b>3A</b>	<b>3B</b>	<b>3C</b>	<b>3D</b>	<b>3E</b>
Improbable 2	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>	<b>2D</b>	<b>2E</b>
Extrêmement improbable 1	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>	<b>1E</b>

**Figure 12: Matrice d'évaluation d'un risque de sécurité**

A cette matrice, on peut alors aisément associer une matrice de tolérabilité qui conclut l'évaluation :

Description de la tolérabilité	Indice de risque évalué	Critères suggérés
Région intolérable	<b>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</b>	Inacceptable dans les circonstances existantes
Région tolérable	<b>5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A</b>	Acceptable sur la base d'une atténuation de risque. Peut exiger une décision de la direction.
Région acceptable	<b>3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E</b>	Acceptable

*Figure 13: Matrice de tolérabilité des risques de sécurité*

#### B) Comment faire ?

C'est lors de ma formation d'enquêteur accident, en mai et juin 2002 à l'IFSA, Institut Français de Sécurité Aérienne, que j'entendis une première définition argumentée et étayée du risque.

L'un des conférenciers nous expliqua clairement l'incapacité de l'opérateur humain à estimer correctement les risques, en général.

S'il est relativement aisé de déterminer la gravité d'un événement – il est par exemple évident qu'il est moins grave de se fouler une cheville que de mourir, il en est tout autrement de l'estimation de la probabilité d'occurrence de ces deux événements.

Au premier biais statistique qui consiste à ne retenir que les événements favorables, s'ajoute la carence humaine à appréhender les grands nombres, quel que soit le métier exercé.

En effet, un pilote ne réalisera au mieux durant une carrière de 40 ans, qu'environ 15 à 20 000 heures de vol (3000 vols), ce qui est ridiculement faible au regard des millions d'heures de vol par an opérés par une compagnie majeure.

Cette différence de facteur 100 à multiplier par 40 ans environ sur la durée d'une carrière, soit 4000, traduit bien la nécessité de se fier à des statistiques et des modèles mathématiques robustes.

En fait, d'après la loi de Poisson, on aura réellement montré qu'une probabilité d'accident n'est pas supérieure à  $2,3 \times 10^{-2}$  à condition d'avoir réalisé le même type d'opération cent fois.

Lorsqu'on sait qu'actuellement le taux d'accident de l'industrie du transport aérien est de  $2 \times 10^{-7}$  et que les compagnies majeures visent un objectif de  $1 \times 10^{-9}$ , il faudrait donc réaliser une même opération sans problème plus de deux milliards de fois pour arriver à un niveau de confiance en adéquation avec cet objectif.

## Caractéristiques de l'opérateur humain Mauvaise appréciation du risque

- Décisions basées sur l'expérience
  - Taille de l'échantillon insuffisante  
 $P \leq 10^{-n} / H \rightarrow 2,3 \times 10^{+n} H$  d'essai (0.9 confiance)



Exemple : Probabilité de défaillance d'une pompe

$P \leq 10^{-6} / H$ 

- $2,3 \times 10^{+6} H$  d'essai
- 2 300 000 H d'essai = 262,5 ans sans rencontrer la moindre défaillance

Figure 14: Extrait formation d'enquêteur technique d'accidents d'aviation

Institut Français de Sécurité Aérienne, Paris

En 2008 ma fonction de directeur technique européen à l'ECA, European Cockpit Association et mes activités à Cologne (siège de l'EASA, European Aviation Safety Agency) particulièrement au sein de l'EASAC (European Aviation Safety Advisory Committee) me permirent de bénéficier de l'expérience et des premiers résultats du groupe de travail ARMS (Aviation Risk Management Solutions)

J'ai compris alors qu'il était pertinent d'évaluer les risques en distinguant chaque événement.

A travers l'outil ERC (Event Risk Classification) ci-dessous, chaque risque associé à un événement précis peut être évalué et non tous les événements similaires.

Cela permet clairement de distinguer à part les risques d'un sujet de sécurité systémique (Safety Issue) qui seront évalués dans une matrice à part entière dénommée SIRA (Safety Issue Risk Assessment) que nous verrons ensuite (figure 17).

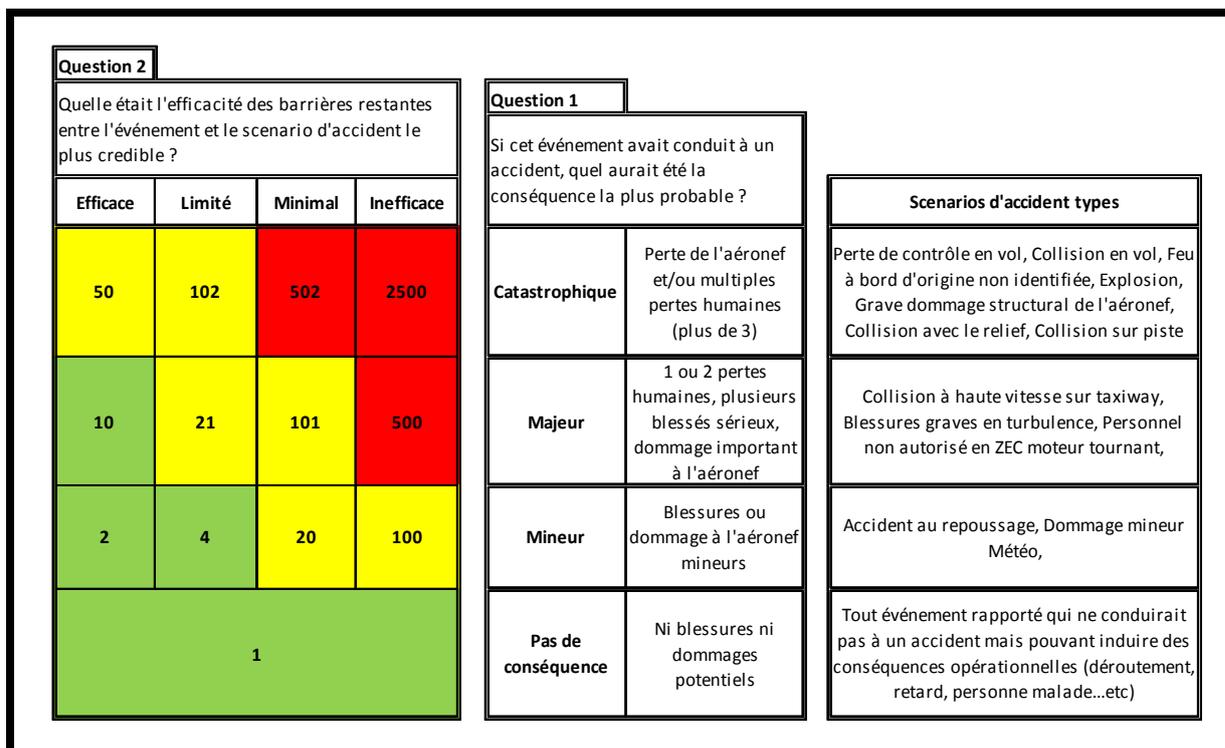


Figure 15: Outil ERC (Event Risk Classification) /ARMS (Aviation Risk Management Solutions)

### C) Conclusion et recommandations :

J'ai pu vérifier régulièrement la difficulté d'exercice de cette compétence qui consiste à évaluer les risques.

Nombreuses furent les fois où certains risques étaient soit sous-estimés ou surestimés, à la lumière des mois qui suivaient. Nombreux furent mes collègues experts à ne pas comprendre la méthode ARMS ou à vouloir appliquer des raccourcis personnels pour évaluer les risques.

J'en retiens les leçons suivantes :

**1) La gestion des risques et particulièrement l'évaluation de ceux-ci demande de la rigueur : il faut d'abord définir correctement le vocabulaire employé et les tableaux ou matrices à considérer.**

**2) L'évaluation d'un risque, exprimé en terme de probabilité d'occurrence et de gravité doit s'appuyer sur :**

- l'analyse des données statistiques (car notre jugement individuel est biaisé)
- le pire scénario crédible prévisible (en se posant des questions)

**3) Un risque ne s'identifie pas mais il doit être évalué. C'est un nombre qui évolue constamment et qu'il faut sans cesse recalculer à la lumière des dernières données collectées.**

## 4.3. Atténuer ou contrôler les risques

### 4.3.1 Gestion au niveau individuel

#### A) Pourquoi ?

Dernière étape primordiale et véritable finalité de la gestion du risque.

Malgré le haut degré de professionnalisme des acteurs de première ligne, les formations continues et régulières, la redondance des équipements et les procédures préventives mises en place, des événements d'exploitation avec un impact sur la sécurité se produisent.

Ces événements sont souvent reportés spontanément par les acteurs eux-mêmes, dans les entreprises où règne une bonne culture de sécurité.

Le traitement de ces événements est primordial car il permet d'identifier les dangers, menaces ou erreurs auxquelles sont exposés les acteurs : il convient de les documenter et d'en garder une mémoire.

Dès lors, un traitement de l'événement sera nécessaire à deux niveaux :

- celui de l'événement lui-même, les acteurs, des mesures immédiates.
- celui en rapport avec la gestion des risques au niveau du système

#### B) Comment faire ?

C'est en travaillant sur les modèles de sécurité et en étudiant la méthodologie ARMS depuis 2008 dans le cadre de l'ECA d'abord puis au sein de la compagnie X ensuite, que j'ai compris l'importance ce double niveau de traitement.

Afin de créer une véritable culture positive de sécurité, j'ai participé à la refonte du traitement d'un événement de sécurité des vols pour un équipage de pilotes de la manière suivante :

-selon la manière dont l'événement a été connu, déclaré de manière spontanée ou détecté par l'exploitation ou l'analyse systématique des vols, un traitement différent sera effectué.

Dans un cas, la confidentialité sera respectée de telle sorte que seuls le « Gate-Keeper »<sup>2</sup> ou l'Officier de Sécurité des Vols et le cas échéant, les instructeurs membres de la « Safety Team », équipe dédiée au réentrainement et à la remise en confiance, prendront en charge l'équipage.

Pour cela, le modèle TEM (figure 7) sera particulièrement adapté afin d'identifier la plaque ou les compétences mises en défaut et ce qui a bien fonctionné.

-dans les autres cas, particulièrement lorsque un écart a été établi par rapport aux principes partagés de sécurité, la démarche « Just and Fair », proche de la « just culture », s'applique.

Celle-ci peut déboucher soit sur une valorisation individuelle ou sur un accompagnement professionnel qui peut aller jusqu'à des mesures disciplinaires.

Là aussi, le modèle TEM sera appliqué pour discerner les faiblesses ou les points forts.

---

<sup>2</sup> Pilote expert en analyse des vols dont le rôle est de s'assurer que l'équipage a eu conscience des risques

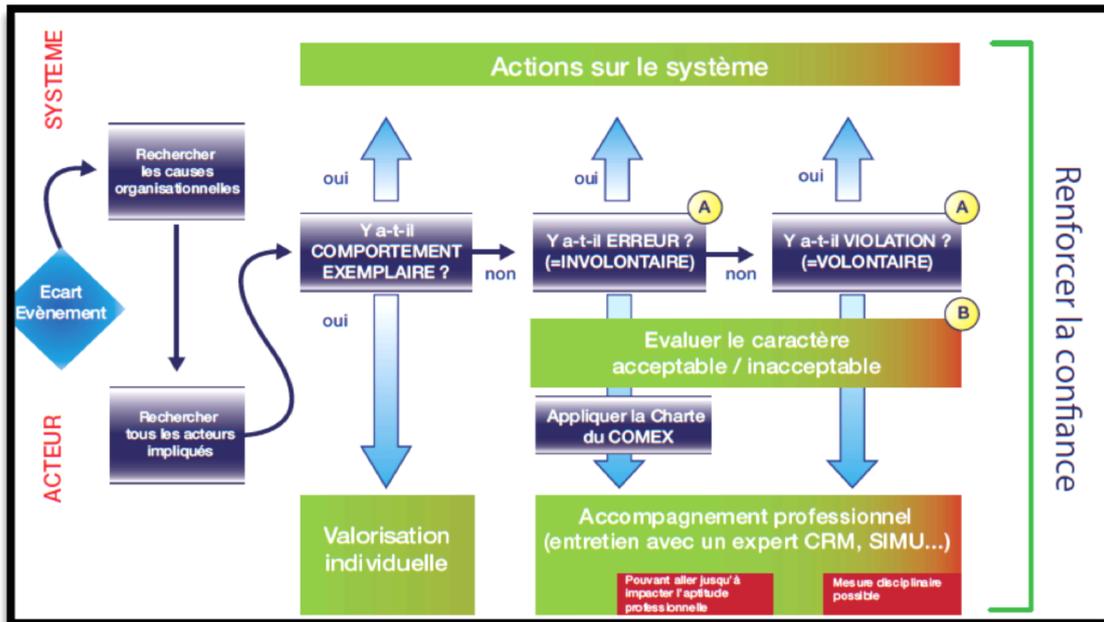


Figure 16: Schéma simplifié de la démarche d'analyse Just and Fair

### C) Conclusion et recommandations :

Je retiens de cette période les leçons suivantes :

- 1) La détermination de l'indice ERC (figure 15) associé à un événement, varie énormément selon les informations disponibles et la sensibilité de l'analyste : une relecture est indispensable et « il faut croire au process ».
- 2) Le rôle des OSV, « gate-keepers » et instructeurs « safety team » est capital pour préserver la confidentialité, expliquer la démarche de sécurité en s'appuyant sur le TEM et créer de la confiance.
- 3) Un environnement « juste et équitable » permet de favoriser les retours volontaires des acteurs de première ligne, véritable carburant du SGS.

### 4.3.2 Gestion au niveau systémique

#### A) Pourquoi ?

Une organisation qui identifierait des dangers et évaluerait des risques sans intention de les atténuer ou de les traiter au niveau systémique ne serait évidemment pas cohérente. Ou alors, elle développerait une culture de sécurité pathologique (figure 5).

Traiter les risques revient essentiellement à les atténuer et les rendre acceptables, car un risque ne peut rarement qu'être égal à 0, selon la définition expliquée précédemment.

On peut simplifier le processus de contrôle et d'atténuation des risques, en se référant aux figures 17 et 18 ci-après de la manière suivante : « il convient d'évoluer dans la zone verte et de ne pas dépasser le jaune de la matrice, en privilégiant la partie gauche du bow-tie ».

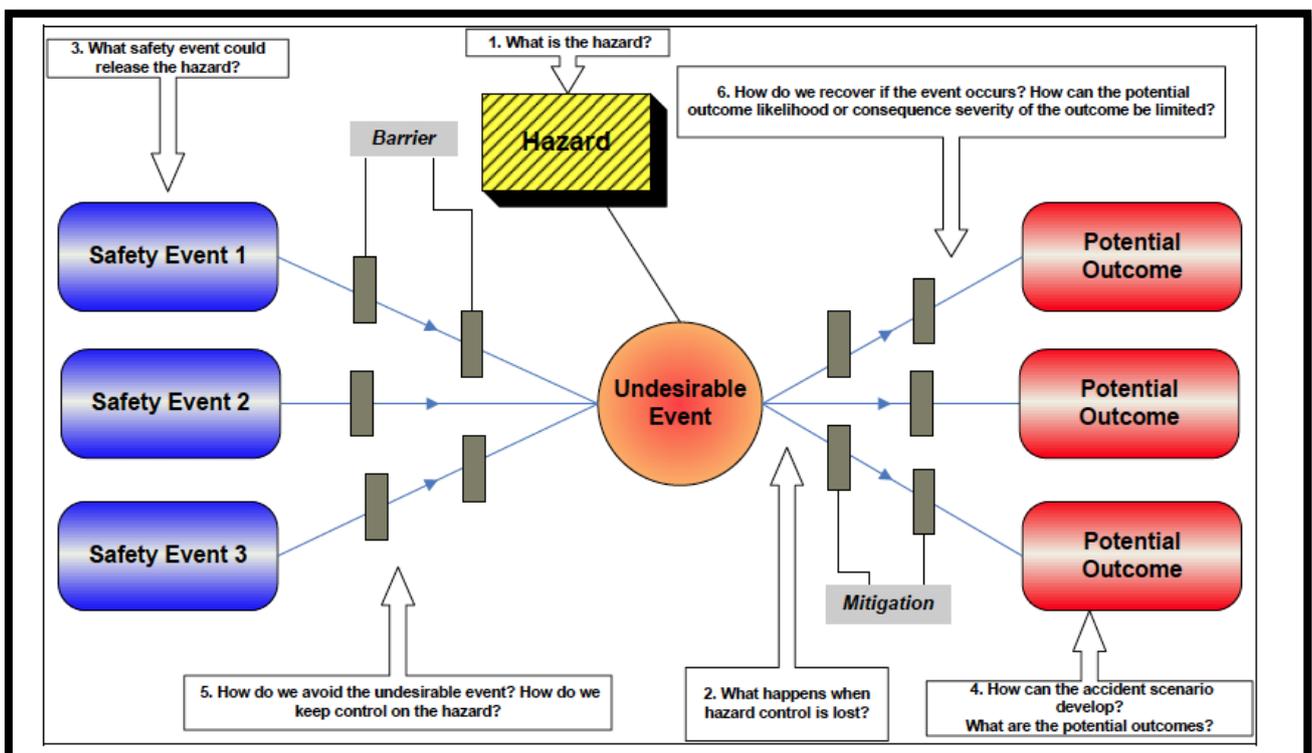


Figure 17: diagramme bow-tie /ECAST

Car évidemment une amélioration des barrières de prévention est préférable à celle des barrières de récupération (partie gauche vs partie droite du « bow tie » ou modèle de sécurité en nœud papillon).

#### B) Comment faire?

Il convient si possible de privilégier une cohérence entre la matrice SMI (Système de Management Intégré) et celle du modèle ARMS nommée SIRA (Safety Issue Risk Assessment) : cela permettra, tant au niveau du top management qu'au niveau des experts qualité et sécurité, une meilleure compréhension de l'outil.

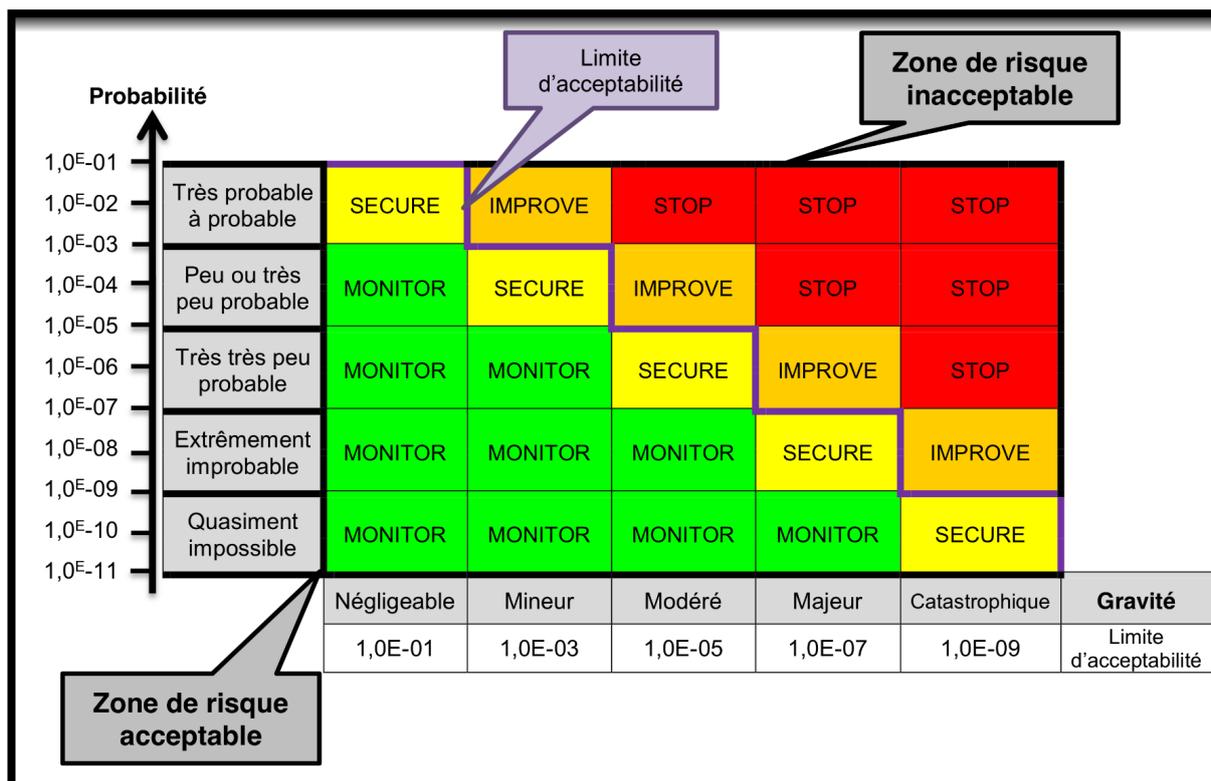


Figure 18: Exemple de matrice SIRA

Cette approche pragmatique a évidemment pour objectif final d'implémenter des actions (correctives ou préventives) lorsque le risque n'est pas acceptable. Il est enfin fort utile de lier les 4 niveaux de couleurs, de stop à monitor, à des durées maximales contraignantes au niveau des instances et des dirigeants.

### C) Conclusion et recommandations :

1) L'acceptabilité des risques est encore un concept mal ou peu compris par de nombreux opérateurs et managers : aussitôt un danger identifié et son risque évalué, il semble logique de le réduire, or les ressources à consacrer à la sécurité ne sont pas infinies. La décision de les engager dépend de l'objectif fixé par l'entreprise, de la limite d'acceptabilité et de sa marge. Une formation et de la pédagogie sur l'acceptabilité des risques est nécessaire de manière récurrente.

2) Paradoxalement, dès lors qu'un risque approche ou tangente la limite d'acceptabilité de la matrice, la tentation est grande de le minimiser afin de s'épargner la mise en place d'un plan d'action ou une décision qui sera forcément coûteuse en ressources. Il faut vraiment croire dans les outils du SMS, particulièrement le bow-tie et les matrices, et les appliquer sans états d'âme. L'assurance qualité et le re-assessment sont là pour corriger éventuellement le tir.

## Conclusion

Cette démarche de Validation des Acquis de l'Expérience m'a énormément fait progresser et prendre du recul sur mes connaissances et compétences.

Il est clair que la qualité et la performance dans les organisations à risque ne s'improvisent pas. Certains outils spécifiques sont particulièrement adaptés aux entreprises à risque comme une compagnie aérienne.

Tous n'ont pas cependant le même intérêt : si le bow-tie, modèle de sécurité en nœud papillon, et les matrices de risque sont efficaces pour des experts au niveau systémique, le TEM, Threat and Error Management, sera beaucoup plus parlant pour les opérateurs et les acteurs de première ligne.

Plus vital encore, il importe de promouvoir en permanence une véritable culture de la qualité qui implique dans le cas d'une entreprise à risque, une culture de la sécurité : au quotidien, « penser et agir au bénéfice de la sécurité des vols ».

Une culture de sécurité positive et durable nécessite aussi de conforter les opérateurs de première ligne dans un environnement juste et équitable, sous peine de les décourager à reporter les écarts et événements de sécurité.

En bref, seul un environnement centré sur les qualités humaines fera réellement la différence en terme d'efficacité.

A l'instar d'un Sydney Dekker [13], penser la sécurité et la qualité différemment, en considérant d'abord les personnes comme les solutions et non les problèmes et en mesurant plus les réussites que les défauts ou les échecs, est une voie certes exigeante mais au final plus performante sur le long terme.

## Bibliographie

La bibliographie qui a alimenté mes réflexions s'est notamment appuyée sur 44 références ainsi réparties :

Type de référence bibliographique	nombre	pourcentage
livres	9	21%
études	8	18 %
articles de revue ou de journaux	7	16 %
normes	5	11 %
sites internet	15	34 %
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100%</b>

- [1] DGAC DSAC, « Rapport sur la sécurité aérienne 2016 ». .
- [2] OACI, Doc. 9859 « Manuel de gestion de la sécurité (MGS) », 2013.
- [3] Earl L. Wiener and Asaf Degani « Procedures in complex systems : the airline cockpit », 1991.
- [4] Reason, J. « Managing the risks of organizational accidents ». Aldershot, U.K. 1997.
- [5] J. Bryan Sexton & James R. Klinect « The link between safety attitudes and observed performance in flight operations ».The University of Texas Human Factors Research Project, 2001.
- [6] Prof. Patrick Hudson « Safety Management and Safety Culture : The Long, Hard and Winding Road », Centre for Safety Research, Leiden University, The Netherlands.
- [7] Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle (ICSI)/groupe de travail leadership in safety « les cahiers de la sécurité industrielle », 2011.
- [8] Guidelines for Risk Based Process Safety / Center for Chemical Process Safety (CCPS), American Institute of Chemical Engineers. .
- [9] OACI, Doc. 9803 « Audit de sécurité en service de ligne (LOSA) », 2002.
- [10] Captain Dan Maurino « Threat and Error Management (TEM)» Canadian Aviation Safety Seminar (CASS), 2005.
- [11] ARMS (Aviation Risk Management Solutions) « Methodology for Operational Risk Assessment »,2007-2010.
- [12] ECAST « Document du groupe de travail SMS et culture de sécurité », 2009.
- [13] DEKKER S. « The Safety Anarchist: Relying on human expertise and innovation; reducing bureaucracy and compliance », 2017.
- [14] DEKKER S. « Ten Questions About Human Error ». Taylor & Francis e-library, 2004.
- [15] D'ANSEMBOURG T. « Cessez d'être gentil soyez vrai ! »Les éditions de l'homme, 2001.
- [16] EUROCONTROL « Methodology Report for the 2005/2012 Integrated RiskPicture For Air Traffic Management In Europe, 2006.
- [17] LE CARDINAL G., GYONNET JF., & POUZOULLIC B. «La dynamique de la confiance », Dunod, 1997.
- [18] LALOUX F. «Reinventing Organizations », Diateino, 2017.
- [19] LIMNIOS N. « Cours de fiabilité », Master, Fascicule 1, UTC , 2012.
- [20] MOREL C. « Les décisions absurdes II », Gallimard, 2012.
- [21] PEPIN C. « Les vertus de l'échec », Editions Allary, 2016.
- [22] TALEB N. N. « Antifragile », Les belles lettres, 2013.

- [23] TALEB N.N. « Le cygne noir », Les belles lettres, 2007.
- [24] TALEB N.N. « Silent Risk », 2014.
- [25] EC, « Impact assessment accompanying document to the proposal for a regulation of the European Parliament and the Council on occurrence reporting in civil aviation », 2012
- [26] IFSA, « Formation d'enquêteur technique d'accidents d'aviation », 2002.
- [27] Air France, « Concerto majeur Module conduite de projet », 2012
- [28] FSF, « Reducing the risk of runway excursions », 2009
- [29] Jenkins, M. and Aaron, R. F. « Reducing runway landing overruns », Aero Magazine, Boeing Commercial Airlines, 2012.
- [30] EUROCONTROL, « Safety culture discussion cards », disponible sur [http://skybrary.aero/index.php/Safety\\_Culture\\_Discussion\\_Cards](http://skybrary.aero/index.php/Safety_Culture_Discussion_Cards)
- [31] Portail EUROCONTROL, [http://www.skybrary.aero/index.php/Main\\_Page](http://www.skybrary.aero/index.php/Main_Page)
- [32] Site FSF, <https://flightsafety.org/>
- [33] Site IFALPA, <https://www.ifalpa.org/>
- [34] Site ECA, <https://www.eurocockpit.be/>
- [35] Site SNPL, FUSENIG R., article AF447 et Ice crystals, disponible sur <http://www.snpl.com/national/dossiers/lire/2445/>
- [36] Site Académie de l'Air et de l'Espace, <http://academie-air-espace.com/>
- [37] Site Air France, <http://www.airfranceklm.com/fr/la-securite-des-vols-notre-priorite>
- [38] Site « Dynamique de la confiance », <https://www.cooprex-international.com/>
- [39] Site EASA, <http://www.easa.europa.eu/>.
- [40] Site DGAC, <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/direction-generale-laviation-civile-dgac>
- [41] Site BEA, <https://www.bea.aero/index.php>
- [42] Site DEKKER S., <http://sidneydekker.com/>
- [43] Site LALOUX F., <http://www.reinventingorganizations.com/>
- [44] Site wiki LALOUX, [http://www.reinventingorganizationswiki.com/Main\\_Page](http://www.reinventingorganizationswiki.com/Main_Page)

Les livres présents dans la bibliographie présentés sous forme de matrice :

