

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE BLIDA 1**

**INSTITUT D'AERONAUTIQUE ET ETUDES SPACIALES**

**Mémoire de fin d'études**

**En vue d'Obtention du Diplôme Master en Aéronautique**

**Option: Exploitation Aéronautique**

**Thème :**

**Etude de la survenance d'accident/incident**

**Présenté par :**

**Derras Djaafer**

**Promoteur :**

**Mr Bellouti Rafik**

**Promotion 2014**

## Résumé

A partir de scénarios d'accidents et incidents déjà produits, notre travail concerne à trouver ce qu'on appelle les « **EVENEMENT DE SECURITE** ou Safety Event » qui ont précédé la survenance de l'accident ou l'incident et qui ont pu casser les défenses existantes dans le système aérien opérationnel

**L'Objectif** : Est de démontrer l'efficacité des défenses d'un système opérationnel par la méthode BOW TIE (nœud papillon) qui met en valeur l'importance des défenses de part et d'autre d'une menace qui le cas contraire deviendra un événement de sécurité allant jusqu'à l'accident.

Enfinement par la méthode « **ERC** » « **classification des risque évènements** », on démontrera l'efficacité ou non des défenses et le niveau de leurs existences au moment de la survenance d'un accident.

Cette étude rentre dans le cadre de la gestion des risques accident qui est le cœur de la performance d'un système de gestion de la sécurité d'une compagnie aérienne comme exigé par l'annexe 19 de l'OACI.

## Summary

**Summary:** From scenarios of accidents and already produced incidents, our work concerns to what is called find the “**EVENT OF SAFETY or Safety Event**” which preceded supervening by the accident or the incident and which could break existing defenses in the operational air system

**The objective:** Is to dismount the effectiveness of defenses of an operational system by the method BOW TIE (bow tie) which emphasizes the importance of defenses on both sides of a threat which it contrary case will become an event of safety going until the accident

Finally by method “**ERC**” “**classification of the risk events**”, one will show the effectiveness or not defenses and the level of their existences at the time of the supervening of an accident

This study returns within the framework of the risk management accident which is the heart of the performance of a management system of the safety of an airline company as required by appendix 19 of the ICAO.

---

"	EVENT	"	يسمى	هو	سيناريوهات
			الهواء التشغيلية		
الجانبين	أهمية	يسلط	( )	طريقة	التشغيل
					فعالية
					التهديد
حياتهم		فعالية	غير	"	أخيرا "ERC" تصنيف
هو	طيران	هو			هذه
					19 للإيكاو.

## **Remerciements**

Louange à ALLAH le tout puissant qui m'a guidé pour l'accomplissement de ce travail, il m'a donnée la santé, la force, le courage et le soutien moral. ALLAH merci pour toutes vos faveurs à moi dans chaque moment de ma vie.

Je remercie ensuite mes parents pour leur soutien moral et financier durant les années d'étude, aucune expression ne serait jamais forte pour leurs exprimer toute ma gratitude, amour et fidélité.

Je remercie, monsieur Bellouti Rafik responsable qualité au sein de la compagnie Air Algérie, pour m'avaoir guidé et informé grâce à ces compétences dans mes travaux de recherche, mais aussi pour avoir permis, d'élaborer ce travail en tant que promoteur.

Je tiens à remercier, plus particulièrement, mon cher et dynamique enseignant, Mr. Hamed Abdelouahab qui m'a guidé grâce à son expérience dans mes recherches.

Je tiens à remercier l'ensemble des enseignements et du personnel du l'Institut d'Aéronautique et Etudes Spatiale

Je tiens à remercier, toutes les personnes qui ont rendu ce travail possible par leur aide, leurs contributions et leurs compétences, plus particulièrement Mr Dahache, Mr Nedjam et tous les ingénieurs d'Air Algérie.

A la fin, je remercie l'ensemble de jury qui a consacré de leurs temps pour examiner mon travail.

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale.....</b>	
<b>CHAPITRE 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS.</b>	
<b>Première partie : Présentation générale de la compagnie Air Algérie.2</b>	
1.1/Présentation générale.....	2
1.1.1/Historique.....	2
1.1.2/ Objectifs d’Air Algérie .....	4
1.1.3/Missions d’Air Algérie .....	4
1.1.4/Moyens matériels et humains d’Air Algérie.....	5
1.1.4.1/Moyens matériels.....	5
1.1.4.2/Moyens humains.....	5
<b>Deuxième partie : Définitions. ....</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE 2 : SGS et Gestion de Risque Accident.....</b>	<b>12</b>
Introduction .....	13
<b>Première partie : Système de gestion de sécurité (SGS).....</b>	<b>13</b>
1.1/C’est quoi un SGS ? .....	13
1.1.1/ Le concept de sécurité.....	14
1.1.2/ Causalité des accidents (modèle de REASON) .....	14
A/L’accident organisationnelle. ....	15
B/La dérive pratique.....	17
1.1.3/ La contribution humaine à la sécurité (Le modèle de SHELL) .....	17
a)Liveware .....	18
b) Liveware-Hardware (L-H) .....	18
c) Liveware-Software (L-S) .....	19
d) Liveware-Liveware (L-L) .....	19

e) Liveware-Environment (L-E) .....	19
1.1.4/ La culture de sécurité .....	19
1.1.5/ Le dilemme de la gestion – l’espace de sécurité .....	21
1.1.6/ La politique et les objectifs de la sécurité .....	22
1.1.7/ Le plan de mise en œuvre du SGS .....	23
1.1.8/ Engagement et responsabilité en matière de sécurité .....	23
1.1.9/ Nomination du personnel clé chargé de la sécurité .....	24
1.1.10/ Les phases de mise en œuvre d’un SGS .....	24
<b>Deuxième partie : La gestion des risques sécurité.....</b>	<b>26</b>
2.1/ Gestion des risques sécurité (accidents/incidents).....	26
A/ Identification des dangers .....	26
A)-1. Méthodes d’identification des dangers .....	26
B/ L’évaluation et l’atténuation des risques .....	27
B).1. Définition du risque de sécurité .....	27
B).2. Probabilité des risques de sécurité .....	27
B).3. Gravité d’un risque de sécurité (sévérité) .....	28
B).4. Tolérabilité des risques de sécurité .....	29
C) Gestion des risques de sécurité .....	31
C).1. Contrôle ou atténuation du risque .....	31
C).2. Les stratégies de contrôle ou d’atténuation du risque .....	32
Conclusion .....	33
<b>CHAPITRE 3 : Présentation des méthodes : BOW-TIE et ERC .....</b>	<b>34</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>34</b>
<b>Première partie : Méthode de BOWTIE (Nœud Papillon) .....</b>	<b>34</b>
1.1/Méthode du nœud papillon (BOWTIE) .....	34
1.2/ Principes de la méthode du nœud papillon .....	35
1.3/ Ressources requises pour le nœud papillon .....	36

1.4/ Objectifs du nœud papillon .....	36
1.5/Avantages et inconvénients du nœud papillon .....	37
1.6/La probabilité de défaillances à la sollicitation des barrières de sécurité .....	37
<b>Deuxième partie : Classification des risques événements (ERC). .....</b>	<b>38</b>
2.1/ Évaluation des risques opérationnelle dans les organismes d'aviation .....	38
2.2/ Qui peut employer cette méthode ? .....	38
2.3/ Pourquoi une nouvelle méthodologie pour l'évaluation de risque opérationnel ? .....	38
2.3.1/ Objectifs pour l'évaluation des risques opérationnelle .....	38
2.3.2/ La nouvelle méthodologie .....	39
2.4/ L'ERC élément clés de la méthodologie ARMS .....	40
2.5/ Le processus d'évaluation des risques .....	40
2.6. L'objectif de l'ERC .....	42
CONCLUSIONS .....	45
<b>Chapitre 4 : Etude de cas d'accident, analyse et commentaires. ....</b>	<b>46</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>47</b>
<b>Première partie : Etude de cas d'accident et détermination des événements liés à la sécurité. ....</b>	<b>47</b>
1.1 /Renseignements de base sur l'accident de Tamanrasset .....	47
1.2/ Résumé de l'accident .....	47
1.3/Conséquences .....	48
1.4/ Renseignements sur l'aérodrome .....	48
1.5/Synthèse .....	48
1.6/Analyse .....	49
1.6.1/ Scénario de l'accident .....	49
1.6.2/ Gestion de la panne lors de la montée initiale .....	50
1.6.3/ Perte de contrôle de l'avion .....	51
1.7/ Répartition des tâches au sein de l'équipage .....	51

1.8/ La méthode de BOW-TIE .....	51
1.9/ La représentation graphique du modèle de BOW-TIE .....	52
1.10/ La méthode de classification des risques évènements (ERC) .....	<b>53</b>
1.10.1/ La réponse sur la question 1 .....	53
1.10.2/ La réponse sur la question 2 .....	54
<b>Deuxième partie : Analyse et commentaire. ....</b>	<b>55</b>
2.1/Analyse .....	55
2.2/Commentaires .....	56
2.2.1/Causes probables de l'accident .....	56
2.2.2/ Recommandation de sécurité .....	56
Conclusion générale.....	57



## ***DEDICACES***

Je dédie ce présent travail à ceux qui s'inquiètent toujours pour moi, et qui mon élevé, veillé sur moi, aimé, et entouré d'affection et de tendresse, et qui mon soutenue durant mes années d'études, ma chère maman et mon cher papa

A mes très chères sœurs, Sarah et Amina

A mes chers oncles : Djaafer , Chérif , Mohamed

A mes chères tantes : Habiba , Kenza ,Faiza

A toute ma famille, DERRAS et MEDAOUR

A tous mes très chers amis,

A mes amis et amies d'exploitation aéronautique.

A mes amis et amies de département d'aéronautique.

A tous qu'il me connaît de près ou de loin.

### Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Intitulé</b>	<b>Page</b>
<b>1.1</b>	Flotte passagers et cargo d'Air Algérie	02
<b>3.1</b>	Estimation du temps nécessaire pour effectuer une analyse par nœud papillon.	09
<b>4.1</b>	le bilan humain et matériel de l'accident.	24

### Listes des figures

<b>N°</b>	<b>Intitulé</b>	<b>page</b>
2.1	Concept de causalité de l'accident	04
2.2	L'accident organisationnel	05
2.3	La dérive pratique	07
2.4	Le modèle SHELL - composants et interfaces	14
2.5	L'espace de sécurité	17
2.6	Tableau de probabilité d'un risque de sécurité	23
2.7	Tableau de gravité des risques de sécurité	29
2.8	Matrice d'évaluation d'un risque de sécurité	33
2.9	Matrice de tolérabilité des risques de sécurité	42
2.10	Autres matrices de tolérabilité des risques de sécurité	46
2.11	Le processus de gestion de sécurité.	48
3.1	Représentation schématique de la structure d'un nœud papillon	48
3.2	Représentation de la structure du nœud papillon	49
3.3	Schéma simplifié représente le processus d'évaluation de risque.	51
3.4	L'organigramme de processus d'évaluation des risques	60
3.5	La matrice ERC	74
4.1	Schéma du modèle de BOW-TIE modelé sur l'accident d Tamanrasset.	80
4.2	Matrice ERC	81
4.3	Matrice ERC (sélection de l'indice de risque).	82

## Liste des abréviations

Abréviations	Significations
AAC	Autorité de l'Aviation Civile
A/D	Aérodrome
ARMS	Aviation Risk Management Solutions
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'analyses
C.G.T	Compagnie Générale de Transport
C.G.T.A	Compagnie Générale de Transport Aérien
C.V.R	Enregistreur phonique - Cockpit Voice Recorder
C.R.M	Gestion des ressources de l'équipage
D.A.C.M	Direction d'Aviation Civil et Météorologie
ERC	Event Risk Classification
F.D.R	Enregistreur de paramètres - Flight Data Recorder
F.A.A	Federal Aviation Administration
ft	Pieds
G.P.W.S	Avertisseur de proximité du sol
IATA	International air transport association
kt	Nœuds
MVT/LMD	Mouvement/load message
MTOW	Maximum take off weight
MOR	Mandatory Occurance Reporty
NZT	Nouvelle zone terminale
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
ORA	Opérationnel Risk Assessment
PNS	Plan national de sécurité
PNF	Pilote Non en Fonction
PF	Pilote en Fonction
PNC	Personnel Navigant de Cabine (équipage de cabine)
PNT	Personnel Navigant Technique (équipage de conduite)
STA	Société Nationale de Transport et Travail Aérien
SGS	Système de gestion de sécurité
SIRA	Safety Issue Risk Assessment
SSLIA	le service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs
VR	Vitesse de rotation
VZ	Vitesse Verticale

## ***Introduction générale***

### **Introduction générale :**

La sécurité est l'une des fonctions les plus fondamentales chez un prestataire de l'aviation civile de par sa contribution à la pérennisation de l'activité des entreprises et à leur développement, et c'est dans cette perspective que l'Algérie a promulgué, en 2010, la décision de mettre en place des systèmes de gestion de sécurité, pour tous les prestataires Aéronautiques ; ainsi, compagnies, gestionnaires d'aéroports et organismes de navigation se trouvent dans le processus d'implémentation de ce système SGS.

La mise en place du SGS doit passer par un engagement des prestataires avec une politique de sécurité claire et efficace.

Le Système de Gestion de la Sécurité exige 04 principaux piliers pour son implémentation : La politique et l'engagement du premier responsable prestataire, la gestion du risque, l'assurance sécurité et finalement la promotion de la sécurité.

Ce projet s'intéresse plus particulièrement à un des piliers les plus importants de ce système, à savoir la gestion des risques.

La gestion du risque est une approche systémique (par processus) détaillée, et ce, afin d'identifier le risque, l'évaluer et implémenter des actions curatives, préventives et prédictives pour se protéger contre les risques de sécurité émergents.

L'analyse et l'évaluation du risque n'est pas chose aisée, ce qui nous a amenés à réaliser ce travail, qui explique par deux méthodes comment une évaluation de risque peut s'effectuer.

Il faut savoir que tout événement, qu'il soit incident ou accident, peut être facilement expliqué mais on pourra difficilement trouver les causes.

L'objectif principal des enquêtes accidents est de définir les causes afin d'éviter leur survenances et leurs répétitivités.

Ce projet de fin d'études « Survenance des incidents/accidents » ce veut être une illustration et une démonstration de l'intérêt à comprendre l'approche analyse d'incidents.

**CHAPITRE 1 :**

**PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE  
AIR ALGERIE ET DEFINITIONS.**

## **Première partie : Présentation de la compagnie AIR ALGERIE.**

### **1.1 Présentation générale :**

Air Algérie (code IATA : AH ; code OACI : DAH) est la compagnie aérienne nationale algérienne. Elle fut créée en 1947, quand fut constituée la Compagnie Générale de Transport (C.G.T.), dont le réseau était principalement orienté vers la France.

Air Algérie est une société par actions au capital de 43 milliards de Dinars algériens (environ 410 millions d'euros).

#### **1.1.1. Historique :**

Air Algérie a été créée en 1947. Jusqu'à l'indépendance son activité était orientée vers le besoin de la colonisation.

En 1962, date de notre indépendance nationale, la flotte existante était composée de :

- 04 caravelles
- 10 DC4
- 03 DC3

Le 18 février 1963, la Compagnie Générale des Transports Aériens (C.G.T.A) passe sous tutelle du Ministère des transports et devient Compagnie Nationale avec 51% du Capital Social algérien.

Dès lors, AIR ALGERIE devient l'instrument privilégié du gouvernement pour l'exercice de la politique du transport aérien du pays.

En 1970, et avec le rachat des actions détenues par les sociétés étrangères autres qu'Air France, 83% du Capital Social de la compagnie passe sous contrôle du gouvernement algérien.

Le 15 décembre 1974, c'est l'algérianisation totale de la Compagnie avec le rachat des 17% des actions restantes. Air Algérie devient ainsi à 100% une Entreprise Nationale.

Le 17 février 1975, la compagnie Air Algérie a absorbé les activités de la Société de Travail Aérien (S.T.A) et, avec la promulgation de l'ordonnance N°75-39, du 17 février 1979, portant, statut d'entreprises sociale, Air Algérie est devenue «Société Nationale de Transport et Travail Aérien »

Elle est chargée, dans le cadre du plan national de développement économique et social, d'assurer les services aériens de transport public réguliers ou non réguliers, nationaux ou internationaux de personnes, de marchandises, postes et du travail aérien.

En 1983, L'entreprise est scindée en deux entités distinctes, l'une pour les lignes intérieures et l'autre pour les lignes internationales.

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

Après dix mois de fonctionnement, Inter Air Services disparaissait. Ce qui a conduit à une nouvelle organisation interne d'Air Algérie en trois entités autonomes (Nationale, Internationale, Aérogare) sous l'autorité d'une Direction Générale unique.

Depuis 1983, Air Algérie a subi sept restructurations organiques. Cette intensité dans la modification de la compagnie, témoigne d'une instabilité qui n'a favorisé ni une vision stratégique ni une continuité d'action.

Le 17 février 1997, la compagnie Air Algérie est passée du statut de ' Société Nationale de Transport et de Travail Aérien' (Air Algérie) au statut d'Entreprise Publique Economique.

En septembre 2000, Air Algérie met en service des avions de type « BOEING 737-800 » et « BOEING 737-600 ».

En 2007 : elle annonce l'ouverture de la ligne directe Alger-Montréal et en 2009 celle de la ligne directe Alger-Pékin.

En 2010 : renforcement de la flotte avec l'acquisition de quatre ATR-42 et trois BOEING 737-800 et réorganisation de la compagnie.

En 2011 : poursuite de rajeunissement de la flotte avec l'acquisition de quatre Boeing 737-800.

En 2013 : Dans le cadre du renouvellement annoncé de son parc, Air Algérie va renforcer sa flotte avec 16 avions supplémentaires. Avec la commande de trois ATR 72-600, trois Airbus A330-200, huit Boeing 737-800 et deux autres Boeing 737-800 version Cargo.

Déjà cliente du 737-800, la compagnie reste donc fidèle au moyen-courrier Boeing mais aussi à ATR puisqu'elle exploite déjà 15 ATR 72-500. Une acquisition très importante par rapport à ce que possède la compagnie actuellement. En somme, la flotte de l'entreprise nationale va s'élargir de près de 40%. Ce nouveau marché va sûrement coûter plus cher encore. Mais cela devient une nécessité étant donné les capacités jugées insuffisantes de la compagnie.

Quoiqu'il en soit, la flotte d'Air Algérie s'est énormément renouvelée ces dernières années. L'âge moyen de ses avions est passé de 17 ans en 2003 à 7 ans fin 2010. Ces derniers temps, la direction de la compagnie a formulé des demandes auprès de certaines autorités aériennes étrangères afin de bénéficier de nouvelles lignes

En 2014 : Dans le cadre du développement de son réseau aérien, la compagnie Air Algérie opte pour des nouvelles désertes vers les pays africains, dont la réouverture de la ligne qui reliant Alger à Abidjan (Côte d'Ivoire), pour la destination Asie, la compagnie a décidé de renforcer la ligne Alger-Pékin, et pour la destination Europe, l'opérateur aérien a renforcé aussi certaines lignes et a inauguré d'autres dont celle qui relie Alger à Lisbonne (Portugal) et Alger à Vienne (Autriche).



## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

### **1.1.2. Objectifs d'Air Algérie :**

Les objectifs de la compagnie sont connus selon les principaux points suivants :

- Favoriser la mobilité sociale à travers le territoire national en mettant l'avion à la portée de tout le monde;
- Satisfaire de manière ponctuelle et régulière la demande de la clientèle;
- Fidéliser la clientèle et améliorer la qualité de service (confort, sécurité, hygiène)
- Améliorer l'image de la compagnie;
- Augmenter les parts de marché;
- Contribuer à l'équilibre régional;
- Satisfaire aux besoins d'une coopération Internationale multiformes.

### **1.1.3. Missions d'Air Algérie :**

La mission principale de l'entreprise de transport et de travail aérien est le transport des passagers, bagages, fret et courriers dans les conditions optimales de confort, de sécurité et de régularité.

Ses principales missions sont:

- L'exploitation des lignes aériennes internationales dans le cadre des conventions et accords internationaux.
- L'exploitation des lignes aériennes intérieures, et internationales, en vue de garantir le transport public régulier et non régulier des personnes, des bagages, de fret et de courriers.
- La vente et l'émission de titres de transport pour son compte ou pour le compte d'autres entreprises de transport.
- L'achat et la location d'aéronefs.
- Le transit, les commissions, les consignations, la présentation, l'assistance commerciale, et toutes prestations en rapport avec son sujet.
- .L'avitaillement des avions dans des condition fixées par le ministère du transport, l'entretien, la réparation, la révision et toute autre opération de maintenance des aéronefs et équipements pour son compte et le compte des tiers.
- .La gestion et le développement des installations destinées aux publics, et aux opérations de fret.
- .L'exploitation et la gestion des installations en vue de promouvoir les prestations commerciales au niveau des aéroports.
- L'obtention de toutes les licences du vol, et l'autorisation des états étrangers.

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

### **1.1.4. Moyens matériels et humains d'Air Algérie.**

#### **1.1.4.1. Moyens matériels :**

Air Algérie dispose aujourd'hui d'une flotte composée de 43 avions.

<b>Flotte Air Algérie</b>							
<b>Passagers</b>							
Avion	En service	Commandes	Passagers				Notes
			F	C	Y	Total	
Airbus A330	5	—	16	30	192	238	
ATR 72-500	12	—	—	—	66	66	
			—	—	70	70	
ATR 72-600	—	3	N/A				
Boeing 737-600	5	—	—	16	85	101	
Boeing 737-700C	—	2	N/A				
Boeing 737-800	17	8	—	24	141	165	
Boeing 767-300	3	—	—	24	229	253	Fin de service en 2015
<b>Cargo</b>							
Lockheed L-100-30T	1	—	N/A				
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>16</b>					

**.Tableau 1.1: Flotte passagers et cargo d'Air Algérie**

#### **1.1.4.2. Moyens humains :**

Air Algérie a su investir dans la formation du personnel, si bien qu'elle dispose aujourd'hui que d'un personnel de nationalité algérienne :

- Un personnel de conduites des aéronefs qui lui confère une grande réputation de sécurité;
- Un centre hôtelier ou commissariat (catering) lui permettant de couvrir ses besoins au départ de l'Algérie, ainsi que l'assistance des compagnies étrangères.
- Air Algérie compte aujourd'hui un effectif de 9327 employés ; les catégories de son personnel se répartissent comme suit:
  - 8140 personnels au sol.
  - 502 personnels navigants techniques.
  - 685 personnels navigants commerciaux.

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

Aujourd'hui Air Algérie c'est aussi :

Le troisième transporteur en Afrique.

- Plus de 3.5 millions passagers transportés chaque année.
- 36 villes desservies dans 24 pays, et 40 escales en Algérie. + jusqu'à 120 vols quotidiens en programme de pointe.
- Un réseau de vente comprenant 150 agences en Algérie et à l'étranger, reliées à son système de réservation.
- L'agent général de 36 compagnies aériennes étrangères.
- Des charters pétroliers qui transportent quelque 500.000 passagers par an.
- Des charters Omra et Hadj qui transportent les pèlerins vers les lieux saints de l'Islam.
- Le réseau couvert par Air Algérie est de 96 400 km.

## **Deuxième partie : Définitions.**

**Aéronef :** Tout appareil qui peut se tenir dans l'atmosphère grâce à des réactions de l'air autres que les réactions de l'air sur la surface de la terre.

**Accident :** Un événement, lié à l'utilisation d'un aéronef, qui se produit entre le moment où une personne monte à bord avec l'intention d'effectuer un vol et le moment où toutes les personnes qui sont montées dans cette intention sont descendues, et au cours duquel :

- a) une personne est mortellement ou grièvement blessée du fait qu'elle se trouve :

Dans l'aéronef, ou en contact direct avec une partie quelconque de l'aéronef, y compris les parties qui s'en sont détachées ou directement exposée au souffle des réacteurs, sauf s'il s'agit de lésions dues à des causes naturelles, de blessures infligées à la personne par elle-même ou par d'autres ou de blessures subies par un passager clandestin caché hors des zones auxquelles les passagers et l'équipage ont normalement accès ou ;

- b) l'aéronef subit des dommages ou une rupture structurelle : qui altèrent ses caractéristiques de résistance structurelle, de performances ou de vol, Et qui devraient normalement nécessiter une réparation importante ou le remplacement de l'élément endommagé, sauf s'il s'agit d'une panne de moteur ou d'avaries de moteur, lorsque les dommages sont limités au moteur, à ses capotages ou à ses accessoires, ou encore de dommages limités aux hélices, aux extrémités d'ailes, aux antennes, aux pneus, aux freins, aux carénages, ou à de petites entailles ou perforations du revêtement ; ou

- c) l'aéronef a disparu ou est totalement inaccessible.

**Atténuation des risques :** Processus d'intégration de défenses ou de contrôles préventifs pour réduire la gravité et/ou la probabilité de la conséquence prévue d'un danger.

**Blessures graves :** Toute blessure que subit une personne au cours d'un accident et qui:

- a) Nécessite l'hospitalisation commençant dans les sept jours qui suivent la date à laquelle les blessures ont été subies; ou

- b) Se traduit par la fracture d'un os (exception faite des fractures simples des doigts, des orteils ou du nez); ou

- c) Se traduit par des déchirures qui sont la cause de graves hémorragies ou de lésions d'un nerf, d'un muscle ou d'un tendon; ou

- d) Se traduit par la lésion d'un organe interne; ou

- e) Se traduit par des brûlures du deuxième ou du troisième degré ou par des brûlures affectant plus de 5% de la surface du corps; ou

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

f) Résulte de l'exposition vérifiée à des matières infectieuses ou à un rayonnement pernicieux.

**Cause :** Actes, omissions, événements, conditions ou toute combinaison de ces divers éléments qui conduisent à l'accident ou à l'incident.

**Conditions latente :** Conditions présentes avant l'accident dans le système, qui deviennent évidentes suite à des facteurs déclencheurs.

**Conséquences :** Résultat potentiel d'un danger.

**Danger :** Une condition ou objet qui a le potentiel de causer des blessures, des dommages à l'équipement ou aux structures, une perte de matériel, ou une réduction de la capacité à exécuter les fonctions assignées.

**Défenses :** Mesures d'atténuation spécifiques, contrôles préventifs ou mesures de rétablissement mises en place pour empêcher qu'un danger se réalise ou s'accroisse jusqu'à une conséquence indésirable.

**Dirigeant responsable (accountable executive) :** Personne identifiable à qui incombe la responsabilité de performances efficaces et efficientes du PNS de l'État ou du SGS du prestataire de services.

**Enquête :** Activités menées en vue de prévenir les accidents, qui comprennent la collecte et l'analyse de renseignements, l'exposé des conclusions, la détermination des causes et s'il y a lieu l'établissement de recommandations de sécurité.

**Enquêteur désigné :** Personne chargée, sur la base de sa qualification, de la responsabilité de participer à la conduite et au contrôle d'une enquête.

**Erreur :** Les erreurs sont une partie normale de tout le comportement humain, n'importe quelle action ou inaction par l'équipage de vol que cela mène aux déviations à partir du comportement prévu est à considérer une erreur. Les erreurs d'équipage de vol tendent à réduire la marge de la sécurité et augmenter la probabilité des accidents. Heureusement, les humains sont généralement tout à fait efficaces dans l'équilibrage du conflit exigé entre 'obtenir le travail fait' et 'obtenir le travail fait sans risque'. OACI identifie cinq catégories des erreurs d'équipage. Celles-ci incluent :

- **Erreur de communication :** Manque de la connaissance ou (de 'bâton et de gouvernail de direction').
- **Erreur de décision opérationnelle :** Erreur de prise de décision qui n'est pas normalisée par règlement ou les procédures et celle d'opérateur compromet inutilement la sûreté (par exemple, une décision d'équipage à voler par un cisaillement connu de vent à l'approche au lieu de circuler).
- **Erreur procédurale :** Déviation dans l'exécution des procédures de normalisation et/ou d'opérateur. L'intention est correcte mais l'exécution est
-

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

défectueuse .Cette catégorie incluent également des erreurs ou un équipage a oublié de faire quelque chose ;

- **Erreur intentionnelle de manque de conformité :** Déviation obstinée de procédures de règlements et/ou d'opérateur.

Et dans une autre définition l'erreur est toute Action ou inaction d'une personne en fonction, conduisant à des écarts par rapport aux intentions ou aux attentes de l'organisation ou de cette personne.

**Etat de l'exploitant :** Etat ou l'exploitant a son siège principal d'exploitation ou, à défaut, sa résidence permanente.

**Etat d'immatriculation :** Etat sur le registre duquel l'aéronef est inscrit.

**Etat d'occurrence :** Etat sur le territoire duquel se produit un accident ou un incident.

**Exploitant :** Personne, organisme ou entreprise qui se livre ou propose de se livrer à l'exploitation d'un aéronef, d'un aérodrome ou d'une activité liée à l'aviation.

**Gestion des risques :** L'identification, l'analyse et l'évaluation des conséquences des dangers puis leur élimination ou leur atténuation jusqu'à un niveau acceptable ou tolérable.

**Incident :** Evènement, autre qu'un accident, lié à l'utilisation d'un aéronef, qui compromet ou pourrait compromettre la sécurité de l'exploitation.

**Incident grave :** Incident dont les circonstances indiquant qu'un accident a failli se produire.  
N.B : La différence entre un accident et un incident grave ne réside que dans le résultat.

**Indicateur de performance de sécurité :** Paramètre de sécurité basé sur des données qui est utilisé pour surveiller et évaluer les performances de sécurité.

**Niveau acceptable de performances de sécurité (ALoSP) :**Niveau minimum de performances de sécurité de l'aviation civile dans un État, comme défini dans son programme national de sécurité, ou dans celui d'un prestataire de services, comme défini dans son système de gestion de la sécurité, exprimé en termes d'objectifs de performance de sécurité et d'indicateurs de performance de sécurité.

**Performance de sécurité :** Réalisation en matière de sécurité d'un État ou d'un prestataire de services, définie par ses objectifs de performance de sécurité et ses indicateurs de performance de sécurité.

**Problème de sécurité :** Une manifestation d'un risque ou d'une combinaison de plusieurs risques dans un contexte spécifique. de sécurité a été identifiée par l'identification systématique de risque processus de l'organisation (par exemple problèmes de dégivrage dans un type d'avions particulier) ou d'une combinaison des risques dans une part de l'opération (par exemple opération à un aéroport exigeant).

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

**Menace :** La probabilité qu'une tentative sera faite pour attaquer une cible particulière, ou bien l'intention ou le désir d'attaquer la cible.

**Réglementation :** Acte de l'autorité destiné à établir et à maintenir un degré d'ordre désiré. Ce terme englobe les instructions, règles, décrets, directives, législations, exigences, politiques, ordonnances, etc.

**Recommandation de sécurité :** Proposition formulée par le service d'enquête sur les accidents de l'état qui a mené l'enquête, sur la base de renseignements résultant de ladite enquête, en vue de prévenir des accidents ou incidents.

**Responsabilité :** Le fait d'être responsable d'une entreprise, d'une personne, d'une chose ou d'un acte et pour lequel un organisme ou un individu ou les deux sont susceptibles de devoir rendre des comptes.

**Risque :** L'évaluation des conséquences d'un danger, exprimée en termes de probabilité et sévérité anticipées, prenant comme référence la situation la plus défavorable envisageable

Un vent de travers de 15 nœuds sur la piste constitue un danger. La possibilité que le pilote ne soit pas capable de contrôler l'aéronef durant le décollage ou l'atterrissage est une des conséquences.

L'évaluation des conséquences de la possible perte de contrôle par le pilote exprimée en termes de probabilité et de sévérité est le risque.

**Risque de sécurité :** Probabilité et gravité prévues des conséquences ou des résultats d'un danger.

**Probabilité du risque (fréquence d'occurrence) :** La possibilité qu'un événement ou condition de danger puisse se présenter.

La probabilité dépendra des réponses apportées à des questions telles que :

Un tel événement s'est-il déjà produit ou s'agit-il d'un cas isolé ?

Quel autre équipement ou élément similaire pourrait présenter des défauts semblables ?

Combien de membres du personnel d'exploitation ou de maintenance doivent appliquer les procédures en question ou y être soumis ?

Combien de fois l'équipement en question ou la procédure douteuse sont-ils utilisés ?

**Programme de sécurité :** Est un ensemble intégré de règlements et d'activités visés à améliorer la sécurité. C'est un élément essentiel de renforcement général de la gestion de sécurité, plan de l'OACI pour la sécurité de l'aviation dans le monde revitalisé, initialement formulé en 1997 pour apporter une vision d'ensemble de la sécurité de l'aviation. En 2007 ce plan a été élargi pour prendre en compte la feuille de route pour la sécurité de l'aviation dans le monde, mise au point par l'industrie en collaboration de l'OACI. L'objectif principal est de réduire le risque d'accidents en apportent un cadre de référence commun pour toutes les parties prenantes.

## *Chapitre 1 : PRESENTATION GENERALE DE LA COMPAGNIE AIR ALGERIE ET DEFINITIONS*

**Sévérité du risque (gravité) :** Les effets possibles d'un évènement ou condition de danger, en tenant compte de la situation envisageable la plus défavorable.

**Sécurité :** La sécurité est la situation dans laquelle les risques de lésions corporelles ou de dommages matériels sont limités à un niveau acceptable et maintenus à ce niveau ou sous ce niveau par un processus continu d'identification des dangers et de gestion des risques.

**Système de gestion de sécurité (SGS) :** Une approche structurée de la gestion de la sécurité, qui englobe les structures, les responsabilités, les politiques et les procédures organisationnelles nécessaires en vue d'assurer une exploitation sûre.



**CHAPITRE 2 :**

**SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.**

## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

### **Introduction :**

La sécurité s'entend comme la situation dans laquelle les risques de lésions corporelles ou de dommages matériels sont limités à un niveau acceptable et maintenus à ce niveau ou à un niveau inférieur par un processus continu d'identification des dangers et de gestion des risques.

Un SGS est fondé sur l'exécution de deux processus de gestion de la sécurité, qui comprend les structures, les responsabilités, les politiques et les procédures organisationnelles nécessaires en vue d'assurer une exploitation sûre incluant le maintien de la sécurité dans l'aviation civile.

### **Première partie : Système de gestion de sécurité (SGS).**

#### **1.1. C'est quoi un SGS :**

C'est une approche systématique de la gestion de la sécurité comprenant les structures organisationnelles, responsabilités, politiques et procédures nécessaires

Les fournisseurs de services sont responsables de l'établissement du SGS. Les États sont responsables de l'acceptation et la supervision du SGS établi par les prestataires de services

Le SGS est fondé sur l'exécution de deux processus de gestion essentiels : soient l'identification des dangers et la gestion des risques .Le SGS intègre non seulement une gestion réactive (analyse des événements déjà survenus) et proactive (processus de traitement du retour d'expérience) de la sécurité mais aussi une approche « prédictive » qui recherche dans l'activité opérationnelle de tous les jours , les bonnes pratiques professionnelles et les indicateurs des évolutions non souhaitées de ces pratiques.

La gestion de la sécurité est une fonction fondamentale pour toutes les compagnies aérienne tout juste comme la gestion financière .Une gestion efficace de la sécurité nécessite un équilibre réaliste entre les objectifs de sécurité et ceux de production.

Les mesures de gestion de la sécurité renforcent la sécurité non seulement mais améliorent aussi l'efficacité des opérations d'une organisation.

Le système de gestion de sécurité devient une norme dans toute l'industrie d'aviation dans le monde entier. Il est reconnu par l'organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), Administration Fédérale de l'Aviation(FAA), ainsi que l'Autorité d'Aviation Civile (AAC).

En reconnaissant le rôle de l'organisation dans la prévention des accidents, le SGS fournis :

- Un moyen de prise de décisions dans la gestion des risques.
- Un moyen pour démontrer la capacité de gestion de sécurité avant que les échecs de système se produisent.
- Une confiance accrue dans le contrôle des risques à travers les processus d'assurance de sécurité.
- Une interface efficace pour le partage de connaissance entre régulateur et titulaire de certificat.

## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

### **1.1.1 Le concept de sécurité :**

Dans le contexte de l'aviation, la sécurité est « l'état dans lequel la possibilité de lésions corporelles ou de dommages matériels est réduite à un niveau acceptable, et maintenue à ce niveau ou au-dessous de ce niveau, par un processus continu d'identification des dangers et de gestion des risques de sécurité. ».

Même si l'élimination des accidents d'aviation et/ou des incidents graves demeure le but ultime, il est reconnu que l'aviation ne peut être complètement exempte de dangers et des risques connexes. Les activités humaines ou les systèmes construits par l'homme ne peuvent être garantis comme étant entièrement exempts d'erreurs opérationnelles et de leurs conséquences. La sécurité est donc une caractéristique dynamique du système d'aviation, où les risques de sécurité doivent être constamment atténués. Il est à noter que l'acceptabilité des performances de sécurité est souvent influencée par les normes nationales ou internationales et par la culture. Tant que les risques de sécurité sont maintenus sous un niveau approprié de contrôle, un système aussi ouvert et dynamique que l'est l'aviation peut encore être géré de manière à maintenir l'équilibre approprié entre production et protection.

### **1.1.2 Causalité des accidents (modèle de REASON) :**

Le modèle du « fromage suisse », proposé par le professeur James Reason, montre que les accidents font intervenir des ruptures successives de multiples défenses du système. Ces ruptures peuvent être déclenchées par plusieurs facteurs tels que des défaillances de l'équipement ou des erreurs opérationnelles. Selon le modèle de Reason, des systèmes aussi complexes que l'aviation étant extrêmement bien défendus par des couches de défenses, il est rare, dans de tels systèmes, que des défaillances en un point unique portent à conséquence. Des ruptures des défenses de sécurité peuvent être une conséquence retardée de décisions prises aux plus hauts niveaux du système, pouvant rester en sommeil jusqu'à ce que leurs effets ou leur potentiel dommageable soit activés par certaines circonstances opérationnelles. Dans de telles circonstances particulières, des défaillances humaines ou des défaillances actives au niveau opérationnel agissent pour rompre les défenses de sécurité intrinsèques du système. Selon le modèle de Reason, tous les accidents comprennent une combinaison de conditions actives et de conditions latentes.

Les défaillances actives sont des actions ou des inactions, incluant erreurs et violations, qui ont un effet adverse immédiat. Elles sont généralement considérées, rétrospectivement, comme des actes dangereux. Les défaillances actives sont généralement associées au personnel de première ligne (pilotes, contrôleurs de la circulation aérienne, mécaniciens d'aéronefs, etc.) et peuvent entraîner des résultats dommageables.

Les conditions latentes sont des conditions présentes dans le système d'aviation bien avant que se produise un résultat dommageable. Leurs conséquences peuvent rester longtemps en dormance. Initialement, ces conditions latentes ne sont pas perçues comme dommageables, mais elles deviendront évidentes une fois que les défenses du système auront été rompues. Ces conditions sont généralement créées par des personnes éloignées de l'événement dans le temps et l'espace. Les conditions latentes dans le système peuvent inclure des conditions créées par un manque de culture de sécurité, par un équipement médiocre ou une mauvaise conception des procédures, par des objectifs organisationnels conflictuels ou par des défauts dans les systèmes d'organisation ou les décisions managériales. La perspective sous-jacente au concept d'accident organisationnel vise à identifier et atténuer ces conditions

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

latentes sur une base systémique, plutôt que par des efforts localisés pour réduire les défaillances actives d'individus.

La Figure 2-1 montre comment le modèle du « fromage suisse » aide à comprendre les interactions de facteurs organisationnels et managériaux dans la causalité des accidents. Il montre que diverses défenses sont intégrées dans le système d'aviation pour assurer une protection contre les fluctuations dans la performance ou les décisions humaines à tous les niveaux du système. Ces défenses agissent pour protéger contre les risques de sécurité, mais des ruptures pénétrant toutes les barrières défensives pourraient avoir pour résultat une situation catastrophique. Le modèle de Reason montre, en outre, comment des conditions latentes présentes au sein du système avant l'accident peuvent se manifester du fait de facteurs déclencheurs locaux.

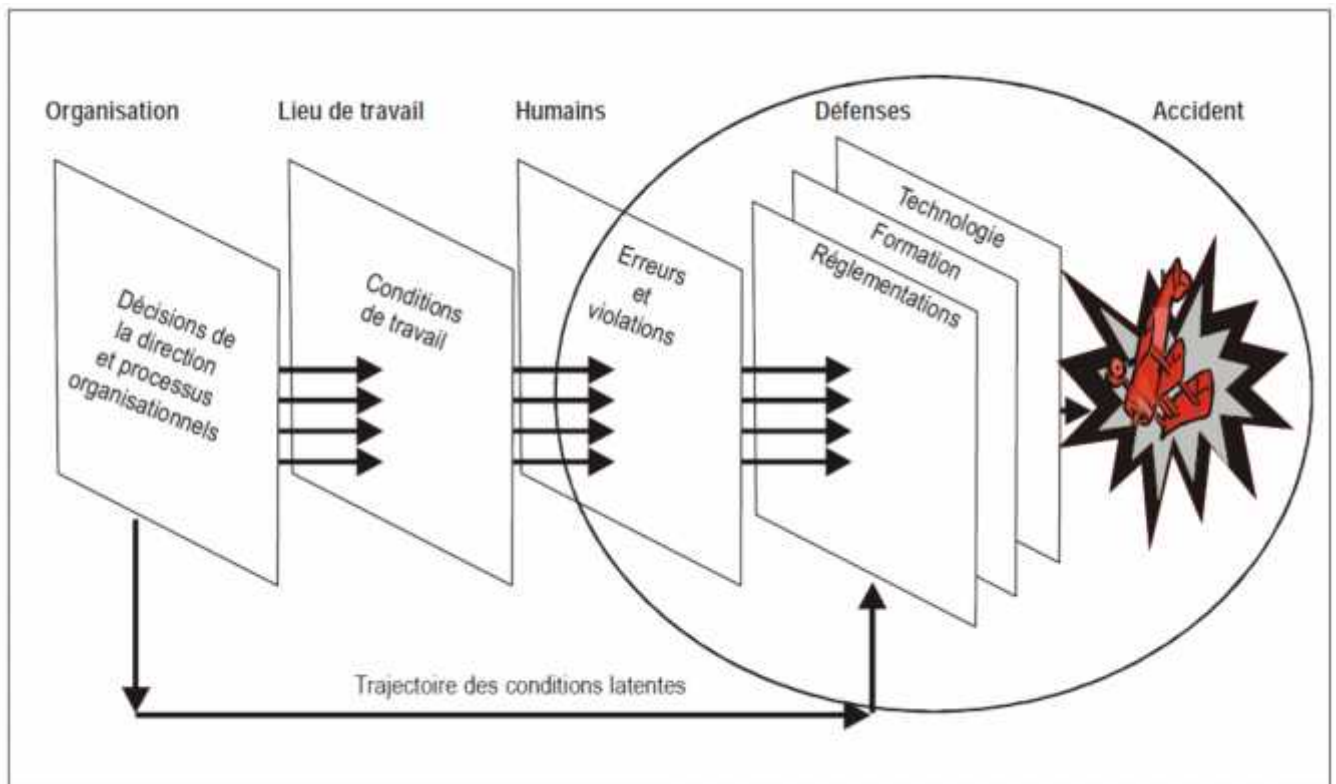
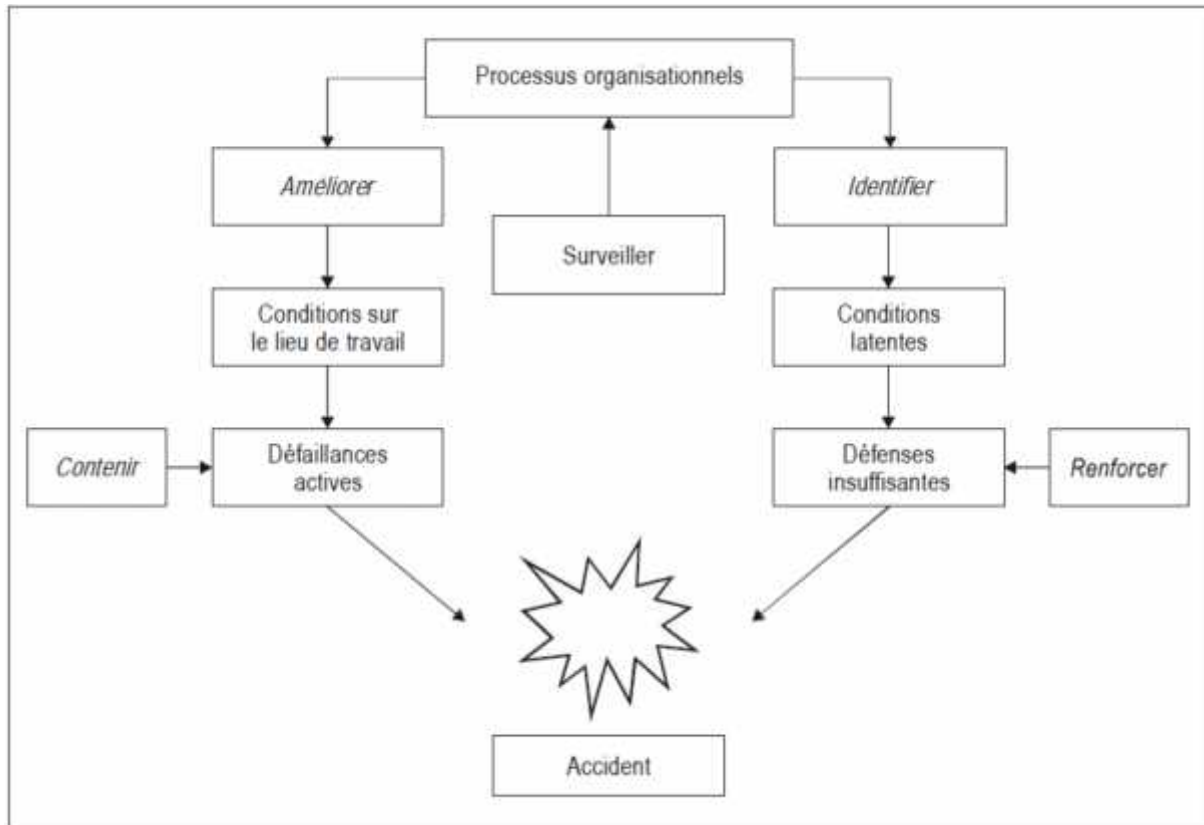


Figure 2- 1 Concept de causalité de l'accident

### A- L'accident organisationnel :

C'est par une approche modulaire, à cinq modules (Figure 2-2), que la notion d'accident organisationnel, qui sous-tend le modèle de Reason, peut être le mieux comprise. Le module du haut représente les processus organisationnels. Ce sont des activités sur lesquelles toute organisation a un degré raisonnable de contrôle direct. Des exemples types sont : l'établissement des politiques, la planification, la communication, l'attribution de ressources et la supervision. Les deux processus organisationnels fondamentaux en ce qui concerne la sécurité sont indubitablement l'attribution de ressources et la communication. Des faiblesses ou des carences dans ces processus organisationnels sont le terrain propice pour un double parcours vers une défaillance.



**Figure 2- 2 L'accident organisationnel**

-L'autre parcours ayant son origine dans les processus organisationnels est celui des conditions sur le lieu de travail. Il s'agit là de facteurs qui influencent directement l'efficacité des personnes sur les lieux de travail de l'aviation. Les conditions sur le lieu de travail sont largement intuitives, en ce sens que tous ceux qui ont une expérience opérationnelle en ont l'expérience à divers degrés ; elles comprennent : la stabilité du personnel, ses qualifications et son expérience, la crédibilité du management, et des facteurs ergonomiques traditionnels tels que l'éclairage, le chauffage et la climatisation.

➤ **La différence entre l'erreur et la violation :**

Des conditions sous-optimales sur le lieu de travail suscitent des défaillances actives du personnel opérationnel. Les défaillances actives peuvent être considérées soit comme des erreurs, soit comme des violations. La différence entre erreurs et violations est l'élément d'intentionnalité. Une personne qui s'efforce d'accomplir une tâche le mieux possible, en suivant les règles et les procédures conformément à la formation qu'elle a reçue, mais sans parvenir à atteindre son objectif, commet une erreur. Une personne qui, en accomplissant une tâche, s'écarte volontairement des règles, des procédures et de la formation reçue commet une violation. C'est donc l'intention qui constitue la différence fondamentale entre erreurs et violations.

**Solutions :**

Dans la perspective de l'accident organisationnel, les efforts pour la sécurité devraient porter sur la surveillance des processus organisationnels afin d'identifier les conditions latentes et de renforcer ainsi les défenses.

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

Les efforts pour la sécurité devraient aussi améliorer les conditions sur le lieu de travail afin de circonscrire les défaillances actives, car c'est l'enchaînement de tous ces facteurs qui produit des défaillances de la sécurité.

### B- La dérive pratique :

Sur la base de la théorie de la dérive pratique, de Scott A. Snook, on pourra comprendre comment, en aviation, la performance de référence de n'importe quel système « dérive » de sa conception d'origine lorsque les processus et procédures de l'organisation ne peuvent anticiper toutes les situations susceptibles de se produire dans les opérations quotidiennes.

Aux premiers stades de la conception du système (p. ex. espace aérien ATC, introduction de certains équipements, expansion d'un modèle d'opérations aériennes), les interactions opérationnelles entre les humains et la technologie, ainsi que le contexte opérationnel, sont pris en considération pour identifier les limitations de performances à prévoir ainsi que les dangers potentiels. Le système initial est basé sur trois hypothèses fondamentales :

- La technologie nécessaire pour atteindre les objectifs de production du système est disponible,
- les gens sont formés pour bien utiliser la technologie
- les règlements et procédures dicteront le comportement du système et des humains.

Ces hypothèses sous-tendent la performance de référence (ou idéale) du système, qui peut être présentée sous forme graphique comme une ligne droite allant de la date du déploiement opérationnel du système jusqu'à son retrait du service (**Figure 2- 3**).

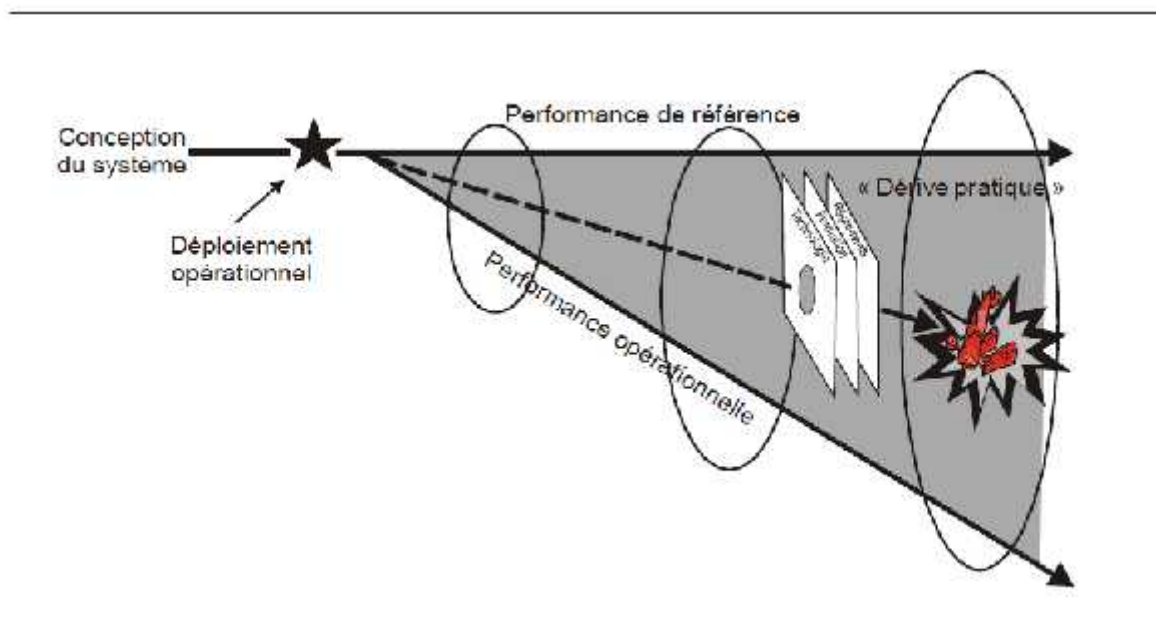


Figure 2- 3. La dérive pratique

### 1.1.3 La contribution humaine à la sécurité (Le modèle de SHELL) :

Le modèle SHELL est un outil conceptuel pour analyser l'interaction des composantes multiples d'un système. La Figure 2- 4 donne une description de base de la relation entre les

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

humains et les autres composantes du lieu de travail. Le nom de ce modèle est constitué des initiales de ses quatre composantes :

- a) Software (S) : procédures, formation, soutien, etc. ;
- b) Hardware (H) : machines et équipement ;
- c) Environnement (E) : environnement de travail dans lequel le reste du système L-H-S doit fonctionner ;
- d) Liveware (L) : humains sur le lieu de travail.

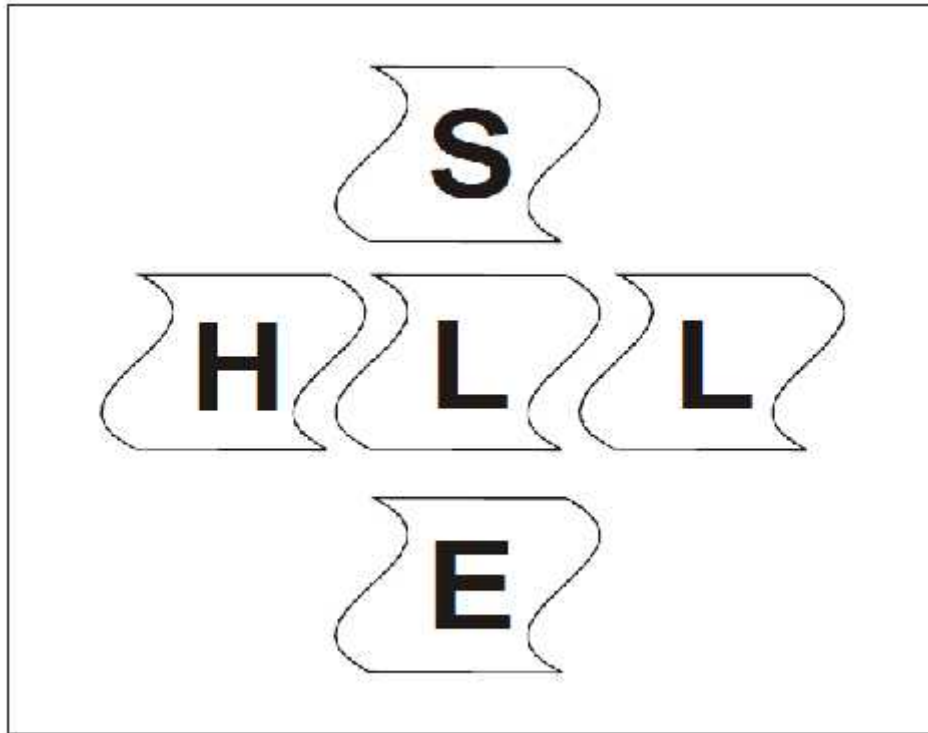


Figure 2-4. Le modèle SHELL — composantes et interfaces

**a) Liveware :** Au centre du modèle SHELL se trouvent les humains, en première ligne des opérations. Malgré leurs remarquables facultés d'adaptation, les humains sont sujets à de considérables variations de performance. Ils ne sont pas standardisés comme l'est le matériel, ce qui explique pourquoi les bords de ce cube ne sont pas simples et rectilignes. Les interfaces entre les humains et les diverses composantes du monde où ils travaillent ne sont pas parfaites. Pour éviter les tensions qui pourraient compromettre la performance humaine, il faut comprendre les effets des irrégularités aux interfaces entre les différents cubes du modèle SHELL et le cube central Liveware. Si l'on veut éviter des tensions dans le système, il faut faire correspondre soigneusement les autres composantes du système avec les humains. Le modèle SHELL est utile pour visualiser les interfaces suivantes entre les divers éléments du système d'aviation :

**b) Liveware-Hardware (L-H) :** L'interface L-H représente les relations entre l'humain et les attributs physiques de l'équipement, des machines et des installations. L'interface entre l'humain et la technologie est celle qui est le plus souvent envisagée lorsque l'on parle de performance humaine dans le contexte des opérations d'aviation, et il existe une tendance humaine naturelle à s'adapter à des décalages entre L et H. Cette tendance peut masquer des carences graves qui n'apparaîtront qu'après un événement.

## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

**c) Liveware-Software (L-S) :** L'interface L-S est la relation entre l'humain et les systèmes de support qui se trouvent sur le lieu de travail, tels que règlements, manuels, listes de vérification, publications, SOP et logiciels. Cette interface inclut des questions telles que récence de l'expérience, précision, forme et présentation, vocabulaire, clarté et symbologie.

**d) Liveware-Liveware (L-L) :** L'interface L-L représente les relations interpersonnelles sur le lieu de travail. Équipes de conduite, contrôleurs de la circulation aérienne, mécaniciens d'entretien d'aéronef et autres membres du personnel opérationnel ont un fonctionnement de groupe, et il importe de reconnaître que les compétences de communication et interpersonnelles, ainsi que la dynamique de groupe, jouent un rôle déterminant dans les performances humaines. L'apparition de la gestion des ressources en équipage (CRM) et son extension aux services de la circulation aérienne (ATS) et à la maintenance ont focalisé l'attention sur la gestion des erreurs opérationnelles dans les multiples domaines de l'aviation. Les relations entre le personnel et l'encadrement se situent également à cette interface, de même que la culture organisationnelle dans son ensemble.

**e) Liveware-Environment (L-E) :** Cette interface concerne les relations entre l'être humain et les environnements intérieur et extérieur. L'environnement intérieur du lieu de travail comprend des considérations physiques telles que température, lumière ambiante, bruit, vibrations et qualité de l'air.

L'environnement extérieur comprend des aspects opérationnels tels que facteurs météorologiques, infrastructure aéronautique et relief. Cette interface fait intervenir aussi la relation entre l'environnement intérieur de l'humain et son environnement extérieur. Des forces psychologiques et physiologiques, notamment la maladie, la fatigue, les incertitudes financières, et les préoccupations de relations et de carrière, peuvent être induites par les interactions L-E ou avoir leur origine dans des sources extérieures secondaires. L'environnement de travail de l'aviation inclut des perturbations des rythmes biologiques normaux et des cycles du sommeil. D'autres aspects environnementaux peuvent être en rapport avec des attributs organisationnels qui peuvent affecter les processus de prise de décision et créer des pressions pour développer des « contournements » (workarounds) ou écarts mineurs par rapport aux procédures de fonctionnement normales.

D'après le modèle SHELL, un défaut de concordance entre l'élément Liveware et les quatre autres éléments contribue à l'erreur humaine. Il faut donc que ces interactions soient évaluées et considérées dans tous les secteurs du système d'aviation.

### **1.1.4. La culture de sécurité :**

Une culture de sécurité englobe les perceptions et convictions qu'ont généralement les membres d'une organisation vis-à-vis de la sécurité publique et elle peut être un élément déterminant de leur comportement. Une saine culture de sécurité repose sur un haut niveau de confiance et de respect entre le personnel et la direction, et doit donc être créée et soutenue au niveau de la haute direction.

Une saine culture de sécurité recherche des améliorations, reste vigilante et consciente des dangers et utilise des systèmes et des outils pour la surveillance continue, l'analyse et les investigations. Elle doit exister aussi bien au niveau des organismes d'aviation nationaux qu'au niveau des organismes fournisseurs de produits et de services.

D'autres caractéristiques d'une saine culture de sécurité sont l'engagement partagé du personnel et de la direction vis-à-vis des responsabilités personnelles en matière de sécurité, la



## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

confiance dans le système de sécurité et un ensemble de règles et de politiques bien documentées. C'est au niveau du management de l'organisation que se situe la responsabilité ultime de l'établissement et du respect de saines pratiques de sécurité.

Une culture de sécurité ne peut être efficace que si elle est ancrée dans la culture d'une organisation elle-même.

La notion de culture organisationnelle fait référence aux caractéristiques et aux perceptions de la sécurité entre membres qui interagissent au sein d'une certaine entité. Les systèmes de valeur des organisations incluent les politiques de priorisation ou de réalisation d'un équilibre dans des domaines tels que productivité vs. qualité, sécurité vs efficacité, financier vs. technique, professionnel vs. académique, et application vs. mesures correctives.

C'est au niveau organisationnel que se trouve le plus grand potentiel de création et de maintien d'une culture efficace, qui s'auto-entretient, pour la gestion de la sécurité. L'organisation est un élément déterminant majeur du comportement, dans lequel des personnes s'engageront en exerçant des activités de gestion ou opérationnelles pendant la réalisation ou la supervision d'activités d'aviation. La culture de l'organisation fixe les limites de la performance de direction et opérationnelle acceptée en établissant les normes et les limites. La culture organisationnelle est donc une pierre angulaire, pour la prise de décision au niveau des dirigeants aussi bien que des employés.

➤ La culture organisationnelle a le potentiel d'influer sur :

- a) les interactions entre membres senior et junior d'un groupe ;
- b) les interactions entre personnel de l'industrie et personnel de l'autorité de réglementation ;
- c) le degré de partage des informations à l'interne et avec les autorités de réglementation ;
- d) l'existence d'un esprit d'équipe au sein de l'autorité de réglementation ou de l'organisme b de l'industrie ;
- e) les réactions du personnel dans des conditions opérationnelles exigeantes ;
- f) l'acceptation et l'utilisation de technologies particulières ;
- g) la tendance à prendre des mesures punitives en réaction à des erreurs opérationnelles chez un fournisseur de produits ou de services ou de la part d'autorités de réglementation.

➤ La culture organisationnelle est influencée aussi par des facteurs tels que :

- a) politiques et procédures d'entreprise ;
- b) comportement et pratiques de supervision ;
- c) objectifs d'amélioration de la sécurité ainsi que niveaux de tolérance minimaux ;
- d) attitude de la direction vis-à-vis des problèmes de qualité ou de sécurité ;
- e) formation et motivation des employés ;
- f) relation entre autorités de réglementation et fournisseurs de produits et services ;
- g) politiques en matière d'équilibre entre travail et vie personnelle.

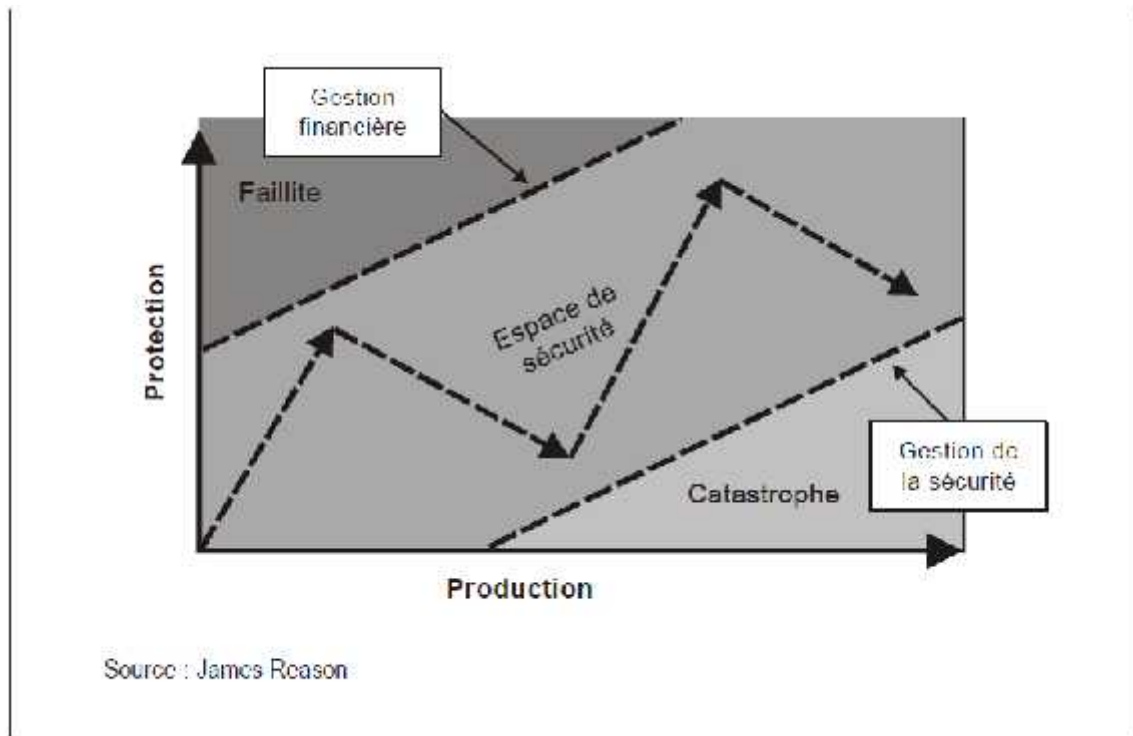
## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

### **1.1.5. Le dilemme de la gestion – l'espace de sécurité :**

Les processus de gestion de la sécurité identifient des dangers qui comportent le potentiel de compromettre la sécurité. Ils apportent aussi des mécanismes efficaces et objectifs pour évaluer le risque que présentent les dangers et pour mettre en œuvre des moyens d'éliminer ces dangers ou d'atténuer les risques qui leur sont associés. Le résultat de ces processus sera de faciliter la réalisation d'un niveau de sécurité acceptable tout en équilibrant l'affectation des ressources entre production et protection. Dans une perspective d'affectation de ressources, le concept d'espace de sécurité est particulièrement utile pour décrire comment cet équilibre est réalisé.

Dans tout organisme fournisseur de services, risques de production et risques de sécurité sont liés. Lorsque la production s'accroît, les risques de sécurité peuvent aussi s'accroître si les ressources ou les améliorations des processus nécessaires ne sont pas disponibles. Une organisation doit définir ses objectifs de production et ses objectifs de sécurité en recherchant un équilibre entre la production et les risques de sécurité acceptables. Il faut aussi que l'organisation, lorsqu'elle définit ses objectifs de production, définisse des défenses pour garder sous contrôle les risques de sécurité. Pour un fournisseur de produits ou de services, les défenses fondamentales de la sécurité sont la technologie, la formation et les processus et procédures internes. Pour l'État, les défenses fondamentales sont semblables, à savoir formation du personnel, usage approprié de la technologie, supervision effective et processus et procédures internes qui sous-tendent la supervision. L'espace de sécurité est la zone au sein de laquelle une organisation recherche un équilibre entre la production souhaitée et le maintien de la protection de la sécurité nécessaire au moyen de contrôles des risques de sécurité. Un constructeur ou un fournisseur de services de navigation aérienne pourrait, par exemple, souhaiter stimuler la croissance prévue par des investissements dans les nouvelles technologies. Ces technologies peuvent apporter simultanément les améliorations de l'efficacité qui sont nécessaires et des améliorations de la fiabilité et de la performance de sécurité. Une telle prise de décision devrait comporter à la fois une évaluation de la valeur ajoutée aux objectifs de l'organisation en matière de produits ou de services et une évaluation des risques de sécurité que cela implique. Affecter des ressources excessives à la protection ou au contrôle des risques pourrait avoir pour résultat que les produits ou les services deviennent non rentables, ce qui compromettrait la viabilité de l'organisation.

Par ailleurs, l'attribution de ressources excessives à la production, aux dépens de la protection, pourrait avoir un impact sur les performances de sécurité du produit ou des services et aboutir en définitive à un accident. Il est donc indispensable de définir une limite de l'espace de sécurité qui avertisse assez tôt qu'une situation d'affectation déséquilibrée de ressources est en train de se développer ou existe déjà. Les limites de l'espace de sécurité devraient donc être définies par le management de l'organisation et être constamment réexaminées pour s'assurer qu'elles reflètent exactement la situation existante. **La Figure 2- 5** présente une illustration des limites de l'espace de sécurité d'une organisation.



**Figure 2- 5 : L'espace de sécurité.**

La nécessité d'équilibrer production et protection est devenue une exigence qui est aisément comprise et acceptée dans la perspective d'un fournisseur de produits ou de services. Cet équilibre est également applicable à la gestion par l'État de son PNS, vu le besoin d'équilibrer les ressources nécessaires pour les fonctions étatiques de protection, qui incluent la certification et la surveillance.

#### **1.1.6. La politique et les objectifs de la sécurité :**

L'objectif du SGS est de maintenir les risques pour la sécurité dans des contextes opérationnels, sous le contrôle de l'organisation.

La politique et objectifs de sécurité constitue la première composante du SGS dans une compagnie aérienne et comprend 5 éléments essentiels qui sont :

- Engagement et responsabilité de la direction.
- Obligations de rendre compte en matière de sécurité.
- Nomination du personnel clé chargé de la sécurité.
- Coordination des plans d'intervention d'urgence
- Documentation relative au SGS.

## **Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.**

### **1.1.7. Le plan de mise en œuvre du SGS :**

Chaque prestataire de service aéronautique doit développer un plan de mise en œuvre du SGS, approuvé par la haute direction de l'organisation qui définit l'approche de l'organisation qui définit l'approche de l'organisation envers la gestion de la sécurité d'une manière qui répond aux objectifs de sécurité de l'organisation.

Le plan de mise en œuvre du SGS définit l'approche de l'organisation à la gestion de la sécurité, il décrit la façon dont un prestataire de services aéronautiques atteindra ses objectifs de sécurité et comment il mettra en place une veille réglementaire et normative.

Le plan de mise en œuvre du SGS précise :

- Quels sont les mesures à prendre ?
- Qui les prendra ? ; et
- Quand seront-elles prises ?

Un plan de mise en œuvre typique d'un SGS contient :

- ✓ La politique de sécurité
- ✓ La description du système
- ✓ Une analyse des écarts
- ✓ Les composants du SGS
- ✓ Les rôles et responsabilités en matière de sécurité
- ✓ La politique et système de compte rendu de sécurité
- ✓ Les moyens mis en place pour la participation des employés
- ✓ La mesure de la performance de sécurité
- ✓ Le plan de formation à la sécurité
- ✓ Le plan de communication en matière de sécurité
- ✓ Le contrôle de performance de sécurité par la haute direction.

Une fois rédigé, la haute direction approuve le plan de mise en œuvre du SGS. Un cadre typique de mise en œuvre d'un SGS prendrait un à quatre ans.

### **1.1.8. Engagement et responsabilité en matière de sécurité :**

Dans le cadre du SGS, le PSA doit définir la politique de sécurité de l'organisation compte tenu des exigences nationales et internationales et la faire signer par le Gestionnaire supérieur responsable de l'organisation qui doit rendre des comptes.

La politique traduira les engagements du PSA elle doit comprendre au minimum :

- Un engagement à appliquer une culture positive de sécurité, incluant un environnement de travail non punitif, afin de garantir que les événements de sécurité fassent l'objet d'un compte rendu, le gestionnaire supérieur responsable met en place une culture (juste) permettant la soumission de comptes rendus d'événement dans un environnement non punitif. Ce programme n'autorise cependant pas les individus à franchir la limite entre ce qui est tolérable et ce qui est inacceptable dans le cadre des bonnes pratiques reconnues chez le prestataire de services aéronautique
- Une identification des lignes de responsabilité claires en termes de gestion des risques au sein de l'organisation du prestataire de services aéronautiques.
- Un énoncé clair relatif à la fourniture des ressources humaines et financières nécessaires à la mise en œuvre d'un SGS.
- La définition des objectifs en matière de sécurité et des moyens de mesure de la performance de la sécurité du prestataire de services aéronautiques.

La politique doit être diffusée, avec un soutien visible, dans l'ensemble de l'organisation. Elle sera périodiquement passée en revue pour veiller à ce qu'elle reste pertinente et convienne en permanence à l'organisation

## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

### **1.1.9. Nomination du personnel clé chargé de la sécurité :**

Le prestataire de services aéronautique identifiera un Directeur des services de la sécurité pour être le point central individuel et responsable pour le développement et l'entretien d'un SGS efficace.

Le PSA doit mettre en place une structure adéquate pour gérer efficacement la sécurité. Cette structure doit identifier toutes les fonctions clés nécessaires à la gestion de la sécurité et identifier au minimum celles du Gestionnaire supérieur responsable, du Directeur des Services de sécurité et des Gestionnaires opérationnels de l'organisation ayant des responsabilités reliés à la sécurité. Il importe également de démontrer clairement les liens hiérarchiques et fonctionnels à l'égard du SGS entre les principaux gestionnaires et structures au sein de l'organisation du prestataire de services aéronautiques.

### **1.1.10. Les phases de mise en œuvre d'un SGS :**

Le plan de mise en œuvre du SGS, est une approche progressive pour aider à gérer efficacement la charge de travail associée à la mise en œuvre du SGS. Chaque phase est basée sur l'introduction d'éléments spécifiques du cadre du SGS de l'OACI.

#### **Phase 1 : La planification**

#### **Phase 2 : Les processus réactifs**

#### **Phase 3 : Les processus proactifs et prédictifs.**

#### **Phase 4 : L'assurance de la sécurité.**

#### **Phase 1 : La planification.**

Fournit un modèle sur la façon dont les exigences du SGS seront satisfaites et intégrées dans les activités de base de l'organisation cette phase représente le cadre de responsabilités pour la mise en œuvre du SGS.

La planification a pour objet de :

- Identifier le Gestionnaire supérieur responsable et les responsabilités de sécurité des gestionnaires
- Identifier, au sein de l'organisation, la personne (ou le groupe de planification) responsable de mettre en application le SGS.
- Etablir la description du système qui consiste au contenu du manuel d'exploitation du titulaire de certificat.
- Effectuer une analyse des écarts relative aux ressources existantes de l'organisation comparées aux exigences nationales et internationales pour l'établissement d'un SGS.
- Développer un plan de mise en œuvre du SGS qui explique comment l'organisation mettra en application le SGS sur la base des exigences nationales et des normes internationales, de la description du système et des résultats de l'analyse des écarts.
- Coordonner le plan d'intervention d'urgence avec tous les autres plans d'intervention d'urgence des organismes qui ont un rôle à jouer en cas d'une urgence.
- Etablir la documentation de la politique et des objectifs de sécurité.
- Développer et établir les moyens de communication en matière de sécurité.

## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

### **Phase 2 : les processus Réactifs**

A pour objet de :

- Mettre en pratique les éléments du plan de mise en œuvre du SGS qui se rapportent à la composante de la gestion du risque de sécurité – processus réactifs.
- Assurer la prestation de la formation qui se rapporte aux processus réactifs.
- Mettre en œuvre un système de documentation qui se rapproche aux processus réactifs

### **Phase 3 : les processus Proactifs et prédictifs :**

A pour objet de :

- Mettre en pratique les éléments du plan de mise en œuvre du SGS qui se rapportent à la composante de la gestion du risque de sécurité - processus proactifs et prédictifs.
- Assurer la prestation de la formation qui se rapporte aux processus proactifs et prédictifs.
- Mettre en œuvre un système de documentation qui se rapporte aux processus proactifs et prédictifs.

### **Phase 4 : l'assurance de la sécurité.**

A pour objet de :

- Développer en collaboration avec l'autorité de l'aviation civile, les indicateurs de performance de sécurité et les objectifs de performance de sécurité.
- Initier la surveillance et la mesure de la performance de sécurité, y compris la gestion du changement et l'amélioration continue du SGS.
- Assurer la prestation de la formation qui se rapporte à l'assurance de la sécurité.
- Mettre en œuvre un système de documentation, qui se rapporte aux processus d'assurance de la sécurité.

### **Deuxième partie : La gestion des risques sécurité.**

#### **2.1. Gestion des risques sécurité (accidents/incidents) :**

La gestion des risques de sécurité est un élément clé du processus de la gestion de sécurité au niveau de l'état et au niveau de fournisseur de produits/services ; elle inclue deux activités primordiales :

- A) L'identification des dangers ; et**
- B) L'évaluation et l'atténuation des risques.**

##### **A). Identification des dangers :**

L'identification des dangers est un prérequis pour le processus de gestion des risques de sécurité. Toute différenciation inexacte entre dangers et risques de sécurité pourrait être source de confusion. Une compréhension claire des dangers et de leurs conséquences est indispensable à la mise en œuvre d'une bonne gestion des risques de sécurité.

Un danger est défini 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.

- Par exemple, un vent de 15 nœuds qui n'est pas nécessairement une condition dangereuse.

En fait, un vent de 15 nœuds soufflant directement vers l'aval de la piste améliore la performance au décollage et à l'atterrissage. Par contre, un vent de 15 nœuds soufflant dans une direction à 90° par rapport à une piste de décollage ou d'atterrissage prévu crée une condition de vent traversier qui peut être dangereuse du fait de son potentiel de contribuer à une occurrence opérationnelle telle qu'une sortie latérale de piste.

-Il ne faut pas 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 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.

Il est à noter que les conséquences peuvent être multicouches, incluant par exemple un événement dangereux intermédiaire avant une conséquence ultime (accident).

Dans l'exemple du vent traversier, un résultat immédiat du danger pourrait être une perte du contrôle latéral, suivie d'une sortie de piste conséquente. La conséquence ultime pourrait être un accident. Il est donc important que les évaluations de sécurité comprennent un compte rendu complet de toutes les conséquences probables, décrites avec précision et en termes pratiques.

Les dangers existent à tous niveaux dans l'organisation et l'on peut les détecter en utilisant des systèmes de compte rendu, des inspections ou des audits.

Les dangers devraient donc être identifiés avant qu'ils ne mènent à des accidents, incidents ou autres événements en rapport avec la sécurité.

Un mécanisme important pour une identification proactive des dangers est un système volontaire de compte rendu de danger/d'incident.

##### **A)-1. Méthodes d'identification des dangers :**

Il y a trois méthodes d'identification des dangers :

## **Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.**

- *Réactive* : Cette méthode repose sur l'analyse de résultats ou d'événements du passé. Les dangers sont identifiés par des investigations sur les événements de sécurité. Les incidents et accidents sont des indicateurs évidents de carences du système et peuvent donc être utilisés pour déterminer les dangers ayant contribué à l'événement ou qui sont latents.
- *Proactive* : Cette méthode repose sur l'analyse de situations existantes ou en temps réel, ce qui est la tâche première de la fonction d'assurance de la sécurité, avec ses audits, évaluations, comptes rendus du personnel et processus connexes d'analyse et d'évaluation. Ceci implique la recherche active des dangers dans les processus existants.
- *Prédictive* : Cette méthode repose sur la collecte de données pour identifier d'éventuels résultats ou événements futurs négatifs et analyser les processus systémiques et l'environnement afin d'identifier de possibles dangers futurs et de lancer des mesures d'atténuation.

### **B) L'évaluation et l'atténuation des risques.**

Les notions fondamentales du risque de sécurité reposent sur les éléments suivants :

- 1) définition du risque de sécurité ;
- 2) probabilité du risque de sécurité ;
- 3) gravité du risque de sécurité ;
- 4) tolérabilité du risque de sécurité ;
- 5) gestion (l'atténuation) du risque de sécurité.

#### **B.1. Définition du risque de sécurité :**

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. Le résultat peut être un accident, mais « un événement dangereux/une conséquence dangereuse intermédiaire » peut être identifié comme « résultat le plus crédible ».

#### **B.2. Probabilité des risques de sécurité :**

La probabilité du risque de sécurité est définie comme probabilité ou fréquence d'occurrence d'une conséquence ou d'un résultat en matière de sécurité.

**La Figure 2-6** présente un tableau type de probabilité de risque de sécurité, en l'occurrence un tableau en cinq points. Ce tableau comprend cinq catégories, pour indiquer la probabilité que survienne un événement dangereux ou une situation dangereuse, la description de chaque catégorie et l'attribution d'une valeur à chaque catégorie.



## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

<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
Floigné	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 2. 6: Tableau de probabilité d'un risque de sécurité

### B.3. Gravité d'un risque de sécurité (sévérité) :

La gravité du risque de sécurité est définie comme l'étendue du dommage qui pourrait raisonnablement se produire en conséquence ou comme résultat du danger identifié. L'évaluation de gravité peut être basée sur :

- **Morts/blessures** : le nombre de pertes de vies humaines (personnel, passagers, riverains, grand public).
- **Domage** : l'étendue probable des dommages à des aéronefs, à des biens ou à des équipements.

La figure suivante représente un tableau des types de gravité des risques de sécurité. Il contient cinq catégories, pour indiquer le niveau de gravité, la description de chaque catégorie, et l'affectation d'une valeur à chaque catégorie.

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

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 2-7 : Tableau de gravité des risques de sécurité

### B.4. Tolérabilité des risques de sécurité :

#### ➤ Index de sécurité :

Pour obtenir une évaluation globale du risque de sécurité, il est nécessaire de combiner la valeur obtenue de la probabilité que l'événement se produise (tableau de probabilité du risque) et la valeur de la sévérité du risque (tableau 2)

L'index d'acceptabilité du risque est exprimé comme suit :

$$\text{Probabilité} * \text{gravité} = \text{risque}$$

Ces valeurs sont combinées dans une matrice d'évaluation du risque qu'on retrouve au tableau suivant (tableau 2-8)

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

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

**Figure 2-8. Matrice d'évaluation d'un risque de sécurité**

L'indice obtenu à partir de la matrice d'évaluation des risques de sécurité doit ensuite être exporté vers une matrice de tolérabilité des risques de sécurité (voir la Figure 2-9) qui décrit les critères de tolérabilité pour l'organisation considérée. En utilisant l'exemple ci-dessus, le critère pour un risque de sécurité évalué comme 4B entre dans la catégorie « inacceptable dans les circonstances existantes ». Dans ce cas, l'indice de risque de sécurité de la conséquence est inacceptable. L'organisation doit donc :

- prendre des mesures pour réduire l'exposition de l'organisation aux risques particuliers dont il s'agit, c'est-à-dire réduire la composante de probabilité de l'indice de risque ;
- prendre des mesures pour réduire la gravité des conséquences liées au danger, c'est-à-dire réduire la composante de gravité de l'indice de risque ; ou annuler l'opération si une atténuation n'est pas possible.

**Remarque :** La pyramide inversée de la Figure 2-9 reflète un effort constant pour tirer l'indice de risque vers le SOMMET qui est à la base de la pyramide. La Figure 2-10 présente un exemple de matrice alternative de tolérabilité du risque de sécurité.

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

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 2-9. Matrice de tolérabilité des risques de sécurité

Plage d'indice de risque	Description	Mesures recommandées
<b>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</b>	Risque élevé	Cesser les opérations ou les réduire promptement si nécessaire. Effectuer l'atténuation de risque prioritaire pour assurer que des contrôles préventifs supplémentaires ou améliorés soient mis en place pour ramener l'indice de risque à la plage de risque modéré à faible.
<b>5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A</b>	Risque modéré	Planifier l'exécution d'une évaluation de sécurité pour abaisser l'indice de risque à la plage basse, si viable.
<b>3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E</b>	Risque faible	Acceptable tel quel. Aucune autre atténuation de risque requise.

Figure 2-10 Autres matrices de tolérabilité des risques de sécurité

### C) Gestion des risques de sécurité :

#### C.1. Contrôle ou atténuation du risque :

Le processus de gestion du risque sert à replacer les risques de sécurité sous le contrôle de l'organisation par le déploiement de stratégie d'atténuation.

Le contrôle ou l'atténuation des risques est un processus liés aux mesures désignés pour éliminer les dangers potentiels ou à réduire la probabilité ou la sévérité du risque en mettant sous contrôle organisationnel la probabilité des risques et la gravité des conséquences des dangers.

## Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.

### C.2. Les stratégies de contrôle ou d'atténuation du risque :

Pour le contrôle des risques pour la sécurité, il existe trois stratégies génériques : l'évitement, la réduction et la ségrégation de l'exposition.

- 1- L'évitement : Les activités ou les opérations qui présentent un risque sont évitées car le risque dépasse les avantages de la poursuite de l'opération ou de l'activité.
- 2- La réduction des pertes : en prenant des mesures afin de réduire le nombre des événements dangereux ainsi que leurs conséquences.
- 3- Ségrégation de l'exposition : consiste à prendre des mesures afin d'isoler les effets du risque ou établir la redondance pour se protéger contre les risques et réduire leurs sévérité

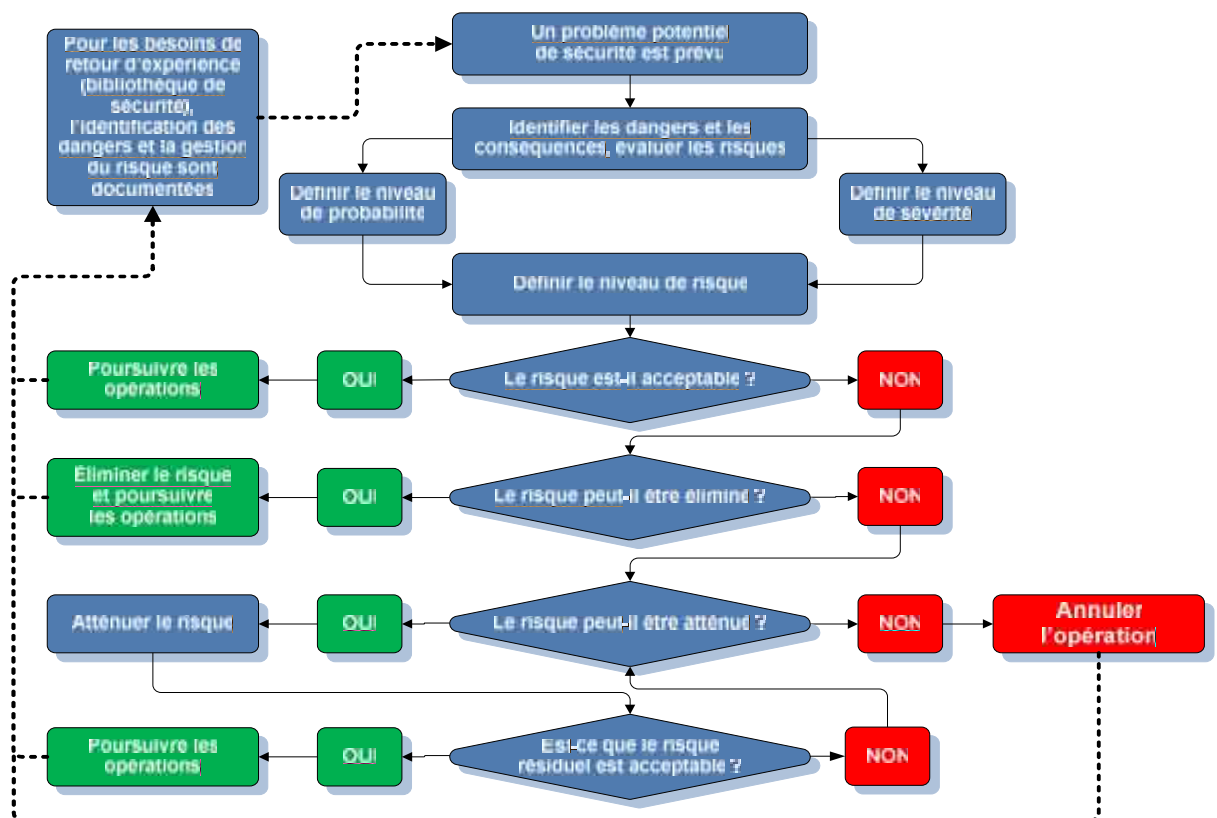


FIGURE.2.11 : Le processus de gestion de risque

## ***Chapitre 2 : SGS ET GESTION DE RISQUE ACCIDENT.***

### **CONCLUSION :**

Une culture d'une compagnie est définie par la façon dont ses personnels pensent, agissent, communiquent et s'influencent les uns les autres, c'est « la manière avec laquelle nous évoluons ensemble au sein de la compagnie ». Ainsi une culture saine de sécurité est définie par la manière globale avec laquelle une entreprise réfléchit et agit en matière de sécurité.

Penser à la façon dont vous faites les choses. Mettez-vous toujours la sécurité en priorité ? C'est ainsi que vous pouvez mesurer la culture sécurité d'une compagnie : chacun au sein de l'organisation identifie et atténue les risques, même lorsque personne ne observe, même quand personne ne contrôle.

« Une culture de sécurité signifie faire la bonne chose même lorsque personne ne observe ».

**CHAPITRE 3 :**

**Présentation des méthodes BOWTIE et ERC.**

## ***Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC***

### **Introduction :**

La méthode BOW-TIE est ERC sont devenu populaire comme des méthodes structurée pour évaluer le risque lorsque un quantitatif l'approche n'est pas possible. Le succès du diagramme de BOW-TIE simple et facile pour le non spécialistes pour le comprendre. L'idée se base sur la combinaison de la cause (arborescence de défaillances) et la conséquence (arbre d'événement).

On outre la méthode d'analyse de risque événement emploie la matrice de risque pour classer les divers scénarios, et puis effectué une analyse plus détaillée avec les plus gros risques. Le but est d'établir combien de barrières de sécurité efficaces sont disponibles pour empêcher, commander ou atténuer les scénarios identifiés.

### **Première partie : Méthode de BOW-TIE (Nœud Papillon)**

#### **1.1. Méthode du nœud papillon (BOW-TIE) :**

La méthode de " BOWTIE " est une approche probabiliste d'évaluation du risque de type arborescent. (Ramifié)

Elle résulte de la combinaison d'un arbre de défaillances et d'un arbre d'événements, centré sur un même événement redouté. Elle présente l'avantage d'apporter un modèle pour la Maîtrise des Risques.

Le nœud papillon, utilisé de plus en plus dans de nombreux secteurs industriels et opérationnels, Il a été conçu par la compagnie Shell.

Le nœud permet de visualiser en un coup d'œil les causes possibles d'un accident, ses conséquences et les barrières mises en place pour en réduire la probabilité d'occurrence et les conséquences. Le point central du nœud représente l'accident majeur non désiré.

Cet outil permet d'illustrer (d'enrichir) le résultat d'une analyse de risque détaillée (par exemple : de type « Et si? », donc plus complexe qu'une analyse de risque préliminaire.

Le nœud papillon reflète autant les mesures prises pour réduire la probabilité que celles prises pour réduire les conséquences. Ainsi, le nœud papillon englobe la sécurité intrinsèque (réduire ou éliminer le risque) par le côté gauche du nœud et le contrôle des risques (réduire les conséquences) par le côté droit du nœud.

Aussi c'est un outil de communication et de formation potentiellement très puissant s'il est bien utilisé et documenté. Il permet de combiner en un seul diagramme un arbre de panne (défaillances) et un arbre d'événements. (Voir figure 3.1).



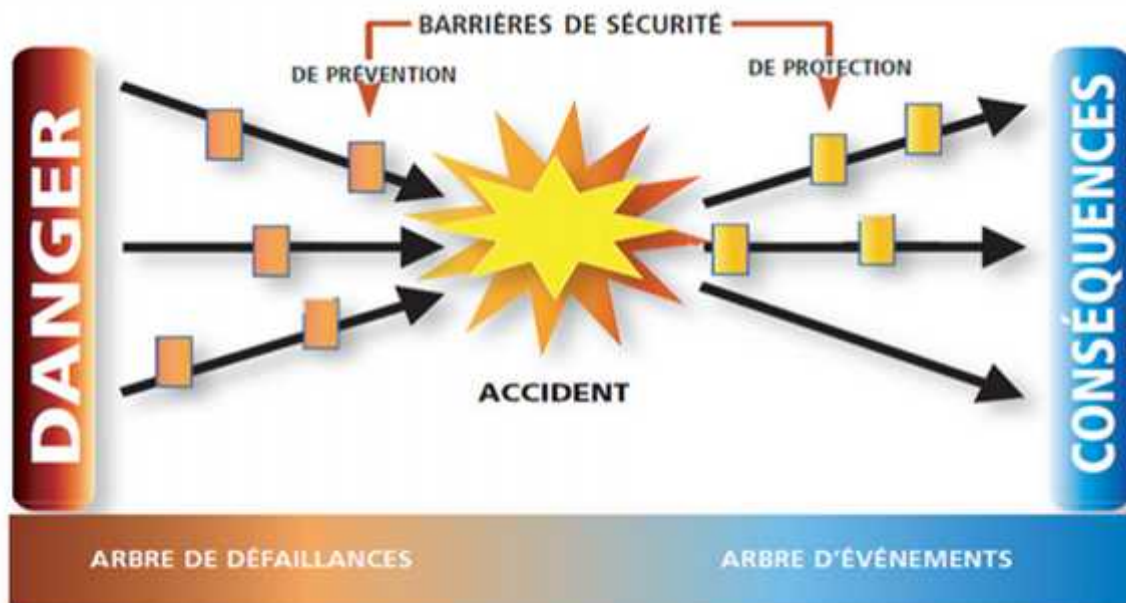


Figure 3- 1: Représentation schématique de la structure d'un nœud papillon.

**1.2. Principes de la méthode du nœud papillon :** La structure du nœud papillon est représentée dans la figure 3.2. Au centre du nœud se trouve (ERC) l'événement redouté central, ou l'accident. Du côté gauche de l'événement redouté, se trouvent les sources de danger (aussi appelées événements déclencheurs) ainsi que l'arbre de panne (ou de défaillances) dont les combinaisons séquentielles (représentées par les flèches noires) aboutissent à l'accident. Chacune des séquences peut être interrompue ou altérée par des barrières de sécurité de prévention, représentées par des boîtes de couleurs dans lesquelles un numéro de référence est indiqué. Le côté droit est structuré de la même façon. L'événement redouté peut entraîner un ensemble de conséquences (intermédiaires et ultimes), selon des séquences dont on tente d'empêcher le développement par des barrières de sécurité de protection..

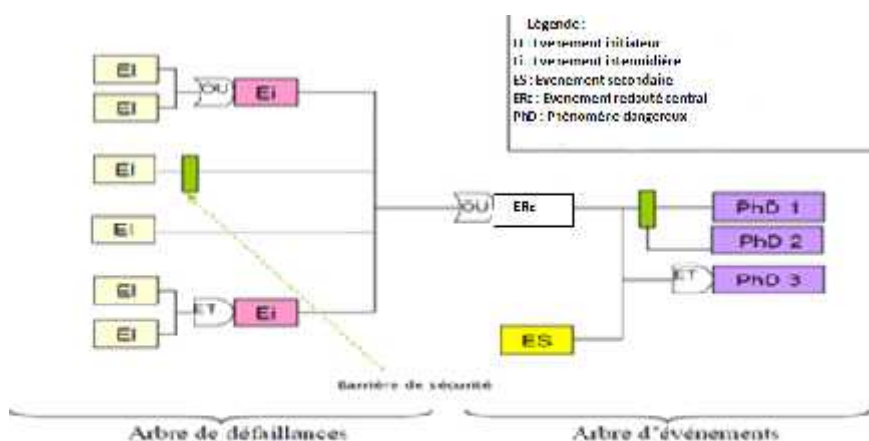


Figure 3.2 : Représentation de la structure du nœud papillon

## Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC

### 1.3. Ressources requises pour le nœud papillon :

L'utilisation du nœud papillon requiert la connaissance :

- des événements déclencheurs potentiels, c'est-à-dire les défaillances d'équipement ou de système qui ont le potentiel de causer un accident;
- des barrières de prévention qui ont le potentiel d'interrompre ou d'atténuer les effets de chaque événement déclencheur.
- des conséquences potentielles d'un événement redouté et des barrières de protection qui peuvent être utilisées pour les interrompre ou les réduire.

En fait, l'analyste doit bien maîtriser les techniques de l'arbre de pannes et de l'arbre d'événements.

Un nœud papillon peut être exécuté par une équipe de deux à quatre personnes. L'approche par équipe permet d'obtenir un nœud papillon plus complet. Un membre de l'équipe devrait compter au moins une personne maîtrisant la technique du nœud papillon. Les autres membres devraient connaître les procédés et savoir comment utiliser les systèmes inclus dans l'analyse.

Le temps nécessaire pour réaliser l'étude est proportionnel à la complexité de l'équipement (voir le tableau 1- 1).

Type de système	Préparation (analyste)	Construction du modèle	Évaluation qualitative	Rapport (analyste)
Système simple	1 à 2 jours	1 à 3 jours	1 à 2 jours	3 à 5 jours
Système complexe	4 à 6 jours	1 à 2 semaines	1 à 2 semaines	3 à 5 semaines

**Tableau 3.1 :Estimation du temps nécessaire pour effectuer une analyse par nœud papillon.**

### 1.4. Objectifs du nœud papillon :

La solution "BOWTIE" permet de visualiser des scénarios d'accidents, de positionner des barrières de prévention et de protection, avant l'apparition du danger, et de protection pour en limiter les effets.Elle est particulièrement utile pour montrer visuellement :

- comment un événement redouté peut survenir, ainsi que les barrières de sécurité de prévention mises en place pour l'empêcher (côté gauche du nœud);Et
- s'il devait survenir, comment on tenterait d'en minimiser les conséquences (côté droit du nœud) par la mise en place de barrières de sécurité de protection.
- représenter les relations entre les dangers leurs causes et leurs effets ;

## **Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC**

- évaluer la contribution de chaque cause et la gravité de chaque risque ;
- positionner des barrières de prévention et de protection ;
- évaluer les facteurs aggravants diminuant l'efficacité des barrières ;
- évaluer la robustesse et la contribution des barrières à l'atténuation des risques ;
- évaluer l'impact de ces barrières sur la cotation générale du risque ;
- la probabilité d'apparition de la cause.

### **1.5. Avantages et inconvénients du nœud papillon :**

#### **Avantages :**

- Représentation détaillée de la source de risque.
- Représentation détaillée des séquences de pannes et d'événements ainsi que des mesures en place (barrières de prévention et de protection) pour en interrompre ou minimiser l'occurrence.

#### **Inconvénients :**

- Mobilisation de ressources importantes, notamment un analyste connaissant plusieurs méthodes d'analyse (par exemple, arbre de panne et arbre d'événements).
- Pour les systèmes complexes, représentation schématique pouvant devenir encombrante et devant être brisée en systèmes et sous-systèmes, ce qui rend souvent la compréhension plus difficile.

### **1.6. La probabilité de défaillances à la sollicitation des barrières de sécurité :**

Les barrières de sécurité interviennent en prévention de l'ERc ou en limitation des effets des accidents.

Les barrières intervenant dans la maîtrise du risque sont de trois types :

- les barrières techniques de sécurité ;
- les barrières humaines de sécurité ;
- et une combinaison des barrières techniques et humaines.

Les deux premières questions consistent à renseigner la fonction de sécurité remplie par la barrière et à s'interroger sur la question de l'indépendance de la barrière par rapport notamment à l'événement initiateur. Les performances de la barrière ne doivent pas être dégradées par l'occurrence de l'événement initiateur. Ensuite, les performances des barrières sont évaluées au travers de trois critères : l'efficacité, temps de réponse et le niveau de confiance.

L'efficacité d'une barrière de sécurité est « l'aptitude de la barrière à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie, dans son contexte d'utilisation et pendant une durée donnée de fonctionnement ». Dans l'étude de dangers, l'efficacité d'un détecteur de niveau sera abordée en posant des questions sur ses seuils de détection, son positionnement et les résistances aux contraintes spécifiques par exemple les agressions externes.

### Deuxième partie: Classification des risques événements (ERC ).

#### 2.1- Évaluation des risques opérationnelle dans les organismes d'aviation :

L'OACI a créé une nouvelle norme pour les systèmes de gestion de sécurité (SGS) dans divers organismes d'aviation, incluant notamment les compagnies aériennes, organismes d'entretien, services d'ATC, aérodromes, l'évaluation des risques a un rôle central dans le Système de gestion de la sécurité.

Pour beaucoup de raisons, l'évaluation des risques représente un grand défi. Des méthodes plus anciennes ont été caractérisées par des niveaux élevés de la subjectivité et d'autres difficultés.

La méthodologie définit un processus global pour l'évaluation des risques opérationnelle et décrit chaque étape. Le processus d'évaluation commence par la classification de risque d'événement (ERC), qui est le premier examen des événements en termes d'urgence et besoin d'enquête postérieure. Cette étape attribue également une valeur de risque à chaque événement - qui est nécessaire pour créer des statistiques de sécurité reflétant le risque. La prochaine étape est l'analyse de données afin d'identifier les questions actuelles de sécurité. Ces issues de sécurité représentent des risques évalués en détail par l'évaluation des risques d'issue de sécurité (SIRA). Le processus entier s'assure que toutes les actions nécessaires de sécurité sont identifiées, par la création d'un registre d'inscription qui décrit les risques et les actions ainsi que la fonction exécuté. Les deux méthodes ERC et SIRA sont basés sur des nouveaux concepts qui font les évaluations conceptuellement plus robustes tout en les maintenant pragmatiques et simples. Cette deuxième partie du chapitre explique cette méthodologie en détail.

#### 2-2- Qui peut employer cette méthode définie ?

La méthode est prévue non seulement pour les compagnies aériennes et d'autres opérateurs aéronautiques, mais également pour d'autres organismes d'aviation (directement ou indirectement) liés aux opérations de vol, par exemple : les organismes d'entretien et de contrôle aérien du trafic aérien. Cette méthodologie augmentera non seulement la qualité de l'évaluation de risque dans différents organismes d'aviation mais permettent également la coopération accrue entre eux. C'est parce que cette approche est établie sur l'idée de risque « global », c'est-à-dire tout le risque cumulé par l'activité de tous les organismes impliqués et transmis, par la suite, à l'organisation qui exploite réellement les avions.

ARMS (Aviation Risk Management Solutions) : est un groupe de travail industriel d'individus issus d'organismes, qui soutiennent le travail à titre volontaire, sans but lucratif, avec pour mission la production d'une bonne méthodologie d'évaluation des risques pour l'industrie. Les résultats sont librement disponibles à l'industrie entière et à tous ceux qui sont intéressés par le concept.

#### 2-3- Pourquoi une nouvelle méthodologie pour l'évaluation de risque opérationnel ?

##### 2-3-1. Objectifs pour l'évaluation des risques opérationnelle :

L'objectif de la gestion des risques est de s'assurer que tous les risques demeurent à un niveau acceptable. L'identification de risque est au sujet de rassembler et d'analyser des données de sécurité opérationnelle, identifiant de ce fait des *issues de sécurité*, Une telle donnée inclut typiquement des rapports de sécurité, Mandatory Occurrence Reports (MOR), des événements de données de vol, et les résultats des enquêtes et les audits de sécurité. L'identification de

## Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC

risque fournit les données pour l'évaluation des risques. L'objectif pour l'évaluation des risques opérationnelle (ORA) est l'évaluation des risques opérationnels d'une façon systématique, robuste et intellectuellement cohésive.

L'évaluation des risques opérationnelle est nécessaire dans trois contextes différents :

- a). Les différents événements de sécurité peuvent refléter un à niveau élevé du risque et en conséquence exige une action urgente. Par conséquent tous les événements entrants doivent être évalués comme risque. Cette étape s'appelle la *classification d'Evènement Risk (ERC)*.
- b). Le procédé d'identification de risque peut mener à l'identification de issues de sécurité qui doivent être évalué comme risques pour déterminer quelles actions, sont nécessaires. Cette étape s'appelle *l'évaluation des risques d'issue de sécurité (SIRA)*.
- c). De temps en temps il y aura un besoin d'effectuer des évaluations de sécurité, typiquement connexe à une activité opérationnelle nouvelle ou révisée (par exemple nouvelle destination). L'activité doit être évaluée comme risque à l'étape de planification, selon « Gestion du processus de changement » de la compagnie.

Dans la méthode (ERC), l'évaluation est basée sur des descriptions de risque. Le résultat est un profil opérationnel de risque, c'est-à-dire. une vue d'ensemble de tous les risques opérationnels. Cette évaluation doit considérer les conséquences potentielles en plus des conséquences réelles observées des les événements.

- La méthode ne devrait pas exiger les données qui ne sont pas facilement disponibles ou qui ne peuvent pas être raisonnablement estimées.
- La méthode devrait être facile à utiliser et ne doit créer aucune charge de travail non raisonnable.

Les grandes compagnies aériennes peuvent traiter plusieurs centaines de rapports de sécurité par mois. Par conséquent le processus d'ERC doit être :

- rapide et facile pour suivre.
- La subjectivité devrait être réduite au minimum.
- Les résultats devraient être compréhensibles par des non experts et aider à identifier toutes les actions nécessaires.

### 2.3-2 La nouvelle méthodologie:

La nouvelle méthodologie vise à être conceptuellement robuste et pratiquement utile dans le vrai contexte opérationnel.

- Tous les concepts et limites impliqués sont définis. Il y a une différence claire entre les événements de sécurité et les issues de sécurité, qui sont abordés différemment mais compatibles avec l'évaluation des risques.
- Le processus d'évaluation des risques d'issue de sécurité s'applique également aux évaluations de sécurité.
- Le soin spécial a été pris pour s'assurer que les mesures initiales de la classification de risque d'évènement (ERC) sont faciles et rapides pour exécuter, car elles devront être exécutées sur tous les événements entrants
- le cadre conceptuel clair ainsi que des indications détaillées est conçu pour fournir la pleine clarté sur ce qui est évaluation de risque et pour aider à réduire la subjectivité

## **Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC**

dans l'évaluation elle-même. L'impact des commandes de risque est intégré dans l'évaluation des risques, et donc elle n'est plus une tâche isolée.

- Le résultat de chaque évaluation est conçu pour être clair et compréhensible par l'organisation hiérarchique opérationnel.

La méthodologie peut être adaptée aux besoins du client aux conditions et aux préférences de l'organisation spécifiques. Elle s'applique également aux organismes non-flying tels que des organismes de réparation d'entretien, ATC et opérateurs d'aéroport.

Tandis que la nouvelle méthodologie n'enlèvera pas toute la subjectivité de l'évaluation des risques des événements d'aviation, elle est clairement plus objective que les autres méthodes actuellement en service dans l'aviation.

### **2-4.L'ERC élément clés de la méthodologie ARMS :**

Toutes les nouvelles données entrantes d'événement de sécurité doivent être examinées dans un calendrier acceptable de sorte qu'il puisse y'avoir une réaction immédiate à toutes problématique pressante. Cette tâche est la classification de risque d'événement (ERC), et elle représente la première étape dans le processus d'évaluation des risques d'ARMS. L'ERC rend l'évaluation initiale du risque rapide et efficace. Le nouveau concept « événement-basé risque » est employé pour estimer le risque. Le résultat est une classe de risque (couleur) indiquant ce qui doit être fait avec l'événement, et une valeur numérique de risque (la valeur d'index de risque d'ERC) qui peut être employée dans l'analyse de risque quantitative. Une fois que le risque est évalué, tous les événements sont stockés dans une base de données d'événement de sécurité.

### **2-5.Le processus d'évaluation des risques :**

Un schéma simplifié du processus d'évaluation des risques mis au point par le groupe ARMS est présenté dans la figure 3.3

L'identification des dangers consiste à collecter et analyser des données de sécurité d'exploitation, ce qui identifier les questions de sécurité. Ces données de sécurité comprennent généralement des rapports de sécurité, les données de volet les résultats des enquêtes et audits de sécurité. Identification des dangers fournit l'entrée pour l'évaluation des risques. Une personne bien informée doit examiner ces données assez rapidement de sorte que les mesures d'urgence peuvent être adressées en temps opportun. Cette étape est abordée à travers la méthode de Classification des risques (ERC).

La possibilité de prendre des mesures en fonction des événements individuels constitue la première étape le processus (flèche rouge "actions urgentes?").

Toutes les données de sécurité d'entrée sont également stockées dans une base de données. La base de données doit être régulièrement analysés afin de détecter d'éventuelles tendances négatives et de contrôler l'efficacité de précédentes actions de réduction des risques. Cette analyse peut aboutir à l'identification d'un Problème de sécurité potentiel qui doit être officiellement une évaluation des risques pour déterminer le niveau de risque et d'élaborer des mesures de réduction des risques appropriées. Il s'agit de la partie inférieure (flèche jaune) sur la figure 3.3

Outre l'analyse de la base de données, un événement ou une préoccupation peut révéler des risques qui doivent être traités immédiatement avant qu'une SIRA plus formelle ne soit réalisée; Par exemple une augmentation soudaine du nombre d'approches non stabilisées à l'aéroport X peut conduire à une action sans évaluation formelle des risques. Cette "réponse

### Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC

rapide" est représentée par le milieu (flèche bleue). Ces questions devraient à terme avoir une SIRA formelle réalisée, afin qu'ils puissent être correctement mesurés et suivis dans le registre des risques.

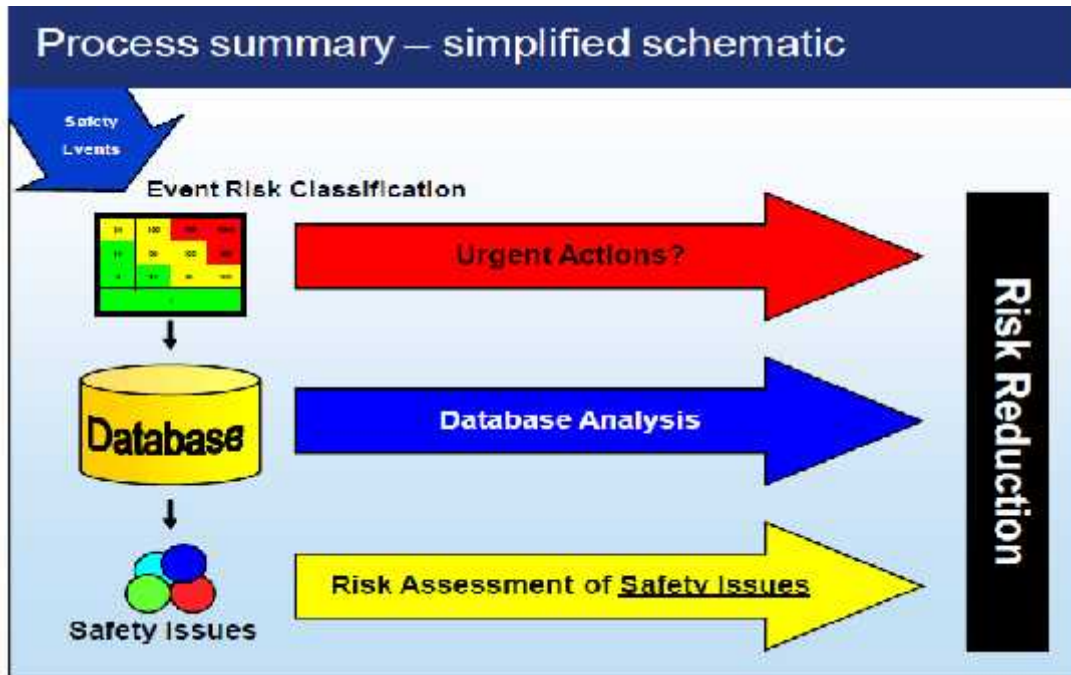


Figure 3.3. Schéma simplifié représente le processus d'évaluation de risque.

Et la figure 3.4 présente le même concept plus en détail et avec une entrée supplémentaire, l'évaluation de sécurité.

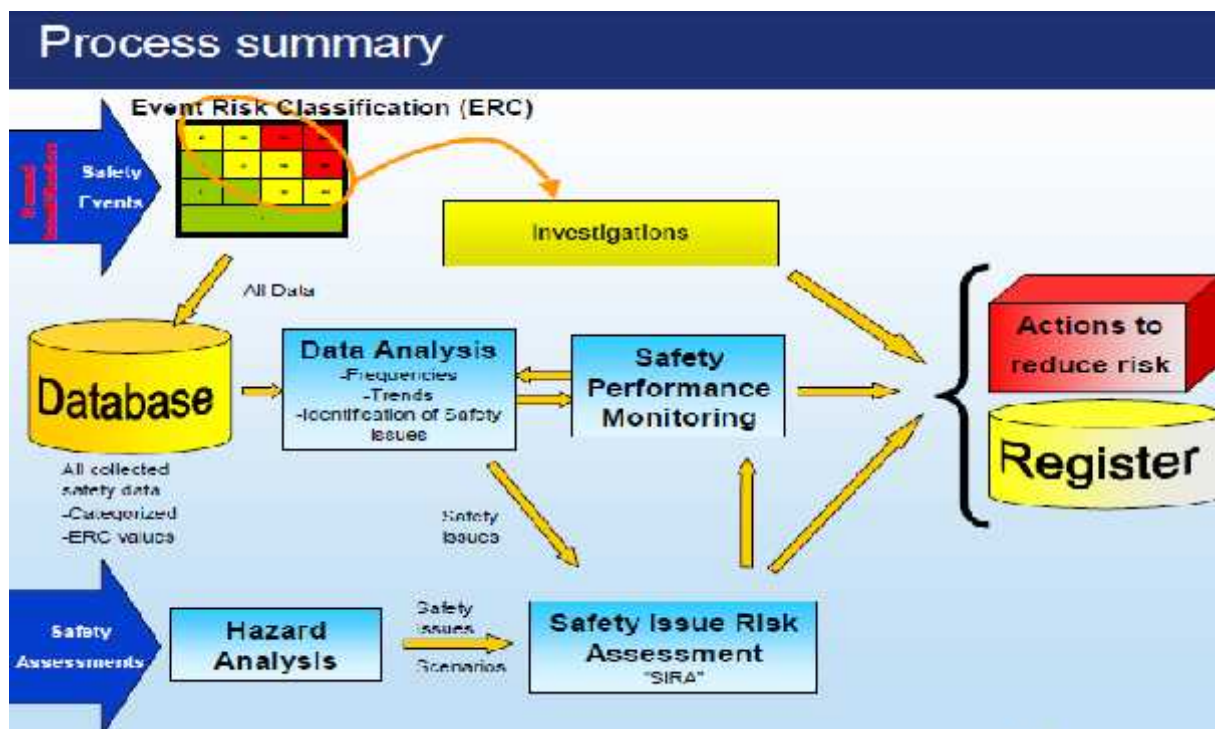


Figure 3.4 :L'organigramme de processus d'évaluation des risques.

### **Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC**

L'application pratique ERC proposé est une matrice de 4x4 et le résultat sera rouge, jaune ou vert. Une organisation nécessitera des événements rouge à étudier / actionnées immédiatement et jaunes à étudier, mais avec moins d'urgence. Le vert signifie "Déposer l'événement dans la base de données et l'utiliser pour l'analyse statistique et continue amélioration ». De cette façon, les événements jaunes et rouges peuvent conduire à l'action directe, sur la base sur une seule épreuve individuelle.

#### **2.6. L'objective de l'ERC :**

L'objectif principal de la classification des risques d'événements est d'agir comme le premier examen de l'ensemble de données de sécurité entrante et déterminer à quel moment une action urgente est nécessaire. Ce type de dépistage est nécessaire quelle que soit la méthodologie utilisée pour l'évaluation des risques. Typiquement, la classification du risque d'événement devrait avoir lieu de préférence dans un ou deux jours qui suivent l'événement et être effectuée par une personne ayant une expérience opérationnelle qui a été formé dans l'évaluation des risques.

La valeur ERC est basée sur deux questions:

- Si cet événement a dégénéré vers un accident, quelle aurait été l'issue la plus crédible de l'accident ?
- Quelle est l'efficacité des barrières qui subsistent entre cet événement et issue de l'accident le plus crédible?

Il est à noter que:

La première question cherche à déterminer le résultat de l'accident qui est le plus préoccupant lorsque ce genre d'incident se produit, ou, autrement dit «ce qui est l'accident que j'essaie d'éviter en ayant ces incidents signalés»? Cette question ne demande pas l'issue la plus probable, comme c'est habituellement «Rien» et donc ignore tout risque que l'événement porte, mais elle n'est pas nécessairement à la recherche de la pire issue possible, car le pire scénario ne serait pas forcément l'accident le plus évident auquel on s'attend. Par exemple, une collision au sol pendant le roulage serait un accident, mais rarement un avec 100% de décès.

Il est susceptible d'avoir une certaine subjectivité en tentant de répondre à la première question, et ce, en fonction de la façon dont on considère les facteurs à l'origine de l'événement. Cependant cette variation est traitée dans la question numéro deux à travers l'examen des obstacles qui subsistent, et donc la probabilité de ce résultat de l'accident. Les couleurs de risque et les valeurs de l'ERC visent à assurer que toute variation d'approche produit des résultats similaires en termes de risque.

La deuxième question ne considère que les obstacles restant, pour estimer la probabilité d'une nouvelle escalade dans le résultat le plus crédible de l'accident (de Question 1). La barrière, qui a arrêté l'escalade, sera prise en compte (car elle était toujours en place) ainsi que toutes les autres que nous pensions qu'elles sont restées en place. Les obstacles déjà échoué seront ignorés.

Il est clair qu'il y'a encore de la subjectivité dans la réponse à la deuxième question et que les connaissances des experts seront toujours tenues d'apporter des réponses catégoriques. Il est probable que certaines organisations choisissent de développer des méthodes pour réduire cette subjectivité.



### Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC

La référence dans la présente analyse doit être un accident, parce que l'évaluation des risques n'a de sens que par rapport à un accident. Ça ne change pas le fait que nous devons assurer la gestion des incidents qui ne sont pas réellement des accidents, et que nous devons reconnaître le fait que pour mesurer le risque associé à des incidents nous avons besoin d'y faire référence à l'issue accident. Dans certains cas, l'accident de référence pourrait être tellement minime qu'il ne serait pas considéré comme un accident, selon la définition de l'OACI. Ce qui explique l'utilisation de l'expression « résultat de l'accident ».

L'application pratique ERC proposé est une matrice 4x4, illustré dans la figure 3.5 ci-dessous :

Question 2 What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				Question 1 If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?		Typical accident scenarios
Effective	Limited	Minimal	Not effective	Catastrophic Accident	Major Accident	
60	102	502	2600	Loss of aircraft or multiple fatalities (3 or more)	Loss of control, mid air collision, uncontrollable fire on board, explosions, total structural failure of the aircraft, collision with terrain	
10	21	101	500	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft	High speed taxiway collision, major turbulence injuries	
2	4	20	100	Minor injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft	Pushback accident, minor weather damage
1				No accident outcome	No potential damage or injury could occur	Any event which could not escalate into an accident, even if it may have operational consequences (e.g. diversion, delay, individual sickness)

Figure 3.5 : La matrice ERC.

**Question 1:** "Si cet événement a dégénéré en un accident, ce qui aurait été issue de l'accident le plus crédible? "

Dans notre esprit, on essaye de dégénérer le cas dans le résultat de l'accident.

- S'il était pratiquement impossible que l'événement aurait dégénéré vers l'accident, alors vous êtes à la rangée du bas, à la valeur ERC 1.
- Si on peut imaginer les scénarios d'accidents crédibles (même si ceux improbables!), Puis envisager le scénario le plus crédible et juger de sa conséquence typique et prendre la ligne correspondante dans la matrice. Les «scénarios d'accidents typiques» figurant sur le droit de la matrice peuvent être utile.

**Question 2:** "Quel a été l'efficacité des barrières qui subsistent entre cet événement et le résultat de l'accident le plus crédible? "

Pour accéder à la "marge de sécurité" , on considère à la fois le nombre et la robustesse des obstacles qui subsistent entre cet événement et l'accident scénario à la question 1. .

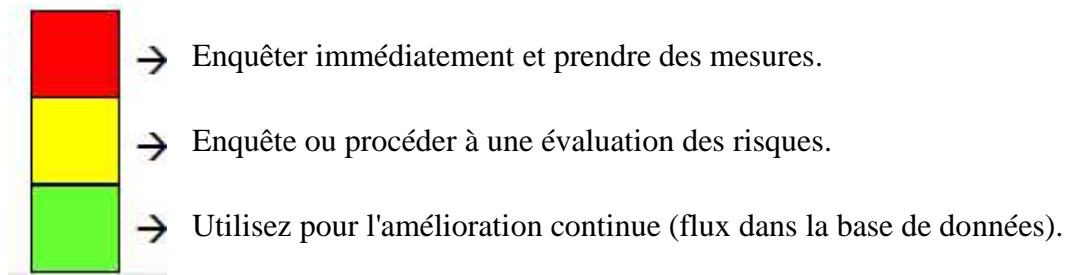
### Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC

Pour la sélection de la colonne verticale, on devra choisir :

- La colonne d'extrême droite, si la seule chose qui sépare entre l'événement et l'accident était une chance pure ou une compétence exceptionnelle.
- La troisième colonne de la gauche, si certains obstacles (s) étaient toujours en place mais leur totale d'efficacité était «minime».
- La deuxième colonne, si l'efficacité de la barrière (s) était "limitée". typiquement, il s'agit d'une situation anormale, plus exigeante à gérer, mais avec encore une marge de sécurité reste considérable.
- La colonne extrême gauche, si la marge de sécurité était «efficace», généralement composé de plusieurs bonnes barrières.

Il est bon de garder à l'esprit que les informations disponibles sur l'événement à ce stade peuvent être limitées et l'ERC est effectuée sur la base de cette information limitée. L'ERC à deux sorties :

- La première sortie est une recommandation sur ce qui devrait être fait à propos de l'événement. Par exemple, en utilisant la matrice ERC prévu, les résultats doivent être interprétés comme suit



Dans le cas d'un résultat rouge, l'événement nécessite une enquêteimmédiatement ainsi des mesures à prendre.

Dans le cas d'un résultat jaune, il peut être étudiée et / ou de risque évalué avecplus de raffinement. L'analyse de sécurité peut être sur la base de sa / son propre jugement, décider parfois sur une risque plus élevé que l'ERC devrait indiquer.

- La deuxième sortie de l'ERC est un nombre, appelé l'indice de risque ERC. Cet indice donne une valeur relative du risque quantitatif et est très utile dans la compilation des statistiques

S'il y'a plusieurs "résultats de l'accident" scénarios possibles que l'on peut imaginer, on doit lancer le processus ERC sur chacun et choisir celle qui donne l'indice de risque.

Dans la matrice ERC proposé, les indices de risque du 1er au 2500 et chaque carré la matrice a une valeur unique. S'il ya plusieurs "résultats de l'accident" scénarios possibles que l'on peut imaginer, on doit lancer le processus ERC sur chacun et choisir celle qui donne l'indice de risque le plus élevé.

### *Chapitre 3 : Présentation des méthodes : BOWTIE et ERC*

#### **CONCLUSIONS :**

Cette étude a pour objectif la démonstration de la maîtrise des risques par l'exploitant au travers d'une analyse croisée de la gravité des conséquences et de la probabilité d'occurrence annuelle des accidents majeurs identifiés. La méthode semi-quantitative du nœud papillon permet d'analyser les scénarios d'accident et d'estimer leur probabilité. Cet outil décrit les séquences d'évènements depuis un évènement initiateur jusqu'à un accident. Les barrières de sécurité intervenant en prévention et en protection sont déterminées, et leurs critères de performance analysés.

L'outil nœud papillon permet de mettre en œuvre une approche itérative en vue de démontrer la réduction des risques par l'ajout de nouvelles mesures de sécurité ou l'amélioration des mesures de sécurité existantes par exemple. Il permet d'estimer la probabilité finale de l'accident majeur en se basant sur la fréquence d'évènements initiateurs diminuée par les probabilités de défaillances associées aux barrières de sécurité. Si cette démarche est démonstrative et structurée, elle se confronte toutefois à des difficultés d'identifier une fréquence pour certains évènements initiateurs dits « rares ».

L'objectif principal de la classification de risque d'évènement est d'agir en tant que le premier étalonnage de toutes données entrantes de sécurité et pour identifier quand l'action d'urgence est nécessaire.

De l'étalonnage est nécessaire quelque méthodologie soit employée pour l'évaluation des risques. Typiquement, la classification de risque d'évènement devrait avoir lieu de préférence moins de un ou deux jours de l'évènement et soit effectué par une personne avec une expérience opérationnelle et qui a été formée dans l'évaluation des risques, ci-après appelée l'analyste de sécurité.

**CHAPITRE 4 : Etude de cas d'accident, analyse et commentaires.**

**CHAPITRE 4 :**  
**Etude de cas d'accident, analyse et commentaires.**

## **Introduction :**

Dans ce dernier chapitre, on va analyser l'accident de Boeing 727-200 à Tamanrasset qui appartient à la compagnie Air Algérie, pour une étude de cas, afin de déterminer les événements liés à la sécurité et à partir de la conclusion de l'enquête qui a été établie par le bureau d'enquête et d'analyse (BEA), et en remontons jusqu'aux barrières de sécurité qui ont été battues et les causes qui représentent les principaux facteurs déterminants lors de la survenue de cet accident, tout en application de la méthode BOW-TIE et ERC.

## **Première partie : Etude de cas d'accident et détermination des événements liés à la sécurité.**

### **1.1 Renseignements de base sur l'accident de Tamanrasset :**

➤ **Date de l'accident Aéronef :**

Jeudi 6 mars 2003 à 14 h 15 min (heure UTC)

➤ **Aéronef :**

Boeing 737-200 Immatriculé 7T-VEZ

➤ **Lieu de l'accident :**

Aérodrome de Tamanrasset Aguenar

➤ **Propriétaire :**

Air Algérie

➤ **Exploitant :**

Air Algérie

➤ **Nature du vol Exploitant :**

Transport public de passagers

Vol intérieur régulier DAH 6289

Tamanrasset - Ghardaïa – Alger

➤ **Personnes à bord :**

2 PNT

4 PNC

97 passagers.

### **1.2. Résumé de l'accident :**

Au cours du décollage en piste 02 de l'aérodrome de Tamanrasset Aguenar, un bruit sec et sourd est entendu peu après la rotation. Le moteur gauche vient de tomber en panne. L'avion fait une embardée à gauche. Le commandant de bord prend les commandes. L'avion perd progressivement de la vitesse, décroche et s'écrase, train toujours sorti, à environ mille six cent quarante-cinq mètres du point d'envol, à gauche de l'axe de piste.

### 1.3. Conséquences :

				Matériel
	Tué(s)	Bléssé(s)	Indemné(s)	détruit
Equipage	6	-	-	
Passagers	96	1	-	
Tiers	-	-	-	

#### 4.1. Tableau qui représente le bilan humain et matériel de l'accident.

### 1.4. Renseignements sur l'aérodrome :

Tamanrasset Aguenar, de coordonnées 022° 48' 40'' N et 005° 27' 03'' E, est un aérodrome civil contrôlé ouvert à la circulation aérienne publique. Il dispose de deux pistes :

- 02/20 longueur 3 600 m, largeur 45 m ;
- 08/26 longueur 3 100 m, largeur 45 m.

Son altitude de référence est de 1 377 mètres. Le niveau de protection des services de sécurité sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronef (SSLIA) est de 7 (classification OACI), ce qui correspond à deux véhicules armés par quatre pompiers d'aérodrome et encadrés par un chef de manœuvre.

### 1.5.Synthèse :

Après l'exploitation de deux enregistrements : l'enregistreur phonique (CVR) et l'enregistreur de paramètres (FDR), il a été marqué les éléments suivants :

- La préparation du vol est effectuée par le copilote seul. A sa demande, le commandant de bord l'autorise à effectuer l'étape.
- Le chef de cabine est présent par intermittence dans le poste de pilotage lors la préparation du vol et lors du décollage ; il s'entretient avec le commandant de bord.
- Le copilote commence le briefing avant décollage en annonçant les vitesses V1 (144 kt), VR (146 kt) et V2 (150 kt) ; il est interrompu par le commandant de bord.
- A 14 h 12 min 47 s, l'équipage est autorisé à s'aligner en piste 02 et à décoller. Le vent transmis par le contrôleur de la tour vient du 330° pour 12 kt.
- A 14 h 14 min 47 s, soit cinquante-deux secondes après la mise en puissance des moteurs, le commandant de bord annonce la mise en rotation de l'avion, à environ 150 kt. Le cap magnétique est de 020°.
- A 14 h 14 min 51 s, la vitesse de l'avion atteint 160 kt ; elle décroît ensuite jusqu'à la fin du vol.
- A 14 h 14 min 52 s, le copilote demande la rentrée du train (annonce Gear Up) ;

Cette demande est immédiatement suivie par un bruit sec et sourd. La vitesse de

- l'avion est alors de 158 kt, sa hauteur par rapport au seuil de piste 02 de 78 ft et son cap magnétique de 018°.
- L'avion vire à gauche et à 14 h 14 min 55 s, son cap magnétique est de 008°. Une série d'exclamations, suivie de « qu'est-ce qui se passe », est entendue de la part du copilote.
- A partir de 14 h 15 min, le commandant de bord demande à plusieurs reprises au copilote de lâcher les commandes. Le copilote collationne et, trois secondes plus tard, propose au commandant de bord de rentrer le train. Il n'y a pas de réponse.
- A 14 h 15 min 04 s, le copilote annonce « on a un petit problème » au contrôleur.
- A 14 h 15 min 06 s, le bruit du vibreur de manche est entendu pendant une seconde. La hauteur de l'avion par rapport au seuil de piste 02 est alors maximale (398 ft). Sa vitesse est de 134 kt.
- A 14 h 15 min 08 s, le bruit du vibreur de manche est entendu pendant une demi-seconde.
- A 14 h 15 min 10 s, une alarme GPWS DON'T SINK est entendue. A partir du même moment, le bruit du vibreur de manche est entendu continûment jusqu'à la fin de l'enregistrement.
- A 14 h 15 min 15 s, une deuxième alarme GPWS DON'T SINK est entendue. Les deux enregistreurs s'arrêtent juste après. La hauteur de l'avion par rapport au seuil de piste 02 est alors de 335 ft, sa vitesse est de 126 kt et son cap magnétique est de 005°.

## **1.6 – ANALYSE :**

### **1.6.1 Scénario de l'accident :**

- Préparation du vol et roulage :

La préparation du vol a été effectuée par le copilote seul, le commandant de bord arrivant tardivement. Il faut noter la présence du chef de cabine dans le poste de pilotage, ce qui a contribué à écourter la check-list commencée par le copilote avec l'annonce des vitesses retenues pour le décollage.

Ce manque de rigueur dans la préparation du vol a été également constaté lors du roulage, avec la non-observation de l'esprit « cockpit stérile ». Plus généralement, à aucun moment le CVR ne fait apparaître de concertation ou de briefing lié à l'éventualité d'une anomalie au décollage, comme préconisé par les procédures d'Air Algérie. L'équipage n'était vraisemblablement pas suffisamment préparé psychologiquement à faire face à un éventuel problème. Le roulage a été immédiatement suivi de la mise en puissance des moteurs avec une EPR de 2,18 qui correspond à l'utilisation d'une poussée maximale avec le conditionnement d'air en fonctionnement.
- Défaillance du moteur gauche lors du décollage :

La mise en puissance des moteurs, la mise en vitesse de l'avion et les appels standards ont été réalisés normalement jusqu'à la rotation. Les difficultés sont survenues brutalement, au moment précis de l'annonce de rentrée de train.

Tous les éléments et les pièces trouvées sur la piste à proximité de l'endroit où l'avion a pris son envol et l'altération de cap de douze degrés vers la gauche, montrent que l'équipage a alors dû faire face à une défaillance contenue du moteur gauche.

Les examens ont montré que le problème provenait de l'étage haute-pression de la turbine placé juste après la chambre de combustion. La rupture d'une pièce de dimension relativement importante a provoqué la destruction immédiate de la turbine haute pression et la dégradation consécutive de la turbine basse pression.

L'avarie a provoqué une forte réduction de la vitesse de rotation et de la poussée du moteur, sans conduire à son extinction.

Outre la tendance au départ de l'avion en lacet vers la gauche, les dégâts au moteur gauche se sont normalement traduits dans le poste de pilotage par une diminution rapide des indications de performance de ce moteur et une alarme visuelle de pression d'huile, sans alarme feu.

#### 1.6.2. Gestion de la panne lors de la montée initiale :

##### ➤ Coordination de l'équipage :

L'équipage qui était dans la situation d'un vol de routine s'est vu en une fraction de seconde confronté à une situation d'urgence nécessitant une disponibilité, une coordination et une concentration extrêmes, situation à laquelle on a vu qu'il ne s'était pas particulièrement préparé. Dans ce contexte, le commandant de bord n'a pas collationné la demande de rentrée du train d'atterrissage et ne l'a pas exécutée.

Il n'y a pas eu d'annonce de la panne, il n'a pas été fait mention d'éventuelles alarmes visuelles comme celle liée à la pression d'huile. Seules quelques exclamations de la part du copilote ont été entendues. Même les annonces liées au pilotage de l'avion (vitesse, vario, assiette, etc.) n'ont plus été effectuées. Ainsi, après la panne, il n'y a plus de formalisation des actions de travail en équipage, ni a fortiori de coordination sur la gestion du problème rencontré.

Un autre élément intervient alors : après huit secondes, le commandant de bord a pris les commandes de l'avion, sans qu'il y ait de demande du copilote ni utilisation des termes prévus pour le passage des commandes.

On ne peut savoir ce qui a motivé cette décision.

- S'est-il rendu compte que le copilote éprouvait des difficultés à contrôler l'avion, ou du moins l'a-t-il pensé ?
- A-t-il préféré reprendre les commandes, estimant que c'était de sa responsabilité de commandant de bord ?

On ne sait pas non plus si sa prise explicite des commandes (*laisse*) n'a pas été précédée d'une intervention sur les commandes.

Quoi qu'il en soit, l'absence de coordination entre les pilotes au moment du transfert des tâches a conduit le commandant de bord à gérer une situation d'urgence qu'il n'avait pas eu le temps d'analyser complètement. Pour les mêmes raisons, il ne s'est



pas appuyé sur son copilote à qui il a simplement demandé à plusieurs reprises de lâcher (les commandes). Il a d'ailleurs vraisemblablement rencontré des difficultés dans ce transfert des commandes, compte tenu de la répétition des termes *lâche* et *enlève ta main* et ce, jusqu'à la fin de l'enregistrement. Quant au copilote, il semble avoir exécuté les ordres du commandant de bord en collationnant par l'affirmative et en faisant preuve d'une certaine disponibilité (proposition de rentrée du train - message radio à la tour de contrôle avec le micro à main) mais sans avoir de certitude sur le rôle qu'il devait jouer, ce qui pourrait par exemple s'être traduit par un placement de ses mains sur le manche au moment des alarmes de décrochage et expliquerait les nouvelles demandes du commandant de bord. De ce fait, il n'a pas assuré entièrement ses nouvelles fonctions de PNF et n'a pas surveillé ou au moins annoncé les valeurs de la vitesse qui allaient en décroissant. Sa proposition de rentrée du train n'a probablement même pas été perçue par le commandant de bord, du fait de sa soudaine surcharge de travail.

➤ **Maintien du taux de montée :**

Juste après la rotation, la vitesse verticale calculée à partir des données FDR était comprise entre 1 400 et 1 800 ft par minute. Ceci s'explique par la vitesse initiale de l'avion, soit 160 kt, et l'affichage d'une assiette estimée à environ 18°. Une telle assiette correspond à une montée avec les deux moteurs en fonctionnement nominal. La vitesse de l'avion a diminué progressivement.

Selon les procédures de la compagnie, la montée initiale sur un moteur doit s'effectuer train rentré et en maintenant la vitesse de sécurité V2 jusqu'à l'altitude de sécurité. Or, le train n'a jamais été rentré. Dans les conditions de l'accident (masse, altitude aérodrome et température élevées), les calculs et les simulations effectués montrent qu'il est alors difficile de maintenir un vario positif. L'altitude ayant continué à croître au même taux, il était logique qu'il y ait diminution progressive de la vitesse.

Le commandant de bord a récupéré les commandes en étant en dehors de la boucle de pilotage dans une situation critique. Ceci l'a probablement conduit à se focaliser sur une assiette de l'avion incompatible avec la défaillance d'un moteur. Sa décision de reprendre les commandes ne lui a pas permis d'élaborer et de superviser la stratégie à adopter pour la conduite du vol.

La défaillance du moteur gauche a coïncidé avec la demande du copilote de rentrer le train d'atterrissage et perturbé l'action. Le copilote a de nouveau mentionné la rentrée du train mais, à cet instant, la répartition des tâches était inversée. Il revenait au commandant de bord de demander la rentrée du train. Au final, le train est resté sorti jusqu'à l'impact.

Les performances aérodynamiques de l'avion se sont ensuite rapidement dégradées, notamment en raison de la non-entrée du train qui s'est ajouté au maintien d'une assiette élevée. De plus, il convient de souligner que l'altitude élevée du terrain, la température du jour ainsi qu'une masse au décollage proche de la masse maximale ont également contribué à limiter les performances de l'avion. Lors de la montée initiale, l'assiette

importante et le lacet induit par la défaillance du moteur gauche (qui a eu pour effet l'augmentation de la traînée à un instant critique) se sont ajoutés aux éléments précédents.

### 1.6.3. Perte de contrôle de l'avion

La forte assiette et la diminution de vitesse ont amené l'avion à une situation de décrochage. Environ quatorze secondes après le bruit qui suit la demande de rentrée du train, le vibreur de manche (dispositif qui alerte l'équipage à 7 % de la vitesse de décrochage) a commencé à fonctionner, d'abord de façon intermittente, puis continue, jusqu'à la fin de l'enregistrement. L'alarme vocale synthétique DON'T SINK a indiqué à l'équipage que l'avion s'enfonçait. L'assiette a vraisemblablement été maintenue jusqu'à l'impact avec le sol, comme le montre l'examen du site. Sur l'épave, le compensateur de profondeur a été retrouvé dans la position prévue pour un décollage normal, ce qui conforte cette hypothèse.

L'examen du site montre que l'arrière de l'avion a heurté le sol en premier dans une situation de décrochage avec une forte assiette. La conservation d'une assiette de montée excessive jusqu'à l'accident peut s'expliquer par une certaine focalisation du commandant de bord sur ce paramètre (« refus » du sol dans un environnement rocheux impropre à un atterrissage d'urgence).

L'arrêt des enregistreurs s'est produit alors que l'avion se trouvait en situation de décrochage. Cet arrêt est lié à une perte de génération électrique. La commission n'a pas pu déterminer l'origine précise de cette perte de génération électrique survenue dans une situation inusuelle, très peu de temps avant l'impact.

### **1.7. Répartition des tâches au sein de l'équipage :**

Le scénario ci-dessus fait apparaître un manque de coordination, une absence de contrôle mutuel et une déviation des procédures. Les problèmes rencontrés n'ont pas été formalisés par l'équipage. La prise des commandes par le commandant de bord sans concertation avec le copilote, mettant ce dernier en dehors de la boucle, a eu lieu avant l'identification de la panne. Ce soudain changement a déstabilisé la répartition des tâches et donc le travail en équipage. La gestion de la trajectoire et la stratégie du vol s'en sont trouvées affectées.

### **1.8. La méthode de BOW-TIE :**

Afin d'analyser la cause probable de l'accident de Tamanrasset, on a choisi la méthode de BOW-TIE pour le modéliser sur cet accident.

Le modèle de BOW-TIE décrit l'accident comme un système qui comporte les composants suivants : le risque, l'événement redouté, le danger, les conséquences et les barrières de sécurité qui empêchent les menaces de se matérialiser.

Liée à la gestion de conséquence, le risque représente un facteur existant, non contrôlé, Le risque peut être par exemple : une source d'énergie, matériel, condition ou objet.

Les risques typiques à l'aviation sont par exemples : autres avions, le temps, la terre etc...

Un événement redouté décrit une situation dans laquelle le contrôle ou la gestion d'un risque est perdue, 'est qui veut dire, que le risque est matérialisé.

Les dangers sont résumé dans l'évènement redouté a moins que les barrières de sécurité excluent ceci de l'évènement.

Les barrières de sécurité de prévision peuvent être : des règles (réglementation), du pratique (formation), équipement (technologies) ou des personnes censés d'arrêter le progrès de la chaîne causale avant qu'elle transforme en évènement redouté

Les conséquences aussi décrivent les effets d'un événement redouté et représentent le point résulte de la chaîne de cause

Les commandes de rétablissement (les barrières de sécurité de protection), va empêcher ou atténuer les conséquences d'un événement redouté.

## **1.9. La représentation graphique du modèle de BOW-TIE :**

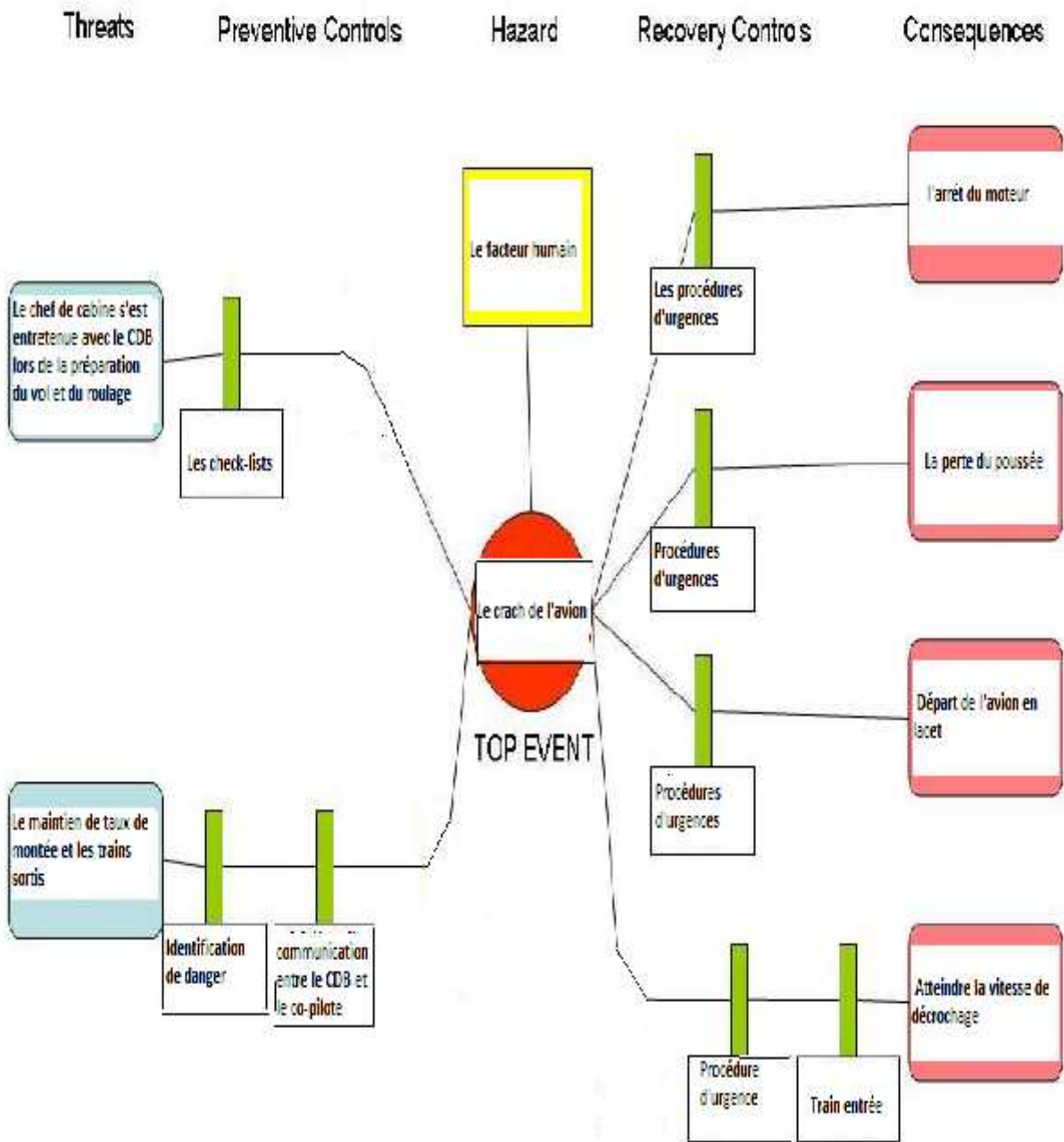


Figure 4.1 : Schéma du modèle de BOW-TIE modélisé sur l'accident d Tamanrasset.

1.10. La méthode de classification des risques événements (ERC) :

Dans la méthode ERC, on doit garder à l'esprit que pendant la réalisation de l'ERC, la personne qui chargée de la classification devra se baser uniquement sur l'information du rapport de sécurité, parfois cette information est très limitée, c'est l'une des raisons pour laquelle l'ERC n'est pas considéré comme une évaluation de risque de filtrage final, mais il s'agit plutôt d'une première classification des événements dont le risque est évalué.

Notre cas reflète également la réalité, au moment de l'étude de cet accident, le lecteur ne pourrait pas toujours penser que le résultat donné de l'évaluation est le plus approprié.

Le résultat réel exact de l'évaluation n'est pas la question principale dans ce cas.

Le but principal est d'illustrer la méthodologie et les processus de raisonnement employés pour faire les évaluations.

Comme on a vu dans la deuxième partie du chapitre 3, l'objectif principal de la classification des risques d'événements est d'agir comme le premier examen de l'ensemble de données de sécurité entrante et déterminer à quel moment une action urgente est nécessaire.

Et pour trouver la valeur ERC il faut répondre à ces deux questions :

- Si cet événement a dégénéré vers un accident, ce qui aurait été l'issue (le résultat) de l'accident le plus crédible?
- Quelle est l'efficacité des barrières qui subsistent entre cet événement et le résultat de l'accident le plus crédible?

Les couleurs de risque et les valeurs de l'ERC visent à assurer que toute variation d'approche produit des résultats similaires en termes de risque.

#### **1.10.1. La réponse sur la question 1 :**

Dans la réponse il faut penser comment l'événement pourrait dégénérer vers l'accident (voir les exemples à la droite de la matrice d'ERC). Typiquement, cela pourrait être dû aux actions faites par les personnes impliquées, la manière dont le risque interfère le vol, et le comportement de barrière de sécurité.

- Ne pas filtrer les scénarios improbables. La Question 2 aura pris la (faible) probabilité en compte.
- Parmi les scénarios qui dégénèrent en accident, on choisit le plus crédible, et on sélectionne la ligne correspondante dans la matrice.
  
- Dans notre cas, l'événement a dégénéré vers un accident catastrophique, et le résultat c'était la défaillance structurale totale de l'avion.
- la "probabilité" aspect du risque sera pris en compte dans la question 2 ci-dessous. Ici, l'important est de se concentrer sur l'identification du scénario de l'accident.

Cela nous amène à sélectionner la ligne supérieure de la matrice ERC:

Question 2 What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				Question 1 If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?		Typical accident scenarios
Effective	Limited	Minimal	Not effective	Catastrophic Accident	Loss of aircraft or multiple fatalities (3 or more)	
60	102	503	2600	Major Accident	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft	Loss of control, mid air collision, uncontrollable fire on board, explosions, total structural failure of the aircraft, collision with terrain
10	21	101	500	Minor Injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft	High speed taxiway collision, major turbulence injuries
2	4	20	100	No accident outcome	No potential damage or injury could occur	Pushback accident, minor weather damage
1						Any event which could not escalate into an accident, even if it may have operational consequences (e.g. diversion, delay, individual sickness)

**Figure 4.2 : Matrice ERC.**

1.10.2. La réponse sur la question 2 :

- Afin d'évaluer la marge de sécurité, on considère à la fois le nombre et la robustesse des obstacles qui subsistent entre cet événement et le scénario d'accident identifié à la question 1.
- Les obstacles qui ont déjà échoué sont ignorés
- On Sélectionne la colonne de choix.

Le scénario de l'accident commence par un bruit sec et sourd qui est entendu peu après la rotation, avant que le moteur gauche ne tombe en panne. L'avion fait une embardée à gauche. Le commandant de bord prend les commandes. L'avion perd progressivement de la vitesse, décroche et s'écrase, avec train sorti. Cette deuxième question doit maintenant avoir une réponse par rapport à ce scénario. La barrière qui avait le potentielle d'empêché ce scénario a dégénéré vers l'accident c'était l'application de la procédure d'urgence (One Engine Out Procédure) ainsi que l'application de la check List (la rentrée du train) aurait été une autre potentielle barrière et la communication entre le commandant de bord et le co-pilote un troisième. Quelle est l'efficacité combinée de ces obstacles?

L'application de la procédure d'urgence est une barrière de sécurité de protection très efficace dans des situations pareilles, mais nécessite en même temps une identification rapide et sur du danger ainsi qu'une communication entre le pilote commandant de bord et le co-pilote dont la réglementation, Par conséquent, entre la situation réelle et le scénario considéré, il y avait au meilleures barrières 'minimales', mais il est plus probable que nous considérons qu'il n'y avait pas des barrières efficaces. Cela correspond la colonne de droite ("pas efficace").

La couleur résultante est rouge et l'indice de risque est 2500 Typiquement, le statut rouge serait suggèrent que des mesures immédiates doivent être prises pour réduire le risque associé à ce cas.

Question 2 What was the effectiveness of the remaining barriers between this event and the most credible accident scenario?				Question 1 If this event had escalated into an accident outcome, what would have been the most credible outcome?		Typical accident scenarios
Effective	Limited	Minimal	Not effective			
50	102	502	2500	Catastrophic Accident	Loss of aircraft or multiple fatalities (2 or more)	Loss of control, mid air collision, uncontrollable fire on board, explosions, total structural failure of the aircraft, collision with terrain
10	21	101	500	Major Accident	1 or 2 fatalities, multiple serious injuries, major damage to the aircraft	High speed taxiway collision, major turbulence injuries
2	4	20	100	Minor injuries or damage	Minor injuries, minor damage to aircraft	Pushback accident, minor weather damage
1				No accident outcome	No potential damage or injury could occur	Any event which could not escalate into an accident, even if it may have operational consequences (e.g. diversion, delay, individual sickness)

**Figure 4.3 : Matrice ERC (sélection de l'indice de risque).**

## Deuxième partie : Analyse et commentaire.

### 2.1. Analyse :

Après la représentation de tous les évènements liée à la sécurité qui correspond à l'accident de Tamanrasset, avec la méthode de BOW-TIE et la méthode ERC, dans cette deuxième partie on décortique tous ces évènements.

On commence avec l'arbre de défaillances :

#### 2.1.1. Les risques :

- Le chef de cabine s'est entretenu à diverses reprises avec le commandant de bord lors de la préparation du vol et du roulage : ce qui n'est pas conforme aux procédures réglementaires exigées par l'OACI, ce risque a causé la destruction de la barrière de sécurité de prévision (la réglementation).
- Un autre risque a été tiré de l'enquête, c'est le maintien de taux de montée après la panne du moteur, et avec les trains positionnés sortis, ce risque a cassé d'autres barrières de sécurité préventives comme l'identification du danger et la communication entre le pilote et son Co-équipier qui a été absent.

#### 2.1.2. Les barrières de sécurité préventives :

- On trouve en première position les check List avant mise en route et avant décollage n'ont pas été effectuées.
- Il n'y a pas eu de communication entre le commandant de bord et le copilote relative à une urgence (identification de la nature du problème).

#### 2.1.3. Les barrières de sécurité de protection :

- Les procédures d'urgences n'ont pas été évoquées lors de la panne moteur.
- Le rentré du train n'était pas une barrière de protection efficace.

#### 2.1.4. Les conséquences :

- L'arrêt du moteur.
- La perte du poussé.
- Départ de l'avion en lacet.
- Atteindre la vitesse de décrochage.



## **2.2. Commentaires :**

### **2.2.1. Causes probables de l'accident :**

L'accident résulte de la perte d'un moteur lors d'une phase critique du vol, de l'absence de rentrée du train après la panne moteur et de la prise des commandes par le commandant de bord, PNF, avant d'avoir entièrement identifié la panne.

Ont probablement contribué à l'accident :

- la préparation sommaire du vol qui n'a pas permis à l'équipage de se mettre dans les conditions d'être à même de faire face à une situation survenue à un moment critique du vol ;
- la coïncidence entre l'occurrence de la panne et la demande de rentrée du train ;
- la rapidité de l'événement qui laissait peu de temps à l'équipage pour récupérer la situation ;
- le maintien d'un taux de montée inadapté, compte tenu de la défaillance d'un moteur ;
- l'absence après la panne de travail en équipage, ce qui s'est traduit par la non détection et la non correction des paramètres de conduite du vol (vitesse, taux de montée, configuration, etc.)
- une masse au décollage proche de la masse maximale avec une altitude aéroport et une température élevées ;
- l'environnement rocheux de l'aéroport, impropre à un atterrissage d'urgence.

### **2.2.2. RECOMMANDATIONS DE SECURITE :**

L'accident du 7T-VEZ a mis en évidence des faiblesses dans le domaine de la répartition des tâches, du contrôle mutuel et du transfert des commandes. En conséquence, la commission d'enquête recommande que :

- Air Algérie, ainsi que les autres exploitants, s'assurent que leur programme de formation complémentaire de type CRM sensibilise effectivement les équipages au strict respect des procédures de transfert et de répartition des tâches.
- la Direction de l'Aviation Civile et la Météorologie (DACM) mette en place un organisme d'inspection d'application des procédures et de conformité de la formation des personnels navigants. Considérant que la sécurité des vols ne peut que bénéficier des apports d'un système de retour d'expérience s'appuyant complètement sur les événements survenus en exploitation, la commission d'enquête recommande que :
  - la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie s'assure que Air Algérie et les autres exploitants mettent en place un programme de sécurité des vols qui associe le retour d'expérience et l'analyse systématique des données de vol. Enfin, considérant l'importance d'un dialogue permanent en matière de sécurité avec une structure de retour d'expérience nationale, la commission d'enquête recommande que :
- le Ministère des Transports établisse une structure permanente d'enquêtes relatives aux incidents et accidents d'aviation civile.



### **Conclusion générale :**

L'analyse de cet accident du 7T-VEZ a montré clairement que le facteur humain était la principale cause des défaillances qui ont mené vers l'événement final, à savoir le crash de l'appareil, ceci nous oblige à garder toujours à l'esprit les limitations que l'humain impose au cours de nos évaluations des risques, et de mettre systématiquement des barrières efficaces et mises à jours périodiquement afin de maîtriser le risque résultant et de le maintenir à un niveau acceptable.

Les deux pilotes ont pris une succession de décisions fausses ou insuffisantes aussi bien pendant la planification du vol que pendant le décollage. Ces mauvaises décisions ont fait tomber un nombre considérable de défenses ce qui a induit une matérialisation du risque, rendant l'issue finale inévitable.

En fin, l'analyse de cette accident aussi bien par la méthode BOW-TIE que par la méthode ERC, nous a amenés à conclure que des actions correctives globales doivent être prises à tous les niveaux (Compagnie et Autorité), pour éviter qu'une telle situation ne se reproduise, et afin de ramener le risque crée par de telles défaillances humaines à un niveau acceptable

## **Bibliographie**

- 1- Annexe 19 : Système de gestion de sécurité. (OACI)
- 2- Manuel de système de gestion de sécurité. (OACI)
- 3- A causal model for the assessment of third party risk around airports(Ministerie van Verkeer en Waterstaat –April 2000)
- 4- Examining the Influence of Safety Management in the Personal Spaceflight Industry(Unpublished Doctoral thesis, City University London)
- 5- The ARMS Methodology for Operational Risk Assessment in Aviation Organisations (Developed by the ARMS Working Group, 2007-2010)
- 6- Safety Methods Database (Mariken H.C. Everdij (NLR), Henk A.P. Blom (NLR))
- 7- Risk Analysis in Take-Off Procedure.
- 8- Airside Safety Management
- 9- Plan pour la sécurité de l'aviation dans le monde (document OACI).
- 10- A System for Managing Risk.
- 11- The Bowtie Methodology (Enterprise Business Centre Admiral Court)
- 12- Rapport sur l'accident survenu le 6 mars 2003 à Tamanrasset au Boeing 737-200 immatriculé 7T-VEZexploité par Air Algérie.
- 13- Rapport sur la sécurité aérienne 2013 (DGAC)
- 14- Site internet:
  - Site web: <http://aviation-safety.net/>
  - Site web: <http://www.tc.gc.ca/fra>
  - Site web: <http://www.bea.aéro>