

*République Algérienne Démocratique Et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique*

*Université Saâd Dahleb De Blida.*  
*Faculté Des Science De L'ingénieur.*  
*Département D'Aéronautique.*  
*Option : OPERATIONS AERIENNES.*

*Mémoire De Fin D'Etudes*  
*Mémoire De Fin D'Etudes*  
*Pour L'obtention Du Diplôme d'Ingénieur En Aéronautique.*

*Thème :*



*Réalisés par :*

*Mr : Moudjed Mohamed*  
*Mr : Benotmane Abdelmoumene*

*Dirigé par :*

*Mr : Drioueche*

*Année Universitaire: 2009/2010.*

## ملخص:

- حاولنا في هذا العمل توضيح مدى أهمية نظام تسيير الأمان في مجال الطيران و خاصة في مجال الصيانة, بالبدء بدراسة العناصر الأساسية لهذا النظام (عامّة) ثم كيفية تطبيقه في مجال الصيانة.
- في النهاية حاولنا دراسة حالات حقيقية لبعض الحوادث وتصحيحها مستعملين هذا الأخير.

## RESUME :

- On a essayé dans ce travail de démontrer l'importance du système de gestion de sécurité (SMS) dans le domaine aéronautique surtout dans la maintenance, en étudiant en premier les éléments clés et de base de ce système (en générale), et après la façon de l'intégrer dans la maintenance.
- A la fin on a essayé d'étudier des cas réels d'incidents et de les remédier en appliquant ce dernier.

## SUMMARY :

- We tried in this work to show the value of the safety Management system (SMS) in the aeronautical field specially in the maintenance, by studying first the basic elements of this system (generally) and the way to integrate it in the maintenance.
- Finally we tried to study real cases of incidents and to fix it using this last.

# REMERCIEMENTS

*Avant d'exposer notre modeste travail nous remercions le bon dieu de tout puissant de nous avoir donné la vie, le courage et la santé pour finir notre mémoire.*

*Il nous tient a cœur remercier aussi nos chers parents pour leur soutien durant toute la période de travail.*

*Nous remercions ainsi notre promoteur **Mr : DRIOUCHÉ** qui a bien voulu diriger notre travail et aussi pour les conseils qu'il na pas cesse de nous prodiguer.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements et notre profonde gratitude au :  
Président et membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail.*

*A tous les enseignants qui ont contribue à notre formation du primaire jusqu à l'université.  
Des spéciaux remerciements à **Mr. Bellouti, Mr. termilil, Hawati Lamia et Abdelslem**, pour leur aide.*

*Pou tout personne ayant participée de loin au de prêt de notre mémoire de fin d'études.*

# DEDICACE

*Que ce modeste travail au j'ai tous donné en mettant mes connaissances, ma curiosité, ma patience et surtout mes espoirs, vous apporte toutes la joie du monde, toutes les satisfactions et tout le bonheur que vous désirez et que vous méritez parfaitement.*

- *Mon cher père, mon guide et mon ami depuis mon enfance, qui dieu m'aide à lui rendre un petite peu de ce qui m'a donné.*
- *Ma très chère mère qu'attend avec impatience ma soutenance comme elle attendait ma naissance et à qui je souhaite la joie et le bonheur, et que dieu la protège.*
- *Mes chers frères : Abdelrahim et le petit Mohamed Anouar.*
- *Mes chères sœurs : Marwa et la petite Safa .*
- *Et à toutes ma famille.*
- *Mon binôme pour sa patience et sa compréhension ainsi qu'à toute sa famille.*
- *Mes amis : Adel, Samir, Abdou, Farid ,Mouadh ,Slimane Badrou ,Bioti, Majid ,Sofiane, Mostapha , Abdelkader, Moh, Nabil, Walid ,Hamoudi, Ali, Zaki, Houari, Hassen 02,Ahmed Boudey, Mohamed Cherif, Haroun, , Ibrahim, Moussa, Fatah.*

*Je dédie ce modeste travail.*

**ABDELMOUMEN**

# DEDICACE

*Que ce modeste travail au j'ai tous donné en mettant mes connaissances, ma curiosité, ma patience et surtout mes espoirs, vous apporte toutes la joie du monde, toutes les satisfactions et tout le bonheur que vous désirez et que vous méritez parfaitement.*

- *Mon cher père, mon guide et mon ami depuis mon enfance, qui dieu m'aide à lui rendre un petite peu de ce qui m'a donné.*
- *Ma très chère mère qu'attend avec impatience ma soutenance comme elle attendait ma naissance et à qui je souhaite un prompt rétablissement, elle est la lumière et l'oxygène pour moi. que dieu la protège.*
- *Mon chers frère.*
- *Mes chères sœurs : .*
- *Mon binôme pour sa patience et sa compréhension ainsi qu'à toute sa famille.*
- *Mes amis : Nabil, Walid, hamoudi, Ali, Zaki, howari, Hassen 02, mohamed cherif, Haruon, Boudjamaa, Ibrahim, moussa, Fatah, Samir. sens oublie la grande yakouta*
- *Touts les gens de **TLAGHMA**.*

*Je dédie ce modeste travail.*

**MOHAMED**

# DEDICACE

*Que ce modeste travail au j'ai tous donné en mettant mes connaissances, ma curiosité, ma patience et surtout mes espoires, vous apporte toutes la joie du monde, toutes les satisfactions et tout le bonheur que vous désirez et que vous méritez parfaitement.*

- *Mon cher père, mon guide et mon ami depuis mon enfance, qui dieu m'aide à lui rendre un petite peu de ce qui m'a donné.*
- *Ma très chère mère qu'attend avec impatience ma soutenance comme elle attendait ma naissance.*
- *Ma très chère : Nour.*
- *Mon cher frère : Farouk.*
- *Mes chères sœurs : Rima, Saida et Yakouta.*
- *Les petits : Zinou, Islam, Chamse Edine, Alaa Edine(nanou).*
- *Mon binôme pour sa patience et sa compréhension ainsi qu'à toute sa famille.*
- *Mes amis : Nabil, Walid, Said, Hassine, Hamoudi, Salama, Ali, Zaki, Howari, Hassen 02, Abd Slemme, Mohamed Cherif, Haroune, , Ibrahim, Moussa, Fatah, Samir, Adel, Abdou, Farid, Walid 21, Mouadh , Slimane , Badrou , Bioti, Majid.*

*Je dédie ce modeste travail.*

**MOHAMED**

# SOMMAIRE :

**INTRODUCTION GENERAL.....1**

## **CHAPITRE N°1 : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA GESTION DE SECURITE**

I.1/ Le concept de sécurité.....	2
I.2/ Exigences de l'OACI.....	2
I-2-1/ niveau de sécurité acceptable .....	4
I.3/ Les intervenants dans le domaine de la sécurité.....	6
I-4/ distinction entre accident et incident.....	7
I-5/ Facteurs culturels .....	8
I-6/ Philosophie de la gestion de la sécurité.....	10
I-6-1/ Fonction de gestion essentielle.....	10
I-6-1-1/ Fonction de gestion essentielle.....	10
I-6-1-2/ Approche systémique.....	11
I-6-1-3/ Sécurité du système.....	11
I-6-2/ Facteurs affectant la sécurité du système .....	12
I-6-2-1/ Défaillances actives et conditions latentes.....	12
I-6-2-2/ Défectuosités des équipements .....	12
I-6-2-3/ Erreur humaine.....	13
I-6-2-4/ Conception du système.....	13
I-6-3/ Concepts de gestion de la sécurité.....	14
I-6-3-1/ Pierres angulaires de la gestion de la sécurité .....	14
I-6-3-2/ Stratégies de gestion de la sécurité .....	17
I-6-3-3 /Activités principales de gestion de la sécurité.....	19
I-6-3-4/ Processus de gestion de la sécurité .....	20
I-7/ gestion des risques.....	22
I-7-1/ Généralités.....	22
I-7-2/ Identification des dangers.....	23
I-7-3/ Évaluation du risque .....	25
I-7-3-1/ Définition du problème .....	26
I-7-3-2/ Probabilité de conséquences négatives.....	27
I-7-3-3/ Gravité des conséquences des événements .....	28
I-9-3-4/ Acceptabilité du risque .....	28
I-7-4/ Atténuation du risque.....	32
I-7-4-1/ Analyse des moyens de défense .....	32
I-7-4-2/ Stratégies d'atténuation du risque.....	33

# SOMMAIRE :

I-7-4-3/ Recherche d'idées.....	33
I-7-4-4/ Évaluation des options d'atténuation du risque .....	34
I-7-5/ Communication du risque .....	35
I-7-6/ Aspects de la gestion des risques pour les administrations publiques.....	36
I-7-6-1/ Situations justifiant une gestion des risques par les administrations Publiques.....	37
I-7-6-2/ Avantages de la gestion des risques pour les administrations publiques.....	38

## CHAPITRE N°II : LA MISE EN PLACE D'UN SGS

II-1/ Introduction.....	39
II-2/ Culture de la sécurité .....	39
II-3/ Les dix étapes de la mise en place d'un SGS.....	40
II-3-1/ Etape 1 :Planification.....	41
II-3-2/ Etape 2 : Engagement des instances de direction à garantir la sécurité.....	42
II-3-3/ Etape 3 : Organisation .....	45
II-3-4/ Etape 4 : Identification des dangers.....	49
II-3-5/ Etape 5 : Gestion des risques.....	51
II-3-6/ Etape 6 : Capacité d'enquête .....	52
II-3-7/ Etape 7 : Capacité d'analyse de la sécurité.....	53
II-3-8/ Etape 8 : promotion de la sécurité et formation à la sécurité.....	54
II-3-9/ Etape 9 : documentation sur la gestion de la sécurité et gestion des informations liées à la sécurité.....	55
II-3-10/ Etape 10 : supervision de la sécurité et contrôle des performances en matière de sécurité .....	57
II-4/ Réalisation d'audits de sécurité .....	58
II-4-1/Introduction .....	58
II-4-2/ Audits de sécurité.....	58
II-4-3/ L'équipe d'audit de sécurité .....	60
II-4-3-1/ Le rôle du chef de l'équipe d'audit.....	60
II-4-3-2/ Le rôle des auditeurs .....	61
II-4-4/ Planification et préparation .....	61
I-4-4-1/ Activité préalable a l'audit.....	61

# SOMMAIRE :

II-4-4-2/ Le plan d'audit.....	62
II-5/ Conduite de l'audit .....	62
II-4-5-1/ Réunion preaudit .....	63
II-4-5-2/ Procédures d'audit .....	63
II-4-5-3/ Interviews d'audit .....	64
II-4-5-4/ Constatations de l'audit .....	64
II-4-5-5/ Réunion post audit.....	64
II-4-5-6/ Plan d'action correctrice .....	65
II-4-5-7/ Rapports d'audit .....	65
II-4-6/ Suivi d'audit.....	66

## ***CHAPITRE N°III : ETUDE DE SMS MAINTENANCE***

III-1/ Généralités.....	68
III-2/ Gestion de la sécurité de la maintenance .....	69
III-2-1/ Approche unifiée de la sécurité au niveau de l'entreprise.....	69
III-2-1-1/ Organisation en fonction de la sécurité .....	70
III-2-1-2/ Gestion de la documentation et des états .....	70
III-2-1-3/ Répartition des ressources.....	71
III-2-1-4/ Culture de la sécurité .....	71
III-2-2/ Principaux outils de gestion de la sécurité de la maintenance .....	71
III-2-3/ Supervision de la sécurité et évaluation du programme.....	72
III-3/ Gestion des écarts par rapport aux procédures de maintenance .....	73
III-3-1/ Système d'aide à la décision pour les erreurs de maintenance (MEDA)..	74
III-4/ Préoccupations du directeur de la sécurité .....	75
III-5/ Conditions de travail dans le domaine de la maintenance.....	76
III-6/ Système d'aide à la décision pour les erreurs de maintenance (MEDA)....	78

## ***CHAPITRE N° IV: ETUDE DES CAS DES INCIDENTS***

IV-1/ Cas d'incendie en vol dans le poste de pilotage du Boeing 747-251b .....	85
IV-1-1/ Renseignements de base.....	85
IV-1-2/ Analyse.....	85
IV-1-3/ Les facteurs contributifs qui ont cause le problème .....	89

# SOMMAIRE :

IV-1-4/ Mesures de sécurité prises en intégrant le SMS.....	90
IV-2/ Cas d'erreur de maintenance – fuite de carburant en vol de l'airbus a330-300 .....	92
IV-2-1/ Renseignements de base .....	92
IV-2-2/ Analyse.....	97
IV-2-3/ Les facteurs contributifs qui ont cause le problème .....	97
IV-2-4/ Mesures de sécurité prises en intégrant le SMS.....	98
IV-3/ Cas de perte du carter de soufflante airbus a320-232 .....	100
IV-3-1/ Renseignements de base.....	100
IV-3-1-1/ Déroulement du vol.....	100
IV-3-1-2/ Dommages a l'aéronef .....	104
IV-3-1-3/ Renseignements sur le personnel .....	105
IV-3-1-5/ Carters de soufflante .....	106
IV-3-1-6/ Essais et recherches .....	107
IV-3-2/Analyse .....	107
IV-3-2-1/Introduction .....	107
IV-3-2-2/ Prise de décision.....	108
IV-3-2-3/ Procédures opérationnelles .....	109
IV-3-2-4/ Indication de la position des carters de soufflante.....	109
IV-3-3/ Les facteurs contributifs qui ont cause le problème.....	111
IV-3-4/ Faits établis quant aux risques.....	111
IV-3-5/ Mesures de sécurité.....	111
IV-3-6/ Mesures de sécurité prises en intégrant le SMS.....	112

## CONCLUSION

# LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : trois cultures.....	10
Figure I-2 : défenses en profondeur.....	18
Figure I-3 : processus de gestion de la sécurité.....	22
Figure I-4 : processus de gestion des risques.....	24
Figure II-1/ Organigramme de gestion de la sécurité d'un exploitant :exemple A.....	50
Figure II-2/ Organigramme de gestion de la sécurité d'un exploitant :exemple B.....	50
Figure II-3/ Processus d'audit de sécurité.....	60
Figure IV-1 : Dommages causés par l'incendie au panneau P6.....	87
.Figure IV-2 : Zone d'effilochage.....	87
Figure IV-3 : Exemple de fixation et d'acheminement adéquats.....	88
Figure IV-4: Annexe A – Extrait du Powerplant Buildup Manual de Boeing.....	91
Figure IV-5 : Échangeur de chaleur carburant/huile.....	94
Figure IV-6 : Fuite de carburant visible en provenance du vol ACA216.....	99
Figure IV-7 : Position des verrous.....	113
Figure IV-8 : Étiquette d'avertissement.....	113

# **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau I-1. Exemple d'une structure type de plan d'audit .....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau II-1. Exemple d'une structure type de plan d'audit .....</b>	<b>63</b>
<b>Tableau II-2. Exemple de contenu d'un rapport d'audit .....</b>	<b>67</b>

# ABREVIATIONS :

AAC	Administration de l'aviation civile [ <i>Civil Aviation Authority (CAA)</i> ]
ACARS	Système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu [ <i>Aircraft Communications Addressing and Reporting System</i> ]
ACI	Conseil international des aéroports [ <i>Airports Council International</i> ]
ADF	Radiogoniomètre automatique
ADREP	Système de comptes rendus d'accident/incident (OACI) [ <i>Accident/Incident Data Reporting (ICAO)</i> ]
AEP	Plan d'urgence d'aérodrome [ <i>Aerodrome Emergency Plan</i> ]
AESA	Agence européenne de la sécurité aérienne [ <i>European Aviation Safety Agency (EASA)</i> ]
AIRS	Système de comptes rendus d'incidents pour les équipages d'aéronefs [ <i>Aircrew Incident Reporting System</i> ]
Agl	Au-dessus du sol
ALARP	Le plus faible que l'on puisse raisonnablement atteindre [ <i>As Low As Reasonably Practicable</i> ]
AME	Technicien de maintenance d'aéronef [ <i>Aircraft Maintenance Engineer</i> ]
ASECNA	Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar [ <i>Agency for Air Navigation Safety in Africa and Madagascar</i> ]
ASR	Rapport de sécurité aérienne [ <i>Air Safety Report</i> ]
ASRS	Système de compte rendu pour la sécurité de l'aviation (États-Unis) [ <i>Aviation Safety Reporting System (U.S.)</i> ]
ATA	Association américaine du transport aérien [ <i>Air Transport Association of America</i> ]
ATC	Contrôle de la circulation aérienne [ <i>Air Traffic Control</i> ]
ATCO	Contrôleur de la circulation aérienne [ <i>Air Traffic Controller</i> ]
ATM	Gestion du trafic aérien [ <i>Air Traffic Management</i> ]
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
ATS	Service de la circulation aérienne [ <i>Air Traffic Service(s)</i> ]
CE	Chef d'équipe
CEO	Directeur général [ <i>Chief Executive Officer</i> ]
CMO	Contrôle de la maintenance et des opérations
CNS	Communications, navigation et surveillance [ <i>Communications, Navigation and Surveillance</i> ]
CRM	Gestion des ressources en équipage [ <i>Crew Resource Management</i> ]
DGAC	Direction générale de l'aviation civile (France)
DME	Dispositif de mesure de distance [ <i>Distance Measuring Equipment</i> ]
ECAM	Contrôleur électronique des systèmes de l'avion
EIU	Interfaces réacteur
DS	Directeur de la sécurité [ <i>Safety Manager (SM)</i> ]
FADEC	Régulation automatique à pleine autorité redondante
FCO	Ordre de l'équipage de conduite [ <i>Flight Crew Order</i> ]
FDA	Analyse des données de vol [ <i>Flight Data Analysis</i> ]
FDR	Enregistreur de données de vol [ <i>Flight Data Recorder</i> ]
FMS	Système de gestion de vol [ <i>Flight Management System</i> ]

FSF	Fondation pour la sécurité aérienne [ <i>Flight Safety Foundation</i> ]
FSO	Responsable de la sécurité aérienne [ <i>Flight Safety Officer</i> ]
HAE	Heure avancée de l'Est
HAZid	Identification des dangers [ <i>Hazard Identification</i> ]
IATA	Association du transport aérien international [ <i>International Air Transport Association</i> ]
IAE	International Aero Engine
IFALPA	Fédération internationale des associations de pilotes de ligne [ <i>International Federation of Air Line Pilots' Associations</i> ]
IFATCA	Fédération internationale des associations de contrôleurs de la circulation aérienne. [ <i>International Federation of Air Traffic Controllers' Associations</i> ]
ISO	Organisation internationale de normalisation [ <i>International Organization for Standardization</i> ]
LOSA	Audit de sécurité en service de ligne [ <i>Line Operations Safety Audit</i> ]
MEDA	Système d'aide à la décision pour les erreurs de maintenance (Société Boeing) [ <i>Maintenance Error Decision Aid (The Boeing Company)</i> ]
MGS	Manuel de gestion de la sécurité [ <i>Safety Management Manual (SMM)</i> ]
MSN	Numéro de série constructeur
NASA	Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (États-Unis) [ <i>National Aeronautics and Space Administration (U.S.)</i> ]
NBAA	Association nationale de l'aviation d'affaires (société de capitaux) [ <i>National Business Aviation Association, Inc.</i> ]
NOSS	Enquête de sécurité sur les opérations normales [ <i>Normal Operations Safety Survey</i> ]
NTSB	Conseil national de la sécurité des transports (États-Unis) [ <i>National Transportation Safety Board (U.S.)</i> ]
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale [ <i>International Civil Aviation Organization (ICAO)</i> ]
SARP	Normes et pratiques recommandées [ <i>Standards and Recommended Practices</i> ]
SGS	Système de gestion de la sécurité [ <i>Safety Management System(s) (SMS)</i> ]
SHEL	Documentation/Matériel/Environnement/Être humain [ <i>Software/Hardware/Environment/Liveware</i> ]
SID	Départ normalisé aux instruments [ <i>Standard Instrument Departure</i> ]
SOP	Procédures d'exploitation normalisées [ <i>Standard Operating Procedures</i> ]
STAR	Arrivée normalisée aux instruments [ <i>Standard Instrument Arrival</i> ]
TCAS	Système d'alerte de trafic et d'évitement de collision [ <i>Traffic Alert and Collision Avoidance System</i> ]
TEA	Technicien d'entretien d'aéronefs
JUSOAP	Programme universel (OACI) d'audits de supervision de la sécurité [ <i>Universal Safety Oversight Audit Programme (ICAO)</i> ]

**INTRODUCTION :**

Au cours du siècle dernier, des progrès technologiques gigantesques ont été accomplis dans le domaine de l'aviation. Ces progrès n'auraient pas été possibles sans des réalisations parallèles en matière de maîtrise et d'atténuation des dangers qui mettent en péril la sécurité aérienne. Étant donné les nombreuses causes possibles de dommages tant matériels que corporels en aviation, les responsables de l'aviation se sont depuis toujours souciés de la prévention des accidents. Grâce au respect rigoureux de bonnes pratiques de gestion de la sécurité, la fréquence et la gravité des événements liés à la sécurité aérienne ont considérablement diminué.

Les accidents (et les incidents) coûtent cher. Même si les assurances permettent d'en répartir le coût dans le temps, les accidents ne sont pas bons pour les affaires. Les assurances peuvent couvrir certains risques, mais de nombreux coûts ne sont pas assurés. Il y a, en outre, des coûts moins tangibles (mais non moins importants) comme la perte de confiance des voyageurs. Une connaissance des coûts totaux d'un accident est essentielle pour comprendre les aspects économiques de la sécurité.

La viabilité future de l'industrie du transport aérien pourrait bien dépendre de sa capacité à conforter le public dans sa perception de la sécurité des vols. La gestion de la sécurité est dès lors une condition préalable à la pérennité de l'industrie aéronautique.

Jusqu'à tout récemment, l'intérêt porté à la réduction systématique des risques était moins grand dans les activités de maintenance des aéronefs que dans les opérations aériennes. Et chaque année, des erreurs de maintenance et d'inspection sont mentionnées comme facteurs ayant contribué à plusieurs accidents et graves incidents dans le monde, donc il faut que la gestion de sécurité touche aussi la maintenance.

# **CHAPITRE : 01**

**PRÉSENTATION GÉNÉRALE  
DE LA GESTION DE  
SECURITE**

**I-1/ LE CONCEPT DE SÉCURITÉ :**

Pour comprendre ce qu'est la gestion de la sécurité, il est nécessaire d'examiner ce que l'on entend par « sécurité ». Selon le point de vue que l'on adopte, le concept de sécurité aérienne peut prendre différentes acceptions, notamment :

1. zéro accident (ou incident grave), un point de vue largement partagé par les voyageurs.
2. l'absence de danger ou de risque, c'est-à-dire de facteurs qui causent ou risquent de causer des dommages.
3. l'attitude du personnel face à des actes et situations dangereux (reflet d'une culture d'entreprise « valorisant la sécurité »).
4. la mesure dans laquelle les risques inhérents à l'aviation sont « *acceptables* ».
5. le processus d'identification des dangers et de gestion des risques.
6. la limitation des pertes dues aux accidents (pertes humaines, pertes matérielles et dégâts à l'environnement).

Il est souhaitable d'éliminer entièrement les accidents (et incidents graves), mais un taux de sécurité de 100 % n'est pas un objectif réalisable. Malgré tous les efforts consentis pour éviter les défaillances et les erreurs, il s'en produira toujours. Aucune activité humaine ni aucun système créé par l'homme ne peut être garanti comme absolument sûr, c'est-à-dire exempt de risques. La notion de sécurité est relative, les risques inhérents étant acceptables dans un système « sûr ».

La sécurité est de plus en plus considérée sous l'angle de la gestion des risques. Aux fins du présent manuel, on donnera donc à la sécurité la définition suivante :

*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.*

**I-2/ EXIGENCES DE L'OACI :**

La sécurité a toujours été la préoccupation majeure de toutes les activités de l'aviation. Elle figure dans les buts et objectifs de l'OACI tels qu'énoncés à l'Article 44 de la *Convention relative à l'aviation civile internationale* (Doc 7300), appelée communément Convention de Chicago, qui charge l'OACI d'assurer le développement ordonné et sûr de l'aviation civile internationale dans le monde entier.

En établissant les conditions que doivent remplir les États en matière de gestion de la sécurité, l'OACI établit la distinction suivante entre programmes de sécurité et systèmes de gestion de la sécurité (SGS) :

- un **programme de sécurité** est un ensemble intégré de règlements et d'activités visant à améliorer la sécurité.
- un **système de gestion de la sécurité (SGS)** est une approche structurée de gestion de la sécurité, qui englobe les structures, responsabilités, politiques et procédures organisationnelles nécessaires.

Les normes et pratiques recommandées de l'OACI (SARP) (voir les Annexes suivantes à la Convention relative à l'aviation civile internationale : l'Annexe 6 : *Exploitation technique des aéronefs*, 1<sup>er</sup> Partie : *Aviation de transport commercial international — Avions*, et 3<sup>ème</sup> Partie : *Vols internationaux d'hélicoptères*. l'Annexe 11 : *Services de la circulation aérienne*, et l'Annexe 14 : *Aérodromes*) font obligation aux États d'établir un **programme de sécurité** afin d'atteindre un niveau de sécurité acceptable de l'exploitation aérienne. Le niveau de sécurité acceptable sera établi par l'État (les États) concerné(s). Tandis que les concepts de programmes de sécurité et de SGS se limitent actuellement aux Annexes 6, 11 et 14, il est possible qu'ils soient élargis pour inclure à l'avenir des Annexes supplémentaires relatives à l'exploitation.

Un programme de sécurité aura une large portée qui englobera de nombreuses activités de sécurité visant à atteindre les objectifs du programme. Le programme de sécurité d'un État comprend les règlements et directives régissant la conduite d'opérations sûres du point de vue des exploitants d'aéronefs, des fournisseurs de services de la circulation aérienne (ATS), des aérodromes et des services de maintenance des aéronefs. Le programme de sécurité peut comprendre des dispositions se rapportant à des activités aussi diverses que les comptes rendus d'incidents, les enquêtes et les audits de sécurité et la promotion de la sécurité. Une mise en oeuvre intégrée de ces activités de sécurité requiert un SGS cohérent.

Par conséquent, conformément aux dispositions des Annexes 6, 11 et 14, les États exigeront des différents opérateurs, organisations de maintenance, fournisseurs ATS et exploitants certifiés d'aérodromes qu'ils mettent en oeuvre un SGS accepté par l'État. Ce SGS devra, au minimum :

1. identifier les dangers pour la sécurité.
2. veiller à ce que des mesures correctives nécessaires d'atténuation des risques/dangers soient mises en oeuvre.
3. prévoir un contrôle continu et une évaluation régulière du niveau de sécurité atteint.

Le SGS d'une organisation approuvé par l'État définira également clairement les obligations redditionnelles en matière de sécurité, y compris la responsabilité directe de la haute direction en matière de sécurité.

L'OACI fournit des éléments indicatifs spécifiques, parmi lesquels le présent manuel sur la gestion de la sécurité, pour l'application des SARP. Ce manuel propose un cadre conceptuel pour gérer la sécurité et mettre en place un SGS, ainsi que quelques-uns des processus et activités systémiques utilisés pour réaliser les objectifs d'un programme de sécurité de l'État.

### **I-2-1/ Niveau de sécurité acceptable :**

Dans tout système, il est nécessaire de fixer des niveaux de performance et de mesurer les résultats atteints afin de déterminer si le système fonctionne conformément aux attentes. Il convient également d'identifier les aspects qui appellent des mesures pour améliorer les niveaux de performance et répondre à ces attentes.

L'introduction du concept de *niveau de sécurité acceptable* répond à la nécessité de compléter l'approche actuelle de la gestion de la sécurité basée sur le respect des réglementations en y ajoutant une approche basée sur la performance. Le niveau de sécurité acceptable exprime les objectifs (ou les attentes) de sécurité d'une autorité de supervision, d'un exploitant ou d'un fournisseur de services. Du point de vue des relations entre les autorités de supervision et les exploitants/fournisseurs de services, il fournit un objectif de performance de sécurité que les exploitants/fournisseurs de services devraient atteindre dans la conduite de leurs activités de base et qui serait un minimum acceptable pour l'autorité de supervision. Il s'agit d'une référence en regard de laquelle l'autorité de supervision peut mesurer la performance de sécurité. Pour déterminer un niveau de sécurité acceptable, il faut prendre en considération des facteurs tels que le niveau de risque applicable, les coûts-avantages des améliorations à apporter au système et les attentes du public en termes de sécurité de l'industrie aéronautique.

Dans la pratique, le concept de niveau de sécurité acceptable s'exprime à l'aide de deux mesures/paramètres (les indicateurs de performance de sécurité et les objectifs de performance de sécurité) et il est mis en oeuvre au moyen de différentes exigences de sécurité. Dans le présent manuel, ces termes ont les significations suivantes :

- Les ***indicateurs de performance de sécurité*** sont une mesure de la performance de sécurité d'une organisation aéronautique ou d'un secteur de l'industrie. Les indicateurs de performance de sécurité devraient être faciles à mesurer et être liés aux principaux éléments du programme de sécurité d'un État ou au SGS d'un exploitant/fournisseur de services. Les indicateurs de performance de sécurité différeront dès lors d'un segment de l'industrie aéronautique à l'autre, notamment entre les exploitants d'aéronefs, les exploitants d'aérodrome ou les fournisseurs ATS.

- Les *objectifs de performance de sécurité* (parfois appelés buts) sont déterminés en fonction de niveaux de performance de sécurité souhaitables et réalistes, à atteindre par les différents exploitants/fournisseurs de services. Les objectifs de sécurité devraient être mesurables, acceptables pour les parties intéressées et compatibles avec le programme de sécurité de l'État.
- Les *exigences de sécurité* servent à atteindre les indicateurs de performance de sécurité et les objectifs de performance de sécurité. Elles comprennent les procédures, la technologie, les systèmes et les programmes d'exploitation, qui peuvent être assortis de mesures de fiabilité, de disponibilité, de performance et/ou de précision. Comme exemple d'exigence de sécurité, citons le *déploiement d'un système radar dans les trois aéroports les plus importants d'un État dans les 12 mois qui suivent, avec une disponibilité de 98 % du matériel crucial*.

Un ensemble de plusieurs indicateurs et objectifs de performance de sécurité donnera un meilleur aperçu du niveau de sécurité acceptable d'une organisation ou d'un secteur de l'aviation que l'utilisation d'un seul indicateur ou objectif.

Le rapport existant entre le niveau de sécurité acceptable, les indicateurs de performance de sécurité, les objectifs de performance de sécurité et les exigences de sécurité est le suivant : le *niveau acceptable de sécurité* est le concept dominant. Les *indicateurs de performance de sécurité* sont les mesures/paramètres utilisés pour déterminer si le niveau acceptable de sécurité a été atteint. Les *objectifs de performance de sécurité* sont les objectifs quantifiés en rapport avec le niveau acceptable de sécurité. Les *exigences de sécurité* sont les outils ou moyens nécessaires pour réaliser les objectifs de sécurité. Le présent manuel porte principalement sur les exigences de sécurité, c'est-à-dire sur les moyens mis en oeuvre pour atteindre les niveaux de sécurité acceptables.

Les indicateurs de sécurité et les objectifs de sécurité peuvent être différents (par exemple : l'indicateur de sécurité est de *0,5 accident mortel par 100 000 heures pour les exploitants de compagnies aériennes*, et l'objectif de sécurité est *une réduction de 40 % du taux d'accidents mortels pour les vols*), ou ils peuvent être identiques (par exemple : l'indicateur de sécurité est de *0,5 accident mortel par 100 000 heures pour les exploitants de compagnies aériennes*, et l'objectif de sécurité est *pas plus de 0,5 accident mortel par 100 000 heures pour les exploitants de compagnies aériennes*).

Il y aura rarement un niveau de sécurité acceptable à l'échelle nationale. Le plus souvent, il y aura dans chaque État différents niveaux de sécurité acceptables sur lesquels se seront mis d'accord l'autorité de supervision et de réglementation et les différents exploitants/fournisseurs de services. Chaque niveau de sécurité acceptable convenu devrait être à la mesure de la complexité du contexte opérationnel des différents exploitants/fournisseurs de services.

L'établissement d'un ou de plusieurs niveaux de sécurité acceptables pour le programme de sécurité ne remplace pas les exigences légales, réglementaires ou autres qui ont été établies, ni ne libère les États de leurs obligations découlant de la *Convention relative à l'aviation civile internationale* (Doc 7300) et de ses dispositions connexes. De même, l'établissement d'un ou de plusieurs niveaux de sécurité acceptables pour le SGS ne libère pas les exploitants/fournisseurs de services de leurs obligations découlant de réglementations nationales pertinentes, ni de celles résultant de la *Convention relative à l'aviation civile internationale* (Doc 7300).

**I-3/ LES INTERVENANTS DANS LE DOMAINE DE LA SÉCURITÉ :**

Compte tenu des coûts totaux des accidents d'aviation, de nombreux groupes différents sont concernés par l'amélioration de la gestion de la sécurité. On trouvera ci-après une liste des principaux intervenants concernés par la sécurité :

- a) les professionnels de l'aviation (par exemple : les équipages de conduite et de cabine, les contrôleurs de la circulation aérienne [ATCO], les techniciens de maintenance d'aéronef [AME]).
- b) les propriétaires et exploitants d'aéronefs.
- c) les constructeurs (en particulier les constructeurs de cellules et de moteurs).
- d) les autorités de réglementation de l'aviation (par exemple : les AAC, l'AESA et l'ASECNA).
- e) les groupements professionnels de l'industrie (par exemple : l'IATA, l'ATA et l'ACI).
- f) les fournisseurs ATS régionaux (par exemple : EUROCONTROL).
- g) les unions et associations professionnelles (par exemple : l'IFALPA et l'IFATCA).
- h) les organisations internationales de l'aviation (par exemple : l'OACI).
- i) les organismes d'enquête (par exemple : le NTSB des États-Unis).
- j) les voyageurs.

Des événements graves liés à la sécurité aérienne touchent invariablement d'autres groupes qui ne partagent pas toujours un objectif de promotion de la sécurité aérienne, par exemple :

- a) les proches, victimes ou personnes blessées dans un accident.
- b) les compagnies d'assurances.
- c) l'industrie des voyages.
- d) les instituts d'enseignement et de formation à la sécurité (par exemple : la FSF).
- e) d'autres agences et services gouvernementaux.
- f) les mandataires publics élus.
- g) les investisseurs.
- h) les médecins légistes et la police.
- i) les médias.
- j) le grand public.
- k) les avocats et consultants.
- l) différents groupes d'intérêts.

### **I-4/ DISTINCTION ENTRE ACCIDENTS ET INCIDENTS :**

Les définitions des accidents et des incidents telles qu'elles figurent dans l'Annexe 13 peuvent se résumer comme suit :

a) Un **accident** est un événement se produisant lors de l'utilisation d'un aéronef et entraînant les conséquences suivantes :

- 1) un décès ou une blessure grave.
- 2) des dommages considérables pour l'aéronef, qui s'accompagnent d'une rupture structurelle ou nécessitent une réparation importante de l'aéronef.
- 3) la disparition de l'aéronef ou sa totale inaccessibilité.

b) Un **incident** est un événement, autre qu'un accident, lié à l'utilisation d'un aéronef, qui compromet ou pourrait compromettre la sécurité de l'exploitation. Un incident grave est un incident dont les circonstances indiquent qu'un accident a failli se produire.

Les définitions de l'OACI emploient le terme « événement » pour décrire un accident ou un incident. Du point de vue de la gestion de la sécurité, il est dangereux de se focaliser sur la différence entre accidents et incidents par le biais de définitions pouvant être arbitraires et restrictives. Chaque jour se produisent de nombreux incidents, qui donnent lieu ou non à l'envoi d'un compte rendu au service d'enquête, mais qui sont quasiment des accidents et font souvent courir des risques importants. Parce qu'ils n'ont occasionné aucune blessure, ou pas ou peu de dommages, de tels incidents peuvent ne pas faire l'objet d'une enquête, ce qui est regrettable car l'enquête sur un incident peut donner plus de résultats en termes d'identification des dangers que celle qui porte sur un accident. La différence entre un accident et un incident peut simplement être due au hasard. En effet, un incident peut être considéré comme un événement indésirable qui, dans des circonstances légèrement différentes, aurait pu causer des lésions corporelles ou des dommages matériels et aurait donc pu être classé parmi les accidents.

#### **I-5/ Facteurs culturels :**

La culture influence les valeurs, les croyances et les comportements que nous partageons avec les autres membres de nos divers groupes sociaux. La culture sert à nous unir en tant que membres de groupes et à nous indiquer comment nous comporter dans les situations tant habituelles qu'inhabituelles. Certains considèrent la culture comme « une programmation collective de l'esprit ». Il s'agit de la dynamique sociale complexe qui fixe les règles du jeu, c'est-à-dire le cadre de toutes nos interactions interpersonnelles.

La culture est le résultat de la façon dont les personnes conduisent leurs affaires dans un milieu social déterminé. Elle offre un contexte dans lequel les choses se produisent. Pour la gestion de la sécurité, une bonne compréhension de ce contexte appelé culture constitue un facteur déterminant important de la performance humaine et de ses limites.

Dans le monde occidental, l'approche de la gestion est souvent basée sur une rationalité détachée de toute émotion, considérée comme reposant sur des bases *scientifiques*. Une telle approche présuppose que les cultures humaines sur le lieu de travail ressemblent aux lois de la physique et de la mécanique, dont l'application est universelle. Cette hypothèse reflète un préjugé culturel de l'Occident.

La sécurité de l'aviation doit transcender les frontières nationales et toutes les cultures. Au niveau mondial, l'industrie aéronautique a atteint un niveau remarquable de normalisation entre les différents types d'avions ainsi qu'entre les différents pays et peuples. Toutefois, il n'est pas difficile de détecter des différences dans la manière dont les personnes réagissent dans des situations identiques. Quand des personnes de ce secteur entrent en contact (interface

Humain-Humain [L-L]), leurs échanges sont influencés par leurs origines culturelles diverses. Chaque culture a sa manière de résoudre des problèmes courants.

Les organisations ne sont pas imperméables aux influences culturelles. Le comportement d'une organisation est exposé à ces influences à tous les niveaux. Les trois niveaux de culture suivants sont pertinents en matière d'initiatives de gestion de la sécurité :

- a) **La culture nationale** reconnaît et identifie les caractéristiques nationales et les systèmes de valeurs des différents pays. Par exemple : des personnes de nationalités différentes n'auront pas la même façon de réagir à l'autorité, de faire face à l'incertitude et à l'ambiguïté, ni d'exprimer leur individualité. Elles ne sont pas toutes à l'écoute des besoins collectifs du groupe (équipe ou organisation) de la même manière. Dans les cultures collectivistes, l'inégalité des statuts et la déférence envers les chefs sont acceptées. De tels facteurs peuvent avoir des répercussions sur la propension des individus à remettre en question des décisions ou des mesures ce qui est important dans la CRM. Une affectation du personnel mélangeant les cultures nationales peut également avoir une influence sur les performances de l'équipe en générant des malentendus.
  
- b) **La culture professionnelle** reconnaît et identifie les comportements et les caractéristiques de différents groupes professionnels (par exemple : le comportement typique des pilotes par rapport à celui des ATCO ou des AME). Par la sélection du personnel, leurs études et leur formation, leur expérience acquise en cours d'emploi, etc., les spécialistes (par exemple : médecins, avocats, pilotes et ATCO) ont tendance à adopter le système de valeurs de leurs pairs et à développer des modèles de comportement qui sont en accord avec ceux de leurs pairs. Ils apprennent « à agir et parler » de la même façon. Habituellement, ils partagent la même fierté d'exercer leur profession et sont motivés pour y exceller. D'un autre côté, ils ont souvent un sentiment d'invulnérabilité personnelle. Ils pensent, par exemple : que leurs problèmes personnels n'influent pas sur leur performance, et qu'ils ne commettent pas d'erreurs dans des situations de stress intense.

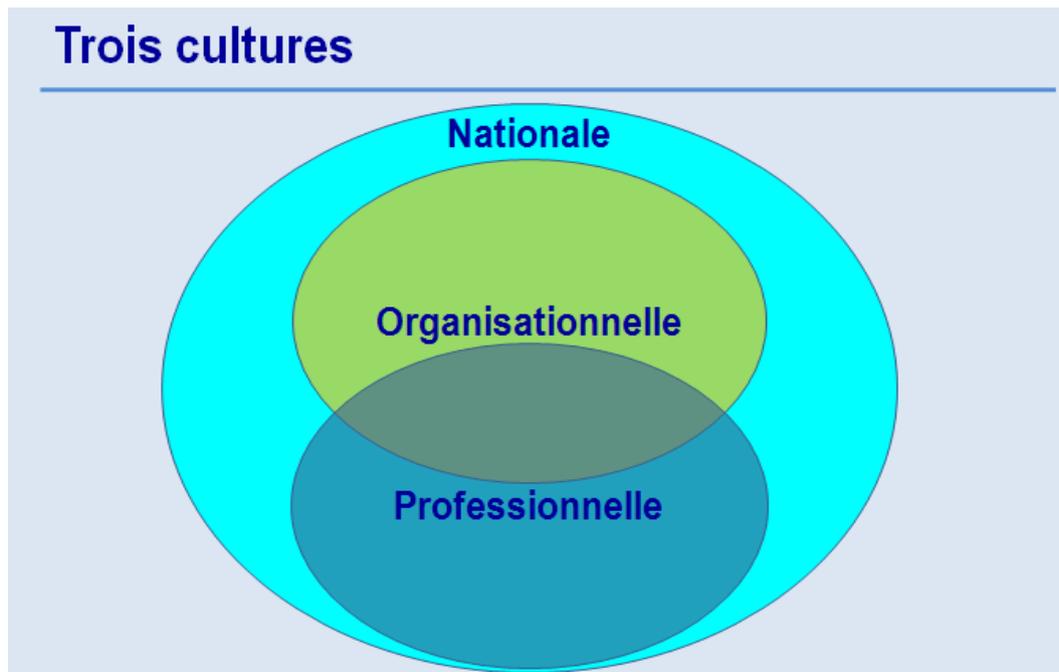


Figure I-1 : trois cultures.

## I-6/ PRINCIPES DE BASE DE LA GESTION DE LA SÉCURITÉ :

### I-6-1/ PHILOSOPHIE DE LA GESTION DE LA SÉCURITÉ :

#### I-6-1-1/ Fonction de gestion essentielle :

Dans les organisations aéronautiques efficaces, la gestion de la sécurité est une fonction de gestion essentielle au même titre que la gestion financière. Une gestion efficace de la sécurité requiert un équilibre réaliste entre les objectifs de sécurité et ceux de production. Par conséquent, une approche coordonnée, basée sur l'analyse des objectifs et des ressources de l'organisation, contribue à garantir que les décisions concernant la sécurité sont réalistes et complémentaires aux besoins opérationnels de l'organisation. Les limites du financement et de la performance opérationnelle doivent être acceptées dans tous les secteurs. Il est donc important pour une gestion rentable de la sécurité de définir les risques acceptables et inacceptables. Correctement mises en œuvre, les mesures de gestion de la sécurité non seulement renforcent la sécurité mais améliorent aussi l'efficacité des opérations d'une organisation.

L'expérience d'autres secteurs et les leçons tirées des enquêtes sur les accidents d'aéronefs ont souligné qu'il était important de gérer la sécurité de manière systématique, proactive et explicite. Ces termes revêtent ici les acceptions suivantes :

- **Systématique** signifie que les activités de gestion de la sécurité seront exécutées conformément à un plan prédéterminé et réalisées de façon cohérente dans toute l'organisation.

- **Proactive** désigne l'adoption d'une approche qui met l'accent sur la prévention grâce à l'identification des dangers et à l'introduction de mesures d'atténuation des risques avant que l'événement dangereux ne se produise et ait des conséquences négatives sur les performances en matière de sécurité.
- **Explicite** signifie que toutes les activités de gestion de la sécurité devraient être documentées, visibles et exécutées indépendamment d'autres activités de gestion.
  - ✓ Une gestion systématique, proactive et explicite de la sécurité garantit qu'à long terme, la sécurité fera partie intégrante des opérations quotidiennes de l'organisation et que les activités liées à la sécurité menées par l'organisation seront dirigées vers les domaines où les avantages seront les plus grands.

### **I-6-1-2/ Approche systémique :**

- Les approches contemporaines de la gestion de la sécurité ont été façonnées par les concepts et, en particulier, par le rôle des questions organisationnelles en tant que facteurs contribuant aux accidents et aux incidents. La sécurité ne peut pas être atteinte par la seule instauration de règles ou de directives concernant les procédures à suivre par le personnel d'exploitation.
- La portée de la gestion de la sécurité englobe la plupart des activités de l'organisation. Elle doit donc commencer à l'échelon de la haute direction et les effets sur la sécurité doivent être examinés à tous les niveaux de l'organisation.

### **I-6-1-3/ Sécurité du système :**

La sécurité du système a été élaborée dans les années 1950 en tant que discipline d'ingénierie pour les systèmes aérospatiaux et de défense antimissile. Ses praticiens étaient des ingénieurs de la sécurité et non des spécialistes opérationnels. Par conséquent, ils avaient tendance à se concentrer sur la conception et la construction de systèmes à sûreté intégrée. D'autre part, l'aviation civile avait pour habitude de s'occuper surtout des opérations aériennes et les directeurs de la sécurité étaient souvent issus des rangs des pilotes. Pour améliorer la sécurité, il est devenu nécessaire de ne plus limiter la sécurité de l'aviation aux seuls aéronefs et à leurs pilotes. L'aviation est un système global qui inclut tout ce qui est nécessaire à la sécurité des opérations aériennes. Le « système » englobe l'aéroport, le contrôle de la circulation aérienne, la maintenance, les équipages de cabine, le soutien opérationnel au sol, la régulation des vols, etc. Une gestion saine de la sécurité doit couvrir tous les aspects du système.

**I-6-2/ FACTEURS AFFECTANT LA SÉCURITÉ DU SYSTÈME :**

Les facteurs affectant la sécurité au sein du système donné peuvent être étudiés sous deux angles : premièrement, par l'analyse des facteurs pouvant aboutir à des situations dans lesquelles la sécurité est compromise et, deuxièmement, par l'examen de la manière dont une connaissance de ces facteurs peut être appliquée à la conception de systèmes afin de réduire la probabilité que surviennent des événements pouvant mettre la sécurité en péril.

La recherche de facteurs qui pourraient compromettre la sécurité doit couvrir tous les niveaux de l'organisation responsable des opérations et de la prestation de services de soutien.

**I-6-2-1/ Défaillances actives et conditions latentes :**

Les *défaillances actives* sont généralement le résultat de défauts du matériel ou d'erreurs commises par le personnel opérationnel. Les *conditions latentes*, elles contiennent toujours un élément humain. Elles peuvent découler de défauts de conception non détectés. Elles peuvent être liées à des conséquences non identifiées de procédures approuvées officiellement. Dans un certain nombre de cas, les conditions latentes ont également été le résultat direct de décisions prises par la direction de l'organisation.

Par exemple, des conditions latentes sont présentes lorsque la culture de l'organisation encourage la prise de raccourcis plutôt que l'application systématique des procédures approuvées. La conséquence directe d'une condition liée à l'utilisation de raccourcis se concrétiserait au niveau opérationnel en cas de non respect des procédures correctes. Toutefois, si ce genre de comportement est largement admis par le personnel opérationnel et que la direction n'en est pas consciente ou ne prend aucune mesure pour y remédier, alors une condition latente existe dans le système au niveau de la direction.

**I-6-2-2/ Défectuosités des équipements :**

La probabilité de défaillances du système dues à des défectuosités des équipements relève de l'ingénierie de la fiabilité. Cette probabilité est déterminée en analysant les taux de défaillance des différents éléments du matériel. Les causes de défaillance des éléments peuvent notamment inclure des défauts électriques, mécaniques et logiciels.

Une analyse de sécurité est requise pour évaluer tant la probabilité des défaillances au cours des opérations normales que les effets de l'indisponibilité continue d'un quelconque élément sur les autres parties du système. L'analyse devrait couvrir les conséquences de toute perte de fonctionnalité ou de redondance due à la mise hors service du matériel pour maintenance. Il est donc important que la portée de l'analyse et la délimitation du système aux fins de l'analyse soient suffisamment larges pour que tous les services et activités de soutien nécessaires soient couverts. Une analyse de sécurité devrait au minimum examiner les éléments du modèle SHELL.

Les techniques concernant l'estimation de la probabilité d'une défaillance générale du système en raison de défauts du matériel et l'estimation des paramètres tels que la disponibilité et la continuité du service sont bien établies et sont décrites dans des ouvrages de référence relatifs à l'ingénierie de la fiabilité et de la sécurité.

### **I-6-2-3/ Erreur humaine :**

On parle d'erreur lorsque le résultat d'une tâche exécutée par une personne n'est pas celui qui était voulu. La manière dont un opérateur humain aborde une tâche dépend de la nature de celle-ci et de l'expérience que l'opérateur en a. La performance humaine peut être basée sur des compétences, sur des règles ou sur des connaissances. Les erreurs peuvent résulter de trous de mémoire, d'oublis au cours de la réalisation de la tâche prévue, ou bien de fautes qui sont des erreurs de jugement conscientes. Une distinction devrait également être opérée entre les erreurs normales ou erreurs commises de bonne foi dans l'exécution des fonctions assignées et les infractions délibérées aux procédures prescrites ou aux pratiques de sécurité acceptées. certaines organisations utilisent le concept de « culture juste » pour aider à déterminer quelles erreurs sont « acceptables ».

### **I-6-2-4/ Conception du système :**

Étant donné l'interaction complexe entre les facteurs humains, matériels et environnementaux dans les opérations, l'élimination totale du risque est impossible à atteindre. Même dans les organisations disposant des meilleurs programmes de formation et d'une culture positive de la sécurité, les opérateurs humains commettront de temps en temps des erreurs. Le matériel le mieux conçu et le mieux entretenu connaîtra occasionnellement des défaillances. Les concepteurs du système doivent donc tenir compte de l'inévitabilité des erreurs et des défaillances. Il est important que le système soit conçu et mis en oeuvre de manière à ce que, dans la mesure du possible, les erreurs et les défaillances du matériel ne se soldent pas par un accident. En d'autres mots, le système est « *tolérant à l'erreur* ».

Les éléments matériels et logiciels d'un système sont généralement conçus pour répondre à des niveaux spécifiques de disponibilité, de continuité et d'intégrité. Les techniques d'estimation des performances du système par rapport à ces paramètres sont bien établies. Si nécessaire, une redondance peut être intégrée au système afin d'offrir des solutions de rechange en cas de défaillance d'un ou de plusieurs éléments du système.

Les performances de l'élément humain ne peuvent pas être précisées avec autant de détail, mais il est essentiel que la possibilité d'une erreur humaine soit considérée comme faisant partie de la conception générale du système. Dès lors, une analyse sera nécessaire afin d'identifier les faiblesses potentielles des aspects procéduraux du système en prenant en considération les lacunes normales des performances humaines. Cette analyse devrait également tenir compte du fait que les accidents n'ont que rarement, voire jamais, de cause

unique. Comme nous l'avons dit plus haut, ceux-ci s'inscrivent généralement dans une séquence d'événements au sein d'un contexte situationnel complexe. Par conséquent, l'analyse doit se pencher sur les combinaisons d'événements et de circonstances afin d'identifier les séquences qui pourraient déboucher sur une mise en danger de la sécurité.

Pour que le système élaboré soit sûr et tolérant à l'erreur, il faut qu'il contienne des moyens de défense multiples pour garantir que, dans la mesure du possible, aucune défaillance ou erreur ne puisse à elle seule entraîner un accident et que, quand une défaillance ou une erreur survient, elle soit identifiée et corrigée avant l'éventuelle apparition d'une séquence d'événements menant à un accident. Le besoin de disposer d'un ensemble de défenses plutôt que d'une seule couche de défense découle de la possibilité que les moyens de défense eux-mêmes ne fonctionnent pas toujours à la perfection. Cette philosophie de conception est appelée « défenses en profondeur ».

Pour qu'un accident se produise dans un système bien conçu, il faut que des brèches apparaissent dans chaque couche de défense du système au moment critique où les moyens de défense auraient dû être capables de détecter l'erreur où la défaillance préalable. La Figure 5-1 illustre la manière dont un accident doit pénétrer toutes les couches de défense.

## I-6-2/ CONCEPTS DE GESTION DE LA SÉCURITÉ :

### I-6-3-1/Pierres angulaires de la gestion de la sécurité :

Sous sa forme la plus simple, la gestion de la sécurité se compose de l'identification des dangers et du comblement des éventuelles brèches dans les défenses du système. Une gestion efficace de la sécurité est multidisciplinaire et exige l'application systématique de diverses techniques et activités à tout l'éventail des activités aéronautiques. Elle est fondée sur trois pierres angulaires déterminantes, à savoir :

- a) *Une approche d'entreprise globale de la sécurité.* Celle-ci donne le ton en matière de gestion de la sécurité. L'approche d'entreprise prolonge la culture de la sécurité de l'organisation et couvre les politiques, buts et objectifs de sécurité de l'organisation et, surtout, l'engagement de la haute direction à garantir la sécurité. Elle prévoit notamment :
  - que la responsabilité ultime de la sécurité dans l'entreprise incombe au conseil d'administration et au directeur général (CEO), ce qui montre l'engagement de l'entreprise envers la sécurité pris aux plus hauts niveaux de l'organisation.
  - une philosophie de la sécurité clairement formulée, accompagnée de politiques d'entreprise, dont une politique non punitive pour les questions disciplinaires.

- des objectifs de l'entreprise relatifs à la sécurité, assortis d'un plan de gestion pour atteindre ces objectifs.
  - des rôles et des responsabilités bien définis, assortis d'obligations redditionnelles spécifiques en matière de sécurité, publiées et disponibles pour tous les membres du personnel concernés par la sécurité.
  - l'obligation d'avoir un directeur de la sécurité indépendant.
  - des preuves tangibles d'une culture positive de la sécurité dans toute l'organisation.
  - un engagement à appliquer un processus de supervision de la sécurité qui soit indépendant des cadres hiérarchiques.
  - un système de documentation sur les politiques, principes, procédures et pratiques commerciaux ayant des incidences sur la sécurité.
  - un examen régulier des projets d'amélioration de la sécurité .
  - des processus officiels d'examen de la sécurité.
- b) *Des outils organisationnels efficaces afin d'appliquer les normes de sécurité.* Il faut disposer d'outils organisationnels efficaces afin de mettre en oeuvre les activités et les processus nécessaires pour améliorer la sécurité. Cette pierre angulaire concerne entre autres la façon dont l'organisation gère ses affaires en vue de réaliser ses politiques, buts et objectifs de sécurité et la manière dont elle fixe les normes et affecte les ressources. On se concentre principalement sur les dangers et leurs effets potentiels sur les activités cruciales pour la sécurité. Il prévoit notamment :
- une affectation des ressources basée sur les risques.
  - une sélection, un recrutement, un perfectionnement et une formation efficaces du personnel.
  - une mise en oeuvre des SOP élaborées en coopération avec le personnel concerné.
  - la définition par l'entreprise des compétences spécifiques (et des critères de formation à la sécurité) pour tous les membres du personnel ayant des tâches liées à la performance en matière de sécurité.

- des normes définies et des audits pour l'achat de biens et les marchés de services.
  - des contrôles destinés à permettre une détection précoce de toute détérioration des performances du matériel, des systèmes et des services importants pour la sécurité et à assurer la prise de mesures correctrices.
  - des contrôles pour vérifier et enregistrer les normes de sécurité générales de l'organisation.
  - la mise en oeuvre de processus appropriés d'identification des dangers, d'évaluation des risques et de gestion efficace des ressources afin de maîtriser les risques identifiés.
  - des mesures de gestion des changements importants dans des domaines tels que l'introduction de matériel, procédures ou types d'opérations nouveaux, la rotation de membres du personnel occupant des postes clés, des licenciements collectifs ou une expansion rapide, des fusions et des acquisitions.
  - des accords permettant au personnel de communiquer d'importants problèmes de sécurité au niveau de gestion approprié afin d'obtenir une résolution du problème ainsi qu'un retour d'informations sur les mesures prises.
  - une planification des interventions d'urgence et des exercices de simulation pour tester l'efficacité de cette planification.
  - une évaluation des politiques commerciales du point de vue de leur incidence sur la sécurité.
- c) *Un système formel de **supervision de la sécurité**.* Un tel système est nécessaire pour confirmer que l'organisation satisfait en permanence à sa politique, à ses buts, objectifs et normes de l'entreprise relatifs à la sécurité. L'expression « supervision de la sécurité » couvre tout particulièrement les activités menées par l'État dans le cadre de son programme de sécurité. Le concept de « contrôle des performances en matière de sécurité », lui, est souvent utilisé pour décrire les activités exécutées par un exploitant ou un fournisseur de services, en application de son système de gestion de la sécurité (SGS). Il comporte entre autres comme éléments :
- un système d'analyse des données de l'enregistreur de bord en vue de contrôler les opérations de vols et de détecter les événements liés à la sécurité n'ayant pas fait l'objet d'un compte rendu.

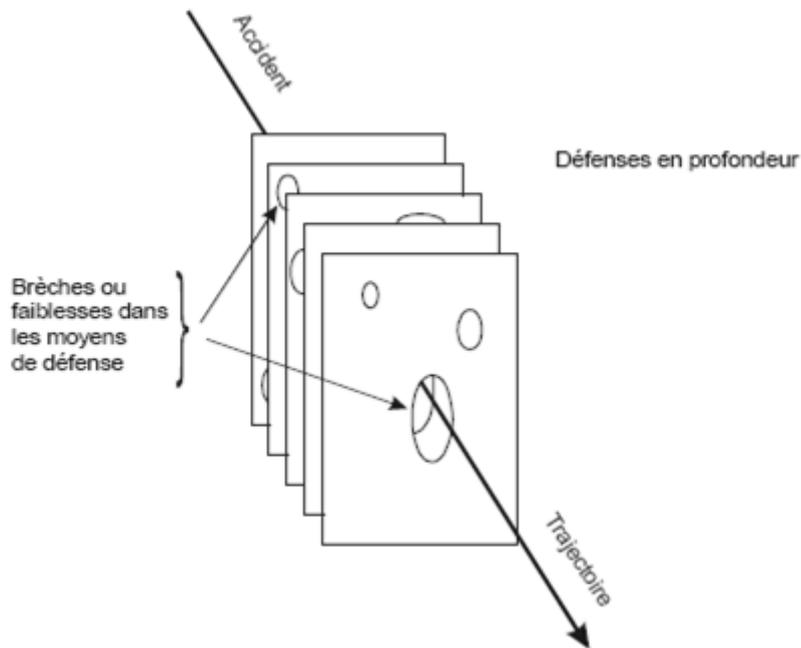
- un système à l'échelle de l'organisation pour la saisie de comptes rendus sur des événements liés à la sécurité ou sur des conditions dangereuses.
- un système planifié et global d'audit de sécurité, suffisamment souple pour se concentrer sur des problèmes de sécurité spécifiques dès leur apparition.
- un système pour mener des enquêtes de sécurité internes, mettre en oeuvre des actions correctrices et diffuser des informations relatives à la sécurité à tous les membres du personnel concernés.
- des systèmes d'utilisation efficace des données sur la sécurité à des fins d'analyse des performances et de contrôle des changements de l'organisation dans le cadre du processus de gestion des risques.
- un examen et une assimilation systématiques des meilleures pratiques issues des autres opérations.
- un examen périodique du maintien de l'efficacité du SGS par un organisme indépendant.
- un suivi par les cadres hiérarchiques du travail en cours dans toutes les activités cruciales pour la sécurité en vue de confirmer le respect des exigences réglementaires, des normes et des procédures de l'entreprise, avec une attention particulière aux usages locaux.
- un système global servant à documenter toutes les réglementations en matière de sécurité aérienne en vigueur, les politiques d'entreprise, les objectifs de sécurité, les normes, les SOP, les comptes rendus de sécurité, etc. et à rendre cette documentation facilement disponible pour tous les membres du personnel concernés.
- des dispositions destinées à promouvoir la sécurité de manière continue sur la base de l'évaluation des performances internes de sécurité.

Il est important que la portée du SGS soit adaptée à la taille et à la complexité de la compagnie. De grandes compagnies requerront un SGS plus complexe alors qu'un SGS plus sommaire devrait très bien convenir à des compagnies plus petites, aux structures moins complexes.

### **I-6-3-2/Stratégies de gestion de la sécurité :**

La stratégie qu'adopte une organisation pour son SGS reflétera sa culture de la sécurité et peut aller de la simple réaction aux seuls accidents à des mesures extrêmement proactives dans la recherche des problèmes de sécurité. Le processus traditionnel ou réactif

est dominé par les réparations rétroactives (c-a-d : réparer la porte de l'étable après que le cheval s'est échappé). Avec l'approche plus moderne ou proactive, ce sont les réformes proactives qui sont au premier plan (c-à-d : construire une étable dont aucun cheval ne pourra ni ne voudra s'échapper). En fonction de la stratégie adoptée, des méthodes et des outils différents doivent être employés.



**Figure I-2 : défenses en profondeur.**

**Stratégie réactive en matière de sécurité :** enquêter sur les accidents et sur les incidents à signaler :

Cette stratégie est utile pour les situations caractérisées par des défaillances technologiques ou des événements inhabituels. L'intérêt de l'approche réactive pour la gestion de la sécurité dépend de la mesure dans laquelle l'enquête dépasse la détermination des causes pour examiner tous les facteurs contributifs. L'approche réactive a tendance à se distinguer par les caractéristiques suivantes :

- en matière de sécurité, la direction privilégie le respect des exigences minimales.
- l'évaluation de la sécurité se base sur des accidents et des incidents à signaler dans les limites suivantes :
  - 1) toute analyse est restreinte à l'examen des défaillances réelles.
  - 2) les données disponibles pour déterminer précisément les tendances sont insuffisantes, surtout celles qui sont imputables aux erreurs humaines.
  - 3) les *causes profondes* et les conditions latentes dangereuses, qui facilitent l'erreur humaine, sont méconnues.

- un « rattrapage permanent » est nécessaire pour s'adapter à l'inventivité humaine quant aux nouveaux types d'erreurs.

*Stratégie proactive en matière de sécurité : recherche agressive d'informations auprès de diverses sources pouvant indiquer l'émergence de problèmes de sécurité :*

Les organisations appliquant une stratégie proactive de gestion de la sécurité pensent qu'il est possible de réduire au minimum le risque d'accidents en identifiant les faiblesses avant une défaillance et en arrêtant les mesures nécessaires pour réduire ce risque. Par conséquent, elles s'emploient à détecter les conditions dangereuses systémiques grâce à des outils comme :

1. des systèmes de comptes rendus des dangers et des incidents favorisant l'identification des conditions dangereuses latentes.
2. des enquêtes de sécurité pour susciter un retour d'informations de la part du personnel de première ligne sur les causes de doléances et les conditions insatisfaisantes recelant un potentiel d'accident.
3. une analyse de l'enregistreur de données de vol pour identifier les dépassements opérationnels et confirmer les procédures d'exploitation normales.
4. des inspections ou des audits opérationnels portant sur tous les aspects de l'exploitation, afin d'identifier les domaines vulnérables avant que des accidents, des incidents ou des événements de sécurité mineurs confirment l'existence d'un problème.
5. une politique de prise en compte et de concrétisation des bulletins de service des constructeurs.

### **I-6-3-3/Activités principales de gestion de la sécurité :**

Les organisations qui réussissent le mieux à gérer la sécurité se distinguent par la mise en oeuvre de plusieurs activités. Certaines de ces activités spécifiques sont exposées ci-dessous :

- a) **Organisation.** Elles font en sorte d'instaurer une culture de la sécurité et de réduire leurs pertes accidentelles. Elles disposent normalement d'un SGS officiel.
- b) **Évaluations de la sécurité.** Elles analysent systématiquement les changements de matériel ou de procédures proposés afin d'identifier et d'atténuer les faiblesses avant que les changements ne soient effectués.

- c) **Comptes rendus d'événements liés à la sécurité.** Elles ont instauré des procédures officielles pour rendre compte des événements liés à la sécurité et des autres conditions dangereuses.
- d) **Mécanismes d'identification des dangers.** Elles emploient des mécanismes à la fois réactifs et proactifs d'identification des dangers pour la sécurité dans toute leur structure, comme des comptes rendus volontaires d'incidents, des enquêtes sur la sécurité, des audits de sécurité des opérations aériennes et des évaluations de la sécurité. Les divers processus de sécurité efficaces pour identifier des dangers pour la sécurité, par exemple : l'analyse des données de vol (FDA), les audits de sécurité en service de ligne (LOSA) et les enquêtes de sécurité sur les opérations normales (NOSS).
- e) **Enquête et analyse.** Elles assurent le suivi des comptes rendus d'événements liés à la sécurité et de conditions dangereuses, si nécessaire en initiant des enquêtes de sécurité et des analyses de sécurité réalisées par du personnel compétent.
- f) **Contrôle des performances.** Elles cherchent activement à obtenir un retour d'informations pour boucler la boucle de la gestion de la sécurité en employant des techniques telles que le contrôle des tendances et les audits internes de sécurité.
- g) **Promotion de la sécurité.** Elles diffusent activement les résultats des enquêtes et des analyses de sécurité, partageant ainsi les leçons tirées tant à l'intérieur de l'organisation qu'à l'extérieur si cela se justifie.
- h) **Supervision de la sécurité.** L'État (autorité de réglementation) et l'organisation réglementée disposent tous deux de systèmes de contrôle et d'évaluation des performances en matière de sécurité.

#### I-6-3-4/Processus de gestion de la sécurité :

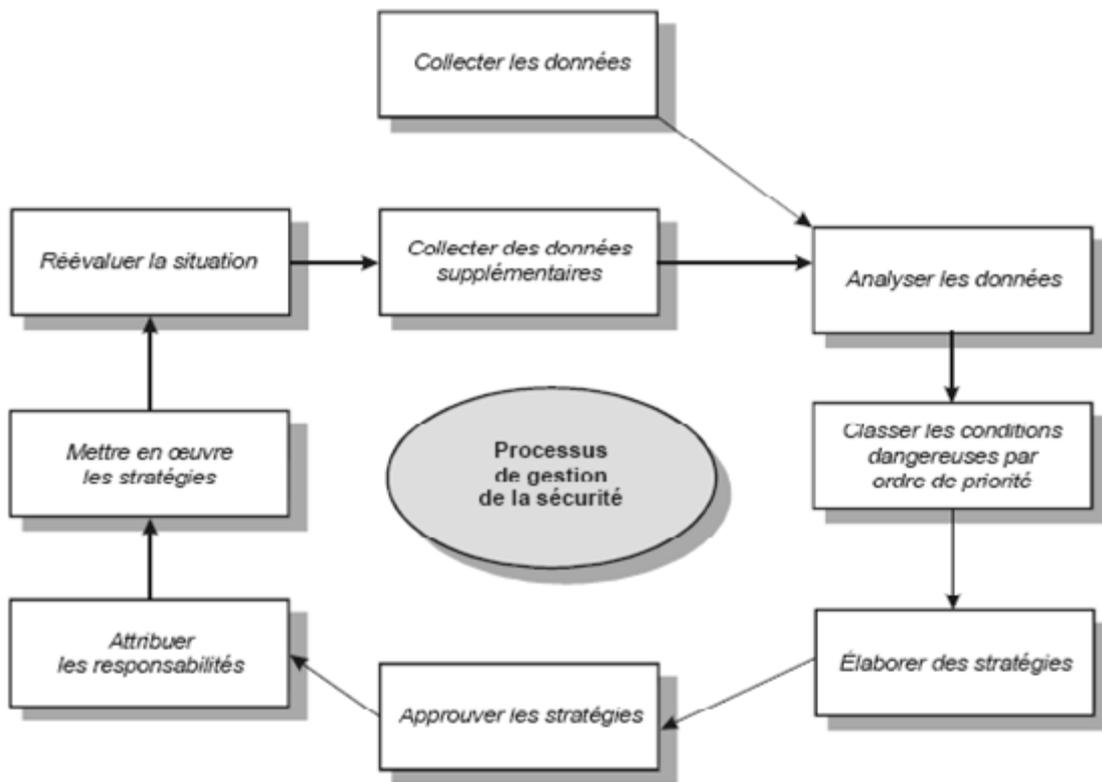
La gestion de la sécurité est basée sur les faits puisqu'elle requiert l'analyse des données pour identifier les dangers. Lors de l'utilisation de techniques d'évaluation des risques, des priorités sont établies afin de réduire les conséquences potentielles de ces dangers. Des stratégies destinées à réduire ou à éliminer les dangers sont ensuite élaborées et mises en oeuvre avec des responsabilités clairement établies. La situation est réévaluée en permanence et des mesures supplémentaires sont appliquées le cas échéant.

Les étapes du processus de gestion de la sécurité exposées à la Figure I-2 sont brièvement décrites ci-dessous :

- a) **Collecter les données.** La première étape du processus de gestion de la sécurité est l'acquisition de données pertinentes en matière de sécurité, c'est-à-dire des éléments nécessaires pour déterminer les performances en matière de sécurité ou identifier les

conditions dangereuses latentes (dangers pour la sécurité). Ces données peuvent être tirées de n'importe quelle composante du système : le matériel utilisé, les personnes participant aux opérations, les procédures de travail, les interactions homme/matériel/procédures, etc.

- b) **Analyser les données.** L'analyse de toutes les informations pertinentes permet d'identifier les dangers pour la sécurité. Les conditions dans lesquelles les dangers présentent de véritables risques, leurs conséquences potentielles et la probabilité d'un événement lié à la sécurité peuvent être déterminés. Il s'agit, en d'autres termes, de répondre aux questions : *Que peut-il se passer ? Comment ? Et quand ?* Cette analyse peut être à la fois qualitative et quantitative.
- c) **Classer les conditions dangereuses par ordre de priorité.** Un processus d'évaluation du risque détermine la gravité de ces dangers. Des mesures de sécurité sont envisagées pour les dangers posant les plus gros risques. Ceci peut nécessiter une analyse coûts-avantages.
- d) **Élaborer des stratégies.** En commençant par les risques dont la priorité est la plus élevée, on peut réfléchir à diverses options de gestion des risques, par exemple :
1. **Répartir** la prise de risques sur une palette d'individus aussi large que possible. (Telle est la base de l'assurance).
  2. **Éliminer** entièrement le risque (éventuellement en cessant l'opération ou la pratique).
  3. **Accepter** le risque et poursuivre les opérations sans rien changer.
  4. **Atténuer** le risque en mettant en oeuvre des mesures de réduction du risque ou au moins faciliter la prise en charge du risque.
- e) **Adopter des stratégies.** Après avoir analysé les risques et décidé d'un plan d'action approprié, l'accord de la direction est nécessaire pour aller de l'avant. À ce stade, la difficulté réside dans la formulation d'arguments convaincants pour justifier des changements (parfois coûteux).
- f) **Attribuer les responsabilités et mettre en oeuvre les stratégies.** Suite à la décision de mettre les choses en route, il faut arrêter les détails pratiques. Il s'agit entre autres de fixer la répartition des ressources, de répartir les responsabilités, de déterminer le calendrier, de revoir les procédures d'exploitation, etc.
- g) **Réévaluer la situation.** La réussite de la mise en oeuvre est rarement à la hauteur des prévisions. Un retour d'informations est requis pour boucler la boucle. Quels nouveaux problèmes ont éventuellement été introduits ? Dans quelle mesure la stratégie convenue pour réduire les risques répond-elle aux attentes en termes de performance ? Quelles modifications du système ou du processus peuvent s'avérer nécessaires ?
- h) **Collecter des données supplémentaires.** En fonction des résultats de la réévaluation, il faudra peut-être obtenir de nouvelles informations et recommencer tout le cycle afin de peaufiner l'action en matière de sécurité.



**Figure I-3 : processus de gestion de la sécurité.**

La gestion de la sécurité requiert des compétences analytiques qui peuvent ne pas être exercées habituellement par la direction. Plus l'analyse est complexe, plus il est important d'utiliser les outils analytiques les plus adaptés. Le processus en boucle de la gestion de la sécurité exige également un retour d'informations pour garantir que les dirigeants puissent tester la validité de leurs décisions et évaluer l'efficacité de la mise en œuvre de celles-ci.

## **I-7/ GESTION DES RISQUES :**

### **I-7-1/ GÉNÉRALITÉS :**

L'industrie aéronautique est quotidiennement confrontée à une multitude de risques, dont beaucoup sont susceptibles de compromettre la viabilité d'un exploitant, certains représentant même une menace pour toute l'industrie. En fait, le risque est un sous-produit de l'exploitation. Tous les risques ne peuvent pas être éliminés et toutes les mesures imaginables d'atténuation des risques ne sont pas financièrement réalisables.

Les risques et coûts inhérents à l'aviation exigent un processus décisionnel rationnel. Tous les jours, il faut prendre des décisions en temps réel, en mettant en balance d'une part, la probabilité et la gravité de toute conséquence négative induite par le risque et d'autre part, l'avantage que l'on espère tirer de la prise de ce risque. Ce processus est connu sous le nom de « *gestion des risques* ». Aux fins du présent manuel, *la gestion des risques* peut être définie comme suit :

- La *gestion des risques* est l'identification, l'analyse et l'élimination (et/ou l'atténuation jusqu'à un niveau acceptable ou tolérable) des dangers, ainsi que des risques ultérieurs, qui menacent la viabilité d'une organisation.

En d'autres termes, la gestion des risques facilite la recherche d'un équilibre entre risques évalués et atténuation viable des risques. Elle fait partie intégrante de la gestion de la sécurité. Elle s'appuie sur un processus logique d'analyse objective, surtout dans l'évaluation des risques.

Un aperçu du processus de gestion des risques est présenté dans l'organigramme de la Figure I-4. Comme le montre celle-ci, la gestion des risques se compose de trois éléments fondamentaux : l'identification des dangers, l'évaluation des risques et l'atténuation des risques. Les concepts de la gestion des risques s'appliquent de la même manière à la prise de décisions concernant les opérations aériennes, le contrôle de la circulation aérienne, la maintenance, la gestion des aéroports et l'administration publique.

### **I-7-2/ IDENTIFICATION DES DANGERS :**

Le danger peut concerner toute situation ou condition pouvant avoir des conséquences négatives, l'éventail des dangers en aviation est vaste. Voici quelques exemples:

1. les *facteurs conceptuels*, y compris la conception du matériel et des tâches.
2. les *procédures et les pratiques d'exploitation*, y compris leur documentation et listes de vérification, ainsi que leur validation dans les conditions d'exploitation réelles.
3. les *communications*, y compris le moyen, la terminologie et la langue.
4. les *facteurs relatifs au personnel*, comme les politiques de la compagnie en matière de recrutement, de formation et de rémunération.
5. les *facteurs organisationnels*, tels que la compatibilité entre les objectifs de production et les objectifs de sécurité, la répartition des ressources, les pressions opérationnelles et la culture de la sécurité de l'entreprise.

6. les *facteurs relatifs à l'environnement de travail*, comme le bruit ambiant et les vibrations, la température, l'éclairage et la mise à disposition de matériel et de vêtements de protection.
7. les *facteurs concernant la supervision réglementaire*, y compris l'applicabilité et la force exécutoire des réglementations, la certification du matériel, du personnel et des procédures et le caractère adéquat des audits de surveillance.
8. les *moyens de défense*, y compris des facteurs tels que la mise à disposition de systèmes de détection et d'alerte adéquats, la résistance du matériel à l'erreur et la mesure dans laquelle le matériel est rendu plus résistant aux défaillances.

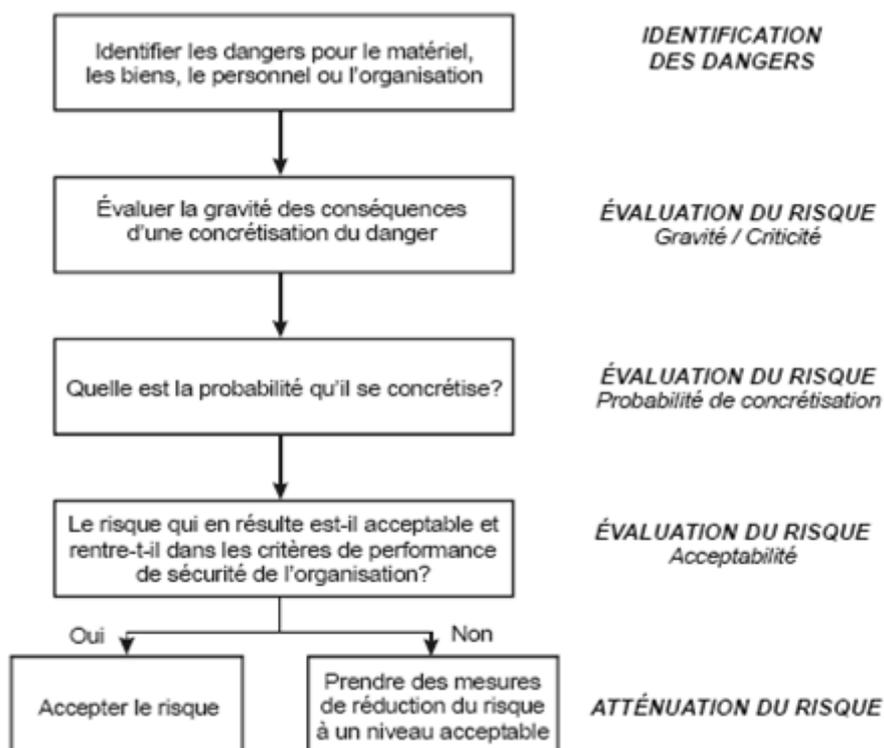


Figure I-4 : processus de gestion des risques.

Les dangers peuvent être reconnus au travers de véritables événements de sécurité (accidents ou incidents) ou via des processus proactifs d'identification avant que ces dangers ne déclenchent un événement. Dans la pratique, tant les mesures réactives que les processus proactifs constituent un moyen efficace d'identifier les dangers.

Les événements de sécurité sont la preuve flagrante de l'existence de problèmes dans le système et sont donc une occasion de tirer de précieuses leçons en matière de sécurité. Ils devraient par conséquent faire l'objet d'enquêtes afin d'identifier les dangers qui menacent le système. Ces enquêtes devraient porter sur tous les facteurs intervenus dans l'événement, y compris les facteurs organisationnels et humains.

Dans un système de gestion de la sécurité qui a déjà fait ses preuves, l'identification des dangers devrait se faire à partir d'une multitude de sources dans le cadre d'un processus permanent. Toutefois, dans la vie d'une organisation, il arrive qu'il soit justifié d'accorder une attention particulière à l'identification des dangers. Les évaluations de la sécurité offrent un processus structuré et systémique d'identification des dangers quand :

- a) on observe une augmentation inexplicée des événements ou des infractions liées à la sécurité.
- b) de grands changements sont prévus en matière d'exploitation, y compris des changements relatifs aux membres principaux du personnel ou à du matériel ou des systèmes importants.
- c) l'organisation subit une transformation importante, comme une croissance ou une contraction rapide.
- d) une fusion de sociétés, une acquisition ou une réduction des effectifs est planifiée.

### I-7-3/ ÉVALUATION DU RISQUE :

Une fois que la présence d'un danger pour la sécurité est confirmée, il faut une certaine forme d'analyse pour évaluer sa capacité à causer des lésions corporelles ou des dommages matériels. Généralement, cette évaluation du danger comporte trois aspects :

- a) la **probabilité** que le danger précipite un événement dangereux (c-à-d : la probabilité de conséquences négatives si on laissait persister les conditions dangereuses sous-jacentes ).
- b) la **gravité** des éventuelles conséquences négatives ou les effets d'un événement dangereux.
- c) le taux d'**exposition** aux dangers. La probabilité des conséquences négatives s'accroît avec l'augmentation de l'exposition aux conditions dangereuses. L'exposition peut donc être considérée comme une autre dimension de la probabilité. Toutefois, certaines méthodes de définition de la probabilité peuvent aussi inclure l'élément d'exposition, par exemple un taux de 1 par 10 000 heures.

Le **risque** est le potentiel de conséquences négatives qui, selon les estimations, découlerait d'un danger. C'est la probabilité que se concrétise la capacité du danger à causer des dommages.

L'*évaluation du risque* concerne tant la probabilité que la gravité des conséquences négatives. En d'autres termes, le potentiel de perte est déterminé. Lors de l'évaluation des risques, il est important de faire la distinction entre les *dangers* (la capacité à causer des dommages) et le *risque* (la probabilité que ces dommages se concrétisent dans un délai donné). Une matrice d'évaluation des risques (comme celle présentée au Tableau I-1) constitue un outil utile pour établir l'ordre de priorité des dangers auxquels il faut être le plus attentif.

Il existe de nombreuses manières certaines plus formelles que d'autres, d'aborder les aspects analytiques de l'évaluation des risques. Pour certains risques, le nombre de variables et la disponibilité de données pertinentes ainsi que de modèles mathématiques peuvent permettre de dégager des résultats crédibles via des méthodes quantitatives (nécessitant l'analyse mathématique de données spécifiques). Néanmoins, en aviation peu de dangers se prêtent à une analyse crédible par les seules méthodes numériques. Généralement, ces analyses sont complétées au niveau qualitatif par une analyse critique et logique des faits connus et des rapports qui existent entre eux.

De nombreuses publications sont disponibles sur les différents types d'analyses utilisés dans l'évaluation des risques. Des méthodes sophistiquées ne sont pas indispensables pour les évaluations des risques évoquées dans le présent manuel. Une connaissance de base de quelques méthodes suffit.

Quelles que soient les méthodes utilisées, les risques peuvent être exprimés de plusieurs manières, comme :

1. le nombre de morts, la perte de revenus ou de parts de marché (c-à-d : des nombres absolus).
2. les taux de perte (par exemple : le nombre de morts par 1 000 000 sièges-kilomètres parcourus).
3. la probabilité d'accidents graves (par exemple 1 tous les 50 ans).
4. la gravité des conséquences (par exemple : la gravité des blessures).
5. le montant des pertes prévisibles estimé en dollars par rapport aux recettes annuelles d'exploitation (par exemple : 1 million de dollars US de pertes pour 200 millions de dollars US de recettes).

### **I-7-3-1/ Définition du problème :**

Dans tout processus analytique, il faut tout d'abord définir le problème. Même lorsque l'on a identifié un danger, il n'est pas toujours aisé de traduire ses caractéristiques en un problème à résoudre.

Des personnes aux origines et expériences diverses percevront probablement les mêmes éléments sous des angles différents. Une situation présentant un risque significatif reflétera ces origines diverses, exacerbées par les préjugés humains normaux. Ainsi, les problèmes auront tendance à être perçus par les ingénieurs comme des défauts d'ingénierie, par les médecins comme des défauts médicaux, par les psychologues comme des problèmes comportementaux, etc. L'anecdote relatée dans l'encadré ci-dessous illustre les nombreuses facettes de la définition d'un problème.

### I-7-3-2/ Probabilité de conséquences négatives :

Quelles que soient les méthodes analytiques utilisées, il faut évaluer la probabilité de lésions corporelles ou de dommages matériels. Cette probabilité dépendra des réponses apportées à des questions telles que :

1. Un tel événement s'est-il déjà produit ou s'agit-il d'un cas isolé ?
2. Quel autre matériel ou élément similaire pourrait présenter des défauts semblables ?
3. Combien de membres du personnel d'exploitation ou de maintenance suivent les procédures en question ou y sont soumis ?
4. Pendant quel pourcentage du temps le matériel suspect ou la procédure douteuse sont-ils utilisés ?
5. Dans quelle mesure existe-t-il des conséquences au niveau de l'organisation, de la gestion ou de la réglementation, pouvant refléter des menaces plus importantes pour la sécurité publique ?

À partir de ces questions, la probabilité qu'un événement se produise peut être évaluée comme, par exemple :

- a) **Peu probable.** Parmi les défaillances « peu probables », on trouve les événements isolés et les risques où le taux d'exposition est très faible ou l'échantillon petit. La complexité des circonstances nécessaires pour générer une situation d'accident peut être telle qu'il est peu probable que la même suite d'événements se reproduise. Par exemple, il est peu probable que des systèmes indépendants connaissent une défaillance simultanée. Cependant, même si cette possibilité est très mince, les conséquences de défaillances simultanées peuvent justifier un suivi.

*Note : On a naturellement tendance à attribuer des événements peu probables à une « coïncidence ». La prudence est de mise. Alors qu'une coïncidence est statistiquement possible, elle ne devrait pas être utilisée comme excuse pour justifier l'absence d'une analyse.*

- b) **Possible.** Des défaillances « possibles » découlent de dangers assortis d'une probabilité raisonnable qu'il faille s'attendre à des modèles similaires de performance humaine dans des conditions de travail semblables ou que les mêmes défauts du matériel existent ailleurs dans le système.
- c) **Probable.** De tels événements reflètent un modèle (ou un modèle potentiel) de défaillances matérielles n'ayant pas encore été rectifiées. Étant donné la conception ou la maintenance du matériel, sa résistance dans des conditions d'exploitation connues, etc. Une exploitation continue mènerait certainement à une défaillance. De même, étant donné les preuves empiriques de certains aspects des performances humaines, on peut s'attendre selon toute probabilité à ce que des personnes normales travaillant dans des conditions similaires commettent les mêmes erreurs ou soient susceptibles d'arriver au même résultat de performance indésirable.

### **I-7-3-3/ Gravité des conséquences des événements :**

Après avoir déterminé la probabilité de l'événement, il faut évaluer la nature des conséquences négatives si cet événement se réalisait. Ces conséquences potentielles déterminent le degré d'urgence lié à la mesure de sécurité requise. S'il existe un risque considérable de conséquences catastrophiques ou si le risque de blessures, de dommages matériels ou environnementaux graves est élevé, une mesure de suivi urgente se justifie. L'évaluation de la gravité des conséquences d'un événement pourrait s'appuyer sur les types de questions suivants :

- a) Combien de **vies sont menacées** ? (*Membres du personnel, passagers, passants et grand public*).
- b) Quelle est l'ampleur probable des **dommages matériels ou financiers** ? (*Perte directe de biens pour l'exploitant, dommage à l'infrastructure aérienne, dommages collatéraux à des tiers, incidences financières et impact économique pour l'État*).
- c) Quelle est la probabilité d'un **impact environnemental** ? (*Déversement de carburant ou d'autres produits dangereux et perturbation physique de l'habitat naturel*).
- d) Selon toute probabilité, quels seront les **conséquences politiques** et/ou **l'intérêt des médias** ?

**I-7-3-4/ Acceptabilité du risque :**

L'évaluation des risques permet de classer les risques par ordre d'importance par rapport à d'autres dangers non résolus. Cette étape est cruciale pour décider de façon rationnelle comment répartir des ressources limitées pour lutter contre les dangers présentant les plus gros risques pour l'organisation.

Établir un ordre de priorité des risques requiert une base rationnelle pour classer un risque par rapport aux autres. Des critères ou des normes sont nécessaires pour définir ce qu'est un risque *acceptable* et ce qu'est un risque *inacceptable*. En comparant la probabilité de conséquences indésirables à la gravité potentielle de ces conséquences, il est possible de classer le risque dans une catégorie à l'intérieur d'une matrice d'évaluation des risques. De nombreuses versions de ce type de matrices sont disponibles dans des publications. Bien que la terminologie ou les définitions utilisées pour les diverses catégories puissent varier, ces tableaux reflètent généralement les idées résumées au Tableau II-1.

Tableau II-1: Matrice d'évaluation des risques

GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES			PROBABILITÉ DE L'ÉVÉNEMENT		
Définition dans l'aviation	Signification	Valeur	Définition qualitative	Signification	Valeur
Catastrophique	Matériel détruit. Nombreux morts.	5	Fréquente	Se produira probablement souvent	5
Dangereuse	Forte réduction des marges de sécurité, souffrance physique ou charge de travail telle qu'on ne peut plus être sûr que les opérateurs fourniront un travail précis ni complet. Blessures graves ou décès de plusieurs personnes. Importants dégâts matériels.	4	Occasionnelle	Se produira probablement de temps en temps	4
Majeure	Forte réduction des marges de sécurité, perte de capacité des opérateurs à faire face à des conditions d'exploitation négatives suite à une augmentation de la charge de travail en raison de conditions limitant leur efficacité. Incident grave. Personnes blessées.	3	Faible	Peu probable, mais possible	3
Mineure	Désagrément. Limitation de l'exploitation. Recours à des procédures d'urgence. Incident mineur.	2	Improbable	Très peu probable	2
Négligeable	Peu de conséquences	1	Extrêmement improbable	Presque impensable que l'événement se produise	1

Dans cette version de matrice d'évaluation des risques :

- a. La **gravité** du risque est déclinée en *catastrophique, dangereuse, majeure, mineure* ou *négligeable*, avec chaque fois une description de la gravité potentielle des conséquences.
- b. La **probabilité** d'un événement est également ventilée en cinq niveaux de définitions qualitatives, et des descriptions sont fournies pour chaque degré de probabilité.
- c. Des **valeurs** numériques peuvent être attribuées pour pondérer l'importance relative de chaque niveau de gravité et de probabilité. On peut alors déduire une évaluation composite des risques afin de faciliter leur comparaison en multipliant les valeurs de gravité et de probabilité.

Après avoir utilisé une matrice des risques pour attribuer des valeurs aux risques, il est possible de donner plusieurs valeurs pour classer les risques comme acceptables, indésirables et inacceptables. Ces termes sont expliqués ci-dessous :

- ✓ **Acceptable** signifie qu'aucune mesure ne doit être prise (à moins que le risque puisse être réduit davantage à peu de frais ou avec peu d'efforts).
- ✓ **Indésirable** (ou **tolérable**) signifie que les personnes concernées sont prêtes à vivre avec ce risque afin de jouir de certains avantages, à condition que le risque soit atténué le plus possible.
- ✓ **Inacceptable** signifie qu'étant donné les circonstances présentes, l'exploitation doit cesser jusqu'à ce que le risque soit ramené au moins au niveau *tolérable*. Dans une approche moins numérique de détermination de l'*acceptabilité* de certains risques, on examine notamment les facteurs suivants :
  - a) **La gestion**. Le risque correspond-t-il à la politique et aux normes de l'entreprise en matière de sécurité ?
  - b) **Les implications financières**. La nature du risque fait-elle échec à tout mode de résolution rentable ?
  - c) **L'aspect juridique**. Le risque est-il conforme aux normes réglementaires en vigueur et aux moyens d'exécution ?
  - d) **L'aspect culturel**. Comment le personnel de l'organisation et d'autres parties prenantes percevra-t-il ce risque ?
  - e) **Le marché**. La compétitivité et le bien-être de l'organisation vis-à-vis d'autres organisations seront-ils compromis si le risque n'est ni réduit ni éliminé ?

- f) *L'aspect politique*. Y aura-t-il un prix politique à payer si le risque n'est ni réduit ni éliminé ?
- g) *L'opinion publique*. Quelle sera l'influence des médias ou de groupements d'intérêts sur l'opinion publique concernant ce risque ?

#### **I-7-4/ ATTÉNUATION DU RISQUE :**

En matière de risque, la sécurité absolue n'existe pas. Les risques doivent être ramenés au niveau « le plus faible que l'on puisse raisonnablement atteindre » (*ALARP*). Cela signifie qu'il faut faire la part des choses entre, d'un côté, le risque et d'un autre côté, le temps, le coût et la difficulté liés à l'adoption de mesures visant à réduire ou éliminer le risque.

Lorsque le *risque* a été jugé *indésirable* ou *inacceptable*, des mesures de contrôle doivent être prises : l'urgence sera à la mesure de l'ampleur du risque. Le niveau de risque peut être diminué en réduisant la gravité des conséquences potentielles, en limitant la probabilité d'un événement ou l'exposition à ce risque.

La solution optimale dépendra des circonstances et des exigences locales. Pour élaborer une mesure de sécurité adéquate, il faut comprendre la pertinence des moyens de défense existants.

#### **I-7-4-1/ Analyse des moyens de défense :**

Les moyens de défense mis en place pour protéger les personnes, les biens ou l'environnement constituent un élément important de tout système de sécurité. Ces moyens de défense peuvent être utilisés pour :

1. réduire la probabilité d'événements non désirés.
2. réduire la gravité des conséquences liées à tout événement non désiré.

Les moyens de défense peuvent être classés en deux catégories, à savoir :

- a) *Les moyens de défense physiques*. Ceux-ci recouvrent entre autres des objets qui découragent ou empêchent un acte inapproprié ou encore atténuent les conséquences des événements (par exemple : des contacteurs d'interdiction de rentrée du train au sol, des cache-interrupteurs, des cloisons pare-feu, du matériel de survie, des avertissements et des alarmes).

b) **Les moyens de défense administratifs.** Il s'agit notamment des procédures et des pratiques atténuant la probabilité d'un accident (par exemple : la réglementation en matière de sécurité, les SOP, la supervision et l'inspection ainsi que les compétences personnelles).

Avant de choisir des stratégies appropriées d'atténuation des risques, il est important de comprendre *pourquoi* le système de défense existant était inadapté. À cette fin, il peut être intéressant de se poser la série de questions que voici :

- a) Existait-il des moyens de défense contre de tels dangers ?
- b) Ont-ils fonctionné comme prévu ?
- c) Étaient-ils faciles à utiliser dans les conditions de travail réelles ?
- d) Le personnel concerné était-il conscient des risques et des moyens de défense existants ?
- e) Faut-il davantage de mesures d'atténuation des risques ?

#### **I-7-4-2/ Stratégies d'atténuation du risque :**

En matière d'atténuation du risque, il existe un éventail de stratégies disponibles. Par exemple:

- a) **Éviter l'exposition.** Les tâches, pratiques, opérations ou activités présentant un risque sont évitées parce que ce risque dépasse les avantages.
- b) **Réduire les pertes.** Des mesures sont prises pour réduire la fréquence des événements dangereux ou l'ampleur de leurs conséquences.
- c) **Isoler l'exposition** (séparation ou duplication). Des mesures sont prises pour isoler les effets du risque ou instaurer une redondance afin de se protéger contre les risques. c-à-d : de réduire la gravité de ceux-ci (par exemple : se prémunir contre les dommages collatéraux en cas de défaillance du matériel ou prévoir des systèmes de secours visant à réduire la probabilité d'une défaillance totale du système).

#### **I-7-4-3/ Recherche d'idées :**

Il n'est pas simple de trouver les idées nécessaires à l'élaboration de mesures appropriées d'atténuation des risques. Cela requiert souvent de la créativité, de l'ingéniosité et surtout une ouverture d'esprit permettant d'envisager toutes les solutions possibles. La réflexion de ceux qui sont les plus proches du problème (habituellement ceux qui ont la plus grande expérience) est souvent teintée d'habitudes et de préjugés naturels. Une large

participation, avec des représentants des différentes parties concernées, aide à vaincre des attitudes rigides. Pour résoudre efficacement les problèmes dans un monde complexe, il est essentiel d'*être innovant*. Il faudrait soigneusement peser le pour et le contre de toutes les nouvelles idées avant de les rejeter.

#### I-7-4-4/ Évaluer les options d'atténuation du risque :

L'évaluation des options d'atténuation des risques montre qu'elles n'ont pas toutes le même potentiel de réduction des risques. Il faut évaluer l'efficacité de chaque option avant de pouvoir prendre une décision. Pour trouver une solution optimale, il est important de prendre en considération tout l'éventail des mesures de contrôle possibles et d'envisager des compromis entre différentes mesures. Chaque option d'atténuation des risques devrait être examinée sous les angles suivants :

a) **Efficacité**. Va-t-elle réduire ou éliminer les risques identifiés ? Jusqu'à quel point les autres options atténuent-elles les risques ? L'efficacité peut être considérée comme se situant dans une réalité à divers degrés, ces degrés étant :

- 1) le **niveau un** (mesures d'ingénierie) : la mesure de sécurité **élimine** le risque, par exemple, en prévoyant des dispositifs de verrouillage pour empêcher l'activation de l'inverseur de poussée en vol.
- 2) le **niveau deux** (mesures de contrôle) : la mesure de sécurité accepte le risque mais modifie le système pour l'**atténuer** en le réduisant à un niveau gérable, par ex. en imposant des conditions d'exploitation plus restrictives.
- 3) le **niveau trois** (mesures relatives au personnel) : la mesure de sécurité adoptée accepte que le danger ne puisse être ni éliminé (niveau un) ni contrôlé (niveau deux), de telle sorte qu'il faut apprendre au personnel comment **y faire face**, notamment en ajoutant un avertissement, une liste de vérification révisée ou une formation supplémentaire.

b) **Coûts/avantages**. Les avantages que semble présenter l'option l'emportent-ils sur son coût? Les bénéfices potentiels seront-ils proportionnels aux incidences du changement requis ?

c) **Faisabilité**. Est-ce **faisable** et approprié technologiquement, financièrement et administrativement ainsi que du point de vue de la législation et des réglementations en vigueur, de la volonté politique, etc. ?

d) **Mise en question**. La mesure d'atténuation du risque peut-elle résister à l'examen critique de toutes les personnes concernées (personnel, direction, actionnaires/pouvoirs publics, etc.) ?

- e) **Acceptabilité** pour chaque partie concernée. Quel degré d'acceptation (ou de résistance) peut être attendu de la part des parties concernées ? (Des discussions avec celles-ci au cours de la phase *d'évaluation des risques* peuvent indiquer quelle est leur option préférée d'atténuation des risques.)
- f) **Caractère exécutoire**. Si de nouvelles règles (SOP, règlements, etc.) sont appliquées, ont-elles un caractère exécutoire ?
- g) **Durabilité**. La mesure résistera-t-elle à l'épreuve du temps ? Sera-t-elle bénéfique temporairement ou aura-t-elle une utilité à long terme ?
- h) **Risques résiduels**. Après la mise en oeuvre de la mesure d'atténuation des risques, quels seront les risques résiduels associés au danger initial ? Quelle est la capacité d'atténuer tout risque résiduel ?
- i) **Nouveaux problèmes**. Quels nouveaux problèmes ou nouveaux risques (peut-être plus importants) seront introduits par le changement proposé ?

Il est évident qu'il faut accorder la préférence aux mesures correctrices qui élimineront complètement le risque. Malheureusement, ces solutions sont souvent les plus onéreuses. Dans l'autre cas extrême, lorsque la volonté ou les ressources de l'organisation sont insuffisantes, le problème est souvent transmis au service en charge de la formation pour apprendre au personnel comment faire face aux risques.

Dans de tels cas, il se peut que la direction évite de prendre des décisions difficiles en déléguant la responsabilité du risque à des subordonnés.

### I-7-5/ COMMUNICATION DU RISQUE :

La communication des risques englobe tous les échanges de renseignements relatifs aux risques, c-à-d : toutes les communications publiques ou privées informant d'autres personnes quant à l'existence, la nature, la forme, la gravité ou l'acceptabilité des risques. Les besoins en information des groupes suivants peuvent requérir une attention particulière :

- a) la direction doit être avertie de tous les risques présentant un potentiel de pertes pour l'organisation.
- b) les personnes exposées aux risques identifiés doivent être avisées de leur gravité et de la probabilité qu'ils se concrétisent.
- c) ceux qui ont identifié le danger ont besoin d'un retour d'informations sur la mesure proposée.

- d) les personnes concernées par toute modification prévue doivent être informées à la fois des dangers et du raisonnement qui sous-tend la mesure prise.
- e) les autorités de réglementation, les fournisseurs, les associations de l'industrie aéronautique, le grand public, etc., peuvent avoir besoin d'informations sur des risques spécifiques.
- f) les parties prenantes peuvent aider le(s) décideur(s) si les risques sont communiqués rapidement de manière honnête, objective et compréhensible. Une communication efficace des risques (et des projets destinés à les résoudre) ajoute de la valeur au processus de gestion des risques.

Si les leçons tirées en matière de sécurité ne sont pas communiquées clairement et en temps utile, la politique de la direction visant à promouvoir une culture positive de la sécurité s'en trouvera décrédibilisée. Pour que les messages de sécurité soient crédibles, il faut qu'ils correspondent aux faits, aux déclarations précédentes de la direction et aux messages des autres autorités. Ces messages doivent être exprimés dans un langage compréhensible pour les parties concernées.

#### **I-7-6/ ASPECTS DE LA GESTION DES RISQUES POUR LES ADMINISTRATIONS PUBLIQUES :**

Les techniques de gestion des risques ont des conséquences pour les administrations publiques dans des domaines allant de l'élaboration de politiques aux décisions « acceptation/refus » auxquelles sont confrontés les inspecteurs de première ligne de l'aviation civile, notamment en ce qui concerne :

- a. **La politique générale.** Jusqu'à quel point un État doit-il accepter les formalités administratives de certification d'un autre État ?
- b. **La modification de la réglementation.** Comment les décisions sont-elles prises à partir de toutes les recommandations (souvent contradictoires) en matière de changement de réglementation ?
- c. **La fixation des priorités.** Comment détermine-t-on les domaines de sécurité auxquels il faut accorder une importance particulière lors des audits de supervision de la sécurité ?
- d. **La gestion opérationnelle.** Comment les décisions sont-elles prises lorsque les ressources disponibles sont insuffisantes pour mener à bien toutes les activités prévues ?

- e. *Les inspections opérationnelles.* En première ligne, comment les décisions sont-elles prises quand des erreurs cruciales sont découvertes en dehors des heures de travail normales ?

#### **I-7-6-1/ Situations justifiant une gestion des risques par les administrations publiques :**

Certaines situations devraient alerter les administrations publiques de l'aviation quant au besoin éventuel d'appliquer des méthodes de gestion des risques, par exemple :

- a) les jeunes entreprises ou les entreprises à croissance rapide.
- b) les fusions d'entreprises.
- c) les entreprises au bord de la faillite ou en proie à d'autres difficultés financières.
- d) les entreprises confrontées à de graves conflits sociaux.
- e) l'introduction de nouveau matériel important par un exploitant.
- f) la certification d'un nouveau type d'aéronef, d'un nouvel aéroport, etc.
- g) l'introduction d'un nouveau matériel ou de nouvelles procédures de communication, navigation ou surveillance.
- h) des modifications considérables du Règlement de l'Air ou d'autres lois pouvant avoir des incidences sur la sécurité de l'aviation.

La gestion du risque par les administrations publiques sera influencée par des facteurs tels que :

- a) *le temps disponible* pour prendre la décision (d'immobiliser un aéronef, de révoquer un permis d'exploitation, etc.).
- b) *les ressources disponibles* pour appliquer les mesures nécessaires.
- c) *le nombre de personnes* touchées par les mesures requises (toute la société, toute la flotte, le niveau régional, national, international, etc.).
- d) *l'impact potentiel* de la décision d'action (ou d'inaction) de l'administration publique ;
- e) *la volonté culturelle et politique* de prendre la mesure requise.

#### **I-7-6-2/ Avantages de la gestion des risques pour les administrations publiques :**

Le recours à des techniques de gestion des risques lors de la prise de décisions présente des avantages pour les administrations publiques. En voici quelques exemples :

- éviter des fautes coûteuses au cours du processus décisionnel.
- garantir que tous les aspects du risque sont identifiés et pris en considération lors de la prise de décisions.
- garantir que les intérêts légitimes des parties prenantes concernées sont pris en compte.
- donner aux décideurs une base solide pour défendre le bien-fondé de leurs décisions.
- faciliter l'explication des décisions aux parties prenantes et au grand public.
- permettre d'importantes économies de temps et d'argent.

# **CHAPITRE : 02**

**LA MISE EN PLACE  
D'UN SMS**

**II-1/ INTRODUCTION :**

Une gestion efficace de la sécurité requiert une approche systémique de l'élaboration des politiques, procédures et pratiques relatives à la sécurité afin de permettre à l'organisation d'atteindre ses objectifs de sécurité. Comme d'autres fonctions de management, la gestion de la sécurité exige planification, organisation, communications et fixation d'orientations. La gestion de la sécurité intègre diverses activités dans un tout cohérent. Un suivi sera nécessaire pour évaluer et valider l'opportunité et l'efficacité des pratiques de l'organisation en matière de gestion de la sécurité afin de boucler le cycle de la sécurité.

Les besoins de gestion de la sécurité d'une organisation peuvent être satisfaits de plusieurs manières. Il n'existe pas de modèle unique et universel. La taille, la complexité et le type d'opérations, ainsi que la culture de l'entreprise en matière de sécurité et l'environnement opérationnel, sont autant de facteurs qui détermineront la structure la plus adaptée à chaque organisation et à ses circonstances particulières.

Certaines organisations auront besoin d'un système formel de gestion de la sécurité (SGS). D'autres requerront l'exécution de la plupart des mêmes fonctions mais selon une approche moins structurée. Il se peut aussi que des organisations doivent tenir compte des limites de leurs ressources et ne puissent dès lors mettre en oeuvre que quelques activités de gestion de la sécurité.

Le choix du degré de formalisme et de rigidité du SGS devrait s'inspirer des besoins de l'organisation et non d'un respect aveugle de la doctrine. Il est important que la taille et la complexité du SGS soient adaptées à chaque organisation.

L'existence d'une culture appropriée de la sécurité au sein de l'organisation est une condition préalable à la mise en oeuvre d'un SGS efficace. Toutefois, comme la culture de la sécurité revêt une importance capitale pour la réussite d'un SGS.

**II-2/ CULTURE DE LA SÉCURITÉ :**

Une gestion efficace de la sécurité requiert plus que la mise en place d'une structure organisationnelle appropriée et la promulgation de règles et de procédures à appliquer. Elle exige un véritable engagement de la haute direction à garantir la sécurité. Les attitudes, décisions et méthodes de fonctionnement au niveau de l'élaboration des politiques révèlent la priorité donnée à la sécurité. La première indication de l'engagement de l'entreprise à garantir la sécurité apparaît dans la politique et les objectifs de sécurité énoncés par l'organisation et dans la propension du personnel à croire que les préoccupations relatives à la sécurité pourraient, le cas échéant, passer avant les objectifs de production. ressources suffisantes. La mise en place d'une structure de gestion appropriée, l'attribution des responsabilités et obligations redditionnelles et l'affectation de ressources adéquates doivent correspondre aux objectifs de sécurité explicites de l'organisation. Une dotation suffisante en personnel expérimenté, des formations pertinentes, données en temps utile, et le financement des

équipements et installations nécessaires sont autant d'éléments indispensables pour créer un environnement de travail dans lequel chacun prend la sécurité au sérieux.

Des cultures effectives de la sécurité se caractérisent par des liens hiérarchiques clairs, des tâches bien définies et des procédures bien comprises. Le personnel comprend pleinement ses responsabilités et sait que signaler, à qui et quand. La haute direction évalue non seulement la performance financière de l'organisation mais aussi sa performance en matière de sécurité.

Dès lors, la culture de la sécurité relève autant de l'attitude que de la structure et concerne autant les individus que les organisations. Elle entraîne l'obligation non seulement de percevoir les problèmes de sécurité mais aussi de les résoudre par l'adoption des mesures appropriées. La culture de la sécurité porte sur des notions abstraites telles que les attitudes personnelles et le style de l'organisation.

Elle est donc difficile à évaluer, surtout lorsque le principal critère d'évaluation de la sécurité est l'absence d'accidents et d'incidents. Toutefois, les attitudes personnelles et le style de l'entreprise permettent ou facilitent les actes et circonstances dangereux qui sont les précurseurs d'accidents et d'incidents.

### **II-3/ LES DIX ÉTAPES DE LA MISE EN PLACE D'UN SGS :**

Lancer un processus efficace de gestion de la sécurité et en assurer le fonctionnement peut constituer un énorme défi. L'adoption d'une approche systémique contribuera à garantir la présence des éléments nécessaires à l'élaboration d'un système efficace. La présente section décrit les dix étapes de l'intégration des divers éléments dans un SGS cohérent. Une mise en oeuvre simultanée de toutes les fonctions d'un SGS représenterait une tâche titanesque, voire impossible. Il est donc préférable de réaliser ces étapes progressivement afin de permettre à l'organisation de s'adapter et de se familiariser aux exigences et résultats de chaque étape, avant d'aller plus loin.

Bien que l'ordre des étapes décrit ci-dessous réponde à une certaine logique, il n'est pas normatif. Certaines étapes peuvent être retardées, dans l'attente d'un moment plus opportun. La liste type de vérification et de confirmation fournie permet d'assurer le suivi des progrès en mettant en évidence les initiatives à prendre à mesure que l'on avance dans la mise en oeuvre des diverses étapes.

#### **II-3-1/ ÉTAPE 1 : PLANIFICATION :**

S'inscrivant dans la logique des pratiques générales de gestion, la gestion de la sécurité commence par une planification rigoureuse. Une organisation qui s'efforce d'améliorer ses processus de gestion de la sécurité serait bien avisée de désigner un groupe de cadres hiérarchiques principaux et la personne la plus susceptible d'être nommée directeur de la sécurité (DS) de l'organisation pour mener à bien cette phase de planification.

***Analyse :***

Le groupe de la planification (ou de la mise en place) pourra peut-être s'appuyer sur des atouts existants en réalisant l'inventaire des capacités actuelles de gestion de la sécurité de l'organisation (y compris l'expérience, la connaissance, les processus, procédures, ressources, etc.). Il faut identifier les lacunes dans l'expérience acquise en matière de gestion de la sécurité et déterminer les ressources nécessaires pour contribuer à l'élaboration et à la mise en oeuvre d'un SGS. De nombreuses unités opérationnelles disposent peut-être déjà de procédures internes pour les enquêtes sur les incidents, l'identification des dangers, le contrôle de la sécurité, etc. Il conviendrait d'examiner ces dispositifs et d'éventuellement les modifier pour les intégrer dans le SGS. Il est important que l'organisation recycle le plus de procédures existantes possible, car il n'est pas nécessaire de remplacer des procédures et processus connus et efficaces. En s'appuyant sur un tel acquis, la création d'un SGS engendrera moins de perturbations.

Pendant ce processus d'analyse, le groupe de la planification devrait aussi étudier les bonnes pratiques du secteur dans le domaine de la gestion de la sécurité en consultant d'autres organisations ayant une taille et une mission similaires.

***Évaluation de la sécurité :***

La conception et la mise en oeuvre d'un SGS représenteront probablement pour l'organisation un grand changement, qui est susceptible de générer de nouveaux dangers pour la sécurité. L'outil qui pourrait utilement aider le groupe de la planification à résoudre ce problème est l'évaluation de la sécurité. La synergie d'un groupe de gestionnaires expérimentés qui, de façon systématique, remettent en question tous les aspects de l'approche tant actuelle que planifiée de la gestion de la sécurité de l'organisation devrait réduire le risque de surprises lors de la mise en oeuvre du SGS, améliorer la connaissance qu'a le groupe de la situation actuelle et des besoins et préparer la voie pour la mise en oeuvre effective du changement.

***Indicateurs de performance en matière de sécurité et objectifs de sécurité :***

En matière de sécurité, le groupe de la planification devrait définir des indicateurs de performance pour l'organisation et fixer à celle-ci des objectifs de performance. Ces indicateurs et objectifs doivent être réalistes, c'est-à-dire qu'ils doivent tenir compte de la taille et de la complexité de l'organisation, ainsi que du type d'exploitation, des ressources disponibles, etc. Il faut aussi convenir d'un calendrier réaliste pour la réalisation des objectifs. Même si ces indicateurs et ces objectifs peuvent s'avérer difficiles à établir, ce sont eux qui serviront de base pour évaluer le succès d'un SGS.

***Stratégie de sécurité :***

En se basant sur les objectifs de sécurité convenus, le groupe de la planification peut élaborer une stratégie réaliste pour répondre aux besoins. Cette stratégie devra probablement combiner des éléments réactifs et proactifs. Elle devrait aussi tenir compte des types de processus et d'activités de sécurité qui seront utilisés (tels qu'esquissés dans les étapes suivantes). En fonction du nombre de nouvelles initiatives à l'étude et de la disponibilité des ressources, il pourrait être souhaitable d'adopter une approche graduelle. La stratégie peut aussi définir le degré de formalisme qu'une organisation doit donner à son « *système de gestion de la sécurité* ». Une participation de la haute direction à l'élaboration de la stratégie sera nécessaire.

***Le plan :***

La phase de planification devrait aboutir à un plan détaillé pour l'élaboration et la mise en oeuvre du SGS. Généralement, la planification portera sur une durée d'un à trois ans. Le plan devrait aborder des aspects tels que les objectifs de sécurité, la stratégie de sécurité, les processus et activités de gestion de la sécurité, les implications en termes de ressources et les échéanciers.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 1 : PLANIFICATION :**

1. Un groupe de la planification de la sécurité et un directeur de la sécurité ont été désignés.
2. Le groupe de la planification :
  - dispose d'une base d'expérience appropriée.
  - rencontre régulièrement la haute direction.
  - reçoit des ressources (y compris du temps pour les réunions).
3. Le groupe de la planification élabore une stratégie et un plan de mise en oeuvre réalistes pour instaurer un SGS qui répondra aux besoins de sécurité de l'organisation.
4. La haute direction approuve le plan.

**II-3-2/ ÉTAPE 2 : ENGAGEMENT DES INSTANCES DE DIRECTION À GARANTIR LA SÉCURITÉ :**

La responsabilité ultime de la sécurité incombe aux directeurs et aux cadres dirigeants de l'organisation.

Tout le système de valeurs qui sous-tend l'attitude d'une organisation vis-à-vis de la sécurité autrement dit toute sa culture de la sécurité est déterminé dès le départ par la mesure dans laquelle les cadres dirigeants acceptent la responsabilité de la sécurité des opérations et en particulier de la gestion proactive des risques.

Indépendamment des notions de taille, de complexité ou de type d'opérations, le succès d'un SGS dépendra de la mesure dans laquelle les instances de direction consacrent le temps, les ressources et l'attention nécessaires à la sécurité en temps que question essentielle de management. Sur ce point, les actes sont plus éloquents que tous les discours. Ce sont les actes visibles que posera la direction dans le domaine de la sécurité qui détermineront la culture de la sécurité (et par conséquent la performance en matière de sécurité) de l'organisation.

Les politiques et objectifs de sécurité énoncent le résultat que l'organisation s'efforce d'atteindre et les moyens qu'elle mettra en oeuvre pour y parvenir. La volonté de la direction de garantir la sécurité est d'abord communiquée à tout le personnel de l'organisation par la publication d'une politique et d'objectifs explicites de sécurité.

### ***Politique de sécurité :***

L'engagement de la direction à garantir la sécurité devrait être exprimé officiellement dans la *politique de sécurité* de l'organisation. Celle-ci devrait refléter la philosophie de gestion de la sécurité de l'organisation et devrait devenir la base sur laquelle l'organisation fondera son SGS. La politique de sécurité expose les méthodes et processus qu'utilisera l'organisation pour atteindre les objectifs de sécurité souhaités et sert à rappeler « *les bases sur lesquelles nous travaillons ici* ». L'instauration d'une culture positive de la sécurité commence par la publication d'orientations claires, sans équivoque.

Une politique de sécurité peut revêtir plusieurs formes mais inclura généralement des déclarations concernant :

- l'objectif général de sécurité de l'organisation.
- l'engagement de la haute direction à atteindre l'objectif de garantir que tous les aspects des opérations répondent aux objectifs de performance en matière de sécurité.
- un engagement de l'organisation à affecter les ressources nécessaires à la gestion efficace de la sécurité.
- un engagement de l'organisation à accorder la plus haute priorité à la garantie de la sécurité.
- la politique de l'organisation concernant la responsabilité et les obligations redditionnelles en matière de sécurité à tous les niveaux de l'organisation.

Cette politique de sécurité devrait être un document écrit, publié sous l'autorité du niveau de direction le plus élevé de l'organisation, approuvé par les autorités de réglementation et communiqué à tout le personnel.

Cette déclaration de politique exprime de façon tangible l'engagement de la haute direction à garantir la sécurité. En lieu et place de ce type de politique de sécurité, il est

possible de publier une déclaration par laquelle le directeur général s'engage à respecter les normes les plus élevées de sécurité.

Au cours de l'élaboration d'une politique de sécurité, les instances dirigeantes devraient entreprendre une large consultation des membres clés du personnel responsables de domaines cruciaux pour la sécurité.

Cette consultation garantira que le document présente un intérêt direct pour le personnel, qui aura l'impression d'y avoir en quelque sorte contribué. La politique de sécurité de l'entreprise doit aussi être conforme aux réglementations de l'État concerné.

***Objectifs de sécurité :***

La politique de sécurité (et la culture de la sécurité) est étroitement liée à la façon dont une organisation fixe ses objectifs de sécurité. Des objectifs clairs peuvent générer un engagement à agir qui améliorera la sécurité de l'organisation. De rares organisations fixent leurs objectifs de façon formelle, exposant clairement leur philosophie, définissant les résultats souhaités, énonçant les progrès réalisables pour atteindre ces objectifs et documentant le processus. Elles ont convenu d'indicateurs pertinents de performance en matière de sécurité et ont adopté des objectifs réalistes de performance en matière de sécurité.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 2 : ENGAGEMENT DES INSTANCES DE DIRECTION À GARANTIR LA SÉCURITÉ:**

- La haute direction participe et souscrit au SGS.
- La haute direction a approuvé la politique et les objectifs de sécurité de l'organisation, le plan de mise en oeuvre du SGS et les normes de sécurité des opérations.
- Ces éléments sont communiqués à tout le personnel, avec l'approbation visible des instances de direction.
- La politique de sécurité a été élaborée par la direction et le personnel et a été signée par le Directeur général. La politique de sécurité :
  - ✓ bénéficie de l'engagement et de la participation de tout le personnel.
  - ✓ est conforme à d'autres politiques opérationnelles.
  - ✓ donne des orientations pour mettre en oeuvre la politique.
  - ✓ stipule les responsabilités et obligations redditionnelles des directeurs, des gestionnaires et du personnel.
  - ✓ est traduite dans les actes et décisions de tout le personnel.
  - ✓ a été communiquée à tout le personnel.
  - ✓ est réexaminée régulièrement.
- Les objectifs et buts de sécurité sont pratiques et réalisables et sont revus régulièrement pour vérifier leur pertinence.
- Des normes de performance (y compris les échéances) sont fixées.
- Les responsabilités relatives à l'exécution des mesures sont clairement comprises.

- Les directeurs assurent le suivi des mesures et obligent les responsables à rendre compte des progrès réalisés dans la poursuite des objectifs de sécurité fixés.
- Des ressources appropriées sont octroyées pour assister le directeur de la sécurité.
- La haute direction engage des ressources pour éliminer les dangers posant des risques inacceptables.
- La haute direction a créé une chaîne appropriée de comptes rendus pour les questions de sécurité.
- La haute direction encourage activement la participation aux divers programmes de sécurité du SGS.
- La haute direction encourage une culture positive de la sécurité en vertu de laquelle :
  - ✓ les informations relatives à la sécurité sont recherchées activement.
  - ✓ le personnel est formé pour assumer ses responsabilités en matière de sécurité.
  - ✓ la sécurité est une responsabilité partagée.
  - ✓ les informations liées à la sécurité sont diffusées à tout le personnel concerné.
  - ✓ les déficiences et dangers potentiels du système mènent promptement à des enquêtes de la direction et à toute réforme nécessaire.
  - ✓ un programme formel est en place pour évaluer régulièrement les performances en matière de sécurité.
  - ✓ de nouvelles idées liées à la sécurité sont accueillies favorablement.

### **II-3-3/ ÉTAPE 3 : ORGANISATION :**

Les méthodes de fonctionnement et de gestion de la sécurité que choisit une organisation influenceront la capacité de cette organisation à résister à l'adversité (ou à des situations dangereuses) et sa capacité à réduire les risques. Plusieurs points doivent impérativement être pris en considération lors de la mise en place d'une structure efficace de soutien d'un SGS. Il faut notamment :

- désigner un DS.
- avoir une structure organisationnelle qui facilite la gestion de la sécurité.
- disposer d'un énoncé des responsabilités et obligations redditionnelles.
- créer un comité de sécurité.
- assurer la formation et la compétence.

#### ***Directeur de la sécurité (DS) :***

Une des premières tâches à accomplir lors de la mise en place d'un SGS est la désignation d'un DS. Les activités de gestion de la sécurité requièrent un coordonnateur (ou un ardent défenseur) capable de stimuler les changements systémiques nécessaires pour rendre la sécurité effective dans toute l'organisation. Dans la plupart des organisations, la

meilleure solution à cette fin est de désigner un DS à temps plein, qui fera partie de l'équipe directoriale de l'organisation. Ce DS sera notamment chargée de sensibiliser à la sécurité et de veiller à ce que la gestion de la sécurité reçoive, dans toute l'organisation, le même niveau de priorité que tout autre processus. Toutefois, dans de petites organisations, la fonction de DS peut faire partie des compétences du directeur de l'organisation.

La gestion de la sécurité est une responsabilité partagée par chaque cadre hiérarchique et soutenue par le DS. Les activités spécifiques de sécurité incombent aux cadres hiérarchiques. Les cadres dirigeants ne doivent pas demander au DS des comptes concernant les responsabilités des cadres hiérarchiques. Toutefois, il incombe au DS de mettre à la disposition de tous les cadres hiérarchiques du personnel auxiliaire efficace afin de garantir le succès du SGS de l'organisation. Alors que le DS peut être tenu de rendre des comptes pour toute lacune dans le SGS même, il ne devrait pas être tenu pour responsable de la performance de l'organisation en matière de sécurité.

L'idéal serait que le DS ait la sécurité pour seule responsabilité. Ce serait généralement le cas dans de grandes organisations où un poste de DS à temps plein peut se justifier. Dans de petites organisations, il se peut que la gestion de la sécurité doive incomber à un directeur ayant d'autres tâches. Dans de tels cas, pour éviter d'éventuels conflits d'intérêts, il serait préférable que la personne responsable de la gestion de la sécurité n'ait pas de responsabilité directe dans les domaines des opérations ou de l'ingénierie. Que les fonctions de DS soient exercées à temps plein ou intégrées aux responsabilités du directeur désigné, les devoirs et responsabilités liés à ce poste seront les mêmes. Quelle que soit la situation, le DS est un membre de l'équipe directoriale de l'organisation et doit se situer à un niveau suffisamment élevé dans la hiérarchie directoriale pour qu'il puisse communiquer directement avec d'autres cadres dirigeants.

Le DS devrait être chargé de gérer tous les aspects du fonctionnement du SGS. Ainsi, il devrait notamment veiller à ce que la documentation concernant la sécurité reflète exactement l'environnement existant, contrôler l'efficacité des mesures correctrices, fournir des rapports réguliers sur les performances en matière de sécurité et donner au Directeur général, aux cadres dirigeants et à d'autres membres du personnel des conseils indépendants sur des questions liées à la sécurité.

### ***Structure organisationnelle et énoncé des responsabilités et obligations redditionnelles :***

Deux approches différentes de la structure organisationnelle d'un exploitant qui répondent aux exigences de gestion de la sécurité sont décrites aux Figures II-1 et II-2. Toutes deux sont conçues pour soutenir un SGS cohérent.

L'exemple A présenté à la Figure II-1 se rencontre couramment dans les organisations ayant une bonne cote de sécurité. Le Responsable de la sécurité aérienne (FSO) relève directement du directeur des opérations aériennes. Toutefois, le FSO n'a pas de responsabilités de gestion

de la sécurité dans d'autres départements. Pour couvrir les questions de sécurité dans le département de la maintenance, un responsable de la sécurité de la maintenance, rattaché directement au Directeur de la maintenance, assure une coordination informelle avec le FSO par le biais du « *Bureau de la sécurité* ». Bien que, dans cet organigramme, le Bureau de la sécurité soit placé de façon informelle sous l'autorité de la direction, cette structure n'encourage pas vraiment une approche systémique de la gestion de la sécurité. Au contraire, l'organisation s'intéresse aux questions de sécurité uniquement sous l'angle des opérations aériennes et de la maintenance.

Dans l'exemple B présenté à la Figure II-2, tant le DS que le gestionnaire de l'assurance qualité assument des fonctions du SGS. Toutefois, tous deux sont placés sous l'autorité directe du Directeur général. Les fonctions de sécurité sont distribuées à travers toute l'organisation, aux départements des opérations, de la maintenance et à d'autres encore. Le DS et le gestionnaire de l'assurance qualité se concertent ensuite entre eux et avec les chefs de département afin d'aider ceux-ci à assumer leurs fonctions de gestion de la sécurité.

Le modèle B élargit le centre de l'attention par rapport au modèle A et correspond mieux à l'approche systémique de la gestion de la sécurité.

Les modifications de la structure organisationnelle devraient être évaluées afin de déterminer si elles auront une quelconque incidence sur les responsabilités et obligations redditionnelles en matière de sécurité. Tout amendement nécessaire aux responsabilités et obligations redditionnelles précédentes devrait être documenté de façon appropriée.

### ***Comité de sécurité :***

Non seulement il est nécessaire qu'un groupe de cadres hiérarchiques effectuent la planification initiale d'un SGS (Étape 1), mais il peut aussi être souhaitable de créer un comité de sécurité. La nécessité et la structure d'un comité de sécurité dépendront de la taille de l'organisation. Dans de petites organisations, où la structure organisationnelle comporte relativement peu d'échelons entre le niveau de travail et le niveau de la direction, le besoin de créer un comité de sécurité peut être moins impérieux.

Un comité de sécurité sera généralement créé au niveau de la haute direction et comptera comme membres le DS ainsi que d'autres cadres dirigeants. L'objectif d'un comité de sécurité est de fournir un forum où se discuteront les questions liées à la performance de l'organisation en matière de sécurité et à la santé du SGS. Le comité de sécurité émet des recommandations relatives aux décisions portant sur la politique de la sécurité et examine les résultats de la performance en matière de sécurité. Pendant la phase initiale de mise en oeuvre d'un SGS, le comité de sécurité analysera aussi les progrès réalisés dans le processus de mise en oeuvre. Le mandat du comité de sécurité devrait être documenté dans le manuel de gestion de la sécurité de l'organisation.

***Formation et compétence :***

Pour assurer la sécurité, il est fondamental de disposer d'un personnel qui a les compétences nécessaires pour assumer ses tâches. Les exigences de compétence et le cas échéant, des exigences en matière de licences devraient être explicitées dans la description des fonctions de chaque poste lié à la sécurité. Ces exigences devraient ensuite être intégrées dans les critères de recrutement et dans la formation interne pour ces postes.

Tous les cadres hiérarchiques devraient être tenus d'assurer le maintien des compétences du personnel occupant des postes liés à la sécurité dans les domaines qui relèvent de leur responsabilité. Cette obligation s'étend aussi au respect des exigences en matière de recyclages réguliers.

Tous les programmes de formation devraient proposer des cours sur les aspects du SGS et procédures connexes qui concernent le poste en question.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 3 : ORGANISATION :**

- La structure organisationnelle facilite :
  - ✓ les lignes de communication entre le DS et le DG et avec les cadres hiérarchiques.
  - ✓ une définition claire des pouvoirs, obligations redditionnelles et responsabilités, afin d'éviter tout malentendu, chevauchement et conflit (par ex. entre le DS et les cadres hiérarchiques).
  - ✓ l'identification des risques et la supervision de la sécurité.
- Un DS (disposant des compétences et capacités appropriées) a été désigné.
- Les rôles et responsabilités du DS (et de tout membre du personnel) sont clairement définis et explicités.
- Un comité de sécurité se réunit régulièrement pour examiner les résultats en matière de sécurité et émettre des recommandations à l'attention de la haute direction.
- Le DS (et tout membre du personnel) a/ont reçu une formation appropriée à la sécurité.
- Le personnel et la direction comprennent et soutiennent les rôles du DS, et le DS bénéficie du soutien du Directeur général.

**II-3-4/ ÉTAPE 4 : IDENTIFICATION DES DANGERS :**

Les risques et coûts inhérents à l'aviation commerciale exigent un processus décisionnel rationnel. Il est indispensable de mettre en oeuvre des processus de gestion des risques pour assurer l'efficacité du programme de gestion de la sécurité. Non seulement il n'est pas toujours possible d'éliminer les risques mais, en outre, toutes les mesures de gestion de la sécurité imaginables ne sont pas réalisables d'un point de vue économique. La gestion

des risques facilite la recherche d'une solution de compromis en commençant par l'identification des dangers.

la création et l'application de programmes effectifs d'identification des dangers constituent des éléments fondamentaux d'une gestion efficace de la sécurité. Toute organisation peut s'inspirer d'un large éventail d'activités de sécurité pour identifier les dangers ou les questions de sécurité justifiant la prise de mesures supplémentaires. Certaines de ces questions peuvent découler de dangers spécifiques pour la sécurité qui menacent une partie des opérations. D'autres questions méritant attention peuvent résulter de lacunes organisationnelles à l'origine du non-fonctionnement des dispositifs systémiques de sécurité prévus.

L'identification des dangers peut avoir un caractère réactif ou proactif. Le contrôle des tendances, les comptes rendus d'événements liés à la sécurité et les enquêtes sont essentiellement réactifs. D'autres processus d'identification des dangers cherchent activement à obtenir des retours d'information en observant et analysant les opérations quotidiennes de routine. Voici quelques exemples des activités de sécurité les plus courantes, susceptibles de se prêter à des processus formels au sein de l'organisation :

- ✓ évaluations de la sécurité.
- ✓ contrôle des tendances.
- ✓ comptes rendus d'incidents.
- ✓ enquêtes sur la sécurité et audits de sécurité.
- ✓ processus proactifs d'identification des dangers (tels que FDA, LOSA et NOSS).

La volonté d'utiliser plusieurs processus différents d'identification des dangers témoigne d'un engagement à assurer la sécurité.

Pour porter ses fruits, le processus d'identification des dangers doit s'inscrire dans une culture de sécurité non punitive (ou juste). Il est de l'intérêt de la direction d'être informée des faiblesses potentielles du filet de sécurité du système qui sont susceptibles d'entraîner un accident ou de compromettre d'autre manière l'efficacité des opérations. Un blâme n'est justifié que lorsque des individus se rendent coupables de négligences ou d'imprudences. Si les travailleurs opèrent dans un climat de peur ou de sanction en cas de bévues, inattentions et erreurs normales dans leurs tâches quotidiennes, erreurs et conditions dangereuses ne seront probablement jamais révélées.

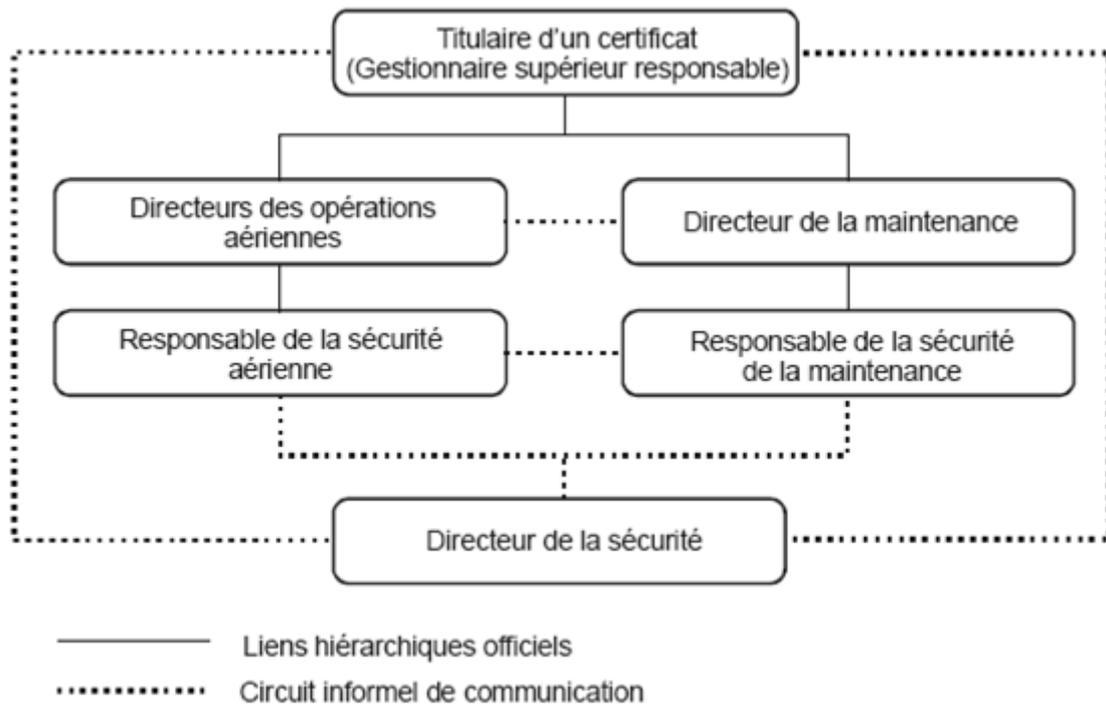


Figure II-1/ Organigramme de gestion de la sécurité d'un exploitant :exemple A.

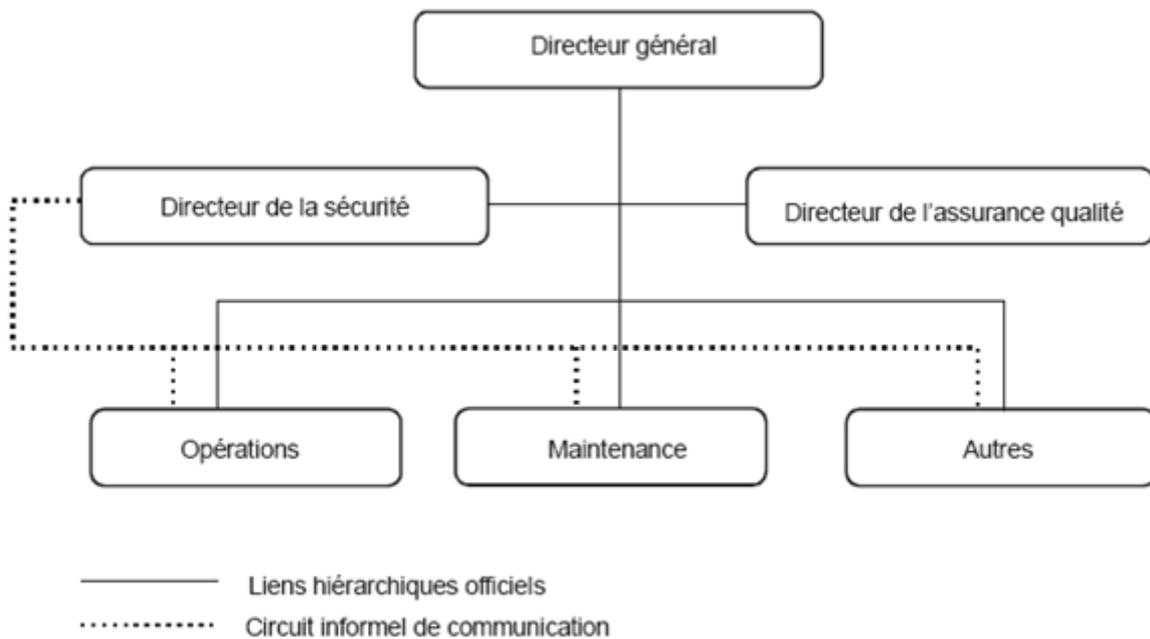


Figure II-2/ Organigramme de gestion de la sécurité d'un exploitant :exemple B.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 4 : IDENTIFICATION DES DANGERS :**

- Des mécanismes formels (tels que des évaluations des risques et des audits de sécurité) sont instaurés pour l'identification systématique des dangers.
- Un système de comptes rendus d'événements est en vigueur et comprend un système volontaire de comptes rendus d'incidents.
- La direction a mis des ressources adéquates à disposition pour l'identification des dangers.
- Le personnel reçoit la formation nécessaire pour soutenir les programmes d'identification des dangers.
- Un personnel compétent gère les programmes d'identification des dangers et assure leur adéquation par rapport aux opérations existantes.
- Le personnel concerné par tout incident enregistré ou rapporté est conscient qu'il ne sera pas sanctionné pour des erreurs normales. un environnement non punitif (juste) est favorisé par la direction.
- Toutes les données sur les dangers identifiés sont systématiquement enregistrées, stockées et analysées.
- Des mesures de sécurité sont en vigueur pour protéger tout élément sensible.

**II-3-5/ ÉTAPE 5 : GESTION DES RISQUES :**

La gestion des risques comprend trois éléments essentiels : l'identification des dangers, l'évaluation des risques et l'atténuation des risques. Elle requiert l'analyse et l'élimination (ou tout au moins une réduction à un niveau acceptable) des dangers qui menacent la viabilité d'une organisation. La gestion des risques sert à concentrer les efforts de sécurité sur les dangers les plus graves. Tous les dangers identifiés sont soumis à une évaluation critique et classés en fonction de leur potentiel de risque. Cette évaluation peut être réalisée subjectivement par du personnel expérimenté ou effectuée au moyen de techniques plus formelles requérant souvent des compétences particulières en analyse.

Les facteurs à prendre en considération sont la probabilité que l'événement se produise et la gravité des conséquences d'un tel événement. Lors de l'évaluation des risques, il faut aussi évaluer les moyens de défense instaurés pour se protéger des dangers. L'absence de tels

moyens de défense, leur utilisation abusive, leur mauvaise conception ou leur état sont autant de facteurs susceptibles de favoriser une occurrence ou d'exacerber les risques. Un tel processus d'évaluation des risques permet de déterminer si les risques sont gérés ou maîtrisés de façon appropriée. Si les risques sont acceptables, les opérations peuvent se poursuivre. Si les risques sont inacceptables, des mesures doivent être prises pour renforcer les moyens de défense ou éliminer ou éviter le danger.

Il existe généralement tout un éventail de mesures de maîtrise des risques capables de réduire la vulnérabilité à des risques identifiés. Il faut évaluer chaque option de maîtrise des risques ainsi que les risques résiduels et réaliser une analyse coûts-avantages. Après avoir arrêté un plan d'action, la direction doit communiquer ses préoccupations en matière de sécurité et les actions planifiées à toutes les personnes concernées.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 5 : GESTION DES RISQUES :**

- Des critères sont fixés pour l'évaluation des risques.
- Les risques sont analysés et classés par du personnel compétent (y compris des représentants expérimentés du personnel).
- Des mesures viables de maîtrise des risques sont évaluées.
- La direction prend des mesures pour réduire, éliminer ou éviter les risques.
- Le personnel est au courant des mesures prises pour éviter ou éliminer les dangers identifiés.
- Des procédures en vigueur permettent de confirmer que les mesures prises donnent les résultats escomptés.

**II-3-6/ ÉTAPE 6 : CAPACITÉ D'ENQUÊTE :**

Les enquêtes sur des événements liés à la sécurité révèlent souvent l'existence préalable de plusieurs signaux d'alerte ou signes précurseurs. Les enquêtes sur ces événements peuvent identifier de tels signaux d'alerte, ce qui permettra à l'avenir de reconnaître des signaux similaires avant qu'ils ne provoquent une occurrence.

Alors que l'État peut enquêter sur des accidents qui doivent obligatoirement être signalés et sur des incidents graves, un SGS efficace donne la capacité d'enquêter sur de tels événements dans une optique propre à l'organisation. La valeur de telles enquêtes pour la gestion de la sécurité sera fonction de la qualité de l'enquête menée. En effet, en l'absence d'une méthodologie structurée, il est difficile d'intégrer et d'analyser toutes les informations pertinentes livrées par de telles enquêtes en vue de procéder à une évaluation efficace, de classer les risques par ordre de priorité et de recommander toute mesure nécessaire pour promouvoir la sécurité. La détermination des responsabilités n'a pas sa place dans de telles enquêtes sur la sécurité.

Pour dégager les leçons à tirer d'un événement lié à la sécurité, il faut bien comprendre non seulement *ce qui* s'est produit mais aussi *pourquoi*. Pour bien cerner les

causes d'un événement, il faut une enquête qui dépasse les raisons évidentes et s'applique à repérer tous les facteurs secondaires, dont certains peuvent être liés aux faiblesses des défenses du système ou à d'autres aspects organisationnels.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 6 :CAPACITÉ D'ENQUÊTE :**

- Du personnel opérationnel clé a reçu une formation officielle sur les enquêtes de sécurité.
- Chaque compte rendu de danger et d'incident est évalué et mène, si nécessaire, à une enquête de sécurité plus approfondie.
- La direction soutient l'acquisition et l'analyse des informations relatives à la sécurité.
- La direction s'intéresse activement aux résultats de l'enquête et applique des procédures de gestion des risques aux dangers repérés.
- Les leçons tirées en termes de sécurité sont largement diffusées.
- L'autorité de réglementation est informée des préoccupations de sécurité majeures qui sont susceptibles d'avoir des incidences sur d'autres exploitants, ou qui nécessitent la prise de mesures par l'autorité de réglementation.

**II-3-7/ ÉTAPE 7 : CAPACITÉ D'ANALYSE DE LA SÉCURITÉ :**

L'analyse de la sécurité est le processus qui consiste à organiser et évaluer les faits en toute objectivité.

Suivant les règles fondamentales de la logique et s'appuyant sur des méthodologies et des outils analytiques reconnus, elle examine les faits de façon systématique, de manière à pouvoir tirer des conclusions valables. L'analyse de la sécurité diffère de la procédure contradictoire utilisée par les tribunaux en ce sens qu'elle évalue toutes les facettes de toute situation. Si elle est bien faite, d'autres personnes suivant le même raisonnement arriveront aux mêmes conclusions.

L'analyse de la sécurité s'applique à des domaines tels que :

1. l'analyse des tendances.
2. les enquêtes sur les événements.
3. l'identification des dangers.
4. l'évaluation des risques.
5. l'évaluation des mesures d'atténuation des risques.
6. le contrôle de la performance en matière de sécurité.

L'analyse de la sécurité requiert des aptitudes et une expérience particulières. Il faut de solides capacités d'analyse pour avancer des arguments convaincants en faveur du changement.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 7 :CAPACITÉ D'ANALYSE DE LA SÉCURITÉ :**

- Le DS a une expérience des méthodes d'analyse ou a été formé à ces méthodes ou a accès à du personnel compétent en analyse de la sécurité.
- Les outils d'analyse (et le soutien de spécialistes) sont disponibles pour soutenir les analyses de la sécurité.
- L'organisation tient à jour une base de données de sécurité crédible.
- D'autres sources d'informations sont accessibles.
- Les données relatives aux informations sur des dangers et à la performance sont régulièrement contrôlées (analyse des tendances, etc.).
- Les analyses de la sécurité sont soumises à un processus de contrôle par les pairs.
- Des recommandations de sécurité sont faites à la direction et des mesures correctives sont prises et soumises à un suivi afin de garantir leur pertinence et leur efficacité.

**II-3-8/ ÉTAPE 8 : PROMOTION DE LA SÉCURITÉ ET FORMATION À LA SÉCURITÉ :**

L'organisation améliore l'état de sa sécurité en tenant le personnel au courant des questions de sécurité en cours par le biais de formations judicieuses, de publications sur la sécurité, de participations à des cours et séminaires sur la sécurité, etc. L'offre de formations judicieuses à tous les membres du personnel (quel que soit leur domaine professionnel) constitue une indication de l'engagement de la direction à assurer un SGS efficace. (Une direction moins motivée peut considérer la formation comme un coût plutôt que comme un investissement dans la viabilité future de l'organisation.)

De nouveaux membres du personnel doivent savoir ce que l'on exige d'eux et comment fonctionne le SGS de l'organisation. Les cours d'initiation devraient mettre l'accent sur « *les bases sur lesquelles nous travaillons ici* ». Il est possible que des agents plus expérimentés aient besoin de recyclages sur des processus de sécurité spécifiques dans lesquels leur participation directe peut être requise, notamment les systèmes FDA, LOSA ou NOSS. Indépendamment de leur niveau d'expérience, tous les membres du personnel reçoivent des informations en retour sur les dangers repérés, les mesures de sécurité prises, les leçons tirées en termes de sécurité, etc.

Le DS est le conseiller technique logique qui donne le point de vue de l'entreprise sur l'approche de la gestion de la sécurité adoptée par l'organisation. Toute une gamme d'outils sont disponibles pour aider le DS dans son rôle de promotion de la sécurité.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 8 : PROMOTION DE LA SÉCURITÉ ET FORMATION À LA SÉCURITÉ :**

- La direction reconnaît que tous les niveaux de l'organisation requièrent une formation à la gestion de la sécurité et que les besoins varient d'un service à l'autre.
- Les descriptions des fonctions reflètent les exigences en termes de compétences.
- Tout le personnel reçoit un cours d'initiation à la sécurité et participe à des formations permanentes spécifiques à la gestion de la sécurité.
- L'organisation dispose d'un programme efficace visant à promouvoir les questions de sécurité en temps utile.
- Le personnel est conscient du rôle qu'il a à jouer dans les éléments du SGS qui concernent ses tâches.
- Une formation supplémentaire de sensibilisation à la sécurité est fournie lorsque des changements sont apportés à l'environnement opérationnel (changements saisonniers, modifications des conditions d'exploitation, des exigences réglementaires, etc.).
- Le personnel comprend que la gestion de la sécurité ne vise nullement à incriminer qui que ce soit.

**II-3-9/ ÉTAPE 9 : DOCUMENTATION SUR LA GESTION DE LA SÉCURITÉ ET GESTION DES INFORMATIONS LIÉES À LA SÉCURITÉ :**

Pour assurer une gestion responsable de la sécurité, les organisations performantes suivent une approche disciplinée de la gestion de la documentation et de l'information. Une documentation officielle est requise pour constituer la base de référence du SGS. Cette documentation clarifie la relation de la direction de la sécurité avec les autres fonctions au sein de l'organisation, la façon dont les activités de gestion de la sécurité s'intègrent à ces autres fonctions et la relation entre les activités de gestion de la sécurité et la politique de sécurité de l'organisation. Généralement, ces informations sont reprises dans un manuel de gestion de la sécurité.

L'application d'un SGS génère de grandes quantités d'informations, tantôt sous forme de documents imprimés, tantôt sous forme de données en format électronique, notamment des comptes rendus d'événements et des notices d'identification de dangers. Bien gérées, ces

informations peuvent bien servir le SGS, surtout le processus de gestion des risques. Toutefois, en l'absence des outils et compétences nécessaires pour enregistrer, stocker, sauvegarder et extraire les renseignements requis, de telles informations sont souvent dénuées d'intérêt et leur collecte se révèle une perte de temps.

Il est important que l'organisation tienne un registre des mesures prises pour atteindre les objectifs du SGS.

Un registre des mesures prises pour maîtriser les risques et garantir le respect de niveaux adéquats de sécurité sera peut-être requis en cas d'enquête de l'État sur un accident ou un incident grave. Ces registres devraient être suffisamment détaillés pour assurer la traçabilité de toutes les décisions liées à la sécurité.

Le manuel de gestion de la sécurité de l'organisation devrait fournir les éléments indicatifs nécessaires pour incorporer les activités de sécurité de l'organisation dans un système cohérent et intégré de sécurité. Il est l'instrument qui permet à la direction de communiquer l'approche de la sécurité appliquée à l'ensemble de l'organisation. Ce manuel devrait traiter tous les aspects du SGS, y compris la politique de sécurité, les obligations redditionnelles de chacun en matière de sécurité, les procédures de sécurité, etc.

#### **LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 9 : DOCUMENTATION SUR LA GESTION DE LA SÉCURITÉ ET GESTION DES INFORMATIONS LIÉES À LA SÉCURITÉ**

- La direction appuie la nécessité d'une documentation et d'un contrôle des données minutieux.
- Le SGS est bien explicité dans un manuel de gestion de la sécurité.
- Les documents sont mis à jour régulièrement et sont facilement accessibles à ceux qui en ont besoin.
- Des mesures crédibles ont été prises pour la protection des informations sensibles concernant la sécurité.
- Les équipements et le soutien technique appropriés sont disponibles pour gérer les informations sur la sécurité.
- Des bases de données sur la sécurité sont utilisées pour faciliter les analyses de la sécurité et le contrôle des performances.
- Le personnel adéquat a accès aux bases de données sur la sécurité.
- Le personnel a reçu la formation nécessaire pour tenir à jour et utiliser le système de gestion des informations sur la sécurité.

**II-3-10/ ÉTAPE 10 : SUPERVISION DE LA SÉCURITÉ ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ :**

Une approche systémique de la gestion de la sécurité requiert que l'on « *boucle le cycle de la sécurité* ». Il est indispensable de disposer de retours d'informations pour évaluer le bon fonctionnement des neuf premières étapes. C'est là qu'interviennent la supervision de la sécurité et le contrôle des performances en matière de sécurité.

*La supervision de la sécurité* peut être réalisée au moyen d'inspections, d'enquêtes et d'audits. Les personnes font-elles ce qu'elles sont censées faire ?

Dans beaucoup de grandes organisations, des audits formels de sécurité sont effectués régulièrement afin de permettre une supervision des opérations quotidiennes. Des audits de sécurité certifient au personnel et à la direction que les activités de l'organisation sont exécutées dans les règles (c.-à-d. en toute sécurité). De petites organisations peuvent obtenir les retours d'informations nécessaires de façon moins formelle, par ex., par le biais d'observations informelles et de discussions avec le personnel.

*Le contrôle des performances en matière de sécurité* valide le SGS, en confirmant non seulement que les personnes font ce qu'elles sont censées faire mais aussi que leurs efforts collectifs ont permis d'atteindre les objectifs de sécurité de l'organisation. Par des analyses et évaluations régulières, la direction peut s'efforcer de continuer à améliorer la gestion de la sécurité et garantir que le SGS reste efficace et en phase avec les opérations de l'organisation.

**LISTE TYPE DE VERIFICATION ET DE CONFIRMATION N° 10 : SUPERVISION DE LA SÉCURITÉ ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ :**

- Des indicateurs de performance en matière de sécurité sont convenus et des objectifs de sécurité réalistes, fixés.
- Des ressources adéquates sont affectées aux fonctions de supervision de la sécurité et de contrôle des performances en matière de sécurité.
- Une participation active du personnel est recherchée et fournie sans crainte de répercussions.
- Des audits de sécurité réguliers sont effectués dans tous les domaines opérationnels de l'organisation (y compris les activités des sous-traitants).
- La supervision de la sécurité comprend l'examen systématique de tous les retours d'informations disponibles, notamment les évaluations de la sécurité, les résultats du programme d'assurance de la qualité, les analyses des tendances en matière de sécurité, les enquêtes sur la sécurité, les audits de sécurité.
- Les constatations sont communiquées au personnel et des mesures correctives sont mises en œuvre si nécessaire pour renforcer le système.

**II-4/ RÉALISATION D'AUDITS DE SÉCURITÉ :****II-4-1/ INTRODUCTION :**

Les audits de sécurité sont une des principales méthodes permettant d'assumer les fonctions de contrôle des performances en matière de sécurité. Ils constituent une activité essentielle de tout système de gestion de la sécurité (SGS). Les audits de sécurité peuvent être réalisés par une autorité externe d'audit, telle qu'une autorité nationale de réglementation, ou ils peuvent être effectués par du personnel de l'organisation même, dans le cadre d'un SGS.

**II-4-2/ AUDITS DE SÉCURITÉ :**

Les audits de sécurité servent à apporter les garanties suivantes :

1. la structure du SGS est saine sur les plans de la dotation en personnel, du respect des procédures et instructions approuvées, ainsi que du degré satisfaisant de compétence et de formation pour utiliser les équipements et les installations et pour maintenir les niveaux de performance.
2. la performance des équipements est adéquate pour les niveaux de sécurité du service fourni.
3. des dispositions efficaces existent pour promouvoir la sécurité, contrôler les performances en matière de sécurité et traiter les problèmes de sécurité.
4. des dispositions adéquates existent pour traiter les urgences prévisibles.

L'idéal serait d'effectuer des audits de sécurité régulièrement, selon un cycle qui veille à ce que chaque domaine fonctionnel soit audité dans le cadre du plan de l'organisation visant à évaluer la performance générale en matière de sécurité<sup>1</sup>. Des audits de sécurité devraient entraîner une réévaluation périodique détaillée des performances, procédures et pratiques de sécurité de chaque unité ou section ayant des responsabilités en matière de sécurité. En plus du plan d'audit à l'échelle de l'organisation, un plan détaillé d'audit devrait donc être préparé pour chaque unité/section distincte.

Les audits de sécurité ne devraient pas se borner à vérifier le respect des exigences réglementaires et la conformité aux normes de l'organisation. L'équipe d'audit devrait évaluer si les procédures en vigueur sont appropriées et si certaines pratiques de travail sont susceptibles d'avoir des conséquences imprévues sur la sécurité.

La portée des audits de sécurité est variable, allant d'un tour d'horizon de toutes les activités de l'unité ou de la section à une activité spécifique. Il faudrait spécifier à l'avance les critères sur la base desquels l'audit sera mené. Des listes de vérification peuvent être utilisées pour déterminer les points que l'audit devra examiner de façon suffisamment détaillée pour

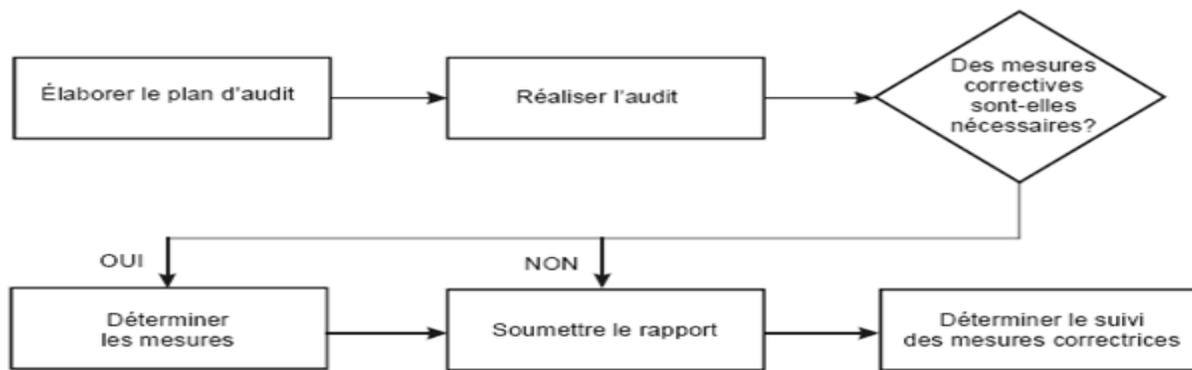
garantir une prise en considération de toutes les tâches et fonctions prévues. La portée et la précision de ces listes de vérification dépendront de la taille et de la complexité de l'organisation soumise à audit.

Pour qu'un audit soit fructueux, il est essentiel d'obtenir la coopération du personnel de l'unité ou de la section concernée. Le programme d'audits de sécurité devrait reposer sur les principes suivants :

1. Il ne doit jamais apparaître comme une « chasse aux sorcières ». L'objectif est de développer les connaissances. Toute suggestion de blâme ou de sanction ira à l'encontre du but recherché.
2. L'audit devrait mettre toute la documentation pertinente à la disposition des auditeurs et prendre les dispositions nécessaires pour que le personnel soit disponible pour des interviews selon les besoins.
3. Les faits devraient être examinés de façon objective.
4. Un rapport d'audit écrit décrivant les constatations et recommandations devrait être présenté à l'unité ou à la section dans un délai spécifié.
5. Le personnel de l'unité ou de la section ainsi que la direction devraient être informés des constatations de l'audit.
6. Il faudrait donner un retour d'information positif en soulignant dans le rapport les points positifs constatés pendant l'audit.
7. Bien que les carences doivent être repérées, toute critique négative devrait être évitée dans la mesure du possible.
8. Il devrait être exigé d'élaborer un plan pour remédier aux carences.

À la suite d'un audit, un mécanisme de contrôle peut être mis en oeuvre pour vérifier l'efficacité de toute mesure correctrice nécessaire. Des audits de suivi devraient se concentrer sur les aspects des opérations épinglés comme nécessitant une mesure correctrice. Il n'est pas toujours possible de programmer à l'avance à quelle date se dérouleront des audits de suivi d'audits de sécurité précédents qui ont amené à suggérer des mesures correctrices ou ont détecté une tendance inopportune de la performance en matière de sécurité. Le programme annuel général d'audits devrait tenir compte de l'éventualité de tels audits non programmés.

La Figure II-1 illustre sous forme de diagramme le processus d'audit de sécurité. Les procédures concernées à chaque étape du processus d'audit de sécurité sont examinées en détail plus loin dans ce chapitre.



**Figure II-3 : processus d'audit de sécurité.**

### II-4-3/ L'ÉQUIPE D'AUDIT DE SÉCURITÉ :

Les audits de sécurité peuvent être réalisés par une seule personne ou par une équipe, en fonction de l'ampleur de l'audit. Selon la taille de l'organisation et la disponibilité des ressources, du personnel expérimenté et formé de l'organisation même peut effectuer des audits de sécurité ou aider des auditeurs externes. Le personnel sélectionné pour réaliser un audit devrait avoir une expérience pratique des disciplines présentes dans le domaine à auditer, une bonne connaissance des exigences réglementaires pertinentes et du SGS de l'organisation, et devrait avoir été formé aux procédures et techniques d'audit. Une équipe d'audit se compose d'un chef d'équipe d'audit et d'un ou plusieurs auditeurs.

Les personnes choisies pour entreprendre un audit doivent être crédibles aux yeux des audités. En un mot, elles doivent avoir les qualifications et la formation requises pour assumer la fonction d'auditeur dans les domaines appropriés de compétence. Les membres de l'équipe d'audit devraient, dans la mesure du possible, être indépendants du domaine audité. Pour autant que la taille de l'organisation et les circonstances le permettent, ces fonctions devraient être assumées par des personnes non responsables de la conception ou de la réalisation des tâches et fonctions auditées et n'ayant pas participé à de telles tâches et fonctions. Ainsi, l'évaluation est neutre et indépendante des aspects opérationnels de l'organisation. Il est en outre préférable que l'équipe d'audit ne soit pas exclusivement composée de cadres dirigeants. Ce paramètre contribuera à garantir que l'audit ne soit pas perçu comme menaçant. Du personnel ayant une expérience des opérations actuelles peut aussi être mieux à même de repérer les éventuels problèmes. Il peut être nécessaire de demander à un spécialiste extérieur à l'autorité d'audit de participer à l'audit.

#### II-4-3-1/ Le rôle du chef de l'équipe d'audit :

Un chef d'équipe d'audit devrait être désigné si l'équipe compte plus d'un auditeur. Le chef d'équipe d'audit est chargé de la conduite générale de l'audit. En outre, il entreprend

certaines des tâches générales d'un auditeur. Le chef de l'équipe d'audit doit aussi être un bon communicateur et doit être capable de gagner la confiance de l'organisation soumise à audit.

**II-4-3-2/ Le rôle des auditeurs :**

Les tâches à effectuer par chaque membre de l'équipe d'audit seront attribuées par le chef de l'équipe d'audit. Il s'agira entre autres de réaliser des interviews du personnel de l'unité ou de la section soumise à audit, d'examiner la documentation, d'observer les opérations et d'écrire des documents pour le rapport d'audit.

**II-4-4/ PLANIFICATION ET PRÉPARATION :**

Une notification formelle de l'intention de réaliser l'audit devrait être envoyée à l'unité ou à la section à auditer, suffisamment tôt pour permettre d'effectuer toutes préparations nécessaires. Dans le cadre du processus de préparation de l'audit, l'autorité d'audit peut consulter les instances de direction de l'organisation à auditer. Il peut être demandé à l'organisation de fournir des documents préparatoires avant l'audit proprement dit, par exemple des dossiers sélectionnés, un questionnaire préalable à l'audit dûment complété et des manuels. L'organisation auditée doit bien comprendre le but, la portée, les exigences en ressources, les processus d'audit et de suivi, etc., avant l'arrivée des auditeurs.

**II-4-4-1/ Activité préalable à l'audit :**

Un des premiers actes à poser lors de la planification d'un audit sera de vérifier la faisabilité du programme proposé et de déterminer les informations qui seront nécessaires avant le début de l'audit. Il faudra aussi préciser les critères sur la base desquels l'audit sera mené et élaborer un plan d'audit détaillé ainsi que des listes de vérification à utiliser pendant l'audit.

Les listes de vérification comprendront une série exhaustive de questions groupées par thème, qui seront utilisées pour garantir que tous les thèmes pertinents seront abordés. Aux fins d'un audit de sécurité, les listes de vérification devraient aborder les domaines suivants d'une organisation :

- a) les exigences réglementaires nationales relatives à la sécurité.
- b) les politiques et normes de sécurité de l'organisation.
- c) la structure des obligations redditionnelles en matière de sécurité.
- d) la documentation, notamment :
  - le manuel de gestion de la sécurité.
  - la documentation opérationnelle (y compris les instructions locales).
- e) la culture de la sécurité (réactive ou proactive).
- f) les processus d'identification des dangers et de gestion des risques.
- g) les capacités de supervision de la sécurité (contrôle, inspections, audits, etc.).

- h) des dispositions visant à garantir la performance des sous-traitants en matière de sécurité.

**II-4-4-2/ Le plan d'audit :**

Le Tableau II-1 présente une esquisse d'un plan d'audit type.

**II-5/ CONDUITE DE L'AUDIT :**

La conduite de l'audit proprement dit consiste essentiellement en un processus d'inspection ou de recherche de données. Des informations de pratiquement toute source peuvent être examinées dans le cadre de l'audit.

Pendant la conduite d'un audit de sécurité, beaucoup tendent à limiter les constatations aux cas de non-conformité par rapport aux exigences réglementaires. Les auditeurs doivent être bien conscients du fait que de telles inspections n'ont qu'une valeur limitée pour les raisons suivantes :

1. il est possible que l'organisation compte exclusivement sur l'autorité d'audit pour garantir qu'elle respecte les normes.
2. il se peut que les normes soient respectées uniquement pendant que l'auditeur effectue l'inspection.
3. un rapport d'audit ne soulignera que les domaines où des lacunes ont été constatées lors de l'inspection.
4. l'audit n'encouragera pas l'organisation à être proactive et, souvent, seules les questions soulevées par l'auditeur seront vérifiées.

**Tableau II-1. Exemple d'une structure type de plan d'audit****PLAN D'AUDIT****INTRODUCTION**

[Cette section devrait présenter le plan d'audit et le contexte de l'audit.]

**OBJET**

[Le but, les objectifs, la portée et les critères sur la base desquels l'audit sera effectué devraient être spécifiés.]

**UNITÉ/SECTION À AUDITER**

[Cette section devrait clairement spécifier le domaine à soumettre à audit.]

**ACTIVITÉS PLANIFIÉES**

[Cette section devrait déterminer et décrire les activités à effectuer, les domaines d'intérêt et la manière dont les différents sujets seront abordés. Elle devrait aussi préciser les documents qui devraient être mis à la disposition de l'équipe d'audit. Si l'audit comporte des interviews, les domaines qui seront abordés pendant ces interviews devraient être mentionnés.]

**CALENDRIER**

[Cette section devrait présenter un calendrier détaillé pour chacune des activités planifiées.]

**ÉQUIPE D'AUDIT**

[Cette section devrait présenter les membres de l'équipe d'audit.]

**II-4-5-1/ Réunion préaudit :**

Lors de la réunion préaudit, le chef de l'équipe d'audit présentera brièvement le contexte de l'audit, son objectif, et toutes questions spécifiques qui seront abordées par l'équipe d'audit. Les dispositions pratiques, notamment la disponibilité du personnel pour des interviews, devraient être discutées et convenues avec le directeur de l'unité ou de la section auditée.

**II-4-5-2/ Procédures d'audit :**

Les techniques de collecte des informations sur lesquelles l'équipe d'audit basera son évaluation comprennent :

1. l'examen de la documentation.
2. les interviews du personnel.
3. les constatations de l'équipe d'audit.

L'équipe d'audit devrait passer en revue de façon systématique les points de la liste de vérification pertinente. Les constatations devraient être notées sur des feuilles de constatations normalisées.

Si un point particulier de préoccupation est détecté pendant l'audit, il devrait faire l'objet d'un examen plus approfondi. Toutefois, l'auditeur doit garder à l'esprit la nécessité de terminer le reste de l'audit dans le délai prévu et doit donc éviter de passer un temps excessif à explorer un seul point au risque de ne pas remarquer d'autres problèmes.

**II-4-5-3/ Interviews d'audit :**

Pour les auditeurs, le principal moyen d'obtenir des informations est de poser des questions. Cette méthode fournit des informations supplémentaires par rapport à celles contenues dans les documents écrits et donne au personnel concerné une occasion d'expliquer le système et les pratiques de travail. Des discussions en face-à-face permettent aussi aux auditeurs d'évaluer dans quelle mesure le personnel de l'unité ou de la section comprend la gestion de la sécurité et a la volonté de l'appliquer. Les personnes à interviewer devraient être choisies dans toute une gamme de fonctions de direction, de supervision et de postes fonctionnels. Le but des interviews d'audit est de générer des informations, pas de se lancer dans des discussions.

**II-4-5-4/ Constatations de l'audit :**

Une fois que les activités d'audit sont terminées, l'équipe d'audit devrait examiner toutes les constatations de l'audit et les comparer avec les réglementations et procédures pertinentes pour confirmer qu'il est bien exact de qualifier les constatations faites de « non-conformités », « carences » ou « lacunes de sécurité ».

Une évaluation de la gravité devrait être réalisée pour tous les points considérés comme « non-conformités », « carences » ou « lacunes de sécurité ».

Il faudrait garder à l'esprit que l'audit ne devrait pas se concentrer sur des constatations négatives. Un objectif important de l'audit de sécurité est aussi de mettre en évidence les bonnes pratiques dans le domaine audité.

**II-4-5-5/ Réunion post audit :**

La direction peut exiger des rapports intermédiaires réguliers tout au long de l'audit. Néanmoins, une réunion post audit devrait se tenir avec la direction de l'unité ou de la section à la fin des activités d'audit afin de communiquer les constatations faites pendant l'audit et

toute recommandation qui en découle. L'exactitude factuelle peut être confirmée et des constatations importantes peuvent être mises en évidence.

Avant cette réunion, l'équipe d'audit devra :

1. s'accorder sur les conclusions de l'audit.
2. rédiger des recommandations, telles que des propositions de mesures correctrices appropriées, si nécessaire.
3. examiner l'éventuelle nécessité de mesures de suivi.

Les constatations de l'audit peuvent se répartir en trois catégories :

1. des divergences ou non-conformités graves justifiant une suspension d'une licence, d'un permis ou d'une autorisation.
2. toute divergence ou non-conformité qui doit être rectifiée dans un délai convenu.
3. les constatations sur des questions susceptibles d'avoir une incidence sur la sécurité ou de faire l'objet d'une réglementation avant le prochain audit.

À la réunion post audit, le chef de l'équipe d'audit devrait présenter les constatations faites pendant l'audit et donner aux représentants de l'unité ou de la section auditée l'occasion de lever tout malentendu.

Les dates de publication de tout rapport d'audit provisoire et de réception des commentaires sur ce rapport devraient être fixées par accord mutuel. Un projet de rapport final est souvent donné à la direction.

#### **II-4-5-6/ Plan d'action correctrice :**

À la fin d'un audit, des actions correctrices planifiées devraient être exposées par écrit pour tous les domaines identifiés comme sources de préoccupation en termes de sécurité. Il incombe à la direction de l'unité ou de la section d'élaborer un plan d'action correctrice décrivant la/les mesure(s) à prendre pour remédier aux carences ou lacunes de sécurité identifiées, et ce dans le délai convenu.

Une fois terminé, le plan d'action correctrice devrait être envoyé au chef de l'équipe d'audit. Le rapport d'audit final comprendra ce plan d'action correctrice et précisera toute mesure d'audit de suivi proposée. Il incombe au directeur du domaine audité de veiller à ce que les mesures correctrices appropriées soient mises en œuvre en temps voulu.

#### **II-4-5-7/ Rapports d'audit :**

Le rapport d'audit devrait brosser un tableau objectif des résultats de l'audit de sécurité. Après la fin de l'audit, un rapport d'audit provisoire devrait être envoyé dès que possible au directeur de l'unité ou de la section pour examen et commentaires. Tout

commentaire reçu devrait être pris en considération lors de la rédaction du rapport final, qui constitue le rapport d'audit officiel.

Voici les principes clés à respecter lors de l'élaboration du rapport d'audit :

1. cohérence des constatations et des recommandations présentées à la réunion post audit, dans le rapport d'audit provisoire et dans le rapport final d'audit.
2. conclusions étayées par des renvois.
3. énoncé clair et concis des constatations et des recommandations.
4. absence de généralités et d'observations vagues.
5. présentation objective des constatations.
6. emploi de la terminologie aéronautique couramment acceptée, sans acronymes ni jargon.
7. absence de critiques visant des individus ou des postes particuliers.

Le Tableau II-2 présente une esquisse d'un rapport d'audit type.

#### **II-4-6/ SUIVI D'AUDIT :**

Le suivi d'audit concerne la gestion du changement. Dès réception du rapport d'audit final, la direction doit veiller à ce que l'organisation progresse réellement sur la voie de la réduction ou de l'élimination des risques détectés. L'objectif principal d'un suivi d'audit est de vérifier la mise en œuvre effective du plan d'action correctrice. Un suivi est aussi requis pour veiller à ce que toute mesure prise à la suite de l'audit ne nuise en aucune manière à la sécurité. En d'autres termes, l'audit ne devrait pas avoir pour conséquence de permettre que de nouveaux dangers, présentant des risques potentiellement plus élevés, entrent dans le système.

Si l'auditeur n'assure pas le suivi des manquements dans la mise en œuvre de mesures de sécurité nécessaires (et convenues), la validité de tout le processus d'audit de sécurité s'en trouvera compromise. Le suivi peut se faire par la surveillance de l'état d'avancement de la mise en œuvre des plans d'action correctrice convenus ou par des visites d'audit de suivi. Un rapport devrait être rédigé sur toute visite de suivi effectuée. Il devrait indiquer clairement l'état d'avancement de la mise en œuvre des mesures correctrices convenues. Dans le rapport de suivi, le chef de l'équipe d'audit devrait mettre en évidence toute non-conformité, carence ou lacune de sécurité restée non corrigée.

**Tableau 11-2. Exemple de contenu d'un rapport d'audit****CONTENU D'UN RAPPORT D'AUDIT****INTRODUCTION**

[Cette section devrait identifier l'audit, dont ce rapport est le compte rendu officiel, et présenter les différents chapitres du rapport.]

**LISTE DES DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE**

[Cette section devrait décrire brièvement tous les documents qui ont été utilisés pendant l'audit.]

**CONTEXTE**

[Cette section devrait exposer la raison de l'audit. Il pourrait s'agir d'un audit régulier ou d'un audit réalisé pour une raison spécifique (par ex. l'identification d'un risque pour la sécurité ou la constatation d'un incident de sécurité).]

**OBJET**

[Cette section devrait énoncer l'objectif et la portée de l'audit, tels que décrits dans le plan d'audit. Tout événement survenu pendant l'audit et ayant posé des problèmes au niveau de la réalisation de cet objectif devrait être décrit.]

**DOTATION EN PERSONNEL**

[Cette section devrait énumérer le personnel participant à l'audit.]

**CONSTATATIONS**

[Cette section devrait exposer les constatations de l'équipe d'audit en termes généraux. Elle devrait aborder les points positifs et les sources de préoccupation. Les informations détaillées concernant les constatations devraient être annexées sous la forme de feuilles de constatations et être assorties des mesures correctrices convenues.]

**CONCLUSION GÉNÉRALE**

[Cette section devrait présenter les conclusions générales de l'audit. Elle ne devrait pas se concentrer uniquement sur les problèmes mais devrait aussi mettre en évidence les points positifs.]

**ANNEXES**

[Toutes les feuilles de constatations et les feuilles d'actions correctrices y afférentes devraient être annexées au rapport d'audit.]

# CHAPITRE : 03

**ETUDE DE SMS MAINTENANCE**

**III-1/ GÉNÉRALITÉS :**

Jusqu'à tout récemment, l'intérêt porté à la réduction systématique des risques était moins grand dans les activités de maintenance des aéronefs que dans les opérations aériennes. Ou, chaque année, des erreurs de maintenance et d'inspection sont mentionnées comme facteurs ayant contribué à plusieurs accidents et graves incidents dans le monde.

La sécurité des vols dépend de la navigabilité des aéronefs. La gestion de la sécurité dans les domaines de la maintenance, de l'inspection, de la réparation et de la révision revêt donc une importance vitale pour la sécurité des vols. Dès lors, les organismes de maintenance doivent suivre la même approche disciplinée de la gestion de la sécurité que celle requise pour les opérations aériennes. Toutefois, il peut être difficile de se conformer à une telle discipline dans le domaine de la maintenance. Les activités de maintenance peuvent être réalisées par la compagnie aérienne elle-même ou sous-traitées à des organismes agréés de maintenance et, en conséquence, peuvent avoir lieu bien loin de l'aéroport d'attache de la compagnie aérienne.

Les conditions propices à des erreurs liées à la maintenance peuvent s'installer longtemps avant qu'une erreur soit finalement commise. Par exemple, une fissure de fatigue non détectée peut prendre des années pour se développer jusqu'au point de rupture. Contrairement aux équipages de conduite qui sont informés quasiment en temps réel de leurs erreurs, le personnel de maintenance ne reçoit habituellement que peu de retours d'informations sur son travail jusqu'à ce qu'une défaillance se produise. Pendant ce temps, le personnel de maintenance peut continuer à créer les mêmes conditions dangereuses latentes.

En conséquence, le monde de la maintenance prévoit une variété de moyens de défense en matière de sécurité, dont des redondances multiples des systèmes de bord, dans le but de renforcer le système. Parmi ces défenses figurent aussi la certification des organismes de maintenance, l'emploi d'AME titulaires d'une licence, les directives sur la navigabilité, des SOP détaillées, les cartes de travail, l'inspection du travail et les certifications de conformité et états des travaux effectués.

Le potentiel de risque peut être créé par les conditions dans lesquelles les travaux de maintenance sont souvent effectués, y compris par des variables telles que les questions organisationnelles, les conditions sur le site de travail, et les aspects de la performance humaine relatifs à la maintenance des aéronefs. Certains des grands problèmes de maintenance susceptibles d'avoir une incidence sur la sécurité.

Dans un contexte de maintenance d'aéronef, le terme « sécurité » est souvent considéré comme revêtant deux significations : l'une met l'accent sur l'hygiène et la sécurité au travail aux fins de protéger les AME, les installations et les équipements ; l'autre concerne le processus visant à garantir que les AME fournissent un aéronef répondant aux normes de navigabilité pour les opérations aériennes. Bien que les deux puissent être inextricablement liées, ce chapitre se concentre sur la deuxième et n'aborde guère les questions d'hygiène et sécurité au travail (HST).

**III-2/ GESTION DE LA SÉCURITÉ DE LA MAINTENANCE :**

Vu la nature de la fonction de maintenance, l'environnement de travail des AME et les nombreux aspects liés aux facteurs humains susceptibles de compromettre la performance souhaitée, une approche systématique de la sécurité s'impose, c'est-à-dire un système de gestion de la sécurité (SGS). Des SGS efficaces se construisent sur les trois pierres angulaires suivantes :

- a) *une approche unifiée* de la sécurité *au niveau de l'entreprise*.
- b) *des outils* efficaces *pour atteindre les objectifs du programme*.
- c) un système formel de *supervision de la sécurité et d'évaluation du programme*.

Chacun de ces aspects d'un SGS est développé ci-dessous.

**III-2-1/ Approche unifiée de la sécurité au niveau de l'entreprise :**

L'approche unifiée de la sécurité au niveau de l'entreprise donne le ton quant à la manière dont l'organisation développe sa philosophie et sa culture de la sécurité. Les facteurs suivants peuvent s'avérer pertinents dans le choix de l'approche que l'organisation souhaite adopter en matière de gestion de la sécurité :

- taille de l'organisme de maintenance (les grands exploitants requièrent en général une plus grande structure).
- nature des opérations (par exemple : 24 heures sur 24, opérations comprenant soit des vols internationaux ou réguliers, soit des vols locaux ou non réguliers).
- statut de l'organisation (par exemple : département d'une compagnie aérienne ou entreprise indépendante).
- maturité de l'organisation et de son personnel (par exemple : stabilité et expérience de l'entreprise).
- relations sociales (par exemple : passé récent et complexité).
- culture d'entreprise actuelle (ou culture de la sécurité souhaitée).
- portée des travaux de maintenance (par exemple : station service ou révision lourde d'un aéronef ou de systèmes majeurs).

**III-2-1-1/ Organisation en fonction de la sécurité :**

Le Chapitre II (voir les Figures II-1 et II-2) expose deux exemples de structures organisationnelles pour une compagnie aérienne, qui reflètent tous deux les liens hiérarchiques directs et informels entre les départements des opérations, de la sécurité et de la maintenance. Ces canaux de communication dépendent du climat de confiance et de respect créé dans les relations de travail quotidiennes des personnes concernées.

Chez un exploitant d'aéronefs, le directeur de la sécurité (DS) doit avoir des responsabilités et liens hiérarchiques clairement définis en ce qui concerne la gestion de la sécurité dans le département de la maintenance. L'organisme de maintenance peut exiger qu'un technicien spécialisé travaille avec le DS. Le DS aura au minimum besoin des conseils de spécialistes du département de la maintenance.

Le comité de sécurité de la compagnie devrait comprendre des représentants du département de la maintenance. Chez les grands exploitants, un sous-comité spécifique pour les questions de sécurité liées à la maintenance peut se justifier.

**III-2-1-2/ Gestion de la documentation et des états :**

Les départements de la maintenance sont fort tributaires de systèmes permettant une saisie, un stockage et une extraction systématiques des gros volumes d'informations requis pour la gestion de la sécurité. En voici quelques exemples :

- les bibliothèques techniques doivent être tenues à jour (notamment pour les instructions techniques, les certifications de type, les consignes de navigabilité et les bulletins de service).
- les défauts et travaux de maintenance réalisés doivent être consignés sur des états détaillés.
- les données sur le contrôle des performances et des systèmes doivent être conservées pour les analyses de tendance.
- les politiques, objectifs et buts de l'entreprise en matière de sécurité doivent être documentés et diffusés de façon officielle.
- la tenue à jour des dossiers reprenant la formation du personnel, ses qualifications et l'actualisation de ses compétences, etc.
- la conservation des informations sur l'histoire, la vie des composants, etc.

Chez un grand exploitant, une grande partie de ces informations seront numérisées. Dès lors, le succès du SGS d'un organisme de maintenance dépendra en grande partie de la qualité et de la tenue à jour de ses systèmes de gestion des documents et des états.

**III-2-1-3/ Répartition des ressources :**

Sans ressources adéquates, le meilleur SGS établi sur papier sera dépourvu de toute utilité. Pour se protéger des pertes dues à un accident, il faudra investir. Il faudra, par exemple, affecter des ressources à :

- du personnel compétent pour concevoir et mettre en œuvre le système de sécurité du département de la maintenance.
- une formation à la gestion de la sécurité pour tout le personnel.
- des systèmes de gestion des informations pour stocker les données liées à la sécurité et du personnel ayant les compétences requises pour analyser ces données.

**III-2-1-4/ Culture de la sécurité :**

Dans un organisme de maintenance, si la culture de la sécurité est mauvaise, des pratiques de travail dangereuses ne seront peut-être pas corrigées, ce qui peut créer des conditions dangereuses latentes susceptibles de ne générer un problème que des années plus tard. La capacité de la direction à favoriser une culture positive de la sécurité dans le département de la maintenance dépendra en grande partie de la méthodologie utilisée pour aborder les questions précitées et pour mettre en œuvre le SGS.

**III-2-2/ Principaux outils de gestion de la sécurité de la maintenance :**

Le fonctionnement efficace d'un SGS de la maintenance s'appuie sur un processus décisionnel axé sur les risques, concept qui fait depuis longtemps partie intégrante des pratiques de maintenance. Ainsi, les cycles de maintenance reposent sur les probabilités que les systèmes et composants ne connaîtront aucune défaillance pendant la période concernée du cycle. Les composants sont souvent remplacés parce qu'ils ont atteint leur « limite de fonctionnement », même si, sur le plan fonctionnel, ils restent en bon état de service. Sur la base des connaissances et de l'expérience, les risques de défaillances inattendues sont réduits à des niveaux acceptables.

Voici quelques-uns des principaux outils nécessaires au fonctionnement d'un SGS pour la maintenance :

- des SOP clairement définies et mises en œuvre.
- des affectations des ressources axées sur les risques.

- des systèmes de comptes rendus de dangers et d'incidents.
- des programmes d'analyse des données de vol.
- un contrôle des tendances et des analyses de la sécurité (y compris des analyses coûts-avantages).
- des enquêtes menées par du personnel compétent sur les événements liés à la maintenance.
- une formation à la gestion de la sécurité.
- des systèmes de communication et de retours d'informations (y compris des échanges d'informations et la promotion de la sécurité).

### III-2-3/ Supervision de la sécurité et évaluation du programme :

Comme pour tout « système », des retours d'informations sont nécessaires pour s'assurer que les différents éléments du SGS de la maintenance fonctionnent comme prévu. Le maintien de normes élevées de sécurité dans un organisme de maintenance requiert contrôles et surveillance réguliers de toutes les activités de maintenance. C'est tout particulièrement le cas aux interfaces entre membres du personnel (notamment entre le personnel de maintenance et les équipages de conduite, entre les différents corps de métiers ou entre équipes qui se relaient) afin d'éviter d'être victime de « *défaillances du système* ».

L'évolution est inévitable dans le secteur aéronautique et la maintenance n'échappe pas à la règle. Le directeur de la maintenance peut exiger qu'une évaluation de la sécurité soit réalisée pour tout changement significatif de l'organisation de la maintenance. Les circonstances qui pourraient justifier la réalisation d'une évaluation de la sécurité comprennent une fusion d'entreprises et l'introduction d'une nouvelle flotte, de nouveaux équipements, systèmes ou installations. Ainsi, il est possible de repérer toute nécessité d'adaptations et de prendre les mesures correctrices.

Le SGS de maintenance devrait être évalué régulièrement afin de garantir que les résultats escomptés sont bel et bien atteints. L'évaluation du programme devrait donner des réponses satisfaisantes à des questions telles que :

- Dans quelle mesure la direction a-t-elle réussi à instaurer une culture positive de la sécurité ?
- Quelles sont les tendances en matière de comptes rendus de dangers et d'incidents (par aspect technique, par flotte d'aéronefs, etc.) ?
- Les dangers sont-ils identifiés et résolus ?
- Des ressources adéquates ont-elles été attribuées au SGS de la maintenance ?

**III-3/ GESTION DES ÉCARTS PAR RAPPORT AUX PROCÉDURES DE MAINTENANCE :**

Le système de maintenance comprend non seulement les AME en atelier mais aussi tous les autres techniciens, ingénieurs, planificateurs, gestionnaires, magasiniers et autres personnes qui participent au processus de maintenance. Dans un système aussi large, des écarts par rapport aux procédures et des erreurs de maintenance sont inévitables et fréquents.

Les accidents et incidents attribuables à la maintenance résultent plus souvent d'actes humains que de défaillances mécaniques. Souvent, ils sont le résultat d'écarts par rapport aux procédures et pratiques en vigueur. Même des défaillances mécaniques peuvent refléter des erreurs au niveau de l'observation (ou du signalement) de défauts mineurs avant que celles-ci n'évoluent jusqu'à entraîner une défaillance.

Les erreurs de maintenance sont souvent facilitées par des facteurs indépendants de la volonté des AME, notamment :

- a) les informations requises pour exécuter le travail.
- b) les équipements et outils requis.
- c) les limites de conception des aéronefs.
- d) les exigences du travail ou de la tâche.
- e) les exigences en termes de connaissances techniques ou d'aptitudes.
- f) les facteurs liés à la performance individuelle (c'est-à-dire les facteurs SHEL).
- g) les facteurs environnementaux ou liés au lieu de travail.
- h) les facteurs organisationnels tels que le climat de l'entreprise.
- i) le leadership et la supervision.

Des organismes de maintenance sûrs favorisent le signalement consciencieux des erreurs de maintenance, surtout de celles qui compromettent la navigabilité, afin que des mesures efficaces puissent être prises. À cette fin, il faut une culture dans laquelle le personnel se sente à l'aise pour signaler les erreurs au supérieur hiérarchique une fois que celles-ci ont été repérées.

De nouveaux systèmes sont en cours d'élaboration pour gérer les écarts par rapport aux procédures (et gérer les erreurs) dans le contexte de la maintenance des aéronefs. En général, ces systèmes sont des sous-ensembles d'un SGS général de la maintenance et ils présentent les caractéristiques suivantes :

- ils favorisent des comptes rendus libres et francs des événements qu'il ne serait normalement pas obligatoire de signaler.
- ils offrent des formations au personnel sur le but et les procédures du SGS de la maintenance, y compris une définition claire des politiques disciplinaires des départements (par exemple : *une mesure disciplinaire ne devrait être nécessaire que*

pour les cas de négligence ou de non-respect délibéré des instructions données au sujet des procédures).

- ils recourent à du personnel compétent pour mener des enquêtes de sécurité sur les erreurs signalées.
- ils recherchent des mesures de sécurité appropriées pour assurer le suivi des carences de sécurité détectées.
- ils communiquent les résultats au personnel.
- ils fournissent des données appropriées pour l'analyse des tendances.

### III-3-1/ Système d'aide à la décision pour les erreurs de maintenance (MEDA) :

Un des outils de gestion des écarts par rapport aux procédures de maintenance est le *Maintenance Error Decision Aid* (MEDA) conçu par la société Boeing. Le MEDA donne au supérieur hiérarchique de première ligne (et au DS) une méthode structurée pour analyser et repérer les facteurs qui ont entraîné des erreurs de maintenance et pour recommander des stratégies de prévention des erreurs.

Le processus MEDA comporte cinq étapes de base, à savoir :

1. **L'événement.** À la suite d'un événement, il incombe à l'organisme de maintenance de sélectionner les aspects découlant d'erreurs qui seront soumis à l'enquête.
2. **La décision.** Après avoir résolu le problème et avoir remis l'aéronef en état de service, l'exploitant décide si l'événement était lié à la maintenance. Si oui, l'exploitant mène une enquête MEDA.
3. **L'enquête.** L'exploitant mène une enquête en suivant un document structuré (conçu spécialement pour le MEDA). L'enquêteur y consigne les informations générales sur l'aéronef, les moments où la maintenance et l'événement ont eu lieu, l'événement qui a précipité l'enquête, l'erreur qui a causé l'événement, les facteurs qui ont déclenché l'erreur et les stratégies de prévention possibles.
4. **Les stratégies de prévention.** La direction examine les stratégies de prévention, les classe par ordre de priorité, les met en oeuvre, puis en assure le suivi (améliorations des processus) afin d'éviter, ou de réduire la probabilité, que des erreurs similaires se produisent à l'avenir.
5. Un **retour d'information** est donné au personnel de maintenance afin que les AME sachent que des changements ont été apportés au système de maintenance au terme du processus MEDA. Il incombe à la direction de souligner l'efficacité de la participation des membres du personnel et de valider leur contribution au processus MEDA en partageant les résultats d'enquête avec eux.

**III-4/ PRÉOCCUPATIONS DU DIRECTEUR DE LA SÉCURITÉ :**

Dans une compagnie, un DS sera souvent confronté à la difficulté de donner des conseils judicieux à la haute direction sur la partie du SGS qui concerne la maintenance, surtout si le DS n'est pas issu du secteur de la maintenance d'aéronefs. Il devra relever plusieurs défis, notamment :

1. comprendre la gestion de la sécurité dans le contexte dans lequel les travaux de maintenance sont effectués.
2. se forger une crédibilité personnelle surtout en acquérant suffisamment de connaissances sur les pratiques professionnelles sûres acceptées dans l'industrie et en se tenant au courant des évolutions technologiques dans le domaine de la maintenance d'aéronefs. (Un des moyens par lesquels le DS peut améliorer sa compréhension de la nature complexe de la maintenance d'aéronefs est de discuter avec des chefs de services de maintenance et de se familiariser aux diverses facettes de la liste de vérification MEDA.).
3. nouer et entretenir de bonnes relations de travail avec :
  - a. les directeurs responsables de la maintenance d'aéronefs et de l'intégration de la sécurité de la maintenance dans le SGS général de l'entreprise.
  - b. les éventuels conseillers techniques.
4. créer une synergie entre le personnel de maintenance et les autres participants au SGS.
5. développer un esprit de coopération et de coordination de routine des activités entre les départements des opérations aériennes et de la maintenance, surtout pour déterminer si les comptes rendus de divergences sont suffisants ou pour exploiter un système FDA.
6. réaliser en temps voulu une analyse crédible des données liées à la sécurité, recueillies au moyen des divers outils utilisés pour identifier les dangers.
7. obtenir la participation active et volontaire du département de la maintenance aux comités de sécurité de la compagnie.

Lorsqu'ils vérifient l'efficacité de la gestion de la sécurité dans le département de la maintenance, les DS feraient bien d'accorder une attention particulière aux points suivants :

- la suffisance de la documentation de maintenance.
- la qualité des communications vers le haut et vers le bas, ainsi que des communications horizontales au sein de l'organisme de maintenance.
- les facteurs environnementaux influençant la performance humaine.
- la qualité de la formation au niveau tant des connaissances liées aux tâches à accomplir que des compétences techniques.
- les systèmes de comptes rendus d'erreurs et d'analyse des tendances visant à identifier des dangers systémiques.
- les moyens disponibles pour mettre en oeuvre les changements nécessaires pour réduire ou éliminer les carences de sécurité détectées.
- l'existence d'une culture de la sécurité non punitive et qui tolère les erreurs.

### **III-5/ CONDITIONS DE TRAVAIL DANS LE DOMAINE DE LA MAINTENANCE :**

Voici quelques-uns des aspects types qui ont une incidence sur les conditions de travail dans lesquelles les activités de maintenance d'aéronefs sont exécutées :

#### **a) Aspects organisationnels :**

1. contraintes de temps pour respecter les horaires de départ et une exploitation en continu.
2. aéronefs vieillissants exigeant des inspections approfondies pour détecter les signes de fatigue, de corrosion et vérifier l'état général, etc.
3. nouvelles technologies nécessitant de nouveaux outils, de nouvelles procédures de travail, des recyclages coûteux, etc.
4. priorité donnée à la réparation afin de respecter les horaires (par exemple : remplacer les pièces cassées sans déterminer la *cause* de la défaillance. parfois due à une mauvaise conception ou à un montage incorrect).
5. expansions et fusions de compagnies aériennes, qui entraînent, par exemple, la fusion de départements de maintenance ayant des pratiques de travail et des cultures de la sécurité différentes.

6. externalisation des services, qui sont confiés à des sous-traitants (par exemple : pour des entretiens lourds ou des révisions).
7. introduction involontaire de pièces non conformes (moins coûteuses, de qualité inférieure), etc.
8. octroi de licences aux AME pour divers aéronefs, générations et types d'aéronefs, et constructeurs d'aéronefs.

**b) Conditions sur le lieu de travail :**

1. conceptions d'aéronefs qui ne sont pas conviviales du point de vue de la maintenance (par exemple : accès difficile aux composants, hauteur inappropriée depuis le sol).
2. contrôle des configurations d'aéronefs (constamment soumises à modifications) par rapport à la normalisation des tâches et procédures de maintenance.
3. disponibilité (et accessibilité) des pièces de rechange, des outils, de la documentation, etc.
4. exigences d'accès immédiat aux volumineuses informations techniques et nécessité de tenir à jour des états de travaux détaillés.
5. facteurs environnementaux variables (par exemple : les différences de conditions de travail entre l'aire de stationnement, l'atelier technique ou l'aire de hangar).
6. conditions de travail exceptionnelles créées par des activités simultanées et les intempéries sur l'aire de stationnement.
7. lacunes dans la fourniture en temps voulu de comptes rendus de divergences compréhensibles et précis par les équipages de conduite, etc.

**c) Facteurs humains dans le secteur de la maintenance :**

1. les conditions de travail et d'organisation (telles que décrites ci-dessus).
2. les facteurs environnementaux (par exemple : la température, l'éclairage et le bruit).
3. les facteurs individuels (par exemple : charge de travail, exigences physiques et maintenance).
4. les horaires (par exemple : travail par équipes, travail de nuit et heures supplémentaires) et l'octroi de périodes de repos suffisantes.
5. la pertinence des SOP (par exemple : exactitude, compréhensibilité et convivialité).
6. la qualité de la supervision.
7. l'utilisation appropriée des cartes de travail, etc. (en d'autres termes, les pratiques de travail réelles sont-elles conformes aux SOP ?).
8. l'efficacité de la formation théorique, de la formation en cours d'emploi, des recyclages et de la formation aux facteurs humains.

9. la qualité du transfert aux changements d'équipes et de la tenue à jour des états.
10. l'ennui.
11. les facteurs culturels (par exemple : le professionnalisme des AME et la franchise dans le signalement des erreurs et des dangers).

### **III-6/ SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES ERREURS DE MAINTENANCE (MEDA) :**

1. Le MEDA offre un cadre structuré pour documenter les facteurs jouant un rôle dans les erreurs et pour recommander des stratégies adéquates de prévention des erreurs. Le MEDA repose sur les principes fondamentaux ci-après :
  - les erreurs de maintenance ne sont pas commises volontairement.
  - la plupart des erreurs de maintenance résultent d'une série de facteurs contributifs.
  - nombre de ces facteurs contributifs font partie des processus de l'exploitant et peuvent donc être gérés.
  
2. Traditionnellement, la suite donnée à des erreurs de maintenance se limitait trop souvent à identifier l'événement causé par une erreur de maintenance puis à sanctionner quiconque avait commis l'erreur. Le processus MEDA va beaucoup plus loin (sans suites disciplinaires, sauf en cas de violation délibérée des procédures). Après avoir mené l'enquête sur l'événement causé par une erreur de maintenance et avoir identifié qui avait commis l'erreur, le système MEDA facilite les actions suivantes :
  - la détermination des facteurs qui ont contribué à l'erreur.
  - l'interview des personnes responsables (et d'autres si nécessaire) pour obtenir tous les renseignements pertinents.
  - l'identification des obstacles organisationnels ou systémiques qui n'ont pas réussi à prévenir l'erreur (et les facteurs contributifs expliquant cette défaillance).
  - la collecte, auprès des personnes responsables (et d'autres si nécessaire), d'idées pour améliorer les processus.
  - la tenue à jour d'une base de données des erreurs de maintenance.
  - l'analyse des tendances des erreurs de maintenance.
  - la mise en oeuvre des améliorations à apporter aux processus sur la base des enquêtes et analyses des erreurs.
  - la fourniture de retours d'informations à tout le personnel concerné par des améliorations des processus.
  
3. Les listes de vérification du système MEDA facilitent la conduite des interviews (c'est-à-dire la collecte des données) et le stockage des données dans une base de données des erreurs de maintenance.

Pour comprendre le contexte dans lequel les erreurs de maintenance sont commises, voici dix domaines sur lesquels il faudrait recueillir des données :

**a) L'information.** Cette catégorie comprend les cartes de travail, les manuels des procédures de maintenance, les bulletins de service, les instructions techniques, les catalogues illustrés de pièces de rechange et toutes autres informations écrites ou numériques fournies soit en interne ou par le constructeur, qui sont considérées comme nécessaires à l'exécution de la tâche de l'AME. Parmi les facteurs expliquant pourquoi les informations ont été difficiles à obtenir ou n'ont pas été utilisées, citons :

1. la compréhensibilité (y compris le format, le niveau de détail, l'utilisation de la langue, la clarté des illustrations et l'exhaustivité).
2. la disponibilité et l'accessibilité.
3. l'exactitude, la validité et la pertinence par rapport à la situation actuelle.
4. les contradictions.

**b) Les équipements/outils.** Cette catégorie comprend tous les outils et matériels nécessaires pour l'exécution correcte des tâches de maintenance ou d'inspection. Outre les foreuses, clefs, tournevis, etc., habituels, il faut y inclure les équipements d'essais non destructifs, les postes de montage, les boîtes d'essais et les outils spéciaux mentionnés dans les procédures de maintenance. Parmi les facteurs expliquant dans quelles circonstances les équipements ou outils peuvent compromettre la performance de l'AME, citons :

1. un matériel dangereux à utiliser pour l'AME (par exemple : absence de dispositifs de protection ou instabilité).
2. un matériel non fiable, endommagé ou usé.
3. une mauvaise disposition des commandes ou des écrans.
4. des erreurs de lecture ou d'étalonnage.
5. un matériel inadapté à la tâche à effectuer.
6. l'indisponibilité du matériel.
7. un matériel ne pouvant être utilisé dans l'environnement prévu (notamment en raison de limites spatiales ou de la présence d'humidité).
8. l'absence de notices d'emploi.
9. un matériel trop compliqué.

**c) La conception/la configuration/les pièces des aéronefs.** Cette catégorie comprend tous les aspects des diverses conceptions ou configurations d'aéronefs qui limitent l'accès de l'AME pour effectuer les activités de maintenance. Elle couvre en outre le mauvais étiquetage ou l'indisponibilité des pièces de rechange, qui entraîne l'utilisation de pièces de substitution. Parmi les facteurs pouvant entraîner dans ce cas des erreurs de la part de l'AME, citons :

1. la complexité des procédures d'installation ou d'essai.
2. la taille ou le poids du composant.

3. l'inaccessibilité.
4. la variabilité de la configuration (par exemple : due aux différences de modèles d'un même type d'aéronef ou à des modifications).
5. l'indisponibilité des pièces ou leur mauvais étiquetage.
6. la facilité avec laquelle la pièce peut être mal montée (par exemple : en raison d'un retour d'information insuffisant ou de l'absence de marques d'orientation ou d'indicateurs de sens d'écoulement, ou de la présence de connecteurs identiques).

d) **Le travail/la tâche.** Cette catégorie comprend la nature du travail à exécuter, y compris la combinaison et la succession des diverses tâches composant le travail. Parmi les facteurs pouvant faciliter des erreurs de maintenance dans ce domaine, citons :

1. la répétitivité ou la monotonie des tâches.
2. la complexité des tâches ou leur capacité à susciter la confusion (par exemple : longue procédure avec tâches multiples ou simultanées, effort physique ou mental exceptionnel requis).
3. la nouveauté ou la modification de tâches.
4. les variations des tâches ou procédures en fonction du modèle d'aéronef ou de l'endroit où doit être effectué le travail de maintenance.

e) **Les connaissances/aptitudes techniques.** Cette catégorie comprend la connaissance des processus de l'exploitant, des systèmes de l'aéronef et des tâches de maintenance ainsi que les compétences techniques pour exécuter les tâches ou sous-tâches attribuées sans commettre d'erreur. Parmi les facteurs connexes pouvant compromettre l'exécution du travail, citons :

1. l'insuffisance des compétences malgré la formation, les difficultés de mémorisation ou un mauvais processus décisionnel.
2. l'insuffisance de la connaissance de la tâche due à une formation ou à une expérience pratique insuffisante.
3. une mauvaise planification de la tâche entraînant des interruptions de procédures ou la planification d'un trop grand nombre de tâches pour le temps disponible (par exemple : incapacité d'obtenir d'abord tous les outils et matériels nécessaires).
4. une connaissance insuffisante des processus de l'exploitant, notamment en raison d'une formation et d'une initiation insuffisantes (par exemple : incapacité de commander les pièces nécessaires à temps).
5. une connaissance insuffisante des systèmes d'aéronefs (par exemple : essai après installation et localisation des pannes incomplets).

Nombre des carences précitées requièrent une amélioration du suivi et de l'évaluation de la performance technique concrète de l'AME.

f) **Facteurs individuels.** Cette notion couvre les facteurs ayant une incidence sur la performance des individus et variant d'une personne à l'autre, tels que les éléments apportés

au travail par l'individu (par exemple : taille/force, santé et événements personnels) ainsi que les éléments résultant de facteurs interpersonnels ou organisationnels (par exemple : les pressions exercées par les pairs, les contraintes de temps, la fatigue due au travail même, aux horaires ou au travail par équipes). La liste de vérification MEDA mentionne les éventuels facteurs suivants pouvant entraîner des erreurs de maintenance :

1. la santé physique, y compris l'acuité sensorielle, des maladies ou blessures préexistantes, des douleurs chroniques, des traitements médicamenteux et l'abus de drogues ou d'alcool.
2. la fatigue due à la saturation des tâches, à la charge de travail, aux rotations d'équipes, au manque de sommeil ou à des facteurs personnels.
3. les contraintes de temps dues au rythme de travail, à la disponibilité des ressources pour effectuer les tâches attribuées, aux pressions pour respecter l'heure à la porte de minutage, etc.
4. les pressions exercées par les pairs pour suivre les pratiques dangereuses du groupe, le mépris des informations écrites, etc.
5. le relâchement de la vigilance (par exemple : dû à une trop grande familiarité avec des tâches répétitives ou à des attitudes dangereuses d'invulnérabilité ou d'excès de confiance).
6. la taille ou la force inadaptées pour répondre aux exigences de force ou atteindre les éléments voulus (par exemple : dans des espaces confinés).
7. des événements personnels tels que la mort d'un membre de la famille, des problèmes conjugaux ou un changement de situation financière.
8. des distractions sur les lieux de travail (par exemple : dues à des interruptions dans un environnement de travail en constante mutation).

**g) L'environnement/les installations.** Cette catégorie couvre tous les facteurs susceptibles non seulement d'avoir une incidence sur le confort de l'AME mais aussi de créer des problèmes de santé ou de sécurité qui peuvent perturber l'AME. Voici quelques-uns des facteurs environnementaux que le système MEDA identifie comme susceptibles d'entraîner des erreurs de maintenance :

1. des niveaux de bruit élevés qui compromettent les communications ou le retour d'information ou perturbent la concentration, etc.

2. une chaleur excessive qui limite la capacité de l'AME à physiquement manier les pièces ou les équipements ou cause une fatigue personnelle.
3. un froid prolongé qui diminue le sens du toucher ou de l'odorat.
4. l'humidité ou la pluie qui tombe sur l'aéronef, sur des surfaces de pièces ou d'outils, ou entrave l'usage de documents écrits.
5. les précipitations entravant la visibilité ou nécessitant des vêtements de protection encombrants.
6. l'éclairage insuffisant pour lire les instructions ou les affichettes, mener des inspections visuelles ou exécuter les tâches.
7. le vent qui entrave la capacité d'entendre ou de communiquer ou irrite les yeux, les oreilles, le nez ou la gorge.
8. les vibrations qui rendent la lecture des instruments difficile ou provoquent une fatigue des mains ou des bras.
9. la saleté qui gêne les inspections visuelles, et rend le sol ou l'objet à saisir glissant, ou l'encombrement de l'espace de travail disponible.
10. des substances dangereuses ou toxiques qui réduisent l'acuité sensorielle, causent des maux de tête, des vertiges ou d'autres malaises, ou requièrent le port de vêtements de protection peu maniables.
11. des sources d'électricité insuffisamment protégées ou marquées.
12. une ventilation insuffisante causant malaise ou fatigue.
13. un espace de travail trop encombré ou mal organisé.

**h) Les facteurs organisationnels.** Cette catégorie regroupe des facteurs tels que la communication interne avec les organismes de soutien, le niveau de confiance établi entre la direction et les AME, la connaissance et l'acceptation des objectifs de la direction et les activités syndicales. Tous ces aspects peuvent avoir une incidence sur la qualité du travail et donc sur la possibilité que des erreurs de maintenance soient commises. Voici quelques-uns des facteurs organisationnels que le système MEDA identifie comme susceptibles d'entraîner des erreurs de maintenance :

1. la qualité du soutien apporté par les organisations techniques (soutien incohérent, tardif ou médiocre pour d'autres motifs).
2. les politiques d'entreprise qui sont inéquitables ou incohérentes dans leur mise en oeuvre ou ne tiennent pas compte de circonstances particulières, etc.
3. les processus de travail de la compagnie, y compris des SOP inappropriées, des inspections inadéquates du travail et des manuels obsolètes.
4. des activités syndicales qui détournent l'attention du travail.
5. des mutations de l'entreprise (par exemple : restructurations) engendrant incertitude, délocalisations, licenciements, rétrogradations, etc.

**i) Le leadership et la supervision.** Cette catégorie est étroitement liée à celle des facteurs organisationnels. Bien que les supérieurs hiérarchiques chargés de l'inspection n'exécutent normalement pas de tâches de maintenance, ils peuvent créer un terrain favorable aux erreurs de maintenance par des carences au niveau de la planification, de

l'établissement des priorités et de l'organisation des tâches. Les supérieurs hiérarchiques et la direction doivent donner une idée claire des objectifs de la fonction de maintenance et des moyens qui lui permettront d'atteindre ces objectifs ; dans leurs activités quotidiennes, ils doivent montrer l'exemple, c'est-à-dire que leurs actes doivent être à la mesure de leurs paroles. Voici quelques domaines où les faiblesses en matière de leadership et de supervision peuvent créer un environnement de travail propice à des erreurs de maintenance :

1. planification ou organisation inadéquate des tâches qui se répercute sur le temps ou les ressources disponibles pour mener à bien le travail dans les règles.
2. détermination inadéquate des tâches prioritaires.
3. délégation ou attribution inadéquate des tâches.
4. attitude ou attentes irréalistes, entraînant un manque de temps pour terminer le travail.
5. style de supervision excessif ou inapproprié, qui critique après coup les AME ou s'avère incapable d'associer ceux-ci aux décisions qui les concernent.
6. réunions excessives ou futiles.

**j) La communication.** Cette catégorie couvre toute défaillance dans la communication (écrite ou orale) qui empêche l'AME d'obtenir en temps utile l'information correcte concernant une tâche de maintenance. Voici quelques exemples d'interfaces entre membres du personnel où, selon le système MEDA, des défaillances de communication se produisent, ce qui crée un risque d'erreurs de maintenance :

1. **entre départements** : directives écrites incomplètes ou vagues, transmission des informations à un mauvais destinataire, conflits de personnes ou incapacité de transmettre des informations en temps utile.
2. **entre AME** : absence pure et simple de communication, mauvaise communication due à des barrières linguistiques, utilisation de mots d'argot ou d'acronymes, etc. L'AME omet de poser des questions en cas de doute ou n'émet pas de suggestions lorsque des changements sont nécessaires.
3. **entre équipes** : transferts inadéquats de travaux en raison de briefings oraux médiocres (ou bâclés) ou mauvaise tenue des états (cartes de travail, listes de vérification, etc.)
4. **entre les membres de l'équipe de maintenance et leur chef** : lorsque le chef omet de transmettre des informations importantes aux membres de l'équipe (notamment briefing insuffisant en début de poste ou retour d'information insuffisant sur les performances), lorsque les membres de l'équipe omettent de signaler des problèmes ou des opportunités au chef, lorsque les rôles et responsabilités ne sont pas clairement définis.

5. ***entre le chef de l'équipe de maintenance et la direction*** : lorsque la direction omet de transmettre des informations importantes au chef de l'équipe (notamment discussion des buts et projets, retours d'informations sur les travaux terminés), lorsque le chef de l'équipe omet de signaler des problèmes ou des opportunités à la direction, etc.
  
6. ***entre l'équipage de conduite et l'équipe de maintenance*** : inscriptions vagues ou incomplètes dans le carnet de route, signalement tardif de défaillances, non-utilisation du système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu (ACARS)/de la liaison de données, etc.

**IV-1/ CAS D'INCENDIE EN VOL DANS LE POSTE DE PILOTAGE DU BOEING  
747-251B N632NW EXPLOITÉ PAR NORTHWEST AIRLINES INC.  
À 150 nm AU NORD DE WINNIPEG (MANITOBA) LE 19 JUIN 2007 :****IV-1-1/ RENSEIGNEMENTS DE BASE :**

Un bulletin météorologique d'aérodrome spécial a été émis pour Winnipeg à 6 h 22, heure avancée du Centre<sup>1</sup>. Les conditions météorologiques étaient les suivantes : vent du 320° vrai à 12 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres avec nuages dispersés à 1100 pieds et nuages fragmentés à 2200 et 9500 pieds, température de 12 °C. Les conditions météorologiques, en altitude de croisière et à l'atterrissage, n'ont joué aucun rôle dans l'incident.

Au moment de l'incident, l'avion était au niveau de vol de croisière 360. À environ 6 h 25, le second officier a remarqué une fluctuation de la température au niveau de l'indicateur de température de fuseau de la boucle de détection d'incendie « A » du moteur numéro quatre. La température a continué de fluctuer à la hausse, puis un voyant de défektivité s'est mis à clignoter sur le panneau de détection d'incendie du moteur. Le voyant de défektivité s'est ensuite allumé complètement de même qu'un voyant principal de détection d'incendie sur le panneau annonceur du poste de pilotage. L'équipage a passé en revue la liste de vérifications de la section 2.26.32 du manuel d'exploitation de la compagnie (MEC) intitulée « Voyant de détection d'incendie et/ ou voyant de défektivité du moteur allumé » tirée du manuel de procédures en situation d'urgence ou anormale.

L'équipage a déplacé le sélecteur de la boucle de détection d'incendie de « A » à « B » et le voyant de défektivité s'est éteint. Peu de temps après l'exécution de la liste de vérifications, une odeur de fumée d'origine électrique s'est fait sentir. Le second officier a confirmé que l'odeur provenait de derrière le panneau P6 situé à l'arrière du poste de pilotage. Il a regardé par les hublots d'inspection et a vu des flammes et de la fumée à l'intérieur du panneau. Les membres d'équipage ont mis leur masque à oxygène et leurs lunettes antifumée et les commandes de vol ont été remises au copilote. Ce dernier a déclaré une situation d'urgence et a demandé l'autorisation de se rendre directement à Winnipeg.

Pendant que le commandant de bord et le second officier passaient en revue la liste de vérifications de la section 2.26.6 du MEC intitulée « Incendie ou fumée d'origine électrique », le disjoncteurs 3A-4A de détection d'incendie du moteur du panneau P6 s'est déclenché. L'incendie a augmenté d'intensité et s'est éteint uniquement après que l'équipage a déclenché les relais d'alternateur numéro un et numéro deux, conformément aux instructions de la liste de vérifications. Les dommages causés par l'incendie étaient confinés à l'intérieur du panneau P6, et la visibilité à l'intérieur du poste de pilotage a toujours été normale. Lorsque l'incendie s'est éteint, les membres d'équipage ont retiré leur masque à oxygène et leurs lunettes antifumée. Le commandant de bord a pris les commandes de l'avion puis a largué environ 10 000 livres de carburant afin que l'avion atteigne sa masse maximale à l'atterrissage. Il a largué le carburant à plus de 10 000 pieds au-dessus du niveau de la mer, puis il a effectué une approche à vue de la

piste 36 de l'aéroport international James Armstrong Richardson de Winnipeg où il s'est posé sans problèmes. Après avoir inspecté l'avion, on a déterminé que l'incendie avait pris naissance à l'intérieur de la carte d'alarme de la carte de circuits imprimés de la boucle « A » du moteur numéro quatre (A4) qui se trouve dans le boîtier électronique de contrôle de détection d'incendie situé du côté arrière du panneau à disjoncteurs P6 (voir la **Figure IV-1** ). L'incendie a touché deux cartes de circuits adjacentes (A3 et A5) ainsi qu'un faisceau de câbles principal de l'avion situé au-dessus du boîtier de commande. Le personnel de maintenance a remplacé le boîtier de commande et les cartes de circuits et a réparé le faisceau de câbles endommagé. Le moteur numéro quatre a été remis en marche et la température sur l'indicateur de température de fuseau de la boucle de détection d'incendie « A » du moteur numéro quatre a commencé à fluctuer comme lors de l'incident, et le voyant de défektivité sur le panneau de détection d'incendie du moteur s'est allumé. On a alors coupé le moteur et découvert par la suite que la carte de circuits A4 avait encore été endommagée, ce qui indique que les deux défaillances de carte ont probablement été causées par une tension vagabonde qui est entrée dans le faisceau de câbles à partir de l'extérieur du boîtier de commande et qui a fait surchauffer les cartes. Le circuit entre la carte d'alarme de la carte de circuits imprimés et la boucle de détection d'incendie du moteur n'est pas protégé par un disjoncteur. On a débranché le connecteur de coupe-feu électrique du système de détection d'incendie du moteur numéro quatre et on a découvert que la garniture isolante intérieure en caoutchouc, qui sert à isoler les broches de branchement, était détériorée et imbibée de liquide hydraulique (Skydrol). On a remplacé le connecteur, et tous les essais de système et points fixes de moteur étaient normaux.

On a préparé l'avion pour le vol et, peu de temps après le décollage, la température sur l'indicateur de température de fuseau de la boucle de détection d'incendie « A » du moteur numéro quatre a atteint le maximum, et le voyant de défektivité et le voyant principal de détection d'incendie se sont allumés. L'avion est retourné à Winnipeg où on a découvert que la carte de circuit A4 avait encore été endommagée. On a préparé l'avion pour un vol de convoyage sur trois moteurs (le moteur numéro quatre étant inopérant) vers la base principale de l'exploitant à Minneapolis (Minnesota), aux États-Unis, qui pouvait offrir un soutien au sol plus étendu.

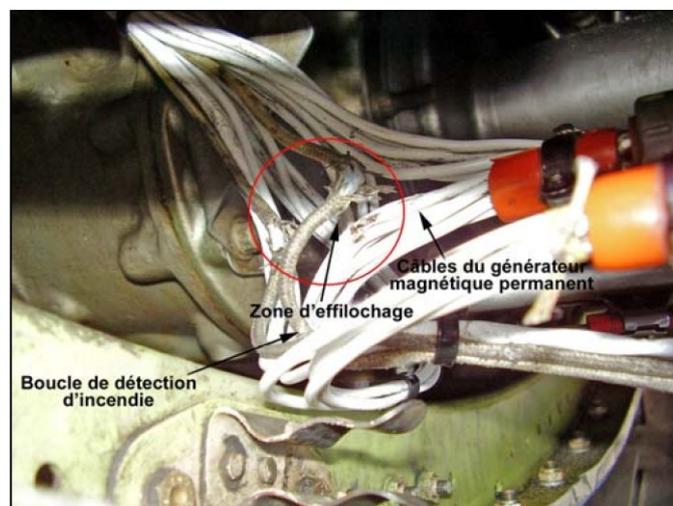
Pendant la recherche de panne à Minneapolis, on a découvert qu'il y avait du courant alternatif sur le circuit de courant continu de la boucle « A » du moteur numéro quatre. Ce courant a disparu lorsqu'on a débranché le mécanisme d'entraînement à vitesse constante du générateur. On a inspecté le câblage près du générateur et on a découvert que quatre câbles du faisceau étaient effilochés, dont trois jusqu'à l'âme. Deux des trois câbles effilochés jusqu'à l'âme étaient reliés aux broches 1 et 3 du connecteur DG1B du générateur magnétique permanent. Lorsque le mécanisme d'entraînement à vitesse constante est branché et que le moteur fonctionne, le générateur magnétique permanent produit environ 60 volts de c.a. Le troisième câble était un câble de 28 volts c.c. (W266-W13-16R) qui fait partie de la boucle de détection d'incendie du moteur.



**Figure IV-1** : Dommages causés par l'incendie au panneau P6

Les câbles effilochés étaient attachés au moyen d'attaches autobloquantes en plastique. Lorsqu'on a retiré les attaches, on a remarqué qu'un jeu dans un câble de la boucle de détection d'incendie du moteur avait été replié et fixé au faisceau de câbles du générateur magnétique permanent (voir **Figure IV-2**).

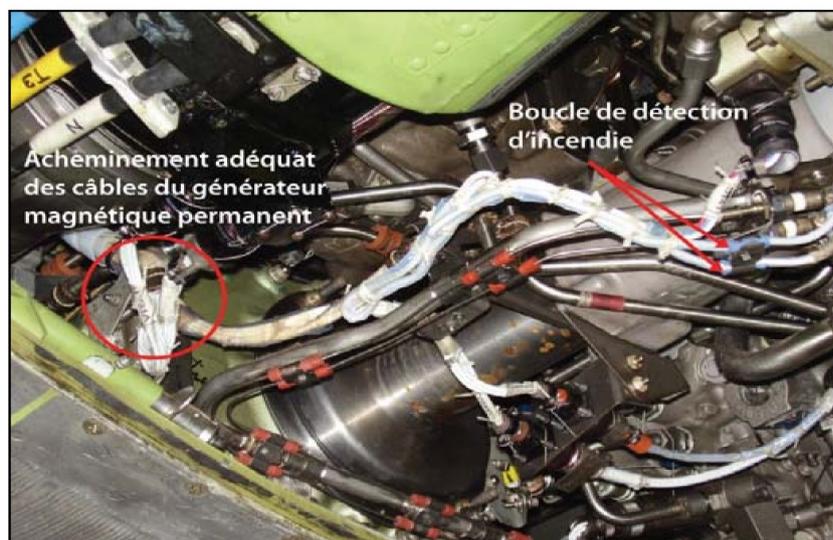
Pendant le montage du moteur, les faisceaux sont posés en respectant la fiche d'atelier 42 pour composants à remplacement rapide (QEC-42) de Northwest Airlines Inc. Les faisceaux sont assemblés et posés en suivant les directives portant sur les zones à vibrations élevées de niveau 3 que l'on retrouve dans la publication 25092 de Northwest Airlines et dans les manuels de pratiques normalisées de Boeing (*Standard Wiring Practices* [chapitre 20]) et *Powerplant Buildup* [section 71-00-00]) (voir annexe A). Ces documents fournissent aussi des directives sur l'acheminement des faisceaux et des pratiques exemplaires d'assemblage et d'installation. Le paragraphe 3C du chapitre 20-10- 11 précise, entre autres, que, dans la mesure du possible, tous les câbles de faisceaux doivent être parallèles avant d'être attachés.



**Figure IV-2** : Zone d'effilochage.

Northwest Airlines Inc. a consulté des techniciens qui avaient déjà travaillé sur le moteur. Ces derniers ont précisé que l'acheminement des câbles et la formation des faisceaux ne respectaient pas les procédures d'atelier QEC (voir **Figure IV-3**).

Lors de la révision du moteur, le faisceau est retiré pour inspection, conformément au manuel de maintenance des composants. Selon les instructions générales, le faisceau doit être démonté au besoin pour effectuer le nettoyage, l'inspection et les réparations. Toutes les autres visites en atelier n'exigent qu'une inspection/ vérification visuelle sans démontage.



**Figure IV-3** : Exemple de fixation et d'acheminement adéquats.

Les dossiers de maintenance indiquent que la dernière révision du moteur JT9D-7R4G2 numéro quatre, portant le numéro de série 715053, avait été effectuée par Northwest Airlines Inc. en octobre 2002 et que le moteur totalisait 13 376 heures de vol et 2339 cycles depuis sa pose. Il n'y avait aucune indication de réparations effectuées sur le moteur depuis sa pose. Une vérification de maintenance sous le capot, qui coïncidait avec une vérification 1A, avait été effectuée 383 heures avant l'incident. Il restait 216 heures avant la prochaine inspection. La vérification sous le capot comprend, entre autres, l'inspection des câbles électriques afin de déterminer s'ils sont effilochés, détériorés ou brûlés par endroits ou si des coquilles arrière ou des raccords sont desserrés. L'avion en question était utilisé par Northwest Airlines Inc. pour des vols de transport de marchandises à travers le monde et il avait été soumis à des travaux de maintenance dans de nombreuses villes et de nombreux pays.

Le boîtier électronique de contrôle de détection d'incendie endommagé ainsi que l'enregistreur numérique de données de vol et l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage ont été envoyés au laboratoire technique du BST d'Ottawa (Ontario) pour examen. L'enregistreur numérique de données de vol et l'enregistreur de la parole dans le poste de

pilotage ne contenaient pas de renseignements pertinents. L'enregistreur numérique de données de vol n'avait enregistré qu'un nombre restreint de paramètres, et aucun n'était lié directement à l'incendie. Les deux heures d'enregistrement de l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage avait été effacées par les opérations au sol après le vol. On a évalué que l'incendie avait été causé par la carte d'alarme de la carte de circuits imprimés de la boucle « A » du moteur numéro quatre (A4) (pièce numéro 60B00023-96) qui se trouve dans le boîtier électronique de contrôle de détection d'incendie. La résistance (R11) sur le côté de la carte de circuit imprimé avait brûlé et éclaté en raison d'une surchauffe interne causée par le passage d'un courant excessif.

**IV-1-2/ ANALYSE :**

Un mouvement relatif entre les câbles mal attachés de faisceaux de câbles voisins a effiloché les câbles. Les faisceaux se situent dans une zone du moteur considérée à vibrations élevées. Une longueur excessive de câble dans la boucle de détection d'incendie du moteur numéro quatre était repliée et fixée au faisceau de câbles voisin du générateur magnétique permanent. Le Manuel *Standard Wiring Practices* de Boeing précise, entre autres, que tous les câbles de faisceaux doivent être parallèles avant d'être attachés. Cette directive n'a pas été respectée lorsque la longueur excessive de câble de la boucle de détection d'incendie du moteur numéro quatre a été attachée.

Puisque les câbles étaient effilochés jusqu'à l'âme, la tension de 60 volts c.a. du générateur magnétique permanent est passée sur le circuit de 28 volts c.c. de la boucle de détection d'incendie « A » et a provoqué une surintensité vers le boîtier électronique de contrôle de détection d'incendie situé dans le poste de pilotage. La surintensité a été dissipée par les résistances de la carte d'alarme de la carte de circuits imprimés A4 qui ont surchauffé jusqu'à prendre feu. Puisque le circuit entre la carte de circuits imprimés et la boucle de détection d'incendie du moteur n'est pas protégé par un disjoncteur, le système surchauffe jusqu'à ce qu'il y ait court-circuit.

Il n'a pas été possible de déterminer à quel moment les câbles en questions ont été mal fixés, mais il est probable que cela se soit produit au moment de la révision du moteur ou après. Les visites subséquentes à l'atelier et les vérifications de maintenance sous le capot n'ont pas permis de déceler l'anomalie au niveau du câblage ni l'effilochage des fils. Une telle anomalie serait difficile à déceler sans démonter le faisceau de câbles. Les vérifications de maintenance régulières n'exigent qu'une inspection/ vérification visuelle sans démontage des faisceaux de câbles.

**IV-1-3/ LES FACTEURS CONTRIBUTIFS QUI ONT CAUSE LE PROBLEME :**

1. Des faisceaux de câbles voisins dans une zone à vibrations élevées du moteur numéro quatre étaient mal attachés. Manque de supervision. Se problème est due principalement a une erreur humain qui peut être affecté par plusieurs facteurs :

- L'absence ou mal compréhension d'instruction d'exécution du travail.
  - Le manque d'équipements et Des outils requis pour la fixation de ces câbles.
  - Des facteurs liés à l'humain comme le manque de concentration a cause de la fatigue.
2. Problèmes de communication, car Le personnel de maintenance ou de contrôle de la qualité n'a pas décelé que le faisceau de câbles était mal attaché pendant l'installation initiale ni pendant la modification du faisceau ou l'inspection sous le capot subséquente

**IV-1-4/ MESURES DE SECURITE PRISES EN INTEGRANT LE SMS :**

Ces problèmes montre qu'il ya un problème d'organisation ou de gestion de sécurité qui peut être régler en intégrant le SMS qui assure les points suivants :

- Des SOP bien déterminé des procédures d'exécution bien claire
- La disponibilité d'une bibliothèque d'information qu'il faut être à jour
- L'existence de la supervision et des audits en forme de questionnaire concernant l'exécution de la maintenance.

Même si la panne est produite :

- les organismes de maintenance qui utilise le SMS favorisent le signalement consieux des erreurs de maintenance, donc il faut une culture dans laquelle le personnel se sente à l'aise pour signaler les erreurs au supérieur hiérarchique.
- Le SMS exige un système de compte rendu des dangers et incidents, donc la panne doit être mentionnée dans des comptes rendus.
- Il faut qu'une enquête soit menée par un personnel compétent.
- un programme d'analyse de sécurité et contrôle de tendance doit être effectué.
- L'obligation de système communication et le retour d'information.
- Conservation des informations sur l'histoire et la vie des composants.
- L'inspection de toute la flotte pour déterminer autre avion qui ont les même problèmes.
- Il faut diminuer le nombre d'heure pour la maintenance et vérification et déceler et corriger l'acheminement des câbles incorrects dans des zones ou les câbles sont effilochés dans l'avion en question.



**Figure IV-4:** Annexe A – Extrait du Powerplant Buildup Manual de Boeing**IV-2/ CAS D'ERREUR DE MAINTENANCE – FUITE DE CARBURANT EN VOL  
DE L'AIRBUS A330-300 C-GHKX EXPLOITÉ PAR AIR CANADA À  
L'AÉROPORT INTERNATIONAL DE VANCOUVER (COLOMBIE-  
BRITANNIQUE) LE 6 NOVEMBRE 2003****IV-2-1/ RENSEIGNEMENTS DE BASE :**

Lors d'une inspection d'entretien systématique du C-GHKX effectuée la veille de l'événement, le personnel de maintenance avait découvert une fuite de carburant au niveau du drain profilé du réacteur numéro 2 (un Rolls Royce RB211 TRENT 772B-60/16 portant le numéro de série 41102). En approfondissant l'inspection, on s'est aperçu que du carburant fuyait par l'échangeur de chaleur air/huile. Sur l'Airbus A330, l'huile des réacteurs est refroidie par un échangeur de chaleur air/huile. Un moteur-couple envoie automatiquement le carburant haute pression dans une buse jusqu'à un piston qui ouvre ou ferme un clapet d'air servant à régulariser la température de l'huile. La fuite de carburant dépassait les limites prescrites dans le manuel de dépannage de l'Airbus A330. Le personnel de maintenance a inscrit le problème, y compris la mesure corrective exigée, dans le carnet de maintenance de l'avion et a retiré ce dernier du service vers 13 h, heure normale du Pacifique (HNP)<sup>1</sup>. Par la suite, l'avion a été remorqué jusqu'à un hangar d'Air Canada afin de permettre le remplacement de l'échangeur de chaleur air/huile.

Sur le tableau de service du bureau de maintenance, on avait indiqué à tort qu'il fallait remplacer l'échangeur de chaleur carburant/huile de l'avion plutôt que l'échangeur de chaleur air/huile qui avait fait l'objet d'une inscription dans le carnet technique de l'avion. Par la suite, trois techniciens d'entretien d'aéronefs dûment qualifiés ayant pris leur service à 20 h 30 ont reçu comme tâche de remplacer l'échangeur de chaleur carburant/huile.

Les techniciens ont pris connaissance du problème d'échangeur de chaleur air/huile figurant dans le carnet technique, ont constaté la contradiction par rapport au tableau de service et ont décidé de vérifier en premier l'échangeur de chaleur carburant/huile. Il a été décidé que deux des techniciens, dont un était autorisé par Air Canada à délivrer une certification technique pour l'Airbus A330 et le réacteur TRENT 700, se chargeraient de colmater l'éventuelle fuite. Ils ont débranché un raccord d'arrivée basse pression de l'échangeur de chaleur carburant/huile (figure 1), et du carburant s'est écoulé de la conduite débranchée. Ayant confirmé que l'échangeur de chaleur carburant/huile n'était pas la source de la fuite, les techniciens se sont préparés à rebrancher la conduite de carburant basse pression et ils ont commandé des joints toriques de remplacement. Peu de temps après, le raccord d'arrivée a été rebranché à l'échangeur de chaleur carburant/huile, et les trois boulons ont été serrés au couple prévu, mais une bague de retenue, un composant jouant un rôle crucial dans le bon branchement du raccord, a été omise. Les techniciens qui ont retiré la conduite de carburant basse pression de l'échangeur de chaleur carburant/huile

connaissaient mal le genre de raccord utilisé et ils n'ont pas consulté le manuel de dépannage de l'Airbus A330, ni les sections et pages pertinentes du manuel de maintenance de l'avion au moment de retirer et de remettre en place la conduite de carburant basse pression. De plus, ils n'ont pas consigné le retrait et la remise en place de la conduite de carburant basse pression dans l'un ou l'autre des documents de maintenance, ce qui n'est pas conforme au manuel des politiques de maintenance d'Air Canada et à la réglementation de Transports Canada. Une fois la conduite de carburant basse pression remise en place, la vérification de la fixation et de l'étanchéité du raccordement s'est faite à partir d'une plate-forme surélevée dans le hangar.

Les deux techniciens ont repris leur travail pour régler la fuite de carburant, en utilisant cette fois le manuel de dépannage de l'Airbus A330, et ont établi que l'échangeur de chaleur air/huile était à la source du problème, comme c'était indiqué dans le carnet technique de l'avion. On a aussi remarqué pendant ce travail qu'il n'y avait pas de fuite de carburant au raccord basse pression de l'échangeur de chaleur carburant/huile. Ils ont retiré et remplacé l'échangeur de chaleur air/huile défectueux. Consultent le manuel de maintenance de l'A330, les techniciens ont fait tourner le réacteur au ralenti pendant six minutes. Une fois le point fixe terminé, on a vérifié à partir du sol si les raccords fuyaient. Il est possible d'inspecter l'échangeur de chaleur air/huile depuis le sol, mais l'inspection du raccord de la conduite de carburant basse pression à l'échangeur de chaleur carburant/huile nécessite l'emploi d'une plate-forme surélevée, comme l'exige le manuel de maintenance de l'A330. Ce manuel demande aussi l'utilisation d'un révélateur spécial pour favoriser la détection de fuites de carburant sur les composants remontés. Ni une plate-forme surélevée, ni un révélateur n'ont été utilisés pour l'inspection des raccords de carburant et la détection de fuites. Aucune anomalie ni aucune fuite n'ont été constatées au niveau du raccord de la conduite de carburant basse pression. Toute la documentation a été remplie et toutes les procédures pertinentes au remplacement de l'échangeur de chaleur air/huile ainsi que les essais de réacteur subséquents ont été effectués, et l'avion a été remis en service.

Le lendemain, l'avion a décollé à destination de Calgary (Alberta) pour assurer le vol ACA216. La circulation au sol et la course au décollage se sont déroulées normalement. Le départ a eu lieu pendant les heures de clarté et dans de bonnes conditions météorologiques, et les pilotes d'un autre avion qui attendait pour partir ont vu que du carburant fuyait d'ACA216 sous la forme d'une importante traînée de condensation (annexe A). Les pilotes de cet avion au départ ont informé la tour de Vancouver de la traînée de condensation qui s'échappait du réacteur

numéro 2 d'ACA216, et la tour de Vancouver a alors transmis ce renseignement à ACA216.

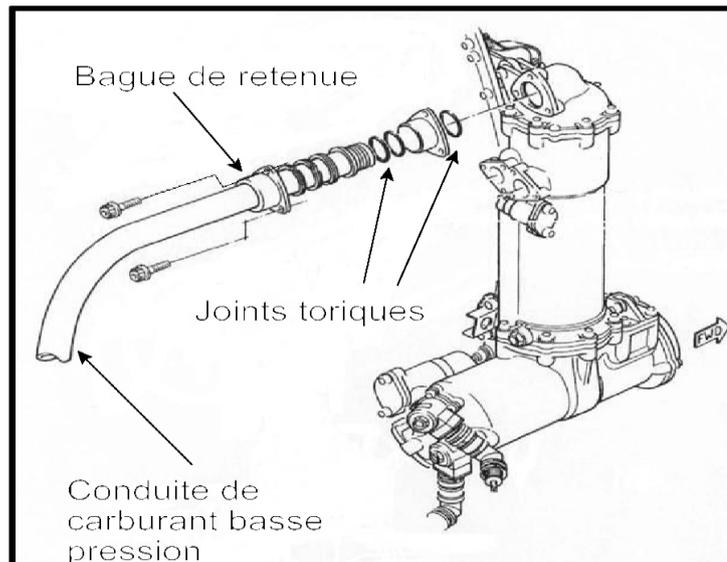


Figure 1V. Échangeur de chaleur carburant/huile.

En vol, les pilotes n'ont reçu aucune indication ou avertissement du moniteur électronique centralisé de bord (ECAM) signalant un fonctionnement anormal du réacteur. L'ECAM présente les données de base du carburant à la page de croisière et peut afficher sur demande des renseignements détaillés sur le carburant. Par la suite, les pilotes se sont rendu compte que l'avion avait consommé 3700 kg de carburant de plus que la normale. Il n'y avait aucune trace de déversement de carburant sur l'aire de stationnement ou sur la voie de circulation menant à la piste 26L. Toutefois, une importante quantité de carburant a été retrouvée sur le seuil de la piste 26L, d'où ACA216 avait décollé.

Les enquêteurs du BST et le personnel de maintenance d'Air Canada ont examiné le réacteur et ont découvert que la conduite de carburant basse pression arrivant à l'échangeur de chaleur carburant/huile du réacteur numéro 2 s'était débranchée. Le raccord de la conduite de carburant semblait intact et les trois boulons de retenue du raccord étaient serrés, mais la bague de retenue était absente. La bague a été retrouvée plus loin, le long de la conduite de carburant débranchée, à un endroit où elle était impossible à voir. Le motoriste, Rolls-Royce, a indiqué qu'il est possible, dans la plage de tolérance de tous les composants basse pression, que les trois boulons qui retiennent le raccord basse pression en place ne puissent pas assurer une bonne fixation si la bague de retenue est omise. Il est donc possible de serrer quand même le raccord au bon couple. À la lumière de ce scénario, la compression des joints toriques peut être suffisante pour prévenir toute fuite au régime de ralenti. L'enregistreur de données de vol (FDR) a été retiré de l'avion et envoyé aux installations de maintenance d'Air Canada, à Dorval (Québec), pour y être dépouillé. Les données du FDR ont été analysées par le Laboratoire technique du BST.

Rolls-Royce indique que la pression dans la conduite de carburant basse pression augmente de 100 lb/po<sup>2</sup> au ralenti jusqu'aux environs de 190 lb/po<sup>2</sup> à la puissance de décollage, alors que le débit de carburant passe de 685 kg/h à 9000 kg/h. Les données du FDR montrent que le problème de carburant a commencé à se manifester lorsque la puissance du réacteur a été augmentée en prévision du décollage. D'après les calculs, la perte de carburant a été de l'ordre de 10 000 kg/h, sans que cela n'empêche pour autant le réacteur de fonctionner correctement.

Le BST a déterminé que des incidents liés à des pertes de liquide moteur à la suite de travaux de maintenance s'étaient déjà produits auparavant. Entre 1999 et 2000, trois incidents sont survenus sur trois aéronefs différents au cours desquels le mauvais montage des raccords de liquide n'avait pas été découvert lors des points fixes au ralenti qui sont exigés. Des renseignements obtenus auprès d'un motoriste indiquent qu'il faut s'attendre à ce que de tels points fixes au ralenti ne détectent que 80 % de toutes les fuites de liquide d'un moteur. Un essai en vol ou un point fixe à plus haut régime moteur, capable de recréer des conditions comme une augmentation des pressions de carburant ou d'huile et des vibrations soutenues, est nécessaire pour détecter le reste (20 %) des fuites éventuelles. Au Canada, au moins une compagnie aérienne exige, dans ses procédures courantes, de procéder à des points fixes à puissance élevée après le remplacement d'un composant susceptible de provoquer une fuite de liquide. Cette compagnie aérienne exploite des avions ayant des moteurs différents de ceux de l'avion en question, et le motoriste n'exige pas lui non plus des points fixes à puissance élevée après des travaux de maintenance sur un moteur.

En août 2001, un autre Airbus A330 immatriculé au Canada a fait un atterrissage d'urgence, les deux réacteurs s'étant arrêtés à la suite d'une panne sèche consécutive à une importante fuite. À la suite de cet événement de 2001 et d'une fuite de carburant similaire concernant un Airbus A320 survenue en 1997, Airbus Industrie a publié le bulletin de service A330-28-3080. Ce bulletin donne aux exploitants d'Airbus A330 des instructions sur la façon d'activer le logiciel de surveillance des fuites de carburant. Une fois activé, ce logiciel avertit l'équipage de conduite dès qu'il y a une différence de plus de 3500 kg entre la quantité de carburant à bord (FOB) initiale et la quantité de carburant à bord présente plus le carburant utilisé (FU). Dès qu'une anomalie est détectée, une sonnerie retentit une seule fois et un avertissement FU/FOB apparaît sur l'écran de l'ECAM. Airbus recommande d'incorporer le bulletin de service en question, mais la réglementation n'exige pas de le faire. Au moment de l'incident, Air Canada n'avait incorporé ce bulletin de service sur aucun de ses Airbus A330.

**IV-2-2/ ANALYSE :**

Compte tenu des renseignements écrits qui se contredisaient entre le tableau de service et le carnet technique de l'avion, combinés au fait que les techniciens ne se sont pas servis du manuel de dépannage pour clarifier la situation, la conduite de carburant basse pression arrivant à l'échangeur de chaleur carburant/huile a été débranchée inutilement. Une fois cette conduite de carburant basse pression débranchée, les techniciens n'ont pas consulté et n'ont pas suivi les procédures de rebranchement qui figurent dans le manuel de maintenance de l'avion. Pendant qu'on attendait l'arrivée des joints toriques, la bague de retenue, qui ne peut pas être sortie de la conduite de carburant, a glissé le long de la conduite jusqu'à un endroit où elle n'était plus visible. Par la suite, le raccord de la conduite de carburant basse pression a été remis en place sans bague de retenue.

Pendant le point fixe au ralenti qui est exigé, la pression carburant et le faible débit carburant, combinés aux vibrations minimales du réacteur, n'ont pas été suffisants pour simuler les conditions qui se sont produites en vol. Par conséquent, la conduite de carburant basse pression ne s'est pas débranchée de l'échangeur de chaleur carburant/huile malgré l'absence de la bague de retenue. Après le point fixe au ralenti, les composants rebranchés ont fait l'objet d'une inspection à la recherche de fuites, mais aucune n'a été décelée. L'échangeur de chaleur carburant/huile a été inspecté depuis le sol, et non pas depuis une position surélevée, comme le demandait le manuel de maintenance d'Airbus, d'où une inspection détaillée aurait pu être faite. Aussi, un révélateur qui aurait pu faciliter la détection de fuites de carburant n'a pas été utilisé. Compte tenu du fait que le raccord basse pression peut avoir l'air d'être bien fixé malgré l'absence de la bague de retenue et que les techniciens connaissaient mal ce raccord en particulier, l'absence de la bague de retenue aurait été difficile à détecter, même d'une position surélevée. Les joints toriques de la conduite de carburant basse pression avaient été suffisamment comprimés pour prévenir toute fuite, ce qui n'aurait pas permis au révélateur, s'il avait été utilisé, de déceler la bague de retenue manquante.

Quand les manettes des gaz ont été poussées en prévision du décollage, l'augmentation de la pression et du débit de carburant et probablement des vibrations du réacteur ont entraîné le débranchement de la conduite de carburant basse pression au niveau de l'échangeur de chaleur carburant/huile, compte tenu de l'absence de la bague de retenue. La fuite de carburant a donné lieu à une importante traînée de condensation qu'ont pu apercevoir d'autres équipages de conduite ainsi que des observateurs au sol. Un point fixe à régime élevé effectué après les travaux de maintenance aurait considérablement accru les chances qu'on détecte le mauvais montage de la conduite de carburant.

La présence de la traînée de condensation a été portée à l'attention de l'équipage, qui a alors pris les mesures qui s'imposaient. S'ils n'avaient pas été avertis, les pilotes ne se seraient peut-être pas aperçus tout de suite de la perte de carburant, puisque l'équipement

de bord ne faisait état d'aucun problème de carburant, et il n'aurait peut-être pas été possible de constater à temps que la quantité de carburant à bord était moindre que prévu. Air Canada n'avait pas incorporé le bulletin de service A330-28-3080 d'Airbus qui avertit les pilotes d'une éventuelle fuite de

carburant dès qu'il y a perte de 3500 kg de carburant. La mise en oeuvre de ce bulletin de service aurait réduit les risques de panne sèche, d'arrêt des réacteurs et d'incendie. Dans le cas présent, une fuite totalisant 3500 kg de carburant s'est produite moins de cinq minutes après le départ.

**IV-2-3/ LES FACTEURS CONTRIBUTIFS QUI ONT CAUSE LE PROBLEME :**

1. En raison d'une inscription erronée sur le tableau de service du bureau de la maintenance et du fait que les techniciens n'ont pas consulté le manuel de dépannage, ces derniers ont débranché inutilement la conduite de carburant basse pression au niveau de l'échangeur de chaleur carburant/huile.
2. Du fait que les techniciens ne connaissaient pas bien ce genre de raccord, que la bague de retenue n'était pas visible et qu'ils n'ont pas consulté le manuel de maintenance de l'avion, ils n'ont pas rebranché correctement la conduite de carburant basse pression.
3. Au moment de l'application de la puissance de décollage, la conduite de carburant basse pression s'est détachée de l'échangeur de chaleur carburant/huile sous l'effet de la pression et du débit de carburant ainsi que des vibrations du réacteur, ce qui a provoqué une importante fuite de carburant du réacteur numéro 2.
4. L'exploitant n'a pas effectué de point fixe à puissance élevée, ce que le motoriste n'exige d'ailleurs pas, alors qu'un tel point fixe aurait produit des conditions similaires à celles qui ont provoqué au décollage le débranchement de la conduite de carburant basse pression au niveau de l'échangeur de chaleur carburant/huile. Un point fixe à puissance élevée aurait pu réduire le risque qu'une fuite ou que le mauvais montage d'un composant passent inaperçus.
5. La bonne inspection de l'échangeur de chaleur carburant/huile exige l'utilisation d'une plate-forme surélevée, tant avant qu'après le point fixe du réacteur. Il n'y a pas eu une bonne inspection du branchement de la conduite de carburant basse pression, ce qui a augmenté les risques qu'une fuite ou que le mauvais montage d'un composant passent inaperçus.
6. La compagnie n'avait pas incorporé le bulletin de service A330-28-3080 d'Airbus. La mise en oeuvre de ce bulletin réduirait le risque qu'une fuite de carburant passe inaperçue et mène à une panne sèche, à une panne de réacteur ou à un incendie.

7. Le retrait et la remise en place de l'échangeur de chaleur carburant/huile de la conduite de carburant basse pression n'ont pas été documentés.

**IV-2-3/ MESURES DE SECURITE PRISES EN INTEGRANT L'SMS :**

- Il faut exiger de toujours de consulter les documents appropriés, qu'il s'agisse de publications techniques, du manuel de dépannage, du manuel de maintenance, etc., notamment si les personnels connaissent mal les systèmes de l'avion ou les réacteurs concernés, et de suivre les instructions de maintenance ou de dépannage qui y sont spécifiées. De plus, tout travail accompli doit être consigné dans les dossiers appropriés.
- De plus, il faut mener une enquête de sécurité interne sur les circonstances entourant cet incident en faisant part de recommandations proactives visant à éviter qu'il ne se reproduise. Depuis cet incident, alors l'incorporation du bulletin de service A330-28-3080 la flotte des A330.
- L'exigence des examens des procédures de vérification d'étanchéité pour le carburant et l'huile figurant dans les manuels de maintenance et assurer l'efficacité.
- La documentation de ce problème et le mettre dans la base des données de la compagnie pour assurer le retour d'information.



**Figure IV-5 :** Fuite de carburant visible en provenance du vol ACA216

**IV-3/ CAS DE Perte du carter de soufflante Airbus A320-232 C-GTDC exploité par Skyservice Airlines Inc. Aéroport international de Toronto/Lester B. Pearson (Ontario) le 13 septembre 2000 :****IV-3-1/ RENSEIGNEMENTS DE BASE :****IV-3-1-1/ DEROULEMENT DU VOL :**

Dans la soirée du 12 septembre 2000, l'équipe de maintenance 3 de Skyservice s'est présentée aux installations de maintenance de Skyservice, qui se trouvent à environ 10 minutes de l'aéroport, pour le quart de nuit de 19 h à 7 h, heure avancée de l'Est (HAE)<sup>1</sup>. L'équipe de maintenance était composée d'un chef d'équipe (CE) intérimaire (CE1)<sup>2</sup>, de trois techniciens d'entretien d'aéronefs (TEA1, TEA2, TEA3) et d'un TEA en sous-traitance. Tous étaient titulaires de qualifications valides.

C'est le coordonnateur du contrôle de la maintenance et des opérations (CMO) qui a donné à l'équipe de maintenance la charge de travail pour la nuit. Celle-ci comprenait l'arrivée et la remise en oeuvre d'un avion A330 de Skyservice et quelques petites inspections ainsi que des remplacements de pièces sur l'A320 immatriculé C-GTDC. Le travail à accomplir sur le C-GTDC comprenait le remplacement de la roue droite du train d'atterrissage avant, d'une antenne de radiogoniomètre automatique (ADF) se trouvant sur le dessus du fuselage et d'une conduite de récupération d'huile sur le réacteur gauche.

Le C-GTDC était stationné à l'installation centrale de dégivrage de l'aéroport Pearson et ne devait pas voler avant 16 h le lendemain. En raison du manque d'espace à l'aéroport, les transporteurs utilisent fréquemment cet endroit pour stationner leurs avions et pour y effectuer de la maintenance générale lorsqu'il n'est pas utilisé pour des opérations de dégivrage.

L'équipe de maintenance 3 est arrivée à l'installation centrale de dégivrage et a ouvert les carters de soufflante du moteur gauche afin d'évaluer le travail à faire pour remplacer la conduite de récupération d'huile. Se rendant compte de la complexité de la tâche à accomplir et du risque de contamination par l'huile de l'aire de trafic de l'installation centrale de dégivrage, le CE1 est entré en contact avec le coordonnateur CMO et lui a demandé l'autorisation de faire rentrer l'avion dans le hangar de l'exploitant Skiservice à l'aéroport. Le coordonnateur CMO a informé le CE1 qu'il n'y avait pas assez d'espace dans ce hangar, mais qu'il pouvait cependant déplacer l'avion jusqu'à l'aire de trafic située en face du hangar de l'exploitant. Avant de remorquer l'avion, la roue droite du train d'atterrissage avant a été remplacée et les carters de soufflante ont été fermés.

Le TEA1 a amorcé le remplacement de la conduite de récupération d'huile sur l'aire de trafic de l'air alors que le reste de l'équipe s'occupait de la remise en service de l'A330. À minuit, on s'est rendu compte que des outils et des matériaux supplémentaires seraient nécessaires. Puisque les installations de maintenance se trouvent à 10 minutes de l'aéroport,

l'équipe a décidé de faire une pause pour se restaurer. Après le repas, l'équipe 3 est retournée sur l'aire de trafic de terminé, le TEA1 a effectué une inspection des environs de la conduite de récupération d'huile et a remarqué qu'il manquait plusieurs colliers de serrage.

On a vérifié si le véhicule de maintenance, qui contient une quantité limitée des pièces les plus couramment utilisées, contenait les pièces nécessaires, mais les pièces dont on avait besoin n'y étaient pas. On a abordé la question avec le coordonnateur CMO, et l'on a décidé de remplir une nouvelle carte de travail et de laisser le quart de jour terminer l'installation des colliers. De 5 h à 5 h 30, on a effectué un point fixe au sol du réacteur gauche avec les carters de soufflante ouverts afin de vérifier s'il y avait des fuites, puis on a fait le plein d'huile. Un chiffon a ensuite été placé sous la conduite d'évacuation afin de recueillir les gouttes d'huile résiduelles. Le TEA1 et le TEA2 ont alors commencé à fermer et à verrouiller les carters de soufflante, mais ont reçu la consigne du CE1 de ne pas procéder au verrouillage. Puisque la fin du quart approchait, l'équipe 3 a nettoyé l'aire de travail puis elle est retournée aux installations de maintenance.

À 6 h, il y a eu un changement de quart du coordonnateur CMO. Le coordonnateur CMO du quart de nuit a présenté un exposé verbal au coordonnateur CMO du quart de jour et lui a signalé les inscriptions qui avaient été effectuées dans le livre de relève du coordonnateur CMO. L'exploitant fournit un livre de « relève » qui doit être rempli tout au long du quart de travail. Le livre de relève décrit en détail le travail accompli ainsi que le travail qui reste à faire; cette façon de faire a pour but de faciliter la continuité de la maintenance entre les quarts. La tenue d'un exposé de relève verbal entre les équipes, bien que les politiques ne l'exigent pas, aide à clarifier le travail à accomplir, et il s'agit de la méthode privilégiée par les équipes au moment de la relève. Les inscriptions montraient qu'une conduite de récupération d'huile avait été remplacée, que le point fixe et les vérifications concernant les fuites avaient été effectués et que l'avion était prêt.

Aux installations de maintenance, le CE1 a signé la carte de travail et le carnet de route de l'avion afin de certifier que le remplacement de la conduite de récupération d'huile était terminé. Cependant, aucune nouvelle carte de travail n'a été remplie en rapport avec les colliers de serrage manquants, et aucune des inscriptions requises n'a été faite dans le livre de relève. Au même moment, dans le bureau du coordonnateur CMO, le TEA1 présentait un exposé verbal de relève au chef (CE2) de l'équipe de maintenance 4. L'exposé verbal de relève a fait état du remplacement de la conduite de récupération d'huile, de la nécessité d'installer des colliers de serrage et de la présence d'un chiffon sous le réacteur. Il n'a pas été question des verrous des carters de soufflante qui étaient déverrouillés. Le coordonnateur CMO du quart de jour a interrompu l'exposé pour signaler qu'on avait déjà noté qu'il manquait des colliers de serrage lors d'une inspection antérieure et que le magasin avait fait savoir que les pièces avaient été commandées mais

n'étaient pas arrivées. Après avoir terminé cette tâche, le TEA1 est rentré chez lui. Avant de faire de même, le CE1 s'est assuré auprès du CE2 que l'exposé donné par le TEA1 avait été bien compris.

L'équipe du quart de jour (de 7 h à 19 h) comprend de 1 à 3 TEA, selon le jour, le mois et l'horaire des vols. Le matin du 13 septembre, le CE2 était le seul membre de l'équipe de maintenance 4 qui devait se rendre au travail à 7 h. Un des TEA (le TEA4) s'est présenté au travail à 9 h. Le CE2, sachant que les colliers de serrage étaient manquants et qu'ils n'étaient pas en stock, a décidé de concentrer ses efforts à la recherche d'équipement qui lui permettrait d'accéder en toute sécurité au-dessus du fuselage afin de remplacer l'antenne de l'ADF. Après avoir trouvé l'équipement approprié, le CE2 et le TEA4 ont tenté de remplacer l'antenne de l'ADF, mais ils n'y sont pas parvenus en raison d'une vis endommagée sur la nouvelle antenne.

C-GTDC devait être remorqué jusqu'à la porte d'embarquement à midi en vue de son départ à 16 h. Au cours de la préparation au remorquage, CE2 et TEA4 ont tous deux effectué une vérification extérieure. Une telle vérification est effectuée avant tout mouvement planifié d'un avion. La vérification comprend une inspection visuelle et physique de l'avion à la recherche de dommages apparents, de panneaux ouverts et d'obstacles qui pourraient nuire au fonctionnement ou aux mouvements de l'avion en toute sécurité. Au cours de la vérification extérieure, le CE2 a ramassé le chiffon sous le conduit d'évacuation du réacteur gauche et un morceau de carton qui se trouvait dans l'échappement du réacteur droit.

Au cours du remorquage, alors que l'avion se trouvait à environ 100 pieds de la porte d'embarquement, la barre de remorquage s'est rompue, et l'avion a dû rouler jusqu'à la porte d'embarquement à l'aide du réacteur droit. Arrivé à la porte, le CE2 s'est assuré que le train d'atterrissage avant n'avait pas été endommagé, puis, ne trouvant rien, il est allé manger. Après le repas, le CE2 et le TEA4 sont retournés à l'avion, et chacun d'eux a effectué une vérification extérieure qui s'est avérée négative dans les deux cas. Le TEA4 a attesté l'inspection de maintenance journalière qui comprend l'élément 24 b) qui stipule qu'on doit « effectuer, à partir du sol, une inspection visuelle générale des réacteurs, des fuseaux réacteurs et des pylônes », et il a remis les carnets dans le poste de pilotage.

À 15 h, l'équipage de conduite est arrivé, il a reçu un exposé verbal du TEA4 et a commencé l'inspection avant le vol. Le commandant de bord a vérifié le carnet de route de l'avion et a remarqué qu'aucun équipement de la liste minimale d'équipement ne manquait, qu'il n'y avait aucun point d'entretien différé, et que l'inspection de maintenance journalière avait été effectuée. Conformément aux procédures d'utilisation normalisées, le pilote qui n'est pas aux commandes, le premier officier dans le cas présent, a effectué la vérification extérieure avant le vol et n'a trouvé aucune anomalie.

Le CE2 et le TEA4 ont observé le démarrage des deux réacteurs et le refoulement de l'avion à partir de la porte d'embarquement. Au cours du refoulement, on a fait pivoter l'avion vers la droite, et ni le CE2 ni le TEA4 n'ont observé d'anomalie. L'avion a roulé jusqu'à la piste 23 et a commencé la course au décollage. Au cabrage, un boum a retenti, et l'avion s'est mis à vibrer. Une alarme du contrôleur électronique des systèmes de l'avion (ECAM) s'est fait entendre, mais l'écran de l'ECAM n'a affiché aucun message jusqu'à 1 500 pieds au-dessus du sol (agl). L'ECAM, à l'aide d'une série de capteurs et d'ordinateurs, surveille l'état des réacteurs et des systèmes de l'avion. L'information est transmise à l'équipage de conduite par l'entremise d'un écran multifonction dans le poste de pilotage. De plus, l'ECAM dicte à l'équipage de conduite les mesures à prendre en cas de défaillance d'un système. Airbus élimine une foule de messages non critiques provenant de l'ECAM lorsque ceux-ci surviennent à plus de 80 noeuds et à moins de 1 500 pieds agl; de cette manière, l'équipage de conduite est en mesure de concentrer ses efforts sur le pilotage au cours des phases critiques que sont le décollage et l'atterrissage.

Après que l'avion eut franchi 1 500 pieds agl, l'ECAM a affiché les messages suivants :

Heure	Système	Défaillance
16 h 13	ENGINE 1	EIU FAULT
16 h 13	ENGINE 1	FADEC A FAULT
16 h 13	AUTO FLIGHT	AUTO THROTTLE OFF
16 h 13	ENGINE 1	REVERSER FAULT
16 h 13	ELECTRICAL	GENERATOR 1 FAULT
16 h 13	ENGINE 1	EIU
16 h 13	ENGINE 1	REVERSER UNLOCKED
16 h 15	ENGINE 1	BEARING 4 OIL SYSTEM
16 h 25	ENGINE 1	REVERSER UNLOCKED
16 h 25	ENGINE 1	EIU FAULT (2)
16 h 25	ENGINE 1	FUEL VALVE FAULT
16 h 25	ENGINE 1	REVERSER FAULT

Le commandant de bord a piloté l'avion sans pilote automatique ni directeur de vol, et avec le réacteur gauche réglé au ralenti par l'ECAM. Le premier officier a transmis un message d'urgence au contrôle de la circulation aérienne (ATC), a demandé un guidage radar jusqu'à la piste 23, a pris toutes les mesures dictées par l'ECAM et a complété les listes de vérifications applicables, dont la liste de vérifications pour atterrissage en surcharge. Le commandant de bord a ensuite fait une brève annonce aux passagers les informant que l'avion devait retourner à Toronto. Le premier officier est entré en contact avec les opérations aériennes de Skyservice, les a informé de la situation d'urgence et a demandé qu'une porte d'embarquement leur soit assignée. Un des passagers a informé un agent de bord de la perte du carter de soufflante, information qui a été transmise au personnel dans le poste de pilotage.

L'avion s'est posé alors que sa masse dépassait la masse maximale homologuée à l'atterrissage, laquelle était de 64 500 kg. Au cours de la course à l'atterrissage, le commandant de bord a fait des manoeuvres pour éviter les débris qui jonchaient la piste, lesquels ont plus tard été identifiés comme étant des morceaux de carter de soufflante du réacteur gauche. On a coupé le réacteur gauche à la fin de la course à l'atterrissage. L'ATC a suggéré que l'avion sorte à l'extrémité de la piste 23 et qu'il attende sur la plate-forme d'attente de la piste 05 afin de permettre aux équipes d'intervention d'urgence d'inspecter l'avion en cas de dangers potentiels qui seraient passés inaperçus. Après que l'équipe d'intervention d'urgence eut terminé l'inspection, laquelle s'est avérée négative, l'avion a été autorisé à partir, et l'ATC a autorisé l'avion à rouler jusqu'à la porte d'embarquement. Au cours de la circulation au sol, l'équipe d'intervention d'urgence qui suivait l'avion a remarqué qu'un peu de fumée s'échappait du réacteur gauche et a suggéré de couper le réacteur droit également. L'équipage de conduite s'est conformé à la suggestion, et de là, l'avion a été remorqué jusqu'à la porte d'embarquement.

#### **IV-3-1-2/ DOMMAGES A L'AERONEF :**

L'avion a été lourdement endommagé en raison de la perte des carters de soufflante du réacteur gauche au cours du décollage. Les carters de soufflante extérieurs se sont détachés juste sous les points de fixation et ils ont subi des dommages légers au bord inférieur arrière lors de l'impact. Les quatre raccords à oeil ajustables n'ont subi aucun dommage. Les carters intérieurs se sont détachés juste au-dessous des points de fixation et se sont cassés en plusieurs gros morceaux.

Les deux verrous avant des carters ont subi des dommages mineurs causés par l'impact, mais ils étaient toujours utilisables. Les deux verrous arrière n'ont pas été endommagés. Le pylône du réacteur a subi des dommages au point de fixation du carter de soufflante qui se sont traduits par le gauchissement de la structure cantilever et de la zone du prérefroidisseur du pylône. On a découvert que des broches de connecteurs électriques du faisceau de fils de la commande électronique du réacteur gauche avaient été délogées des fiches Cannon. De plus, le mécanisme qui verrouille la fiche Cannon dans la commande électronique du réacteur a été endommagé. Les becs de bord d'attaque 1, 2 et 3, ainsi que le rail de bec 7 (le rail intérieur du bec 3), ont été endommagés lors de l'impact avec les carters de soufflante.

**IV-3-1-3/ RENSEIGNEMENTS SUR LE PERSONNEL :**

	<b>Commandant de bord</b>	<b>Premier officier</b>
Âge	41 ans	43 ans
Licence	Pilote de ligne	Pilote de ligne
Date d'expiration du certificat de validation	Février 2001	Mars 2001
Heures de vol totales	9 137	7 000
Heures de vol sur type	2 637	2 000
Heures de vol dans les 90 derniers jours	204	95
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	204	16
Heures de service avant l'accident	2	2
Heures libres avant la prise de service	86	528

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Tous les membres du personnel de maintenance possédaient les licences et les qualifications nécessaires, conformément à la réglementation en vigueur. Rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient perturbé les capacités des membres de l'équipage de conduite.

**IV-3-1-4/ RENSEIGNEMENTS SUR L'AVION :**

Constructeur	Airbus
Type et modèle	A320-232
Année de construction	1994
Numéro de série	496
Certificat de navigabilité	Délivré le 18 janvier 1995
Heures de vol cellule	21 157
Réacteurs	2 réacteurs International Aero Engine (IAE) V2527-A5
Masse maximale autorisée au décollage	77 000 kg

Masse maximale autorisée à l'atterrissage 64 500 kg

**IV-3-1-5/ CARTERS DE SOUFFLANTE :**

Le carter de soufflante de chaque réacteur comprend deux portes semi-circulaires installées entre le carter de l'admission du réacteur et le carter fixe arrière. Chaque porte mesure environ 4,7 pieds de largeur sur 10 pieds de hauteur. La construction est de type sandwich composé d'une âme d'aluminium prise entre deux couches extérieures de composite en fibre de carbone. La porte gauche pèse 93 livres et la droite, 103 livres. Le haut des portes est maintenu en place par quatre verrous situés sur la partie avant du pylône du réacteur. Les portes peuvent être maintenue en position ouverte grâce à deux tiges se logeant à l'intérieur de chaque porte. On peut verrouiller les portes grâce à quatre verrous situés au bord inférieur de la porte droite. Chacun de ces verrous comprend un crochet qui s'enclenche dans un raccord à oeil ajustable, qui lui se situe au bord inférieur de la porte gauche. Le crochet se manipule grâce à une attache décentrée dans le verrou actionnée par une poignée pivotante en acier inoxydable, laquelle est maintenue en place grâce à un loquet à ressort. Les procédures décrites dans le manuel de maintenance exigent que, après le réglage des raccords à oeil, la pression requise pour fermer les verrous au moyen des poignées se situe entre 45 et 55 livres-pieds.

Chaque verrou est monté sur un axe d'articulation attaché à la porte droite. Lorsque le verrou est verrouillé, ce dernier affleure le dessous des portes. Lorsque le verrou n'est pas verrouillé, la rotation de cette fixation est limitée par une plaque anti-pivot, également portée par l'axe d'articulation et capable d'effectuer une rotation d'environ 20 degrés.

Les portes ont un dégagement d'environ 27 pouces par rapport au sol, et il est habituel de se coucher sous les portes pour actionner les verrous. Le déplacement des portes en position ouverte (afin de positionner les tiges de support) et l'abaissement de ces mêmes portes pour les fermer (après avoir désengagé les tiges de support) doivent être effectués en position debout. Après l'ouverture des verrous et le désengagement des crochets des raccords à oeil, la façon de faire habituelle consiste à refermer les verrous afin d'éviter que les crochets ne se trouvent en saillie et que ceux-ci ne s'alignent pas bien lorsque viendra le temps de fermer les portes; cette pratique n'est pas décrite dans la section du manuel de maintenance de l'avion qui traite du fonctionnement des portes des carters de soufflante.

Pour verrouiller les portes une fois fermées, il faut abaisser les portes en laissant les verrous fermés. Ensuite, chaque verrou est ouvert l'un après l'autre, afin d'engager manuellement chaque crochet à l'aide du raccord à oeil respectif. Enfin, la poignée du verrou est fermée jusqu'à l'enclenchement du loquet. Il n'y a aucune indication dans le poste de pilotage qui permette de savoir qu'une porte de carter de soufflante n'est pas bien verrouillée. Les portes de carter de soufflante, y compris la disposition des verrous, sont les

mêmes pour tous les types d'avion Airbus propulsés par des réacteurs V2500 (A319, A320, A321) et généralement similaires pour les mêmes types d'avions propulsés par des réacteurs CFM56.

**IV-3-1-6/ ESSAIS ET RECHERCHES :**

Neuf autres cas de perte de carter de soufflante ont été enregistrés dans le monde depuis la mise en service en 1991 de la série d'avions Airbus à couloir simple propulsés par des réacteurs IAE V2500. Quatre de ces incidents se sont produits en l'an 2000; tous au moment du cabrage. Dans chaque cas, les portes de carter du réacteur avaient été ouvertes avant le vol ayant mené à l'incident. Dans l'espoir de diminuer les risques de récurrence, Airbus et International Aero Engine ont apporté les quatre améliorations suivantes :

- **Verrous peints** : modification incorporée en usine à partir de juillet 1999, avions portant les numéros de série constructeur (MSN) 1042 et suivants. Disponible pour les réacteurs V2500-A1/A5 par l'entremise du bulletin de service V2500-NAC-71-0227 publié en mai 1999.
- **Étiquettes d'avertissement** : modification incorporée en usine à partir de mai 1999, avions portant les MSN 1022 et suivants. Disponible pour les réacteurs V2500-A1/A5 par l'entremise du bulletin de service V2500-NAC-71-0235 publié en mars 1999.
- **Plaques anti-pivot** : modification incorporée en usine à partir d'octobre 1999, avions portant les MSN 1098 et suivants. Disponible pour les réacteurs V2500-A1/A5 par l'entremise du bulletin de service V2500-NAC-71-0256 publié en mai 1999.
- **Dispositif de maintien en position ouverte** : modification incorporée en usine à partir de décembre 2000, avions portant les MSN 135 et suivants. Disponible pour les réacteurs V2500-A1/A5 par l'entremise du bulletin de service V2500-NAC-71-0259 publié en octobre 2000.

Le C-GTDC était équipé de verrous peints et d'étiquettes d'avertissement, mais il n'avait pas de plaques anti-pivot modifiées ni de dispositif de maintien en position ouverte.

**IV-3-2/ ANALYSE :****IV-3-2-1/ INTRODUCTION :**

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, et l'équipe de maintenance possédait les qualifications nécessaires pour effectuer les travaux de maintenance. On a déterminé que l'avion était en bon état de marche pour effectuer le vol. Par conséquent, l'analyse portera sur les facteurs humains, les procédures opérationnelles et l'indication de la position du carter de soufflante.

**IV-3-2-2/ PRISE DE DECISION :**

Normalement, lorsqu'une équipe de maintenance finit de travailler sur un avion, les carters sont fermés et verrouillés conformément à la référence 71-13-00-201 du manuel de maintenance. La décision prise par le CE1 de fermer les carters de soufflante mais de ne pas les verrouiller était une adaptation intentionnelle du point du manuel de maintenance, son raisonnement étant que le travail de l'équipe suivante serait facilité et que les exigences locales en matière de sécurité seraient respectées puisque les carters semblaient fermés. Il n'est pas inhabituel de laisser une tâche en suspens avant un changement d'équipe, et il existe, dans l'industrie, des pratiques normalisées qui permettent d'indiquer clairement qu'une tâche n'est pas terminée. En plus de faire un exposé de relève et de laisser les carters ouverts, il existe également une pratique qui consiste à fixer un drapeau d'avertissement ou une étiquette à la pièce concernée, et souvent à placer une note d'avertissement dans le poste de pilotage. L'équipe de maintenance n'a pas évalué les conséquences liées à la fermeture des carters sans procéder à leur verrouillage, ni au fait de ne pas placer les indicateurs d'avertissement normalisés. Il y avait probablement un certain degré de complaisance aggravé par le fait que les membres de l'équipe avaient travaillé à l'extérieur toute la nuit.

Habituellement, le CE de relève reçoit un exposé du CE relevé. Dans le cas présent, c'est le TEA1 qui a présenté l'exposé au CE2. Au cours de son exposé, il a souligné la nécessité d'installer des colliers de serrage sur la conduite de récupération d'huile et a bien mentionné qu'il fallait retirer le chiffon bien en vue sous le réacteur, mais n'a pas fait mention de la nécessité de verrouiller les carters. Le CE2 savait que les colliers de serrage dont il avait besoin pour la conduite de récupération d'huile n'étaient pas disponibles et, d'après les cartes de travail signées et les inscriptions faites dans le carnet de route, il a cru que le moteur était prêt. Lorsque le CE1 a demandé au CE2 s'il avait compris la nature des tâches qu'il restait à accomplir, il n'a pas passé en revue chaque point et n'a répété ce à quoi il référait, pas plus que ne l'a fait le CE2 lorsqu'il a confirmé avoir bien compris l'exposé. Cet échange plus ou moins clair aurait pu suffire si le livre de relève avait été utilisé, mais à la seule lumière d'un transfert verbal de renseignements, l'échange était insuffisant.

Cinq vérifications extérieures ont été effectuées par trois personnes qualifiées avant que l'avion ne décolle, mais aucune n'a remarqué les carters déverrouillés. On peut également inclure le CE2 qui a ramassé le chiffon sous le réacteur gauche. Tout le personnel lié à l'avion avant son départ était au courant qu'il fallait vérifier les verrous. Le personnel était aussi au courant de la présence des étiquettes d'avertissement qui ordonnait ce genre de vérification; cependant, personne n'a pu dire où se trouvaient les étiquettes ni leur nombre.

**IV-3-2-3/ PROCEDURES OPERATIONNELLES :**

Les procédures exigent qu'une tâche soit certifiée sur la carte de travail après l'achèvement de cette tâche. Dans le cas présent, la majorité du travail était terminée, sauf une tâche relativement mineure qui consistait à installer des colliers de serrage afin d'éviter qu'il y ait à nouveau des dommages. Ce n'est pas faire preuve de professionnalisme que de terminer une tâche complexe et de la faire certifier par un autre technicien puisque cette situation va donner lieu à une longue inspection de la part du technicien qui n'a pas participé au travail en question. Aussi, ce n'est pas faire preuve de professionnalisme que de certifier une tâche pour laquelle il reste du travail à accomplir par un autre technicien, et ce, même si le travail à accomplir peut sembler insignifiant, comme, dans le cas présent, l'installation des colliers de serrage. Afin d'éviter ces situations, la méthode privilégiée pour le transfert du travail à accomplir est la suivante :

- a) inscrire le travail à accomplir dans le carnet de bord.
- b) générer une nouvelle carte de travail pour le travail qui reste à accomplir.
- c) inscrire dans le livre de relève tous les détails concernant le travail à accomplir.

Dans le cas présent, le travail a été certifié comme étant terminé, et ce, malgré le fait qu'il ne l'était pas. L'inscription suivante a ensuite été faite sur la carte de travail : [TRADUCTION] « conduite remplacée, vérification d'absence de fuite, bon état de marche ». La même inscription a été faite dans le carnet de bord. Ces inscriptions ont laissé croire au CE2 ainsi qu'au commandant de bord que le réacteur était prêt. Au moment de l'accident, il n'existait aucune procédure exigeant l'inscription du verrouillage et du déverrouillage des verrous des portes des carters de soufflante ni la confirmation des faits par une inspection distincte.

**IV-3-2-4/ INDICATION DE LA POSITION DES CARTERS DE SOUFFLANTE :**

Les carters de soufflante possèdent quatre verrous qui se ferment sous le réacteur. Les portes des carters de soufflante sont lourdes et conçues de manière à ce que, lorsqu'elles pendent sans support, elles se joignent bord à bord, donnant l'impression qu'elles sont verrouillées même si elles ne le sont pas. Normalement, les verrous peuvent se trouver dans les trois positions suivantes (voir Annexe A) :

- a) verrous complètement verrouillés et ne dépassant pas sous les carters;
- b) verrous fermés, mais non verrouillés. Dans ce cas, les verrous dépassent d'environ un pouce sous les carters. Il s'agit de la position normale des verrous après l'ouverture des carters par le personnel de maintenance, et ce, jusqu'à ce que les verrous soient verrouillés de nouveau;
- c) verrous complètement ouverts et déverrouillés. Il s'agit d'une situation temporaire qui survient après le déverrouillage des carters. Selon les normes de l'industrie, les verrous sont immédiatement fermés puisque ne pas le faire présente

un danger de blessures pour les techniciens d'entretien. Un verrou complètement ouvert dépasse d'environ quatre pouces sous les carters.

En raison de la circonférence des réacteurs et de leur proximité avec le sol, une personne doit, pour effectuer une inspection visuelle adéquate des verrous, se mettre à quatre pattes sous le fuseau réacteur et lever les yeux. Les verrous ne sont pas visibles pour une personne qui se tient à moins de 10 pieds du réacteur et ils sont difficiles à voir de loin en raison de leur taille relativement petite et de leur forme discrète.

La modification publiée par le motoriste dictant l'application sur les portes de l'instruction « *Caution Make Sure That The Fan Cowl Doors Are Fully Latched When Closed* » n' a pas été efficace. Le bulletin de service exige que les étiquettes soient installées au bas et de chaque côté des carters de soufflante, ce qui en augmente la visibilité lorsque les portes sont ouvertes et maintenues dans cette position. Cependant, lorsque les carters de soufflante sont fermés, la position basse des étiquettes et la grande circonférence des carters de soufflante diminuent la visibilité des étiquettes, et les chances d'attirer l'attention d'une personne sur les verrous (voir Annexe B) sont plus minces. De plus, aucun membre du personnel lié à l'avion avant son départ n'était en mesure de dire combien il y avait d'étiquettes ni où elles se trouvaient.

La modification disponible visant à empêcher la fermeture complète des portes lorsqu'elles sont abaissées n'avait pas été faite sur l'avion accidenté. Cette modification permet d'avoir un repère visuel quand les verrous sont déverrouillés. Cependant, cette modification, maintenant incorporée aux avions en usine, n'est pas obligatoire et ne constitue qu'une option proposée aux clients pour les avions plus âgés. En outre, le dispositif n'empêcherait pas d'abaisser complètement les portes et de les laisser déverrouillées comme dans le cas présent. Les carters de soufflante étaient en voie d'être verrouillés; par conséquent, le dispositif de blocage aurait déjà été actionné afin de permettre aux portes des carters de soufflante de se fermer pour le verrouillage, rendant ainsi le dispositif de sécurité inefficace. La méprise relative à l'état des portes qui pourrait découler de l'incorporation de la modification sur certains avions et pas sur d'autres pourrait être évitée si la modification était obligatoire pour tous les avions concernés.

Les dommages relevés sur l'avion accidenté ne semblent pas indiquer l'existence d'un danger ayant des conséquences catastrophiques liées à la défaillance, mais cette possibilité ne peut pas être écartée. De plus, il y a eu d'autres cas de perte de carter de soufflante sur des avions A319, A321 et A330, et l'information disponible indique que les portes des carters de soufflante ainsi que les systèmes de verrous de ces avions étaient les mêmes que pour l'A320. Malgré les mesures visant à aider le personnel de maintenance et les équipages de conduite à s'assurer que les portes sont verrouillées et pour améliorer la visibilité des verrous déverrouillés, il est peu probable que ces mesures soient vraiment efficaces. L'avion accidenté n'était équipé d'aucun indicateur (mécanique ou dans le poste de pilotage) pouvant indiquer que les carters étaient déverrouillés. De tels dispositifs sont présents sur de nombreux autres panneaux d'accès sur ce type d'avion et sur d'autres types d'avion de la même classe.

**IV-3-3/ LES FACTEURS CONTRIBUTIFS QUI ONT CAUSE LE PROBLEME :**

1. Les carters de soufflante du réacteur gauche étaient fermés, mais n'avaient pas été verrouillés. Résultat, l'avion a décollé avec les carters de soufflante déverrouillés et a été endommagé.
2. Les procédures d'utilisation normalisées (SOP) et les méthodes de maintenance n'ont pas été respectées, ce qui a amené le chef d'équipe (CE) 2 et le commandant de bord à croire que le réacteur était prêt.
3. L'exposé de relève verbal fait lors du changement de quart était insuffisant. Résultat, le CE2 n'a pas été informé correctement du fait qu'au cours du quart suivant il fallait terminer la pose des colliers de serrage et verrouiller les carters de soufflante.
4. Au cours de vérifications extérieures effectuées séparément, le CE2, le technicien d'entretien (TEA) 4 et le premier officier n'ont pas remarqué que les verrous des carters de soufflante n'étaient pas verrouillés.
5. La position des étiquettes d'avertissement des carters de soufflante est inadéquate en ce sens que les étiquettes ne sont pas facilement visibles quand les carters de soufflante sont fermés et déverrouillés.

**IV-3-4/ FAITS ETABLIS QUANT AUX RISQUES :**

1. La modification disponible qui fait que la fermeture complète des portes est impossible quand les portes sont abaissées n'avait pas été faite sur l'avion accidenté. Cette modification permet d'avoir un repère visuel quand les verrous sont déverrouillés.
2. L'indication de la position des carters de soufflante est inadéquate en ce sens que les verrous sont relativement petits et difficiles à voir. L'avion accidenté n'était équipé d'aucun dispositif mécanique ni d'indicateur dans le poste de pilotage pouvant indiquer à l'équipage de conduite ou au personnel au sol que les carters étaient déverrouillés et ainsi prévenir des dommages à l'aéronef.

**IV-3-5/ MESURES DE SECURITE :**

Après l'accident, l'exploitant a apporté les modifications suivantes à ses procédures d'utilisation normalisées :

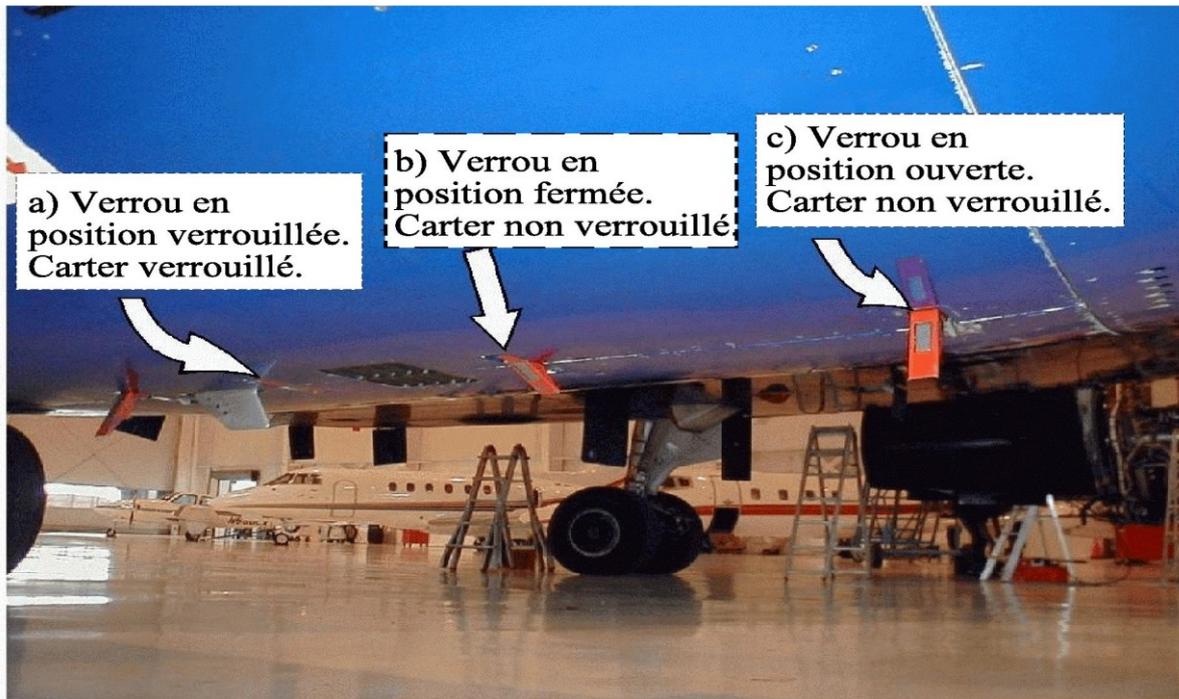
1. La relève liée aux travaux physiques s'effectue sur place et non dans le bureau.
2. Le livre de relève est toujours utilisé et apporté sur le lieu de travail afin de s'assurer que l'information est exacte et complète.

3. Une copie du livre de relève de maintenance est remise au coordonnateur du contrôle de la maintenance et des opérations (CMO) à la fin de chaque quart.
4. Les carters de soufflante sont fermés et verrouillés ou maintenus en position ouverte.
5. Le verrouillage des carters est un point d'inspection obligatoire.
6. Le personnel de maintenance et le personnel des opérations de vol ont reçu l'instruction de faire une vérification au toucher des verrous des carters de soufflante.
7. En cas de recours à des méthodes autres que celles qui sont normalisées, le coordonnateur CMO doit être prévenu immédiatement.
8. Les feuilles de vérifications journalières ont été modifiées dans le but de faciliter les vérifications à l'arrivée et avant le décollage.
9. Le marquage et la mise en évidence des travaux incomplets ou en cours est maintenant une procédure d'utilisation normalisée.
10. Le bulletin de service V2500-NAC-71-0256, Modifications des verrous, a été incorporé.
11. Le bulletin de service V2500-NAC-71-0259, Dispositif de blocage automatique de carter ouvert, a été incorporé.

Ces problèmes montre qu'il ya un problème d'organisation ou de gestion de sécurité qui peut être régler en intégrant le SMS qui assure les points suivants :

1. Les exploitants d'avions de transport à réaction gros porteurs s'assurent que le personnel autorisé à utiliser les verrous de capot ait lu et compris les instructions stipulées dans les publications pertinentes du constructeur et qu'il ait reçu une formation adéquate sur le fonctionnement des dispositifs de fermeture de capots.
2. On procède à une inspection visuelle de toutes les parties facilement visibles des verrous de capot pendant chaque manipulation et qu'on corrige toute anomalie avant le vol.
3. Les exploitants d'avion dont les verrous de capot ne sont pas facilement visibles étudient la possibilité de peindre les poignées d'une couleur contrastante afin de faciliter la détection des poignées mal fermées.
4. Les exploitants et les techniciens d'entretien des gros avions de la catégorie transport aient à leur disposition une procédure pour s'assurer de la sécurité des capots moteurs avant le vol.

5. Le personnel chargé de l'entretien de ces verrous, dispose de tous les documents nécessaires pour effectuer un bon montage, exemple : le manuel d'entretien de l'avion, etc.



*Annexe A - Position des verrous*



*Annexe B - Étiquette d'avertissement*

# CHAPITRE : 04

*ETUDE DES CAS  
D'INCIDENTS*

# CONCLUSION :

- Le SMS est un système très efficace dans le domaine aéronautique surtout dans la maintenance même s'il est coûteux. il faut toujours penser que si l'assurance de sécurité est cher, l'accident est plus cher, mais il faut être raisonnable en gardant l'équilibre entre les ressources de sécurité et la production pour éviter les deux cas échouant (faillite et accidents).
- Il faut toujours garder le développement de ce système en assurant le retour d'information, la recherche et la mise à jour.
- Le côté prédictive du SMS va permettre la diminution du risque malgré que le risque zéro n'existe pas.
- A la fin on peut dire que le SMS est une grande progression dans le domaine aéronautique qui va le rendre plus sûr, et on peut voir le résultat dans les pays qui l'ont déjà appliqué en attendant l'application de ce système dans les aéroports de notre pays.

# BIBLIOGRAPHIE :

1/ Manuel de gestion de la sécurité (MGS) –Edition 2006.

2/ Safety Management System (SMS) –Edition 2009.

2/ IATA SMS Implémentation.

2/ Cours de l'OACI sur les systèmes de Gestion de la Sécurité (SGS).

3/ recherche sur l internet :

- Le site : [www.BEA.com](http://www.BEA.com)
- Le site : [www.icao.int](http://www.icao.int)
- [Google.com](http://Google.com)