

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA 01  
-INSTITUT D'AERONAUTIQUE ET D'ETUDES SPACIALES-



**Mémoire de projet de fin d'études**

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Aéronautique

**Option : Opérations Aériennes**

Thème :

**Implémentation du programme de gestion  
du risque de la sécurité dans une  
compagnie aérienne**

**«Appliquée à Air Algérie »**

**Encadré par :**

Dr. LAGHA Mohand

**Présenté par :**

BOUFERCHA Selma

BOUAZZA Imane

Année Universitaire : 2020/2021

## Remerciements

*Louange à DIEU, qui nous a comblé de ses bienfaits, nous a guidé toutes les années d'études et nous a donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

*Nous ne saurions oublier l'aide apportée par nos très chers parents ainsi que nos familles*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr LAGHA MOHAND de nous avoir encadré pour la réalisation de ce mémoire.*

*Nous adressons nos remerciements à Mme LADJICI FATIMA et Mme CHABANE Amel pour l'aide et le temps qu'elles nous ont accordé lors de notre stage au CCO pour accomplir notre travail.*

*Ainsi nous remercions Mme HADJ BENALI Zoubida, AISSANI Redha et les ingénieurs du Flight Safety Bureau et de la DQSA pour nous avoir supportés durant la réalisation de notre travail au niveau d'Air Algérie.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants de l'institut d'aéronautique et d'études spatiales qui nous ont aidés dans tous notre cursus universitaire.*

# Dédicaces

*Dédicace à mon Père qui a toujours été protecteur*

*Et à la personne la plus précieuse dans ma vie Ma maman, qui a tout sacrifié pour notre bien et qui a éclairé ma route par sa compréhension, sa tendresse, et qui ma encourager à aller de l'avant pour que je puisse atteindre les plus hauts niveaux du savoir.*

*Je le dédie aussi à mon petit frère Adem mon complice, et à ma famille ma Mami, Sandra, Sofia , Assia, Nazim , zakaria , mes grands-parents paternel ainsi à mes amis samia , maya ,aya , alan , hadjar qui ont toujours été là pour moi, mon soutien morale, à mon défunt grand père « api t'a seule petite fille va avoir son diplôme » et toute ma famille*

*Dédicace à ma binôme Bouazza Imane avec qui j'ai préparé mon mémoire, qui m'a bien conseiller, j'ai beaucoup appris avec elle et on a passé pleins de bons moments ensemble.*

*Et enfin dédicace de près ou de loin à tout ceux qui en contribué à la réalisation de mon mémoire.*

**SELMA**

## Dédicaces

*Je tiens à dédier ce modeste travail à ma chère mère*

*Respect, amour, patience et sacrifices dont elle a fait preuve durant  
toute ma vie jusqu'à ce jour.*

*Et je souhaite que Dieu la garde et la protège et lui donne une longue  
vie et une très bonne santé.*

*À ma sœur Soror et tous mes frères et sœur.*

*À mes collègues du Flight Safety Bureau et de la DQSA.*

*À Mes chères amies Lila et Mounia.*

*Imane*

# Table des matières

Introduction Générale :.....	1
I.1 Introduction :.....	3
I.2 Historique :.....	3
I.3 Réseaux :.....	3
I.4 Les missions d'Air Algérie :.....	4
I.5 Les moyens d'Air Algérie :.....	5
I.6 L'organisation de la compagnie Air Algérie.....	6
II.1. Introduction : .....	10
II.2 Principes de base de la sécurité : .....	10
II.3. Exigences Règlementaires :.....	12
II.4 Modèle de sécurité :.....	13
II.5. Les 4 composantes du SGS : .....	15
II.6. Gestion de la Sécurité :.....	16
II.7 Modèle de gestion de risque nœud du papillon « BOW TIE » :.....	22
II.8 Conclusion : .....	25
III.1 Introduction : .....	27
III.2 La surveillance : .....	27
III.3 Le suivi des avions Air Algérie (Tracking).....	31
III.4 Global Aeronautical Distress and Safety System « GADSS ».....	33
III.5 Questionnaire de vérification de l'implémentation du suivi des aéronefs.....	42
III.6 Conclusion.....	42
IV.1 Introduction :.....	44
IV.2 Raisons de l'étude de risque de sécurité liée au changement « Aircraft Tracking 4D/15 » :.....	44
IV.3 Comparaison de la méthode d'évaluation des risques choisie avec la méthode classique de l'OACI :.....	45
IV.4 Application de l'approche de gestion de changement sur le sujet « Aircraft Tracking 4D/15 »...	48
CONCLUSION GENERALE : .....	54

Références Bibliographiques :.....	55
ANNEXE 1 : Check-list de vérification de conformité par rapport aux exigences de l'EASA.....	56
ANNEXE 2 : Rapport de position 7T.VKS généré par FDD (Rockwell collins) .....	58
ANNEXE 3: LOGICIEL FDD (FLIGHT DATA DISPLAY de Collins Rockwell).....	60
ANNEXE 4: MODULE MESSENGER « Rockwell Collins ».....	62

## Liste des Abréviations:

ACARS	Aircraft communication addressing and reporting system
ADS	Automatic Dependent Surveillance
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance –Broadcast
ADS-B-ACC	Surveillance ATC en route
ADS-B-NRA	Surveillance ATC en zone non radar
ADS-B-TMA	Surveillance ATC en zone non radar
ADS C	Automatic Dependent Surveillance-Contact
ADT	Atomnomous Distress Tracking
ASA	Airborne Surveillance Applications
AOC	Airlines Operational Control
AT	Aircraft Tracking
ATC	Air Traffic Control
ATS	Air Trafic Service
CCO	Centre De Contrôle Des Operation
CVR	Cockpit Voice Recorder
DACM	Direction de l'Aviation Civile et de la météorologie
DMRA	Division maintenance et réparation aéronef
DOS	Direction Des Opérations Sol
DSI	Direction Système Information
EASA	European Union Aviation Safety Agency
E/I	Évènement Indésirable
ENV	Facteurs Environnementaux
ELT	Emergency Locator Transmitter
ERC	Event Risk Classification
ERS	Étude De Risque De Sécurité
ERSC	Étude De Risque De Sécurité Liée Au Changement
ETA	Estimated Time Arival
FOM	Figure Of Mérite
FDD	Flight Data Dispalry
GADSS	Global Aeronautical Distress And Safety System
GAS	Groupe Daction De Securité
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GNSS	Gloal Navigation Satellite System
GSA	Ground Surveillance Applications
HERMES	Harmonised En Route Metering And Spacing
HF	Hight Frequency
HUM	Facteurs Humains
IATA	<i>International Air Transport Association</i>
IOSA	IATA Operational Safety Audit
NAT	Pistes de l'atlantique nord
NOTOC	Notice to Captain
OACI	Organisation De L'aviation Civile International
ORG	Facteurs organisationnels
PACTOS	Système De Suivi Organisé Du Pacifique
PSR	Primary Surveillance Radar
RCC	Recue Coordination Center
SAR	Search And Rescue
SARPS	Standard And Recommended Practices

SGS	Système De Gestion De La Sécurité
SITA	Société Internationale De La Télécommunication,
SMQ	Aéronautique
SMS	System Management Quality
TEC	SAFETY MANAGEMENT SYSTEM
UIR	Facteurs Techniques
ULB	Union Internationale Des Télécommunications
VHF	Underwater Locator Beacon
	Very High Frequency

Mots clés : Matrice du risque, BOW TIE, ADS-B, Aircraft Tracking, GADSS

## Liste des figures :

Figure 1- Organigramme d'Air Algérie.....	6
Figure 2- Organigramme de la Direction Qualité et Sécurité Aérienne.....	7
Figure 3- Organigramme du SGS au sein d'Air Algérie.....	8
Figure 4- Organigramme de la Direction du CCO.....	8
Figure 5- Modèle de sécurité.....	14
Figure 6- Schéma du modèle de sécurité avec le principe de sécurité.....	15
Figure 7- Approches de gestion de la sécurité.....	17
Figure 8- Modèle BOW TIE.....	23
Figure 9- Méthode de détermination de la cause racine « 5 why ».....	24
Figure 10- Architecture ADS-B.....	29
Figure 11- Système mondial de détresse et de sécurité aéronautique « GADSS ».....	33
Figure 12- Fonctions du GADS.....	34
Figure 13- Suivi des aéronefs « AT ».....	35
Figure 14- Coordination entre l'ATS, compagnie et RCC.....	41
Figure 15- Accident organisationnel.....	46
Figure 16- Schéma de la méthode BOW TIE.....	48

## Liste des tables :

Tableau 1- Réseau domestique d'Air Algérie.....	4
Tableau 2- Réseau international d'Air Algérie.....	4
Tableau 3- La flotte d'Air Algérie.....	6
Tableau 4- Principe de sécurité.....	14
Tableau 5- Questionnaire d'aide la détermination de la probabilité.....	19
Tableau 6- tableau des probabilités selon la matrice intégrée.....	20
Tableau 7- Tableau de sévérité selon la matrice intégrée.....	21
Tableau 8- Matrice des risques intégrée.....	21
Tableau 9- Tableau d'acceptabilité.....	22
Tableau 10- Exigences fonctionnelles HERMES Mapper.....	37
Tableau 11- MTOW de la flotte B737-NG et A330.....	45
Tableau 12- Matrice de Risque de l'OACI.....	47
Tableau 13- Échelle de la probabilité de la matrice de l'OACI.....	47
Tableau 14- Échelle de la gravité de la matrice de l'OACI.....	47

## Liste des Annexes :

ANNEXE 1 : Check-list de vérification de conformité par rapport aux exigences de l'EASA

ANNEXE 2 : Rapport de position 7T.VKS généré par FDD (Rockwell collins)

ANNEXE 3: Logiciel FDD (FLIGHT DATA DISPLAY de Collins Rockwell)

ANNEXE 4 : Module Messenger « Rockwell Collins »

## **RÉSUMÉ**

Avec le développement rapide de l'industrie aéronautique mondiale le trafic aérien n'a cessé de croître. Bien que la sécurité aérienne se soit améliorée au cours des dernières décennies, on continue à enregistrer des accidents et incidents très graves notamment le mystère de l'accident du vol de Malaysia Airlines (MH-370) qui a montré les limites des systèmes de navigation aérienne.

Dans ce sillage, l'organisation de l'aviation civile internationale a adopté une résolution en recommandant l'élaboration du système mondial de détresse et de sécurité aéronautique afin de renforcer l'efficacité des services de recherche, de sauvetage et d'alerte.

Les autorités compétentes de l'aviation civile principalement FAA, l'EASA et Transport Canada ont émis des mandats d'emport obligatoire de l'ADS-B par les avions survolant leur territoires.

Dès lors, l'objectif de notre projet porte sur l'étude des risques des dangers engendrés par ce changement au niveau de la compagnie Air Algérie et, le cas échéant, de proposer des mesures d'atténuation.

## **ABSTRACT**

With the rapid development of the world's aviation industry, air traffic has continued to grow. Although aviation safety has improved in recent decades, very serious accidents and incidents continue to be recorded, including the mystery of the Malaysia Airlines flight accident (MH-370), which showed the limitations of air navigation systems.

In this wake, the International Civil Aviation Organization adopted a resolution recommending the development of the Global Aviation Distress and Safety System to enhance the effectiveness of search and rescue and alerting services.

Civil aviation authorities, primarily FAA, EASA and Transport Canada, issued mandatory ADS-B warrants for aircraft flying over their territories.

In this context, the objective of our project is to study the risks of the hazards generated by this change at the level of AIR ALGERIE and, if necessary, to propose mitigation measures.

## ملخص

مع التطور السريع لصناعة الطيران العالمية ، نمت الحركة الجوية بشكل مطرد. على الرغم من تحسن سلامة الطيران على مدى العقود الماضية ، لا يزال يتم تسجيل حوادث وحوادث خطيرة للغاية ، بما في ذلك لغز تحطم رحلة الخطوط الجوية الماليزية (MH-370) التي أظهرت حدود أنظمة الملاحة.

وفي أعقاب ذلك ، اعتمدت منظمة الطيران المدني الدولي قرارًا يوصي بتطوير نظام الاستغاثة والسلامة في الطيران العالمي لتعزيز فعالية خدمات البحث والإنقاذ والإنذار.

أصدرت سلطات الطيران المدني المختصة بشكل رئيسي FAA و EASA و Transport Canada أوامر بالنقل الإجباري لـ ADS-B بالطائرة فوق أراضيها.

لذلك ، فإن الهدف من مشروعنا هو دراسة المخاطر الناجمة عن هذا التغيير على مستوى شركة الخطوط الجوية الجزائرية ، وإذا لزم الأمر ، اقتراح تدابير التخفيف.

## **Introduction Générale :**

L'industrie du transport aérien joue un rôle de premier plan dans l'activité économique mondiale et demeure l'un des secteurs de l'économie mondiale dont la croissance est la plus rapide. Le maintien de la vitalité de l'aviation civile repose en grande partie sur la réalisation, aux échelons mondial, régional et national, de conditions offrant toutes les garanties de sécurité, de sûreté et d'efficacité.

Suite aux événements du vol 447 d'air France ainsi que le vol MH370 aussi intitulé «aller simple vers l'inconnu » les compagnies aériennes ont émis le besoin urgent de pouvoir suivre leur aéronefs ou qu'il se trouve au monde en temps réel grâce au système GADSS

L'objectif de ce mémoire est de gérer le changement relatif à l'introduction de nouvelles procédures liées au suivi des aéronefs « Aircraft Tracking » en appliquant les principes de gestion des risques sur les dangers engendrés par ce dernier au niveau d'AIR ALGERIE.

La gestion des risques de sécurité vise l'empêchement de tout évènement indésirable de se produire et pour cela elle inclut la nécessité d'être en capacité d'identifier, d'analyser et d'éliminer (et / ou) atténuer jusqu'à un niveau acceptable ou tolérable les dangers qui peuvent se passer lors d'un suivi de vol.

Ce travail est composé de quatre chapitres :

Le premier chapitre présente la compagnie accueillante AIR ALGERIE.

Le deuxième chapitre repose sur les principes de la gestion du risque de la sécurité et la modélisation d'une matrice de risque moderne basée sur des données réelles.

Le troisième chapitre comporte la procédure du suivi des aéronefs « Aircraft Tracking » et l'explication de ses éléments et leur fonctionnement.

Le dernier chapitre est dédié à l'application de l'approche de gestion de changement sur le sujet « Aircraft Tracking 4D/15 ».

**CHAPITRE 1**  
**PRÉSENTATION DE LA COMPAGNIE AIR ALGÉRIE**

### **I.1 Introduction :**

Dans le chapitre 01, nous présenterons l'organisation de la compagnie aérienne AIR ALGERIE où notre travail s'est déroulé. Il comporte une description de ses activités et ses missions.

### **I.2 Historique :**

La compagnie aérienne Air Algérie a été créée en 1947, soit 15 ans avant notre indépendance, pour l'exploitation du réseau des lignes aériennes entre l'Algérie et la France. Ce même réseau était desservi par la société AIR-TRANSPORT dont les lignes s'étendaient jusqu'à l'Afrique occidentale française.

En 1953, à la suite de la fusion de ces deux organismes, la compagnie générale de transport (AIR ALGERIE) entre en activité.

En 1954, début de la guerre de la libération nationale, « AIR ALGERIE » dispose d'une flotte compose de 4 avions conventionnels à pistons DOUGLAS DC4.

En 1963, AIR ALGERIE devient une compagnie nationale sous tutelle du Ministère des Transports. Au début de l'année 1990, l'entreprise a pleinement pris conscience du besoin d'élaborer des stratégies autonomes qui permettent un développement cohérent et efficace des activités de transport et de travail aérien.

Le 17 février 1997, s'est tenue l'Assemblée Générale constitutive consacrant le passage Air Algérie à l'autonomie. Elle a procédé à l'approbation des nouveaux statuts qui transforment la compagnie en société par action (SPA) et à la nomination des commissaires aux comptes.

En septembre 2000 AIR ALGERIE met en service des avions de type « BOEING 737-800 » :7 ; et « BOEING 737-600 » : 3. ce sera les premières acquisitions depuis 1990 où elle avait acheté les « BOEING 767 -300 » : 3.

Ceci constituera un nouvel effort pour satisfaire une demande sans cesse croissante

Actuellement, Air Algérie de son code IATA : AH , et code OACI : DAH est une Entreprise Publique Économique/Société Par Action (EPE/SPA) avec un capital de 43.000.000.000,00 DA. Son siège social est à : 1, place Maurice AUDIN, Alger, Algérie. Elle a pour mission principale d'assurer le transport des passagers, bagages, fret et courriers dans des meilleures conditions de sécurité, régularité et confort.

### **I.3 Réseaux :**

Le réseau d'Air Algérie se décompose en deux :

- Réseau Domestique.
- Réseau International.

### I.3.1 Réseau domestique

Actuellement 29 villes du territoire national sont reliées par les lignes de la compagnie entre le Nord et le sud du pays, voici un tableau 2.1 ci-dessous qui résume le réseau domestique :

SECTEUR NORD	SECTEUR SUD
ALGER	OUARGLA
ANNABA	TAMANRASSET
BATNA	TIMIMOUN
BEJAIA	TINDOUF
CONSTANTINE	ADRAR
MASCARA	BECHAR
ORAN	BISKRA
JIJEL	BORDJ BADJI MOKHTAR
ORAN	DJANET
TIARET	EL GOLEA
TEBESSA	EL OUED
SETIF	GHARDAIA
TELEMENEN	HASSI MESSAOUD
	ILLIZI
	IN AMENAS
	IN SALAH

Tableau 1- Réseau domestique d'Air Algérie

### I.3.2 Réseau international

<b>AFRIQUE</b>	Algérie, cote d'ivoire, Tunisie, Maroc, Mali, Niger, Burkina Faso
<b>ASIE</b>	Arabie saoudite, la chine, émirats arabes unis, Jordanie, Liban
<b>EUROPE</b>	Turquie , France , royaume unie , Italie , Espagne , Autriche , Allemagne , suisse , Belgique , Portugal ,Russie , Hongrie
<b>AMERIQUE</b>	Canada

Tableau 2- Réseau international d'Air Algérie

### I.4 Les missions d'Air Algérie :

- ✓ Attribuer des conventions et des accords pour exploiter les réseaux internationaux et domestiques en vue d'assurer le transport des personnes, fret, bagages, et courriers quel que soit sa nature : régulier ou non (saisonnier, charter) ...
- ✓ Le traitement des dossiers de candidature à l'agrément, l'accord de l'agrément, et le suivi des agents agréés.
- ✓ L'émission et la vente des titres de transport et l'obtention de toutes licences et autorisation sur vols.

- ✓ Assurer la réparation, la révision, la maintenance, l'entretien, l'achat et la location des aéronefs.
- ✓ La communication, la publicité, le transit, les commissions, les consignations, la présentation, l'assistance commerciale et toutes prestations en rapport avec son sujet.
- ✓ L'entretien et la réparation des avions dans des conditions fixées par le ministère du transport (l'entretien, la réparation, la révision et toute autre opération de maintenance des aéronefs et équipements pour son compte et le compte des tiers).
- ✓ L'exploitation et la gestion des installations en vue de promouvoir les prestations commerciales au niveau des aéroports.

## **I.5 Les moyens d'Air Algérie :**

### **I.5.1 Moyens humains :**

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

- Un personnel de conduites des aéronefs qui lui confère une grande réputation de sécurité ;
- La maintenance de sa flotte assurée par son propre personnel.
- Un centre hôtelier ou commissariat (catering) lui permettant de couvrir ses besoins au départ de l'Algérie, ainsi que l'assistance des compagnies étrangères.

Air Algérie compte un effectif de 9327 employés ; les catégories de son personnel se répartissent comme suit :

- 8140 personnels au sol.
- 502 personnels navigants techniques.
- 685 personnels navigants commerciaux.

### **I.5.2 Moyens matériels :**

La flotte est renouvelée par l'acquisition de nouveaux avions avec un âge moyen de cinq (5) ans tels que : les Boeing 737-800, 737-600. Les ATR-72 et par des Airbus A330-200. A ce jour, Air Algérie compte une flotte « passagers » de 41 avions (sans compter la flotte « cargo »).

Type d'avion	Nombre	Immatriculation
Hercules L-382G	01	VHL
Boeing 737-600	05	JQ JR JS JT JU
Boeing 737-700	02	KS KT
Boeing 737-800	25	JO JP KA KB KC KD KE KF KG KH KI KJ JK JL JM JN KK KL KM KN KO KP KQ KR
ATR 72	15	UT UV UW
Airbus 330-200	08	JX JY JZ JA JB JC JV JW

Tableau 3- La flotte d'Air Algérie

## I.6 L'organisation de la compagnie Air Algérie

Actuellement la compagnie Air Algérie se présente comme suit :

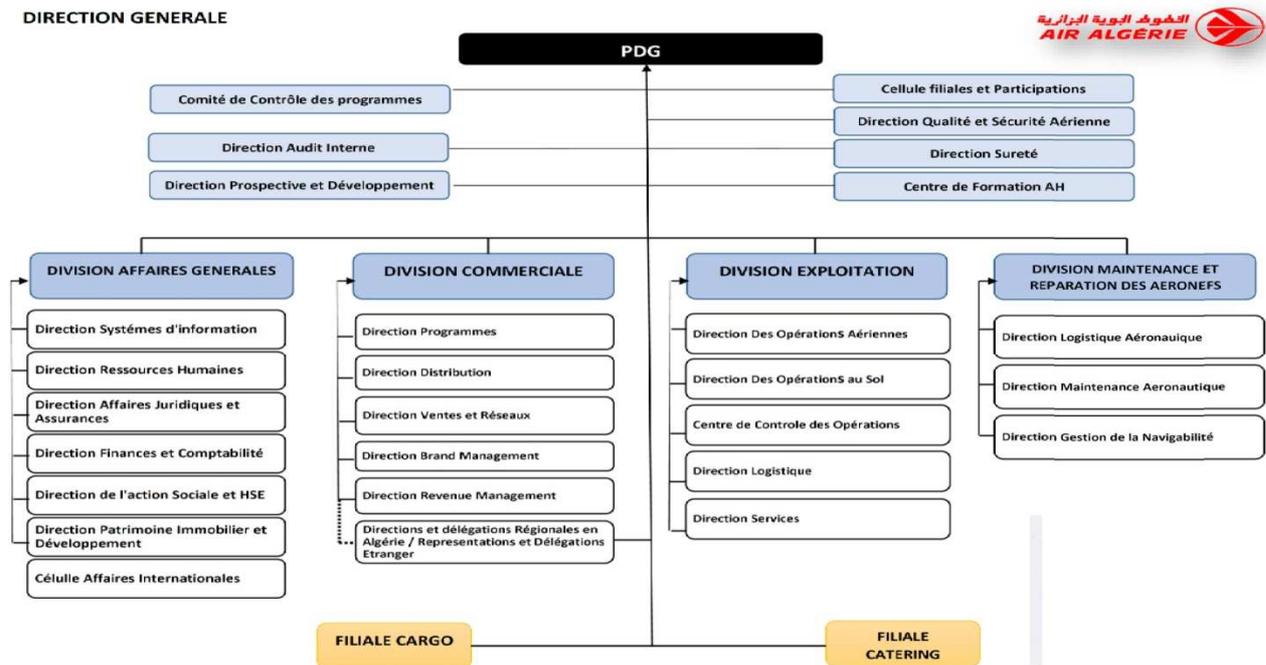


Figure 1- Organigramme d'Air Algérie

### I.6.1 La Direction Générale :

Elle est sous le dirige d'un Président Directeur Général élu par un conseil d'administration composé de cinq membres, son rôle est principalement de prendre les bonnes décisions et d'assurer la cohérence entre les différentes directions qui compose Air Algérie.

Notre projet de fin d'étude repose sur l'un des composants du système de gestion de la sécurité qui est géré par la Direction Qualité et Sécurité Aérienne.

### I.6.2 Direction de la Qualité et Sécurité Aérienne :

La mission principale de la DQSA est de mettre en place un système de management qualité et sécurité (SMS, SMQ) conformément aux exigences règlementaires national et international et de développer le programme d'analyse de vols

Elle comporte 2 adjoints l'un chargé du contrôle de conformité et l'autre de sécurité et la gestion du risque et qui auront autorité sur toutes es sous directions pour la mise en œuvre des 2 systèmes

La DQSA est assisté par le flight safety bureau qui a une fonction d'expertise en matière de sécurité des vols. Elle est placée sous l'autorité du président directeur général :

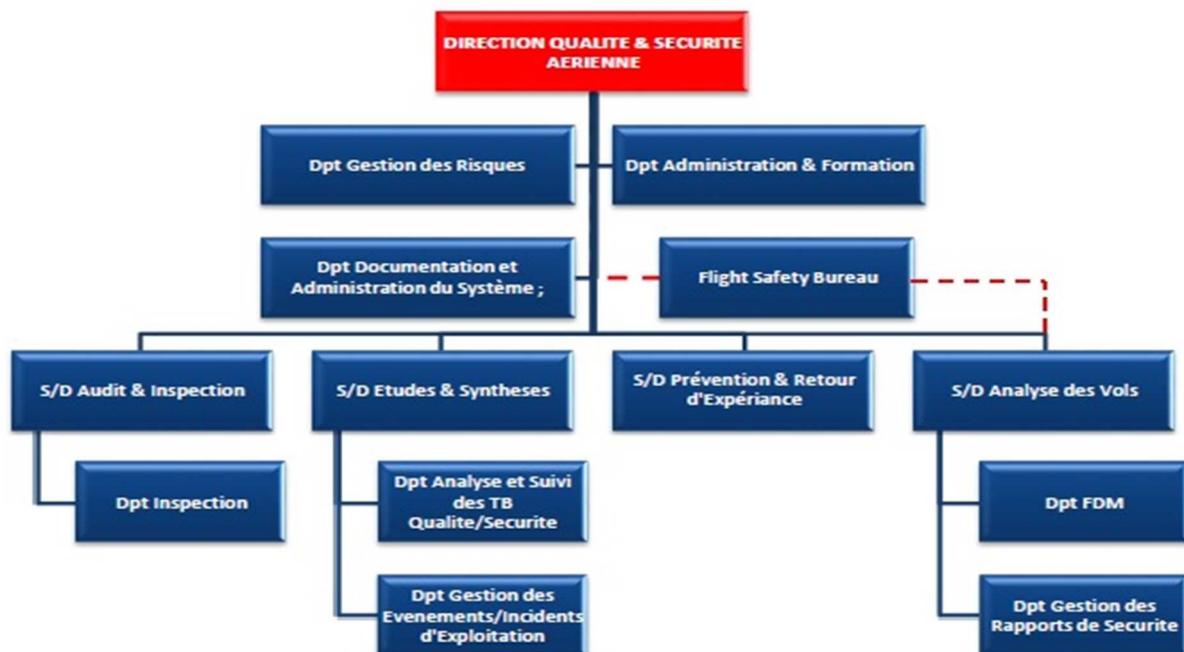


Figure 2- Organigramme de la Direction Qualité et Sécurité Aérienne

### I.6.3 Organisation du SGS au niveau d’Air Algérie :

C’est un schéma qui représente l’organisation du SGS d’air Algérie ainsi que le lien hiérarchique et fonctionnel.

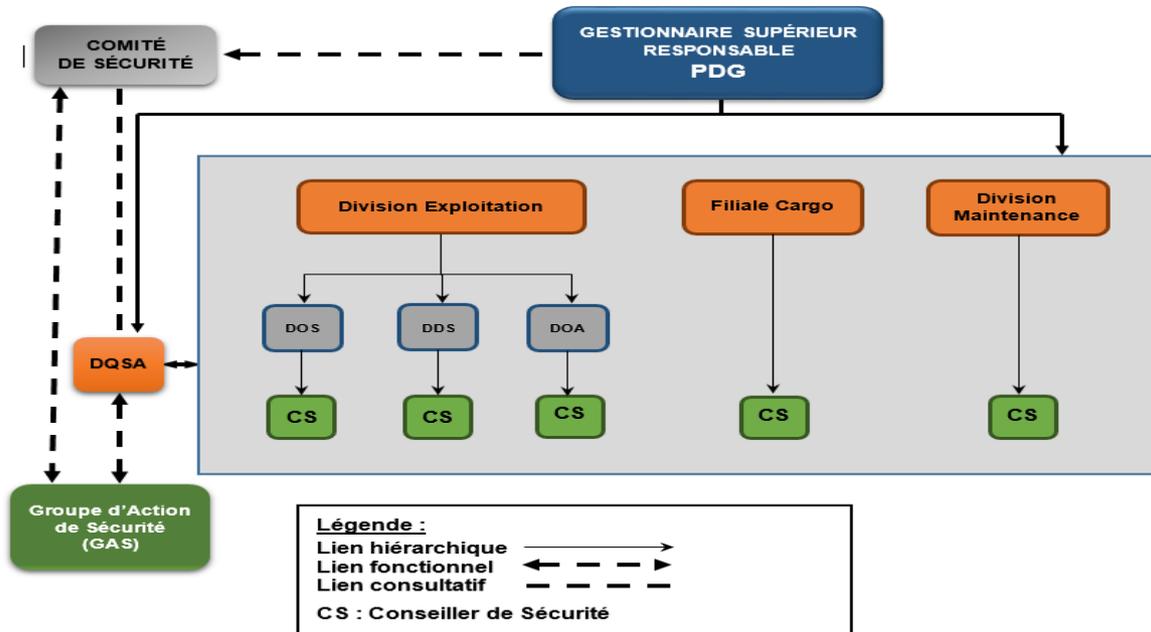


Figure 3- Organigramme du SGS au sein d’Air Algérie

### I.6.4 Organisation du centre de contrôle opérationnel :

C’est un schéma qui représente l’organisation de la Direction du Centre de Contrôle Opérationnel.

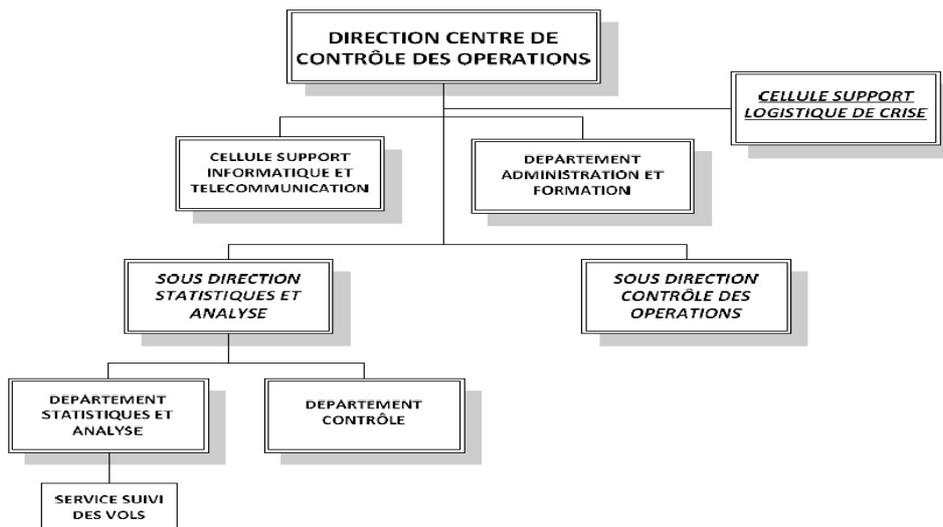


Figure 4- Organigramme de la Direction du CCO

**CHAPITRE 2**  
**GESTION DU RISQUE DE LA SECURITE**

## **II.1. Introduction :**

Dans ce chapitre nous présentons le champ de notre travail qui est l'étude approfondie de la gestion des risques de sécurité dans le cadre du SGS.

Notre travail est scindé en deux parties majeures, la première est développée au chapitre 02 et la deuxième est développée au chapitre 04 de ladite thèse :

La première partie du travail est détaillée dans les chapitres 02 et portes sur le développement d'une matrice de risque de sécurité personnalisée selon la complexité et l'activité de la compagnie aérienne Air Algérie.

La deuxième partie du projet de fin d'étude est présentée dans le chapitre 04 et portes sur la gestion du changement lié à l'application des nouvelles exigences de l'OACI relatives au suivi des aéronefs 4D/15 « Aircraft tracking 4D/15 » par la compagnie Air Algérie.

La gestion de changement est présentée par l'application de la matrice des risques développée dans le chapitre 02 sur les risques engendrés par le suivi des vols 4D/15, le cas échéant, nous proposons des mesures d'atténuations pour atteindre le niveau acceptable de sécurité.

## **II.2 Principes de base de la sécurité :**

Ci-après les définitions liées à la gestion du risque de sécurité [1]:

**Sécurité :** 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 de sécurité. » [1]

Il est à noter que l'acceptabilité des performances de sécurité est souvent Influencée par les normes nationales ou internationales et par la culture. Tant que les risques de sécurité sont maintenus sous un niveau approprié.

**Système de Gestion de la sécurité :** Approche systématique de la gestion de la sécurité, comprenant les structures organisationnelles, l'obligation de rendre compte, les responsabilités, les politiques et les procédures organisationnelles nécessaires en vue d'assurer **une exploitation sûre**.

Un système de gestion de l'organisation centré sur **les risques**.

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

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

**Conséquence :** Résultat (s) potentiel (s) d'un danger

### **Évènement Indésirable :**

Appelé aussi évènement précurseur, un Évènement Indésirable identifie tout écart par rapport à ce qui est attendu et pouvant potentiellement entraîner une atteinte à la personne ou au matériel.

Cet évènement peut être défini comme une perte de contrôle de la situation, c'est-à-dire tout évènement à partir duquel une séquence accidentelle peut se produire si une action de récupération efficace n'est pas déclenchée. L'Évènement Indésirable agit donc comme un signal dont l'analyse systémique permet d'améliorer les mécanismes de prévention des risques de l'organisation.

Cet Évènement Indésirable représente « la perte de maîtrise » d'au moins une des fonctions de sécurité suivantes :

- Pilotabilité de l'avion,
- Séparation vis-à-vis des obstacles ou autres aéronefs,
- Viabilité dans la cabine ou le poste de pilotage,
- Innocuité vis-à-vis de l'environnement,
- Intégrité de l'avion au sol,
- Stabilité de l'avion au sol,
- Viabilité au sol de l'accès à l'intérieur ou l'extérieur de l'avion.

### **Menace (cause) :**

Appelée également facteur contributif. Actions, omissions, événements, conditions ou une combinaison de ceux-ci, qui ont conduit à un événement indésirable ou à un accident.

Les quatre (04) causes/ menaces fondamentales sont :

- Facteurs humains (HUM)
- Facteurs techniques (TEC)
- Facteurs environnementaux (ENV)
- Facteurs organisationnels (ORG)

### **Barrière (défense) :**

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

### **Conséquence :**

Le mauvais résultat possible du danger, la pire situation prévisible, généralement une perte.

### **Évènement ultime :**

Dans la chaîne causale, l'évènement ultime est un accident au sens de l'annexe 13 de l'OACI. Les scénarios d'accident connus dans l'industrie de l'aviation sont groupés dans les familles suivantes :

**Légende :**

	Catastrophique
	Majeur
	Modéré

	<b>EU1</b>	CFIT (Impact sans perte de contrôle sur terre)
	<b>EU2</b>	Écrasement après perte de contrôle en vol (LOC-I)
	<b>EU3</b>	Collision en vol (MAC)
	<b>EU4</b>	Collision au sol (haute énergie) (GCOL)
	<b>EU5</b>	Sorties de piste (RE)
	<b>EU6</b>	Dommages/blessures en vol
	<b>EU7</b>	Dommages/blessures au sol

### **II.3. Exigences Règlementaires :**

#### **II.3.1 Exigences règlementaires nationales :**

La loi N°98-06 du 27/06/1998 fixant les règles générales relatives à l'aviation civile.

- La loi n°15-14 du 15/07/2015, modifiant et complétant la loi 98-06 du 27/06/1998
- Décret exécutif N° 17-134 du 06/04/2017 portant sur l'adoption du PNS de l'aviation civile
- Circulaire ministérielle 11/0127CABM/DACM du 15 mars 2011 (Programme national de sécurité de l'aviation civile).
- Instruction ministérielle 11/0128CABM/DACM du 15 mars 2011 (Politique nationale de sécurité)
- Circulaire N°2693/DACM du 22 Septembre 2010 « Règles générales relatives à la certification des services aéronautiques »
- Circulaire N° 2694/DACM du 22 Septembre 2010 « Règles générales relatives à la mise en place du système de gestion de la sécurité »
- Décision N° 2695/DACM du 22 Septembre 2010 portant sur la mise en place du SGS et désignation des gestionnaires supérieurs responsables du SGS
- Circulaire N° 2696/DACM du 22 Septembre 2010 portant sur les règles générales relatives au système national de notification et de traitement des événements de sécurité de l'aviation civile.
- Décision N°1200/DACM du 04 Avril 2011 modifiant la Décision N°270/DACM du 07 février 2009 portant sur la création du comité Directeur chargé de l'établissement de la politique nationale en matière de système de gestion de la sécurité
- Instruction DACM N°2784/ du 21 Décembre 2005 « Relative au programme de prévention des accidents et de sécurité des vols »

#### **II.3.2 Exigences règlementaires internationales :**

- Doc OACI Manuel de gestion de la sécurité DOC9859. Ed04
- Annexe 19 de l'OACI
- Référentiel IOSA de l'IATA « ISM »
- Annexe 6 de l'OACI PART1
- Annexe 13 de l'OACI
- DOC OACI 10000 : Manuel sur les programmes d'analyse des données de vol

### II.3.3 Les prestataires de services aéronautiques concernés par le SGS :

Selon les exigences règlementaires les prestataires de services aéronautiques concernés par le SGS sont

- Exploitants des aéronefs
- Services de la circulation aérienne
- Organisme de la maintenance et réparation des aéronefs
- Exploitants d'aérodrome
- Concepteurs/Constructeurs d'aéronefs, de moteurs ou d'hélices
- Écoles de formation agréées [1]

### II.4 Modèle de sécurité :

#### II.4.1 Définition du modèle de sécurité :

C'est un modèle qui permet l'identification des principes de sécurité et leurs interactions il répond à plusieurs objectifs :

- Comprendre les origines des accidents
- Enregistrer le résultat d'une observation (audit opérationnel, événement...) dans une base de données en intégrant tous les détails possibles tel que : les menaces (ou états non sûrs), les facteurs contributifs, les principes de sécurité/barrières qui ont été efficaces ou qui ont dysfonctionné et la famille d'accident potentiel la plus probable.
- Être un outil de suivi et de management de la performance des différents sous-processus composant le processus « Réaliser le vol ».

#### II.4.2 Visualisation du modèle de sécurité :

Afin de modéliser un scénario d'accident dans un système complexe, la métaphore d'une bille en mouvement dans un bol est utile :

- Tant que l'énergie de la bille n'est pas trop importante, celle-ci reste dans le bol, dans un état physique stable,
- dès que la bille passe le rebord du bol, l'état devient instable et s'assimile à une perte de contrôle de la situation.



**La bille représente le processus, l'amplitude du mouvement représente la variabilité du processus, le bol matérialise la limite de variabilité acceptée par l'organisation.**

L'accident peut être explicité comme la conséquence de la perte de contrôle d'un processus dynamique que l'on pilote : en sécurité des vols, ce processus est le processus « **Réaliser le vol** ».

### II.4.3 Principe de Sécurité

Il existe 3 principes qui sont :

- Le principe de Maîtrise ou de Prévention : prévenir l'occurrence d'un Évènement indésirable
- Le principe de Récupération : prévenir l'accident suite à l'occurrence d'un Évènement indésirable et les conséquences d'un accident peuvent être limitées par des mesures de type évacuation, ceintures de sécurité...
- Le principe de Mitigation ou d'atténuation : limiter la gravité des conséquences d'un accident

Maîtrise	Récupération	Mitigation
Qu'est-ce qui est censé permettre de garder le contrôle de la situation, de prévenir la perte de contrôle ?	Comment est-il prévu de récupérer la perte de contrôle et d'empêcher son développement vers un accident ?	Comment est-il prévu que les conséquences de l'accident soient atténuées ?

Tableau 4- Principe de sécurité

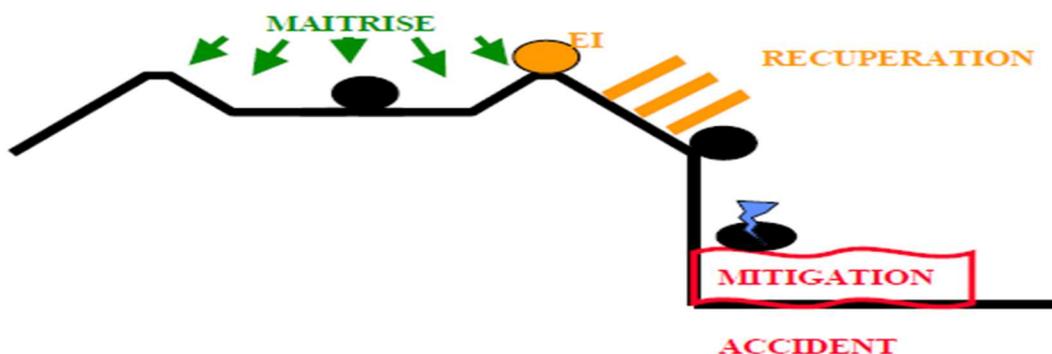


Figure 5- Modèle de sécurité

### II.4.4 Le modèle de la bille dans le bol :

Est schématisé ci-dessous. Chaque plaque, de couleur différente suivant qu'elle contribue à la maîtrise, à la récupération ou à la mitigation, constitue un principe de sécurité qui peut être mis en œuvre ou affecté par un domaine (OPS Vol, OPS Sol, Maintenance, Fret, etc.).

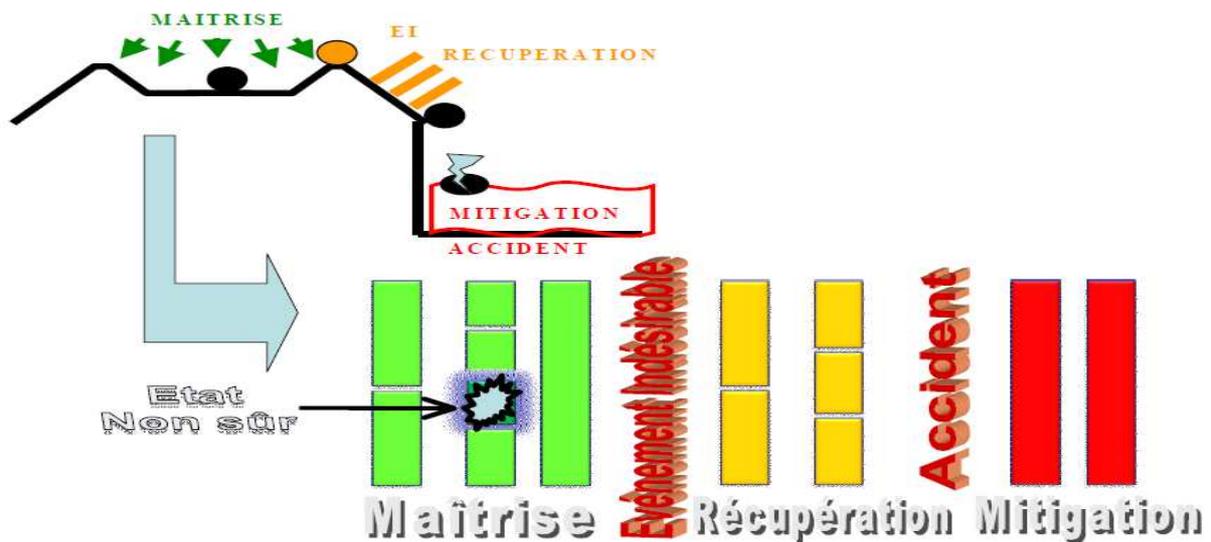


Figure 6-Schéma du modèle de sécurité avec le principe de sécurité

### II.5. Les 4 composantes du SGS :

Le cadre réglementaire du système de gestion de la sécurité est représenté sous forme de quatre (04) composantes et de douze (12) éléments : [1]

1. Politique et objectifs de sécurité
  - 1.1 – Engagement et responsabilité de la direction
  - 1.2 – Responsabilités de sécurité des gestionnaires
  - 1.3 – Désignation du personnel clé en charge de la sécurité
  - 1.4 – Coordination de la planification d'intervention d'urgence
  - 1.5 – Documentation du SGS
2. Gestion du risque de sécurité
  - 2.1 – Identification des dangers
  - 2.2 – Évaluation et atténuation du risque
3. Assurance de la sécurité :
  - 3.1 – Surveillance et mesure de la performance en matière de sécurité
  - 3.2 – Gestion du changement
  - 3.3 – Amélioration continue du SGS
4. Promotion de la sécurité :
  - 4.1 – Formation et éducation
  - 4.2 – Communication de sécurité

## II.6. Gestion de la Sécurité :

### II.6.1 Objectifs d'un processus d'analyse et de gestion du risque opérationnel :

Le processus d'analyse et de gestion du risque opérationnel permet de détecter, d'analyser et déterminer les mesures à appliquer pour réduire le niveau du risque :

- Lors de la mise en œuvre des appareils ou durant les vols,
- Lors d'opérations de maintenance ou d'instruction à la maintenance,
- Pour toute nouvelle activité, modification dans les procédures ou dans l'organisation du travail,... devant être introduite dans le fonctionnement normal de l'entreprise et pouvant avoir une influence sur la sécurité des vols. [1]

### II.6.2 Méthodes de gestion du risque :

La gestion du risque de la sécurité repose sur l'identification de dangers, évaluation et atténuation des risques de sécurité. [1]

Il existe trois approches distinctes de gestion des risques de sécurité :

- a) **Approche réactive (Passé) :** Traite les événements qui se sont déjà produits durant les opérations de la compagnie. Cette approche repose sur l'analyse de résultats ou d'événements du passé. Les dangers sont identifiés par des enquêtes sur les événements de sécurité. Les incidents et accidents sont des indicateurs de carences du système et peuvent donc être utilisés pour déterminer le ou les dangers ayant contribué à l'événement.
- b) **Approche proactive (Présent) :** Repose sur la détection des dangers potentiels et des défaillances systémiques durant les activités quotidiennes de la compagnie.

Cette approche consiste à collecter des données de sécurité provenant d'événements aux conséquences mineures ou des données sur la performance des processus et à analyser les informations de sécurité ou la fréquence des événements afin de déterminer si un danger pourrait entraîner un accident ou un incident.

- c) **Approche prédictive (Future) :** L'analyse des fonctions et des processus de chaque domaine et de leurs modes de défaillance permet de mettre à jour la liste des dangers existants (identification des dangers) et faire évoluer l'activité pour y remédier. Cette amélioration nécessaire implique alors la mise en œuvre d'un changement. Ce changement constitue intrinsèquement un danger dont il faut évaluer l'impact afin de garantir un niveau de sécurité acceptable. C'est l'approche prédictive qui permet d'évaluer le risque potentiel dans le changement et de proposer les actions préventives nécessaires à la conduite de ce dernier.

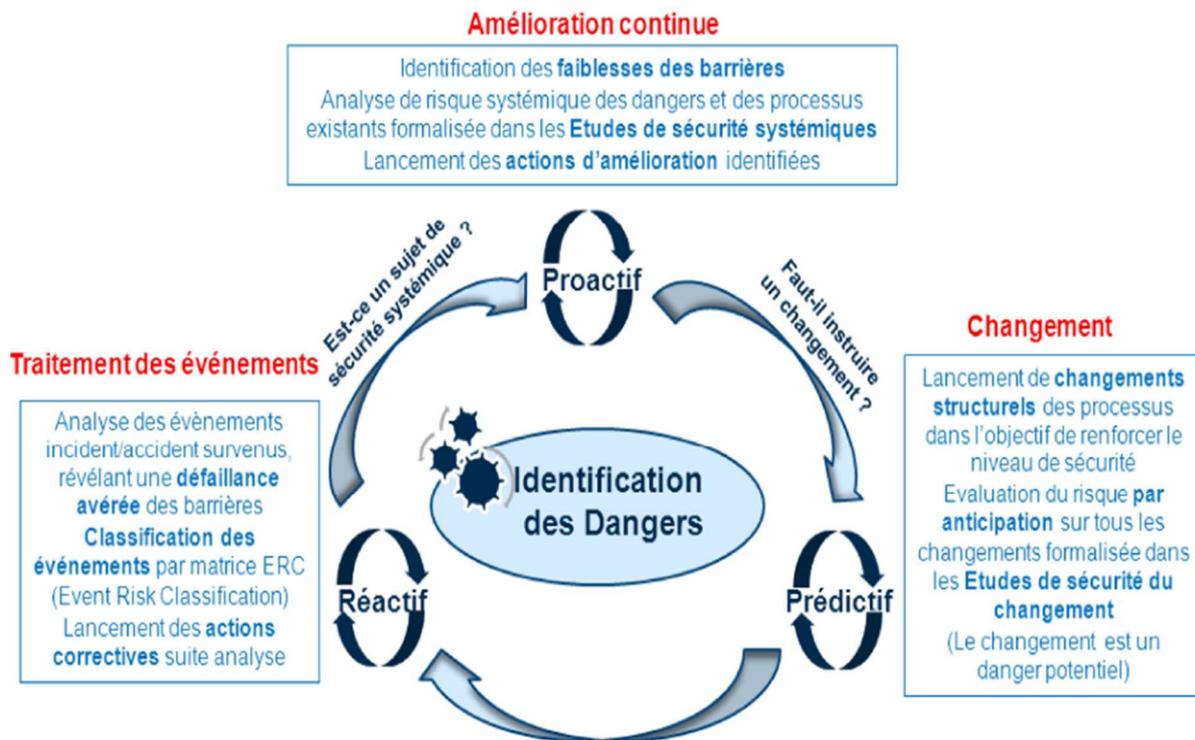


Figure 7- Approches de gestion de la sécurité

### II.6.3 Méthodes d'évaluation du risque :

#### a. Évaluation du risque des E/I individuels « ERC : Event Risk Classification » :

Tous les événements sont donc enregistrés, affectés d'un indice de risque propre, indépendamment des autres événements en appliquant la matrice de risque.

C'est une évaluation du risque associé à un événement précis et non pas à tous les événements similaires.

#### b. Évaluation du risque des E/I systémique « SAFETY ISSUE » lors du GAS :

Les événements indésirables dument triés pour chaque domaine / activité sont soumis à examen et évaluation du risque selon la matrice du risque, et des mesures d'atténuation des risques sont définies pour mise en œuvre et suivi.

Lors de la réunion du GAS, les membres sélectionnent les cas pertinents ou qui nécessitent une étude approfondie afin de déclencher une étude de risque de sécurité « ERS » selon la méthode Bow Tie.

#### c. Étude de risque de sécurité « ERS » :

L'étude des événements ou l'analyse des données peuvent faire émerger des problématiques spécifiques. Les études de Sécurité sont réalisées pour dresser un bilan de l'existant et s'assurer que les risques générés et constatés sont toujours maîtrisés.

Les études de risque de sécurité « ERS » sont déclenchées dans les cas suivants :

- Risque identifié évalué à un niveau inacceptable ou tolérable.
- Déviation significative par rapport à un standard ou une procédure (exemple : écart majeur d'audit de sécurité),
- Expansion ou contraction organisationnelle ou opérationnelle affectant la stabilité du système,

#### **d. Étude de risque de sécurité liée au changement « ERSC » :**

Les études de risque de sécurité liées au changement « ERSC » sont déclenchées

- Changements dans l'environnement opérationnel de l'organisation qui peuvent compromettre la sécurité,
- Changements dans les systèmes, processus ou procédures internes qui peuvent avoir une incidence sur la sécurité.

#### **II.6.4 Processus d'évaluation et d'atténuation des risques :**

Le processus de gestion des risques peut être effectué selon les sept étapes suivantes :

Étape 1 : Description complète du système à évaluer et de l'environnement où il opère ;

Étape 2 : Identification de dangers

Étape 3 : Estimation de la gravité des conséquences d'un danger survenant ;

Étape 4 : Estimation de la probabilité d'occurrence d'un danger ;

Étape 5 : Évaluation du risque ( $P \times G$ ) ;

Étape 6 : Atténuation du risque ; et

Étape 7 : Développement de la documentation d'évaluation de la sécurité. [1]

#### **II.6.5 Modélisation de la matrice de risque de sécurité :**

Afin d'assurer une évaluation de risque de sécurité optimale et qui s'adapte à la complexité des activités de la compagnie, il était judicieux de customiser la matrice des risques de sécurité selon l'activité d'Air Algérie. D'où la première partie de la présente thèse.

##### **A. Estimation normalisée du risque :**

La documentation OACI notamment la Doc 9859 « Manuel de Gestion de la Sécurité » considère que le risque est « la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un danger et de la gravité de la conséquence de ce dernier.

Selon les standards de l'OACI l'évaluation du risque de la sécurité est fonction de deux éléments : « la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable/ Danger » et « la sévérité de la conséquence du danger s'il se manifeste ». Pour évaluer le risque de l'événement indésirable il sera, donc, nécessaire de quantifier les deux éléments ci-dessous : [1]

## II.6.6 Quantification de la probabilité d'occurrence :

La probabilité d'occurrence d'un événement indésirable. Selon la DOC9859, est définie comme la probabilité d'occurrence d'une conséquence ou d'un résultat d'un danger en matière de sécurité.

Afin d'estimer la probabilité d'occurrence nous avons envisagé une série de scénarios de façon à ce que toutes les conséquences potentielles puissent être prises en compte.

De ce fait, Les questions suivantes pouvant aidé à déterminer la probabilité, ont été posées :

N°	Question
01	Existe-t-il un historique d'occurrences similaires à celle qui est en cours d'examen ou s'agit-il d'un cas isolé ?
02	D'autres équipements ou éléments du même type pourraient-ils présenter des défauts semblables ?
03	Au sein du personnel, quel est le nombre de personnes qui appliquent les procédures considérées ou qui y sont soumises ?
04	Quelle est l'exposition au danger envisagé ? Par exemple, pendant quel pourcentage du temps de l'opération l'équipement est-il utilisé ou l'activité est-elle pratiquée ?

Tableau 5- Questionnaire d'aide la détermination de la probabilité

Un événement indésirable est considéré comme prévisible si toute personne raisonnable avait pu prévoir que ce type d'événement se produirait dans les mêmes circonstances.

Il n'est pas possible d'identifier tous les dangers imaginables ou théoriquement possibles. Par conséquent, il faut faire preuve de discernement pour déterminer le niveau de détail approprié à appliquer à l'identification des dangers.

*Note : La compagnie aérienne ou tout prestataire de service aéronautique devraient faire preuve de diligence raisonnable lorsqu'ils identifient des dangers significatifs et raisonnablement prévisibles liés à leur produit ou service.*

Le Tableau ci-après présente une classification de la probabilité des risques de sécurité.

Il comporte six catégories (P0-P5), pour indiquer la probabilité que survienne un événement dangereux, la description de chaque catégorie et l'attribution d'une valeur à chaque catégorie :

Durant la réalisation de notre projet de fin d'études nous avons accès au nombre de vols réalisés par la compagnie Air Algérie durant l'année 2019, qui avoisine les 74000 Vols par an.

Les termes utilisés sont des termes quantitatifs et qualitatifs. La quantification de la probabilité a été faite en se basant sur ces données et sur l'activité de la compagnie durant les 10 dernières années et les 74000vols réalisé durant l'année 2019.

**Formule de calcul :**

$$X = \text{NBR vols réalisés} / \text{l'occurrence par période}$$

Niveau de Probabilité	Signification	Occurrence / vol		Occurrence / période		
		Limite inférieure	Limite supérieure	Limite inférieure	Limite supérieure	
<b>P5</b>	<b>Très élevé</b>	Se produira souvent (arrivé très fréquemment)	1	$5 \times 10^{-3}$	$\geq 1$ fois par jour	Plusieurs fois par jour
<b>P4</b>	<b>Élevé</b>	Se produira probablement souvent (arrivé fréquemment)	$5 \times 10^{-3}$	$7.1 \times 10^{-4}$	$\geq 1$ fois par semaine	< 1 fois par jour
<b>P3</b>	<b>Medium</b>	Se produira probablement de temps en temps (arrivé de temps en temps)	$7.1 \times 10^{-4}$	$3.3 \times 10^{-4}$	$\geq 1$ fois par 15 jours	< 1 fois par semaine
<b>P2</b>	<b>Faible</b>	Peu probable, mais possible (rarement arrivé)	$3.3 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{-4}$	$\geq 1$ fois par mois	< 1 fois par 15 jours
<b>P1</b>	<b>Très faible</b>	Très peu probable (on ne sait pas si cela s'est déjà produit)	$1.6 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-5}$	$\geq 1$ fois par an	< 1 fois par mois
<b>P0</b>	<b>Improbable</b>	Presque impensable que l'évènement se produise	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-6}$	1 fois chaque 10 ans	< 1 fois par an

Selon 74000 Vols par an

Tableau 6- tableau des probabilités selon la matrice intégrée

### B. Quantification de la sévérité

Afin de définir l'échelle de la sévérité nous avons pris les critères de gravité de la matrice de l'OACI inscrite dans la DOC9859 de l'OACI Ed04, et nous nous sommes rapproché des services de la sécurité pour nous donner l'estimation de pertes de la compagnie en cas d'incidents, d'accident ou des événements de sécurité où la compagnie a eu recours à des réparations, des remboursement des passagers ou à payer des pénalités suite à un manquement à une loi étrangère ou algérienne.

**Note : Il est à noter que la source de ses données est à caractère confidentiel et nous ne sommes pas autorisés à les publier dans la présente thèse, néanmoins, le résultat de la modélisation est inscrit dans les tableaux ci-après :**

Niveau	S5	S4	S3	S2	S1	S0
Gravité	Catastrophique	Elevé	Moyen	Faible	Mineur	Insignifiant
Sécurité	Perte totale des marges de sécurité	Perte importante des marges de sécurité	Réduction significative des marges de sécurité	Impact potentiel sur la sécurité. Procédures d'urgences appliquées	Impact potentiel mineur sur la sécurité.	Pas d'impact
Blessures	Nombreuses personnes décédées	Personnes décédées et / ou blessure grave	Blessure grave sans séquelle définitif	Blessure légère exigeant un traitement médical	Blessure superficielle sans traitement médical	Pas de blessure
Dommmages	Perte totale de l'avion > 20 M€	dommages significatifs pour l'avion 400 K€ – 20 M€	Dommmages partiels pour l'avion 10 k€ – 400 k€	Dommmages légers pour l'avion 500 € – 10 k€	Dommmages mineurs pour l'avion 10 € – 500 €	Pas de dommmage 0 € – 10 €
Impact Clients	Tous les clients impactés	10000 – 2000 clients impactés	2000 – 500 clients impactés	500 – 50 clients impactés	< 50 clients impactés	Pas d'impact
Réputation	TV internationale Presse Internationale	TV Nationale Presse Nationale	Réseaux sociaux Passage dans les médias (TV, presse)	Intérêt des médias	Intérêt des employés	Aucune réaction

Tableau 7- Tableau de sévérité selon la matrice intégré

### C. La matrice des risques de sécurité modélisée

La matrice de risque résultante est présentée comme suit :

#### Matrice de risque :

		Sévérité					
		S5	S4	S3	S2	S1	S0
Probabilité	P5	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	P4	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
	P3	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
	P2	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
	P1	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>
	P0	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>

Tableau 8- Matrice des risques intégrée

## Acceptabilité de risque :

Niveau de risque	Risque	Atténuation de risque
A	Extrême	Action immédiate requise
B	Acceptable avec atténuation	Amélioration à court terme est requise
C	Faible	Contrôle
D	Négligeable	Collecte de données

Tableau 9- Tableau d'acceptabilité

### II.6.7 Stratégies d'atténuation de risque :

Les stratégies d'atténuation des risques de sécurité se répartissent en trois catégories :

- a) **Évitement** : L'opération ou l'activité est annulée ou évitée parce que le risque de sécurité est supérieur aux avantages à tirer de la poursuite de l'activité, ce qui élimine complètement le risque de sécurité.
- b) **Réduction** : La fréquence de l'opération ou de l'activité est réduite ou des mesures sont prises pour réduire l'ampleur des conséquences du risque de sécurité.
- c) **Ségréation** : Des mesures sont prises pour isoler les effets des conséquences du risque de sécurité ou pour instaurer une redondance afin de se protéger contre ces effets. [1]

### II.7 Modèle de gestion de risque nœud du papillon « BOW TIE » :

Le modèle de gestion de risque proactive/ prédictive BOW TIE appelé aussi en français Nœud du papillon.

#### II.7.1 Définition de la méthode « Bow-Tie » :

Le « Bow Tie » est une approche d'évaluation du risque. Elle résulte de la combinaison d'un arbre de défaillances et d'un arbre d'événements, centrés sur un même événement indésirable.

La méthode de « Bow Tie » présente l'avantage d'apporter un modèle pour la maîtrise des risques. Le mode de représentation sous forme de nœud papillon a donné son nom à la méthodologie.

Cette méthode assure le bon suivi et le traitement de toutes les anomalies techniques et d'exploitation ainsi que l'engagement des actions nécessaires pour empêcher la répétition car elle permet de détecter, d'analyser et déterminer les mesures à appliquer afin de :

- Réduire le niveau de risque particulièrement :
  - Lors de la mise en service des appareils ou durant les vols,
  - Lors d'opérations de maintenance.
- Représenter les relations entre les dangers leurs causes et leurs effets ;

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

### II.7.2 Explication du modèle BOW TIE :

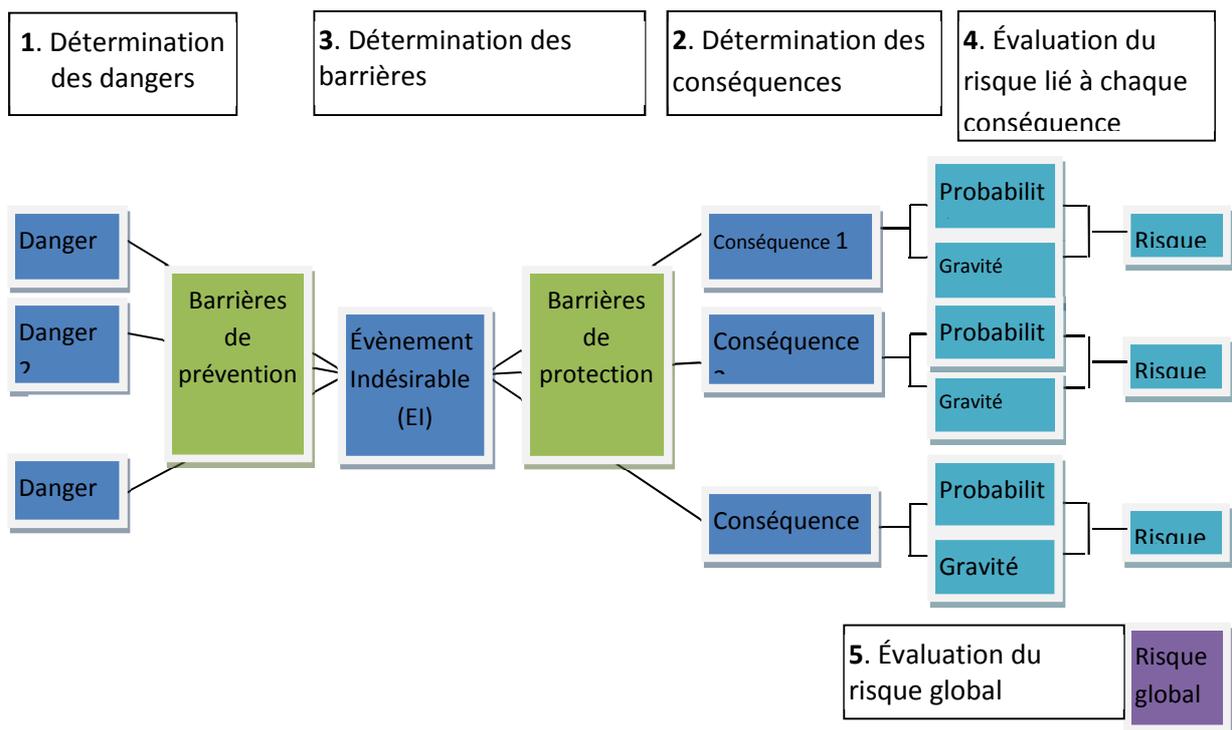


Figure 8- Modèle BOW TIE

#### Etape 01 : Détermination de l'Évènement Indésirable

À partir des sources d'informations permettant l'identification des dangers, tous les événements indésirables pouvant impacter l'activité sont identifiés. Une question doit être posée : *Que pourrait-il arriver dans mon activité ?*

Il s'agit d'abord prioriser les dangers en sélectionnant l'évènement indésirable pouvant impacter l'activité depuis la liste relative à la taxonomie des EI.

#### Etape 02 : Identification des causes :

Une question doit être posée : *Comment cela pourrait-il se produire ?*

Parmi toutes les méthodes envisageables pour la détermination des causes racines, nous pouvons utiliser la méthode « **5 Why** » en se posant successivement la question « Pourquoi ? » jusqu'à l'obtention de la dernière cause possible.

L'identification des causes portera sur la partie amont de l'évènement indésirable. Il s'agit de remonter aux causes racines de l'accident potentiel.

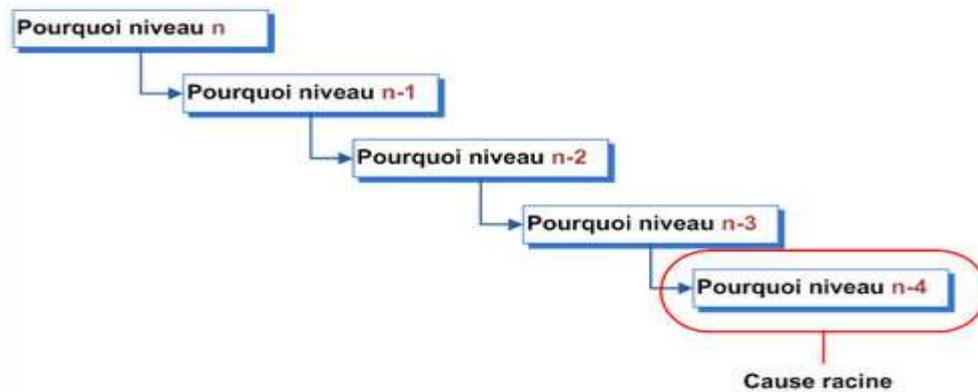


Figure 9 : Méthode de détermination de la cause racine « 5 why »

Les quatre (04) causes fondamentales sont :

- Facteurs humains (HUM)
- Facteurs techniques (TEC)
- Facteurs environnementales (ENV)
- Facteurs organisationnels (ORG)

### Étape 03 : Détermination des conséquences possibles :

Une question doit être posée : *Quelles en seraient les conséquences ?*

Il s'agit maintenant de dresser la liste des conséquences potentielles d'un accident (événement ultime), c'est-à-dire de se concentrer maintenant sur la partie aval de l'évènement indésirable (EI) de la Figure ci-dessus.

Il faut répondre aux questions suivantes :

Quelles seraient les conséquences envisageables :

- Les personnes à bord de l'appareil mais aussi celles chargées de sa mise en exploitation ou les tiers se trouvant à proximité de l'accident (blessures, décès) ?
- L'appareil, l'outil de travail. Faudra-t-il ramener un autre appareil ? Un autre outillage ? Trouver un autre emplacement pour travailler (cas d'un incendie dans un hangar) ?
- L'environnement (destruction de biens, pollution, incendies...) ?
- L'image de l'entreprise (perte de crédit, désaffection des clients, impact médiatique, poursuites judiciaires) ?

#### **Étape 04 : Évaluation du risque :**

Une question doit être posée :

*Peut-on faire en sorte que cela n'arrive pas, ou limiter sa probabilité d'occurrence ?*

Avant de procéder à l'atténuation du risque, Il faut d'abord attribuer un niveau de risque (criticité) à l'évènement indésirable. Pour cela, la matrice d'évaluation des risques est utilisée.

#### **Étape 05 : Identification des mesures de Protection :**

Une question doit être posée :

*Comment faire pour réduire ou en éliminer, ou à défaut en atténuer les conséquences ?*

Il s'agit de mettre en œuvre la stratégie d'atténuation du risque

#### **Étape 6 : Mise en œuvre des mesures d'atténuation :**

Une question doit être posée :

*Comment mettre en place ces mesures d'atténuation des risques ?*

Établissement d'un plan d'implémentation de ces mesures avec un calendrier associé. Après mise en œuvre des actions, une nouvelle évaluation pour vérifier l'efficacité des actions et l'atténuation du risque doit être effectuée.

### **II.8 Conclusion :**

Le travail résultant de ce chapitre est une matrice de risque de sécurité se basant sur divers critères possibles dans le domaine du transport aérien, elle est appelée également la matrice de risque intégrée.

Vu que la gestion de risque de sécurité est utilisée pour les données quotidiennes de sécurité issues de différentes sources d'informations, elle est également appliquée sur la gestion du changement qui est un élément de la composante assurance de la sécurité du système de gestion de la, sécurité.

De ce fait, le prochain chapitre portera sur le changement choisi pour appliquer l'évaluation des risques associés à ce changement en utilisant notre matrice de risque intégrée.

Ce changement est dû à une exigence réglementaire internationale qui consiste sur le suivi des avions durant tous les vols « Aircraft Tracking »

**Chapitre 3**  
**PROCEDURES DU SUIVI DES AERONEFS**  
**« AIRCRAFT TRACKING »**

### III.1 Introduction :

Ce chapitre portera sur les procédures de suivi des aéronefs 4D/15 « Aircraft Tracking 4D/15 » selon les dernières exigences de l'OACI.

Comme indiqué dans le chapitre 02, la deuxième partie du travail traite la gestion du changement liée à la nouvelle exigence internationale « Aircraft Tracking 4D/15 ».

De ce fait, ce chapitre 03 présentera en détail ce système (GADSS).

Nous débuterons à parler des moyens de surveillance des aéronefs puis on s'intéressera la surveillance dépendante (des avions équipés ADS-B) ensuite on entamera les procédures de tracking des avions Air Algérie par le système GADSS en le décrivant, en expliquant son concept, ses 3 principales fonctions et objectif, ainsi l'affichage de ce logiciel, et enfin, les procédures d'urgence en de perte de maîtrise de la situation.

### III.2 La surveillance :

La surveillance est un moyen d'acquies la position des aéronefs de telle sorte qu'un contrôleur de la circulation aérienne peut établir des séparations minimales entre ces aéronefs, mais aussi pour les compagnies aériennes afin de pouvoir suivre et connaître la position de leurs avions.

#### II.2.1 Type de surveillance :

La surveillance est multiforme, elle peut être :

- **Indépendante** : dans ce cas la position de l'avion est repérée à son insu. Aucun équipement particulier n'est nécessaire à bord. Les moyens de surveillance indépendante sont :
  - Radar de surveillance primaire (PSR) ;
  - Radar de mouvement à la surface.
  
- **Coopérative** : cette forme de surveillance est ainsi appelée car elle nécessite la collaboration de l'avion, le calcul de la position restant fait par un équipement au sol. C'est le principe de :
  - Radar secondaire ;
  - Mode S ;
  - Multilatération.
  
- **Dépendante** : Ce type de surveillance dépend donc totalement des moyens embarqués, il suffit d'exploiter un lien de communication avec le sol. Il s'agit :
  - Report de position ;

- Surveillance automatique dépendante qui peut prendre deux formes :  
Contrat (ADS-C) ou Broadcast (ADS-B).

### III.2.2 Automatic Dependent Surveillance « ADS »

#### a) Le concept de l'ADS :

Afin d'assurer la surveillance dans les zones non couvertes par Radar et d'améliorer la surveillance dans les zones peu denses, l'OACI a développé, dans le cadre du concept Communication-Navigation-Surveillance, la notion d'ADS.

#### b) Le principe :

Un aéronef va transmettre de façon automatique par liaison de données des informations : telle que :

- Des Informations de Base : Position 4D et FOM (figure of merit)

*Note : (FOM (Figure of Merit) Valeur numérique utilisée pour déterminer la précision et l'intégrité des données de position associées.)*

- Des Informations Facultatives : identification, vecteur air, vecteur sol, météo, intentions du pilote et profil projeté.

### III.2.3 Automatic Dependent Surveillance-Broadcast « ADS-B »

#### a) Description de L'ADS-B :

L'ADS-B est tout d'abord un moyen de surveillance, c'est-à-dire un moyen pour le contrôle aérien de connaître la position des avions. Il est né de la constatation que les avions modernes, grâce aux systèmes de positionnement par satellite (tels que GPS, GLONASS et bientôt Galileo), connaissent leur position de manière beaucoup plus précise que le contrôle au sol, car les radars ont une précision limitée. L'idée est donc que l'avion calcule sa propre position, et l'envoie régulièrement par radio.

L'ADS-B est un système normalisé par l'OACI, déjà utilisé opérationnellement et qui ;

- permet des séparations jusqu'à 5 NM (avec une RCP – Required Communication Performance adéquate),
- assure une couverture similaire à celle d'un radar secondaire,
- contribue à l'efficacité du SAR avec une cadence de rafraîchissement élevée et donc une détermination de position plus précise,
- offre une mise en œuvre simple notamment en les co-implantant au niveau des VHF déportées,
- offre des coûts d'acquisition et d'exploitation très inférieurs à ceux du radar secondaire,
- permet un affichage du trafic environnant avec la fonction ADS-B IN,
- contribue à l'amélioration du service SAR.

## b) Fonctionnalité ADS-B :

Les messages sont transmis en broadcast vers tout utilisateur en air ou sol équipé d'un système de réception ADS.

## c) Les composants d'un système ADS-B

Un système ADS-B se compose des éléments suivants :

- Un sous-système de transmission comprenant la fonction de génération (qui fusionne les données provenant des senseurs avion ou d'entrées pilote pour rédiger le message ADS-B) et la fonction de transmission de messages ;
- Un médium de diffusion par liaison de données ;
- Un sous-système de réception comprenant les fonctions de réception des messages et d'assemblage ou élaboration des rapports dans l'aéronef, le véhicule ou le système terrestre qui synthétise les messages réceptionnés pour utilisation dans le cadre de diverses applications.

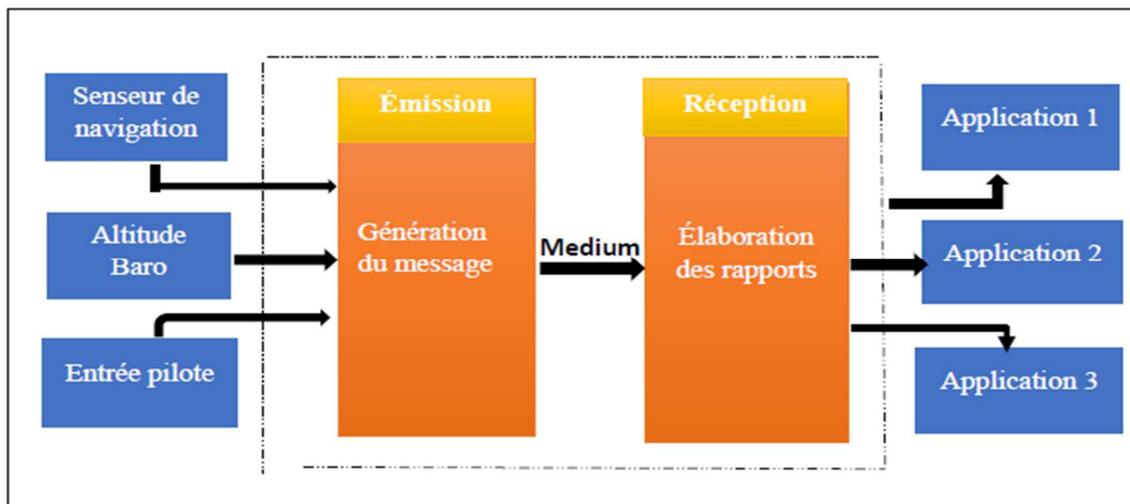


Figure 10-Architecture ADS-B

**Note :** Il convient d'observer que certains usagers de l'ADS-B peuvent être capables de transmettre sans recevoir, tandis que certains usagers au sol sont capables de recevoir sans transmettre.

Ni les sources des informations transmises ni les applications des usagers ne sont considérées comme faisant partie du système ADS-B, mais leurs caractéristiques de performance doivent faire partie de la définition de performance globale du système ADS-B.

## d) Les applications ADS-B :

Deux catégories d'application sont définies :

- **ASA:** (Airborne Surveillance Applications) ou Applications Air-Air :  
Pour une meilleure connaissance du trafic environnant grâce à la présence d'un CDTI (Cockpit Display of Traffic Information). Le but est de donner à terme la possibilité aux

pilotes d'effectuer leurs propres séparations; ceci entraînera graduellement le transfert de la responsabilité de séparation du contrôleur vers le pilote« Free Flight »;

- **GSA** : (Ground Surveillance Applications) ou Applications Air-Sol:  
Le but est d'améliorer les procédures actuelles. Elles sont classées en :
  - ✓ Surveillance ATC en route (ADS-B-ACC);
  - ✓ Surveillance ATC en TMA (ADS-B-TMA);
  - ✓ Surveillance ATC en zone non radar (ADS-B-NRA);
  - ✓ Surveillance de la surface aéroport (ADS-B-APT).

### **III.2.4 L'ACARS**

Aircraft communication addressing and reporting system « ACARS » est un système de communication et de surveillance permettant l'échange d'information (message) entre un aéronef et une station au sol sous forme numérique codé par liaison radio ou satellite, Les messages peuvent être déclenchés automatiquement ou sur demande de l'équipage.

Les domaines couverts sont les opérations aériennes (météo,...), le commercial (correspondances, retard, changements de destination...), le contrôle aérien et la maintenance.

Il permet également le contrôle automatique de l'état de l'avion en vol ainsi que ses pannes éventuelles qui seront par la suite envoyées vers le centre de maintenance propriétaire de l'avion et il permettra au opérateur d'envoyer et de recevoir des messages , ainsi d'élaborer des rapports notamment ( rapport de retard , rapport ETA , rapport de déviation , rapport de surveillance de l'état de l'avion ACMCS et NOTOC donc assurer le suivi des vols.

#### **a) Constitution du système ACARS.**

Le dispositif ACARS étant basé sur une communication bilatérale est donc constitué de deux segments appelés « segment Sol » qui représente les systèmes aux sol ou l'infrastructure sol et le sous-ensemble à bord de l'avion nommé « segment Air ». Bien évidemment, ce système nécessite des installations embarquées et des réseaux au sol particulièrement complexes dont nous énumérons ci-après :

L'ACARS est relié à :

- L'Avion
- Station satellite
- Les antennes HF et VHF
- ATC
- Tour de contrôle

### III.3 Le suivi des avions Air Algérie (Tracking)

#### III.3.1 La procédure de suivi des avions « Aircraft Tracking »

Air Algérie a mis en place un guide détaillé servant à assurer le tracking de toute sa flotte inscrite dans l'AOC, le document en question s'appelle : « Procédure de tracking avion » hébergé au niveau de la Direction des contrôles des opérations.

#### III.3.2 Documents de référence :

##### III.3.2.1 Exigences réglementaires :

- Annexe 6, 10, 11 de la convention de Chicago ;
- La circulaire 347 OACI « aircraft tracking approved by and published under the authority of the secretary General implementation guidelines »;
- Exigences européennes de l'EASA « CAT.GEN.MPA.205 Aircraft tracking system – Aeroplanes »
- Standards et pratiques recommandées de l'IOSA (IATA) ISARPs 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4.

##### III.3.2.2 Chronologie des exigences et recommandations pour le suivi des aéronefs en situation normale

- **Coté OACI :**
  - Novembre 2015 : suivie des avions en situations normales dont la masse maximale au décollage certifiée est supérieure à 27 tonnes, et nombre de sièges passagers supérieurs à 19
  - Mars 2016 : application de nouveau standard concernant le suivi des avions en détresse et leur localisation dans l'annexe 6
  - 2018 : les vols ou les parties des vols prévus dans les régions océaniques en situation normale, pour les avions de plus de 19 passagers et une masse au décollage supérieure à 45,5 tonnes, doivent reporter leur position toutes les 15 minutes contre 30 min auparavant.

#### Texte de l'exigence de l'OACI « ANNEXE 06 » :

**3.5.1** *L'exploitant établira une capacité permettant de suivre les avions d'un bout à l'autre de sa zone d'exploitation.*

**3.5.2** *Recommandation.— Il est recommandé que l'exploitant assure le suivi de la position d'un avion par le biais de comptes rendus automatisés au moins toutes les 15 minutes durant la ou les parties du vol, lorsque :*

*a) la masse maximale au décollage certifiée de l'avion est supérieure à 27 000 kg et le nombre de sièges passagers, supérieur à 19 ;*

*b) l'organisme ATS obtient des informations sur la position de l'avion à des intervalles de plus de 15 minutes.*

**3.5.3** L'exploitant assurera le suivi de la position d'un avion par le biais de comptes rendus automatisés au moins toutes les 15 minutes durant la ou les parties du vol qu'il est prévu d'effectuer dans des régions océaniques, lorsque :

a) la masse maximale au décollage certifiée de l'avion est supérieure à 45 500 kg et le nombre de sièges passagers, supérieur à 19 ;

b) l'organisme ATS obtient des informations sur la position de l'avion à des intervalles de plus de 15 minutes.

- **Coté ISARPs IOSA :**

- ✓ N'apporte aucune modification aux procédures d'alerte ATC en vigueur
- ✓ Établissent les responsabilités de l'opérateur en matière de suivi en fonction des zones d'exploitation.
- ✓ Établie les protocoles de communication entre l'opérateur et l'ATC

### **III.3.3 Responsabilité :**

Les responsables du tracking des avions sont :

- **Le Centre de Contrôle des Operations CCO**

Le C.C.O a pour mission principale d'assurer la coordination et la consolidation de tous les actes de régulation et d'anticiper les perturbations pouvant affecter la réalisation des vols Le jour « J ». 7 jours sur 7 et 24/24 heures. Le C.C.O assure la coordination opérationnelle entre les différentes entités à l'exploitation, les escales et le CDB. En fonction des aléas rencontrés, le C.C.O peut prendre rapidement des décisions appropriées, comme modifier la rotation d'un avion ou d'un équipage, recalculer des horaires, annuler un vol, Permuter des appareils, mettre en place un vol supplémentaire, modifier un itinéraire ou encore changer de types d'avions.

- **Direction système information (DSI):**

Mise en place du système informatique, gérer la redondance et assurer une disponibilité permanente.

- **Division maintenance et réparation aéronef (DMRA) :**

Assurer le bon fonctionnement des systèmes (ACARS/ ADS-B out)

- **Direction des Opérations Aériennes :**

- ✓ Assure le suivi, le redispach des vols et tracking des aéronefs via HERMESS / FDD
- ✓ Transmission du plan de vol technique.
- ✓ Etude et analyse des routes en termes de couverture 4D/15 par ATC.

- **Direction des opérations sol (DOS) :**

- ✓ la transmission du plan de vol ATC validé

### III.3 .4 Coordination entre Air Algérie et les services de la circulation aérienne :

Conformément aux dispositions de l'annexe 6, si Air Algérie ou un représentant accrédité introduit une demande auprès des services de la circulation aérienne(ATS) concernant les comptes rendus de position, ces derniers mettront à leur disposition tous les renseignements dont ils disposent conformément aux procédures locales en vigueur.

### III.4 Global Aeronautical Distress and Safety System « GADSS »

Le GADSS (global aeronautical distress and safety system) est un système et une procédure destiné à s'appliquer au transport aérien commercial répondant aux exigences et aux objectifs de l'annexe 6 part 1 de l'OACI qui spécifie les fonctions de haut niveau nécessaires pour le positionnement des aéronefs dans tous les espaces aériens pendant toute phase de vol et en toute circonstances y compris la détresse

#### III.4.1 Le concept :

Le système mondial de détresse et de sécurité aéronautique (GADSS) couvrira toutes les phrases de vol dans les circonstances, y compris la détresse.

Les 3 principales fonctions du GADSS sont :

- Suivi des aéronefs (AT)
- suivi de détresse autonome (ADT)
- Localisation et récupération après la fin du vol.

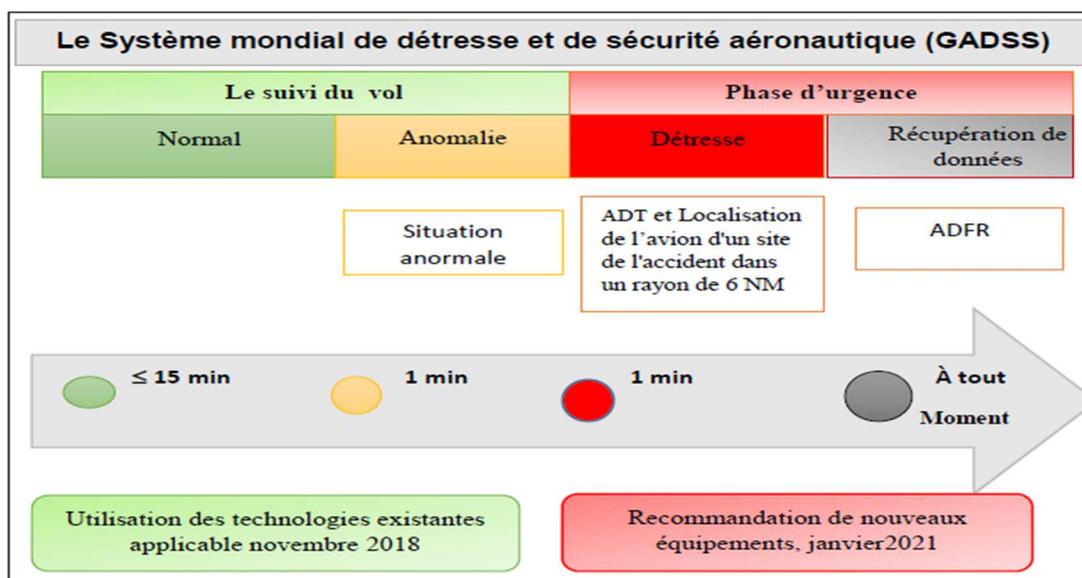


Figure 11- Système mondial de détresse et de sécurité aéronautique « GADSS »

**Note :** Le concept opérationnel de la mise en œuvre du GADSS s'articule autour d'une relation de coopération entre ATS, Air Algérie qui ont une responsabilité sur le suivi de l'aéronef en vol et informeront le centre de coordination de sauvetage (RCC) en cas de perte de mise à jour

de la position ou d'activation de l'ADT et de même si une ressource de recherche et de sauvetage détecte un signal d'urgence le RCC en informera l'ATC et Air Algérie.

### III.4.2 les objectifs du GADSS :

- Assurer la détection rapide des avions en détresse comme l'identification et la localisation rapide sans retard pour initier les services SAR
- Améliorer l'efficacité des services et des performances d'alerte des unités ATS et soutenir les services de sécurité et de sauvetage
- Assurer le suivi des aéronefs en détresse et fournir une localisation précise dirigant avec précision les services SAR
- Assurer la récupération en temps voulu des données de l'enregistreur de vol

### III.4.3 Fonctions du GADSS :

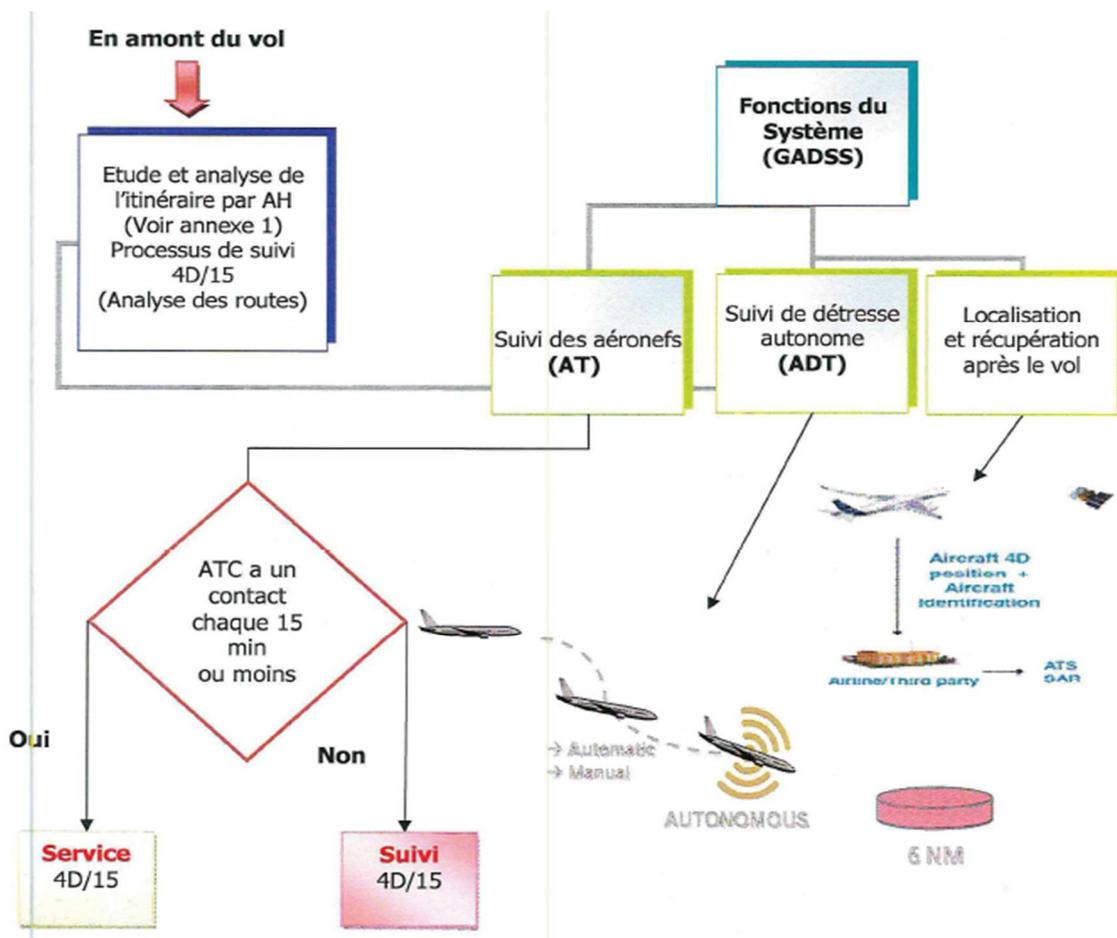


Figure 12- Fonctions du GADS

#### • La différence entre le suivi et le service :

- **Service 4D/15** : Service assuré par l'organisme ATS dans le cadre de la prestation des services de la circulation aérienne et qui consiste à obtenir des informations de position

à quatre dimensions (latitude, longitude, altitude, temps) à des intervalles de 15 minutes ou moins d'aéronefs adéquatement équipés.

- **Suivi 4D/15** : Obtention par l'exploitant d'informations en quatre dimensions (latitude, longitude, altitude, temps) de la position des aéronefs à des intervalles de 15 minutes ou moins.

#### A) Suivi des aéronefs (AT) :

Processus établi par l'exploitant qui tient et actualise à intervalles réguliers un rapport au sol de la position à quatre dimensions d'aéronefs en vol. [Annexe 6, Partie 1, section 3.5, Suivi des aéronefs.]

La fonction GADSS aircraft tracking (AT) est prévue pour fournir une position automatisée en 4 dimensions (latitude, longitude, altitude et heure) à un intervalle de rapport de 15 minutes ou moins a une infrastructure terrestre ou ils seront stockés tout en sachant que le suivie 4D /15 n'est obligatoire que dans les zones océaniques ou service 4D/15 est indisponible

*Note : La compagnie Air Algérie a acquis un système qui fournit des rapports de position à un intervalle d'1min, cela veut dire qu'Air Algérie répond largement aux exigences internationales du suivi de vols.*

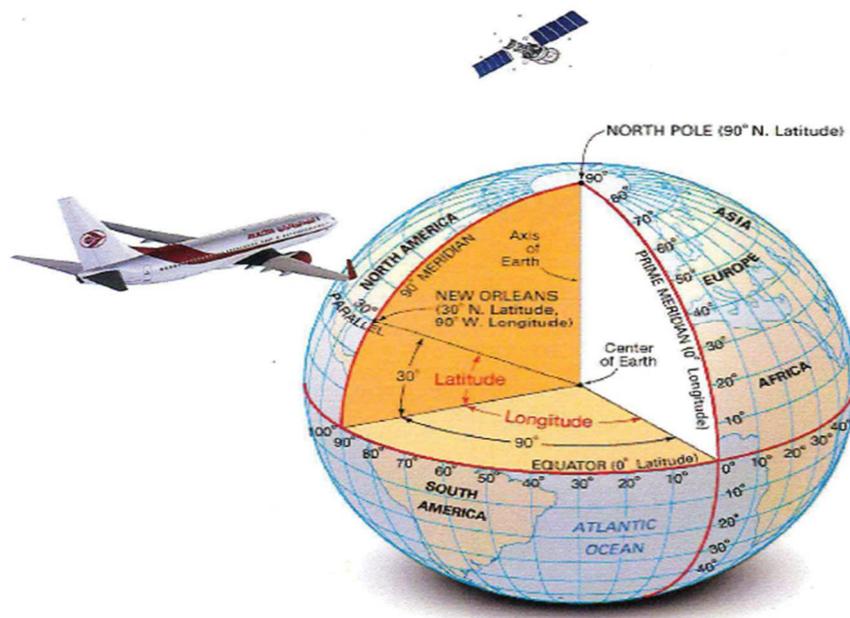


Figure 13- Suivi des aéronefs « AT »

### **A.1) les zones d'exploitation :**

Air Algérie analyse ses routes afin de déterminer les zones d'exploitation, car l'absence des informations nécessaire au tracking sur la route prévu peut être un évènement déclencheur pour une activité de suivi.

De ce fait, la compagnie détermine avant le début du vol si l'aéronef est en mesure de collaborer à un service 4D/15 ou si le suivi 4D/15 sera nécessaire dans certaines zones pour permettre aux équipages de conduite et aux personnel de contrôle d'exploitation d'avoir des éléments indicatifs et une fois que les zone de service 4D/15 et celle du suivi ont été définis, les particularités de suivi des aéronefs propre à chaque zone peuvent être déterminées, regroupé et pris en compte.

### **A.2) Son principe de fonctionnement**

Son principe de fonctionnement est le suivant :

- Le rapport de positionnement est transmis chaque une minute et le Dispatcher se charge du suivi de l'appareil en temps réel.
- Dans le cas où le rapport de positionnement n'est pas reçu chaque 15minutes, le système FDD génère une alerte indiquant que l'avion est muet, de ce fait le service dispatch du CCO contactera les PNT par la messagerie gratuite pour savoir si il y'a d'éventuel anomalies.

Note : les zones océaniques correspondent à l'espace aérien qui se trouve au-dessus des eaux à l'extérieur du territoire d'un état

### **A.3) Rockwell Collins (HERMES)**

Est un industriel américains spécialisé dans l'avionique, les systèmes de pilotes automatiques et d'équipage multimédias dans l'avion

#### **Système (HERMES 11.0)**

Le système HERMES est un logiciel de transmission des données entre l'aéronef et une station au sol, les informations sur la position de l'aéronef sont offert dans le cadre d'un ensemble complet de liaison de données / ACARS avec HERMES et centre des opérations

#### **Description des fonctionnalités du système HERMES 11.0**

- **HERMES Messenger**

Fournit une interface de modèle d'email, un programme qui fonctionne sous Windows avec une aide étendu sur l'écran qui permet d'envoyer et de recevoir des messages uplink et downlink.

- **HERMES Mapper**

Il fournit un affichage de carte en 3D qui montre le statut et la position en temps réel de chaque avion.

	Exigences fonctionnelles	Conformité de Rockwell Collins
1	Fournit la position 4D et l’affichage de (Latitude, Longitude, Altitude, Temps).	oui
2	Alertes de désactivations de l’avion visuel, lorsqu’un aéronef dure plus de 15 minutes sans rapports de position.	oui
3	Le système est-il capable de lire et d’afficher l’itinéraire de vol prévu sur la carte par rapport à la route actuelle ?	oui
4	Le système est-il capable de fournir des alertes visuelles lorsqu’un aéronef s’écarte de l’itinéraire prévu ?	oui
5	Méthodes de suivi (ADS-C, ADS-B, ACARS, Flux Eurocontrol /satellites, ADS-B spatial).	oui
6	Le système est-il capable d’afficher des alertes météorologiques ?	oui
7	Le système est-il capable de fournir d’autres types d’alertes (Son, Email, etc..) lorsqu’un avion dure plus de 15 minutes sans rapport de position ?	oui
8	Définir un intervalle : modifier le temps écoulé à déclencher les alertes.	oui
9	Superpositions de cartes : La solution fournit-elle différentes cartes et combinaisons de couleurs disponibles pour l’utilisateur ?	oui
10	Le système est-il capable de générer une relecture de vol à partir de données de suivi de vol enregistré ?	oui

Tableau 10- Exigences fonctionnelles HERMES Mapper

Dans les zones d’exploitation c’est le HERMES qui assure la liaison des données air sol par contre hors ces zones c’est la Sita qui s’occupe la transmission des données de positionnement

#### **A.4) Système de communication par satellite (ADS-B Out)**

SITA est le fournisseur principal de système de communication par satellite en région AFI (Africa – India - Ocean) reconnu par l’OACI

Son rôle est d’assurer le suivi des avions (Service 4D/15) dans les zones où il n’y aura pas de couverture radar, la Sita a comme information la position exact où elle devra commencer à fournir ses services à la compagnie (ADS-B OUT) donc elle récupère les dernières informations

du système ACARS ou ADS et continuera à tracker ses avions jusqu'à ce qu'ils sortent de cette zone là c'est le système ACARS ou ADS qui reprendra le relai.

#### **A.5) Collecte et conservation des données du suivi des aéronefs (AT) :**

Les données de suivi des aéronefs peuvent être conservé jusqu'à 30 jours (option du système FDD) au besoin pour déterminer la position d'un aéronef

Sachant que la responsabilité de la collecte et la conservation des données opérationnelles incombe au personnel assurant le tracking et aussi après qu'un aéronef a atterri en toute sécurité, air Algérie n'a pas besoin de conserver les données de suivi

#### **A.6) Action à entreprendre en amont et pendant un suivi 4D/15 (AT) :**

- Analyse des routes afin de déterminer les zones d'opération dans lesquelles les ATC ne fournissent pas de service 4D/15
- Déterminer avant le début du vol si un aéronef peut participer à un service 4D/15 disponible ou si un suivi 4D/15 sera nécessaire
- S'assurer que l'équipement de l'aéronef correspond au service 4D/15 utilisé
- Si un service 4D/15 ou un suivi 4D/15 devient indisponible après le début du vol cela n'empêchera pas sa poursuite même pour les routes ou segments de route ou le suivi 4D/15 était auparavant jugé nécessaire

### **B) Suivi de détresse automatique (ADT):**

La fonction ADT (automatic distress tracking) sera utilisée pour identifier l'emplacement d'un aéronef en détresse dans le but d'établir l'emplacement d'un site d'accident dans un rayon de 6 NM et la fonction ADT utilisera des systèmes embarqués pour diffuser soit la position de l'aéronef ( latitude longitude) soit un système de détresse distinctif à partir du quelle la position et l'heure de l'aéronef peuvent être délivrées , une fois que l'ADT a été déclenché par un événement de condition de détresse , les information de position de l'aéronef seront transmise au moins une fois par minute

#### **B.1) son principe de fonctionnement :**

La fonction ADT utilisera des systèmes embarqués pour diffuser soit la position de l'aéronef (latitude, longitude), soit un signal de détresse distinctif à partir duquel la position et l'heure de l'aéronef peuvent être dérivées

Une fois que l'ADT a été déclenché par un événement de condition de détresse, les informations de position de l'aéronef seront transmises au moins une fois par minute

#### **B.2) Les situations de détresse :**

- Les données de suivi 4D/15 reçues d'un aéronef ne correspondent pas à la position 4D planifiée, projetée ou attendue (altitude, vitesse inhabituelle ...)

- Collision potentielle avec le terrain
- Une perte totale de poussée de tous les moteurs
- Les pannes de systèmes d'alimentation électrique, navigation, de communication et autres

### **B.3) Les informations requises**

Ces informations seront diffusé au moins une fois par minute :

- Latitude longitude
- Horodatage
- L'identification de l'aéronef (immatriculation)
- Dernière position connue
- Information sur le plan de vol
- Information sur le manifeste de vol / cargo
- Présence de la marchandise dangereuse

### **C) Localisation et récupération après le vol :**

La fonction ADT réduira considérablement la zone de recherche potentielle et de informations encore plus précises sur la position de l'aéronef seront fournies par la fonction de localisation après le vol au moyen d'un émetteur de localisation d'urgence (ELT) et /ou de signaux de référence pour guider les services SAR sur place et pour faciliter la capacité de localiser l'épave et de récupérer les données de l'enregistreur de vol après un accident , la fonction de localisation et de récupération après le vol spécifie un certain nombre d'exigence pour les ELT , la balise de localisation sous-marine (ULB) et les enregistreurs de vol (CVR) qui sont incorporées dans les dispositions de l'annexe 6 de l'OACI

- **Emergency Locatter Transmitter « ELT »** : émetteur de localisation d'urgence c'est un équipement qui diffuse des signaux distinctifs sur des fréquences désignés et selon l'application, il même être activé automatiquement suite à un choc ou manuellement.
- **Enregistreurs de bord « FDR »** : dispositif qui enregistre des données des vols et son analyse permet de connaitre les causes en cas d'accident
- **Enregistreurs de communication au niveau du cockpit « CVR »** : enregistreur phonique qui permet d'enregistrer les conversations cockpit.

*Note : La balise ULB : dispositif adapté aux enregistreurs de vol dans l'aviation tel que le CVR et le FDR ainsi que le fuselage, un appareil appelé « pinger » est automatiquement activé lorsque l'enregistreur est immergé dans l'eau.*

## **III.4.4 Utilisation fonctionnelle du GADSS**

### **III.4.4.1 Description du GADSS**

L'opération se fut comme suit :

Tout d'abord, une transmission périodique par l'avion de sa latitude, longitude, altitude et l'heure, du décollage à l'atterrissage, à un intervalle de temps fixé à 15 minute au moins, à une infrastructure terrestre où ils sont stockés.

En second lieu, l'avion émis un signal grâce à une ELT lors de la détection d'une situation d'urgence ou d'une situation susceptible d'entraîner un accident.

L'émission commencerait quelques secondes après la détection et continuer jusqu'à ce que les critères de détection aient disparu. L'émission serait robuste à haute attitude des aéronefs et à la perte de puissance électrique normale à bord et il n'y aurait aucun contrôle à désactiver la transmission en vol. Il y aurait une infrastructure terrestre fiable pour recevoir le signal d'urgence, mémorisez-le et déclenchez une alerte. Le signal contiendrait des informations de position ou le post-traitement permettrait de déterminer la position de l'aéronef.

Enfin, un enregistreur de vol à déploiement automatique équipé d'une ELT où il n'y aurait aucun contrôle pour le désactiver automatiquement (fonction de déploiement en vol) qui permet à exploitant de conserver les données de suivi de ses aéronefs qui pourraient aider les SAR à localiser un aéronef lors d'un accident ou une disparition, afin d'avoir une traçabilité du vol.

#### **III.4.4.2 Affichage du GADSS**

L'écran FDD contient :

##### **a) Données des vols (Flight Data Display) :**

- Recherche des vols, des avions, des stations
- Panneau de station qui contient les informations tel que : l'IATA , code OACI , coordonnées , emplacement et le niveau , élévation , fuseau horaire , taf , metar , liste des vols entrants , sortant et inactif
- Panneau d'aéronef qui contient : le numéro d'identification de l'aéronef , l'immatriculation et le type d'aéronef , les stations de départ et d'arrivée , une barre de progression de vol avec les heures estimées , les alertes associées au vol en question , les informations de vol comme vitesse sol , altitude, cap , graphique de vitesse et d'altitude , écart du plan de vol et station de dégagement , dernière position signalé et détails du plan de vol

##### **b) Rapports :**

Générer des rapports de l'historique des vols pour l'immatriculation de l'aéronef associée sur une période de 24heures (les rapports sont limités au 30 derniers jours)

##### **c) Données relatives à la carte :**

- Affichage de différentes données de navigation et météo
- Affichage des projections en temps réel des nuages globaux du radar précipitation, des sigmets, région d'information de vol (FIR), région supérieure d'information de vol (UIR), pistes de l'atlantique nord (NAT), système de suivi organisé du pacifique (PACTOS) ainsi que l'affichage des stations et les fuseaux horaire jour / nuit

#### d) Données d'alerte

On pourra voir instantanée avec les informations suivantes : ID, immatriculation de l'aéronef, type d'aéronef, codes des stations de départ et de destination, heure d'arrivée prévue à la station de destination et altitude actuelle

#### III.4.5 Procédure d'urgence & Rapport de notification

Le concept opérationnel de la mise en œuvre du système GADSS repose sur la coopération entre les ATS l'exploitant et le RCC, les 2 premiers aviseront le 3eme en cas de perte de la mise à jour de la position ou d'activation de l'ADT

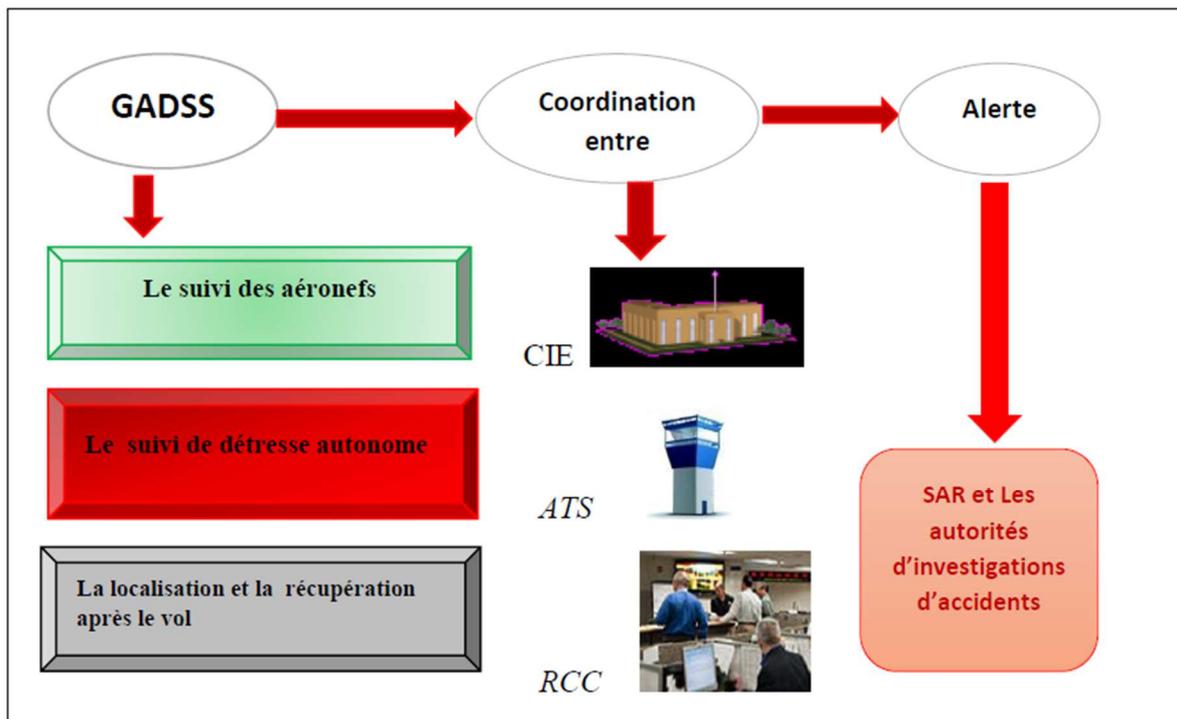


Figure 14- Coordination entre l'ATS, compagnie et RCC

#### Rapport de notification

Il doit comprendre les notifications suivant :

- Nature de l'urgence et personnes appelant
- Des informations importantes du plan de vol
- Indicatif d'appel et type de l'aéronef
- Point et heure de départ ainsi que l'itinéraire de vol
- Dernière position 4D/15 et nombre de personne a bord
- Destination et heure d'arrivée estimée
- Équipement de survie transporté ainsi que la marchandise dangereuse transportée
- Unité ayant effectué le dernier contact, l'heure et les moyens utilisés

### **III.5 Questionnaire de vérification de l'implémentation du suivi des aéronefs**

Nous avons établi une check-list de vérification de l'implémentation des procédures du suivi des vols selon les exigences réglementaires européennes de l'EASA.

Nous avons choisis la référence européenne EASA vu qu'elle reprend à la totalité des exigences de l'OACI et a développé plus d'exigences plus pointues pour satisfaire la conformité réglementaire, autrement dit les exigences de l'EASA sont plus restrictifs que les SARP's de l'OACI.

Le personnel chargé du projet du suivi des avions « Aircraft Tracking » a répondu sur la check-list et nous a montré les preuves d'implémentation qui sont reprises en annexes.

Note : Vu le caractère confidentiel de ces documents, on a été autorisé de visualisé les logiciels et des rapports de suivi et on nous a fourni des extrait de ces documents pour les besoins du mémoire.

### **III.6 Conclusion**

En conclusion le suivi des aéronefs 4D/15 contribue clairement à l'amélioration de la sécurité du vol. C'est un outil de prévention facilitant le suivi du trafic aérien, la recherche, le sauvetage et l'enquête en cas d'accidents, de disparition en vol ou perte de capacité des systèmes. et grâce au system GADSS la localisation des survivants, de l'aéronef et des données de vol peuvent être récupérables en temps limité avec des couts réduits vu que le périmètre de recherche qui sera bien défini selon la dernière position de l'appareil.

Nous avons constaté qu'AIR ALGERIE a pris le soin d'implémenter les procédures de suivi des aéronefs d'une manière efficace et ce en appliquant une modification d'aéronefs « SB » en installant les ADS-B sur les B737-NG qui n'étaient pas dotés de ce dispositif, et elle a acquis le logiciel de suivi des aéronefs auprès d'un fournisseur agréé et de renommé mondiale « Collins ».

Le prochain chapitre portera sur l'évaluation des risques associés à l'implémentation de ces nouvelles procédures relatives au suivi des aéronefs « Aircraft Tracking ».

**Chapitre 4**  
**ANALYSE ET GESTION DE CHANGEMENT**

## IV.1 Introduction :

Ce chapitre a pour objet de présenter l'étude de risques de sécurité engendrés par le changement relatif à l'adoption du suivi des aéronefs 4D/15 « Aircraft Tracking », et la proposition des mesures d'atténuations adéquates.

## IV.2 Raisons de l'étude de risque de sécurité liée au changement « Aircraft Tracking 4D/15 » :

La gestion du changement est le deuxième élément de la troisième composante du système de gestion de la sécurité ; ce processus doit être enclenché dès constatations de la volonté de changement touchant les opérations au niveau de l'entreprise.

Comme inscrit dans les standards et pratiques recommandées « SARP's » de l'OACI dans l'annexe 19, la méthode d'évaluation des risques de sécurité doit être appliquée sur les dangers engendrés par le changement avant sa mise en œuvre.

Comme indiqué dans le chapitre 03 du présent projet de fin d'études les exigences règlementaires portent sur le suivi des aéronefs où il doit monter la capacité à transmettre automatiquement un rapport de position indiquant l'altitude, la latitude, la longitude et le temps chaque 15 minute « Aircraft Tracking 4D/15 ».

### IV.2.1 Récapitulatif des exigences règlementaires internationales similaires:

Des mandats d'emport obligatoire de l'ADS-B pour les avions aux USA et en Europe, et l'adoption par l'OACI d'une résolution recommandant une capacité GADSS)

- *FAA a exigé l'installation de l'ADS-B avant le 01 Jan 2020.*
- *Transport Canada a exigé l'installation de l'ADS-B avant le 25 Fév. 2020*
- *Première échéance donnée par l'EASA est le 07 Juin 2020.*
- *ASIE aucune exigence.*
- *DACM Algérienne aucune exigence.*

### IV.2.2 Avions concernés par les exigences du suivi des aéronefs :

Les exigences relatives au suivi des aéronefs par l'ADS-B **ne s'appliquent pas** aux aéronefs appartenant à l'une des catégories suivantes :

- Les avions qui ont leur premier CDN délivré **avant le 7 Juin 1995**
- Si leur retrait d'exploitation est prévu **avant le 31 Octobre 2025.**
- Les avions qui ne sont pas destinés à opérer en Europe.

Les flottes concernées par ces SARPs sont :

Les flottes B737-NG et A330-202 vu que les MTOW dépassent 27 000 et 45 500 kg comme indiqué sur le tableau :

FLOTTE	MTOW
<b>B737-600</b>	<b>65.090 KG</b>
<b>B737-700</b>	<b>77.564 KG</b>
<b>B737-800</b>	<b>79.015 KG</b>
<b>A330-202</b>	<b>210.000 KG</b>

Tableau 11- MTOW de la flotte B737-NG et A330

Par conséquent, les flottes qui ne sont pas concernées par ces SARPs sont :

- Les flottes **ATR212A** et **L382-G**.

#### IV.2.3 Mise en place du suivi des aéronefs chaque 15 min « 4D/15 » :

La compagnie Air Algérie a engagé une série d'actions pour se conformer aux exigences réglementaires :

- ✓ Air Algérie a lancé une campagne de modification des aéronefs nécessitant l'ADS-B.

État des lieux relatif à l'installation des ADS-B :

	Nombre d'avion	Nombre d'avion équipé d'ABS-B
<b>A330-202</b>	<b>08</b>	<b>08</b>
<b>B737-NG</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

Tableau 11- Liste des avions équipés de l'ADS-B

- ✓ Acquisition du logiciel « Tracking des aéronefs » avec le fournisseur Rockwell Collins permettant le suivi des aéronefs.
- ✓ Logistique (organisation, personnel formé et matériel adéquat) prête à la mise en œuvre.
- ✓ Formation requise prévue.

#### IV.3 Comparaison de la méthode d'évaluation des risques choisie avec la méthode classique de l'OACI :

La méthode classique émise par l'OACI depuis la publication de la 2<sup>ème</sup> édition du DOC9859 en 2009 porte sur la méthode SHELL ou la méthode l'enchaînement causale de l'accident du professeur James Reason et une évaluation des risques par la matrice de l'OACI.

La méthode utilisée dans ce travail est une méthode révolutionnaire issue du développement du principe de cause à effet d'AMDEC et est utilisée par les leaders dans le domaine de l'aviation civile à savoir AIRBUS...etc.

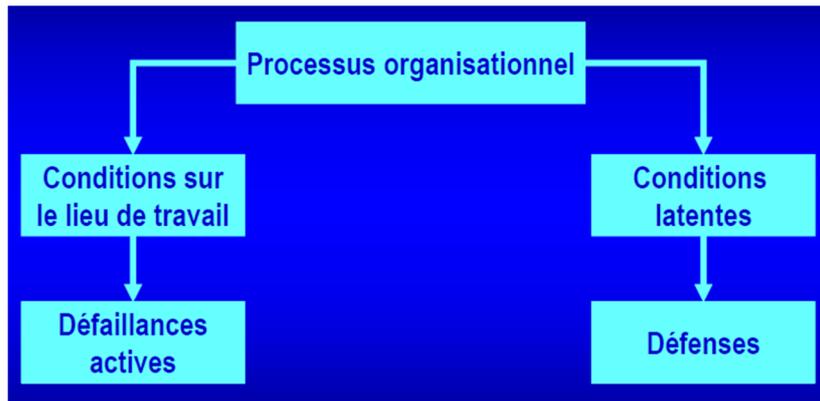


Figure 15- Accident organisationnel

#### IV.3.1 la méthode d'évaluation des risques classique de l'OACI:

##### → Avantages :

Malgré que la méthode classique ne soit pas très efficace, son avantage est que les professionnels dans l'industrie de l'aviation ont l'habitude de l'utiliser et est reconnue comme standard et compréhensible.

##### → Inconvénients :

Selon notre analyse, nous avons relevé les points faibles de la méthode classique de l'OACI qui a montré ses limites. Ci-après les principaux inconvénients :

- C'est un processus d'évaluation des risques fragilisé par les données de départ car elles sont insuffisantes voir rudimentaires

Ces données sont basées uniquement sur l'expérience d'experts et de descriptions génériques des événements.

- Dans une matrice de risque classique, un axe concerne la probabilité d'occurrence est vaguement défini et ne reflète pas le nombre de vols de l'exploitant (l'activité aérienne).
- Les trois zones de tolérabilité peuvent regrouper des événements qui doivent être traités dans une période qui ne doit pas dépasser une semaine (Traitement à court/moyen terme) avec des actions qui peuvent prendre plus de 6 mois (Traitement à long terme) et cela réduit la fiabilité des mesures d'atténuations définis.

## La matrice de risque OACI :

Probabilité de l'événement	Sévérité du risque				
	Catastrophique <b>A</b>	Dangereuse <b>B</b>	Majeure <b>C</b>	Mineure <b>D</b>	Négligeable <b>E</b>
Fréquente <b>5</b>	<b>5A</b>	<b>5B</b>	<b>5C</b>	<b>5D</b>	<b>5E</b>
Occasionnelle <b>4</b>	<b>4A</b>	<b>4B</b>	<b>4C</b>	<b>4D</b>	<b>4E</b>
Faible <b>3</b>	<b>3A</b>	<b>3B</b>	<b>3C</b>	<b>3D</b>	<b>3E</b>
Improbable <b>2</b>	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>	<b>2D</b>	<b>2E</b>
Extrêmement improbable <b>1</b>	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>	<b>1E</b>

Tableau 12- Matrice de Risque de l'OACI

	Type de Probabilité	Signification
<b>5</b>	Fréquent	Se produira probablement souvent (est arrivé fréquemment)
<b>4</b>	Occasionnel	Se produira probablement de temps en temps (est arrivé de temps en temps)
<b>3</b>	Éloigné	Peu probable, mais possible (est rarement arrivé)
<b>2</b>	Improbable	Très peu probable (on ne sait pas si cela s'est déjà produit)
<b>1</b>	Extrêmement Improbable	Presque impensable que l'événement se produise

Tableau 13- Échelle de la probabilité de la matrice de l'OACI

Définition	Description	Niveau
<b>Catastrophique</b>	Matériel détruit, décès multiples	<b>A</b>
<b>Dangereuse</b>	Réduction importante des marges de sécurité, souffrance physique ou augmentation des charges de travail. Blessures sérieuses à un certain nombre de personnes, quelque décès, Matériel gravement endommagé.	<b>B</b>
<b>Majeur</b>	Réduction significative des marges de sécurité, résultant d'une ou augmentation des charges de travail, ou résultant de conditions diminuant leur efficacité. Incident sérieux. Blessures à personnes.	<b>C</b>
<b>Mineur</b>	Nuisance. Limitation opérationnelles. Utilisation de procédures d'Urgence. Incident mineur.	<b>D</b>
<b>Négligeable</b>	Conséquences Minimales.	<b>E</b>

Tableau 14- Échelle de la gravité de la matrice de l'OACI

### IV.3.2 la méthode d'évaluation des risques BOW TIE en utilisant la matrice des risques intégrée :

#### → Avantages :

Bien que notre matrice de risque appelée « intégrée » ne supprime pas toute subjectivité de l'évaluation des risques, on pense qu'elle est nettement plus objective vu qu'elle est conçue en se basant sur des données réelles qui reflètent la complexité et l'activité de la compagnie aérienne.

Cela est dû à des facteurs tels que :

- Cadre conceptuel logique comme base « Méthode Bow Tie ».
- Guider l'analyste de sécurité dans l'évaluation des risques de manière structurée et systématique, sur la base des bons critères
- Rendre les jugements subjectifs d'évaluation des risques visibles et discutables
- Quantification du risque en nombre et analyse comparative avec des références établies de l'industrie pour la tolérance au risque.

#### → Inconvénients :

Cette méthode :

- Requière une formation spécifique d'évaluation des risques en utilisant la matrice de risque intégrée ;
- Nécessite également une formation spécifique BOW TIE et de l'exercice fréquent pour minimiser le temps consacré à la réflexion et au brainstorming.

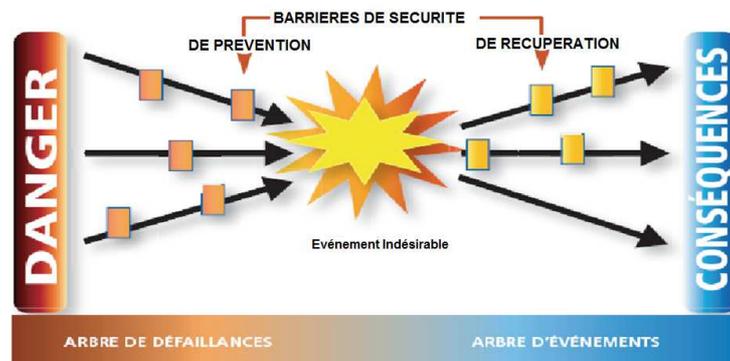


Figure 16- Schéma de la méthode BOW TIE

### IV.4 Application de l'approche de gestion de changement sur le sujet « Aircraft Tracking 4D/15 »

Dans la fiche de l'étude de risque de sécurité liée au changement, nous présentons les aspects pris en considération pour évaluer les risques des dangers engendrés par l'introduction de la nouvelle procédure de suivi des aéronefs chaque 15 minutes en utilisant le dispositif ADS-B.

Notre étude renforce également la conformité de la compagnie aérienne Air Algérie aux nouvelles exigences règlementaire de sécurité aérienne.



L'évaluation des risques est faite selon la méthode Bow Tie selon la matrice de risque Intégrée.

### Matrice de risque Intégrée

		Sévérité					
		S5	S4	S3	S2	S1	S0
Probabilité	P5	A	A	B	C	C	D
	P4	A	A	B	C	C	D
	P3	A	B	C	C	D	D
	P2	A	B	C	C	D	D
	P1	B	B	C	D	D	D
	P0	C	C	C	D	D	D

### Acceptabilité du risque :

Niveau de risque	Risque	Atténuation de risque
A	Extrême	Action immédiate requise
B	Acceptable avec atténuation	Amélioration à court terme est requise (Une semaine à un mois)
C	Faible	Contrôle Amélioration est souhaitable (1 mois à 6mois)
D	Négligeable	Collecte de données

Probabilité :

Niveau de Probabilité	Signification	Occurrence / vol		Occurrence / période		
		Limite inférieure	Limite supérieure	Limite inférieure	Limite supérieure	
<b>P5</b>	<b>Très élevé</b>	Se produira souvent (arrivé très fréquemment)	1	$5 \times 10^{-3}$	$\geq 1$ fois par jour	Plusieurs fois par jour
<b>P4</b>	<b>Élevé</b>	Se produira probablement souvent (arrivé fréquemment)	$5 \times 10^{-3}$	$7.1 \times 10^{-4}$	$\geq 1$ fois par semaine	< 1 fois par jour
<b>P3</b>	<b>Medium</b>	Se produira probablement de temps en temps (arrivé de temps en temps)	$7.1 \times 10^{-4}$	$3.3 \times 10^{-4}$	$\geq 1$ fois par 15 jours	< 1 fois par semaine
<b>P2</b>	<b>Faible</b>	Peu probable, mais possible (rarement arrivé)	$3.3 \times 10^{-4}$	$1.6 \times 10^{-4}$	$\geq 1$ fois par mois	< 1 fois par 15 jours
<b>P1</b>	<b>Très faible</b>	Très peu probable (on ne sait pas si cela s'est déjà produit)	$1.6 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-5}$	$\geq 1$ fois par an	< 1 fois par mois
<b>P0</b>	<b>Improbable</b>	Presque impensable que l'évènement se produise	$1.3 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-6}$	1 fois chaque 10 ans	< 1 fois par an

Sur la base de 74000 Vols par an

## Sévérité :

Niveau	S5	S4	S3	S2	S1	S0
Gravité	Catastrophique	Elevé	Moyen	Faible	Mineur	Insignifiant
Sécurité	Perte totale des marges de sécurité	Perte importante des marges de sécurité	Réduction significative des marges de sécurité	Impact potentiel sur la sécurité. Procédures d'urgences appliquées	Impact potentiel mineur sur la sécurité.	Pas d'impact
Blessures	Nombreuses personnes décédées	Personnes décédées et / ou blessure grave	Blessure grave sans séquelle définitif	Blessure légère exigeant un traitement médical	Blessure superficielle sans traitement médical	Pas de blessure
Dommages	Perte totale de l'avion > 20 M€	dommages significatifs pour l'avion 400 K€ – 20 M€	Dommages partiels pour l'avion 10 k€ – 400 k€	Dommages légers pour l'avion 500 € – 10 k€	Dommages mineurs pour l'avion 10 € – 500 €	Pas de dommage 0 € – 10 €
Impact Clients	Tous les clients impactés	10000 – 2000 clients impactés	2000 – 500 clients impactés	500 – 50 clients impactés	< 50 clients impactés	Pas d'impact
Réputation	TV internationale Presse Internationale	TV Nationale Presse Nationale	Réseaux sociaux Passage dans les médias (TV, presse)	Intérêt des médias	Intérêt des employés	Aucune réaction

Évènement indésirable n°1

Perte des données de la localisation de l'avion

Menaces	Barrière de prévention existante	Évènement Indésirable	Barrière de récupération existante	Conséquences	P	S	Risque
- Panne au niveau du dispositif ADS-B	- MEL ATA 34 Deux (02) ADS-B installés dans un avion et 1 seul est obligatoire.  (Principe de redondance)  - Alertes au niveau du FDD	<b>Perte des données de la localisation de l'avion</b>	- Communication via messages ACARS - Communication VHF/HF - Procédure d'urgence - Search and rescue (Recherche et sauvetage SAR)	- Avion disparue	P0	S2	<b>D</b>
- Panne dans la base de donnée du système FDD	- Formation du dispatcher - Assistance permanente avec le fournisseur FDD - Messagerie gratuite		- Communication avec le fournisseur du FDD - Communication via messages ACARS - Communication VHF/HF - Procédure de communication avec l'ATC - Procédures d'urgence (Message de Détresse)	- Avion entré dans une zone de conflit	P0	S3	<b>C</b>
- Envoi des rapports de position erronés	- FOM (Figure of Merit)		- Communication via messages ACARS - Communication VHF/HF - Procédure de communication avec l'ATC - Procédures d'urgence (Message de Détresse)	- Collision en vol	P0	S2	<b>D</b>
- Défaillance au niveau VHF	-		Note de service envoyée aux PNT interdisant l'utilisation du VHF03, vu l'antenne choisi pour la co installation de l'ADS-B				<b>Risque Global C</b>

## 5. MESURES D'ATTENUATION DU RISQUE

N°	Mesures d'atténuation du risque	Responsable	Echéance
01	Analyser et proposer des solutions visant à éviter l'émission de rapports de position non valides pour l'ATC. Non valide : fiabilité de l'information et du format du message	Air Algérie	En continu
02	S'inscrire aux programmes de partage de retour d'expérience des services de la circulation aérienne qui ont mis en œuvre des systèmes ADS-B afin de contribuer à l'interopérabilité des systèmes.	Air Algérie	Janvier 2021
03	Organiser des formations conjointes entre le personnel navigant et les mécaniciens pour pouvoir échanger leurs connaissances en matière de pannes relatives à l'ATA 23 (Systèmes de communication)	Air Algérie	Décembre 2020

## 6. CONCLUSION DE L'EVALUATION

Conclusion des responsables de l'évaluation	
<p><b>Le risque serait acceptable sous réserve de la mise en place des mesures d'atténuations ci-dessus.</b>  Références (Manuel/Réglementation) : Manuel SGS Air Algérie, Manuel SGS Tassili Airlines  Approbation autorité requise ? Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/></p>	
Vérfifié et Validé par :	
	Directeur Qualité et Sécurité Aérienne
NOM	DIRECTRICE DE LA QUALITE ET SECURITE AERIENNE
Date	10/07/2021
Signature	

### IV.5 Conclusion

D'après la présente étude, nous concluons que la compagnie aérienne AIR ALGERIE est non seulement conforme aux recommandations de l'OACI de 15 minutes, mais elle assure un suivi de 1 minute et a engagée des actions qui maitrise les opérations en cas de présence d'événements indésirables.

Par conséquent, l'étude de risque de sécurité résultante est dans la zone C (jaune) qui est tolérable, la compagnie est tenue de surveiller et contrôler les opérations aériennes pour détecter d'éventuelles anomalies.

Ce changement est jugé tolérable et les mesures d'atténuation des risques proposées par nos soins vont l'amener au niveau de sécurité acceptable « ALARP ».

## **CONCLUSION GENERALE :**

À l'issue de ce travail, nous concluons que la compagnie AIR ALGERIE a atteint les standards de l'OACI et est en conformité avec les SARPs de l'OACI relatives au suivi des aéronefs « Aircraft Tracking » inscrits dans le système global de détresse et de sécurité aéronautique.

Chaque changement introduit aux procédures opérationnelles actuelles engendre vraisemblablement des dangers qui nécessitent une évaluation des risques pour estimer l'impact et se préparer avant la mise en œuvre dudit changement.

Le résultat de notre travail indique qu'AIR ALGERIE maîtrise les risques des dangers identifiés, néanmoins les opérations de suivi des aéronefs nécessitent d'être sous contrôle pour détecter d'éventuels événements pouvant compromettre la sécurité des vols.

Nous avons proposé des mesures d'atténuation des risques pouvant renforcer la sécurité à AIR ALGERIE et rehausser le niveau de sécurité.

Nous proposons pour les étudiants qui nous succèdent d'étudier le projet « Next Generation Air Transportation System » qui est l'automatisation de la gestion du trafic aérien qui est en cours de développement aux états unis « USA ».

## Références Bibliographiques :

[1] : DOC 9859 de l'OACI « Gestion de la Sécurité »

[1] : Annexe 19 de l'OACI «Gestion de la sécurité »

[2]: Doc 9879 de l' OACI “Africa-Indian Ocean Regional Traffic Forecasts 2004-2020”

[3]: ECASTSMSWG-Guidance on Hazard Identification

[4]: Information Notice Eurocopter N° 2255-I-00.

[5] : Annexe 6 de l'OACI, volume 1.

[6] : Circulaire N° 347 de l'OACI « Lignes directrices relatives à la mise en œuvre du suivi des aéronefs »

[7]: Report of the twenty-second meeting of the AFI planning and implementation regional group (APIRG/22) (Accra, Ghana, 29 July – 2 August 2019)

[8] : Treizième conférence de navigation aérienne Montréal (Canada), 9 – 19 octobre 2018. (AN-Conf /13-WP/59)

[9]: ADS-B Implementation and operations guidance document

[10] : APIRG20 IP14 Asecna- Obligation d'emport de transpondeur ADS-B 1090ES OUT\_V3.

[11] : IOSA Standard Manual Ed13

[12] : IOSA Reference Manual Ed10

[13]: [www.wikimemoires.net](http://www.wikimemoires.net)

[14]: [www.icao.int](http://www.icao.int)

[15]: [www.skybrary.aero](http://www.skybrary.aero)

[16]: [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr)

**ANNEXE 1 : Check-list de vérification de conformité par rapport  
aux exigences de l'EASA**

ANNEXE 1 : Vérification de l'implémentation du suivi des avions «Aircraft tracking » selon les exigences de l'EASA.

Vérification de l'implémentation du suivi des avions «Aircraft tracking » selon les exigences de l'EASA.			
Référence: CAT.GEN.MPA.205 AIRCRAFT TRACKING SYSTEM - AEROPLANES			
	YES	NO	Observation
<b>Equipment performance and procedures when aircraft tracking is required</b>			
(a) Automatic tracking of aéroplane position The aircraft tracking system should rely on equipment capable of automatically detecting and transmitting a position report to the aircraft operator, except if (d)(2) applies. , do you have this equipment?	*		
(b) Position reporting period The tracking of an individual flight should provide a position report at time intervals which do not exceed 15 minutes. Is this deadline respected?	*		
(c) Content of position reports Each position report should contain at least the latitude, the longitude and the time of position determination and whenever available, an indication of the aéroplane altitude, does the position report content contain? (1) One of the position reports may contain only time-stamped data indicating that the aéroplane has left the gate; (2) One of the position reports may contain only time-stamped data indicating that the aéroplane has become airborne; (3) One of the position reports may contain only time-stamped data indicating that the aéroplane has landed; and (4) One of the position reports may contain only time-stamped data indicating that the aéroplane has reached the gate.	*		The report doesn't contain 1 & 4 P.S: It's a recommendation and not a standard.  Français: Le rapport ne contient pas 1 & 4. P.S : C'est une recommandation et non pas un standard.
(d) What are sources of position report? (1) ATC surveillance systems, if the ATC surveillance data source is capable of providing this data with a delay equal to or less than 10 minutes; (2) the flight crew, if the planned flight duration is less than two position reporting periods; (3) aéroplane systems. In that case:	*		

(i) the source of time, latitude and longitude data should be the navigation system of the aéroplane or an approved GNSS receiver; (ii) the source of altitude data should be: (A) the same source as for time, latitude and longitude data, or (B) an approved source of pressure altitude; and (iii) the delivery time of position reports from the aéroplane to the operational control over the flight should, to the extent possible, not exceed 10 minutes; (4) any data source when the position report is of a type designated by (c)(1), (c)(2), (c)(3) or (c)(4). In that case, the delivery time of position reports from the data source to the operational control over the flight should, to the extent possible, not exceed 10 minutes.			
(e) Temporary lack of aircraft tracking data Aircraft tracking data may be incomplete due to a temporary or unexpected issue prior to or during the flight. However, do you follow this requirement? (1) identify any loss of aircraft tracking data which is not due to a temporary issue, and (2) Address any systematic lack of aircraft tracking data affecting a given aéroplane or a given route in a timely manner.	*		
(f) Operational flight control When abnormal flight behavior is suspected, do you check and react without delay as appropriate?	*		
(g) Recording of aircraft tracking data during normal operation When flight following is required, all associated aircraft tracking data including position data from ATC surveillance systems when in use is they recorded on the ground? Is aircraft tracking data for a given flight retained until the flight is confirmed without accident or serious incident occurred?	*		
(h) Retention of Aircraft Tracking Data after an Accident or Serious Incident Following an accident or serious incident, do you keep the aircraft tracking data of the affected flight for at least 30 days? Are you able to provide a copy of this data without delay and in an electronic human readable format using a common text file editor?	*		
(i) Procedures : Have you established procedures that describe your aircraft tracking system, including the identification of abnormal flight behavior and notification of the appropriate ATS unit? if applicable. Have you incorporated these procedures into your emergency response plan?	*		

**ANNEXE 2 : Rapport de position 7T.VKS généré par FDD  
(Rockwell collins)**

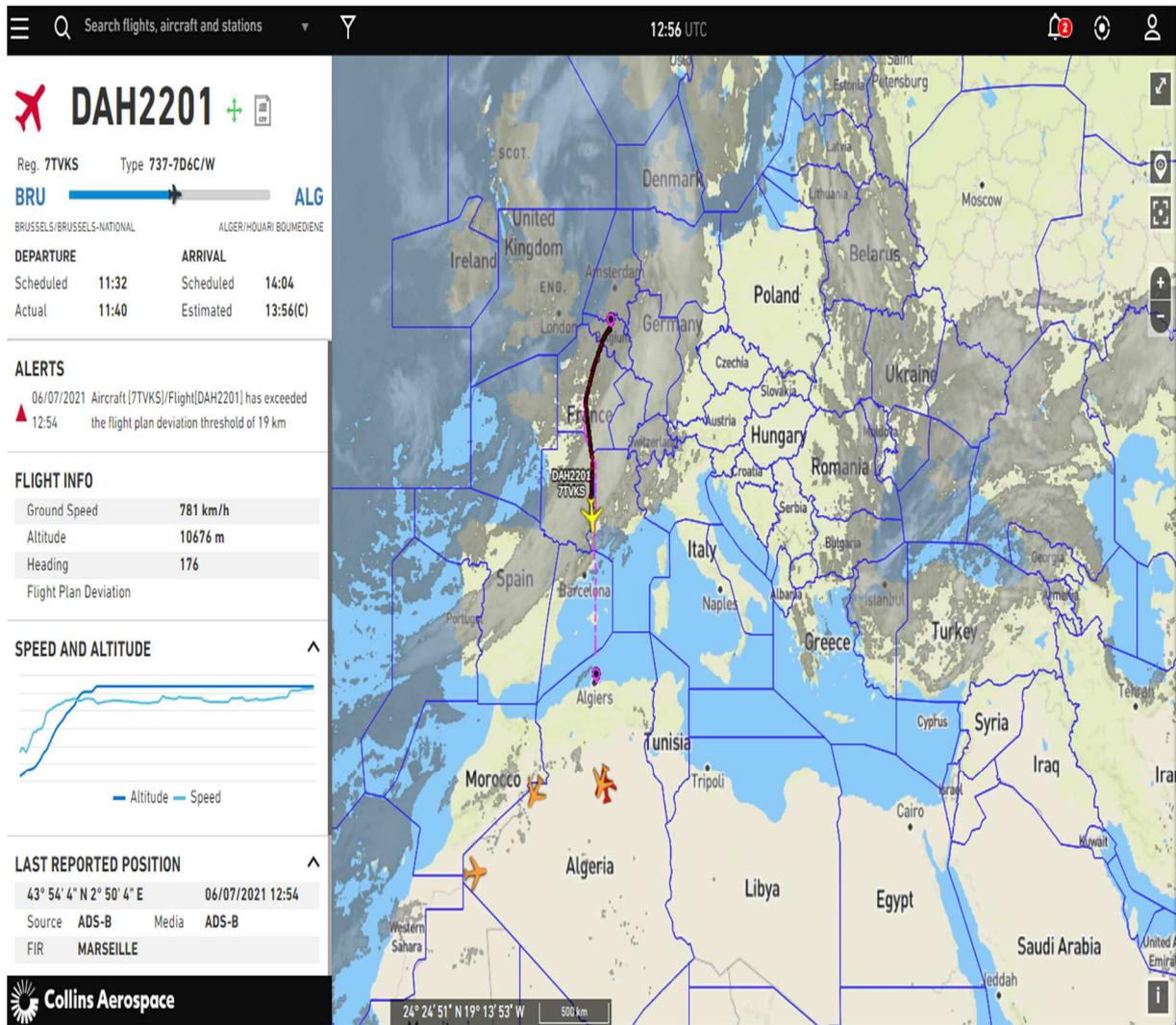
## ANNEXE 2:

## Rapport de position 7T.VKS généré par FDD (Rockwell collins)

TailNumber,sourceTimestamp,flightId,msgType,latitude,longitude,altitude,crossTrackError,sourceDataType,media,departureIcaoCode,destinationIcaoCode,alertType,alertContent  
7TVKS,2021-07-05T12:58:09.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.54596999,8.26375999,38425,0.0073,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T12:58:29.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.51187,8.25136999,39025,0.0058,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T12:58:37.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.48792,8.24254999,39100,0.0003,EURO,EURO,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T12:59:04.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.44836,8.22810999,39700,0.0021,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T12:59:29.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.39226,8.20742,40025,-0.005,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T12:59:58.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.33791999,8.18777,40375,0.0016,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:00:14.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.30313,8.17439,40600,-0.0261,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:00:31.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.27085999,8.15649999,40900,-0.2653,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:00:52.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.23552,8.12988,41000,-0.6781,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:01:21.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.18589999,8.08868,41000,-1.1331,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:02:32.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.06354,7.98698999,41000,-2.2728,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:03:02.000000+00:00,DAH2209,POSITION,48.01286,7.94496999,41000,-2.747,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:03:32.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.96020999,7.90148999,41000,-3.2367,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:04:25.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.86896999,7.82655999,41000,-4.0784,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:04:47.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.83391999,7.79781999,41000,-4.403,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:05:20.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.77427999,7.74906999,41000,-4.9594,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:05:50.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.72283999,7.70697999,41000,-5.5145,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:06:30.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.65572,7.65238999,41000,-6.2313,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:06:49.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.62037999,7.62361999,41000,-6.6121,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:07:19.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.56864999,7.58159999,41000,-7.169,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:07:49.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.51733,7.54011999,41000,-7.7169,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:08:19.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.46486999,7.49783,41000,-8.2763,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:08:38.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.43278999,7.47208,41000,-8.6159,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:08:46.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.36939999,7.66406299,41000,0.0115,EURO,EURO,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:08:59.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.39846,7.44449999,41000,-8.9816,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:09:21.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.35963,7.41336999,41000,-8.0588,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:09:22.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.35573999,7.4116983,41000,-7.9183,EURO,EURO,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:09:51.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.30644,7.3708,41000,-6.6381,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:10:21.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.25484999,7.3296,41000,-5.2605,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:10:51.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.20224999,7.2876,41000,-3.8581,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:11:21.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.15149999,7.24716999,41000,-2.5045,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:11:51.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.09996999,7.20633,41000,-1.1274,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:12:11.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.06638999,7.17598999,41000,-0.3265,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:12:47.000000+00:00,DAH2209,POSITION,47.00518999,7.12744999,41000,1.3011,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:13:17.000000+00:00,DAH2209,POSITION,46.95295999,7.08673,41000,2.7051,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:13:49.000000+00:00,DAH2209,POSITION,46.89835,7.04392999,41000,4.1645,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,  
7TVKS,2021-07-05T13:14:19.000000+00:00,DAH2209,POSITION,46.84505,7.00206999,41000,5.5736,ADS-B,ADS-B,EDDF,DAAG,,

**ANNEXE 3: Logiciel FDD (FLIGHT DATA DISPLAY de Collins  
Rockwell)**

# ANNEXE 3- LOGICIEL FDD (FLIGHT DATA DISPLAY de Collins Rockwell)



## **ANNEXE 4: Module messenger « Rockwell Collins »**

# ANNEXE 4- MODULE MESSENGER « Rockwell Collins »



Home Fleet My Messages Shared Views New Message CCOAH01

### Shared Views: Downlinks

Show messages between

Start: 05/07/2021 00:00 End: Live traffic Apply Archive:

Columns Auto-refresh Expand all Collapse all Clear filters/groups

Faites glisser un en-tête de colonne et déposer ici pour grouper par cette colonne.

	Date/Time	Message Type	SMI	Flight	A/C Reg	A/C Type	Dept.	Dest.
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:57:12	Weather Request	WXR	AH2201	ZT-VKS	Boeing 737-700	MRS	BCN
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:51:20	B737 - Engine Cruise Report _41_	DFD	AH6471	ZT-VJR	Boeing 737-600	VVZ	GHA
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:51:03	Progress Report	FML	AH6471	ZT-VJR	Boeing 737-600	VVZ	GHA
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:49:22	B737 - Engine Take Off Report _43_	DFD	AH6151	ZT-VKA	Boeing 737-800	TIN	CBH
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:48:30	Media Advisory	MED	AH6192	ZT-VJU	Boeing 737-600		
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:47:21	Off Report	A80	AH6151	ZT-VKA	Boeing 737-800	TIN	CBH
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:47:04	Media Advisory	MED	AH6	ZT-VJU	Boeing 737-600		
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:46:24	B737-Performance Report _APM_	DFD	AH6471	ZT-VJR	Boeing 737-600	VVZ	GHA
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:41:04	In Range Report	A80	AH6471	ZT-VJR	Boeing 737-600	VVZ	GHA
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:39:24	Flight Summary Report	A80	AH6384	ZT-VKH	Boeing 737-800	AZR	ORN
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:38:01	Media Advisory	MED	AH6006	ZT-VJT	Boeing 737-600	ELU	ALG
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:37:29	Media Advisory	MED	AH6387	ZT-VKJ	Boeing 737-800	AZR	CZL
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:36:05	Out Report	A80	AH6151	ZT-VKA	Boeing 737-800	TIN	CBH
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:35:50	Media Advisory	MED	AH6184	ZT-VJQ	Boeing 737-600		
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:35:41	Media Advisorv	MED	AH6387	ZT-VKJ	Boeing 737-800	AZR	CZL

Exemple de message via le module Messenger de Rockell Collins



Home Fleet My Messages Shared Views New Message CCOAH01

### Shared Views: Downlinks

Show messages between

Start: 05/07/2021 00:00 End: Live traffic Apply Archive:

Columns Auto-refresh Expand all Collapse all Clear filters/groups

Faites glisser un en-tête de colonne et déposer ici pour grouper par cette colonne.

	Date/Time	Message Type	SMI	Flight	A/C Reg	A/C Type	Dept.	Dest.
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:57:12	Weather Request	WXR	AH2201	ZT-VKS	Boeing 737-700	MRS	BCN
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:51:20	B737 - Engine Cruise Report _41_	DFD	AH6471	ZT-VJR	Boeing 737-600	VVZ	GHA
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:51:03	Progress Report	FML	AH6471	ZT-VJR	Boeing 737-600	VVZ	GHA
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:49:22	B737 - Engine Take Off Report _43_	DFD	AH6151	ZT-VKA	Boeing 737-800	TIN	CBH
<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:48:30	Media Advisory	MED	AH6192	ZT-VJU	Boeing 737-600		
<input checked="" type="checkbox"/>	06/07/2021 12:47:21	Off Report	A80	AH6151	ZT-VKA	Boeing 737-800	TIN	CBH

**New Message to ZT-VKA**

```

szwQU ALGJMAH
.QXSIHXS 061248
szwA80
FI AH6151/AN ZT-VKA
DT QXT EUA2 061248 H29A
- 1101 OFFRP 6151/06 DAOF/DAOR .ZT-VKA
/OUT 1236/OFF 1247/F08 0083/ETA 1402
rtx
                    
```

<input type="checkbox"/>	06/07/2021 12:47:04	Media Advisory	MED	AH6	ZT-VJU	Boeing 737-600		
--------------------------	---------------------	----------------	-----	-----	--------	----------------	--	--