

République Algérienne Démocratique et Populaire.
Ministère de l'Enseignement supérieur et de La Recherche Scientifique.
Université de Blida-1-
Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales.



PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN AERONAUTIQUE

Option : Opération Aériennes

Elaboration d'un outil d'aide à l'analyse de données de vol

Réalisé par :

*MERDAOUI Rayane

*Mr.DEIBOUNE Khalid

Encadré par :

*Mr.DRIOUCH Mouloud

« Promotion : 2016 »

Sommaire

Résumé.....	I
Remerciement.....	II
Dédicace.....	III
Liste de figure.....	IV
Glossaire.....	V
Introduction générale.....	01
Chapitre I : Présentation de la compagnie d’AIR TASSILI.....	02
I.1 Introduction.....	02
I.2 Création et l’évolution de la compagnie.....	02
I.3 Politique de Tassili Airlines.....	03
I.4 Les différentes missions de Tassili Airlines.....	05
I.5 Les services de Tassili Airlines.....	05
I.6 La flotte de la compagnie Tassili Airlines.....	06
I.7 Structure de l’organisation Le programme de sécurité de Tassili Airlines.....	06
I.8 Le programme de sécurité de Tassili Airlines.....	08
I.9 Bureau sécurité des vols.....	08
I.10 Conclusion.....	10
Chapitre II : Généralités sur le FDA.....	11
II.1 Introduction.....	11
II.2 Un aperçu sur la sécurité aérienne.....	11
II.2.1 L’évolution du trafic aérien.....	11
II.2.2 L’avion, le moyen de transport le plus sûr :.....	12
II.2.3 Les causes d’accidents aériens.....	14
II.3 Historique.....	16
II.4 Définition de l’analyse de données.....	17
II.5 La source des données FDA.....	18
II.6 Station d’analyse au sol.....	23
II.7 L’utilisation d’un FDAP.....	24
Chapitre III : Description d’un programme d’analyse de données.....	32
III.1 Introduction.....	32
III.2 Description d’un programme d’analyse de données de vol.....	33
III.2.1 Vue d’ensemble d’un FDAP.....	33

III.2.2 Équipement FDA	33
III.3 Traitement des données FDA.....	36
III.3.1 Détection de dépassements.....	36
III.3.2 Mesures systématiques.....	37
III.3.3 Enquêtes sur les incidents.....	37
III.3.4 Maintien de la navigabilité.....	38
III.3.5 Analyse intégrée de la sécurité.....	38
III.4 Analyse et suivi.....	39
III.5 Conditions d'efficacité du programme	40
III.5.1 Protection des renseignements FDA.....	40
III.5.2 Participation des équipages de conduite	42
III.5.3 Culture de la sécurité.....	43
III.6 L'analyse des données de vol.....	44
Chapitre IV : Application.....	54
IV.1 Introduction à l'Access	54
IV.2 Création de l'Application	55
IV.3 Affichage final de l'application.....	58
Conclusion générale.....	68
Bibliographie.....	VI

Résumé

Pendant ses premières années, l'aviation commerciale était une activité soumise à une réglementation peu contraignante, caractérisé par une technologie sous -développée.

A l'époque, l'enquête sur les accidents, entravés par l'absence des moyens autres qu'un appui technologique de base, était tout un défi.

Des améliorations technologiques et des nouveaux systèmes, allant de pair avec le développement progressif de l'aviation parmi eu le système d'analyse des données de vol (FDA).

L'objectif de la présente thèse est d'arbore le maximum d'informations relative au système d'analyse des données de vol et d'élaborer une simple simulation de ce système.

Les mots clés :FDA, système d'analyse des données de vol .

Abstract

During its early years, commercial aviation was an activity subject to undemanding regulation, characterized by underdeveloped technology.

At the time, the accident investigation, hampered by lack of means other than a basic technological support, was a challenge.

Technological improvements and new systems, coupled with the gradual development of aviation such as the analysis of flight data system (FDA).

The objective of this thesis is to display the maximum of information on the system of analysis of flight data and develop a simple simulation of this system

Key words : FDA, Flight data analyze system .

ملخص

خلال سنواته الأولى، كان الطيران التجاري نشاط يخضع لتنظيم متساهل، الذي يعتمد على تكنولوجيا متطورة.

في ذلك الوقت، كان التحقيق في الحوادث، يعوقها عدم وجود وسائل أخرى من الدعم التكنولوجي الأساسي، يشكل تحدياً.

كانت التحسينات التكنولوجية والنظم الجديدة، إلى جانب التطور التدريجي للطيران من تحليل نظام بيانات الرحلة (FDA).

والهدف من هذه الرسالة هو عرض الحد الأقصى من المعلومات حول نظام تحليل بيانات الرحلة وتطوير محاكاة بسيطة لهذا النظام.

الكلمات المفتاحية: FDA, نظام تحليل بيانات الرحلة.

Remerciements

Je remercie en premier lieu Allah, le tout puissant, pour m'avoir donné la volonté, le courage, la patience et la force nécessaire, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui sont hissés au travers de mon chemin, durant toutes les années d'études.

J'adresse mes sincères remerciements à mes parents, mes frères, mes sœurs, et mes proches amis qui m'ont toujours étant encouragé et soutenus.

De même, j e tient à exprimer ma gratitude à mes promoteurs et encadreurs Mr. Driouche et Mr. Deiboune pour tous leur aides et disponibilités ainsi que pour leur conseil

Je voudrais également témoigner ma reconnaissance envers Mr. Bencured et Mr. Benaïssa pour tout le temps qu'ils ont consacré afin de réaliser mon projet.

Enfin, je veux transmettre mes plus sincères remerciements à tous les personnes qui m'ont assistée durant l'accomplissement de mon travail.

Merci

Dédicaces

A Dieu source de toutes les connaissances...

*A la plus belle perle du monde, ma raison de vivre ... ma tendre Mère,
« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne
pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce
modest travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours
entourée. »*

A la mémoire de mon chère Père,

*« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de
mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te accueille
dans son infinie Miséricorde »*

A mes adorables sœurs : Hiba, Selma et Oumaima

Mes chers frères : Abd rahmane et Ahmed

*« Merci d'être toujours à mes côtés, par votre présence, amour et tendresse, pour donner du
gout à ma vie. Je prie Dieu pour qu'il vous donne bonheur et prospérité. »*

A mes cousines : Marwa et Takwa...

A mon mari ; Aïmen

A toute ma famille

« Pour leur amour, leur confiance et leur respect qu'ils m'ont toujours accordé »

A toutes mes amies spécialement : Asmaa, Soumia, Khadija, Chahrazed, Soumia,

Radhia, Meriam, Nassima et Zineb

*« En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liés et des bons moments passés ensemble.
Pour une sincérité si merveilleuse... jamais oubliable, en leur souhaitant un avenir radieux et
plein de bonnes promesses. »*

Rayane

La Liste des figures

Figure I.1	Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne Tassili Airlines	07
Figure I.2	La structure du FSB	09
Figure II.1	graphique représentant l'évolution du trafic régulier.....	11
Figure II.2	Bilan des accidents mortels de passagers survenus en services réguliers dans le monde en 2014	12
Figure II.3	Evolution des taux annuels d'accidents et de décès de passagers depuis 1987	
Figure II.4	les causes d'accidents aériens.....	15
Figure II.5	boite noir.....	19
Figure II.6	Intérieur d'un enregistreur métallique.....	20
Figure II.7	Intérieur d'un enregistreur magnétique.....	21
Figure II.8	Carte mémoire d'un enregistreur « Solid State ».....	22
Figure II.9	Station d'analyse au sol.....	23
Figure II.10	Concept de causalité de l'accident.....	27
Figure II.11	Stratégies, niveau d'intervention et outils.....	28
Figure II.12	FDA est un système bloquée de boucle.....	31
Figure III.1	Fenêtre d'entrée des données.....	45
Figure III.2	Détection automatique des dépassements	47
Figure III.3	Résultat de l'analyse manuelle.....	48
Figure III.4	Les actions de la commission d'analyse	49
Figure IV. 1	Les objets de l'Access.....	55
Figure IV. 2	La table des vols.....	56
Figure IV. 3	La table des données des vols.....	56
Figure IV. 4	La relation entre les deux tables.....	57
Figure IV. 5	Affichage des tables.....	57
Figure IV. 6	Requête d'analyse des vitesses en décollages.....	58
Figure IV. 7	Onglet des vols du menu de démarrage.....	58
Figure IV. 8	Onglet des évènements.....	59
Figure IV. 9	Exemple d'affichage.....	59
Figure IV. 10	Les informations de vol.....	60
Figure IV. 11	Les données de vol analysées.....	60
Figure IV. 12	Choix d'un évènement dans l'onglet Events.....	61

Figure IV. 13	Speed exceedence in cruse.....	62
Figure IV. 14	Speed exceedence in landing.....	63
Figure IV. 15	Choix du deuxième évènement.....	64
Figure IV. 16	Résultats de deuxième évènement en décollage.....	65
Figure IV. 17	Résultat de deuxième évènement en croisière.....	66
Figure IV.18	Résultat de deuxième évènement pour l'atterrissage.....	67

Glossaire

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

Accident : Événement lié à l'utilisation d'un aéronef, qui, dans le cas d'un aéronef avec pilote, se produit entre le moment où une personne monte à bord avec l'intention d'effectuer un vol et le moment où toutes les personnes qui sont montées dans cette intention sont descendues, ou, dans le cas d'un aéronef sans pilote, qui se produit entre le moment où l'aéronef est prêt à manœuvrer en vue du vol et le moment où il s'immobilise à la fin du vol et où le système de propulsion principal est arrêté, et au cours duquel :

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

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

b) l'aéronef subit des dommages ou une rupture structurelle :

- ☞ qui altèrent ses caractéristiques de résistance structurelle, de performances ou de vol et..
- ☞ qui normalement devraient nécessiter une réparation importante ou le remplacement de l'élément endommagé, sauf s'il s'agit d'une panne de moteur ou d'avaries de moteur, lorsque les dommages sont limités à un seul moteur (y compris à ses capotages ou à ses accessoires), aux hélices, aux extrémités d'ailes, aux antennes, aux sondes, aux girouettes d'angle d'attaque, aux pneus, aux freins, aux roues, aux carénages, aux panneaux, aux trappes de train d'atterrissage, aux pare-brise, au revêtement de fuselage (comme de petites entailles ou perforations), ou de dommages mineurs aux pales de rotor principal, aux pales de rotor anti couple, au train d'atterrissage et ceux causés par de la grêle ou des impacts d'oiseaux (y compris les perforations du radome)

ou

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

Analyse des données de vol : Processus consistant à analyser les données de vol enregistrées afin d'améliorer la sécurité des vols.

Avion : Aérodyne entraîné par un organe moteur et dont la sustentation en vol est obtenue principalement par des réactions aérodynamiques sur des surfaces qui restent fixes dans des conditions données de vol.

Causes : Actes, omissions, événements, conditions ou toute combinaison de ces divers éléments qui ont conduit à l'accident ou à l'incident. L'établissement des causes n'implique pas l'attribution des fautes ou la détermination d'une responsabilité administrative, civile ou criminelle.

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

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

Enregistreur de bord : Tout type d'enregistreur installé à bord d'un aéronef dans le but de faciliter les investigations techniques sur les accidents et incidents.

Exploitant : Personne, organisme ou entreprise qui se livre ou propose de se livrer à l'exploitation d'un ou de plusieurs aéronefs.

FDA (terme de l'OACI) : Programmes d'analyse de données de vol: c'est un programme proactif et non-punitif pour recueillir et analyser les données qui sont enregistrées en vol pour améliorer les performances d'équipage de vol, les modes opératoires, les procédures de commande de trafic aérien, les services de navigation aérienne, l'entretien des avions et leur conception.

FDM (terme utilisé en UK) : Flight Data Monitoring .la surveillance des données de vol terme de FDA utilisé en UK et en Europe, un système capable d'analyser les paramètres enregistrés d'un vol, convertissant et traitant les données pour détecter des événements.

FOQA (terme utilisé en US) : FAA Flight Operational Quality Assurance Program, terme de FDA utilisé en Amérique.

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

Incident grave : Incident dont les circonstances indiquent qu'il y a eu une forte probabilité d'accident, qui est lié à l'utilisation d'un aéronef et qui, dans le cas d'un aéronef avec pilote, se produit entre le moment où une personne monte à bord avec l'intention d'effectuer le vol et le moment où toutes les personnes qui sont montées dans cette intention sont descendues, ou qui, dans le cas d'un aéronef sans pilote, se produit entre le moment où l'aéronef est prêt à manœuvrer en vue du vol et le moment où il s'immobilise à la fin du vol et où le système de propulsion principal est arrêté.

Maintenance : Exécution des tâches nécessaires au maintien de la navigabilité d'un aéronef. Il peut s'agir de l'une quelconque ou d'une combinaison des tâches suivantes : révision, inspection, remplacement, correction de déféctuosité et intégration d'une modification ou d'une réparation.

Masse maximale : Masse maximale consignée au certificat de navigabilité.

Membre d'équipage : Personne chargée par un exploitant de fonctions à bord d'un aéronef pendant une période de service de vol.

Moteur : Appareil utilisé ou destiné à être utilisé pour propulser un aéronef. Il comprend au moins les éléments et l'équipement nécessaires à son fonctionnement et à sa conduite, mais exclut l'hélice/les rotors (le cas échéant).

Pilote commandant de bord : Pilote désigné par l'exploitant, ou par le propriétaire dans le cas de l'aviation générale, comme étant celui qui commande à bord et qui est responsable de l'exécution sûre du vol.

Programme national de sécurité : Ensemble intégré de règlements et d'activités destinés à améliorer la sécurité.

Service : Toute tâche qu'un membre d'équipage de conduite ou de cabine est tenue par l'exploitant d'accomplir, y compris, par exemple, le service de vol, les tâches administratives, la formation, la mise en place et la réserve si elle est susceptible de causer de la fatigue.

Simulateur de vol : donnant une représentation exacte du poste de pilotage d'un certain type d'aéronef de manière à simuler de façon réaliste les fonctions de commande et de contrôle des systèmes mécaniques, électriques, électroniques et autres systèmes de bord, l'environnement normal des membres d'équipage de conduite ainsi que les caractéristiques de performances et de vol de ce type d'aéronef.

Système : Une combinaison d'éléments physiques, des procédures et de ressources humaines organisées pour obtenir une fonction.

Système de gestion de la sécurité : Approche systémique de la gestion de la sécurité comprenant les structures organisationnelles, responsabilités, politiques et procédures nécessaires.

Sécurité : L'état dans lequel la possibilité de lésions corporelles ou de dommages matériels est réduite à un niveau acceptable, et maintenue à ce niveau ou sous ce niveau, par un processus continu d'identification des dangers et de gestion des risques de sécurité.

SHEL : C'est un modèle qui met l'accent sur l'individu et sur les interfaces de l'humain avec les autres composantes et caractéristiques du système. Son nom est formé des initiales de ses quatre éléments :

- a) Software (S) (documents : procédures, formation, soutien, etc.) ;
- b) Hardware (H) (machines et équipement) ;
- c) Environment (E) [conditions d'exploitation dans lesquelles le reste du système (L-H-S) doit fonctionner] ;
- d) Liveware (L) (humains sur le lieu de travail).

Travail aérien : Activité aérienne au cours de laquelle un aéronef est utilisé pour des services spécialisés tels que l'agriculture, la construction, la photographie, la topographie, l'observation et la surveillance, les recherches et le sauvetage, la publicité aérienne, etc.

Méthode réactive : Réagit à des événements qui se sont déjà produits, tels que des incidents ou accidents.

Méthode proactive : Cherche activement à identifier les risques de sécurité par l'analyse des activités de l'organisation.

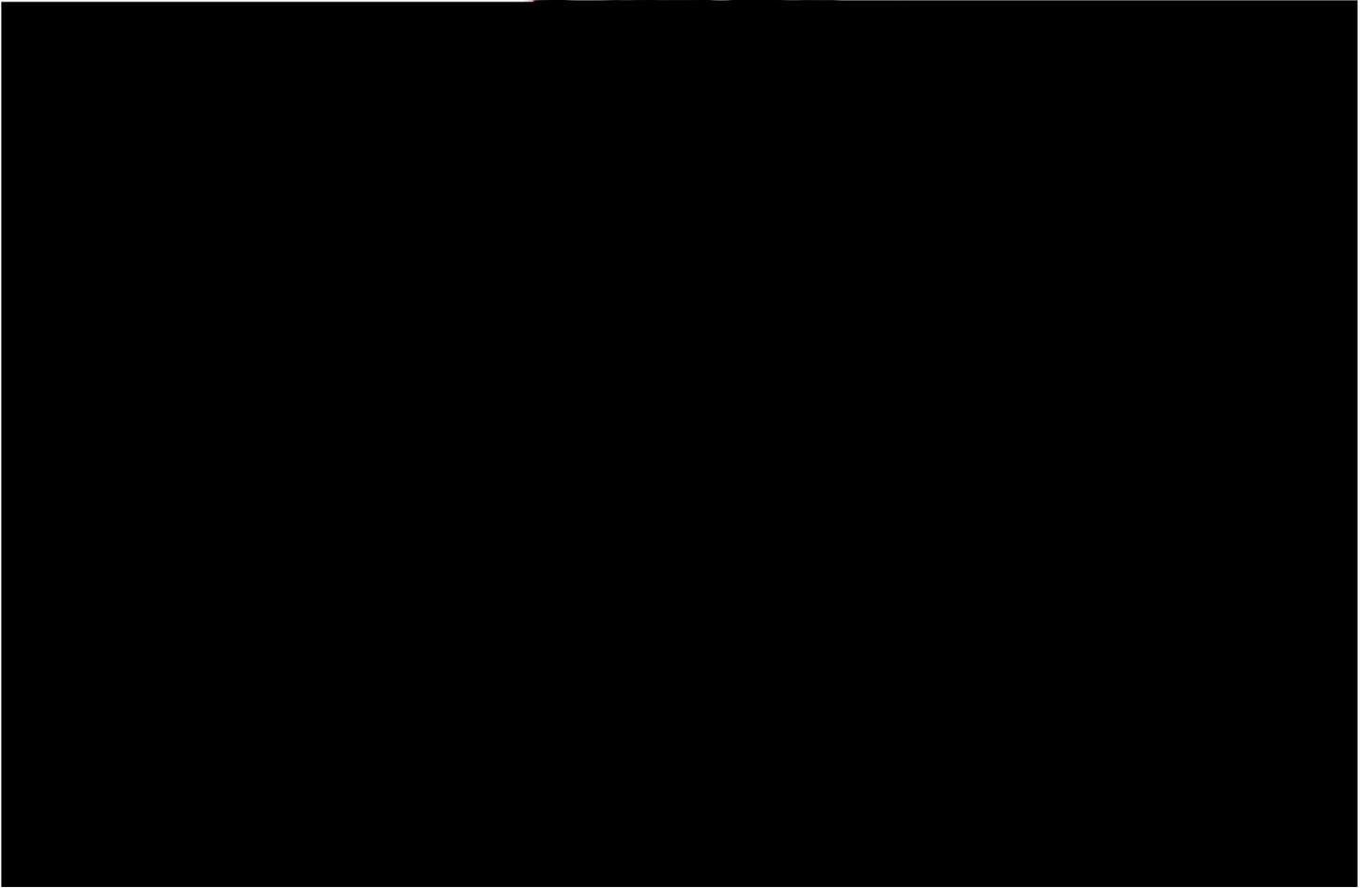
Méthode prédictive : saisit la performance du système comme elle se produit dans les opérations normales en temps réel, pour identifier de futurs problèmes potentiels

Vol : Parcours d'une ou plusieurs étapes consécutives repéré par un même numéro de vol et une même date.

Chapitre I :
Présentation de la compagnie
d'AIR TASSILI



Chapitre II :
Généralités sur le FDA



Chapitre III :
Description d'un programme
d'analyse des données

Chapitre IV :
Application

Introduction générale :

À l'origine, les enregistreurs de bord servaient principalement à aider les enquêteurs sur les accidents et les incidents, surtout dans les cas d'accidents ayant entraîné la mort de tous les membres d'équipage.

L'analyse des données enregistrées s'est révélée également utile pour mieux comprendre la sécurité de l'exploitation. En consultant régulièrement les paramètres de vol enregistrés, on peut en apprendre beaucoup sur la sécurité des vols et les performances des cellules et des moteurs. Des données utiles sur le déroulement normal des opérations quotidiennes sont ainsi disponibles, ce qui permet de replacer dans leur contexte les données relatives aux accidents et aux incidents.

Par ailleurs, l'analyse de ces données anonymisées peut aider à déceler de manière prédictive les dangers pour la sécurité avant qu'un incident ou un accident ne se produise. Pour tirer le meilleur parti possible de ces avantages, un certain nombre d'exploitants ont mis en place des systèmes afin d'analyser régulièrement les données de vol enregistrées. L'industrie aéronautique analyse de plus en plus les données enregistrées au cours des opérations normales afin d'appuyer les systèmes de gestion de la sécurité (SGS) des organisations.

L'analyse des données de vol (FDA) donne aux responsables de la gestion un outil de plus pour déceler de manière proactive les dangers pour la sécurité, et pour limiter et atténuer les risques connexes.

Nous allons focaliser dans cette étude d'arborer le maximum d'informations relative au système d'analyse des données de vol et d'élaborer une simple simulation de ce système.

Ce manuscrit est composé d'une introduction générale, de quatre chapitres et d'une conclusion générale. Dans le premier chapitre, une présentation de la compagnie d'accueil de cette étude Air Tassili.

Le deuxième chapitre donne des généralités concernant le FDA et la sécurité en manière générale.

La troisième chapitre est consacré pour donner une description d'un programme d'analyse de données de vol

Et enfin un dernier chapitre qui contient la simulation de programme d'analyse de données de vol qu'on a créé.

I. Introduction

Tassili Airlines est une compagnie aérienne algérienne filiale de la compagnie pétrolière Sonatrach son code OACI est **DTH** et son code IATA est **SF**. Elle assure des vols réguliers ou non réguliers nationales ou internationales. Son hub principal est l'aéroport d'Alger Houari Boumediene.

Tassili Airlines est aujourd'hui une compagnie aérienne de transport de passagers et de marchandises dont le capital social est de 29 milliard de dinars y compris les principaux aéroports algériens, notamment ceux proches des zones pétrolifères ou de gisements de gaz naturel du Sahara algérien tels que les aéroports d'Hassi Messaoud, d'Hassi R'Mel et de Zarzaitine, et depuis 2012, elle a ouvert ses premières destinations des vols réguliers internationaux au grand public ,tel que Barcelone ,Strasbourg ,et Rome.

Le présent chapitre vise à fournir une vue d'ensemble sur la compagnie aérienne d'Air Tassili, ainsi que les systèmes utilisé au sein de la compagnie pour assurer la sécurité de ses vols.

I.2 Création et l'évolution de la compagnie ^[1]

Tassili Airlines a été créé le 4 mars 1998 et effectue ses premiers vols en avril 1999, Tassili Airlines est initialement une coentreprise entre la compagnie aérienne Air Algérie (49% du capital social) et la compagnie pétrolière Sonatrach (51% du capital social).

Sa mission était de réaliser des services aériens dédiés aux sociétés pétrolières et para pétrolière en Algérie.

En 2005, elle devient une filiale à 100 % de Sonatrach après le rachat des actions que détenait Air Algérie. Sonatrach décide alors de restructurer la compagnie Tassili Airlines en un groupe aérien qui dispose de trois filiales :

- Naftatassili Air, qui s'occupe du transport des travailleurs du secteur à partir des gisements d'hydrocarbures,
- Tassili Airlines, qui s'occupe du transport public domestique et international, de passagers et de marchandises,
- Tassili Travail Aérien (TTA), filiale de Tassili Airlines, qui s'occupe du travail aérien.

Le 28 septembre 2011, Tassili Airlines reçoit l'autorisation du ministère des Transports algériens pour effectuer des vols grand public.

Le 4 octobre 2011, la compagnie aérienne réceptionne son quatrième Boeing 737-800 et procède à l'inauguration de sa première agence commerciale, à l'aéroport d'Alger.

Depuis fin novembre 2011, la compagnie aérienne a obtenu le label international de qualité IOSA, délivré par l'Association internationale du transport aérien (IATA).

Le 28 septembre 2012, la compagnie a inauguré son premier vol international « destination Rome ».

Le 5 juillet 2013, la compagnie a inauguré deux vols internationaux « destination Saint-Étienne et Grenoble en France ».

I.3 Politique de Tassili Airlines

Une politique articulée autour de 5 engagements fondamentaux :

- Sécurité des vols
- Sûreté aérienne
- Qualité
- HSE
- Certification IOSA
- L'implication collective garante de l'efficacité maximale

I.3.1 Sécurité des vols :

Implémentation du Système de Gestion de la Sécurité (SGS) exigé par l'OACI :

- Création de la structure chargée du suivi, de l'analyse et de la sécurité des vols (Flight Safety Bureau/FSB) ;
- Mise en place d'un Comité de Sécurité des vols pour l'identification des dangers et la gestion des risques ;
- Mise en place d'une cellule de traitement des incidents et prise en considération du retour d'expérience (recommandations)

- Mise en place d'un plan d'urgence qui décrit et précise les tâches, responsabilités et actions à entreprendre face aux conséquences d'un accident.

I.3.2 Sûreté aérienne :

Le programme de la sûreté aérienne est une exigence de l'Annexe 17 de l'OACI et concerne :

- La protection des personnes et des biens contre tout acte d'intervention illicite
- Création de la structure chargée de la sûreté aérienne
- Elaboration du programme de sûreté de la compagnie.

I.3.3 Qualité :

- Implémentation du Système de Gestion Qualité (SGQ) exigé par la réglementation nationale et internationale
- Programme d'Audit Qualité 2011 approuvé et en cours d'exécution
- Sensibilisation du personnel de Tassili Airlines en matière de qualité et de facteur humain
- Application du principe de l'amélioration continue.

I.3.4 Hygiène, Santé, Sécurité et Environnement (HSE) :

- Application effective de la politique du groupe SONATRACH en matière d'hygiène, santé, sécurité, et environnement
- Maitrise des risques professionnels en entreprise
- Coordination des travaux en vue de l'obtention des certifications ISO 14001 et OHSAS 18001 dès 2012.

I.3.5 IOSA

Tassili Airlines s'est inscrite volontairement dans le programme IOSA (IATA Operational Safety Audit) en vue de rehausser le niveau de sécurité de ses activités.

I.4 Les différentes missions de Tassili Airlines

La société a pour objet l'organisation et l'exploitation de services aériens de transport par aéronef, sur le réseau national et international, dans le domaine suivant :

- Réalisation des vols réguliers
- Réalisation des vols à la demande
- Affrètement d'avion
- Entretien technique des avions
- Formation du personnel technique aéronautique
- Activité connexe (Catering, assistance au sol, représentation,.....)
- Toutes autres opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à son objet social.

I.5 Les services de Tassili Airlines

→ Vols charters pétroliers :

C'est la vocation première de Tassili Airlines qui collabore avec les sociétés pétrolières, para pétrolières et toutes celles du secteur de l'énergie et des mines, en mettant à leur disposition des vols charters dédiés à leurs besoins spécifiques.

→ Vols à la demande :

C'est un service de Tassili Airlines, qui permet aux clients de louer un aéronef (avion ou hélicoptère) suivant plusieurs formules : un vol, une série de vols, évacuation sanitaire.

→ Travail aérien :

C'est une filiale de Tassili Airlines qui assure les activités suivantes :

- Transport de la petite relève du personnel du secteur des hydrocarbures
- Transport de délégations du secteur des hydrocarbures (TAXI et VIP)
- EVASAN (Evacuation sanitaires)
- Surveillance héliportée des installations industrielles
- Lavage des isolateurs des lignes électriques HT et THT, la thermographie et les inspections visuelles
- Offshore héliporté.

- Traitement phytosanitaire par voie aérienne et lutte Antiacridienne
- Lutte contre les feux

I.6 La flotte de la compagnie Tassili Airlines

Tassili Airlines possède aujourd'hui, en toute propriété, une flotte d'aéronefs de divers types qui lui permet de répondre, de façon adaptée, à la demande du marché aérien en Algérie. Elle est composée de 31 aéronefs dont la capacité va de 4 à 155 sièges, cette flotte est en cours de modernisation et d'extension ; les avions les plus récents, reçus en 2011, sont les Boeing 737-800 NG.

Les types d'avions de la flotte de Tassili Airlines sont:

- 04 Boeing 737-800 : 7T-VCA, 7T-VCB, 7T-VCC et 7T-VCD ;
- 04 Bombardiers Q400(DH8D) ;
- 04 Bombardiers Q200(DH8B) ;
- 03 Beechcraft 1900D ;
- 04 Cessna 208G/C ;
- 05 Pilatus PC6 ;
- 07 Bell Helicopter 206 Long Ranger.

I.7 Structure de l'organisation

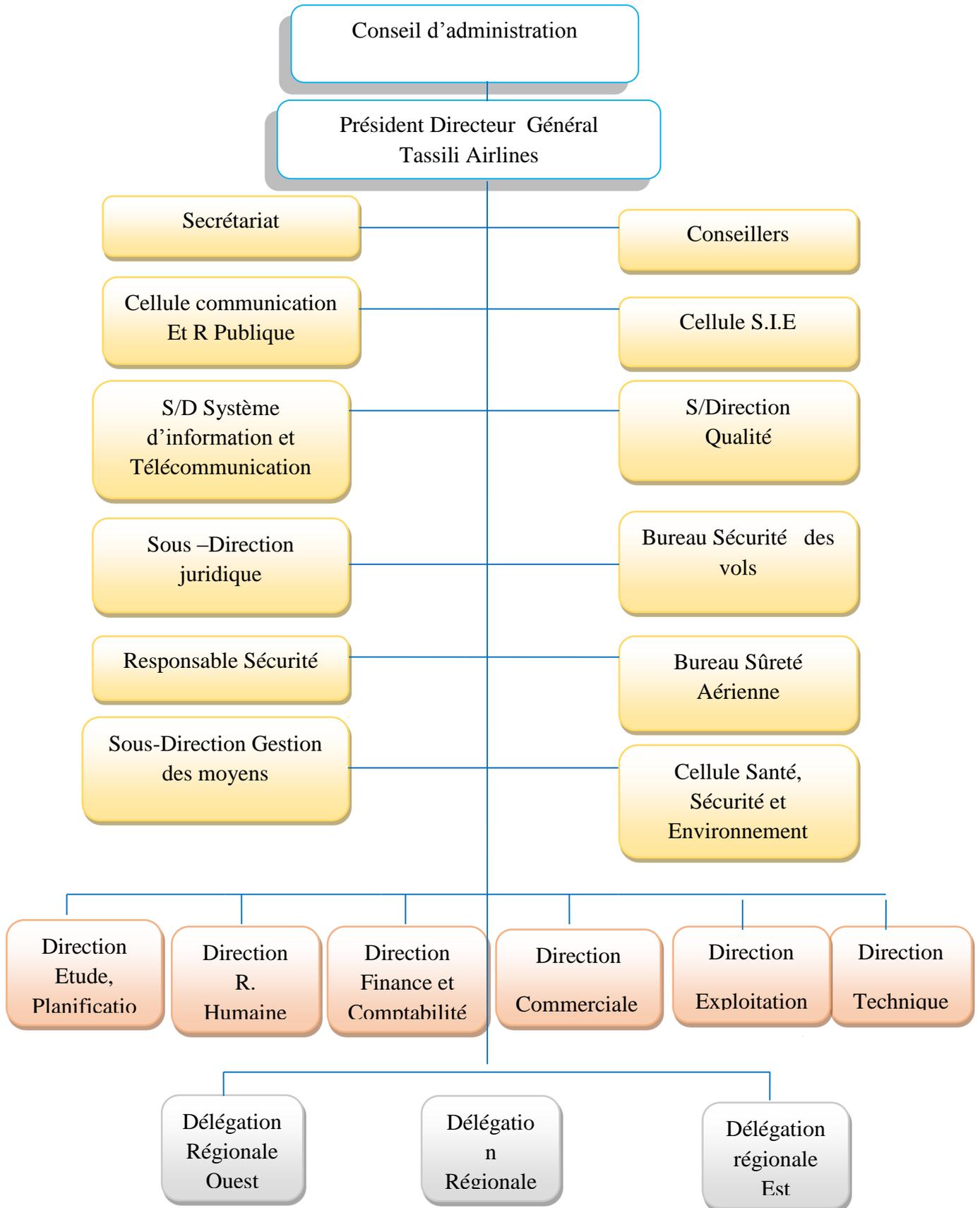


Figure I.1 Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne Tassili Airlines [2]

I.8 Le programme de sécurité de Tassili Airlines

L'objectif principal de Tassili Airlines est de prévenir les incidents et/ou accidents dans l'exploitation de ses vols. La sécurité des vols reçoit la plus haute priorité dans toutes les activités de la compagnie, pour cela la Direction Générale confie la mise en œuvre du programme de sécurité au Bureau Sécurité des Vols « FSB ». où elle s'engage à ce qu'aucun membre du personnel ne soit appelé à compromettre les normes de sécurité de la compagnie dans l'accomplissement de son travail. Pour y parvenir, les membres de la compagnie examineront de façon continue ses activités (les opérations vols, sol et maintenance) pour déceler les dangers potentiels et trouver des moyens de les réduire au strict minimum.

I.9 Bureau sécurité des vols

Le Bureau Sécurité des Vols (FSB) est mis en place pour répondre à ces préoccupations des règlements régissant l'aviation civile

I.9.1 Le rôle du FSB :

Le Bureau Sécurité des Vols a pour rôle la promotion de la sécurité des vols par décryptage et analyse des incidents rapportés par les équipages.

I.9.2 Structure de FSB :

Le Bureau Sécurité des Vols au sein duquel est désigné un Chef du Bureau, est rattaché directement à la Direction Générale. Il dispose des structures suivantes ^[2] :

- Comité de Sécurité : un outil de gestion autour duquel les questions liées à la sécurité sont examinées sous forme d'un forum et dont les recommandations et orientations contribuent à prévenir tout accident /incident.
- Cellule Incident : permet à la compagnie de répondre à toutes situations d'incident survenu lors de l'exploitation des vols et de prendre toutes les actions nécessaires pour assurer le retour d'expérience.
- Département Sécurité des vols et Gestion des Risques qui permet l'analyse des vols et l'évaluation et l'atténuation du risque en utilisant des rapports obligatoire ou volontaire d'incidents/accidents non punitives, qui encouragerait la franchise face à l'erreur

➤ Département Prévention Accidents / Incidents et Facteurs Humains.

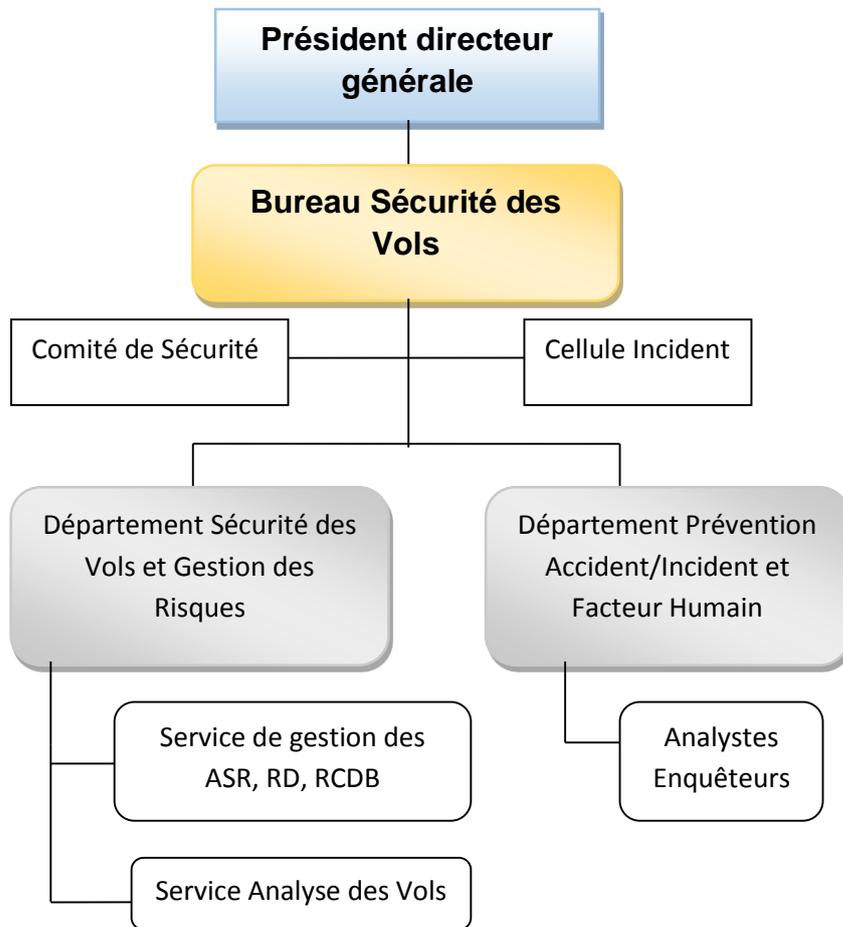


Figure I.2 : La structure du FSB [2]

I.10 Conclusion

La taille d’AIR TASSILI, l’importance et la diversité de son réseau, l’environnement concurrentiel dans lequel elle évolue et ses ambitions de croissance font de la sécurité un enjeu majeur qu’il est vital de maîtriser.

En outre, la sécurité ne doit pas constituer un obstacle mais plutôt un atout pour la TAL face à sa volonté de tisser un solide réseau d'accords commerciaux et stratégiques.

Consciente de l'enjeu que représente la sécurité, la TAL a depuis toujours œuvré à respecter des consignes de sécurité très strictes. Que ce soit à propos de la maintenance courante des avions, de la prévention et de la gestion des incidents ou accidents, comme l'entraînement des pilotes, du temps et des conditions de repos des équipages, des heures limites de vol, etc.

Aujourd'hui l'ensemble des systèmes d'exploitation de la TAL est actuellement conforme au standard JAR OPS. L’AIR TASSILI s’est engagée en conséquence à instaurer un système d’analyse des données de vol dans le but de l’amélioration de leurs systèmes de sécurité.

II.1 Introduction

L'amélioration continue de la sécurité de l'aviation à l'échelle mondiale est fondamentale au maintien de l'important rôle que joue le transport aérien dans le développement économique et social durable partout sur la planète. Pour l'aviation, qui emploie directement et indirectement près de 56,6 millions de personnes, qui contribuent pour plus de deux mille milliards de dollars au produit intérieur brut (PIB) mondial et qui transporte annuellement plus de 3 milliards de passagers et pour 5 300 milliards de dollars de fret, la sécurité doit être la priorité absolue.

II.2 Un aperçu sur la sécurité aérienne

II.2.1 L'évolution du trafic aérien

Sur les 20 dernières années, le volume mondial de passagers transportés par voie aérienne a augmenté de 127%, soit un taux de croissance annuel moyen de 4,96%, les compagnies aériennes ont transporté 3,2 milliards de passagers dans le monde en 2014. Soit l'équivalent de 95 passagers par seconde qui montent dans un avion ^[4].

Mesurée en termes de revenus par passager et par kilomètre franchi (RPK), la hausse du trafic passager a atteint 5,9 % en 2014.

Ainsi vers 2030, c'est plus de 6,4 milliards de passagers qui devraient emprunter l'avion, selon les projections actuelles de l'OACI.

La figure ci-dessous montre l'évolution du trafic aérien depuis 2002 à 2011.

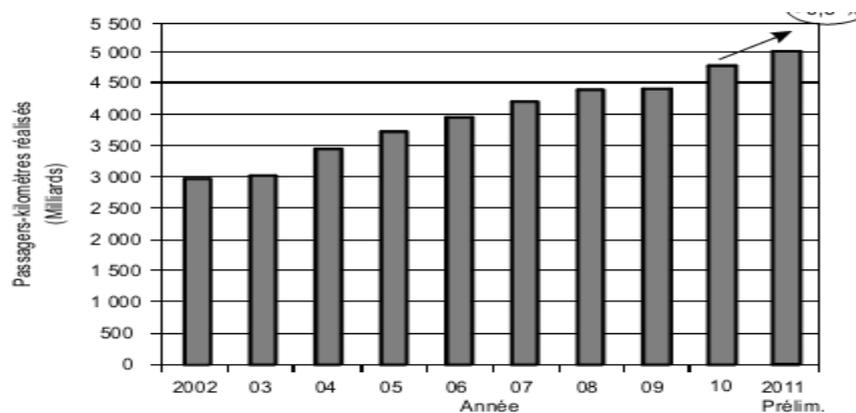


Figure II.1 : graphique représentant l'évolution du trafic régulier

II.2.2 L'avion, le moyen de transport le plus sûr :

Avec 3 milliards de passagers par an (2013) et seulement moins de 300 morts, le transport aérien reste de loin le mode de transport le plus sûr, même si l'année 2014 s'est avérée la plus meurtrière du début du 21ème siècle avec des accidents de première importance (ATR-72 près de l'aéroport de Magong, disparition de l'avion de la Malaysia Airlines, avion de la Malaysia Airlines abattu en Ukraine -par les Russes- et l'accident d'Air Algérie au Mali).

Date	Exploitant	État de l'exploitant	Lieu de l'accident	Aéronef	Passagers tués	Membres équipage tués	Morts au sol	Phase du vol
16 février	Nepal Airlines	Népal	Népal	DHC-6 300	15	3	0	Croisière
8 mars	Malaysia Airlines	Malaisie	Inconnu à ce jour	B777-200ER	227	12	0	Croisière
23 juillet	TransAsia Airways	Taiwan	Taiwan	ATR-72	44	4	0	Atterrissage
24 juillet	Swiftair (pour Air Algérie)	Espagne	Mali	MD-83	110	6	0	Croisière
10 août	Sepahan Airlines	Iran	Iran	HESA IrAn-140	31	8	0	Montée initiale
28 déc.	Indonesia AirAsia	Indonésie	Mer de Java	A320	155	7	0	Croisière

Figure II.2 : Bilan des accidents mortels de passagers survenus en services réguliers dans le monde en 2014 ; aéronefs $\geq 2,25$ t ^[4]

N.B : Népal Airlines est une compagnie qui figurait sur la « liste noire » de la Commission européenne en vigueur fin 2014.

Malgré le taux important des victimes du transport aérien durant l'année 2014, la sécurité aérienne a fait de grands progrès ces dernières années. Depuis 1970, les trajets en avion se sont démocratisés, notamment avec l'essor du Low Cost : le trafic aérien mondial a été multiplié par dix, passant de 300 millions à plus de 3 milliards de passagers transportés par an.

Sur la même période, le nombre de morts dans des accidents aériens a tendance à baisser. Alors qu'en 1970, 2 250 personnes ont été tuées en avion dans le monde, on ne comptait que 1 328 victimes en 2014, et seulement 453 en 2013, l'année la plus sécurisée, selon le bureau d'archives des accidents d'avion.

La probabilité pour chaque passager de mourir au cours d'un trajet en avion est donc passée de 1 sur 138 000 en 1970 à 1 sur 2 349 000 en 2014.

Il est indéniable que la sécurité restera le souci constant et majeur de tous les acteurs du transport aérien. Constructeurs, compagnies, exploitants d'aéroports, autorités publiques, l'aviation civile en générale forme un ensemble cohérent qui a, depuis longtemps, placé la sécurité au premier rang de ses priorités.

Tout est fait pour que le transport aérien reste l'un des moyens de déplacement les plus sûrs qui soient.

Malgré ces efforts, un voyageur sur quatre se montre angoissé à l'idée de se déplacer par voie aérienne. Cette angoisse s'avère par ailleurs particulièrement irraisonnée puisque les enquêtes montrent que 10 % des personnes qui n'ont jamais pris l'avion ont renoncé à ce mode de transport uniquement par peur du crash.

Ce paradoxe peut s'expliquer par :

- La sur-médiatisation des accidents aériens
- Le caractère inévitablement fatal des catastrophes aériennes
- La sensibilité forte de l'opinion sur le sujet
- L'évolution des mentalités vers le risque zéro

Les statistiques confirment une tendance à la baisse des accidents aériens, en effet il y a moins de pertes de vies humaines en 2014 qu'en 2000 malgré une augmentation incroyable du trafic.

Le graphique ci-après rappelle de l'évolution des taux annuels d'accidents mortels et de décès de passagers en services réguliers depuis 1987 ; aéronefs $\geq 2,25$ t (données préliminaires pour 2014).

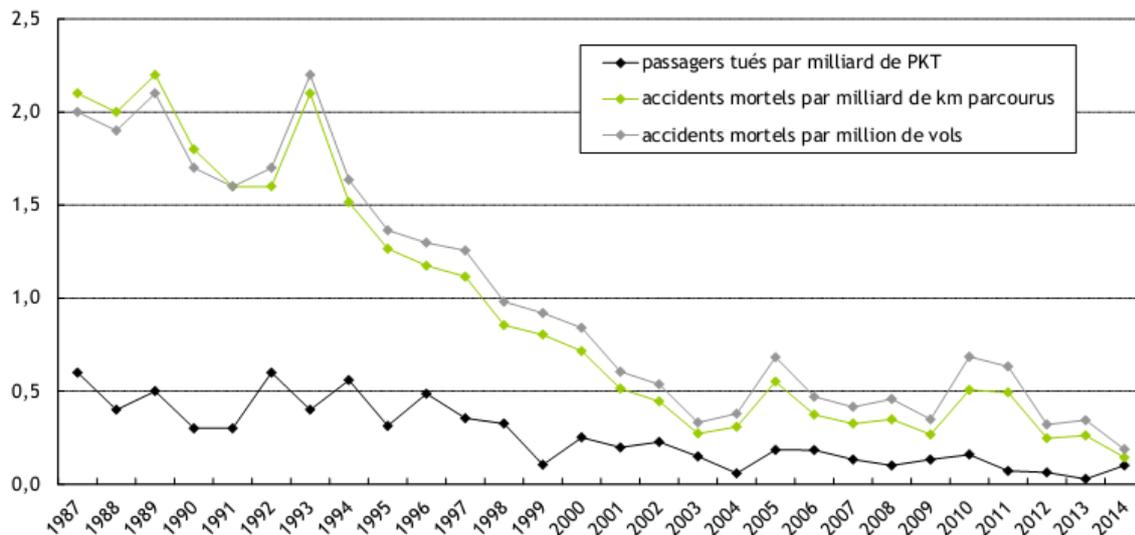


Figure II.3 : Evolution des taux annuels d'accidents et de décès de passagers depuis 1987

On constate alors une certaine stagnation, depuis une dizaine d'années, des ratios s'appuyant sur le nombre d'accidents mortels alors que le ratio calculé à partir du nombre de passagers tués enregistre une tendance globalement orientée à la baisse .

II.2.3 Les causes d'accidents aériens

Il est courant d'entendre rappeler qu'un accident aérien survenant en vol est la résultante d'une combinaison de facteurs (conception de l'aéronef, phénomènes météorologiques, maintenance de l'appareil, comportement humain, information du système de contrôle de la navigation aérienne) et non de la survenance d'un seul.

La figure ci-dessous présente la répartition des causes d'accidents d'avions et il en ressort que l'erreur humaine vient en première position. En effet l'homme est à l'origine de la perte de trois appareils sur cinq, la panne matérielle est moins fréquente.

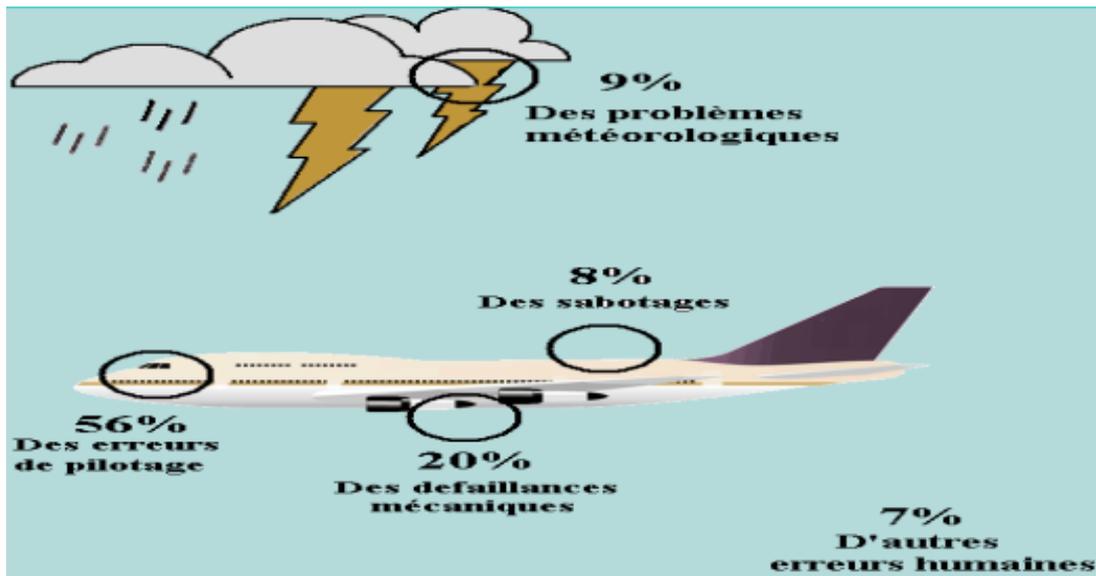


Figure II.4 les causes d'accidents aériens

II.3 Historique :

Historiquement, le but principal des enregistreurs de données de vol (FDR) était d'aider les enquêteurs à déterminer la cause des accidents aériens. Cela a été possible en récupérant le FDR et l'analyse des données de vol enregistrées. Il a également été très utile pour fournir une meilleure compréhension des incidents graves. Au début des années 1970, un certain nombre d'opérateurs progressistes ont apprécié les capacités de FDR et les informations précieuses qu'ils pourraient fournir pour la conduite de vol en toute sécurité. Régulièrement la collecte et l'analyse des données de vol des enregistreurs de vol a révélé des informations très utiles et a fourni aux opérateurs la possibilité de comprendre plus profondément ce qui constitue une enveloppe sécuritaire pour leurs opérations de vol. Il a également fourni des renseignements sur le rendement des cellules et des moteurs.

Aujourd'hui, il est réalisé par les agences de l'aviation et les compagnies aériennes que la pratique de l'analyse systématique des données enregistrées à partir des opérations de routine est une pierre angulaire à l'appui de leurs programmes de prévention des accidents. Plutôt que de réagir à des incidents graves, les opérateurs disposent d'un outil très utile pour identifier de manière proactive les risques de sécurité et d'atténuer les risques.

Un élément clé dans le développement de toute FDAP est le soutien du groupe pilote. Ceci peut être réalisé par la direction et le groupe pilote entrant dans un accord formel ou FDA document de procédure. Entre autres choses, les conditions de base de l'accord fera en sorte que le programme est l'équipage non-punitif et de-identifie tout en assurant les données recueillies est sécurisé.

L'OACI, en reconnaissance des avantages de ces programmes de sécurité, a adopté formellement leur utilisation et publié une norme dans l'annexe 6 Partie I. Il exige que les exploitants d'avions de transport aérien (plus de 27 000 kg) pour établir et maintenir un FDAP (de 1 janvier 2005). Annexe 6 de l'OACI Partie III recommande que les exploitants d'hélicoptères (plus de 7 000 kg) établir et maintenir un FDAP. Pour harmoniser avec l'OACI, CASA a adopté les normes dans les DM et propose une disposition FDAP qui s'applique à ces opérateurs sous RCSA Partie 119.

II.4 Définition de l'analyse des données

L'analyse des données est une famille de méthodes statistiques dont les principales caractéristiques sont d'être multidimensionnelles et descriptives. Certaines méthodes, pour la plupart géométriques, aident à faire ressortir les relations pouvant exister entre les différentes données et à en tirer une information statistique qui permet de décrire de façon plus succincte les principales informations contenues dans ces données. D'autres techniques permettent de regrouper les données de façon à faire apparaître clairement ce qui les rend homogènes, et ainsi mieux les connaître.

L'analyse des données permet de traiter un nombre très important de données et de dégager les aspects les plus intéressants de la structure de celles-ci. Le succès de cette discipline dans les dernières années est dû, dans une large mesure, aux représentations graphiques fournies. Ces graphiques peuvent mettre en évidence des relations difficilement saisies par l'analyse directe des données ; mais surtout, ces représentations ne sont pas liées à une opinion « a priori » sur les lois des phénomènes analysés contrairement aux méthodes de la statistique classique.

Les fondements mathématiques de l'analyse des données ont commencé à se développer au début du XX^e siècle, mais ce sont les ordinateurs qui ont rendu cette discipline opérationnelle, et qui en ont permis une utilisation très étendue. Mathématiques et informatique sont ici intimement liées.

Dans l'acception française, la terminologie « analyse des données » désigne un sous-ensemble de ce qui est appelé plus généralement la statistique multivariée. L'analyse des données est un ensemble de techniques descriptives, dont l'outil mathématique majeur est l'algèbre matricielle, et qui s'exprime sans supposer a priori un modèle probabiliste.

Elle comprend l'analyse en composantes principales (ACP), employée pour des données quantitatives, et ses méthodes dérivées : l'analyse factorielle des correspondances (AFC) utilisée sur des données qualitatives (tableau d'association) et l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM ou ACM) généralisant la précédente. L'analyse canonique et l'analyse canonique généralisée, qui sont plus des cadres théoriques que des méthodes aisément applicables, étendent plusieurs de ces méthodes et vont au-delà des techniques de description. L'Analyse Factorielle Multiple est adaptée aux tableaux dans lesquels les variables sont structurées en groupes et peuvent être quantitative et/ou qualitatives. La

classification automatique, l'analyse factorielle discriminante (AFD) ou analyse discriminante permettent d'identifier des groupes homogènes au sein de la population du point de vue des variables étudiées.

∞ Définition OACI du FDA :

L'analyse des données de vol est un processus consistant à analyser les données de vol enregistrées afin d'améliorer la sécurité des vols ^[6].

II.5 La source des données du FDA :

Les enregistreurs de vol, plus connus sous le nom de « boîtes noires », est un dispositif qui enregistre des informations situé dans un avion. Une boîte noire enregistre des informations liées au vol dont l'analyse aide à déterminer les causes d'un incident ou d'un accident. Dans la pratique, les boîtes noires sont de couleur orange ou rouge, ce qui facilite la recherche si l'avion est détruit.

Les avions de transport sont équipés de deux enregistreurs de vol :

- Le CVR (Cockpit Voice Recorder-enregistreur phonique) enregistre des données audio : les échanges entre les pilotes et avec les contrôleurs ainsi que l'environnement acoustique du poste de pilotage (conversations, bruits, alarmes sonores).
- Le FDR (Flight Data Recorder-enregistreur de paramètres) enregistre les valeurs des paramètres de l'avion (vitesse, altitude, régime des moteurs, position des gouvernes, des commandes de vol...). Selon l'âge et le type de l'aéronef le nombre de paramètres enregistrés varie de quelques dizaines à plusieurs milliers. L'enregistreur de données de vol commencera à enregistrer avant que l'avion ne se déplace par ses propres moyens et enregistrera de manière continue jusqu'à la fin du vol, qu'and l'avion n'est plus capable de se déplacer par ses propres moyens.

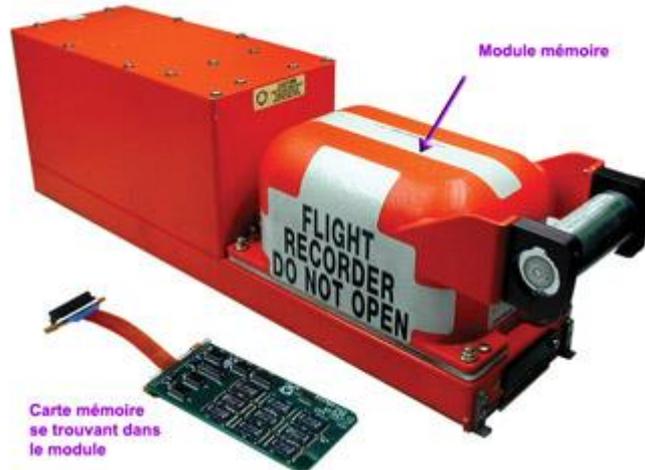


Figure II.5: boîte noir

Le nombre de paramètres à enregistrer dépendra de la complexité de l'avion.

Voici quelque paramètre enregistré par le FDR qui répond aux exigences en ce qui concerne la trajectoire de vol et la vitesse :

- Altitude-pression
- Vitesse indiquée ou vitesse corrigée
- Température totale ou température ambiante extérieure
- Cap (référence primaire de l'équipage)
- Accélération normale
- Accélération latérale
- Accélération longitudinale (axe du fuselage)
- Données de navigation : angle de dérive, vitesse du vent, direction du vent, latitude/longitude
- Vitesse sol
- Hauteur radioaltimétrique*

∞ Evolution technique des enregistreurs de vol :

Les premiers efforts de la communauté aéronautique pour créer un équipement qui résiste aux accidents (impact et feu) remontent aux débuts de l'aviation civile commerciale. Mais ce

n'est qu'en 1958 que les autorités mondiales de l'aviation civile ont imposé une spécification minimum pour un enregistreur de vol destiné aux enquêtes techniques.

1) Enregistreurs métalliques et photographiques :

Au début des années 60, les premiers avions commerciaux à réaction (Boeing 707, DC8, Caravelle) sont équipés d'un enregistreur de paramètres (FDR). Ces enregistreurs sont constitués de stylets mécaniques qui gravent une fine feuille métallique. A peu près à la même époque, une technologie équivalente consiste à remplacer la feuille de métal par un film photosensible et les stylets par des rayons lumineux. C'est l'enregistreur photographique. Ces équipements n'enregistrent qu'un nombre limité de paramètres fondamentaux, cinq ou six en général (cap magnétique, vitesse, etc.).



FigureII.6 : Intérieur d'un enregistreur métallique

2) Enregistreurs à bandes magnétiques

Dès 1965, l'enregistreur de type métallique ou photographique s'avère insuffisant pour les besoins des enquêtes et la technologie de l'enregistrement magnétique permet d'une part l'invention de l'enregistreur de conversation, d'autre part l'augmentation progressive du nombre de paramètres enregistrés par le FDR.

Sur les nouveaux FDR, les paramètres ne sont plus enregistrés en continu ; ils sont d'abord échantillonnés, numérisés et multiplexés à l'intérieur d'une trame numérique d'une seconde, puis cette trame numérique est enregistrée sur la bande magnétique sous forme de signaux élémentaires codant des 0 et des 1. D'où l'appellation de DFDR pour Digital Flight Data Recorder.



FigureII.7 : Intérieur d'un enregistreur magnétique

3) Boîtier d'acquisition

Le besoin de disposer de plus en plus de paramètres ainsi que l'apparition des technologies numériques ont rendu progressivement obsolète le principe selon lequel l'enregistreur reçoit l'information des capteurs et calcule lui-même les valeurs des paramètres à enregistrer.

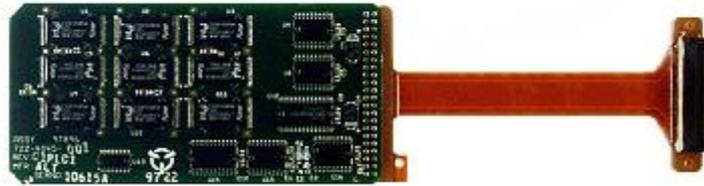
Un nouveau calculateur de bord a alors été chargé de la collecte des paramètres à enregistrer : c'est le calculateur d'acquisition de données appelé Flight Data Acquisition Unit (FDAU), Flight Data Interface Unit (FDIU) ou Flight Data Acquisition Card (FDAC). Ce calculateur ordonne les données ensuite envoyées à l'enregistreur de paramètres, qui se limite désormais à la fonction d'enregistrement.

Il faut cependant noter que le boîtier d'acquisition équipe principalement les gros avions de transport public. Pour les avions de masse plus faible, la fonction d'acquisition des données reste souvent réalisée par l'enregistreur de paramètres.

4) Enregistreurs à mémoires statiques

A partir de 1985 environ, l'évolution des technologies numériques amène le remplacement du support magnétique par une carte mémoire, à base de mémoires non volatiles de type FLASH, d'où l'appellation de SSFDR pour Solid State Flight Data Recorder. La miniaturisation

de la capacité mémoire a permis d'augmenter le nombre de paramètres enregistrés (plusieurs centaines), avec une capacité d'enregistrement de cinquante heures ou plus.



FigureII.8 : Carte mémoire d'un enregistreur « Solid State »

5) Enregistreurs non protégés :

La création du boîtier d'acquisition a également permis le développement de ce qui est communément appelé « analyse systématique des vols ». En effet, l'enregistreur de paramètres était jusqu'alors le seul calculateur à contenir des valeurs enregistrées, et il n'était généralement utilisé qu'en cas d'accident. Désormais, les données élaborées par le boîtier d'acquisition peuvent être dérivées vers d'autres enregistreurs.

Il s'agit d'enregistreurs non protégés, dont le support d'enregistrement (cassette magnétique, disque magnéto-optique ou carte mémoire PCMCIA) est prévu pour être retiré et remplacé rapidement. L'accès au support d'enregistrement est situé soit directement dans le poste de pilotage soit en soute électronique.

6) L'enregistreur d'accès rapide QAR :

L'enregistreur d'accès rapide (QAR) est un système qui peut acquérir des données opérationnelles d'avion facilement et rapidement. Il inclut un équipement aéroporté pour des données d'enregistrement. QAR a pu enregistrer toutes sortes de paramètres positionnels, paramètres de mouvement, paramètres d'opération et de commande, et information d'alarme dans la phase entier de vol. Le calculateur d'acquisition alimente à la fois le FDR et le QAR.

II.6 Station d'analyses au sol (AGS)

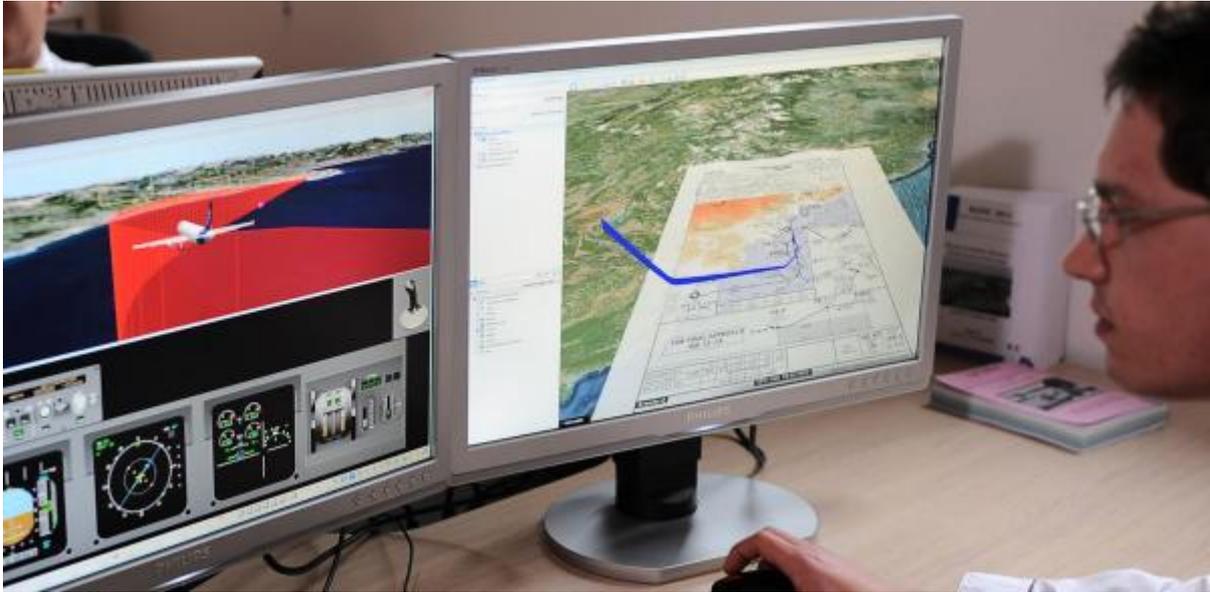


Figure II.9 : Station d'analyse au sol

C'est un système informatique au sol permettant d'analyser les données relatives à la sécurité en vol. C'est l'outil approprié pour aider les compagnies aériennes à détecter d'éventuels problèmes, des défaillances techniques, des comportements ou des conditions à risque (en dehors des procédures opérationnelles fixées), afin de générer des actions préventives ou correctives. Elle est également conçu pour les applications d'ingénierie, afin d'aider les compagnies aériennes à réaliser le suivi des performances et entreprendre les actions de maintenance nécessaires.

L'objectif recherché à travers l'utilisation de l'AGS est d'analyser et de traiter toutes les données fournies par le QAR ou le FDR et fournir un rapport montrant les différents événements produits durant le vol avec une classification par niveau d'importance, il permet aussi la création des rapports.

les données sont téléchargées du dispositif d'enregistrement dans un centre d'analyse, où les informations sont protégées à cause de leur sensibilité, Une variété de plateformes

d'ordinateur, y compris les PCs gérés en réseau, sont capable d'accueillir le logiciel requis pour analyser les données enregistrées, il existe pas mal de logiciel d'analyse dans le marché

L'AGS Garanti la sécurité des vols et réduire les coûts d'exploitation qui sont des enjeux cruciaux pour les avionneurs et les compagnies aériennes. L'AGS propose un système d'analyse et de traitement des données de vol dont le niveau de performance et les fonctionnalités apportent une réponse optimale aux besoins.

Taux de consommation de carburant, usure des freins ou des trains d'atterrissage, temps de stationnement sur les taxiways, etc. : AGS mesure et analyse de larges volumes de données. Les gains de cette solution plébiscitée par près de 160 opérateurs sont importants, notamment en termes d'économie de carburant. Grâce à AGS, les incidents techniques sont également anticipés, les situations à risques détectées

➤ Le processus de la mise en place de l'AGS :

Pour la mise en place d'une station d'analyse des données de vol, les compagnies doit identifier les éléments suivants ^[4] :

- **Les paramètres de base:** Au commencement, la compagnie établie une base des données des paramètres opérationnels par rapport auxquels des changements peuvent être détectés et mesurés.
- **Limitation des paramètres:** L'utilisateur détermine quand des circonstances non standard ou dangereuses se produisent ; en les comparants aux marges de base de la sécurité, les changements peuvent être mesurés.
- **Identifier les tendances:** une identification basée sur le niveau de la sévérité pour déterminer ce qui peut devenir inacceptable si la tendance continue.

II.7 L'utilisation d'un FDAP

Les données de la FDA sont couramment utilisées aujourd'hui dans un certain nombre de domaines, notamment :

- ⌘ Détection de dépassement.
- ⌘ Les mesures de routine.
- ⌘ Enquêtes sur les incidents.
- ⌘ Maintien de la navigabilité.

∞ SMS intégré.

∞ **Détection de dépassement ou d'événements déclenchés :**

Cette recherche des écarts par rapport aux limites du manuel de vol, et les procédures d'exploitation standard.

Un ensemble d'événements de base doit être choisi pour couvrir les principaux domaines d'intérêt pour l'opérateur.

Les limites de détection d'événements doivent être constamment révisées pour tenir compte de fonctionnement actuel de l'opérateur procédures.

Certains événements déclenchés peuvent inclure :

- pas excessive au décollage.
- sortir basse ou haute vitesse pendant le décollage.
- Le taux de descente excessif en dessous de 1000 pieds.

∞ **Les mesures de routine :**

Idéalement, les données doivent être conservées de tous les vols. À tout le moins une sélection suffisante des mesures seront prises de la flotte pour veiller à ce que la pratique normale est définie. Les données seront récupérées suffisamment fréquemment pour permettre des problèmes de sécurité importants à prendre en considération et atténués. Cela peut être accompli en conservant certains paramètres à un point donné dans l'espace.

Exemple :

- La vitesse de montée à 400 AAL.
- rentrée des volets altitude / vitesse.
- vitesse extension de l'altitude / vitesse.
- vitesse aérodynamique à 1000 pieds AAL sur l'approche.
- taux de descente à 1000 pieds AAL sur l'approche. .

Une analyse comparative peut alors être faite entre un vol donné et établi le profil des procédures normales. Tendances indésirables peuvent être identifiées avant qu'il y ait statistiquement un nombre important d'événements. Les tendances émergentes et les

tendances sont surveillées avant le déclenchement les niveaux associés à des dépassements sont atteints.

∞ **Enquête sur les incidents :**

Les données du FDR devraient être utilisées dans toute enquête à la suite d'un événement qui est considéré comme une suite rapportable (IRM). Il a été trouvé très utile pour compléter

Le rapport d'équipage de conduite et quantifieront impressions et des informations. L'état du système et la performance peut également être déterminée qui peut révéler la cause et l'effet. Le protocole du programme habituel de la confidentialité des données ne sera probablement pas applicable.

∞ **Maintien de la navigabilité :**

Moteur utilisent des mesures de fonctionnement du moteur pour surveiller l'efficacité et prédire le rendement futur. Ces programmes sont normalement fournis par le fabricant du moteur et nourrir leurs propres bases de données. Les opérateurs devraient considérer les avantages potentiels de l'inclusion plus large utilisation de ces données dans leurs programmes de maintien de la navigabilité.

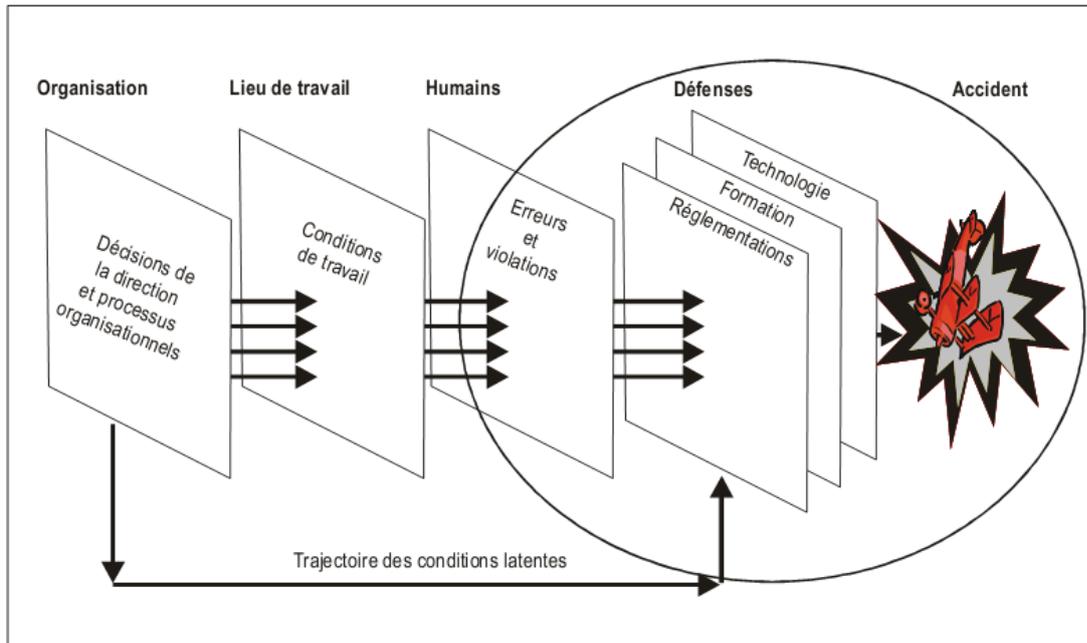
∞ **Analyse intégrée de la sécurité**

La base de données de la FDA devrait être liée à d'autres bases de données de sécurité. Ceux-ci pourraient inclure systèmes de notification des défauts techniques et des systèmes de comptes rendus d'incidents. Une compréhension plus complète des événements devient possible par recoupement des diverses sources d'information. La confidentialité des données du FDR doit être assurée lorsque les bases de données sont partagées de cette façon.

L'intégration de toutes les sources de données de sécurité disponibles fournit la société SMS avec informations viables sur la santé globale de la sécurité de l'opération.

▪ **L'évolution de la pensée en matière de sécurité ^[9] :**

Et c'est à « l'âge organisationnel » (les années 1990) où la sécurité a commencé à être regardée dans une perspective systémique, pour englober les aspects organisationnels, humains et techniques. C'est alors aussi que l'aviation a adopté la notion d'accident organisationnel à laquelle des millions d'erreurs opérationnelles sont faites quotidiennement avant qu'une défaillance de sécurité majeure se produise.



FigureII.10 : Concept de causalité de l'accident

Dans la perspective de l'accident organisationnel, les efforts pour la sécurité devraient porter sur l'analyse et la surveillance des processus organisationnels afin d'identifier les conditions latentes et de renforcer ainsi les défenses. Les efforts pour la sécurité devraient aussi améliorer les conditions de travail afin de circonscrire les défaillances actives, car c'est l'enchaînement de tous ces facteurs qui produit les défaillances de la sécurité.

En résulte que le système d'aviation a besoin des systèmes de prévention qui peuvent réaliser les objectifs suivants ^[9] :

- Le contrôle des processus organisationnel
- L'identification des conditions latentes qu'ils existent dans le système
- La prévention des défaillances actives
- L'amélioration des conditions des lieux de travail
- Le renforcement des défenses (Technologies, Formations, règlements)

▪ **Le FDA dans un système de gestion de sécurité :**

1) Système de gestion de la sécurité (SMS) :

Un ensemble organisé de croyances, de processus et de procédures, basé sur une distribution déterminée des ressources, qui permet de contrôler les risques de sécurité et les maintenir à un niveau acceptable.

Une gestion de la sécurité parvenue à maturité exige l'intégration des systèmes réactif, proactif et prédictif de capture des données de sécurité.

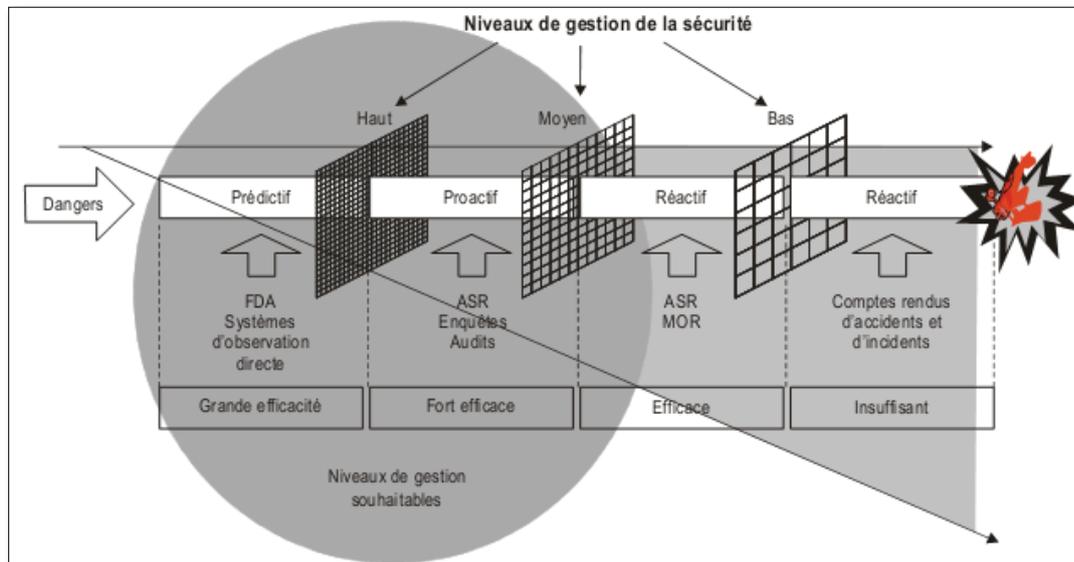


Figure II.11 : Stratégies, niveau d'intervention et outils

Le FDA ou l'analyse des données de vol est utilisée comme l'une des systèmes proactives qui collecte les données de sécurité qui sont essentiellement des systèmes statistiques, par lesquels un volume considérable de données opérationnelles, largement dénuées de signification isolément, sont recueillies et analysées, puis combinées avec des données provenant de systèmes de collecte réactifs et proactifs.

Comment un SMS peut bénéficier de la FDA :

- Le système FDA fournit des données définitives de risque pour valider des prétentions [7] :

Le succès de n'importe quel SMS exige la connaissance des opérations réelles. Ces dernières sont identifiées par le FDA qui assure l'analyse de tous les vols, où il aide à compléter les informations absentes et aide à la définition de ce qui est une pratique normale.

Les avantages de FDA à un SMS :

- ➔ Il donne une connaissance des opérations réelles plutôt qu'un aperçu.
- ➔ Il donne une profondeur au-delà de la connaissance des accidents et des incidents.
- ➔ Il donne la perspicacité dans les opérations.

- Il aide à différencier entre les opérations normales et inacceptables.
- Il Indique le risque potentiel aussi bien que le risque réel.
- Il fournit des informations sur le risque.
- Il Indique des tendances comme des niveaux.
- Il peut fournir en évidence des améliorations de sécurité.
- Il alimente des données aux études des coûts et des rendements.
- Il fournit une vérification continue et indépendante des normes de sécurité.

Comment le FDA peut bénéficier de l'incorporation dans un SMS :

▪ Le SMS fournit un environnement structuré pour l'exécution de FDA :

L'implémentation de la FDA est augmentée graduellement au cours des 30 dernières années pendant que les techniques d'analyse et les technologies d'enregistrement de données se sont améliorées. Au début, les processus employés ont tendu à être plutôt non planifier. Avec ce manque de processus, beaucoup de questions significatives de sécurité ont été posés. Cependant, les techniques sont maintenant suffisamment mûres pour permettre à un processus plus formel d'être construites dans des environnements structurés comme le SMS.

Les avantages de l'incorporation du FDA dans un SMS ^[7] :

- L'identification formelle par les gestionnaires.
- Formalisation du processus d'évaluation et d'action.
- Intégration avec d'autres informations de sécurité.
- Permet aux organismes de normalisation de tenir compte d'un processus proactif.

II.8 Les objectifs d'un système FDA ^[6] :

Un système FDA permet à un opérateur de comparer leurs procédures habituelles d'opération (SOPs) aux ces réellement détecté dans des vols journaliers de ligne.

Un système FDA devrait être construite pour :

1. Identifier les secteurs du risque opérationnel et mesurer les marges de sécurité :

Au commencement un système FDA sera employé en tant qu'élément d'évaluation du système de sécurité de la compagnie, afin d'identifier des déviations de SOPs ou des secteurs de risque et pour mesurer les marges de sécurité courantes. Ceci établira une mesure opérationnelle de base pour détecter et mesurer tout changement.

Exemple : Taux courants de décollages rejetés, atterrissages durs, approches instables.

2. Identifier et mesurer les risques opérationnels changeants :

Le système devrait permettre à l'utilisateur de déterminer quand les risques non standards, peu commun ou les circonstances fondamentalement peu sûres se produisent en fonctionnement.

Exemple : des nouveaux événements.

3. Utilisation de l'information de FDA sur la fréquence de l'occurrence :

L'information sur la fréquence de l'occurrence, avec des évaluations du niveau de risque présent, est alors employée pour déterminer si le niveau de l'événement ou du risque est acceptable. Principalement le programme devrait être employé pour déduire s'il y a une tendance vers le risque inacceptable avant que lui atteignant les risques qui indiqueraient que la procédure a échoué.

Exemple: Un nouveau procédé d'approche qui présente des taux élevés de descente qui approchent du seuil pour déclencher des alarmes de GPWS. Le processus de SMS devrait avoir prévu ceci.

4. mettre des techniques appropriées de réduction de risque :

Une fois qu'un risque inacceptable, réellement présent ou prévoyaient en tendant, a été identifié, des techniques appropriées de réduction de risque doivent être employées pour mettre des actions réparatrices en place. Ceci devrait être accompli tout en considérant que le risque ne doit pas simplement être transféré ailleurs dans le système.

Exemple : Après avoir trouvé des taux élevés de descente les procédures habituelles d'opération (SOPs) sont changées pour améliorer la commande des taux d'optimum/maximum de descente étant employée.

5. Confirmer l'efficacité de n'importe quelle action réparatrice par une analyse continue :

Une fois qu'une action réparatrice a été mise en place, il faut que son efficacité soit surveillée, confirmant qu'elle a réduit le risque identifié original et pas le transférée ailleurs.

Exemple: Confirmer que les autres mesures au terrain d'aviation avec des taux élevés de descente ne changent pas, après des changements des procédures d'approche.

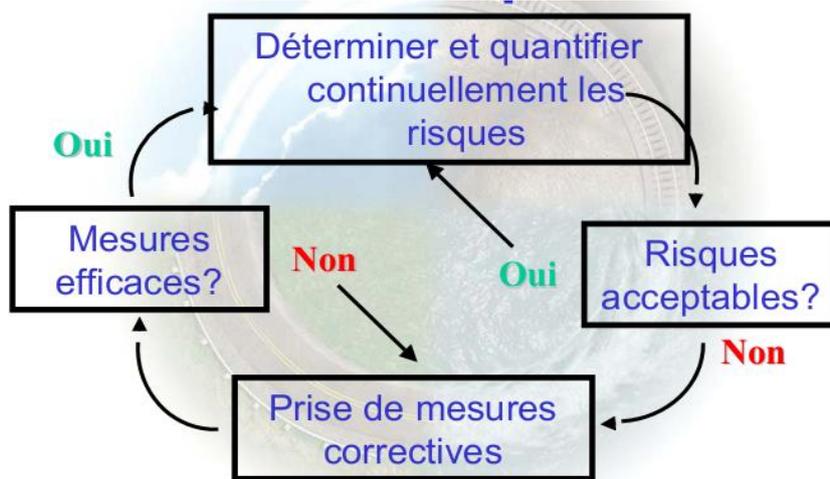


Figure II.12 : FDA est un système bloquée de boucle

III.1 Introduction

Le remarquable bilan de sécurité de l'aviation civile internationale s'explique entre autre par la capacité développée par les compagnies aériennes de transformer les erreurs en mesures de prévention ; Au cours des dernières années la disponibilité des outils technologiques a accéléré la mise au point de systèmes de collecte, de traitement et d'échange de données sur la sécurité.

Les systèmes de collecte de données sur la sécurité ont notamment permis à l'aviation civile de mieux comprendre les erreurs opérationnelles, leurs causes, les mesures qui peuvent être prises pour en diminuer le nombre, ainsi que la façon de limiter leur incidence négative sur la sécurité.

Le FDA est un programme pour la collecte habituelle et l'analyse des données numériques produites pendant les opérations normales de vol, les programmes FDA fournissent des informations objectives qui ne sont pas disponibles à travers d'autres méthodes. Ces données perspicaces peuvent améliorer la sécurité en rehaussant considérablement l'efficacité de la formation et des procédures opérationnelles ainsi que le niveau de la qualité en maintenance technique de savions.

L'objet de ce chapitre est de présenté les principales composantes d'un système d'analyse des données de vol (FDA), pour faciliter la tâche d'installation de ce système au niveau des compagnies.

III.2 Description d'un programme d'analyse des données de vol

III.2.1 Vue d'ensemble d'un FDAP :

La qualité et la capacité du FDAP d'un exploitant dépendront du choix et de la disponibilité des paramètres de vol, et de la disponibilité de l'enregistreur à accès rapide (QAR). Les paramètres de vol choisis devraient être pertinents et bien rendre compte de la sécurité, de la qualité ou du niveau de risque du processus, assurant ainsi un suivi des performances. Il convient de noter que la description du programme figurant ci-après porte sur des composants de base. Ainsi, selon la disponibilité des ressources, les techniques, la complexité et de la taille de l'exploitation, le programme devra être modifié en fonction des besoins de l'exploitant.

III.2.2 Équipement FDA :

Les FDAP font généralement appel à des systèmes qui saisissent les données de vol, les transforment en un format approprié pour l'analyse, la production de rapports et la représentation visuelle, qui sont autant d'aides pour évaluer les données. Le niveau de perfectionnement des équipements est très variable. En général, toutefois, l'équipement doit répondre aux exigences suivantes pour que soit garantie l'efficacité des FDAP :

- a) un système embarqué de saisie et d'enregistrement des données sur une vaste gamme de paramètres de vol. Ces paramètres devraient inclure, sans s'y limiter, les paramètres de vol enregistrés par l'enregistreur de données de vol (FDR) ou le système d'enregistrement de données d'aéronef (ADRS). Les performances des paramètres de vol (portée, taux d'échantillonnage, précision, résolution d'enregistrement) devraient être aussi bonnes ou meilleures que les performances prescrites pour les paramètres du FDR ;
- b) un moyen de transférer les données enregistrées à bord de l'aéronef à une station de traitement au sol. Par le passé, ce transfert entraînait souvent le déplacement physique de l'unité de stockage du QAR. Pour réduire l'effort physique requis, des méthodes de transfert plus modernes font appel aux techniques sans fil ;
- c) un système informatique au sol (utilisant un logiciel spécialisé) pour analyser les données (de vols spécifiques et/ou les données consolidées de plusieurs vols), détecter

les écarts par rapport aux performances attendues, produire des rapports afin de faciliter l'interprétation des données de sortie, etc. ;

- d) un logiciel facultatif offrant une capacité d'animation des vols afin d'intégrer toutes les données et de les présenter sous la forme d'une simulation en conditions de vol, ce qui facilite la visualisation des événements réels à des fins d'analyse et de débriefing de l'équipage.

- **Équipements embarqués**

Les aéronefs modernes à poste de pilotage à écrans cathodiques et à commandes de vol électriques sont équipés des bus numériques nécessaires qui permettent la saisie de données par un enregistreur aux fins d'analyse ultérieure. Les aéronefs plus anciens, sans capacités numériques, peuvent saisir un ensemble limité de données, et des équipements enregistrant des paramètres supplémentaires peuvent y être installés en rattrapage. Même avec un ensemble limité de paramètres, on peut obtenir un FDAP de base utile.

Les paramètres de vol enregistrés par le FDR ou l'ADRS peuvent déterminer l'ensemble minimal pour un FDAP. Dans certains cas, les paramètres de vol et la durée d'enregistrement du FDR ou de l'ADRS requise par la loi aux fins des enquêtes sur des accidents et des incidents peuvent se révéler insuffisants pour appuyer un FDAP efficace. C'est pourquoi beaucoup d'exploitants optent pour une capacité d'enregistrement supplémentaire, pouvant être facilement téléchargée pour analyse.

Les QAR sont des enregistreurs facultatifs, sans protection contre les chocs, installés dans l'aéronef ; ils enregistrent les données de vol sur un support amovible à faible coût. Ils sont plus accessibles que le FDR et ils enregistrent les mêmes paramètres mais sur une plus longue période. Des QAR utilisant de nouvelles technologies et des nouveaux systèmes d'acquisition de données de vol offrent la possibilité de saisir et d'enregistrer des milliers de paramètres de vol. Ils permettent également de porter le taux d'échantillonnage ou la résolution d'enregistrement de paramètres de vol donnés à des valeurs qui conviennent à l'analyse avancée des données de vol. Cette trame de données élargie accroît sensiblement la résolution et la précision des sorties des programmes d'analyse au sol.

Cependant, la définition de la trame de données est l'une des parties les plus difficiles de la mise en place d'un FDAP. Il en coûte cher, par exemple, pour acquérir les capacités

nécessaires pour lire les différents ensembles de données correspondant à un parc aérien mixte.

De plus en plus d'aéronefs ont comme équipement standard des enregistreurs de vol légers; ces appareils sont une source de données de vol pour les exploitants d'aéronefs de faible tonnage. Ces exploitants peuvent ainsi mettre en œuvre un FDAP correspondant à la taille de leur exploitation même s'il n'y a pas de prescription qui les obligent à établir un FDAP. Les enregistreurs légers fonctionnent avec des cartes mémoire amovibles à faible coût, ce qui peut simplifier le processus de téléchargement et d'analyse des données de vol.

Pour éliminer la nécessité de retirer le support d'enregistrement du QAR afin de transférer les données de l'aéronef jusqu'à la station au sol, les systèmes plus récents téléchargent automatiquement leurs enregistrements de données au moyen de systèmes sans fil sécurisés lorsque l'aéronef se trouve à proximité de la porte. Dans d'autres systèmes, les données enregistrées sont analysées à bord pendant le vol. Les données chiffrées pertinentes sont ensuite transmises à une station au sol par communication par satellite. La composition de la flotte, la structure des routes et des considérations de coûts détermineront la méthode la plus rentable à utiliser pour extraire les données de l'aéronef.

- **Système informatique au sol pour l'analyse des données de vol**

Les données de vol sont téléchargées du système d'enregistrement de l'aéronef vers un système informatique au sol comportant un logiciel d'analyse, où elles sont conservées dans un environnement sécurisé afin de protéger ces renseignements sensibles. Ces systèmes informatiques sont disponibles sur le marché, mais la plate-forme informatique nécessitera des interfaces frontales appropriées pour traiter la diversité des données d'entrée enregistrées disponibles aujourd'hui.

Les FDAP génèrent de grandes quantités de données qui nécessitent des logiciels d'analyse spécialisés.

Ces logiciels facilitent l'analyse systématique des données de vol afin de déceler des situations exigeant des mesures correctrices.

Le logiciel d'analyse vérifie les données de vol téléchargées pour y rechercher les anomalies.

La détection des dépassements comprend généralement un grand nombre d'expressions logiques de déclenchement tirées d'une grande variété de sources, telles que les courbes de performances, les SOP, les données relatives à la performance fournies par le constructeur des

moteurs, ainsi que la disposition de l'aérodrome et les critères d'approche. Les expressions logiques de déclenchement peuvent être de simples dépassements, tels que des valeurs critiques, mais il s'agit le plus souvent d'expressions composées qui définissent un certain régime de vol, une certaine configuration d'aéronef ou une certaine situation concernant la charge marchande. Les logiciels d'analyse peuvent aussi appliquer des ensembles de règles différents en fonction de l'aérodrome ou de la géographie. Par exemple, des aéroports à mesures spéciales antibruit peuvent utiliser des pentes de descente plus élevées que la normale sur les trajectoires d'approche survolant des zones habitées. L'ensemble des expressions logiques de déclenchement est normalement défini par l'utilisateur.

Les dépassements et les mesures systématiques peuvent être affichés sur un écran d'ordinateur au sol sous divers formats. Les données de vol enregistrées sont habituellement affichées sous la forme de traces à codage en couleurs avec références techniques connexes, de simulations de poste de pilotage ou d'animations de la vue extérieure de l'aéronef.

III.3 Traitement des données FDA

III.3.1 Détection de dépassements

La détection des dépassements, tels que des écarts par rapport aux limites spécifiées dans le manuel de vol ou aux SOP, est une manière d'extraire des renseignements à partir des données de vol. Un ensemble d'événements ou de paramètres clés fixe les principaux centres d'intérêt des exploitants.

Exemples : Vitesse de rotation élevée au décollage, avertissement de décrochage, avertissement du dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS), dépassement de la vitesse maximale volets sortis, approche rapide, position trop basse/élevée par rapport à la pente de descente, atterrissage brutal.

Les données sur les dépassements fournissent des renseignements factuels qui peuvent compléter les informations données dans les comptes rendus des équipages et les rapports techniques.

Exemples : Atterrissage avec volets réduits, atterrissage brutal, descente d'urgence, panne de moteur, décollage interrompu, remise des gaz, avertissement du système anticollision embarqué (ACAS) ou du GPWS, défaillances des systèmes.

Les exploitants peuvent aussi modifier l'ensemble standard d'événements clés pour tenir compte de situations exceptionnelles auxquelles ils sont confrontés régulièrement, ou des SOP qu'ils utilisent.

III.3.2 Mesures systématiques

On peut conserver les données de tous les vols et non pas seulement celles des vols au cours desquels des événements majeurs se sont produits. Un ensemble de paramètres est choisi en vue d'offrir une base suffisante pour pouvoir caractériser chaque vol et effectuer une analyse comparative d'un large spectre de variantes opérationnelles. Les tendances plus ou moins fortes qui émergent font l'objet d'un suivi avant qu'elles n'atteignent les seuils de déclenchement associés à des dépassements.

Exemples De paramètre de vol surveillés : masse de décollage ; braquage des volet ; vitesse de rotation et de décollage par rapport aux vitesses types ; taux et assiette de tangage pendant la rotation ; vitesses, hauteurs et moments de rentrée du train.

Exemples d'analyses comparatives : comparaison des taux de tangage des avions à masse au décollage élevée et à masse au décollage faible ; approches non stabilisées ; touchers des roues sur piste longue par rapport aux touchers sur piste courte.

III.3.3 Enquêtes sur les incidents

Les FDAP fournissent de précieux renseignements pour les enquêtes sur les incidents et pour le suivi de comptes rendus techniques. Des données enregistrées quantifiables ont été des compléments utiles à ajouter aux impressions et informations dont se souvenaient les équipages de conduite. Les données FDAP fournissent aussi une indication précise de l'état et de la performance des systèmes, ce qui peut constituer une aide pour déterminer des relations de cause à effet.

Exemples d'incidents où des données de vol enregistrées pourraient être utiles : Une charge de travail élevée dans le poste de pilotage, corroborée par les indicateurs suivants :

- a) une descente tardive ;
- b) une interception tardive du radiophare d'alignement et/ou de la pente de descente ;
- c) un important changement de cap sous une hauteur spécifique ;

- d) une configuration d'atterrissage tardive ;
- e) des approches non stabilisées et précipitées, écarts par rapport à la trajectoire de descente, etc. ;
- f) des dépassements par rapport aux limites opérationnelles prescrites (telles que les vitesses maximales volets sortis, les surchauffes de moteurs) ;
- g) des rencontres de turbulences de sillage, un cisaillement du vent dans les basses couches, des rencontres de turbulences ou d'autres accélérations verticales.

III.3.4 Maintien de la navigabilité

Les mesures systématiques et les dépassements peuvent servir à soutenir la fonction de maintien de la navigabilité. Par exemple, les programmes de surveillance des moteurs tiennent compte des mesures de la performance des moteurs pour établir l'efficacité opérationnelle, prédire les pannes imminentes et aider à l'établissement des programmes d'entretien.

Exemples d'utilisations pour le maintien de la navigabilité : mesures du niveau de poussée du moteur et de la traînée de la cellule ; avionique et autres modes de surveillance de la performance des systèmes ; surveillance des systèmes « selon vérification de l'état » et de la détérioration des moteurs ; utilisation des freins et du train d'atterrissage.

III.3.5 Analyse intégrée de la sécurité

Toutes les données recueillies dans le cadre d'un FDAP devraient être intégrées à une base de données centrale, consacrée à la sécurité. En reliant une base de données FDAP à d'autres bases de données sur la sécurité (telles que les systèmes de comptes rendus d'incidents et les systèmes de comptes rendus de défauts techniques), il est possible d'obtenir une compréhension plus complète des événements par le recoupement de renseignements provenant de diverses sources. Il convient toutefois de veiller à garantir la confidentialité des données FDA lorsqu'on relie ceux-ci à des données identifiées.

Exemple d'intégration : Un atterrissage brutal donne lieu à un compte rendu de l'équipage de conduite, ainsi qu'à un compte rendu de dépassement FDA et à un rapport technique. Le compte rendu de l'équipage fournit le contexte, le dépassement FDA donne la description quantitative, et le rapport technique décrit le résultat.

III.4 Analyse et suivi

Des aperçus et des résumés des données FDA sont établis régulièrement, en général chaque semaine ou aux deux semaines ; on s'attend toutefois que les événements majeurs soient suivis de plus près. Toutes les données devraient être examinées en vue de déceler des dépassements spécifiques et l'émergence de tendances inopportunes, et de diffuser les informations aux équipages de conduite.

Si des carences sont constatées dans la technique de pilotage, les informations sont anonymisées afin de protéger l'identité de l'équipage de conduite. Les renseignements sur des dépassements spécifiques sont transmis à un agent de liaison avec les équipages de conduite. Cette personne assure le contact nécessaire avec l'équipage de conduite (voir la Section 4.3 « L'équipe FDAP ») afin de clarifier les circonstances, d'obtenir de la rétroaction et de donner des conseils et recommandations sur des mesures appropriées, telles qu'une formation de recyclage pour l'équipage de conduite (menée dans une optique positive et non punitive), des révisions des manuels d'exploitation et des manuels de vol, des modifications des procédures ATC et des procédures opérationnelles de l'aéroport, etc.

Tous les événements sont archivés dans une base de données, qui est utilisée pour trier, valider et afficher les données dans des rapports de gestion faciles à comprendre. Au fil du temps, ces données archivées peuvent brosser un panorama des tendances et dangers émergents qui, sinon, passeraient inaperçus.

Il peut être justifié d'inclure les leçons tirées d'un FDAP dans les activités de promotion de la sécurité de l'entreprise. Toutefois, il faut veiller à ce que tout renseignement acquis dans le cadre du programme FDA soit minutieusement anonymisé avant qu'il soit utilisé dans une initiative de formation ou de promotion de la sécurité, sauf autorisation de tous les membres d'équipage touchés. Il faut aussi veiller à ce que les équipages de conduite, afin d'éviter les dépassements, ne tentent pas d'adopter le profil FDA au lieu de se conformer aux SOP. Un tel comportement aurait des incidences négatives sur la sécurité.

Une valeur adéquate devrait être programmée pour les seuils de déclenchement et de dépassement ; elle devrait inclure un tampon acceptable qui permettra de ne pas tenir compte

des écarts mineurs, des événements intempestifs, entre autres, et d'introduire une marge opérationnelle adéquate pour exécuter le vol en fonction des SOP, plutôt qu'en amenant l'équipage de conduite à focaliser sur les paramètres FDA afin d'éviter les écarts.

Comme dans tout processus en circuit fermé, il est nécessaire de faire un contrôle de suivi pour évaluer l'efficacité de toute mesure correctrice prise. Il est crucial de recevoir des informations en retour des équipages de conduite pour cerner et résoudre les problèmes de sécurité. Ces retours d'informations pourraient notamment comprendre des réponses aux questions suivantes :

- a) La mise en œuvre et l'efficacité des mesures correctrices sont-elles adéquates ?
- b) Les risques ont-ils été atténués ou déplacés involontairement dans un autre aspect de l'exploitation ?
- c) De nouveaux problèmes ont-ils été introduits dans l'exploitation à la suite de la mise en œuvre des mesures correctrices ?

Tous les succès et échecs devraient être enregistrés et il faudrait chaque fois comparer les objectifs planifiés du programme avec les résultats escomptés. Ainsi se crée une base permettant d'évaluer un FDAP et de poursuivre le développement du programme.

III.5 Conditions d'efficacité du programme

III.5.1 Protection des renseignements FDA

- **Perspective d'ensemble**

La direction de l'exploitant, les équipages de conduite et l'État de l'exploitant ont des inquiétudes légitimes au sujet de la protection des données FDA, notamment en ce qui concerne :

- a) l'utilisation des données à des fins disciplinaires ;
- b) l'utilisation des données pour prendre des mesures coercitives à l'encontre d'individus ou de l'entreprise, sauf en cas d'intention criminelle ou de faute volontaire ;
- c) la divulgation de données aux médias et au grand public en vertu des dispositions de la législation nationale régissant l'accès à l'information ;

d) la divulgation de données pendant un procès civil.

Toutefois, l'intégrité d'un FDAP repose sur la protection des données FDA. Toute divulgation à des fins autres que la gestion de la sécurité peut compromettre la coopération qu'il est nécessaire d'obtenir de l'équipage de conduite concerné afin qu'il donne des précisions sur l'événement et le documente. Dès lors, il est de l'intérêt commun de l'État, de l'exploitant et des équipages de conduite de prévenir tout usage abusif des données FDA.

La protection des données peut être optimisée par :

- a) le respect de l'accord passé entre la direction et les équipages de conduite, le cas échéant ;
- b) la limitation stricte de l'accès aux données à des individus sélectionnés ;
- c) le maintien d'un contrôle rigoureux afin de garantir que les données identifiant un vol donné soient sécurisées ;
- d) la garantie que les problèmes opérationnels soient résolus promptement par la direction ;
- e) dans la mesure du possible, l'anonymisation non réversible des fichiers de données de vol après une période de temps adéquate pour leur analyse.

- **Politique sur la conservation des données**

Étant donné les gros volumes de données en jeu, il importe d'élaborer minutieusement une stratégie sur l'accès aux données, tant en ligne que hors ligne, afin qu'elle réponde aux besoins des utilisateurs du FDAP.

Les données de vol et les dépassements les plus récents sont normalement conservés de manière qu'ils soient facilement utilisables et d'accès rapide durant les étapes de l'analyse initiale et de l'interprétation. Quand ce processus a été mené à bien, il est moins probable que des données supplémentaires provenant des vols soient requises, et les données de vol peuvent être archivées. Les dépassements sont généralement conservés en ligne durant une période beaucoup plus longue afin qu'il soit possible de déceler des tendances et de faire des comparaisons avec des événements antérieurs.

- **Politique et procédures pour l'anonymisation**

Une politique sur l'anonymisation des données FDA revêt une importance tout à fait cruciale et elle devrait être rédigée avec minutie et faire l'objet d'une entente, bien avant qu'on doive y avoir recours dans des circonstances extrêmes. Les garanties de la direction sur

la non-divulgence des identités doivent être très claires et avoir force exécutoire, la seule exception étant les cas où l'exploitant/l'équipage de conduite estime qu'il y a un risque constant inacceptable pour la sécurité si des mesures précises ne sont pas prises concernant l'équipage de conduite. Dans un tel cas, une procédure d'identification et de suivi, convenue avant l'événement donné, peut être mise en œuvre.

L'expérience a démontré qu'il est très rare qu'il soit nécessaire d'agir ainsi. La plupart du temps, l'équipage de conduite donne suite à un avis de l'agent de liaison avec les équipages de conduite en présentant un rapport de sécurité aérienne (ASR) et elle se trouve alors couverte par la protection assurée au titre du programme.

Il devrait y avoir une étape initiale durant laquelle les données peuvent être identifiées afin de permettre un suivi confidentiel par un représentant de l'équipage ou une personne digne de confiance, dont l'exploitant et les équipages de conduite sont convenus. De rigoureuses règles d'accès devraient être appliquées durant cette période.

Dans le cas d'un événement ou d'un accident à compte rendu obligatoire, les données conservées par le programme ne peuvent pas être anonymisées ou retirées du système avant l'enquête ou avant que ne soit obtenue la confirmation qu'elles ne sont pas requises, ce qui permet aux enquêteurs d'avoir accès à tous les renseignements pertinents.

- **Réglage des niveaux d'accès autorisé**

Le système informatique au sol FDA doit être doté d'une fonction permettant de restreindre l'accès aux données sensibles et aussi de contrôler la capacité de modifier les données.

Par exemple, l'agent de liaison avec les équipages de conduite FDA pourrait avoir un plein accès aux données, alors que la direction de l'exploitant pourrait avoir accès uniquement à des données anonymisées et avoir la capacité d'ajouter des observations et de modifier les données de quelques champs appropriés.

III.5.2 Participation des équipages de conduite

De même que la confiance établie entre la direction et ses équipages de conduite est la clé du bon fonctionnement des systèmes de comptes rendus d'incidents, elle est aussi la pierre angulaire d'un FDAP fructueux. Pour de nombreux exploitants, cette confiance sera établie par le biais d'une association, alors que, pour d'autres, l'autorité nationale pourrait avoir la tâche de veiller à la participation des équipages de conduite, dans les limites du « devoir de

protection » qui s'impose. Il incombe donc à la direction d'apporter les garanties en ce qui concerne l'objet du FDAP, les conditions d'utilisation et la protection accordée à son personnel. Cette confiance peut être facilitée par :

- a) la participation des représentants des équipages de conduite et/ou des représentants de l'autorité dès les premières étapes de la conception, de la mise en œuvre et du fonctionnement d'un FDAP ;
- b) un accord formel entre la direction et les équipages de conduite et/ou l'autorité, décrivant les procédures d'utilisation et de protection des données.

III.5.3 Culture de la sécurité

Les FDAP fructueux se distinguent par une gestion cohérente et compétente. Voici quelques indicateurs d'une culture efficace de la sécurité :

- a) l'engagement manifeste de la haute direction à promouvoir une culture proactive de la sécurité ;
- b) la coopération et la responsabilisation à tous les niveaux de l'organisation et des représentants compétents des membres du personnel, ce qui a pour effet que toute personne qui estime avoir décelé un risque potentiel se sente capable de le signaler et s'attendre à ce que des mesures de suivi soient envisagées. Du pilote de ligne au gestionnaire du parc aérien, tous ont la responsabilité d'agir ;
- c) une politique de l'entreprise, écrite, non punitive et qui porte sur la FDA et précise que l'objectif principal d'un FDAP devrait être d'améliorer la sécurité et non pas d'imputer un blâme ou la responsabilité ;
- d) un directeur de la sécurité désigné dont le rôle et les fonctions sont définies d'après les recommandations du *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) ;
- e) la gestion du FDAP est assurée à temps plein par un membre du personnel agissant sous l'autorité du directeur de la sécurité et disposant d'un haut degré de spécialisation et d'un important soutien logistique ;
- f) des personnes ayant les compétences appropriées participent à l'identification et à l'analyse des risques.

Par exemple, il faut des équipages de conduite ayant l'expérience du type d'aéronef analysé pour en arriver à un diagnostic exact des dangers opérationnels ressortant des analyses FDA ;

g) l'accent est mis sur le suivi des tendances de la flotte qui émergent des données cumulatives de nombreux vols plutôt que sur des événements spécifiques. L'identification de

problèmes systémiques est plus utile pour la gestion de la sécurité que celle d'événements isolés ;

h) un système bien structuré d'anonymisation des données protège la confidentialité de ces données ;

i) un système de communication efficace, qui permet de prendre des mesures de sécurité en temps opportun, pour diffuser des renseignements relatifs aux dangers et les évaluations ultérieures des risques, à l'interne et aux autres organisations.

III.6 L'analyse des données de vol

Un programme FDA fonctionne selon les étapes suivantes :

1. Enregistrement des paramètres et prélèvements :

Les avions de la compagnie doivent être équipés d'un enregistreur des données de vol et une unité d'acquisition, un grand nombre de données sont enregistrées sur des cartes PCMCIA ou sur disque optique, ou transférées automatiquement par internet aux stations d'analyse au sol.

Ces données peuvent être des paramètres de vol comme : les vitesses d'avion, l'altitude, l'inclinaison d'avion etc.

Les disques d'enregistrement sont prélevés lors de la visite hebdomadaire des techniciens de la cellule prélèvement, ce prélèvement change selon le nombre de vol, et la capacité d'enregistrement des cartes PCMCIA ou des disques optiques. Après téléchargement les données sont transmises uniquement au service responsable de la sécurité des vols pour faire l'analyse de ces données.

Les données brutes de l'enregistreur de données de vol (QAR/DFDR) de l'avion sont récupérées conformément aux paramètres définis par les opérations techniques, ceux-ci sont acheminés au service sécurité de vol en toute confidentialité.

2. Processus d'entrée des données :

Le processus d'entrée de données est relativement automatique, et sa configuration variée d'une compagnie aérienne à une autre en raison des différences dans les systèmes d'enregistrement à bord. En général, cela consiste en une tour de lecteurs capables de lire le

type de supports d'enregistrements lesquels sont placés à bord de l'avion. L'utilisateur peut ajouter d'autres données telles qu'elles sont entrées manuellement.

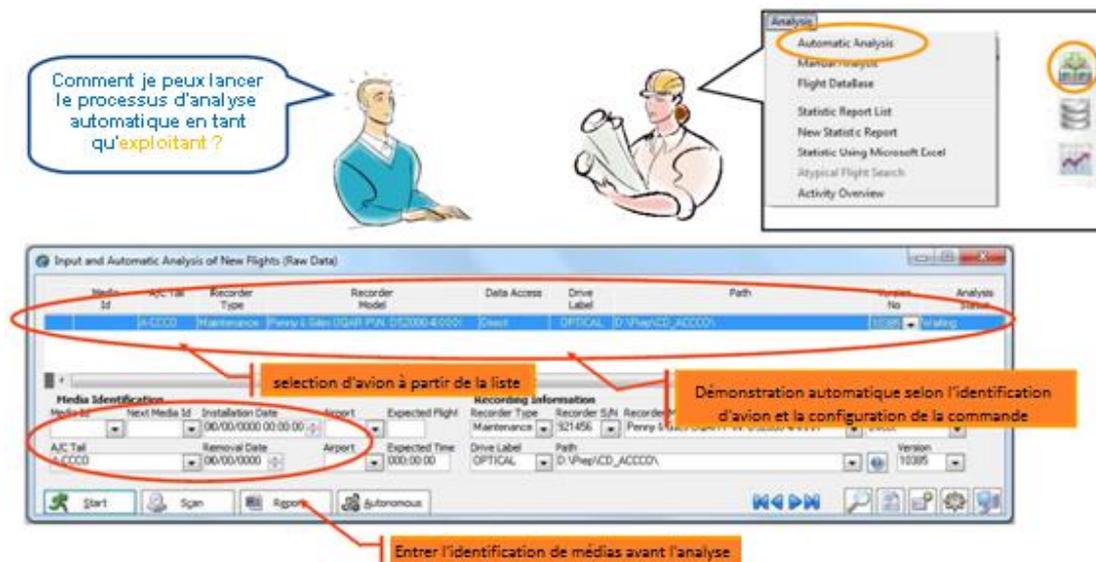


Figure III.1 : Fenêtre d'entrée des données

Pendant le processus d'entrée de données, le dossier de données brutes est dépersonnalisées où le logiciel « annule » ses caractéristiques d'identification (habituellement numéro et jour de vol), et attribue à tous les vols d'un mois donné la date du premier du mois.

Cette information est stockée dans un dossier séparé, lié par un mot de passe connu seulement à la personne retenue comme portier s'il est nécessaire de revoir cette information pour des investigations ou de compréhension d'une anomalie détectée. L'aptitude d'enregistrer la valeur de certains paramètres à des moments précis dans chaque vol permet à la compagnie d'avoir une meilleure compréhension de leurs opérations. Ces valeurs sont connues dans l'AGS en tant que paramètres du snapshot, et ce qui doit être enregistré et au quel moment doit être enregistré sont définis par l'utilisateur de l'AGS.

Le dossier avec l'identification est habituellement supprimé après une période définie par un responsable.

3. Analyse automatique au niveau de la station :

L'analyse automatique de chaque prélèvement se fait par les ingénieurs analystes aux stations d'analyse qui existe au niveau du département FDA du service sécurité. L'AGS a la capacité d'éditer le fichier brut pour détecter les différentes phases du vol, son origine et sa

destination, la durée du vol et d'autres éléments d'identification du vol. Cela permet à l'utilisateur d'effectuer une recherche dans toutes les informations entrées par toute caractéristique de vol.

L'analyste soumet les données enregistrées au logiciel d'analyse et produit un rapport sommaire d'événements, qui contient les vols pendant lesquels les paramètres d'un événement donné ont été dépassés.

L'analyse effectue un balayage des données de chaque vol pour déterminer tout dépassement de tel paramètre ou tout autre événement spécial.

L'analyse automatique permet aussi la détection des dépassements des limites structurales (limites définies par les constructeurs), le système donne la valeur maximale du dépassement, ainsi que sa durée (ex : dépassement de MMO, max GAP 0.83, durée 12s).

L'analyse automatique traite toutes les données de vol disponibles à partir des enregistreurs de l'avion et fournit des rapports personnalisés. cela permet de voir toutes les informations liées aux vols enregistrés ainsi que les écarts ou événements qui sont associés.

Tout dépassement d'une limite ou divergence par rapport aux procédures d'exploitations normalisées est considéré comme un événement.

Le rapport d'analyse affiche les événements avec des niveaux de classification, les opérateurs peuvent identifier un grand nombre d'évènements, qui sont classés en trois catégories selon leurs sévérités :

- Limite 1 : sévérité faible
- Limite 2 : sévérité moyenne
- Limite 3 : sévérité forte

Parmi les événements qui peuvent être détectés, on peut citer : angle d'inclinaison excessive, alarme de TCAS, vitesse de roulage excessive...etc.

From	Take-Off Runway	To	Landing Runway	Flight Phase	Event Description	Limit	Maximum Value	Average Gap	Duration
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Pitch low during final approach	-5.	-6.067	0.522	5
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Roll excursion below 100ft	6.	7.345	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Go Around	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Long flare	12.	13.	1.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	High vertical acceleration on ground (Hard Landing)	2.	2.02	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	High Lateral Acceleration	0.3	0.375	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Pitch Rate High at Landing	2.	2.312	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Pitch Rate High at Landing	2.	2.312	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Bounced landing	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Pitch Low at Touch-Down	-1.5	-1.686	0.186	0
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Significant heading change in final approach below 500ft	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Pitch low during final approach	-5.	-7.825	1.261	6
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Roll excursion below 100ft	6.	8.048	0.	0
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Significant heading change in final approach below 500ft	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Go Around	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Long flare	12.	13.	1.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Bounced landing	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Pitch Low at Touch-Down	-1.5	-1.793	0.293	0
ORN	07R	ALG	09	APPROACH	Go Around	0.	0.	0.	0
ORN	07R	ALG	09	FINAL	Roll excursion below 100ft	6.	7.345	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	AFPS : Heading deviation during landing, above 60 kts	5.	370.547	336.169	16
ORN	07R	ALG	09	LANDING	High Lateral Acceleration	0.2	0.205	0.	0
ORN	07R	ALG	09	LANDING	Pitch Low at Touch-Down	-1.	-1.475	0.475	0
ORN	07R	ALG	09	TAXI IN	Significant heading change in final approach below 500ft	0.	0.	0.	0

Figure III.2 : Détection automatique des dépassements

4. L'analyse manuelle :

Après avoir détecté un événement qui nécessite un envoi au PNT, il est nécessaire de procéder à une analyse manuelle.

Tous les événements détectés dans le cadre d'une analyse automatique sont stockés dans la base de données de l'AGS pour l'analyse statistique. Les utilisateurs peuvent alors produire des rapports prédéfinis ou définir de nouveaux pour la surveillance et la détection des modèles et tendances. Les rapports peuvent être automatiquement édités, publiés et exportés dans différents formats.

Cette analyse manuelle est indispensable pour valider le déclenchement de l'évènement. Elle affiche les valeurs d'ingénierie dans plusieurs formats: sous forme de tableaux, courbes, diagrammes et graphiques génériques représentation instrument de cockpit.

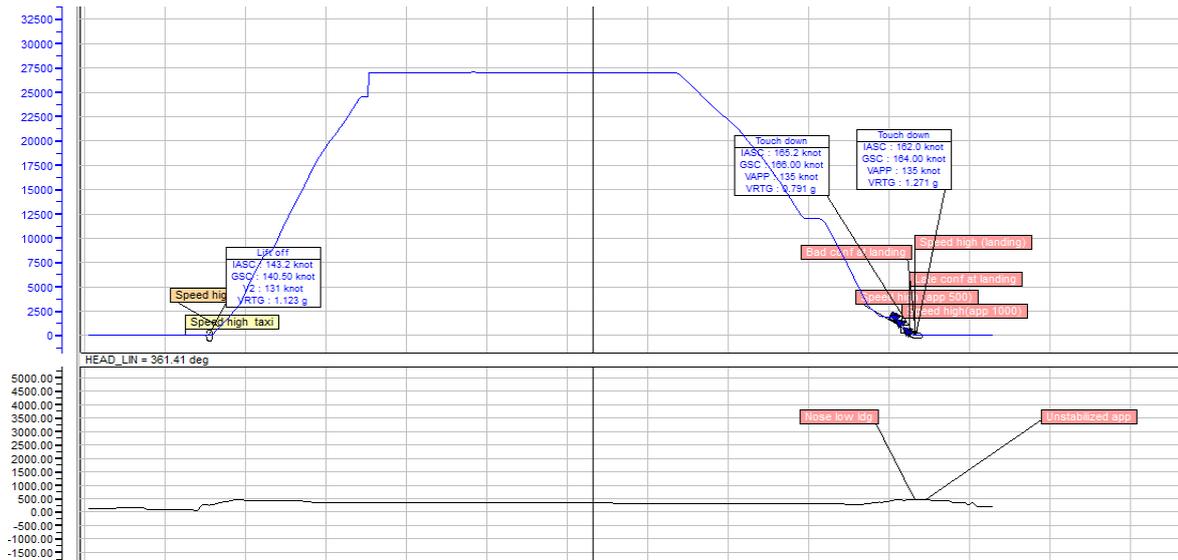


Figure III.3 : Résultat de l'analyse manuelle

Après validation, un écrit (rapport d'incident) est envoyé à l'équipage (CDB et OPL par un canal anonyme et confidentiel) demandant plus d'informations, ainsi que tous renseignements jugés nécessaires. La réponse de l'équipage permet d'avoir tous les éléments de l'incident, ce qui conduit à une meilleure compréhension des facteurs en cause. Le rapport d'incident est constitué d'une lettre définissant le type d'incident ainsi que du rapport d'analyse, avec un formulaire type (ASR).

5. Actions réparatrices

La tâche finale de FDA est sous la responsabilité de la commission d'analyse elle est responsable d'analyser les déviations sévères de chaque secteur et l'évolution des tendances, ainsi l'étude des dossiers d'analyses sélectionnés selon leur gravité.

Une fois qu'un risque inacceptable a été identifié, des actions appropriées de réduction de risque sont décidées et mises en application où la commission émet un plan d'action contenant des mesures correctives pour améliorer la sécurité des vols. Ces mesures peuvent être : nouvelles procédures, séances de simulation ou de formation pour l'équipage de l'avion, ou des documentations qui peuvent servir à sensibiliser le personnel de la compagnie en

matière de sécurité. Ainsi les rapports statistiques peuvent être utilisés pour le perfectionnement des opérations de la compagnie

Une fois qu'une action réparatrice a été mise en place, son efficacité est surveillée, confirmant qu'elle a réduit le risque identifié et que le risque n'a pas été transféré ailleurs.

Lorsque le scénario s'y prête, l'événement peut être utilisé pour une étude de cas en stage CRM et dans le cadre du système de retour d'expérience.

Après la décision d'appliquer ces actions le département de sécurité est chargé de la diffusion des résultats à toutes les structures concernées.

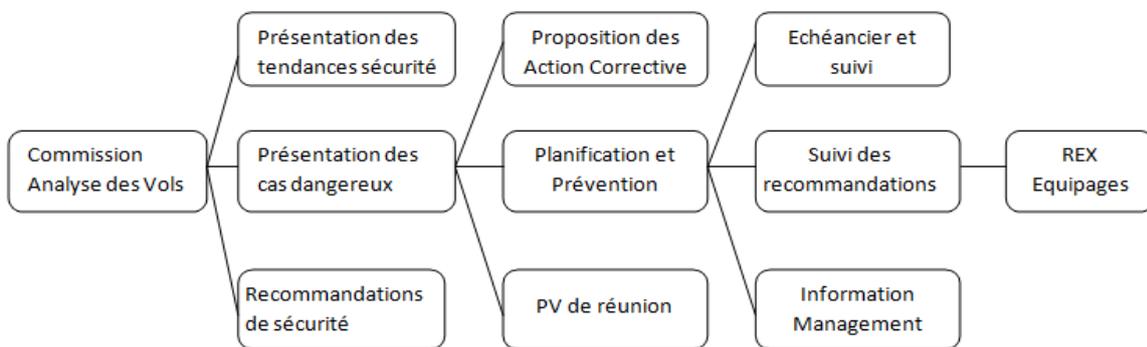


Figure III.4 : Les actions de la commission d'analyse

Aujourd'hui, des programmes d'analyse de données de vol (FDA) sont de plus en plus employés pour la surveillance et l'analyse des opérations de vol.

Les programmes de FDA sont un composant logique d'un système de gestion de sécurité, en particulier pour de plus grandes lignes aériennes. Les programmes réussis encouragent l'adhérence aux procédures habituelles d'opération, découragent le comportement non standard et ainsi augmenter la sécurité de vol. Elles peuvent détecter des tendances défavorables dans n'importe quelle partie du régime de vol et ainsi faciliter la recherche sur les événements autres que ceux qui a eu des conséquences graves.

Des aspects spécifiques des opérations de vol peuvent être examinés, ou identifier rétrospectivement des domaines problématiques grâce au système d'analyse des données de

vol avant que ces deniers présente un obstacle à un fonctionnement optimale des opérations habituelle du vol.

❖ **Les acteurs du FDA :**

Pour gérer la sécurité de vols au niveau de la compagnie il faut créer la structure qui va assurer la prise en charge de la sécurité. Cette structure doit dépendre directement de la Direction Générale de la compagnie pour une autonomie de liberté d'action et d'indépendance de jugement dans la mise en œuvre du programme pratique qui découle de la déclaration de politique et du gestion de la sécurité.

Le rôle principale de cette structure est la promotion de la sécurité par décryptage et analyse des incidents rapportés par les équipages, sous forme de comptes rendu reçus, classés et analysés et permettre de comprendre la pertinence et l'apport indéniable du programme de sécurité des vols .

Selon le programme de sécurité ainsi que la politique de chaque compagnie, la structure responsable de la sécurité se différent d'une compagnie a une autre, selon les systèmes utilisés au niveau de la compagnie.

L'expérience a prouvé que l'équipe exigée pour courir un programme FDA pourrait changer selon le nombre; d'une personne avec une petite flotte (5 avion), à une section consacrée pour de grandes flottes.

Tous les membres d'équipe de FDA ont besoin de la formation ou de l'expérience appropriée pour leur secteur respectif d'analyse de données. Chaque membre d'équipe doit être assigné une quantité d'heure réaliste de dépenser régulièrement sur des tâches de FDA. Avec la main d'œuvre disponible insuffisante, le programme entier sous-exécutera ou même échouer.

Les personnes qui doivent être existé dans une équipe FDA selon l'exigence OACI les suivants ^[4]:

- ➔ **Un chef d'équipe FDA :** Les chefs d'équipe doivent gagner la confiance et l'appui total de l'équipage FDA. Ils agissent indépendamment pour faire les recommandations qui seront vues par tous pour avoir un niveau élevé d'intégrité et d'impartialité.

- ➔ **Interprète d'opérations de vol** : Cette personne est normalement un pilote courant (ou peut-être un capitaine ou un entraîneur aîné récemment retiré), qui connaît le réseau et l'avion. Leur connaissance détaillée de SOPs, des caractéristiques de l'avion, les terrains d'aviation et les itinéraires seront employés pour placer les données de FDA dans un bon contexte.

- ➔ **Interprète technique** : Cette personne interprète des données de FDA en ce qui concerne les aspects techniques de l'opération d'avion. Il est au courant de toute la structure d'avion, les systèmes utilisés, et tous les autres programmes de contrôle et les technologies en service utilisés par la compagnie.

- ➔ **Représentant d'équipage aérien** : Cette personne fournit le lien entre les directeurs de flotte ou de formation et l'équipage de vol impliqué dans les circonstances accentuées par FDA. La position exige de bonne qualification de cette personne et une attitude positive envers l'éducation de sécurité. La personne est normalement un représentant de l'association d'équipage de vol et devrait être la seule autorisée pour relier les données d'identification à l'événement. Le représentant d'équipage aérien exige la confiance des membres de l'équipage et des directeurs pour leur intégrité et le bon jugement.

- ➔ **Ingénieure technique** : Cette personne est normalement un spécialiste en avionique, impliqué dans la surveillance des conditions obligatoires d'utilité pour des systèmes de FDR. Ils doivent être bien informés au sujet de la FDA et des systèmes associés requis pour exécuter le programme.

- ➔ **Coordinateur de la sécurité aérienne** : Cette personne établit les renvois de l'information de FDA avec d'autres programmes de contrôle de sécurité aérienne, créant un contexte intégré pour toute l'information. Cette fonction peut réduire la duplication des investigations de suivis.

❖ La commission d'analyse des données de vol ^[2] :

La commission d'analyse des données de vol est organisée pour le traitement des événements. Les pilotes (OSV, représentants des organisations professionnelles et PNT de l'encadrement DOA) sont les principaux acteurs . Elle émet des recommandations et participe à l'élaboration de la politique de prévention de la compagnie.

La formation d'une commission de sécurité des vols fournit une méthode d'action concernant la résolution de certains problèmes spécifiques à la sécurité des vols ; sa tâche consiste à :

- Une vision globale sur tous les sujets en relation avec la sécurité de l'exploitation des vols dans la compagnie ;
- Rapporter au dirigeant responsable les performances de la compagnie par rapport au standard de sécurité.

La commission ne doit pas être sous l'autorité directe d'une direction, en effet cela ira dans le sens d'une contre productivité et interférait dans la chaîne de commandement.

Quand un besoin d'action est identifié lorsqu'un sujet est soulevé pendant une réunion, une recommandation de la commission doit souvent suffire pour obtenir le résultat désiré.

• **Les Membres de la commission :**

Les membres de la commission doivent provenir essentiellement de la direction des opérations ou exploitation des vols, de la maintenance et du secteur de formation du personnel navigant technique et commercial. En effet c'est de là où la majorité des problèmes font surface .Le nombre des éléments de la commission doit être maintenu au minimum, et voici une liste non exhaustive des membres de cette commission:

- ➔ L'officier de sécurité des vols
- ➔ Le directeur des opérations vol
- ➔ Le chef pilote
- ➔ Le chef de secteur formation et standardisation ;
- ➔ Le chef de secteur vol
- ➔ Un responsable maintenance
- ➔ Un responsable des opérations vol
- ➔ Un responsable des opérations sol
- ➔ Un responsable du personnel navigant commercial.

→ Analystes enquêteurs ;

- **Gestion de la commission :**

L'OSV (officier de la sécurité des vols) peut jouer un double rôle, celui du président de la commission et celui de son secrétaire. Le rôle du président de la réunion peut être délégué à un autre membre de la commission et l'indépendance de l'OSV lui permet d'avoir une vision globale sur les sujets et ne pas être focalisé sur un élément spécifique d'une direction.

Cependant si le nombre des membres de la commission est important les deux rôles peuvent être délégués à d'autres membres de la commission.

La durée de temps allouée à un problème doit être enregistrée et communiquée au dirigeant responsable ainsi qu'un résumé sur les incidents traités lors de la précédente réunion et les recommandations élaborées.

Une période de trois mois est raisonnable et pratique pour les réunions de la commission. Des réunions improvisantes peuvent être programmées si cela s'avère nécessaire soit à cause d'un événement majeur ou pour autre raison décidée par l'OSV.

Dans ce chapitre en va créer une petite application avec l'Access, cette dernière application est une simple simulation au programme d'analyse de données de vol.

IV.1 Introduction à l'Access :

Le logiciel Access est un système puissant de création et de manipulation de bases de données, facile à utiliser pour gérer des bases de données personnelles et réellement efficace pour construire rapidement des bases de données professionnelles.

Microsoft Access est une base de données destinée à gérer des fichiers divers. En plus de stocker les informations, Access permet de réaliser des impressions, des traitements et des programmes divers.

En fait Access permet de réaliser une petite application complète.

Le logiciel Access contient plusieurs types d'objets. Les objets de la base de données sont des objets qui apparaissent dans la fenêtre Base de données. C'est l'utilisateur qui crée ces objets :

IV.1.1 La table :

Structure fondamentale du système de gestion de bases de données relationnelles. Dans Access, une table est un objet qui stocke des données dans des enregistrements (lignes) et des champs (colonnes). Les données sont généralement relatives à une catégorie particulière, par exemple des contacts dans nos agendas.

IV.1.2 La requête :

Une requête permet :

- de poser une question sur les données stockées dans les tables
- d'accomplir une action sur ces données.

IV.1.3 La formulaire :

Objet de base de données Access dans lequel on place des contrôles servant à saisir, afficher et modifier des données dans les champs.

IV.1.4 L'état :

Objet de base de données Access qui présente des informations mises en forme et organisées selon nos spécifications, par exemple :

- des récapitulatifs de ventes,
- des listes de numéros de téléphone
- des étiquettes pour publipostage.

IV.1.5 Macros :

Une action ou un ensemble d'actions destinées à automatiser certaines tâches.

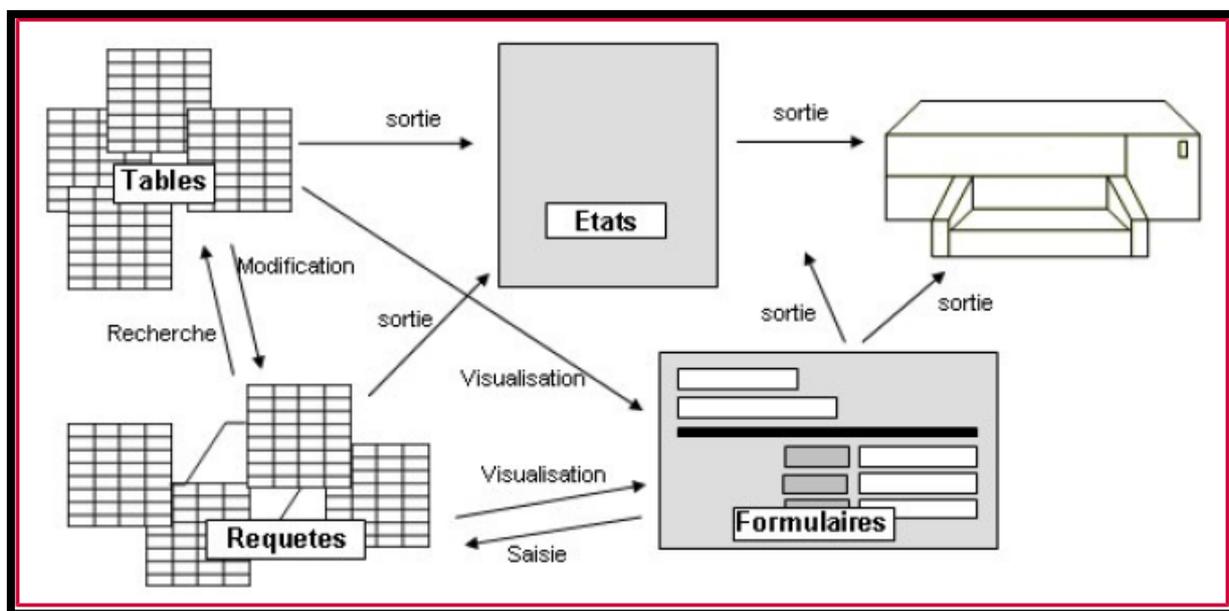


Figure IV.1 : Les objets de l'Access

Les relations entre les objets, et leurs fonctions, sont représentées de manière simplifiée dans l'illustration ci-dessus. Les macros n'y sont pas représentées, car elles ne remplissent aucune fonction affectant l'organisation d'une base de données Access.

IV.2 Création de l'Application :

L'élément fondamental d'une base de données est la table, c'est autour de la ou des table(s) que sera peu à peu construite la base opérationnelle. Une base contient une ou plusieurs tables. De fait, matériellement, une table n'est ni plus ni moins qu'un tableau à une entrée verticale.

Chapitre IV : Application

Donc procédant à on commence la création de nos bases de données par créer deux tables, l'une contient les vols et l'autre les données de chaque vol :

Flight numt	Type d'avion	Numero de vol	Immatriculation d'avic	Date de vol	Durée de vol	Crew
1002	Q400	DAT020	7T-ALZ	10/10/2015	02:00:00	HADEF
1023	B737	DAT009	7T-WYZ	12/06/2016	02:30:00	HADEF
1209	Q400	DAT014	7T-ABC	02/02/2016	01:45:00	CHENNA
1230	B737	DAT020	7T-WYZ	07/01/2016	03:20:00	CHENNA
1234	Q200	DAT002	7T-RST	09/12/2015	02:00:00	MAKHALDI
1236	B737	DAT008	7T-JLK	09/12/2015	01:30:00	ZENATI
1237	Q200	DAT008	7T-RST	09/02/2016	02:00:00	MAKHALDI
1239	B737	DAT020	7T-JLK	09/02/2016	02:30:00	CHENNA
1274	Q400	DAT030	7T-FGH	08/02/2016	01:30:00	BOULANOIR
1289	Q400	DAT034	7T-ABC	09/02/2016	02:30:00	BOULNOIR
1290	Q400	DAT020	7T-LIM	02/02/2016	03:30:00	BOULANOIR
2006	Q400	DAT010	7T-LIM	09/12/2015	03:00:00	CHENNA
2098	B737	DAT010	7T-WYZ	07/01/2016	02:00:00	ZENATI
2325	Q200	DAT001	7T-RST	14/11/2016	01:45:00	MAKHALDI
2341	Q400	DAT009	7T-ALZ	14/11/2015	03:30:00	HADEF
2345	Q400	DAT010	7T-ABC	08/02/2016	02:30:00	CHENNA
2346	B737	DAT003	7T-JLK	14/11/2015	02:00:00	ZENATI
2349	Q400	DAT002	7T-LIM	10/10/2015	02:00:00	CHENNA
2378	Q400	DAT010	7T-ALZ	01/12/2015	03:00:00	HADEF
3091	Q200	DAT020	7T-CBN	14/11/2015	03:00:00	CHENNA
3450	Q400	DAT012	7T-ABC	01/12/2015	02:15:00	BOULANOIR
3456	Q200	DAT006	7T-RST	10/10/2015	02:00:00	ZENATI
3457	B737	DAT020	7T-WYZ	10/10/2015	03:30:00	MAKHALDI
3459	Q400	DAT002	7T-LIM	01/12/2015	03:30:00	CHENNA
4560	Q200	DAT001	7T-CBN	15/03/2016	03:30:00	MAKHALDI
4561	B737	DAT010	7T-ABC	15/03/2016	02:00:00	CHENNA

Figure IV.2 : La table des vols

Flight numb	T/O timmin	T/O speed	T/O deviat	CR timming	CR speed	CR deviator	LD timming	LD speed	LD deviator
1023	5	460	20	5	475	24	5	480	25
1023	10	470	22	10	480	22	10	485	26
1023	15	475	20	15	485	24	15	485	25
1023	20	480	22	20	480	20	20	490	30
1023	25	470	23	25	479	22	25	490	28
1230	5	460	15	5	480	25	5	475	25
1230	10	470	20	10	485	27	10	480	25
1230	15	475	22	15	480	23	15	490	23
1230	20	480	23	20	480	23	20	495	20
1230	25	477	25	25	475	20	25	480	20
1236	5	460	19	5	475	23	5	480	25
1236	10	465	20	10	475	23	10	480	23
1236	15	470	20	15	480	23	15	480	23
1236	20	475	20	20	480	25	20	480	23

Figure IV.3 : La table des données des vols

Chapitre IV : Application

On doit créer des relations entre les deux tableaux pour associer chaque vol avec ses données :

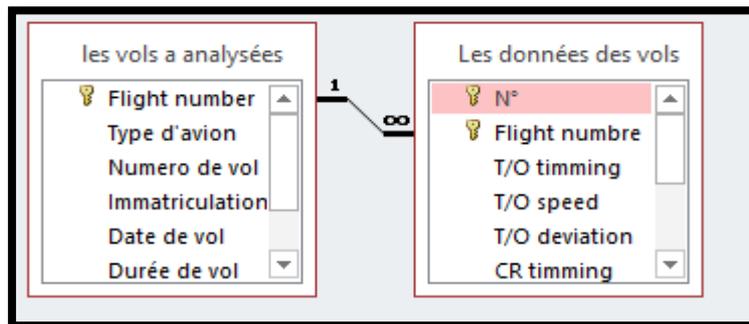


Figure IV.4 : La relation entre les deux tables

On obtient :

Flight numt	Type d'avion	Numero de vol	Immatriculation d'avic	Date de vol	Durée de vol	Crew	depart		
1002	Q400	DAT020	7T-ALZ	10/10/2015	02:00:00	HADEF	12:00:00		
N°	T/O timminj	T/O speed	T/O deviatic	CR timing	CR speed	CR deviator	LD timing	LD speed	LD deviator
111	5	370	18	5	380	22	5	380	24
112	10	365	20	10	385	24	10	380	24
113	15	370	20	15	380	24	15	385	24
114	20	375	22	20	375	24	20	380	22
115	25	375	22	25	375	25	25	380	22
*(Nouv.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1023	B737	DAT009	7T-WYZ	12/06/2016	02:30:00	HADEF			
N°	T/O timminj	T/O speed	T/O deviatic	CR timing	CR speed	CR deviator	LD timing	LD speed	LD deviator
1	5	460	20	5	475	24	5	480	25
2	10	470	22	10	480	22	10	485	26
3	15	475	20	15	485	24	15	485	25
4	20	480	22	20	480	20	20	490	30
5	25	470	23	25	479	22	25	490	28

Figure IV.5 : Affichage des tables

Après la création de notre base de données, on doit analyser les données par la manipulation des requêtes :

Flight numb	Type d'avion	Numero de vol	T/O timmin	T/O speed	Observation
1002	Q400	DAT020	5	370	Pas de dépassement
1002	Q400	DAT020	10	365	Dépassement
1002	Q400	DAT020	15	370	Pas de dépassement
1002	Q400	DAT020	20	375	Pas de dépassement
1002	Q400	DAT020	25	375	Pas de dépassement
1209	Q400	DAT014	5	365	Dépassement
1209	Q400	DAT014	10	370	Pas de dépassement
1209	Q400	DAT014	15	375	Pas de dépassement
1209	Q400	DAT014	20	370	Pas de dépassement
1209	Q400	DAT014	25	370	Pas de dépassement
1274	Q400	DAT030	5	370	Pas de dépassement
1274	Q400	DAT030	10	375	Pas de dépassement
1274	Q400	DAT030	15	380	Pas de dépassement
1274	Q400	DAT030	20	385	Dépassement
1274	Q400	DAT030	25	380	Pas de dépassement
1289	Q400	DAT034	5	370	Pas de dépassement
1289	Q400	DAT034	10	365	Dépassement
1289	Q400	DAT034	15	370	Pas de dépassement
1289	Q400	DAT034	20	370	Pas de dépassement
1289	Q400	DAT034	25	375	Pas de dépassement
1290	Q400	DAT020	5	370	Pas de dépassement
1290	Q400	DAT020	10	370	Pas de dépassement
1290	Q400	DAT020	15	375	Pas de dépassement
1290	Q400	DAT020	20	375	Pas de dépassement
1290	Q400	DAT020	25	380	Pas de dépassement

Figure IV.6 : Requête d'analyse des vitesses en décollages

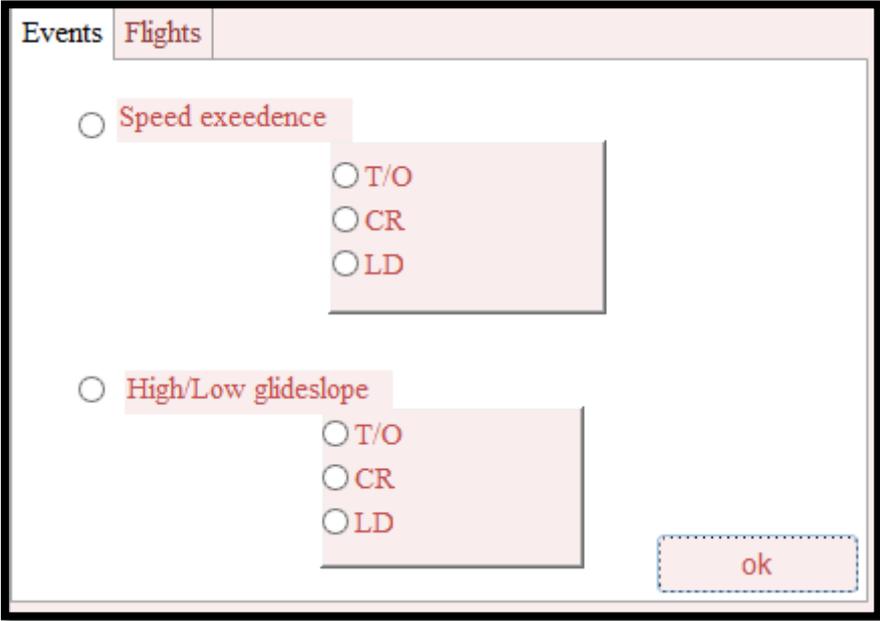
Finalement on élaborera l'affichage final en utilisant les formulaires et les états.

IV.3 Affichage final de l'application

- Le menu de démarrage contient deux onglets l'une des vols et l'autres des évènements :

The screenshot shows a window with two tabs: 'Events' and 'Flights'. The 'Flights' tab is active. The text 'Choose a Flight number below:' is displayed in a large, dark red font. Below this text, the label 'Flight number' is followed by a white dropdown menu with a downward arrow. At the bottom center of the window is a grey button with the text 'Ok' in red.

Figure IV.7 : Onglet des vols du menu de démarrage



FigureIV.8 : Onglet des évènements

Si on choisit un numéro de vol de la liste déroulante du premier onglet :

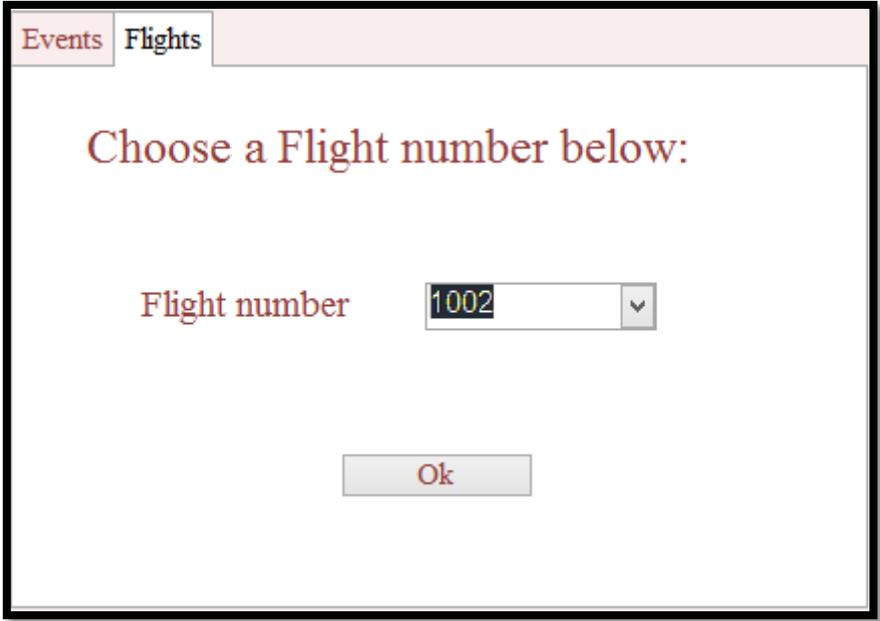


Figure IV.9 : Exemple d'affichage

On obtient après le clic :

Flight information

Flight nombre:

Flight code:

Aircraft immatriculation:

Flight date:

Departure:

Version:

Crew:

Flight's Data

T/O speed	T/O deviation	CR speed	CR deviation	LD speed	LD deviation
370	18	380	22	380	22
365	20	385	24	380	22
370	20	380	24	385	22

Analyze Print Return Exit

Figure IV.10 : Les informations de vol

C'est le formulaire qui contient les informations de vol qu'on peut imprimer ou bien analyser on cliquant sur le bouton Analyse :

Flight informations analyse

Flight number
Version
Flight code
Immatriculation d
Crew

T/O timing
T/O speed
T/O deviation
CR timing
CR speed
CR deviation
LD timing
LD speed
LD deviation

1002

	Q400	DAT020	7T-ALZ	HADEF				
10	365	20	10	385	24	10	380	<input type="text" value="24"/>
15	370	20	15	380	24	15	385	<input type="text" value="24"/>
20	375	22	20	375	24	20	380	<input type="text" value="22"/>
25	375	22	25	375	25	25	380	<input type="text" value="22"/>
5	370	18	5	380	22	5	380	<input type="text" value="24"/>

Min	<input type="text" value="365"/>	<input type="text" value="18"/>	<input type="text" value="375"/>	<input type="text" value="22"/>	<input type="text" value="380"/>
Max	<input type="text" value="375"/>	<input type="text" value="22"/>	<input type="text" value="385"/>	<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="385"/>

Events: Speed limit Under glidslope Exeed speed limit Above glidslope Exeed speed limit

Inprimer Send note Rapport Return Exit

Figure IV.11 : Les données de vol analysées

Après l'analyse, on obtient la fenêtre ci-dessous qui montre tous les informations de vol avec les évènements qu'on a détectées après l'analyse.

Cette fenêtre contient aussi des boutons pour nous donnent le choix du plusieurs actions soit rapporter ces évènements ou bien le notifier au pilote commandant de bord.

On a vu précédemment tous ce qui concerne le choix de l'onglet Flights dans le menu de démarrage.

Maintenant si on a choisi l'onglet Events, on doit sélectionner l'un de deux évènements utilisé dans cette application :

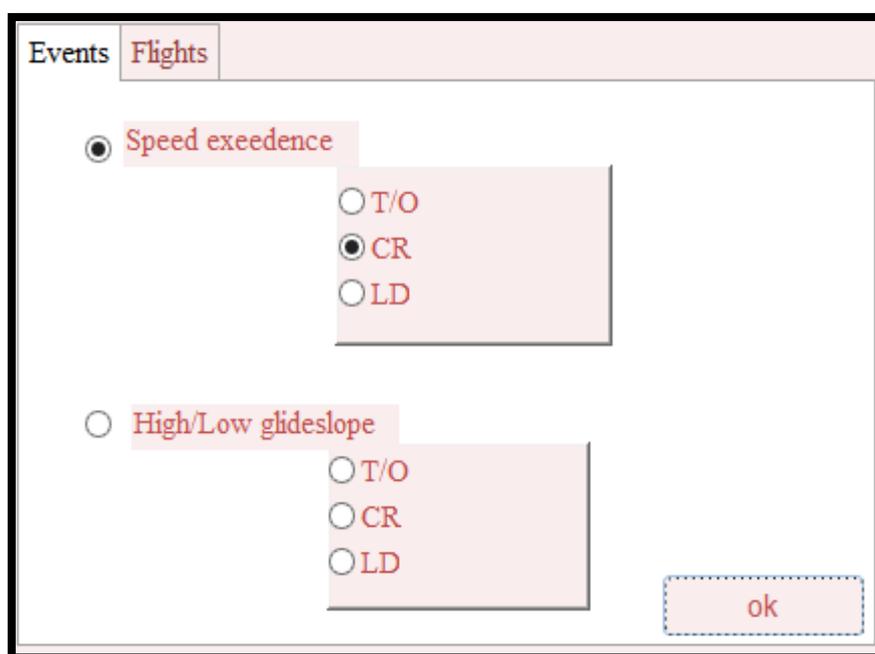


Figure IV.12 : Choix d'un évènement dans l'onglet Events

C'est que veut dire qu'on va chercher de tous les dépassements de vitesses qui se produisent durant la phase de croisière dans tous les vols enregistrées dans notre base de données.

Speed exceedence in cruise							
Flight nombre	Version	Flight code	Immatriculation d	Date de vol	CR timing	CR speed	Crew
1002	Q400	DAT020	7T-ALZ	10/10/2015	10	385	HADEF
1023	B737	DAT009	7T-WYZ	12/06/2016	15	485	HADEF
1209	Q400	DAT014	7T-ABC	02/02/2016	15	385	CHENNA
1230	B737	DAT020	7T-WYZ	07/01/2016	10	485	CHENNA
1239	B737	DAT020	7T-JLK	09/02/2016	25	485	CHENNA
1274	Q400	DAT030	7T-FGH	08/02/2016	5	385	BOULANOIR
1290	Q400	DAT020	7T-LIM	02/02/2016	10	385	BOULANOIR
2098	B737	DAT010	7T-WYZ	07/01/2016	5	485	ZENATI

Figure IV.13 : Dépassements du vitesse en croisière

C'est le même processus si on choisit une autre phase de vol, par exemple l'atterrissage :

Speed exeedence in Landing							
Flight nombre	Version	Flight code	Immatriculation	Date	LD timing	LD speed	Crew
1002	Q400	DAT020	7T-ALZ	10/10/2015	15	385	HADEF
1023	B737	DAT009	7T-WY2	12/06/2016	10	485	HADEF
	B737	DAT009	7T-WY2	12/06/2016	15	485	HADEF
	B737	DAT009	7T-WY2	12/06/2016	20	490	HADEF
	B737	DAT009	7T-WY2	12/06/2016	25	490	HADEF
1209	Q400	DAT014	7T-ABC	02/02/2016	10	385	CHENNA
1230	B737	DAT020	7T-WY2	07/01/2016	15	490	CHENNA
6789	B737	DAT020	7T-WY2	15/03/2016	10	485	MERDOUI
	B737	DAT020	7T-WY2	15/03/2016	15	490	MERDOUI
	B737	DAT020	7T-WY2	15/03/2016	20	490	MERDOUI
7865	Q400	DAT007	7T-FGH	12/06/2016	5	385	CHENNA
9087	Q400	DAT001	7T-FGH	07/01/2016	25	385	HADEF

Print
Return

Figure IV.14 : Dépassements du vitesse en atterrissage

Dans l'onglet Events, on doit trouver tous les évènements qui se produisent lors une phase spécifié du vol dans notre base de données.

Note :

On a mentionné seulement deux évènements dans notre simulation « Speed exeedence » et « High/Low Glidslope »

Donc si on choisit le deuxième évènement :

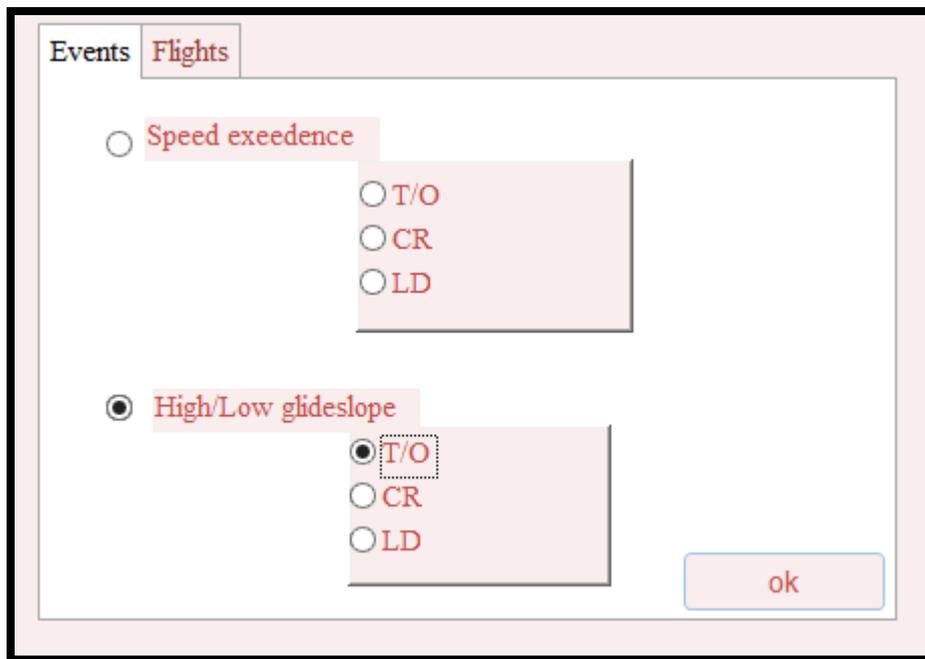


Figure IV.15 : Choix du deuxième évènement

On obtient :

High/Low Glidslope in Take off							
Flight nombre	Version	Flight code	Immatriculation	Date	Crew	T/O timing	T/O deviation
1002	Q400	DAT020	7T-ALZ	10/10/2015	HADEF	5	18
1209	Q400	DAT014	7T-ABC	02/02/2016	CHENNA	10	18
1230	B737	DAT020	7T-WYZ	07/01/2016	CHENNA	5	15
1234	Q200	DAT002	7T-RST	09/12/2015	MAKHALDI	5	15
1236	B737	DAT008	7T-JLK	09/12/2015	ZENATI	5	19
1239	B737	DAT020	7T-JLK	09/02/2016	CHENNA	10	18
	B737	DAT020	7T-JLK	09/02/2016	CHENNA	15	18
1289	Q400	DAT034	7T-ABC	09/02/2016	BOULNOIR	15	18
6780	Q200	DAT025	7T-RST	02/02/2016	MERDAOUI	5	15
6789	B737	DAT020	7T-WYZ	15/03/2016	MERDOUI	5	18

[Print](#) [Return](#)

Figure IV.16 : Résultats de deuxième évènement en décollage

Même chose pour les autres phases :

- Pour la croisière :

High/Low Glidslope in Cruse							
Flight number	Version	Flight code	Immatriculation	Date	Crew	CR timing	CR deviation
1002	Q400	DAT020	7T-ALZ	10/10/2015	HADEF	25	<input type="text" value="25"/>
1230	B737	DAT020	7T-WYZ	07/01/2016	CHENNA	10	<input type="text" value="27"/>
1237	Q200	DAT008	7T-RST	09/02/2016	MAKHALDI	10	<input type="text" value="24"/>
5679	Q400	DAT004	7T-ALZ	15/03/2016	HADEF	20	<input type="text" value="18"/>
7254	Q200	DAT001	7T-CBN	10/12/2015	MAKHALDI	25	<input type="text" value="24"/>
7865	Q400	DAT007	7T-FGH	12/06/2016	CHENNA	10	<input type="text" value="25"/>
8752	Q200	DAT015	7T-CBN	08/02/2016	HADEF	20	<input type="text" value="24"/>

Figure IV.17 : Résultat de deuxième évènement en croisière

- Pour l’atterrissage :

High/Low Glidslope in Landing							
Flight number	Version	Flight code	Immatriculation	Date	Crew	LD timing	LD deviation
1023	B737	DAT009	7T-WYZ	12/06/2016	HADEF	20	<input type="text" value="30"/>
						25	<input type="text" value="28"/>
						10	<input type="text" value="26"/>
1209	Q400	DAT014	7T-ABC	02/02/2016	CHENNA	5	<input type="text" value="25"/>
1234	Q200	DAT002	7T-RST	09/12/2015	MAKHALDI	5	<input type="text" value="24"/>
7865	Q400	DAT007	7T-FGH	12/06/2016	CHENNA	10	<input type="text" value="25"/>
8752	Q200	DAT015	7T-CBN	08/02/2016	HADEF	5	<input type="text" value="24"/>

Figure IV.18 : Résultat de deuxième évènement pour l’atterrissage

Conclusion générale

Les avions sont plus sûrs, c'est une certitude. Tous les acteurs du transport aérien veillent à ce que la sécurité soit assurée de bout en bout, de la conception des avions à leur pilotage, en passant par leur production et leur maintenance.

Malgré cette attention de tous les instants et les technologies les plus avancées dont bénéficie le transport aérien, cette sécurité n'est pas absolue.

Le risque zéro n'existe pas certes mais tout est fait pour s'en rapprocher.

Seule une politique « proactive » de prévention peut permettre de réduire le taux d'accident à l'avenir, d'où l'introduction du système d'analyse des données de vol (FDA).

Le FDA fondée sur l'utilisation des données numérique qui provient des enregistreurs de paramètres de vol (FDR) produite pendant les opérations normales d'une façon confidentiel et non-punitif.

Ces données sont analysées au niveau d'une station d'analyse au sol (AGS), avec des programmes consacrés à la décomposition des paramètres enregistrés (FDAP) permettant à l'utilisateur de détecter les dépassements qui sont effectué pendant le vol ainsi de les éviter au future par des mesures corrective adéquates avant que ces événement se transforme à des catastrophes.

Le FDA fournis des informations objectives qui ne sont pas disponibles à travers d'autres méthodes. Ces données perspicaces peuvent améliorer la sécurité en rehaussant considérablement l'efficacité de la formation et des procédures opérationnelles.

Bibliographie :

- [1] : site internet D'air Tassili : <http://www.tassilairlines.dz> ,2015
- [2] : Manuel Sécurité des Vol (MSV) d'Air Tassili / Edition N°00,2009/ Révision N°04,2014
- [3] : Doc « présentation du Bureau Sécurité des Vols » d'Air Tassili, 2013
- [4] : Doc « Rapport sur la sécurité aérienne 2014 »
- [5] : Doc OACI « état de la sécurité générale de l'aviation2014-2016 »
- [6]: Doc « Flight Data Analysis Programme »
- [7] : Doc CAP 739 « Flight Data Monitoring»/autorité de l'aviation civile, 2003
- [8] : Doc OACI 9422 « Accident prevention programme », 2005
- [9] : Doc OACI 9859 « Manuel de gestion de la sécurité MGS »/2^{ème}édition, 2009
- [10] : Doc OACI Annexe 6«exploitations technique des aéronefs»/ 9^{ème}édition, 2010
- [11] : Doc OACI Annexe 13 « enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation » 2^{ème}édition, 2010
- [12]: Doc CAP Flight Data Monitoring 2ème édition Juin 2013
- [13] : Doc OACI « Manuel sur les programmes d'analyse des données de vol (FDAP) »
- [14] : Doc OACI Annexe 6«exploitations technique des aéronefs»/ 9^{ème}édition, 2010
- [15]: Doc CAAP SMS-4(0): Guidance on the establishment of a Flight Data Analysis Program
- [16] : (FDAP) – Safety Management Systems (SMS)
- [17] : Site internet de SAFRAN Sagem : www.sagem.com
- [18]: Site internet Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_des_donn%C3%A9es
- [19]: Site internet Safety line: www.safety-line.fr
- [20]: Doc Flight Scanner safety behind your data
- [21] : Doc cour Access : Initiation à l'Utilisation de l'Informatique 2009-2010
Introduction à Access 2003 (sur Windows 2000), création des tables