

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Polytechnique

Établissement nationale de la navigation aérienne



Département de Maîtrise des Risques Industriels et Environnementaux

Mémoire de Projet de Fin d'Études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

d'État en QHSE-GRI

Thème : Conception d'un système d'informations lié au Reporting des événements de sécurité basé sur le REX pour la sécurité aéronautique

Réalisé par:

BEN NAMANE Nazim

KHENFECH Rania

Sous la direction de :

Dr. BENTAALLA-KACED Souad

Dr. BENMOKHTAR Amine

M. MOUFFEK Ahcene

Maître de conférences B à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

Responsable SGS à l'ENNA

Présenté et soutenu publiquement le 14-07-2021 devant le jury composé de :

Président

Examineur

Examineur

Promoteur

Promoteur

Mr. CHERGUI Abdelmalek

Mr. LEGUEBEDJ Farid

Mr. SENOUCI BEREKSI

M. BENTAALLA-KACED Souad

Mr. BENMOKHTAR Amine

Professeur à l'ENP

Maître-assistant A à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Polytechnique

Établissement nationale de la navigation aérienne



Département de Maîtrise des Risques Industriels et Environnementaux

Mémoire de Projet de Fin d'Études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

d'État en QHSE-GRI

Thème : Conception d'un système d'informations lié au Reporting des évènements de sécurité basé sur le REX pour la sécurité aéronautique

Réalisé par:

BEN NAMANE Nazim

KHENFECH Rania

Sous la direction de :

Dr. BENTAALLA-KACED Souad

Dr. BENMOKHTAR Amine

M. MOUFFEK Ahcene

Maître de conférences B à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

Responsable SGS à l'ENNA

Présenté et soutenu publiquement le 14-07-2021 devant le jury composé de :

Président

Examineur

Examineur

Promoteur

Promoteur

Mr. CHERGUI Abdelmalek

Mr. LEGUEBEDJ Farid

Mr. SENOUCI BEREKSI

M. BENTAALLA-KACED Souad

Mr. BENMOKHTAR Amine

Professeur à l'ENP

Maître-assistant A à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

Maître de conférences B à l'ENP

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu qui nous a donné la santé et la force pour achever ce mémoire. Nous remercions ensuite toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions le professeur A. CHERGUI d'avoir bien voulu nous honorer en acceptant de présider le jury chargé d'examiner ce travail. Aussi, nous remercions messieurs F. LEGUEBEDJ et M. SENOUCI BEREKSI d'avoir accepté d'examiner notre travail et pour l'intérêt qu'ils ont accordé à notre travail.

Nous tenons donc à exprimer toute nos reconnaissances à nos encadreurs : monsieur A. BENMOKHTAR et madame S. BENTALA Enseignants-chercheurs à l'école nationale polytechnique. On leurs adressons tous nos vifs remerciements d'avoir accepté nous encadrer, nous guider dans la réalisation de ce mémoire. On leurs dit également merci de nous avoir inculqués le gout de la recherche, de nous avoir transmis le sens du regard critique sur des problèmes donnés. Merci à vous.

Toutes nos gratitudes vont aussi à tous les enseignants du département de maîtrise des risques industriels et environnementaux pour la transmission de leurs savoirs.

On dit merci à tout le personnel de l'ENNA qui ont sacrifié de leur temps pour participer à la réalisation de ce mémoire, particulièrement notre encadreur au sein de l'entreprise, monsieur A. MOUAKET responsable SGS à l'Établissement Nationale de Navigation Aérienne pour son temps, sa disponibilité, son accueil, et la confiance qu'il nous accordé.

Un remerciement particulier à monsieur R. BOURDJOUL pour son soutien durant tout notre parcours, son énergie positive et surtout son encouragement.

Nous tenons à remercier aussi notre ex chef de département monsieur B. BENKOUSSAS pour tous les efforts qui a fait pour nous, ainsi que notre nouveau chef de département, et notre enseignant au même temps, monsieur M. BOUBKEUR qui a été à l'écoute tout au long de notre formation.

Nous remercions également monsieur M. BENAMOUR, premier ingénieur de conception en Algérie, dans le domaine de l'aéronautique, expert en investigation des accidents de vol pour son aide précieuse et ses conseils qui nous ont été très bénéfique.

Nos remerciements vont bien évidemment à toutes nos familles sans exception qui n'ont cessé de nous encourager et de nous prodiguer de sages conseils.

Enfin, que tous ceux dont les noms ne sont pas mentionnés dans ce document mais qui nous ont été d'un apport appréciable, nous pardonnent et trouvent ici l'expression de nos sincères reconnaissances.

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

- *À mes très chers parents, ma raison de vivre, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler, pour tous leurs sacrifices, amours, soutiens indéfectibles, et prières tout au long de mes études. Que dieu leur procure bonne Santé et longue vie.*
- *À mes grands-parents, pour vos prières et encouragements. Que dieu vous protège et vous accorde la santé et une longue vie.*
- *À mon jumeau, mon cher et seul frère HACENE, qui ma soutenus tout au long de ce projet et qui ma donner le courage pour continuer sur ce chemin.*
- *À mon regretté oncle MOHAMMED, comment t'oublier ? ta bonté reste encore gravée dans ma mémoire, j'imagine qu'elle serait ta joie aujourd'hui, j'aurai voulu que tu assiste à l'aboutissement de ces années de dur labeur, dieu en a décidé autrement. Que dieu t'accorde la paix éternelle et t'accueille dans son vaste paradis.*
- *À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*
- *À mon cher binôme NAZIM, pour ta patience, persévérance et tes efforts. N'oublie jamais qu'une personne avec des grands rêves est bien plus forte qu'une personne qui a déjà tout accompli, cette étape n'est qu'une étape vers plus de succès. Les gens vont douter de ce que tu dis mais ils vont croire en ce que tu fais. Je te souhaite plein de réussite dans ta vie.*
- *À cette unique, superbe et magnifique promo QHSE-GRI : THILLELI, SABRINA, DYHIA, IMENE, AMIRA, ZINOUE, NAZIM, MALEK, DJABER, AYMEN, AYOUB, RAID, RACIM, YOUNES, TAHAR, MOHAMMED, avec toute humilité et fierté je peux dire qu'on est la meilleure promo depuis 2012.*
- *À mes très chères amies SARAH, MERIEM, ISSMAHANE, HADJER.*
- *À ma meilleure amie CHAIMA, que je la considéré comme ma sœur, merci d'avoir être toujours là pour moi, de croire en moi et pour ne jamais m'abandonner, notre amitié est sincère et indéfectible, t'es vraiment un ange et je te souhaite tout le bonheur du monde.*
- *À mes amies d'enfance, qui les distances ne nous ont jamais séparés : RANIA, DANIA, NASSIMA, ANFEL, ASMA, pour leurs encouragements infaillibles.*

Rania KHENFECH

- *À la mémoire de mon grand-père et ma grand-mère maternelle, puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une prière pour vos âmes.*
 - *À ma mère, Je te dédie ce travail pour tes attentions particulières, tes prières et ton amour inconditionnel. Merci pour tout et que Dieu te donne bonne santé et longue vie parmi nous.*
 - *À mes oncles et tantes maternelle, qui m'ont soutenu durant toute ma vie pour arriver à ce que je suis aujourd'hui, Et particulièrement je remercie mon oncle BRAKCHI Rafik enseignant à l'EPAU et ma tante BRAKCHI Lila Ouakour enseignante à l'USTHB pour leurs aides dans la mise en forme du manuscrit.*
 - *À ma chère binôme Rania, avec qui j'ai beaucoup partagé durant l'élaboration de ce travail, pour tous les efforts que tu as fournis, pour le stress partagé merci pour ta patience.*
 - *À mes amis Abdelhak OUCHAR et Sofiane ZAIR, qui m'ont été d'une grande aide dans l'élaboration de ce travail.*
 - *À tous ceux qui me sont chers et qui ont cru en moi.*
- Je dédie ce modeste travail*

Nazim BEN NAMANE

RÉSUMÉS

ملخص:

يشهد حاليا قطاع النقل الجوي العديد من المشاكل والحوادث المتكررة والتي يتم توثيقها يوميا، هذه الاخيرة متعلقة اساسا بالأمن والسلامة، إذا الصعوبات التي يواجهها المختصين في توثيق واعداد التقارير المتعلقة بنوع، اسباب، نتائج هذه الحوادث تؤثر سلبا على المنهجية المتبعة لتسيير وتقليل هذه المخاطر. يهدف هذا العمل الى تحديد نوع، اسباب، نتائج هذه الحوادث وفق معايير ADREP ، باتباع طريقة تعتمد اساسا على تجزئة النشاط اضافة الى الرجوع الى الخبرة المتعلقة بنشاط ENNA ، كل هذه المعلومات المتحصل عليها سيتم تخزينها في قاعدة بيانات مبرمجة عن طريق MySQL ومتصلة بواجهة الكترونية لإعداد التقارير مبرمجة عن طريق REACT NATIVE

كلمات مفتاحية: نشاط الطيران، حدث السلامة، التقارير، عودة الخبرة، قاعدة البيانات

Abstract:

Currently, the aviation activity is facing a perpetual occurrence of air safety events, which are reported every day. In this situation, the problem of characterization of safety events and their centralization, has a great impact on the risk management approach, to improve the level of air traffic safety. The objective of our work is to categorize the security events as well as their causes and consequences, according to the definitions of the ADREP, following a method of deciphering the activity, as well as a return of experience related to the activity of the ENNA, and to implement these results in a database, using MySQL, coordinated with a *reporting* interface coded in REACT NATIVE

Key words: Aviation activity, Safety event, *Reporting*, Feedback, Database.

Résumé:

Actuellement, l'activité aérienne fait face à une occurrence perpétuelle d'événements de sécurité aérienne, qui sont reporté chaque jour. Dans cette situation, la problématique de la caractérisation des événements de sécurité et leurs centralisations, impact beaucoup la démarche de gestion des risques, pour améliorer le niveau de sécurité du trafic aérien. Notre travail a pour objectif de catégorisé les événements de sécurités ainsi que leurs causes et conséquences, selon les définitions de l'ADREP, et suivant une méthode de décortication de l'activité, ainsi que d'un retour d'expérience liée à l'activité de l'ENNA, et d'implémenter ces résultats dans une base de données, en utilisant MySQL, coordonnée à une interface de *reporting* codé dans REACT NATIVE.

Mots clés : Activité aérienne, Événement de sécurité, *Reporting*, Retour d'expérience, Base de données.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

GLOSSAIRE

INTRODUCTION 16

CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE, PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE..... 20

1.1 Mise en contexte et problématique..... 20

1.1.1 Démarche méthodologique 23

CHAPITRE 2 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET DES NORMES DANS L'AÉRONAUTIQUE 27

2.1 Présentation de l'Établissement Nationale de la Navigation Aérienne 27

2.1.1 Organigramme des directions de l'ENNA..... 29

2.1.2 Histoire de l'exploitation de la navigation en Algérie..... 30

2.1.3 Principales missions..... 31

2.2 Contrôle du trafic aérien..... 31

2.2.1 Différents types de contrôle aérien 32

2.3 Organisation de l'Aviation Civile Internationale 33

2.3.1 Vision de l'organisation..... 34

2.3.2 L'OACI en Algérie 34

2.4 Système d'Accident/*Incident Data Reporting* 35

2.4.1 Fonctionnement 35

2.4.2 Taxonomies..... 35

2.4.3 Plate-forme logicielle..... 36

2.4.4 European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems 36

CHAPITRE 3 DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE BASE 38

3.1 Retour d'expérience 38

3.1.1 Définition..... 38

3.1.2 Historique 39

3.1.3 Phases 39

3.1.4 Le retour d'expérience et le domaine aérien..... 41

3.2 Élément de la sécurité aérienne 42

3.2.1 Règlements Aérienne 42

3.2.2 Équipements de bord 43

3.2.3 Formation..... 44

3.3 Maîtrise des risques 45

3.3.1	Démarche de maîtrise des risques.....	45
3.3.2	Outils d'analyse des risques.....	48
3.4	Système de gestion de sécurité.....	49
3.4.1	Définition.....	49
3.4.2	Concept de sécurité.....	51
3.4.3	Composantes.....	51
3.4.4	Stratégies pour la gestion de la sécurité.....	52
3.4.5	Sécurité aérienne en Algérie.....	53
3.5	Accidents et incidents aériens.....	53
3.5.1	Classes d'occurrence.....	53
3.5.2	Exemple d'accident.....	55
3.6	Système de reporting.....	57
3.6.1	Définition.....	57
3.6.2	Système de reporting dans le domaine aérien.....	58

CHAPITRE 4 DÉCOMPOSITION ET CARACTÉRISATION DES ÉVÉNEMENTS DE SÉCURITÉS 63

4.1	Décomposition de l'activité du trafic aérien.....	63
4.1.1	Détermination des parties prenantes.....	63
4.1.2	Détermination des différentes phases de vol et leurs activités.....	64
4.2	Questionnaire d'un expert.....	65
4.2.1	Choix des répondants.....	65
4.2.2	Collecte de données.....	65
4.2.3	Analyse et discussion des résultats.....	66
4.3	Survenances d'un ES.....	67
4.4	Analyse statistique.....	85
4.5	Typologie des ES.....	91
4.5.1	Accident.....	91
4.5.2	Incident grave.....	93
4.5.3	Incident majeur.....	94
4.5.4	Incident significatif.....	95
4.5.5	Évènement sans effet sur la sécurité.....	96
4.5.6	Les ES non déterminer.....	97

CHAPITRE 5 CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES 102

5.1	Systèmes d'informations.....	102
5.1.1	Définition.....	102
5.1.2	Aspects technologiques.....	102
5.1.3	Activités.....	102
5.2	Base de données et le système de gestion de base de données.....	103
5.2.1	Base de données.....	103
5.2.2	Système de gestion de base de données.....	105
5.3	Modèle relationnel.....	107
5.3.1	Utilité du modèle.....	107
5.3.2	Concepts de base.....	108
5.3.3	Conception du schéma relationnel de la BdD.....	108
5.4	Base MySQL.....	117
5.4.1	Langage SQL.....	117
5.4.2	Interface web.....	118

5.4.3 Démarche de la création de la base.....	119
5.5 Interface Reporting.....	122
5.5.1 Conception de l'interface.....	123
CONCLUSION	127
RÉFÉRENCES	132
ANNEXE.....	136

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 : Accidents et Incidents dans l'aéronautique.....	58
Tableau 4-1 : Parties prenantes, localisation et missions	63
Tableau 4-2 : Taches des opérateurs dans la phase « Sur sol » et ES associés.	70
Tableau 4-3 : Taches des opérateurs dans la phase « Décollage » et ES associés	74
Tableau 4-4 : Taches des opérateurs dans la phase « En route » et ES associés.....	78
Tableau 4-5 : Taches des opérateurs dans la phase « Atterrissage » et ES associés.	83
Tableau 4-6 : Récapitulatif de la typologie des ES identifier.....	97

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Démarche méthodologique.....	24
Figure 2-1 : Établissement Nationale de la Navigation Aérienne. (<i>Exclusif-2021</i>)	27
Figure 2-2: Image satellite du CCR (source : google maps).....	28
Figure 2-3 : Organigramme des directions de l'ENNA (<i>ENNA, 2020</i>).....	29
Figure 2-4 : Direction du développement de la navigation aérienne (<i>Exclusif-2021</i>).....	30
Figure 2-5 : Phases de contrôle aérien (<i>Exclusif-2021</i>).....	33
Figure 3-1 : Cockpit du Concorde (<i>Exclusif-2021</i>)	43
Figure 3-2 : Cockpit de nouvelle génération dit « glass cockpit » (<i>Exclusif, 2021</i>).....	44
Figure 3-3 : Processus de la maîtrise des risques [17].....	46
Figure 3-4 : Types de méthode d'analyse des risques.	49
Figure 3-5 : Crash du Boeing 737 d'Air Algérie.....	56
Figure 3-6 : Crash du Tenerife.	57
Figure 4-1 : Phases de vol.	64
Figure 4-2 : Représentation des ES du REX.....	86
Figure 4-3 : Représentation d'ES par rapport au parties prenante (équippede vol, contrôleur et autre).....	87
Figure 4-4 : Les ES selon les phases de vol.....	88
Figure 4-5 : Types d'ES par selon le nombre d'ES.....	89
Figure 4-6 : Représentation du diagramme de PARETO pour les ES.....	90
Figure 5-1 : Modèle relationnel de la base de données.....	110
Figure 5-2 : Tables de la base de données, selon que l'interface 1 du <i>reporting</i>	112
Figure 5-3: Tables de la base de données, selon que l'interface 2 du <i>reporting</i>	113
Figure 5-4: Tables de la base de données, selon que l'interface 3-1 du <i>reporting</i>	114
Figure 5-5 : Tables de la base de données, selon que l'interface 3-2 du <i>reporting</i>	115
Figure 5-6 : Tables de la base de données, selon que l'interface 3-3 du <i>reporting</i>	116

Figure 5-7 : Requête du codage.....	119
Figure 5-8 : Codage de la base.....	120
Figure 5-9 : Requête de la table.....	121
Figure 5-10 : Création d'une table.....	121
Figure 5-11 : Base de données.....	122
Figure 5-12 : premier interface du reporting (cf figure 5.2).....	123
Figure 5-13 : Représentation de la première interface du reporting (cf figure 5.3).....	124
Figure 5-14 : Représentation de la première interface du reporting (cf figure 5.4, 5.5, 5.6).....	125
Figure 5-15 : Représentation des résultats du reporting.....	125
Figure A-1 : L'accident aérien d'Überlingen (source : 1001 Crash).....	138
Figure A-2 : McDonnell Douglas DC-9 (source : NTSB).....	140
Figure A-3 : L'avion Ilyushin Il-76TD après avoir été les flammes (source : 1001 Crash).....	142

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AAC	Autorité d'Aviation Civil
AdD	Arbre de Défaillances
AdE	Arbre d'Évènements
ADREP	Accident/incident Data Reporting
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AIRPROX	Aircraft Proximity
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets et leurs Criticités
APR	Analyse Préliminaire des Risques
ASR	Aviation Safety Reporting
BdD	Base de Données
ECCAIRS	European Co-ordination Center for Accident and Incident Reporting System
ENEMA	Établissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique
ENESA	Entreprise National d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique
ENNA	Établissement National de Navigation Aérienne
EPIC	Établissement Public à caractère Industriel et Commerciale
ES	Évènement de Sécurité
FAA	Federal Aviation Administration
FIR	Flight Information Région
FOD	Foreign Object Débris
GPWS	Ground Proximity Warning System
HLSC	High Level Safety Conference
ICAN	Internationale Commission for Air Navigation
IFR	Instrument Flight Rules
JAR	Joint Aviation Requirement
MySQL	My Structured Query Language
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OGSA	Organisation de Gestion et de Sécurité Aérienne
ONAM	Office de Navigation Aérienne et de Météorologie
OPACI	Organisation Provisoire de l'Aviation Civile Internationale
REX	Retour d'Expérience

SARP	Standards And Recommended Pratics
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
SGS	Système de Gestion de Sécurité
SI	Système d'Information
TCAS	Traffic Collision Avoidance System

GLOSSAIRE

Aérodrome: Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant, éventuellement, bâtiments, installations et matériel), destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface

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.

Couloir aérien : Une voie ou route de communication aérienne.

Route aérienne : Projection à la surface de la terre de la trajectoire d'un aéronef, trajectoire dont l'orientation, en un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique ou grille).

Eurocontrol : Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne : une organisation intergouvernementale européenne, fondée en 1960, dont le siège est situé à Bruxelles. Elle harmonise et unifie la gestion de la navigation aérienne, en promouvant un système uniforme pour les usagers civils et militaires, dans des conditions de sécurité maximale tout en minimisant les coûts et les impacts environnementaux.

Ground proximity warning system : Un GPWS [système d'avertissement de proximité du sol] est un système embarqué à bord de l'aéronef qui a fourni des avertissements de: taux de descente excessif; taux de fermeture excessif du terrain; perte d'altitude excessive après le décollage ou la remise des gaz; dégagement dangereux du terrain lorsque vous n'êtes pas à l'intérieur configuration d'atterrissage, c'est-à-dire train non verrouillé ou volets non en position d'atterrissage; et descente excessive sous la trajectoire de descente de l'instrument.

Le Strip : (ou bande de progression) est une petite bande de papier cartonné sur laquelle sont inscrites les informations relatives à un vol (telles que précisées dans le plan de vol) et les informations relatives à sa progression dans le temps et l'espace.

La FIR Alger : région d'information de vol ou FIR, de l'anglais Flight Information Région, est un espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service d'information de vol et le service d'alerte sont assurés par l'Algérie.

ALERFA : Expression conventionnelle désignant une phase d'alerte.

INCERFA : Expression conventionnelle désignant une phase d'incertitude.

DETRESFA : Expression conventionnelle désignant une phase de détresse.

AIRPROX : Expression conventionnelle désignant la proximité d'aéronefs dans un compte rendu d'incident de la circulation aérienne.

VERITAL : Entreprise national de contrôle technique du transport aérien, maritime, ascenseurs, et contrôle qualité.

INTRODUCTION

L'importance de l'aviation n'est plus à démontrer aujourd'hui. En effet, l'avion se positionne comme le premier moyen de transport le plus sûr. Il dispose de nombreux atouts, notamment le luxe, le confort, le gain de temps et la vitesse.

Lors des guerres mondiales, l'avion a servi à des reconnaissances derrière les lignes ennemies pendant la première et à des bombardements massifs pendant la seconde, confirmant ainsi le fait que sans ces deux guerres, il n'existerait pas d'aviation civile. Néanmoins, c'est le souci purement commercial qui a conduit au progrès décisif de l'aéronautique civile. Celle-ci passe aujourd'hui pour l'un des catalyseurs de l'économie mondiale. Cela constitue une des raisons suffisantes pour attester que l'avion est dans tous les cieux du monde, passant ainsi pour un instrument qui nous a fait découvrir le vrai visage de la terre. [2]

La sécurité du trafic aérien est l'objectif stratégique, premier, de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), à cette fin, il a été décidé d'introduire un nouveau concept nommé Système de Gestion de Sécurité (SGS), à travers le service de la (DDNA) dont l'une des principales composantes est la gestion des risques.

En effet, le moindre dysfonctionnement peut provoquer des événements d'une gravité élevée. L'expertise humaine y est essentielle car l'opérateur est le facteur principal pour assurer la sécurité du système. Les contrôleurs aériens ont la lourde responsabilité de maintenir un niveau de sécurité irréprochable tout en veillant à la fluidité du trafic aérien. Ils doivent, tout mettre en œuvre pour éviter les risques de collision entre les aéronefs, en minimisant les répercussions sur les durées des vols aériens et les consommations en carburant. Les pilotes à leurs tours ont la responsabilité de bien diriger les aéronefs selon les instructions de vol et d'assurer les deux phases les plus critiques du vol, à savoir, le décollage et l'atterrissage. Aussi, ils doivent assurer un maximum de confort aux voyageurs durant la croisière, [2]

Quelles sont les causes des événements de sécurité (ES) aériens et comment sont-elles identifiées et reportées d'une manière efficace dans un système de gestion de sécurité ? Bénéficiant des progrès techniques, d'un savoir-faire centenaire et d'une réglementation très exigeante pour la certification et le contrôle technique, les aéronefs sont fiables, et ne connaissent que très rarement des pannes qui remettent en cause la sécurité des équipages et des passagers. L'opérateur humain (pilote, contrôleur...) est le plus souvent tenu comme principal responsable de 70 à 80% des ES [17]. Il faut tout de même souligner le fait que si on remplaçait tous les pilotes par des systèmes automatiques, il n'y aurait certes plus d'erreur

humaine, mais beaucoup d'accidents, étant donné les faibles capacités actuelles de perception, d'adaptation et de décision de ces automates.

Savoir situer un problème est une problématique que l'homme a toujours voulu résoudre et c'est pourquoi un grand nombre de techniques ont été développées dans ce sens. Vue la complexité des ES liée au domaine de l'aéronautique, qui découle de l'interférence des tâches de chaque partie prenante de cette activité très dynamique et très pointilleuse sur le point de vue temporel, au quel est combiné l'erreur humaine et les défaillances du matériel, la caractérisation des ES s'avère très délicate et complexe. Cette étape qui figure en premier lieu, dans la démarche de gestion des risques : (identification des risques) est une étape cruciale pour la bonne évaluation de ces risques et l'établissement de mesures d'atténuation de ces risques.

Pour mener à bien cette mission, un système d'information doit être mis en place, pour reporter les différents ES, liés à l'activité. Pour savoir à quel risque sommes-nous confronter afin d'éliminer ou d'atténuer ces risques, lors de la démarche de gestion des risques, la meilleure façon mise en place pour récolter et traiter les données est une BdD. Cette dernière comprend les différents ES liés à toutes l'activité, avec une taxonomie bien précise sur les causes des ES mis en jeu. Ceci permettra de récolter les données, de manière ordonnée, bien définie, sans ambiguïté, facile à consulter et complète en termes d'informations requises pour la gestion des risques.

Les bases de données mondiales d'accidents dans le domaine de l'aéronautique ont été introduites depuis le lancement de la convention de Chicago. L'informatisation a été une révolution pour le retour d'expérience, ce qui a permis de mieux maîtriser les ES.

Dans le cadre de notre projet, nous avons à établir un système de *reporting* bien détaillé, qui permet de reporter tous les ES d'une manière facile et bien définie, liée à une BdD qui stockera tous ces événements d'une manière ordonnée afin de les traiter et mettre en place des mesures afin d'éviter leurs reproductions.

Pour ce faire, nous avons structuré notre étude comme suit :

- Le premier chapitre est consacré au contexte général, à la problématique abordée et à la méthodologie suivie pour la résolution de cette dernière.
- Le second chapitre comporte une présentation de l'Établissement Nationale de Navigation Aérienne, lieu où notre projet de fin d'étude a été effectué ainsi que l'activité du contrôle du Traffic aérien. Nous y présenterons aussi l'Organisation

Internationale de l'Aviation Civile (OACI) qui émet les normes internationales dans l'aéronautique, ainsi que l'ADREP.

- Le troisième chapitre comporte les définitions et concepts de base qui nous aideront à mieux encadrer notre problématique.
- Le quatrième chapitre portera plus, sur les différents évènements de sécurité que nous avons pu récolter par une démarche qui consiste à décomposer l'activité aérienne en quatre phases et à déterminer les parties prenantes de chacune d'elles ainsi que leurs missions afin de pouvoir catégoriser ces ES. Ceci a été possible à l'aide du retour d'expérience de quelques rapports de l'ENNA de l'année 2018/2019 et du questionnaire d'experts. Nous avons fait, aussi, une analyse statistique pour mieux apprécier les ES liés au domaine de l'aéronautique que doit gérer l'ENNA quotidiennement.
- Enfin, le cinquième et dernier chapitre est consacré à la création de la Bdd par MySQL. Le système de *reporting* sera codé dans une application mobile, REACTE NATIVE, pour faciliter le reporting ; Il va être aussi lié à la Bdd afin de stocker et gérer tous les évènements reportés.

Chapitre 1

Mise en contexte, problématique et méthodologie

CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE, PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

Dans ce chapitre, nous allons mettre en contexte notre problématique, et bien définir la méthodologie qu'on a suivie afin d'aboutir aux résultats voulus.

1.1 Mise en contexte et problématique

Au cours du siècle dernier, des progrès technologiques gigantesques ont été accomplis dans le domaine de l'aviation. Ces progrès n'auraient pas été possibles sans des réalisations parallèles en matière de maîtrise des risques, qui menace le trafic aérien, en divers évènements qui met en cause, le matériel le personnel et l'image internationale de la navigation aérienne algérienne. Cette sécurité est chapotée par la Direction du Développement de la Navigation Aérienne (DDNA), qui est une direction de l'ENNA, gérant ainsi un système très dynamique, qui comprend beaucoup d'évènements de sécurité (ES), qui se différencie d'une activité à une autre.

La gestion des risques est une démarche qui consiste à identifier, estimer, évaluer et atténuer les risques qui peuvent surgir dans le cadre des activités d'une entreprise en raison de son organisation, de son personnel ou encore de sa politique économique.

L'identification des dangers, est une étape importante de la gestion des risques. À cette fin, nous devons dresser une liste complète des sources de danger et d'évènements susceptible de générer des risques qui pourraient avoir un impact sur la communauté, ou bien au bon déroulement d'une activité donner. Il faut, assurer de la maîtrise des risques en toute circonstance, le fait qu'il existe de nombreuses façons dont un événement peut se produire rend important l'étude de toutes les causes et scénarios possibles, et leur analyse servira pour une éventuelle atténuation, ou bien pour initier des mesures correctives par priorité de traitement selon la typologie des ES.

La typologie des ES regroupe les accidents, les incidents incluant ainsi tout évènement pouvant porter atteinte à la sécurité, tous ces ES sont souvent signalé par *reporting*, le système conventionnel est défini par deux canevas de *reporting*, le premier fourni par le responsable de sécurité de l'ENNA, présent dans chaque aéroport, et par l'*Aviation Safety Reporting* (ASR), qui est un canevas de *reporting* fourni par les compagnies aériennes. Ces derniers sont transmis

à la DDNA, pour leur traitement par le lancement d'investigations, afin de déterminer les causes de ces événements, pour mettre en place des plans d'actions, pour éviter leurs reproductions.

L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), a mis en place aux files des années, des mesures et exigences technique et technologique qui ont permis de diminuer radicalement les ES, ainsi durant les années 90, l'organisme a observé une stagnation de la diminution de ces derniers, par conséquent, elle a eu recours au traitement du facteur humain liée à l'occurrence de ces événements, qui a eu un grand impact sur leur diminution, et ce grâce à l'ajout de la psychologie dans les annexes de l'OACI.[1], et cela grâce à la sensibilisation et la réglementation des tâches et services.

De nos jours le domaine de l'aviation connaît encore un taux élevé d'occurrence d'ES dans ses différentes activités, ceci a une relation directe au côté organisationnel des activités et leurs gestions, car l'interaction entre les activités rend difficile leurs coordinations et leurs contrôles, et implique dans la majorité des cas l'occurrence d'ES, qui sont très souvent négligés par le personnel. Nous allons citer comme l'exemple l'ES, la présence de débris, communément appelée Foreign Object Debris (FOD) dans la taxonomie de l'Accident/incident Data Reporting (ADREP), et cela dans la piste d'atterrissage, dans des intervalles régulier à l'aéroport d'Alger, qui a montrer après investigation que la cause était dû au changement du processus de désherbage des terrains limitant la piste d'atterrissage, et cela par le passage d'un processus de désherbage avec un chemin sous forme de coquille d'escargot. En effet, ce dernier chemin pousse les débris vers le centre du terrain, alors que le processus par chemin en bandes parallèles qui va à chaque virage déverser les débris sur la piste. Étant donné que le responsable de cette activité est parti en retraite, son remplaçant a adopté une autre façon de faire, sachant que ce processus n'est pas réglementé dans une fiche de poste.

L'ENNA rencontre divers ES liés à la mauvaise information et gestion de procédure entre ses activités. Le *reporting* de dites événements étant effectué par les différents opérateurs de l'entreprise, qui peut recenser un des types d'évènement de sécurité, et manquant de donnée d'une part, et d'une autre part, la non centralisation de ces rapports rend plus difficile la gestion et l'exploitation de ces derniers pour éviter leur reproduction.

Contenu de la difficulté de l'identification et la caractérisation de ces ES, le retour d'expérience (REX) de ces événements, peut s'avérer une bonne base de caractérisation et de traitement de ces derniers, et d'éviter leur répétition et faciliter le recensement de nouveaux événements.

La conception d'un nouveau système de *reporting* sur un support informatique, lié à une base de données (BdD), riche et dynamique d'évènements de sécurité, s'avère un élément clé pour avoir une parfaite vue sur les ES, et en temps réel, et qui va permettre de mieux caractériser ces ES, et bien les maîtriser, d'une autre part. Cette BdD peut être interrogées et mises à jour en temps réel, pour but de gestion, stockage et actualisation à la consultation des évènements.

La caractérisation des ES, devient de plus en plus complexe car malgré tous les efforts fournis par la réglementation issu de l'OACI, le côté organisationnel a une implication directe dans l'opérationnel (activités des trafics).

La gestion d'ES doit être pilotée par des plans d'actions qui doivent être défini afin d'assurer une gestion optimale et en temps réel, ce qui est un facteur clé dans cette activité qui reste à développer au sien de l'ENNA.

L'objectif de ce projet est d'identifier les ES et les catégoriser, selon les définitions de l'ADREP, à travers une méthodologie d'identification, on s'appuyons sur le REX et des statistiques, et regrouper ces ES sous forme d'une base de données, afin d'établir un système d'information (SI) pour le *reporting* des ES. Ce dernier doit être apte à diminuer de manière significative les ES à travers des statistiques effectuées annuellement, et d'une manière efficiente, en temps et ressources, c'est-à-dire qui va permettre d'avoir une vue globale sur tous les ES, et qui va définir un ordre de priorité de traitement de ces derniers, à travers une typologie attribuer pour chaque ES. Ce SI sera piloté par une interface graphique qui facilitera le *reporting* des ES, pour aboutir à un rapport d'ES, qui contiendra toutes les caractéristiques de ces ES et qui vont permettre de l'estimer et l'évaluer suivant la démarche de gestion des risques. Cette démarche va permettre un niveau de sécurité supérieur au système conventionnel, l'une des solutions existantes, qui a été appliqué lors des années précédentes, est d'intégrer une BdD européenne, ou l'ENNA reportait ces ES, cette dernière va permettre le traitement de ces données et effectuer des statistiques et émettre des instructions et des recommandations sur le traitement des ES, et les enregistrer dans une BdD qui contient les ES de tous les pays membre de cette BdD.

Contenu de la difficulté du *reporting* des ES des 36 aéroports de l'ENNA dans une seule plateforme, en sachant que le *reporting* se fait par déclaration sur un formulaire de rapport d'incident, qui est ensuite envoyé au DDNA ou un membre de SGS va les introduire dans la BdD. Ceci représente un processus long et auquel de nombreux ES, restent non introduits ce qui fausse leur traitement et n'aboutit pas à des résultats concrets et significatifs. Cette approche reste une solution à cette problématique qui fut appliquée une certaine période par l'ENNA et qui a été abandonnée en 2019.

1.1.1 Démarche méthodologique

Pour remédier à cette situation, nous avons adapté une méthodologie de travail, qui va servir de décomposition de l'activité pour mieux la comprendre.

Nous commencerons par une décomposition fonctionnelle, des activités du trafic aérien, ainsi que les tâches liées à chaque activité, à travers les différentes parties prenantes de l'activité, par rapport aux phases de vol du trafic aérien, ensuite nous allons instaurer les définitions induites dans les documents de l'accident/incident data reporting (ADREP) et de l'European Co-ordination centre for Accident and Incident Reporting Systems. (ECAIRS), qui vont permettre de bien définir les ES, liée à chaque tâche, ceci sera appuyer par le REX de l'ENNA, (annexe B). Nous appuierons notre démarche par un questionnaire d'expert, qui convergera à notre approche, et à la catégorisation d'un ES de manière pertinente, ce qui va nous permettre de nous éclairer plus sur les bases de la caractérisation des ES, et leur contribution dans leur *reporting*, et l'exploitation du REX. De plus on ajoutera un traitement statistique des données du REX, qui vas déterminer les tendances, des ES par rapport à la décomposition faite préalablement.

En deuxième lieu il sera nécessaire de regrouper les ES sous forme de catégorie d'événement et décortiquer leurs causes et conséquences, à travers le REX, ce qui va permettre dans une prochaine étape, d'établir les principales tables de la BdD sous forme de schéma relationnel, et définir les tableaux de valeurs relatifs à chaque table, qui vas servir de modèle de conception de la BdD.

La troisième phase de ce travail, consiste implémenter notre analyse sur un SI, en commençant par implémenter le schéma relationnel sur MYSQL un langage de BdD et donc prédéfinir les tables, les liaisons entre chaque une d'entre elle et les requêtes liées à chaque table dans ce langage.

Ensuite pour remplir cette BdD, nous allons créer une interface de *reporting*, sur un langage nommé REACT NATIVE qui vas contenir les différents éléments recherché dans la BdD, selon la catégorie d'événement a reporté, qui seront prédéfini, cette interface confidentiel au partie prenante du trafic aérien, sera sécurisé par une interface de LOGIN, liée au emails des parties prenante, afin de s'assurer de la source d'information, et pour éviter l'usage extérieur de cette interface, Cette dernière sera divisé en 3 interfaces selon la catégorie des informations saisies, la première contiendra les informations relatives au modérateur du rapport, ainsi que la date et l'heure de l'occurrence de l'ES, et les informations relatifs à l'aéronef et la phase de vol présente, en deuxième lieu l'interface comprendra les informations sur le vol, l'aérodrome et la

catégorie de l'ES, en troisième lieu l'interface comprendra les causes et les conséquences de l'ES. Enfin pour finir un résultat du *reporting* sera affiché auquel sera attribué une typologie de l'ES.

Cette interface sera disponible sur une application mobile, pour faciliter l'outil de *reporting*, elle sera liée à la BdD, par des requêtes, auxquels en ajoutera une requête prédéfinie pour donner un type d'événement, (accident, incident grave, incident majeur, incident significatif, événement qui n'a pas d'impact sur la sécurité et enfin les événements non déterminé), cette distinction primaire se fera à travers les définitions de l'OACI, qui sera confirmé par un expert après chaque ES reporté.

La BdD pourra être consultée très facilement, et sera dynamique avec plusieurs mises à jour selon les nouveaux ES qui n'ont jamais recensés. Qui va permettre un développement continue de l'indentification des ES.

Nous aurons constitué un système d'information sur l'indentification des ES, basé sur le *reproting* des ES, à travers des ES catégorisé selon leur phase de vol, le type d'ES, leur causes et conséquences.

Pour plus d'illustration nous allons présenter un schéma récapitulatif de notre méthodologie de travail à travers la figure 1.1 :

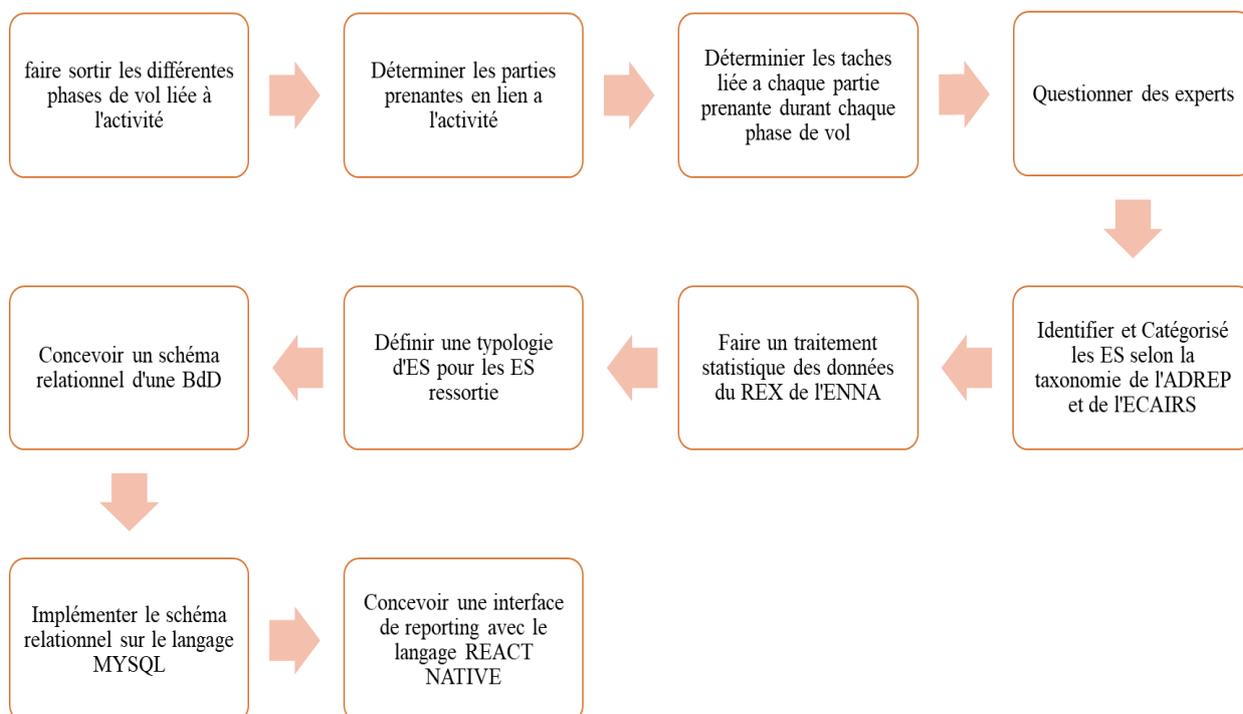


Figure 1-1 : Démarche méthodologique

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'énoncé de la problématique soulevés par notre projet de fin d'étude ainsi que la méthodologie suivie. Le chapitre qui suit portera sur la présentation de l'établissement nationale de la navigation aérienne.

Chapitre 2

Présentation de l'entreprise et des normes dans l'aéronautique

CHAPITRE 2 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET DES NORMES DANS L'AÉRONAUTIQUE

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'Établissement Nationale de la Navigation aérienne (ENNA) qui gère le transport aérien en Algérie, lieu de notre projet de fin d'étude, un petit historique sur l'établissement ainsi que ses principales missions, nous parlerons aussi du contrôle du trafic aérien et enfin l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'ADREP.

2.1 Présentation de l'Établissement Nationale de la Navigation Aérienne

L'Établissement National de la Navigation Aérienne (ENNA) est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne, pour le compte et au nom de l'État, ce dernier est placé sous la tutelle du Ministère des Transports et a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées. Il est chargé en outre du contrôle et du suivi des appareils en vol. [1]



Figure 2-1 : Établissement Nationale de la Navigation Aérienne. (Exclusif-2021)

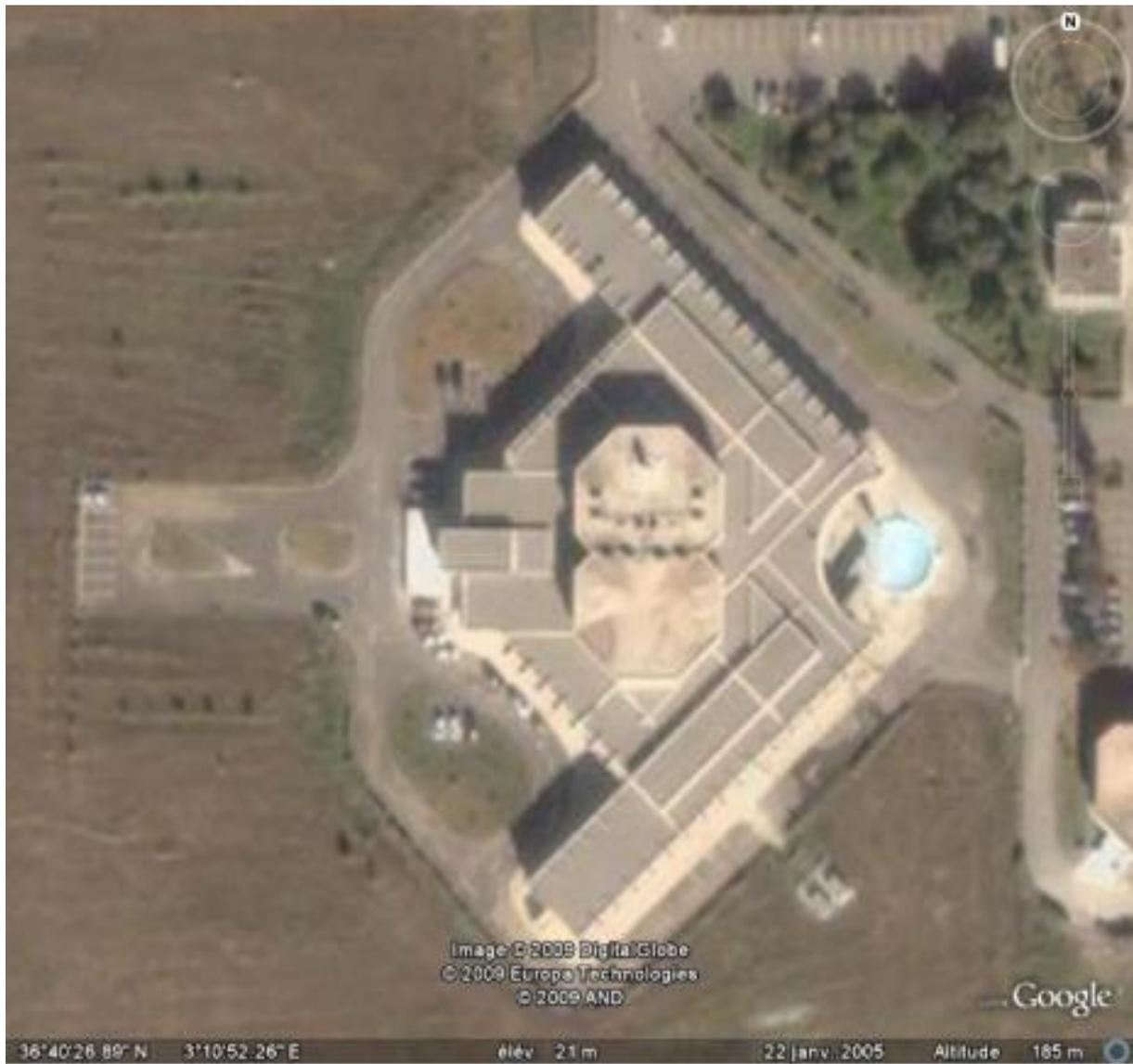


Figure 2-2: Image satellite du CCR (*source : google maps*)

2.1.1 Organigramme des directions de l'ENNA

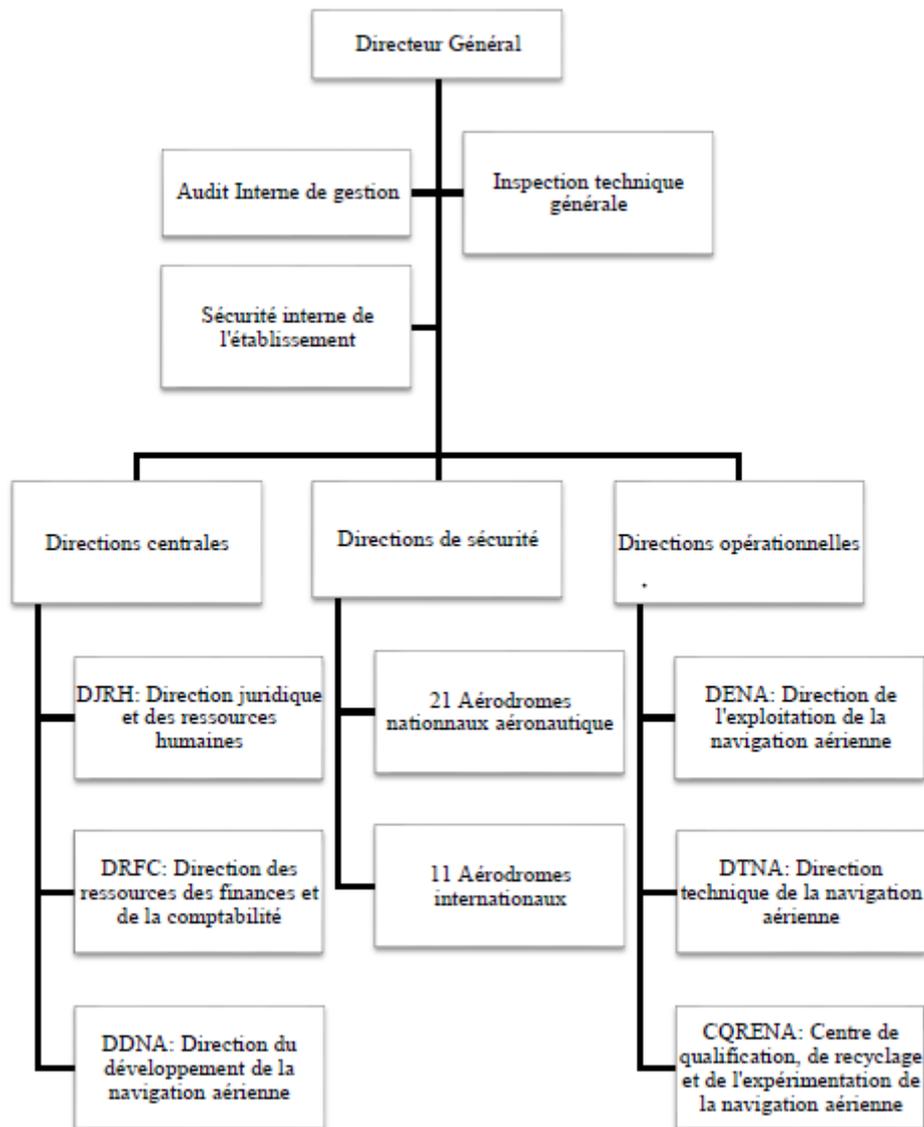


Figure 2-3 : Organigramme des directions de l'ENNA (ENNA, 2020)

AERODROMES : Directions de la Sécurité Aéronautique.

AIG : Audit Interne de Gestion

CQRENA : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.

DDNA : Direction du Développement de la Navigation Aérienne.

DENA : Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne.

DJRH : Direction Juridique et des Ressources Humaines.

DRFC : Direction des Ressources, des Finances et de la Comptabilité.

DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne.

IGT : Inspection Générale Technique

SIE : Sûreté Interne de l'Établissement

2.1.1.1 Direction du développement de la navigation aérienne

La direction du développement de la navigation aérienne (DDNA) est le principal prestataire de service de navigation aérienne. C'est un service rattaché à la direction générale.

La DDNA rend les services de gestion du trafic aérien (les informations de vol, les alertes, le contrôle aérien), ainsi que les services d'information aéronautique aux aéronefs évoluant en circulation aérienne dans l'espace aérien.



Figure 2-4 : Direction du développement de la navigation aérienne (*Exclusif-2021*)

2.1.2 Histoire de l'exploitation de la navigation en Algérie

Depuis l'indépendance, cinq organismes ont été chargés de la gestion, de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie : OGSA, ONAM, ENEMA, ENESA, ENNA.

De 1962 à 1968, c'est l'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA), organisme Algéro-français, qui a géré l'ensemble des services d'Exploitation de l'Aviation Civile en Algérie.

Le 1er janvier 1968, l'OGSA a été remplacé par l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM). Ce dernier a été remplacé, en 1969, par l'Établissement national pour l'Exploitation météorologique et aéronautique (ENEMA) qui a géré la navigation aérienne jusqu'à 1983. [1]

En 1975, les activités de météorologie ont été transférées à l'Office national de météorologie est créé le 29 avril 1975, sous forme d'Établissement Public à caractère administratif. [1]

Le décret N°83.311 du 7 mai 1983 a réaménagé les structures de L'ENEMA et modifié sa dénomination pour devenir ENESA « Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique » avec statut d'entreprise nationale à caractère économique. [1]

Afin de clarifier les attributions de l'ENESA, il a été procédé aux réaménagements de ses statuts ainsi qu'au changement de dénomination en « ENNA » par décret exécutif N° 91-149 du 18 mai 1991.

L'ENNA, Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous tutelle du Ministère des Transports, est dirigé par un directeur général et administré par un Conseil d'administration. [1]

2.1.3 Principales missions

Les principales missions de l'ENNA se concrétisent en :

- Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'État ;
- Mettre en œuvre la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées ;
- Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation aérienne, et l'implantation des aérodromes, aux installations et équipements relevant de sa mission ;
- Assurer l'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique.
- Assurer la concentration, diffusion ou retransmission au plan national et international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique. [1]

2.2 Contrôle du trafic aérien

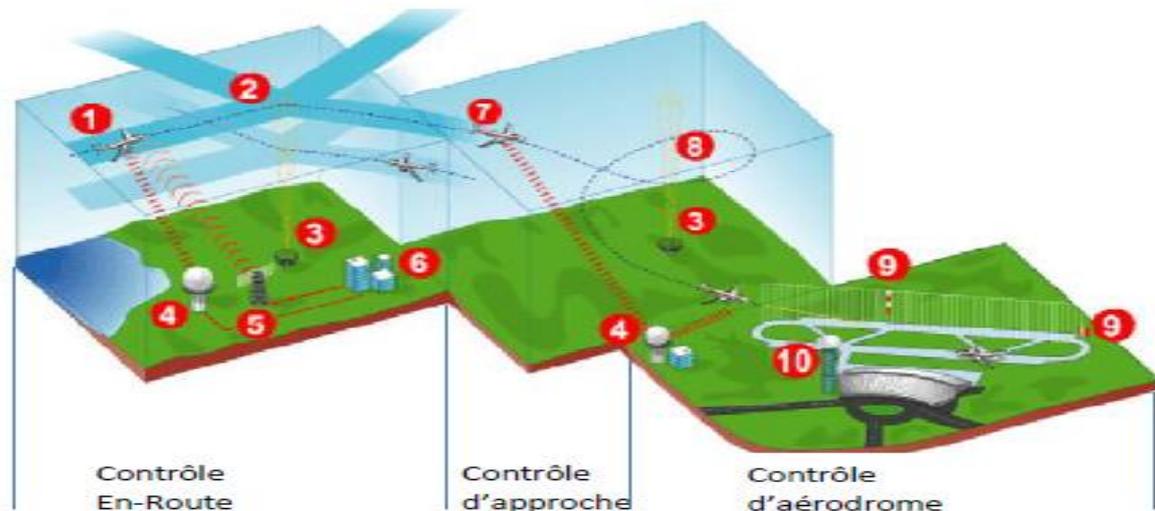
Dans cette partie nous allons citer les différentes parties du contrôle aérien, qui porte principalement sur le fonctionnement actuel du contrôle aérien en Algérie. Cependant ce contrôle aérien est divisible en trois catégories de contrôles, qui se relaient à tour de rôle à travers

les différentes phases de vol, pour assurer la prise en charge des vols tout au long de leur trajet.
[2]

2.2.1 Différents types de contrôle aérien

Il existe trois types de contrôle : le contrôle d'aérodrome, le contrôle d'approche et le contrôle en route.

- ✓ **Le contrôle d'aérodrome** : Son but est d'assurer les phases de décollage et d'atterrissage des aéronefs dans une zone restreinte autour de l'aérodrome. Elle a aussi pour but de gérer les déplacements au sol entre les terminaux de l'aéroport et les pistes de décollage et d'atterrissage. Ce contrôle s'effectue depuis la tour de contrôle située aux pieds des pistes. [2]
- ✓ **Le contrôle d'approche** : Il gère les aéronefs en phase de montée et de descente dans les zones à proximité des aéroports (entre 10 et 30 Milles Nautiques (NM) des pistes). Pour les aéronefs au départ, le contrôle d'approche vise à amener l'aéronef de son point de sortie de la zone de contrôle d'aérodrome à sa route en phase de croisière. Pour les arrivées, le contrôle d'approche a pour fonction de disposer les aéronefs les uns derrière les autres en direction des pistes afin de faciliter le travail du contrôle d'aérodrome. [2]
- ✓ **Le contrôle En-Route** : Il gère la progression des aéronefs évoluant dans les zones de croisières entre les aérodromes. Dans ces zones, les grandes majorités des aéronefs circulent le long des routes aériennes préétablies, appelées couloirs aériens. Ces routes permettent aux contrôleurs aériens d'avoir une visualisation plus aisée de la situation spatiale des aéronefs qui facilite la gestion des points de croisement des voies aériennes. [2]



- | | | | | |
|---|--|---------------------|--|---|
| 1 Avion entrant dans un secteur de contrôle | 2 Couloir aérien | 3 Balise radio | 4 Radar mono-impulsion | 5 Émetteur/récepteur radio |
| 6 Centre en route de la navigation aérienne | 7 Avion entrant dans un secteur d'approche | 8 Circuit d'attente | 9 Balise pour l'atterrissage aux instruments (ILS) | 10 Tour de contrôle et radar de contrôle au sol |

Figure 2-5 : Phases de contrôle aérien [3]

2.3 Organisation de l'Aviation Civile Internationale

Dès 1944, le développement de l'aviation nécessite de poursuivre le travail de standardisation et d'harmonisation de l'aviation civile mondiale engagé par l'ICAN. 52 États, présents à Chicago, se réunissent de nouveau afin de compléter et de pérenniser les bases du droit aérien international. S'ensuit alors la création d'une instance internationale régulatrice, l'OPACI (Organisation Provisoire de l'Aviation Civile Internationale) qui deviendra en 1947, l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale).

L'OACI (en anglais *International Civil Aviation Organization* : ICAO) est une organisation internationale créée en 1947 suite à la Convention de Chicago et est une des institutions spécialisées des Nations Unies. Elle a pour objet la sécurité et la sûreté du transport aérien international en proposant notamment des normes et recommandations sur le personnel, la circulation aérienne, les protocoles d'accident, Le partage des fréquences radio. [3]

Elle est également l'instrument de la coopération entre ses 191 États contractants dans tous les domaines de l'aviation civile. [3]

2.3.1 Vision de l'organisation

Permettre aux pays en développement d'atteindre un niveau comparable à celui des pays développés dans le domaine de l'aviation civile, partageant ainsi les avantages économiques et sociaux du transport aérien et des industries connexes de l'aviation civile aux niveaux local, régional et national.

2.3.2 L'OACI en Algérie

La naissance, au lendemain de l'indépendance, d'une aviation civile algérienne, a reçu sa consécration par l'ordonnance n° 62-050 du 18 septembre 1962 relative à l'immatriculation, à la définition et à la propriété des aéronefs.

Vu la convention relative à l'aviation civile internationale signée à Chicago le 7 décembre 1944, amendée par le protocole signé à Montréal le 27 mai 1947, le rapport du ministre de la construction des travaux publics et des transports et l'avis du ministre des finances et du ministre des affaires étrangères : est autorisée l'adhésion de la République algérienne démocratique et populaire à la convention relative à l'aviation civile internationale signée à Chicago le 7 décembre 1944, amendée par le protocole signé à Montréal le 27 mai 1947, par les deux protocoles signés à Montréal le 21 septembre 1962.[4]

En fait, dès l'indépendance, il est essentiel de réglementer les lois existantes (Loi n° 64-168 portant statut juridique des aéronefs) avec une nouvelle réalité et de prévoir les conditions d'immatriculation et de propriété des aéronefs algériens puis les conditions de trafic et de vol aérien du territoire national, le statut du décret du personnel navigant n° 63-426 d'octobre 1963 à, les dispositions pénales violent les règles et définitions des aéronefs et le statut juridique du projet de loi sur les aéronefs adopté ailleurs.[4]

Suite à l'élection qui ont eu lieu le 04 octobre 2016 au siège de l'organisation à Montréal (Canada), l'Algérie a été élue membre de conseil de l'organisation de l'aviation civile internationale, représentant les pays de Maghreb et d'Afrique de nord pour un mandat de 3 ans.

2.4 Système d'Accident/*Incident Data Reporting*

Le système Accident/Incident Data Reporting (ADREP) est exploité et maintenu par l'OACI. Le système ADREP reçoit, stocke et fournit aux États des données sur les événements qui les aideront à valider la sécurité. Dans ce contexte, le terme "événement" comprend à la fois les accidents et les incidents. Le système a été créé en 1976 mais a évolué pour répondre aux changements dans les technologies de l'information et dans l'industrie aéronautique. La version du système ADREP actuellement utilisée est ADREP 2000. [5]

2.4.1 Fonctionnement

Lorsque les rapports ADREP sont reçus des États, les informations sont d'abord vérifiées puis stockées dans un ordinateur. Les rapports stockés constituent une banque de données des événements survenus dans le monde entier et permettent de fournir aux États les services suivants :

- ✓ Un résumé bimensuel des rapports reçus, qui donne aux États un tableau actualisé des événements importants survenus dans le monde entier et leur permet de vérifier le traitement de leurs rapports par l'OACI.
- ✓ Les statistiques annuelles de l'ADREP, présentant des informations statistiques sous de grandes catégories telles que les types d'événements qui ont eu lieu et les phases d'opération dans lesquelles ils se sont produits ; et
- ✓ Les réponses aux demandes d'informations spécifiques des États sous la forme d'une "demande d'information ADREP". [5]

Le manuel de l'OACI sur les rapports d'accidents et d'incidents (Doc 9176 de l'OACI) donne tous les détails sur la manière dont les rapports sont établis et transmis à l'OACI. Le moyen de base pour faire des rapports est un système manuel utilisant les formulaires et les formats décrits dans le Doc 9176. Toutefois, grâce aux progrès technologiques, il existe désormais des moyens électroniques de faire rapport à l'OACI.

2.4.2 Taxonomies

Le système de reporting ADREP est basé sur l'utilisation d'une taxonomie commune de reporting, qui est périodiquement mise à jour en coopération avec les États contractants.

Les États sont également invités à utiliser cette taxonomie dans leurs rapports nationaux pour parvenir à une harmonisation internationale et permettre ainsi l'échange et l'agrégation d'informations sur les événements. [6]

2.4.3 Plate-forme logicielle

Le système ADREP fonctionne à l'aide d'une plate-forme logicielle développée par l'Union européenne (UE) - le Centre européen de coordination pour le système de notification des incidents en aviation (ECCAIRS). Cette plateforme a été adoptée pour l'utilisation d'ADREP en 2004. Le même logiciel est également mis à la disposition des États (gratuitement) par l'UE par l'intermédiaire de l'OACI afin de soutenir le développement de leurs propres systèmes de comptes rendus et de faciliter le transfert électronique des informations relatives aux comptes rendus d'événements grâce à la compatibilité des logiciels. [5]

2.4.4 European Co-ordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems

European Co-ordination centre for Accident and Incident Reporting Systems (ECCAIRS) est un outil d'application PC destiné à aider les États à collecter, partager et analyser leurs informations sur la sécurité aérienne.

L'ECCAIRS a été développé sur la base de la taxonomie ADREP et du contenu de l'Annexe 13. Par conséquent, depuis 2004, l'OACI a adopté l'ECCAIRS pour collecter les données sur les accidents et les incidents graves.

La mission de l'ECCAIRS est d'aider les autorités nationales et européennes de transport et les organismes d'enquête sur les accidents les organismes d'enquête sur les accidents à collecter, partager et analyser leurs informations de sécurité afin d'améliorer cette dernière.[7]

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'établissement national de la navigation aérienne et l'ensemble général des notions relatives au domaine de la navigation aérienne ainsi que la norme internationale de l'aviation civile (OACI) et le système ADREP. Le chapitre qui suit contiendra les notions et les définitions de base essentielle pour effectuer notre travail.

Chapitre 3

Définitions et concepts de base

CHAPITRE 3 DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE BASE

Ce chapitre sera consacré à la partie théorique de notre travail, nous commencerons tout d'abord par définir le retour d'expérience et sa grande utilité pour notre travail, les éléments de la sécurité aérienne et le système de la gestion de sécurité et leurs relations avec les ES ainsi que les classes d'occurrences de ces dernières selon ADREP. Enfin nous terminerons par définir le système de reporting des ES et son importance pour tirer des leçons et rendre le système dans son ensemble plus sûr.

3.1 Retour d'expérience

Depuis des dizaines d'années, le retour d'expérience (REX) constitue un levier majeur de l'amélioration des performances, en particulier dans le domaine de la sécurité industrielle. Le REX a pour objet de recueillir et analyser les rapports volontaires des événements liés à la sécurité pour déterminer les causes et tirer les leçons pour éviter leurs reproductions.

Nous allons donner une définition et un historique de ce REX, ainsi que ses phases. Nous avons également à mettre en évidence le REX dans le domaine aérien.

3.1.1 Définition

Il existe de nombreuses définitions du REX. Ces définitions varient, essentiellement, selon le domaine d'application considéré, avec une grande richesse dans le domaine des activités à risques. En effet, les répercussions d'événements dans ce domaine peuvent être catastrophiques. Il convient alors de prendre les dispositions nécessaires pour éviter et/ou contrôler l'apparition de tels événements. Le REX est alors défini avec une vision « sûreté de fonctionnement ». [8]

« D'une manière générale, le retour d'expérience est un outil de management, utilisé par l'encadrement pour identifier les causes de dysfonctionnement par l'analyse des faits (séances de débriefing, interviews, etc.) et pour en tirer des leçons (nouvelles consignes, modifications organisationnelles, etc...) » [8]

Il vise à détecter et analyser les anomalies, les écarts et tout événement, qu'il soit positif ou négatif, en recherchant les causes et les enchaînements et en retirant des enseignements.

La notion de « positif » et « négatif » est importante, car nous pensons la plupart du temps à faire un REX lorsqu'il y a eu une anomalie ou une erreur dans le processus. Alors que chaque projet ou bonne pratique peut être sujet à réaliser ce type de démarche.

3.1.2 Historique

- Le REX comme démarche formalisée est né dans l'aviation
 - ✓ Conception en mode "Fly-crash-Fly"
 - ✓ US Air Commerce Act (1926) : obligation réglementaire d'enquêter sur les
 - ✓ Accidents et incidents.
 - ✓ Aviation Safety Reporting System, mis en place dès 1975 par FAA & NASA
- Procédure importante dans le secteur nucléaire depuis \approx 1960
- Démarche prévue par la directive européenne Seveso II (1976)
 - ✓ Établissements « seuil haut » doivent mettre en place un Système de gestion de la sécurité.

3.1.3 Phases

Pour effectuer un bon retour d'expérience, il est essentiel de suivre trois étapes clés qui sont : la collecte des données, l'analyse des données et l'exploitation de ces dernières.

- **Phase 1 : Collecter les données**

Cette première phase a pour but de de recueillir toutes les données essentielles pour effectuer un REX.

En priorité et si cela est possible, consignez les premiers retours à chaud et réunissez-les déclarations/témoignages afin de débiter la collecte d'informations.

Dans le cas d'une anomalie ou d'un événement grave, ces données sont primordiales pour comprendre ce qu'il s'est passé.

Pour assurer cette remontée d'informations, créez un outil de collecte ou de remontées d'informations : formulaire, email, brainstorming, etc.

Par exemple, dans le cas d'une anomalie sur un produit, les éléments importants à collecter sont :

- Source de l'anomalie : Qui a été impacté (client ? employé ?)
- Libellé du produit
- L'analyse d'usage (dont l'utilisation raisonnablement prévisible du produit)
- Référence du produit
- Localisation de l'anomalie : géographique et à quel moment du cycle de vie du produit

- Description de l'anomalie et de sa criticité

- **Phase 2 : Analyser les données.**

L'analyse des données vise à caractériser l'information pour identifier les facteurs générateurs de l'événement/situation. Cette analyse peut aussi bien être qualitative que quantitatives.

Dans le cas d'un REX négatif, nous devons :

- Identifier les écarts constatés par rapport à ce qui a été demandé
- Effectuer une analyse critique à l'aide d'outils : 5M, Arbre des causes, tous les outils d'aide à la décision
- Déterminer les causes et les impacts qui ont amenés à ces écarts, qu'ils soient positifs ou négatif

Dans le cas d'un REX positif, nous devons :

- 1- Identifier ce qu'il s'est passé
- 2- Analyser les informations et en déduire des bonnes pratiques
- 3- Ces bonnes pratiques peuvent-elles être reproduites ?

- **Phase 3 : Exploiter les données**

Cette dernière étape consiste à établir un compte-rendu, un plan de déploiement des résultats analysés, dans le but de :

- Définir les mesures palliatives
- Définir le plan d'actions correctives à mettre en œuvre, que ce soit technique, organisationnel ou humain
- Définir des actions préventives, en recherchant des situations similaires à celui effectué en retour d'expérience

Ce plan de déploiement pourra ensuite être intégré dans le plan de prévention.

3.1.4 Le retour d'expérience et le domaine aérien

Le REX (lessons learned en anglais) désigne l'ensemble des moyens mis en œuvre pour capitaliser et partager le savoir-faire des opérateurs à des fins de prévention. La politique du retour d'expériences cherche à recenser les accidents et les incidents, à les analyser, à les rendre visibles aux opérateurs concernés pour éviter la reproduction de ces évènements. [9]

En aéronautique, la R.A.F. (Royal Air Force) est précurseur dans ce domaine : confrontée lors de la Seconde Guerre mondiale à d'énormes pertes humaines et à la difficulté de former un personnel navigant qualifié en un temps très court, un système de REX est institutionnalisé. Les erreurs récurrentes sont dégagées à partir des comptes rendus de mission et des rapports de chef d'escadrille.

Un bulletin mensuel (respectant la confidentialité) est distribué aux pilotes pour analyser ces erreurs de pilotage, rappeler les procédures de vol... Une bande dessinée est par ailleurs publiée, et sur un ton humoristique, les erreurs fréquemment commises sont rappelées. [9]

Enfin, l'incident aérien ou l'erreur grave du mois est commenté et vaut à son auteur la distinction sarcastique de l'ordre de l'OIF (*Order of the Irremovable Finger*).

À travers l'étude des rapports d'évènements aériens et l'exploitation systématique des paramètres de vol, le REX est un élément clef de la sécurité aérienne pour dégager des recommandations relatives aux procédures, à la formation et aux équipements pour améliorer la sécurité aérienne. [10]

3.1.4.1 Analyse systématique des vols

L'analyse systématique des paramètres de vol est un des moyens de REX. Ce processus permet de détecter les écarts par rapport aux normes de sécurité (par exemple : sortie du domaine de vol, écart de trajectoire, survitesse, etc.). Si un accident d'aviation relativement rare est une manifestation évidente de la malheureuse chaîne de défaillance des agents et des systèmes (pilotes, contrôle aérien, etc.) impliqués dans la sécurité aérienne, en revanche, il se produit tous les jours dans les vols commerciaux et militaires. Un incident, mais sa gravité ne met pas en péril la sécurité. Ainsi, non seulement la méthode rétrospective d'analyse des accidents, incluant des mesures correctives pour éviter sa récurrence et découvrir ses limites dues à la rareté de l'accident, l'analyse systématique des paramètres de vol permet d'identifier de nouveaux évènements incidentiels, précurseurs de dégradation de l'activité de pilotage et de catastrophe aérienne. Dans ce sens, on parle alors de démarche proactive. [10]

La majeure partie des grandes compagnies aériennes utilisent l'analyse systématique des paramètres de vol

La deuxième fonction de ce type d'analyse de système est d'évaluer le fonctionnement de nouveaux équipements tels que l'EGPWS (*Enhanced Ground Proximity Warning System*, système de détection de proximité sol). Il est intéressant de déterminer les gains de sécurité obtenus en introduisant ces systèmes. [10]

3.2 Élément de la sécurité aérienne

La sécurité aérienne repose principalement sur la réglementation aérienne, l'équipement des aéronefs et la formation du personnel navigant. Ces trois éléments sont dans une interdépendance dynamique : régulièrement de nouveaux systèmes de vol sont introduits (ex : TCAS, système anticollisions) qui imposent de former les pilotes mais aussi de faire évoluer la réglementation (ex : en cas de conflit entre les ordres du contrôle et du TCAS, seules les instructions du TCAS prévalent). [11]

3.2.1 Règlementation Aérienne

La réglementation internationale de l'aviation civile dépend de l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale). Aux États-Unis, l'agence de réglementation de l'aviation est la *Fédéral Aviation Administration* (FAA). En Europe, un groupe de pays se conforme à l'AESA (Agence Européenne de la Sécurité Aérienne), qui vise à coordonner les réglementations techniques et les procédures administratives de l'aviation civile. Dans ce cas, le groupe d'experts développe des CS (Certification Spécification), anciennement JAR (*Joint Aviation Requirements*) pour régler ou certifier :

- Les procédures de vol (comme l'espace minimal entre avions) ;
- L'exploitation et l'entretien des avions (comme le contrôle technique) ;
- La formation des pilotes (enseignement, compétence).

Chaque pays s'engage à les respecter et à les faire appliquer auprès des différents acteurs aéronautiques (constructeurs, contrôle aérien, compagnies, etc.) [11]

3.2.2 Équipements de bord

Au début de l'aviation, les pilotes n'utilisaient que leurs sens pour contrôler les avions. La première évolution de la conduite a été l'intégration progressive des instruments de vol dans le tableau de bord. Pendant la Première Guerre mondiale, l'avionique est devenue standardisée, y compris les cadrans analogiques tels que les altimètres, les anémomètres, les horizons artificiels, les boussoles, les chronomètres, les tachymètres, les manomètres et les jauges de carburant. [12]



Figure 3-1 : Cockpit du Concorde (*Exclusif-2021*)

3 hommes sont nécessaires pour faire voler cet appareil (pilote, copilote, mécanicien). L'interface pour contrôler le vol et les différents systèmes se fait par une multitude de cadrans analogiques.



Figure 3-2 : Cockpit de nouvelle génération dit « glass cockpit » (Exclusif, 2021)

Ces interfaces, plus synthétiques, permettent à deux hommes seulement de contrôler le vol et les différents automatiques. Les pilotes disposent d'outils de diagnostic de pannes, et la mise en route de l'appareil est facilitée : plus besoin de mécanicien.

3.2.3 Formation

Les recherches sur les accidents d'aviation commerciale impliquant des facteurs humains ont montré que la dégradation des activités des pilotes est principalement due à la mauvaise gestion des ressources par les membres d'équipage. Le terme ressource recouvre les trois concepts de « software » (par exemple, informations, procédures de vol) et « hardware » (par exemple : équipement, instruments de vol et « liveware » (équipage, contrôle aérien)). Ces ressources correspondent à [14] :

- Une mauvaise surveillance croisée entre membres de l'équipage ;
- Une mauvaise répartition des tâches entre les membres d'équipage et les systèmes automatiques ;
- Un rapport conflictuel entre les membres de l'équipage ;
- Une rupture de communication entre les pilotes. [15]

- Introduit à la fin des années 80, le C.R.M. (*Cockpit ou Crew Resource Management*) a pour objectif de préparer les pilotes à mieux travailler en équipe dans l'objectif de :
- Réduire la probabilité d'apparition d'erreur ;
- Traiter l'erreur avant qu'elle ne dégrade la performance du système équipage/aéronef ;
- Réduire les conséquences de ces erreurs. [16]

3.3 Maitrise des risques

Dans la norme [ISO/CEI, 2002], le management des risques est défini comme étant l'ensemble des activités coordonnées visant à diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque.

Le management du risque inclut typiquement l'appréciation du risque, le traitement du risque, l'acceptation du risque et la communication relative au risque.

Selon la norme [ISO/CEI, 2002], la maîtrise du risque est une action de mise en œuvre des décisions de management du risque. La maîtrise du risque peut impliquer la surveillance, la réévaluation et la mise en conformité avec les décisions.

La maîtrise des risques est un processus conduisant à évaluer et choisir l'une des différentes possibilités de réduction des risques. C'est d'une manière générale l'ensemble des actions de mise en œuvre des décisions de la gestion des risques visant à les ramener sous le seuil d'acceptabilité [17].

La démarche de maîtrise des risques s'inscrit dans une perspective plus globale de gestion des risques, définie comme un processus régulier, continu et coordonné, intégré à l'ensemble de l'organisation, qui permet l'identification, le contrôle, l'évaluation des risques et des situations à risques, qui ont causés ou qui auraient pu causer des dommages aux personnes, aux installations et à l'environnement.

3.3.1 Démarche de maîtrise des risques

Le processus de maîtrise des risques est un processus incluant les étapes résumées dans la figure 3.3 :

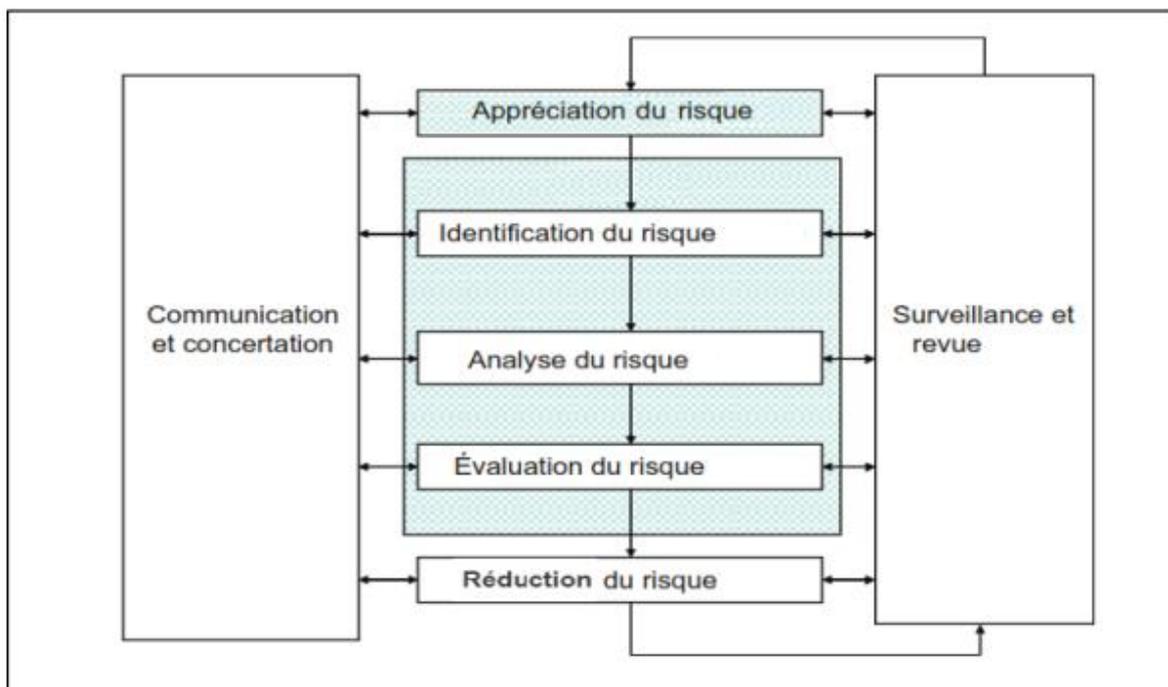


Figure 3-3 : Processus de la maîtrise des risques [17].

L'appréciation du risque est le processus global d'identification, d'analyse et d'évaluation du risque. Elle comprend plusieurs étapes [17] :

3.3.1.1 Identification des risques

Durant cette étape nous allons identifier les ES ainsi que leurs causes et conséquences potentielles. Cette étape a pour objectif de dresser une liste exhaustive des ES basés sur les événements susceptibles de provoquer, de stimuler, d'empêcher, de gêner, d'accélérer ou de retarder l'atteinte du trafic aérien. L'identification des ES comporte l'examen d'un large éventail de conséquences, même si la source ou la cause du risque peuvent ne pas être évidentes. Tout en identifiant ce qui peut se produire, il est nécessaire d'examiner les causes possibles et les scénarios des conséquences éventuelles. Dans ce volet, les principales sources de danger et les scénarios d'accident doivent être recensés et identifiés afin de mener une analyse efficace et d'atteindre les objectifs voulus en matière de maîtrise des risques.

L'identification des ES permet d'utiliser des outils et des techniques adaptés à ses objectifs, ses aptitudes et aux ES auxquels il est exposé. Il est essentiel que les informations utilisées pour l'identification des ES soient pertinentes et se basent sur la connaissance des experts et sur le REX.

Notre travail reposera essentiellement sur l'identification des ES, dans le trafic aérien et leur estimation et évaluation à travers une typologie d'ES.

3.3.1.2 Analyse de risque

L'analyse des ES occupé une place centrale dans le processus de maîtrise des risques. Cette étape permet de fournir des données pour évaluer les risques et prendre la décision de les traiter ou non. Elle sert aussi pour le choix des stratégies et des méthodes de traitement les plus appropriées.

Une fois le danger est identifié, l'ES associé doit être effectué pour passer à l'estimation. Cette dernière peut être qualitative, semi- quantitative et/ ou quantitative en termes de probabilité de son occurrence et de la gravité de ses conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement.

L'estimation d'un risque se définit comme un : « Processus utilisé pour affecter des valeurs à la probabilité et aux conséquences d'un risque. L'estimation du risque peut considérer le coût, les avantages, les préoccupations des parties prenantes, et d'autres variables requises selon le cas pour l'évaluation du risque ».

3.3.1.3 Évaluation du risque

Après avoir estimé le risque, nous devons le comparer aux critères d'acceptabilité établis au préalable par l'ENNA. Cette évaluation permet de prendre une décision sur l'acceptabilité ou non de chaque ES, c'est-à-dire, déterminé s'il convient d'accepter l'ES tel qu'il est ou bien de le réduire en mettant en place des mesures supplémentaires de maîtrise.

3.3.1.4 Réduction du risque

Cette étape consiste à mettre en œuvre les différentes mesures et barrières de prévention et de protection afin de réduire l'intensité du phénomène (réduction potentielle de danger, atténuation des conséquences) et à diminuer la probabilité d'occurrence par la mise en place de barrières visant à prévenir les accidents. Outre les améliorations techniques et de fiabilité d'équipements, la prévention passe aussi par une meilleure prise en compte des facteurs de risque liés à l'organisation et aux personnes. Le choix des actions préventives à engager est effectué en comparant les coûts de leur mise en œuvre avec les coûts des conséquences de risque, en tenant compte de leur probabilité d'apparition. Un suivi régulier de l'évolution des risques est recommandé dans la démarche du management des risques afin de contrôler et d'assurer la pertinence des actions préventives engagées et de corriger les dispositions prévues [18].

De manière très générale, les mesures de maîtrise des ES se répartissent en :

- Mesures ou barrières de prévention : mesure visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux ;
- Mesures ou barrières de protection : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité

3.3.1.5 Communication et concertation

La communication et la concertation avec les parties prenantes internes et externes doivent avoir lieu à toutes les étapes du processus de maîtrise du risque [17].

Une approche consultative en équipe peut :

- S'assurer que les risques sont correctement identifiés ;
- Réunir différents domaines d'expertise pour l'analyse des risques ;
- S'assurer que les différents points de vue sont pris en compte de manière appropriée dans la définition des critères de risques et dans l'évaluation des risques ;
- Conforter l'adhésion et le soutien à un plan de réduction du risque.

3.3.1.6 Surveillance et revue

Les processus de surveillance et de revue s'appliquent sur tous les aspects du processus de maîtrise du risque afin de pouvoir [17].

- S'assurer que les moyens de maîtrise sont efficaces et performants aussi bien dans leur conception que dans leur utilisation ;
- Obtenir des informations supplémentaires pour améliorer l'appréciation du risque ;
- Analyser et tirer les leçons des événements (y compris des incidents), des changements, des tendances, des succès et des échecs.

3.3.2 Outils d'analyse des risques

Dans cette partie, nous allons décrire brièvement les principales méthodes utilisées dans notre démarche d'analyse des risques établies dans le cadre de la maîtrise des risques au niveau du centre de maintenance. Les méthodes d'analyse des risques utilisées se divisent en deux catégories comme le montre la figure 3.4 :

- Méthodes qualitatives ;
- Méthodes quantitatives.

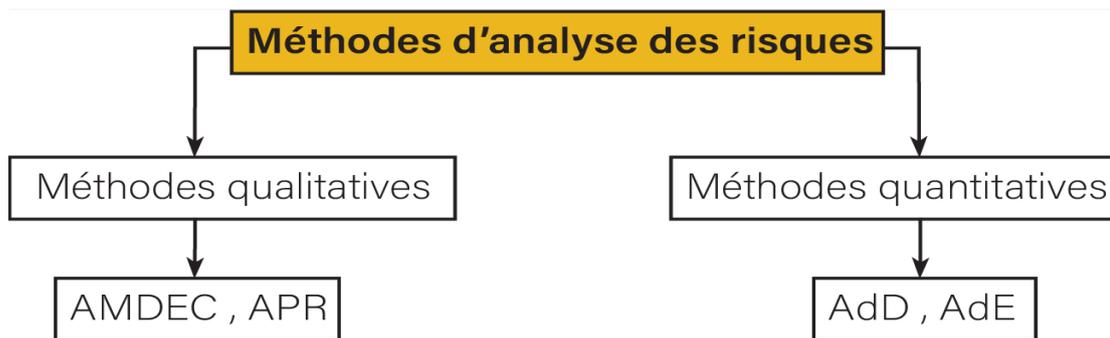


Figure 3-4 : Types de méthode d'analyse des risques.

3.3.2.1 Méthodes qualitatives

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toutes autres analyses. En effet elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque cette approche ne s'appuie pas explicitement sur les données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience (REX) et les jugements d'expert. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au système étudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée [19]

3.4 Système de gestion de sécurité

L'apparition des accidents dans le passé donne lieu à des correctifs et à de nouvelles règles dont l'objectif est d'aboutir à une sécurité plus forte.

Donc en prenant en compte le REX à propos les différentes accidents et incidents déjà survenus, il est nécessaire de mettre en place un système de gestion de sécurité (SGS) pour que ces événements ne se reproduisent pas et dans le but d'une amélioration constante de la sécurité.

3.4.1 Définition

Un SGS est un système conçu pour assurer la sécurité de l'exploitation des aéronefs grâce à une gestion efficace de sécurité. Ce système est conçu pour améliorer constamment la sécurité par l'identification des dangers, la collecte et l'analyse des données et par l'évaluation continue des risques de sécurité. Le SGS vise, de manière proactive, à contenir ou à atténuer les risques

avant que ceux-ci n'aboutissent à des accidents et incidents d'aviation. C'est un système qui est adapté aux obligations réglementaires et aux objectifs de sécurité de l'organisation. [20]

La SGS intègre non seulement une gestion de la sécurité réactive (analyse des événements) et prospective (traitement des retours d'expérience), mais intègre également une méthode « prédictive » qui recherche les activités opérationnelles normales, les bonnes pratiques professionnelles et la non-conformité dans ces pratiques. [20]

En février 2013, le Conseil de l'OACI a adopté une nouvelle annexe à la Convention relative à l'aviation civile internationale. L'annexe 19 (Gestion de la sécurité) est la première annexe adoptée en 30 ans. Il comprend des normes et pratiques recommandées (SARP) pour la mise en œuvre du plan de sécurité nationale (SSP) et du système de gestion de la sécurité, et spécifie la collecte, l'analyse, la protection et « l'échange » d'informations liées à la sécurité. Ces exigences sont à la base du développement correct d'une stratégie de sécurité proactive.

Le développement de l'Annexe 19 fait suite aux recommandations de la Conférence de haut niveau sur la sécurité (HLSC) organisée par l'OACI. Cette conférence stipulait que les dispositions générales concernant les responsabilités de gestion de la sécurité des États devaient être regroupées en une seule annexe.

Le système de gestion de sécurité devient une norme dans toute l'industrie d'aviation dans le monde entier. Il est reconnu par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Administration fédérale de l'aviation (FAA), ainsi que l'Autorité d'aviation civile (AAC). [21]

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

- Un moyen de prise de décisions dans la gestion des risques.
- Un moyen pour démontrer la capacité de gestion de sécurité avant que les échecs de système se produisent.
- Une confiance accrue dans le contrôle des risques à travers les processus d'assurance de sécurité.
- Une interface efficace pour le partage de connaissance entre régulateur et titulaire de certificat. [21]

3.4.2 Concept de sécurité

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

Bien que l'élimination des accidents d'aviation et/ou des incidents graves demeure l'objectif ultime, il est reconnu que l'aviation ne peut pas être totalement exempte de dangers et de risques connexes. Il n'y a aucune garantie que les activités humaines ou les systèmes créés par l'homme seront totalement exempts d'erreurs de fonctionnement et de leurs conséquences. Par conséquent, la sécurité est une caractéristique dynamique du système aéronautique. [21]

Où les risques de sécurité doivent être continuellement réduits. Veuillez noter que l'acceptabilité des performances de sécurité est généralement affectée par les normes et la culture nationales ou internationales. Tant que les risques de sécurité sont maintenus à un niveau de contrôle approprié, un système ouvert et dynamique comme l'aviation peut toujours être géré de cette manière pour maintenir le bon équilibre entre la production et la protection. [21]

3.4.3 Composantes

Le SGS dans le domaine aéronautique :

- Définit une politique et des objectifs en matière de gestion de la sécurité.
- Assure la gestion du risque, notamment en identifiant les dangers, en évaluant, en réduisant et en maintenant les risques au niveau le plus faible que l'on puisse raisonnablement atteindre par la mise en œuvre d'action approprier.
- Assure le maintien de la sécurité, notamment par le suivi et l'évaluation régulière des performances en matière de sécurité, des changements pouvant les affecter, dans un souci d'amélioration continue.
- Assure la promotion de la sécurité, notamment en définissant des méthodes et en encourageant des pratiques visant à éveiller et maintenir la conscience du risque chez les parties prenantes. [22]

3.4.4 Stratégies pour la gestion de la sécurité

Pour répondre à l'accroissement constant de l'activité aérienne mondiale, l'OACI a jugé qu'il était nécessaire de développer des stratégies complémentaires, considérer plus à même de diminuer et maintenir les risques d'accidents à un niveau acceptable.

- Gestion réactive de la sécurité

La méthode réactive répond aux événements déjà produits, tel qu'incidents et ou accidents. Elle exige qu'un événement déclencheur très grave se produise, avec souvent des conséquences dommageables considérables, pour lancer le processus de capture de données de sécurité.

Elles sont basées sur l'idée d'attendre « que quelque chose casse pour réparer ». C'est pour des situations impliquant des défaillances de la technologie et/ou des événements inhabituels qu'elles conviennent le mieux, les enquêtes sur accidents et incidents graves sont des exemples de la gestion réactive de sécurité [22]

- Gestion prédictive de la sécurité

Saisit la performance du système comme elle se produit dans les opérations normales en temps réel, pour identifier de futurs problèmes potentiels.

Cette méthode ne nécessite aucun événement déclencheur pour le lancement du processus de capture des données de sécurité. Des données opérationnelles courantes sont constamment saisies, en temps réel. Ces aides reposent sur l'idée que c'est en essayant de détecter les problèmes, et pas en attendant simplement qu'ils apparaissent, que la gestion de la sécurité sera la mieux assurée. C'est pourquoi les systèmes prédictifs de capture de données de sécurité reposent sur la recherche dynamique des renseignements sur la sécurité susceptible d'être révélateurs de risques de sécurité émergents de diverses sources. [22]

- Gestion proactive de la sécurité

Elle cherche activement à identifier les risques de sécurité par l'analyse des activités de l'organisation. La méthode proactive s'appuie sur la promotion de la connaissance des événements de sécurité qui surviennent dans le cadre de l'activité de toutes les parties prenantes. [22]

3.4.5 Sécurité aérienne en Algérie

En application des normes prescrites par l'OACI en matière de gestion de la sécurité notamment celle des annexe 1(licences du personnel), 6(exploitation technique des aéronefs), 8(navigabilité des aéronefs), 11(services de la circulation aérienne), et 14(aérodromes) a la convention de l'aviation civil internationale à laquelle l'Algérie a adhérer par décret n°63-84 du 5 mars 1963, le ministère du transport a intégré une circulaire pour fixer les règles générales de la mise en œuvre de système de gestion de la sécurité, et ce dans le cadre du programme national de la sécurité aéronautique.[23]

3.5 Accidents et incidents aériens

L'accident aérien nous rappelle de temps à autres l'état transgressif de toute activité aéronautique. Par sa dimension de drame collectif, il prend alors souvent des allures de catastrophe. Aussi les pouvoirs publics – nationaux ou internationaux – se sont-ils vus dans l'obligation de définir les risques ainsi courus, dans l'espoir d'anticiper et circonscrire les dangers potentiels.

3.5.1 Classes d'occurrence

Les classes d'occurrence sont basées sur la taxonomie ADREP 2000 de l'OACI. Selon leurs références (cinq chiffres) et la classe, nous donnerons une définition à cette dernière.

3.5.1.1 Accident (100)

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,, au cours duquel : [24]

- une personne est mortellement ou gravement blessée du fait- d'un contact direct avec une partie quelconque de l'aéronef, y compris les parties qui se sont détachées de l'aéronef- d'un contact direct avec une partie de l'aéronef, y compris les parties qui se sont détachées de l'aéronef, ou - d'une exposition directe au souffle d'un avion à réaction, sauf si les blessures résultent de causes naturelles, auto-infligées ou infligées par d'autres personnes, ou lorsque les blessures sont celles de passagers clandestins

qui se cachent en dehors des zones normalement accessibles aux passagers et à l'équipage.

- l'aéronef subit une avarie ou une défaillance structurelle qui : - affecte négativement la résistance structurelle, les performances ou les caractéristiques de vol de l'aéronef, et - devrait normalement exigerait une réparation importante ou le remplacement de l'élément concerné, à l'exception d'une panne ou d'une avarie de moteur, lorsque le dommage est limité au moteur, à ses capots ou à ses accessoires ; ou pour des dommages limités aux hélices, aux extrémités des ailes, aux antennes, aux pneus, freins, carénages, petites bosses ou trous de perforation dans le revêtement de l'aéronef.
- L'aéronef a disparu ou est complètement inaccessible.

3.5.1.2 Incident grave (200)

Un incident dont les circonstances indiquent qu'un accident a failli se produire. [24]

3.5.1.3 Incident (300)

Événement, autre qu'un accident, lié à l'exploitation d'un aéronef, qui affecte ou pourrait affecter la sécurité de l'exploitation. [24]

Il existe deux types d'incident : incident majeur (301) et incident significatif (302) qu'on va les définir par la suite.

- Incident majeur (301)

Un incident associé à l'exploitation d'un aéronef, dont la sécurité de l'aéronef peut avoir été compromise, ayant entraîné une quasi-collision entre l'aéronef et le sol ou des obstacles (c'est-à-dire le non-respect des marges de sécurité qui ne résulte pas d'une instruction ATC). [24]

- Incident significatif (302)

Un incident impliquant des circonstances indiquant qu'un accident, un incident grave ou majeur aurait pu se produire, si le risque n'avait pas été géré dans les marges de sécurité, ou si un autre aéronef s'était trouvé à proximité. [24]

3.5.1.4 Évènement sans effet sur la sécurité (400)

Un événement éventuellement lié à la sécurité ne répondant pas aux exigences de déclaration. Cela peut être, par exemple, le résultat d'un déclassement de l'incident après examen. [24]

3.5.1.5 Non déterminer (500)

La classe de l'évènement n'a pas été déterminée. [24]

3.5.2 Exemple d'accident

Prenons un exemple d'accident en Algérie, l'accident de Tamanrasset (2003), ou un Boeing 737 de la compagnie Air Algérie s'est écrasé après son décollage entraînant la mort de 102 personnes parmi 103. C'est la pire catastrophe aérienne que le pays ait connue depuis son indépendance. [25]

3.5.2.1 Accident de Tamanrasset

L'avion décolla de la ville de Tamanrasset (sud de l'Algérie) pour un vol passager à destination d'Alger, et avec une escale prévue à Ghardaïa. Il y avait 97 passagers et 6 membres d'équipage à bord de cet avion.

Le décollage s'est effectué dans l'aéroport de Tamanrasset. Le co-pilote était aux commandes. Après la rotation, le co-pilote demanda de rentrer le train. Au même moment, sachant que l'altitude de l'appareil était de 78 pieds (24 mètres) et sa vitesse 158 kts, le moteur n°1 tomba en panne. Le commandant de bord reprit les commandes ; 3 secondes plus tard, le co-pilote demanda s'il devait rentrer le train, mais le commandant de bord ne lui a pas répondu. La vitesse du Boeing 737 chuta rapidement à 134 kts. À ce moment, son altitude était de 398 ft (121 mètres). L'avion décrocha puis s'écrasa sur un terrain rocailleux. Parmi les 103 personnes à bord, il n'y a qu'un seul survivant. [25]

L'accident résulte de la perte d'un moteur lors d'une phase critique du vol et de la prise des commandes par le commandant de bord avant d'avoir entièrement identifié la panne.[25]



Figure 3-5 : Crash du Boeing 737 d'Air Algérie.[25]

Comme un deuxième exemple internationale, on vas prendre le cas concret de l'accident de Tenerife (1977), sur l'aéroport de l'île de Ténérife aux Canaries, ou un Boeing 747 de la compagnie néerlandaise KLM entame son décollage et percute à plus de 250 km/h un autre Boeing 747, de la compagnie américaine Pan American qui roulait sur la piste entraînant la mort de 583 personnes.

3.5.2.2 Collisions de Tenerife

Cet accident est l'accident le plus meurtrier de l'histoire de l'aviation commerciale. C'est arrivé le 27 mars En 1977, à l'aéroport de Los Rodeos, au nord de Tenerife, aux Canaries : un Boeing 747 de KLM a commencé à décoller, L'avion s'est écrasé dans un épais brouillard et s'est écrasé sur un Boeing 747 panaméricain sur la piste. Parmi En ce qui concerne une série de raisons ayant conduit à l'accident, le rapport d'enquête relève une clairance du contrôle, relative au taxiway à emprunter pour sortir de la piste, qui a été mal interprétée par l'équipage de la Pan-Am et l'a amené à rester plus longtemps que prévu sur la piste. De plus, lorsque l'équipage du Boeing 747 de KLM a annoncé le début du décollage, sa compréhension des informations était différente. Le contrôleur estime que l'aéronef a été déclaré en position de décollage (l'autorisation de décollage n'a pas été approuvée) étant donner. [26]



Figure 3-6 : Crash du Tenerife.[26]

Donc pour éviter ce genre des accidents, et assurer qu'ils ne se reproduisent pas, il faut les reporter d'une manière convenable, pour préciser toutes les causes qui ont conduit à cet accident afin de mettre en place des mesures de sécurité pour les éviter.

3.6 Système de reporting

Les accidents sont évidents dans tous les secteurs et surtout dans l'aéronautique. Les incidents grave et les incidents majeur sont les plus courants. De nombreux incidents dans ce secteur passeraient inaperçus si personne ne les signalait. Le signalement (*reporting*) des incidents permet d'en tirer des leçons et de rendre le système dans son ensemble plus sûr.

3.6.1 Définition

Le *reporting* est un outil qui permet de rendre compte périodiquement des indicateurs de performance. Il constitue un système de données vérifiées et vérifiables. Il contient des données réelles qui auront préalablement été récoltées et triées. [27]

3.6.2 Secteur d'activité d'un reporting

Le *reporting* peut être utilisé dans tous les secteurs d'activité professionnels : la finance (*reporting* financier), le commerce (*reporting* commercial), le droit, la communication, les

ressources humaines (il peut contenir par exemple un indicateur des départs et des arrivées dans l'entreprise), les industries (*reporting* des accidents/incidents) le marketing, et aussi dans le domaine d'aviation... [27]

3.6.2 Système de reporting dans le domaine aérien

Les SR des accidents et incidents ont été proposés comme moyen de préserver la sécurité dans de nombreuses industries. Pour l'OACI recommande leur utilisation dans toute l'industrie aéronautique. Malheureusement, le manque de matériel de formation ou d'autres formes d'orientation peut rendre très difficile pour les ingénieurs et les gestionnaires la mise en place de ces systèmes. [28]

Les différents SR ont des définitions différentes de ce qui doit être signalé et de ce qui ne doit pas l'être. Ces distinctions reflètent les accords nationaux et internationaux sur la nature des incidents et des accidents. Ainsi, le Tableau 01 se dessous présente les exigences de l'OACI et d'EUROCONTROL pour les rapports d'incidents et d'accidents dans le cadre du contrôle du trafic aérien. [28]

Tableau 3-1 : Accidents et Incidents dans l'aéronautique.

Évènement	Déclaration	Définition de l'évènement
Accident	Obligatoire	Collision en vol, vol contrôlé vers le terrain, collision au sol entre aéronefs, collision au sol entre un aéronef et un obstacle. Autres accidents présentant un intérêt particulier, notamment la perte de contrôle en vol due aux conditions météorologiques.
Incident	Obligatoire	Perte de séparation aérienne, vol quasi-contrôlé dans le terrain, incursion sur la piste, impossibilité de fournir des services ATM, violation de la sécurité.
Autres évènements	Volontaire	Tout ce qui a des implications sérieuses en matière de sécurité, mais qui n'est ni un accident ni un incident.

3.6.2.1 Rapports d'accidents

En matière de sécurité aérienne, un ensemble de règlements a été adopté sous les auspices de l'Organisation de l'aviation civile internationale pour organiser et codifier les enquêtes sur les accidents. La convention internationale stipule que "le seul but de l'enquête sur un accident ou un incident est de prévenir la survenance d'accidents ou d'accidents futurs." "Cette activité n'est pas destinée à déterminer la faute ou la responsabilité." En Europe, une directive signée par les États membres stipule que ces enquêtes doivent être menées par des agences spécialisées indépendantes de l'autorité aéronautique (navigation aérienne, etc.) et des parties intéressées (compagnies aériennes, etc.). En France, la B.E.A. (Bureau Enquête Accident) est l'agence officielle chargée des enquêtes techniques sur les accidents et incidents de l'aviation civile. [29]

Lorsqu'un accident se produit, des enquêteurs, accompagnés parfois de spécialistes en différents domaines (structures, moteurs...) sont dépêchés sur le site pour analyser l'épave et récupérer les boîtes noires. Par ailleurs, un certain nombre de données sont collectées pour éclaircir les causes de la catastrophe aérienne :

- l'information sur le trafic.
- l'entretien de l'appareil.
- les éléments météorologiques. [30]

Tous ces éléments sont utilisés et comparés pour construire d'éventuels scénarios de catastrophe, qui sont ensuite testés dans un simulateur de vol. Une fois la conclusion tirée, entre autres, des recommandations doivent être faites (modification d'une partie de l'avion, changements de procédures aériennes, etc.) pour éviter la répétition de tels accidents. [31]

3.6.2.2 Rapports d'incidents

A.S.R. (*Aviation Safety Report*) et *Confidential Report* sont deux sources de données préparées par les pilotes pour signaler les incidents liés à la sécurité. Dans le premier cas, il s'agit d'un formulaire rempli par l'équipage de conduite pour signaler les défaillances du système (fausses alarmes, dysfonctionnements, etc.) rencontrées au cours du vol. [32]

Dans le second cas, il s'agit d'un canal de retour d'expérience anonyme où l'équipage signale des incidents impliquant des facteurs humains (erreurs de conduite, perte de connaissance de la situation). Les pilotes qui acceptent de rédiger ces rapports bénéficient de la confidentialité

et d'une certaine immunité, ce qui signifie qu'ils ne peuvent faire l'objet de poursuites disciplinaires ou judiciaires pour faute professionnelle. [33]

Rien n'est appris des incidents non reportés. Les dangers, les causes et les circonstances qui y contribuent sont perdus s'ils ne sont pas reportés. Les parties prenantes (qu'on va les définir par la suite), qui ont un rôle important dans les différentes étapes de vol et qui ne prennent pas le temps de reporté les accidents dans lesquels ils sont impliqués, peuvent ne pas en tirer de leçon. Le fait que de nombreux incidents sont à quelques centimètres de devenir des accidents avec blessures invalidantes rend leur non-déclaration d'autant plus grave.

Lorsque les incidents ne sont pas reportés, leurs causes ne sont généralement pas corrigées. Cela signifie qu'ils peuvent se reproduire, produisant peut-être la blessure invalidante ou le décès de demain.

Il existe de nombreuses raisons pour lesquelles ces parties peut choisir de ne pas reporter un incident dans lequel il a été impliqué (Ne pas vouloir que l'incident figure dans leur dossier de travail, Ne pas vouloir perdre du temps sur le travail à accomplir, Ne pas vouloir faire l'objet d'une enquête sur un incident...). Toutes ces raisons sont compréhensibles, mais aucune d'entre elles n'est acceptable lorsque nous réalisons pourquoi le rapport aurait dû être fait.

De plus, d'après l'avis de l'expert, il disait que le *reporting* est tellement important que les Américains ont développé aujourd'hui « un système de *reporting* anonyme » appelé « *Anonymous reporting Safety system* » qui donne la possibilité à chacun de faire un compte rendu est de le signaler quand il constate quelque chose d'anormal.

Ce *reporting* va dans une boîte avec son nom, prénom, fonction...etc. dans cette boîte, tous les indicateurs qui identifie la personne sont cachés pour ne laisser que les anomalies signalées par n'importe quel travailleur de l'entreprise, et donc les traités afin d'améliorer le système de gestion de sécurité pour éviter la reproduction de tel évènements.

Tout au long de ce chapitre, nous avons pris connaissances des différentes notions de bases que nous aurons besoin par la suite pour effectuer notre travail. Nous avons remarqué que le Retour d'expérience et le système de reporting jouent un rôle primordial quand a la détermination des ES et la prévention de ces derniers pour qu'ils ne se reproduisent pas.

Le chapitre suivant est une proposition sur la décomposition et la caractérisation des différentes ES que nous avons effectué.

Chapitre 4

Décomposition et caractérisation des événements de sécurités

CHAPITRE 4 DÉCOMPOSITION ET CARACTÉRISATION DES ÉVÉNEMENTS DE SÉCURITÉS

Dans ce chapitre, nous allons établir un résumé des différentes tâches exercées, par l'ensemble des parties prenantes dans chaque phase de l'activité et nous allons aussi utiliser les résultats du questionnaire d'un expert afin d'établir une liste d'événements de sécurité, qui va nous permettre d'établir une base de caractérisation de ces événements.

4.1 Décomposition de l'activité du trafic aérien

4.1.1 Détermination des parties prenantes

Dans cette étape nous allons lister les différentes parties prenantes dans chaque activité, pour déterminer les personnes aptes à reporter un événement de sécurité ou apte à générer un événement de sécurité.

Tableau 4-1 : Parties prenantes, localisation et missions

Localisation	Parties prenantes	Missions
Tour de contrôle	Contrôleur au sol ou local	- Contrôle du trafic dans l'aérodrome
	Contrôleur d'approche	- Contrôle du trafic lors des phases de décollage et d'atterrissage, ainsi des phases de transition des niveaux de vol supérieur au niveau de vol inférieur.
Centre de Contrôle Régionale (CCR)	Contrôleur en route (croisière)	- Gérer le trafic dans la phase de croisière dans la FIR d'Alger.
L'aéronef	Pilote	- Piloter l'aéronef de l'aérodrome de départ à l'aérodrome d'arrivée, en coordonnant et en suivant les instructions des contrôleurs.
	L'équipage et le personnel de l'aéronef (sans le pilote).	- Personnes qui bénéficient du service de vol, ainsi que le personnel de coordination de l'aéronef.

Opérations sur sol	Les techniciens de maintenance entretien de l'aéronef.	- Assurer une maintenance sur l'aéronef, ou à une tache directement liée à l'aéronef (mécanicien, manutentionnaire ...)
	Douane	- Inspecter les marchandises et bien embarqué dans les aéronefs
	Forces de l'ordre (police, militaires ...)	- Assurer les opérations militaires, la protection des infractions dans les aérodromes et assurer la protection des citoyens.

4.1.2 Détermination des différentes phases de vol et leurs activités

Dans cette partie, nous allons diviser l'activité de vol d'un aéronef en plusieurs activités selon les différentes phases, pour s'approfondir sur les tâches de chaque activité par les différents acteurs.

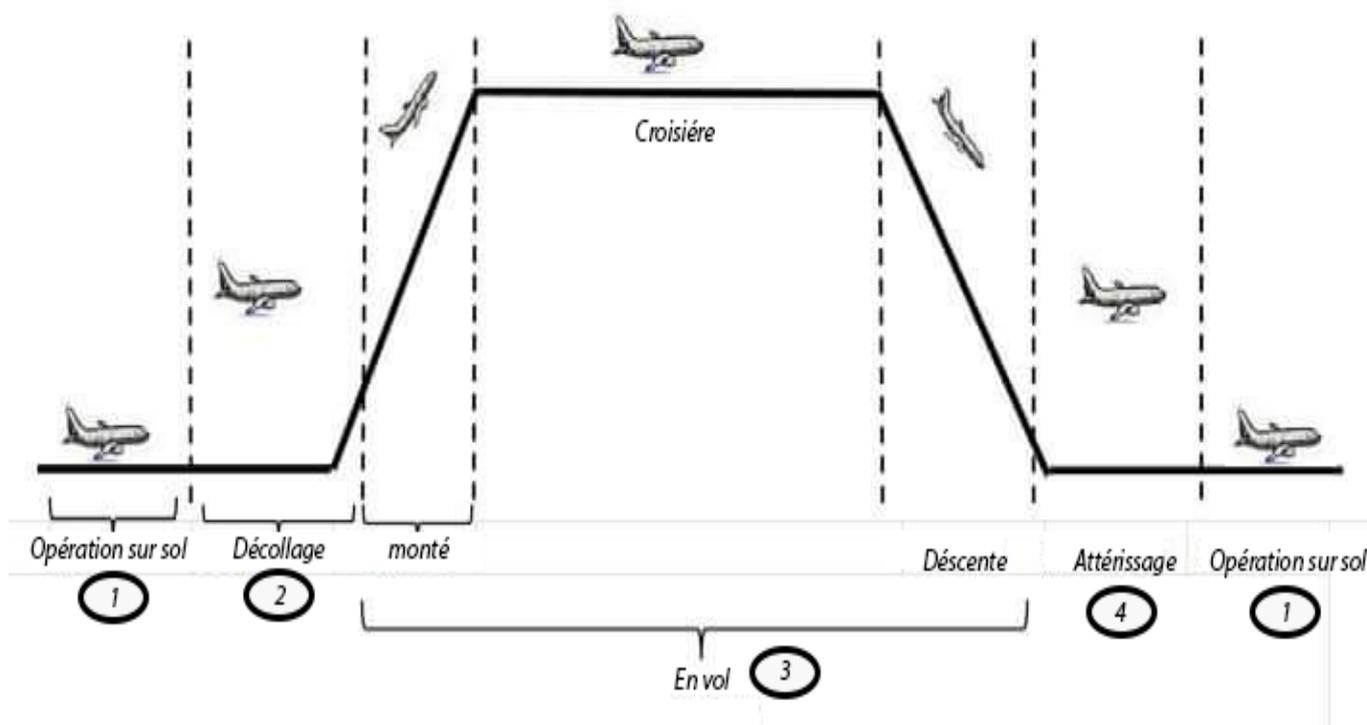


Figure 4-1 : Phases de vol.

4.2 Questionnaire d'un expert

La technique mise en place pour la collecte des données est l'utilisation d'un questionnaire, cette méthode se base essentiellement sur le témoignage des personnes impliqués dans la sécurité aéronautique afin de recueillir plus d'information sur les ES pour enrichir notre BbD qui va être établie par la suite.

4.2.1 Choix des répondants

Nous avons choisi des répondants de différents profils de manière à couvrir les divers aspects de la problématique étudiée. Le principal critère mis de l'avant dans le choix de nos répondants est d'avoir été impliqué plusieurs années dans le domaine de la sécurité aéronautique, ainsi que dans le domaine de gestion du trafic aérien. Compte tenu des limites temporelles, nous avons opté pour un échantillon de répondants plus restreint, deux entretiens ont été réalisés avec un directeur et un expert, nous citons Mr A. MOUAFEK, directeur de la IGT, ex contrôleur aérien avec 20 ans d'expérience, et Mr M. BENAMOUR, premier ingénieur de conception en Algérie, dans le domaine de l'aéronautique, expert en investigation des accidents de vol, pilote retraité avec un total de 4400h de vol.

4.2.2 Collecte de données

Les entretiens sous forme de questionnaire en durée en moyenne 2h, l'autorisation de l'enregistrement des entretiens a été sollicitée, un témoignage a été effectué à l'école nationale polytechnique sous forme de conférence, la façon de répondre a été choisie par les répondants, qui a préféré de répondre oralement, à la fin les deux répondants ont reçu un message de remerciement. Les commentaires des répondants étaient retranscrits immédiatement après les entretiens afin de s'assurer que toutes les informations soient conservées.

Le questionnaire semi structuré, est constitué de trois parties (voir annexe C), élaboré préalablement puis validé par nos deux directeurs. En effet, la première partie consiste à cerner l'importance de la sécurité et de bien comprendre les exigences de l'OACI liées à la sécurité aéronautique, et le *reporting* d'ES, la seconde partie vise à fixer les facteurs responsables de l'occurrence des événements de sécurité, enfin la troisième partie tente à essayer d'éradiquer la cause de ces événements de sécurité. Avant de procéder au questionnaire, ce dernier fut pré-testé auprès de personnes expérimentées dans la sécurité aérienne.

Globalement cette démarche permet d'engager une véritable discussion sur l'impact des ES, sur la sécurité du trafic, ainsi de connaître les tendances des causes, et leur conséquence sur le trafic et sur les aéronefs, et d'avoir un avis sur le type d'événement, à travers d'expert qualifié dans le domaine ; cela va nous permettre aussi d'enrichir notre REX sur les ES, et de recenser des événements, qui se produisent rarement, et qui sont négligés par les opérateurs du trafic. Cette entrevue a été assistée par 2 journalistes du journal Algérien express DZ le 24 juin 2021, qui ont émis leur témoignage, à travers un article consultable sur l'annexe D.

4.2.3 Analyse et discussion des résultats

Cette partie est consacrée à la discussion de l'analyse des données qualitatives obtenues à l'issue des 2 entrevues en profondeur menées auprès de nos répondants. Cette discussion nous a permis de valider les composantes de notre problématique spécifique. Elle nous permet également d'explorer à la lumière des entrevues réalisées, les facteurs de création de notre BdD et la caractérisation des événements de sécurité.

Étant donné les diverses perceptions que porte les 2 experts, nous avons pu distinguer que l'un porte son avis sur la cause de l'occurrence des ES, sur le facteur humain en grande partie, ce qui va nous permettre d'introduire ce facteur dans notre BdD ou il sera bien indiqué, et la manière la plus bénéfique d'atténuer ces ES, sera d'adapter les modèles de traitement de facteur humain dans la gestion de la sécurité, nous citons comme exemple le modèle de RASMUSSEN, et le modèle de REASON, et donc introduire la psychologie pour comprendre le comportement humain qui va permettre de gérer leurs erreurs.

Selon les ES recensés de notre étude statistique, qui sera présentée dans la prochaine partie, 44% des catégories d'ES recensés sont d'origine humaine (infraction du pilote, contrôleur, erreur de manœuvre, ou de gestion ...), de plus 72% des rapports d'accident comportent des événements de cause humaine.

Par rapport à l'approche de l'expert d'après son témoignage, 70% des ES sont liées à l'équipage, 15% au matériel, 7% à la météo, 3% à l'espace aérien et 5% cause divers. Sur ce notre BdD, sera plus axé sur les ES liées à l'équipage de vol, et au matériel.

En 1989 Hopkins a introduit une méthode d'enquête d'accident qui traite le facteur humain qui a permis de réduire 30% de l'occurrence d'ES en 30 ans pour arriver actuellement à 1 ES sur 1 million liés au facteur humain.

Le retour d'expérience est un outil qui permet de s'enrichir de ces échecs, qui vont permettre de mettre en place des modifications sur les procédures d'exploitation, le programme d'information, la technologie utilisée dans l'aéronef. L'OACI dirige un retour d'expérience mondiale à travers les ES reporté par les pays membre, qui va alimenter la banque de donnée ADREP, cet outil s'avère un élément fondamental pour la réalisation d'un système d'information efficace qui regroupe la majorité des ES les plus fréquents, dans l'Algérie et dans le monde.

La perception du 2^{ème} expert est que la problématique de l'occurrence des ES est plus liée aux relations entre les parties prenantes, donc qui est un problème organisationnel entre les tâches très interféré de l'activité, est donc des solutions organisationnelles sont plus envisageable, comme structurer les tâches et les noter sur des fiches de poste, pour bien définir les méthodes de travail, et ainsi diminuer le désaccord de l'accomplissement des différentes tâches liée entre elle.

Ce dernier nous a permis d'identifier des ES, qui ne sont pas visible à travers les tâches des parties prenante, et qui n'apparaissent pas dans les rapports d'ES, à cause de la complexité de leur caractérisation, nous citons comme exemple les avions de bombardier qui ne peut plus monter au niveau de vol maximum auquel ils ont été construits, et cela à cause du frottement de sable aux ailettes du réacteur qui les fait diminuer de diamètre à travers le temps. Ceci est dû à la position trop basse des réacteurs de cette avion et a l'inversion de poussé qui fait rentrer le sable dans les réacteurs.

L'importance du recensement d'ES, a un impact direct l'occurrence des ES, car « *if Something could happen, It Will happen* », ainsi c'est exprimé, l'expert lors de son témoignage sur le fait de bien reporté ces ES, ainsi la combinaison du REX, au *reporting* d'événement s'avère la meilleure approche pour recenser le maximum d'ES, plus crédible et qui sont spécifique à l'activité.

4.3 Survenances d'un ES

Comme le montre la figure 4.1, la survenance d'un ES (Accident/Incident) ne peut se réaliser que dans ces quatre phases là :

1. **Sur sol (roulage)** : l'avion roule sur l'aéroport pour atteindre la piste (ou pour atteindre le parking après avoir atterri). (Exemple d'évènement : collision au sol entre un aéronef et un obstacle)

Cette phase contient des tâches pré-vol, liée à la déclaration d'un vol et son enregistrement, qui sont des tâches qui ne rentreront pas dans notre étude, car elle exige une autre démarche d'analyse.

2. **Décollage et montée initiale** : mise en puissance de l'avion sur la piste, puis l'avion quitte le sol et commence à monter. (Exemple d'évènement : Crash de l'aéronef lors du circuit d'aérodrome).

3. **En route**

Montée : les becs/volets sont rentrés et l'avion monte jusqu'à son altitude de croisière.

Croisière : l'avion vole à altitude quasi constante (c'est généralement la phase la plus longue d'un vol). (Exemple d'évènement : présence de deux Traffic sur le même TCAS).

Descente et approche initiale : l'avion descend tout en se rapprochant de l'aéroport de destination. Si le contrôle lui demande, il peut faire des boucles en attendant son tour pour amorcer l'approche finale.

4. **Approche finale et atterrissage** : l'avion se met en position pour atterrir, puis pose les roues sur le sol et freine. [34] (Exemple d'évènement : Train d'atterrissage de l'aéronef rétracté à l'impact avec le sol).

Il est rare qu'un accident aérien soit dû à une cause unique. La plupart des accidents sont la conséquence d'un enchaînement d'évènements variés. [35]

L'erreur humaine est la cause principale des accidents d'avions. Les équipages doivent s'entraîner régulièrement et intensément pour éviter ces erreurs. En second lieu vient la défaillance de l'avion, mais cela est de moins en moins vrai avec les avions modernes. [35]

Afin de déterminer les différentes causes des évènements de sécurité existantes, nous avons exploité le document de la Taxonomie ADREP 2000 de l'OACI qui est un ensemble de définitions et de descriptions utilisées lors de la collecte et de la communication des données sur les accidents/incidents, on s'est basé aussi sur l'exploitation du document confidentiel des rapports des ES de l'ENNA de l'année 2018/2019 ainsi que le retour d'expérience sur ces derniers.

L'ensemble de ces causes ressortie, seront attribué et structuré sous forme d'une interface de *reporting*, qui va permettre de donner une bonne appréciation des ES reporté.

Les tableaux 3, 4, 5,6 ci-dessous montrent en détails les évènements recensés et les parties prenantes responsables sur ses dernières selon les phases.

Tableau 4-2 : Taches des opérateurs dans la phase « Sur sol » et ES associés.

Phases	Organisme et responsable concerné		Tache effectuée	Événements	Conséquences et procédures
1. Opération sur sol	Organe	Parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> - Manutention d'un escabeau pour faire descendre les passagers - Vidange des réacteurs de l'aéronef. - Utilisation des camions élévateurs pour la manutention des bagages. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef heurté lors de la manutention d'un escabeau, camion de vidange, camion élévateur, tracteur, tapis de bagage... 	<ul style="list-style-type: none"> - Un trou au niveau du : <ul style="list-style-type: none"> - fuselage (porte arrière) - Endommagement du : moteur, charnière de la porte, l'hélice, train d'atterrissage, fuselage, panneau de couverture d'accès. - L'annulation du vol. - Convoyage technique de l'aéronef. - Appareil immobilisé jusqu'à l'avis du VERITAL.
	Parking	Les techniciens de maintenance et entretien de l'aéronef. -			

	<ul style="list-style-type: none"> - Tour de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôleur locale 	<ul style="list-style-type: none"> - Délivre au pilote sa clearance de départ (route et niveau autorisés) en coordination avec le contrôleur « approche ». - Donne l'autorisation de mise en route et transfère l'avion au contrôleur « Approche ». - Chargé de coordonner l'ensemble des mouvements au sol. - Responsable de la gestion de la piste, c'est lui qui donnera l'autorisation ou non au pilote de pénétrer sur la piste. [36] 	<ul style="list-style-type: none"> - Roulage de l'aéronef sur une piste non conforme. 	<ul style="list-style-type: none"> - Endommagement des roues. - Aucun endommagement.
--	--	---	---	--	--

	Aéronef	- Pilote	<ul style="list-style-type: none"> - Un plan de vol doit être déposé par le pilote, auprès des services de la circulation aérienne. Ce plan de vol contient les renseignements sur les caractéristiques de l'appareil (type d'aéronef, catégorie de turbulence de sillage, équipement et type de transpondeur à bord, etc....) - Contacte le contrôleur 	- Aéronef heurté par un autre aéronef	<ul style="list-style-type: none"> - Endommagement de : <ul style="list-style-type: none"> -l'antenne. -feu de position. -aile. -fuselage. -cache du réacteur. - Appareil immobilisé jusqu'à l'avis du VERITAL.
--	---------	----------	---	---------------------------------------	---

			<p>« Local » afin de vérifier les paramètres pour le départ (piste, visibilité, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contacte le contrôleur « Local » afin de demander l'autorisation de repoussage de l'avion et les modalités de circulation au sol pour rejoindre la piste. - Une fois aligné sur la piste, le pilote contacte le contrôleur « local » afin de demander l'autorisation de décollage conformément à la clearance de montée qu'il a reçue du contrôleur « Approche ». 	<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef maintient sa position sur la piste à cause de la présence des chiens. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vol reporté à une autre heure.
--	--	--	--	---	--

Tableau 4-3 : Taches des opérateurs dans la phase « Décollage » et ES associés

Phases	Organisme et responsable concerné		Taches effectués	Évènements	Conséquences et procédures
2. Décollage	Organe	Parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> - Coordonner le trafic entre les arrivées et les départs dans « l'entonnoir » qui converge vers la piste ou qui diverge depuis la piste. - Coordonner le trafic avec le secteur « en route » afin de pouvoir délivrer au pilote la clearance complémentaire nécessaire à la poursuite de son vol. [36]. - Donner des instructions 	<ul style="list-style-type: none"> - Croisement de 2 aéronefs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manœuvre d'évitement. - Pas de conséquence sur le vol.
	Tour de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôleur d'approche 			

			<p>en cas de problèmes techniques lors du décollage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le contrôleur d'approche transfère ensuite l'avion au secteur « En route », qui va gérer le « haut de l'entonnoir » où les avions prennent de la vitesse. 		
	Aéronef	- Pilote	<ul style="list-style-type: none"> - Contacte le contrôleur d'approche pendant le rentré, afin de prendre les instructions de montée. [36] - Faire des demandes aux contrôleurs d'Approche pour changer de niveau de vol. - Signalé les problèmes techniques par radiotéléphonie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'un malade a bord - Non élévation de l'aéronef. 	<ul style="list-style-type: none"> - Déroulement de l'aéronef vers l'aérodrome. - Faire demi-tour vers l'aérodrome de départ - Atterrir sans incidence.

				<ul style="list-style-type: none"> - Crash de l'aéronef lors du circuit d'aérodrome. 	<ul style="list-style-type: none"> - Endommagement de l'aéronef au niveau de : <ul style="list-style-type: none"> -l'hélice. -moteur. -l'aile. - Fermeture de la piste.
				<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef fait une accélération arrêt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retour au parking. - Appareil immobilisé pour vérification. - Libération de la piste par l'aéronef vers une autre pour redécoller.

				<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef heurté par un animal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Endommagement de l'aéronef au niveau du : <ul style="list-style-type: none"> -moteur. -la cage du nez. -fuselage. -radome. -pare-brise. -train d'atterrissage. - Faire demi-tour. - Annulation du vol. - Évacuation de la voie de circulation. - Continuation du vol si y'avait pas de dommages sur l'aéronef.
--	--	--	--	---	---

Tableau 4-4 : Taches des opérateurs dans la phase « En route » et ES associés.

Phase	Organisme et responsable concerné		Tache effectué	Évènements	Conséquences et procédures
3. Opération en route	Organe	Parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer l'espace entre les différents aéronefs circulant dans l'espace contrôlé, et cela en respectant des normes de séparation (5 NM). - Respect de l'environnement visant à optimiser les trajectoires des avions, « éviter les détours » en somme, pour limiter au maximum la consommation de kérosène. - Informer les pilotes des avions quant à d'éventuels évènements météorologiques qu'ils seraient susceptibles de rencontrer (zone d'orage). [37] - Gérer le trafic qui arrive 	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôleur reçoit une fausse valeur de QNH de la part du service de la météorologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Décalage altimétrique. - Atterrissage sans incidence.
				CCR	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôleur de Croisière.
				<ul style="list-style-type: none"> - Omis de révision de l'estimation du vol par le contrôleur. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'aéronef arrive : -trop tôt. -trop tard.
				<ul style="list-style-type: none"> - Survol sur un territoire non autorisé (à cause d'un défaut d'autorisation par le contrôleur 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire demi-tour a l'aérodrome du départ.

			de l'espace « supérieur » et qui est en train de descendre, et le trafic qui se situe plus bas et qui n'est pas encore en évolution vers l'espace supérieur. [36]	<ul style="list-style-type: none"> - Le contrôleur n'arrive pas à joindre le pilote. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transférer le contrôle du Traffic vers un autre aérodrome.
				<ul style="list-style-type: none"> - Traffic non cordonné par le contrôleur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atterrir sans incendie.
				<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt de la montée de l'aéronef vers un autre niveau de vol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire demi-tour vers l'aérodrome de départ. - Atterrir sans incendie.
		<ul style="list-style-type: none"> - Tous types de contrôleurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - La coordination d'un vol d'un secteur à l'autre entraîne le transfert du Strip du secteur précédent au secteur suivant. - Les contrôleurs se téléphonent pour assurer la coordination. Cette coordination est nécessaire entre deux centres. [36] 	<ul style="list-style-type: none"> - Non affichage de la vitesse sur l'aéronef 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire demi-tour vers l'aérodrome de départ. - Atterrir sans incident.

	Aéronef	- Pilote	<ul style="list-style-type: none"> - Être contacté et contacter les contrôleurs des secteurs adjacents. [37] - , le pilote devra se coordonner avec le secteur suivant via la radiotéléphonie à chaque changement de secteur. - Effectuer des rapports de positions à chaque point de passage défini (dans le plan de vol. - Transmettre au contrôleur « En route ». Un certain nombre d'informations relatives à la tenue du vol (niveau, vitesse, heure de passage au prochain point, etc.). [36] 	<ul style="list-style-type: none"> - Interférence de communication avec l'aérodrome. 	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux d'harmonisation des fréquences. - Le transfert de la coordination du vol vers l'aérodrome d'un autre secteur.
				<ul style="list-style-type: none"> - L'équipage du vol entre à la FIR Alger sans contacter le contrôleur du CCR. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atterrissage sans incidence.
				<ul style="list-style-type: none"> - L'équipage de l'aéronef dépose un plan de vol au bureau de piste sans autorisation d'atterrissage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atterrir sans incidence
				<ul style="list-style-type: none"> - Le pilote n'arrive pas a contacté le contrôleur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atterrir sans incidence - Demande au service concerné de Rétablir le problème de fréquence. - Déroutement de l'aéronef vers

					l'aérodrome.
				- Aéronef passe la FIR d'Alger sans avoir été cordonnée	- L'aéronef continue son trajet.
				- Aéronef défaillant	- Faire demi-tour. - Déroutement de l'aéronef vers l'aérodrome. - Atterrir sans incidence. - Déclenchement d'alerte : -INCERFA
				- Aéronef maintient sa position de vol (pour vérification)	- Faire demi-tour vers l'aérodrome de départ. - Déclencher la phase d'alerte : -INCERFA. -ALERFA. -DETRESFA. - Atterrir sans incendie. - Continuation du vol si le problème est réglé.

				<ul style="list-style-type: none"> - La descente de l'aéronef d'un niveau de vol a un autre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Déroutement de l'aéronef. - Faire demi-tour vers l'aérodrome de départ. - Déclenchement de l'alerte : <ul style="list-style-type: none"> -ALERFA -INCERFA. -DETRESFA. - Atterrir sans incident.
				<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef lance un appel de PAN-PAN. 	<ul style="list-style-type: none"> - Déclenchement de l'alerte : ALERFA - Continuation du vol. - Faire demi-tour au cas de détresse. - Atterrir sans incendie.
				<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef lance un appel de MAY-MAY 	<ul style="list-style-type: none"> - Dérouter vers l'aérodrome. - Déclenchement de l'alerte. - Atterrir sans incendie.

				- Plan de vol non clôturé par l'équipage de vol	- Déclenchement de l'alerte : -ALERFA -DETRESFA
--	--	--	--	---	---

Tableau 4-5 : Taches des opérateurs dans la phase « Atterrissage » et ES associés.

Pour l'organe « Tour de Contrôle » dans cette phase, les évènements sont les même que ceux déjà citer dans la phase « Décollage ».

Phase	Organisme et responsable concerné		Taches effectué	Évènements	Conséquences et procédures
4. Atterrissage	Organe	Parties prenantes	<ul style="list-style-type: none"> - Se coordonner avec le secteur « En route », avec les contrôleurs « de croisière ». - Se coordonner avec le secteur « approche » avec les contrôleurs « d'Approche ». - Se coordonner avec le secteur « aéroport », avec les contrôleurs « Local », qui mettaient fin au plan de vol). [36] 	- Train d'atterrissage de l'aéronef rétracté à l'impact avec le sol.	- Endommagement de : -l'hélice. -l'aile. - Fermeture de la piste. - Appareil immobilisé.
	Aéronef	- Pilote		- Aéronef fait une sortie de piste	- Dégâts humains. - Dégâts matériels sur l'appareil. - Aéronef immobilisé. - Déclenchement du plan d'urgence.

				<ul style="list-style-type: none"> - Remise des gaz de l'aéronef 	<ul style="list-style-type: none"> - Atterrir sans incidence. - Arrivée tardive au parking.
				<ul style="list-style-type: none"> - Réacteur de l'aéronef absorbe un objet (carton, plastique, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> - Atterrir sans incidence. - Endommagement du réacteur.
				<ul style="list-style-type: none"> - Aéronef heurté par un animal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aucun dommage sur l'appareil. - Endommagement de l'appareil au niveau du : <ul style="list-style-type: none"> -moteur. - Appareil immobilisé pour réparation

4.4 Analyse statistique

Dans le but de mieux apprécier les ES liée au domaine de l'aéronautique, que doit gérer l'ENNA quotidiennement, nous avons utilisé le retour d'expérience des rapports des ES de l'année 2018/2019 (voir annexe B), pour calculer l'évolution de nombre d'événement par rapport au événement recensé, au partie prenante de ces événements, au phase de vol, et au type d'événement que nous avons attribué selon les définitions de l'OACI et nous avons fini par faire une représentation du diagramme de Pareto pour identifier les 20% des ES qui contribue à 80% de la menace sur la sécurité aérienne.

L'année 2019 a été choisi car elle représente la dernière période dans laquelle l'activité été à son maximum, car durant les années suivantes le trafic aérien a connu un grand gelé à cause de la pandémie du corona virus, ainsi ce qui nous permet d'avoir des résultats concrets liée à une activité habituelle et stable.

Les événements

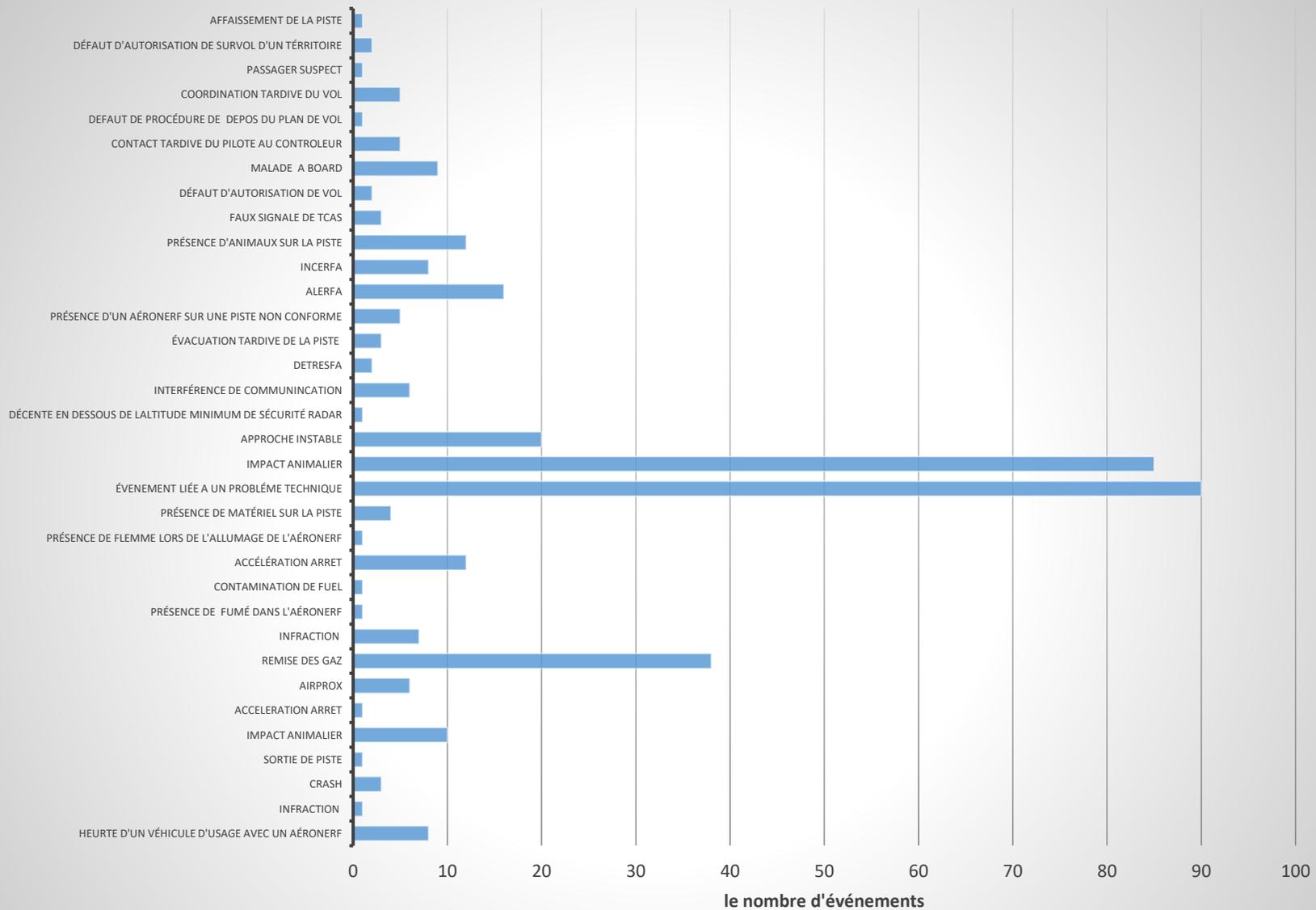


Figure 4-2 : Représentation des ES du REX

D'après la figure 4.2 nous constatons que les ES les plus récurrents sont les impacts animaliers et les événements liée à un problème technique qui représente a eu seul 47% des ES, et donc qui ont une très grande fréquence d'occurrence.

Nous retrouvons en 2ème lieu les ES, remise des gaz et l'approche instable qui représente 15% des ES, qui ont une tendance d'occurrence assez élevé par rapport au reste des ES non cité.

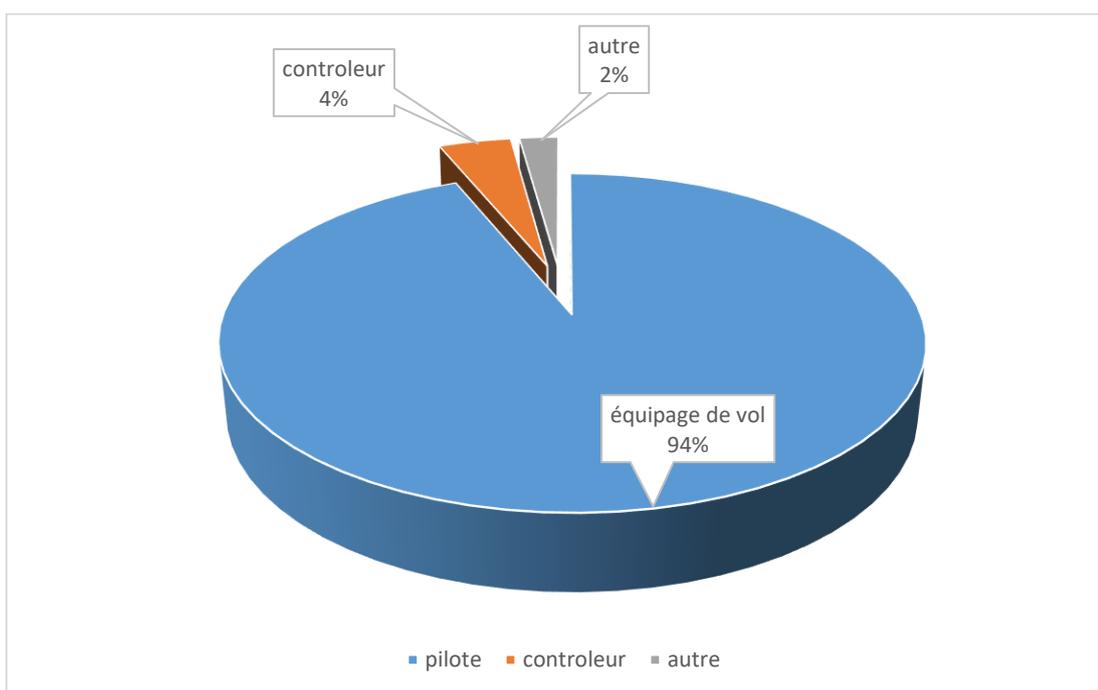


Figure 4.3 : Représentation d'ES par rapport au parties prenante (équipage de vol, contrôleur et autre)

D'après la figure 4.3, nous constatons que la majorité des ES (avec un pourcentage de 94%), concerne l'équipage de vol, qui est dû au grand nombre de tâches qui ont une caractéristique dynamique, en fonctions des conditions de l'aéronef et des instructions des autres parties prenantes, la minorité des ES concernent les contrôleur (avec un pourcentage de 4%), qui ont des tâches plus au moins statique et structuré, le reste est concerné par les autres parties prenantes, nous citons les techniciens, les opérateur chargé de l'entretien des pistes

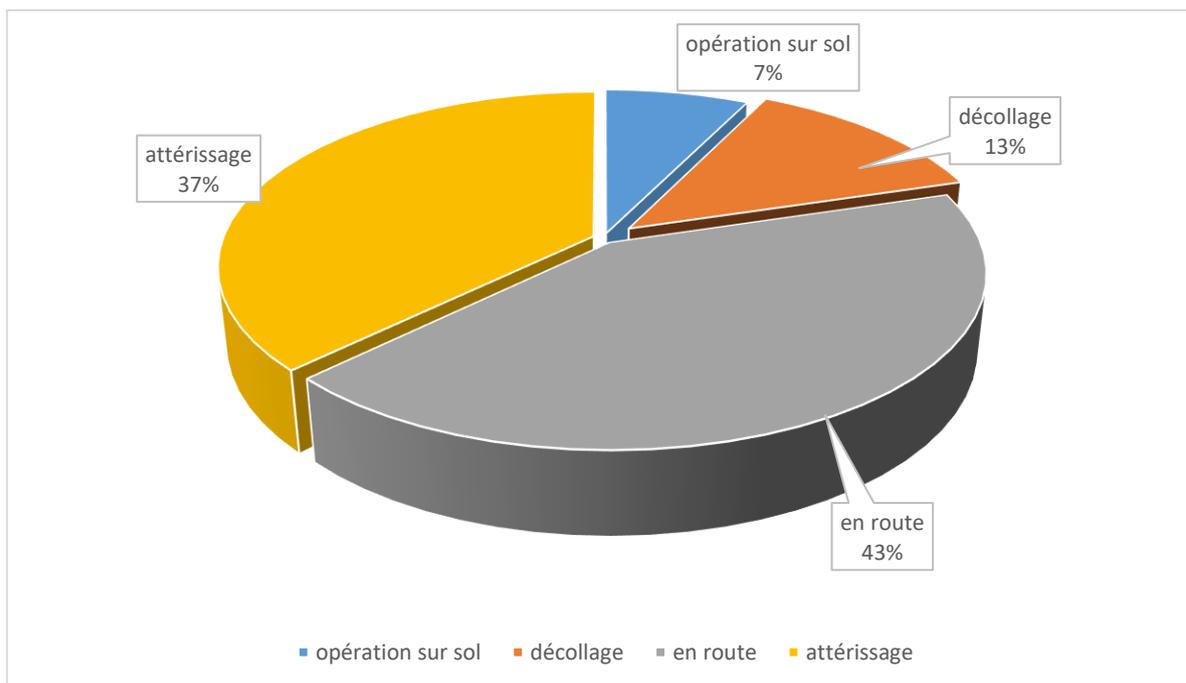


Figure 4-4 : les ES selon les phases de vol

D'après la figure 4.4 nous constatons que près de la moitié des ES (43%) sont situés sur la phase en route de vol, qui représente la phase la plus gorgée d'événements, suivie de la phase d'atterrissage avec 37% qui est la phase la plus dangereuse dans un vol, puis nous trouvons la phase de décollage avec 12% d'ES, et à la fin la phase la moins critique qui est la phase d'opération sur sol.

Les phases les plus délicates sont le décollage et l'atterrissage. La majorité des accidents se produisent à l'atterrissage, mais le nombre de victimes est plus important pour les accidents liés au décollage.

Le vol de croisière représente 60% du temps de vol et ne cause pas trop d'accidents, mais y'en a plein d'événements qui peuvent apparaître dans cette phase-là. C'est donc une fois en l'air que nous sommes le plus en sécurité.

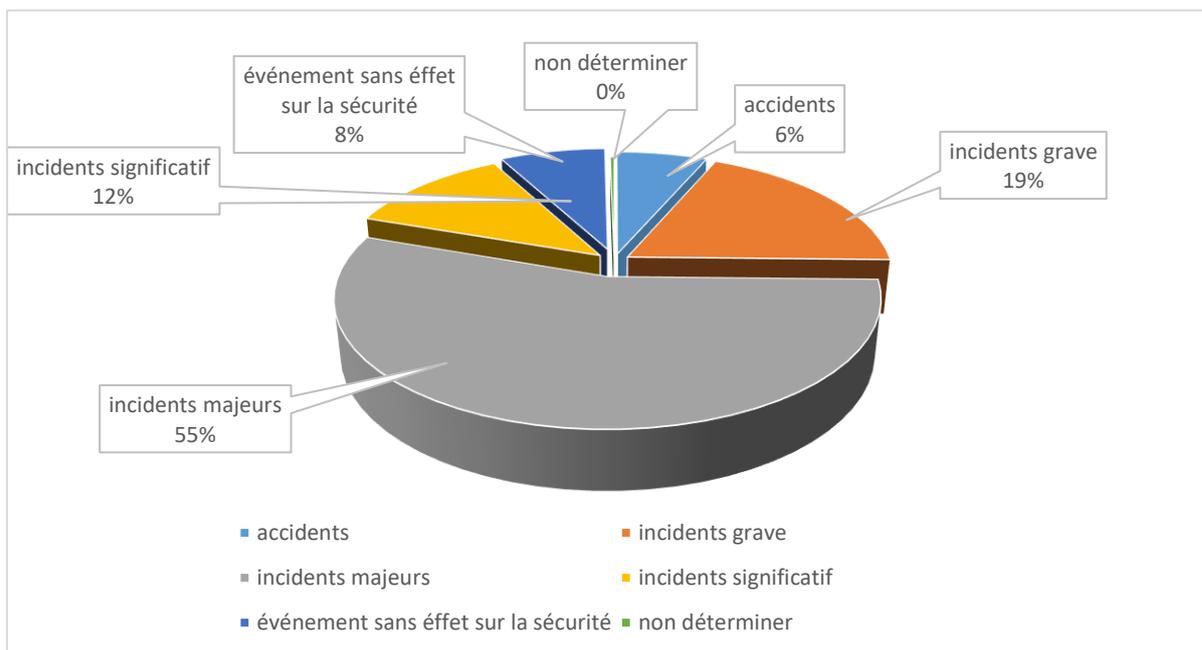


Figure 4-5 : types d'ES selon le nombre de ES

D'après la figure 4.5, nous retrouvons que les incidents majeurs représentent plus de la moitié des ES (55%) qui sont dû au nombreuse défaillance liée à l'aéronef et à l'impact d'animaux qui ont une grande importance en termes de nombre, les incidents grave et les incidents significative se rapproche en nombre 19% et 12%, les incidents grave sont caractérisé par une casi-collision, avec des événement peux fréquents, le plus important étant la remise des gaz qui est l'incidents grave le plus fréquent, par contre les incidents significatives sont plus observé par la présence d'animaux sur la piste et les alertes ALERFA.

En troisième lieu, nous retrouvons les événements sans effet sur la sécurité, qui représente 8% des ES, et qui sont majoritairement liée à la présence de malade a bord.

En dernier lieu, nous retrouvons les ES non déterminer avec une valeur qui se rapproche de 0% avec que 1 ES, qui est l'affaissement de la piste.

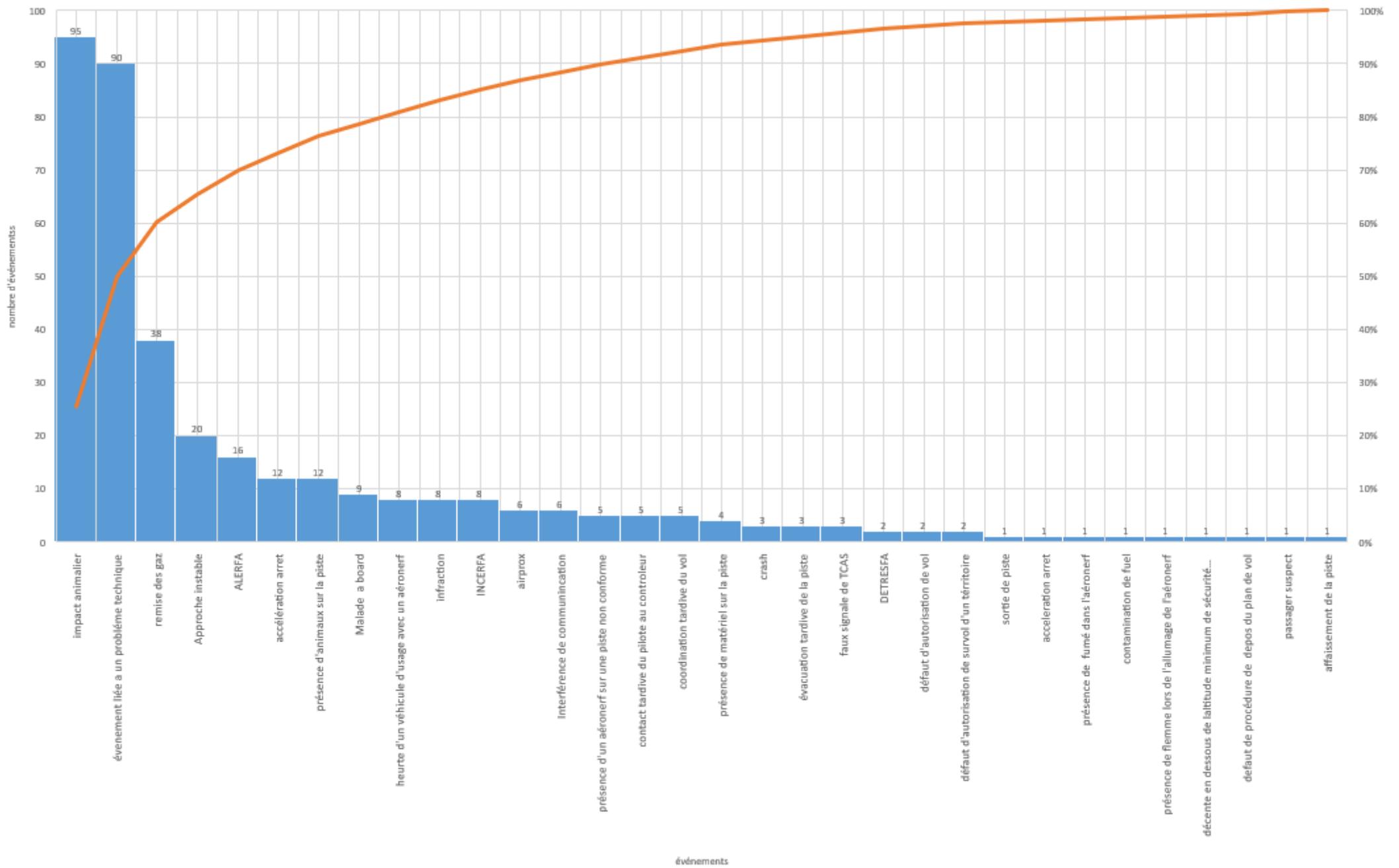


Figure 4-6 : représentation du diagramme de PARETO pour les ES

Selon la figure 4.6, 80% de la menace qui impacte la sécurité aérienne est représenté par les ES suivant : impact animalier, événement liée au problème technique, remise des gaz, approche instable, ALERFA, accélération arrêt, présence d'animal sur la piste, malade à bord, heurte d'un véhicule d'usage avec un aéronef.

Conclusion

Par le biais de cette analyse, nous avons pu déterminer les ES liée à l'activité de l'ENNA. Nous avons également suscité le partage de ces ES par rapport au partie prenante et par rapport aux phases de vol, ainsi nous avons eu attribué un type d'événement selon les définitions de l'OACI.

Le pilote joue un rôle crucial dans le bon déroulement du Traffic, car la majorité des ES lui sont liée, et cela durant toutes les phases de vol, les problèmes technique liée à l'aéronef sont très diverse ce qui favorise les événement de cette catégorie, et qui la classe en première place du nombre d'occurrence d'ES, elle est présente principalement de la phase en route du vol et est classé comme incident majeur, car ces incidents sont associer à l'exploitation d'un aéronef, dont la sécurité de l'aéronef a été compromis.

Ces statistiques vont nous permettre de bien catégorisé les ES dans le cadre de la conception de la BdD, ainsi de bien cerné l'élément nécessaire à la réalisation de l'interface de *reporting*.

Cette partie nous a été d'une grande importance pour bien déterminer le type de difficultés rencontrées par ces ES, ce qui nous aidera à comprendre la problématique avancée par l'entreprise qui est la conception de ce système d'information liée aux ES.

4.5 Typologie des ES

Dans cette partie nous allons introduire une méthodologie d'attribution de type d'événement de sécurité, aux ES reporté et cela à travers les définitions de l'OACI

4.5.1 Accident

Celons la définition d'un accident (100) lié à l'OACI, 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, c'est-à-dire que un accident peut se produire dans toutes les phases de vol.

Nous avons pu ressortir que les conséquences liées à ES qui peuvent conduire à un accident sont :

- Une personne mortellement ou gravement blessé
- Un dégât matériel sur l'aéronef ou une avarie sur sa structure, à l'exception d'une panne ou d'une avarie de moteur, lorsque le dommage est limité au moteur, à ses capots ou à ses accessoires ; ou pour des dommages limités aux hélices, aux extrémités des ailes, aux antennes, aux pneus, freins, carénages, petites bosses ou trous de perforation dans le revêtement de l'aéronef.

D'après les dommages recensés dans notre étude nous avons déterminé ceux qui sont considérés comme accident et qui sont :

- Dégât au niveau du fuselage
- Endommagement de l'aile gauche
- Endommagement de l'aile droite
- Endommagement du train d'atterrissage
- Endommagement Au niveau du Radome
- Endommagement du moteur
- Au niveau de pare-brise de l'appareil
- Cassure du feu de position

Le reste des conséquences ne constitue pas un accident mais seront jugés de presque-accident et donc comme incident grave, car le changement minime de la conséquence nous ramènera dans les dommages jugés comme accident, ces dommages sont :

- Égratignure sur l'aéronef
- Endommagement de l'hélice
- Endommagement de la cage du nez de l'aéronef
- Endommagement du cache du réacteur

- Endommagement du bout de l'aile
- Endommagement de l'antenne
- Endommagement de la charnière de la porte de l'aéronef

Nous citons comme exemple, dans une phase de vol en décollage, l'aéronef heurte un tracteur dans la phase de roulage causant des dommages au moteurs, le type d'événement attribué sera un accident

Par contre pour une phase de vol, d'atterrissage un impact animalier par un groupe d'oiseaux, provoque un endommagement de l'hélice, sera considéré comme incident grave.

4.5.2 Incident grave

Selon la définition (200), de l'OACI ce type d'ES se produit lorsque les circonstances indiquent qu'un accident a failli se produire.

Nous avons cité dans le type précédent quelque dommage lié à un incident grave, mais elle reste proportionnelle aussi à la catégorie d'événement, qui a un fort caractère à présenter des dommages sur l'aéronef lors d'un changement dans la maîtrise du pilote ou du contrôleur de l'ES, qui pourra générer des dommages qui seront caractérisé comme un accident.

Parmi les ES identifier lors de notre étude, nous avons identifié les ES (presque accident), auquel une erreur de gestion ou de maîtrise de la situation, lors de l'événement aurai causé un accident que nous citons :

- La présence de 2 Traffic sur le même TCAS
- Remise des gaz
- Infraction
- Phase de vol en atterrissage avec un ES d'aéronef défaillant avec comme cause un problème technique liée à la (Panne indicateur de vitesse) avec un alerte DETRESFA
- Phase de vol en route avec un ES d'aéronef défaillant avec comme cause un problème technique liée à la (Présence de fumé dans l'aéronef) avec une alerte DETRESFA
- Accélération arrêt
- Opération de maintenance à caractère anormal avec comme cause un problème technique liée à la présence de flemme lors de l'allumage de l'aéronef

- Roulage d'un aéronef sur une piste non conforme avec comme cause la présence de matériel sur la piste.

Nous citons comme exemple, l'ES remise des gaz dans la phase de vol atterrissage, liée à une cause météorologique, qui est un vent fort vertical, auquel le pilote n'a pas été avisé, auquel résulte un déroutement vers un autre aéroport, avec aucun dommage sur l'aéronef, est considéré comme incident grave car une mauvaise initiative du pilote d'atterrir malgré les conditions météorologique défavorable, aura une grande probabilité de causer un crash lors de l'atterrissage, ou une sorte de piste ou les dommages sur l'aéronef seront identifier comme accident.

4.5.3 Incident majeur

D'après la définition (301) de l'OACI, ce type est associé à l'exploitation d'un aéronef, dont la sécurité peut avoir été compromise, ayant entraîné une quasi-collision entre l'aéronef et le sol ou des obstacles, du au non-respect des marges de sécurité qui ne résulte pas d'une instruction.

Ce type d'événement se rapproche beaucoup à un incident grave, car cette événement se caractérise par un quasi-accident auquel les dommages seront plus rapproché à un incident grave que à un accident, et cela est dû le plus à une faille dans la coordinations des différentes activités des aéronef, car des événements peuvent se produire en respectant tous les instructions liée à la tâche, car la coordination entre les tâches est jamais effectuer de la même manière et selon les même circonstance, nous citons comme exemple un atterrissage en pleine journée ou dans la nuit, une journée nuageuse ou dégagé, qui ont un impact direct sur la gestion de l'activité.

Nous avons pu distinguer les ES, qui peuvent causer une quasi-collision si les marges de sécurité ne sont pas respectées par le pilote ou le contrôleur, lors de l'occurrence de l'ES et qui sont :

- Aéronef défaillant avec une alerte ALERFA
- Aéronef heurté par un animal
- Approche instable
- Décote en dessous de l'altitude minimum de sécurité radar

- Interférence de communication
- Aéronef lance un appel de MAY DAY

Nous citons comme exemple la phase de vol en route, où l'ES est que l'aéronef est défaillant, de cause d'un problème technique liée à un short fuel, avec une alerte ALERFA, qui résulte à un déroutement vers un autre aéroport, donc suite aux marges de sécurité liées à l'aéronef auquel un déroutement vers l'aéroport le plus proche a été effectué, les marges de sécurité ont été respectées, par la décision du pilote, mais dans le cas inverse l'ES aurait pu être un accident, du fait que l'aéronef n'aurait pas pu rejoindre l'aéroport d'arrivée, et aurait subi un crash.

Mais dans un autre cadre, certains de ces ES, peuvent devenir des incidents graves car en changeant les circonstances de l'occurrence de ces événements on obtient des conséquences bien plus critiques qui ont de fortes chances d'avoir un accident, si le pilote ou le contrôleur, effectue une erreur de maîtrise de la situation. Nous citons comme exemple, lors de la phase de vol d'atterrissage, l'ES est une approche instable, causée par un problème technique qui est dû à un problème du VOR, qui a causé aucun incident sur le vol, et aucun dommage sur l'aéronef, cette ES est caractérisée comme un incident majeur, mais si le même ES se passe avec des conditions météorologiques (brume), comme 2ème cause, l'incident majeur deviendrait un incident grave car le système VOR est un équipement essentiel pour l'atterrissage d'un aéronef lors de conditions météorologiques contraignantes, ce qui augmenterait considérablement les chances d'avoir un crash lors de l'atterrissage ou de rater la piste d'atterrissage, qui provoquerait un accident.

4.5.4 Incident significatif

D'après la définition (302), de l'OACI, un incident significatif est un incident impliquant des circonstances indiquant qu'un accident, un incident grave ou majeur aurait pu se produire, si le risque n'avait pas été géré dans les marges de sécurité, ou si un autre aéronef s'était trouvé à proximité.

Nous avons pu déterminer les ES, liées à un incident significatif de la façon que la probabilité d'occurrence d'un incident majeur, grave ou accident est stoppée par des barrières de sécurité, qui sont des instructions émises par les parties prenantes qui font diminuer radicalement le risque d'occurrence de dommages.

- Évacuation tardive de la piste
- Présence d'un aéronef sur une piste non conforme
- Aéronef défaillant avec une alerte ALERFA
- Aéronef défaillant avec une alerte INCERFA
- Roulage d'un aéronef sur une piste non conforme avec une cause liée à la présence de FOD sur la piste.

Nous citons comme exemple la phase de vol en route, avec un ES d'aéronefs défaillant causé par une vibration moteur avec une alerte de type ALERFA, qui a causé un déroutement du vol et aucun dommage matériel.

4.5.5 Évènement sans effet sur la sécurité

D'après la définition (400), de l'OACI, un Évènement sans effet sur la sécurité est un événement éventuellement lié à la sécurité ne répondant pas aux exigences de déclaration.

Nous avons résumé ces ES, par les événements qui perturbent le confort des passagers lors du vol, auquel on ajoute les ES liés au défaut de procédure de déclaration, ou de retard minime de tâches. Parmi les ES sortis de notre étude nous dénombrons les ES sans effets sur la sécurité suivants :

- Survol d'un territoire non autorisé
- Présence d'une personne dérangeant la croisière de l'aéronef avec comme cause un malade à bord, ou un passager suspect.
- Aéronef défaillant avec comme cause un problème technique lié à un problème de ventilation.
- Aéronef heurté par un animal avec aucun dommage sur l'aéronef.
- Contact tardif du pilote au contrôleur
- Coordination tardive de l'estimation du vol
- Aéronef passe une FIR sans avoir été coordonné

Nous citons comme exemple, l'ES, coordination tardive de l'estimation de vol, qui est dû à une infraction du contrôleur, à cause de la transmission tardive de l'estimer du vol à son homologue, qui n'a eu aucune incidence sur le vol ainsi que aucun dommage, cette ES

pourrai devenir un incident majeur si la transmission tardive du vol, dépasse un certain temps.

Un aéronef heurté par un animal avec aucun dommage sur l'aéronef, peut être défini comme ES son incidente sur la sécurité, mais après une période de temps des dommages peuvent être se manifester selon une investigation ou autre qui changera le statut de l'ES a un accident ou un incident grave.

4.5.6 Les ES non déterminer

Selon la définition de l'OACI (500), les événements non déterminer sont les événements ambigus auquel ne peuvent intégrer aucun type d'ES.

Nous citons un exemple, roulage d'un aéronef sur une piste non conforme, qui a comme cause un problème lié à la piste qui est l'affaissement de la chaussée des postes de stationnement.

Nous allons résumer la typologie des ES identifier dans le tableau 07 :

Tableau 4-6 : Récapitulatif de la typologie des ES identifier

ES	Condition	Typologie
Heurte de l'aéronef	-Dégât matériel sur l'aéronef comme : Dégât au niveau du fuselage - Endommagement de l'aile gauche - Endommagement de l'aile droite - Endommagement du train d'atterrissage - Endommagement Au niveau du Radome - Endommagement du moteur - Au niveau de pare-brise de l'appareil - Cassure du feu de position - Une personne mortellement ou gravement blessé - Autre	Accident
Feu lors de l'allumage de l'aéronef		
Crash de l'aéronef lors d'un circuit d'aérodrome		
Aéronef heurté par un animal		
Opération de maintenance à caractère anormale		
Réacteur de l'aéronef absorbe un objet volant		
Sortie de piste		

La présence de 2 Traffic sur le même TCAS	Dommage sur l'aéronef comme : - Égratignure sur l'aéronef - Endommagement de l'hélice - Endommagement de la cage du nez de l'aéronef - Endommagement du cache du réacteur - Endommagement du bout de l'aile - Endommagement de l'antenne - Endommagement de la charnière de la porte de l'aéronef - Cause liée à un problème technique qui met en jeu la sécurité de l'aéronef avec un type d'alerte DETRESFA exemple : (Panne indicateur de vitesse, présence de fumé dans l'aéronef, flemme lors de l'allumage de l'aéronef. . .) - cause liée à la piste avec comme type de cause (présence de matériel sur la piste,)	Incident grave
Remise des gaz		
Infraction		
Accélération arrêt		
Aéronef lance un appel MAY DAY		
Aéronef défaillant avec une alerte ALERFA	- cause liée à un problème technique qui met en jeu la sécurité de l'aéronef avec un type d'alerte ALERFA	Incident majeur
Aéronef heurté par un animal		
Décence en dessous de l'altitude minimum de sécurité radar		
Approche instable		
Aéronef lance un appel de PAN PAN		
Interférence de communication		
Évacuation tardive de la piste	- cause liée à la piste avec comme type de cause : (présence de FOD sur la piste, présence d'animaux sur la piste) - cause liée à un problème technique avec une alerte de type ALERFA ou INCERFA	Incident significatif
Présence d'un aéronef sur une piste non conforme		
Aéronef défaillant		

Roulage d'un aéronef sur une piste non conforme		
Aéronef lance un appel de MAY MAY		
-Survol d'un territoire non autorisé	<ul style="list-style-type: none"> - cause liée à un problème technique qui détériore le confort des passagers comme : (problème de ventilation, vibration à haute altitude, fenêtre brisé...) - cause liée à la présence de passager suspect (malade a bord ...) - heure avec aucun dommage sur l'aéronef 	Incident sans effet sur la sécurité
Présence d'une personne dérangeant la croisière de l'aéronef		
Aéronef heurté par un animal.		
Contact tardive du pilote au contrôleur		
Coordination tardive de l'estimation du vol		
Aéronef passe une FIR sans avoir été coordonné		
Roulage d'un aéronef sur une piste non conforme		

Cette typologie d'ES, nous aide à établir un ordre de traitement des ES, selon leur impact sur la sécurité du trafic, vu la complexité d'évaluation des paramètres de ES, nous avons pu établir une attribution primaire des types d'ES, qui doit être validé par un spécialiste à chaque *reporting* d'ES.

Nous avons pu effectuer une première approche, d'attribution des types d'ES a ceux ressortie dans notre étude, mais nous constatons que deux ES identique, avec les même causes peuvent être de typologie différente, ou donc les méthodes classique d'évaluation des risques selon leur gravité et probabilité s'avarierai inefficace dans cette activité très dynamique, ainsi la combinaison d'autre circonstance a la cause principale de l'ES peut donner un tout autre sens à l'ES, et faire dégradé ou augmenté le type d'ES, donc la meilleur solution serai d'élaborer une intelligence artificiel, qui déterminera avec exactitude le type

d'événement, grâce aux types d'ES attribué préalablement aux ES reporté, cela doit être tout de même validé par un spécialiste pour chaque *reporting*, et qui fera l'objet d'un prochain projet de fin d'étude.

Dans ce chapitre, nous avons pu décortiquer les différentes phases de vol, le rôle des parties prenantes dans chaque phase et les ES qui peuvent survenir dans chacune. Nous avons fait aussi une analyse statistique sur ces ES selon leurs nombres par rapport aux parties prenantes, aux phases de vol et aux types de ces événements.

Cette décomposition va nous permettre d'établir une BdD bien détaillée et facile à consulter et comprendre, qu'on va la voir dans le chapitre suivant.

Chapitre 5

Conception de la base de données

CHAPITRE 5 CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES

Dans ce chapitre nous allons introduire les concepts de base de création d'un système d'information, basé sur une BdD et une interface de *reporting*, et nous allons décrire la méthodologie de conceptions de ces éléments et leur liaison.

5.1 Systèmes d'informations

5.1.1 Définition

Un système d'information (SI) est un ensemble de personnes, de procédures et de ressources qui recueillent, transforment et diffusent l'information dans une organisation

Le SI est composé d'éléments divers pouvant être chargés de stocker et de traiter les informations relatives au système, opérant, afin de les mettre à la disposition du système de pilotage.[38]

Dans le cadre de notre SI, la BdD sera l'élément centrale ou les données seront enregistré, consulter et cela à travers une interface graphique qui va permettre de remplir cette BdD, d'une manière très fluide.

5.1.2 Aspects technologiques

Les aspects techniques sont très importants pour les gestionnaires d'utilisateurs, car bien que les systèmes d'information informatisés reposent sur la technologie de traitement de l'information, ils sont conçus et exploités par des personnes d'horizons organisationnels divers aux yeux des gestionnaires d'utilisateurs. Le succès d'un SI dépend non seulement de l'efficacité de son utilisation des technologies de l'information, mais aussi de son efficacité à atteindre les objectifs des utilisateurs et des entreprises. [38]

5.1.3 Activités

Les activités d'un SI sont :

- L'entrée des données
- La transformation des données en information
- La sortie des produits informatiques

- Le stockage des données
- Le contrôle de la performance d'un système
- L'identification du système

5.2 Base de données et le système de gestion de base de données

Le logiciel qui permet d'interagir avec une BdD est un Système de Gestion de Bases de données (SGBD). Il permet à des utilisateurs de créer et maintenir une BdD. Les activités supportées sont la définition d'une BdD (spécification des types des données stocker), la construction d'une BdD (stockage de données proprement dites) et la manipulation des données (principalement ajouter, supprimer, retrouver des données). [39]

Avec un ordinateur, un certain nombre d'opérations peuvent être effectuées automatiquement, c'est pourquoi des fiches d'information ont été transférées des fichiers manuels vers des supports informatiques (bande, disque dur, disquette, etc.). Ces informations peuvent être d'abord organisées dans un fichier. Ces fichiers sont organisés en une véritable unité dédiée à la gestion de l'information de l'entreprise. Mais organiser la gestion des données à partir d'un système de gestion de fichiers n'est pas une solution satisfaisante : la gestion est gênante, et elle repose trop sur l'organisation physique. Même si l'utilisation de méthodes analytiques limite dans une certaine mesure la redondance et l'incohérence des données, il reste clair que seules de nouvelles solutions techniques peuvent améliorer la possibilité de coordonner ou de relier des informations de même sens. C'est pourquoi d'autres systèmes de gestion de données sont utilisés : les Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) ; leur objectif principal étant d'éliminer les inconvénients directs de ces fichiers en espérant, par là même, éliminer les inconvénients indirects. [39]

5.2.1 Base de données

Les bases de données (BdD) ont pris une place essentielle en informatique, et particulièrement dans le domaine de la gestion. Ces systèmes jouent un rôle primordial dans le développement des technologies. L'étude des BdD a conduit au développement de concepts, méthodes et algorithmes spécifiques, notamment pour gérer les données.

- Définitions

Définition 1 Une BdD est un ensemble structuré de données, enregistrées sur des supports, accessibles par l'ordinateur, représentant les informations du monde réel et pouvant être interrogées et mises à jour par une communauté d'utilisateurs. La base de données est destinée à la gestion, au stockage, à l'actualisation et à la consultation d'entités de différentes natures (et de leurs données), sachant que ces entités ont un lien les unes avec les autres [39]

Définition 2 Un modèle de données est un ensemble de concepts permettant de décrire la structure d'une BdD. La plupart des modèles de données incluent des opérations permettant de mettre à jour et questionner la base. Le modèle de données le plus utilisé est le modèle rationnel. [39]

- Caractéristiques et critères

Une BdD répond généralement à trois critères suivants :

- L'exhaustivité : ce qui implique la présence dans la BdD, de tous les renseignements qui ont trait aux applications en question.
- La non-redondance : implique la présence d'un renseignement donné une et une seule fois
- La structure : ce qui implique l'adaptation du mode de stockage des renseignements, comme les ES, aux traitements qui les exploiteront et les mettront à jour, ainsi qu'au coût de stockage dans l'ordinateur. [39]

- Fonctions

Les BdD ont pour fonctions de :

- Décrire les données qui seront stockées
- Manipuler ces données (ajouter, modifier, supprimer des informations)

- Consulter les données et traiter les informations obtenues (sélectionner, trier, calculer, agréger, ...)
- Définir des contraintes d'intégrité sur les données (contraintes de domaines, d'existence, ...)
- Définir les protections d'accès (mots de passe, autorisations, ...)
- Résoudre les problèmes d'accès multiples aux données (blocages, inter blocages)
- Prévoir des procédures de reprise en cas d'incident (sauvegardes, journaux, ...)

5.2.2 Système de gestion de base de données

C'est un logiciel qui permet aux utilisateurs d'insérer, de modifier et de rechercher efficacement des données spécifiques dans une grande masse d'informations partagée par de multiples d'utilisateurs. [38]

Un SGBD est un intermédiaire entre les utilisateurs et la Bdd.

On ne gère plus un ensemble de fichiers mais un ensemble de données structurées. En ce sens, le SGBD est donc : Le système de gestion d'un ensemble cohérent de données non redondantes. [40]

- Objectifs

Dans cette partie nous allons décrire les 5 objectifs du SGBD, qui correspondent aux liens entre les données, la cohérence des données, la sécurité, l'indépendance des données et la performance.

Liens entre les données

Les systèmes de gestion de fichiers traditionnels ne peuvent pas définir et manipuler la relation complexe entre les données. Ces liens correspondent à des associations que l'on peut isoler entre les objets applicatifs que l'on veut représenter. Le SGBD doit être basé sur un modèle de données, et son but est de définir précisément la structure des données que le système peut représenter et les liens qui peuvent être établis entre ces données. [41]

Cohérence des données

Dans un ensemble de données contenant une masse importante de connaissances, la cohérence des données stockées par rapport à la réalité est une nécessité. C'est pourquoi un SGBD doit permettre à l'utilisateur de définir des règles permettant de maintenir la cohérence de la base. Ces règles définissent des propriétés que les données doivent satisfaire. Le maintien de la cohérence d'une base des données passe également par la mise en place d'un système d'autorisation qui permet de limiter certaines manipulations à des groupes d'utilisateurs responsables. [41]

Sécurité

Le SGBD doit pouvoir protéger les données qu'il gère de diverses attaques externes. Ces attaques peuvent être des attaques physiques, telles qu'une panne de périphérique de stockage ou des erreurs logicielles. Ils peuvent également être artificiels, tels que la manipulation délibérée et malveillante des utilisateurs. Afin de protéger les données des défaillances matérielles et logicielles, le SGBD doit permettre l'installation de points de contrôle, permettre le redémarrage du système et le restaurer dans un état satisfaisant, et enregistrer les modifications apportées aux données afin qu'elles puissent être annulées et/ou reproduit apportez ces modifications. [41]

Indépendance des données

L'indépendance est l'un des principaux aspects fournis par un système de gestion de base de données. Les applications qui manipulent leurs données via des fichiers dépendent fortement de leurs données [41]

Performance

La réalisation des fonctions ci-dessus ne doit pas se faire au détriment des performances globales du système. Le SGBD doit pouvoir gérer de grandes quantités de données et offrir aux utilisateurs un temps d'accès raisonnable. Ce besoin de performance signifie que de nombreuses technologies de BdD ont été et sont toujours engagées dans l'amélioration des techniques d'accès et d'optimisation. [41]

5.3 Modèle relationnel

Nous avons construit un schéma relationnel, qui induit tous les éléments d'un rapport d'ES et qui sont : la phase de l'activité, description de l'événement, information sur le vol, information sur l'aéronef, information sur l'aérodrome, date et heure de création du rapport, modérateur du rapport, cause de l'évènement, conséquence de l'évènement ainsi que le type d'évènement.

On premier lieu, nous allons identifier le schéma relationnel de la Bdd, avec les liaisons des différentes tables, qui vas être le plan de conception de la Bdd, sur le langage MYSQL, puis nous allons illustrer les différents cas possibles de chaque attribut, par des tableaux dans un 2ème schéma, qui vas servir de plan de conception, pour l'interface du reporting.

Les schémas ont été réalisés à l'aide de l'outil LUCIDCHART qui est un logiciel de conception de Bdd, il constitue un environnement de travail visuel qui associe création de diagrammes, visualisation de données et fonctionnalités de collaboration. (Vous pouvez consulter le logiciel en cliquant sur site qui sera cité dans les références bibliographiques [42]).

5.3.1 Utilité du modèle

Le modèle relationnel a été défini par E.F Codd dans les années 70 et de nombreux chercheurs ont contribué à son développement. Les premiers systèmes de gestion de base de données, (SGBD) ont été bâtis sur ce modèle, d'où est né le langage de manipulation de bases relationnelles : Structured Query Language (SQL). [43]

Le succès du modèle relationnel est dû principalement à sa simplicité et sa puissance mathématique.

Une base relationnelle est composée de tables et perçue par l'utilisateur comme un ensemble de tables et rien d'autre. Dans une table, une ligne correspond à un enregistrement et une colonne à un champ de cet enregistrement.

Le modèle offre ainsi un ensemble d'opérateurs permettant d'effectuer toutes les actions envisageables sur les données. Toute opération relationnelle sur une table génère une nouvelle table, c'est-à-dire fonctionne sur un ensemble de données sans que l'on ait à se préoccuper de traiter successivement chacune des données récupérées par l'opération. [43]

5.3.2 Concepts de base

Domaine

Un domaine est un ensemble de valeurs atomiques, L'ensemble des entiers est un domaine, les couleurs le sont également. Par contre, les points géographiques qui sont composés de l'altitude, longitude et de la latitude n'est pas un domaine selon le modèle relationnel. [44]

Relation

Le concept de relation représente le cœur du modèle relationnel et elle est défini par rapport au produit cartésien de plusieurs domaines. Elle est notée $R (A_1 : D_1, A_n : D_n)$ où D_1, \dots, D_n sont des domaines. Une relation doit impérativement avoir un nom qui est unique dans le schéma relationnel. [44]

Attribut

Un attribut est un nom donné à une colonne d'une relation, il prend ses valeurs dans le domaine de définition de la colonne en question. Par exemple, Oiseau, Chien et Chacal sont des attributs de la relation. [44]

Clé d'une relation

Chaque extension de la relation doit être identifiée de manière unique. Pour assurer cette unicité on ne prend pas en considération tous les attributs de l'extension mais uniquement la clé de la relation. [44]

Schéma d'une relation

Le Schéma d'une Bdd est l'ensemble des schémas des relations la composant. [44]

Clé étrangère

Une clé étrangère au niveau d'une relation est un groupe d'attributs devant apparaître comme clé primaire dans une autre relation. [44]

Nous citons comme exemple l'attribue ID cause, qui figure comme clé primaire dans la table cause de l'événement, et qui figure aussi dans la table *reporting*, sous le nom de cause comme clé étrangère, et donc qui va faire le lien entre les 2 tables.

5.3.3 Conception du schéma relationnel de la Bdd

Le schéma suivant va présenter la conception de la Bdd, qui va définir les différentes relations entre les tables, grâce à la clé étrangère identifier pour chaque table, de-même pour

les clés primaires de chaque table, qui représente un identifiant unique pour eux, ainsi, on définira aussi le type de valeur que va prendre chaque attribut.

Nous avons utilisé comme notation les signes suivants :

- Chaque table est définie par un tableau avec une couleur, ou dont l'entête représente le nom de la table et son corps contient les attributs liés à la table.
- Les éléments écrits en gras et soulignés sont définis comme clé primaire.
- Les attributs précédés par un # sont définis comme clé étrangère.
- Les relations entre les tables sont définies par des flèches, d'un style de ligne continue.
- Le type de valeur de chaque attribut est écrit en rouge entre deux parenthèses à la fin de chaque attribut ; nous avons utilisé les types suivants :
 - o *String* : pour une chaîne de caractère.
 - o *Integer* : pour un nombre entier.
 - o *Enum* : pour une énumération prédéfinie de l'information à enregistrer dans un attribut.
- Les flèches d'un style de ligne discontinue, représentent le numéro du tableau sur lequel sont illustrées les différentes valeurs que peut prendre l'attribut et qui seront citées sur la prochaine figure.

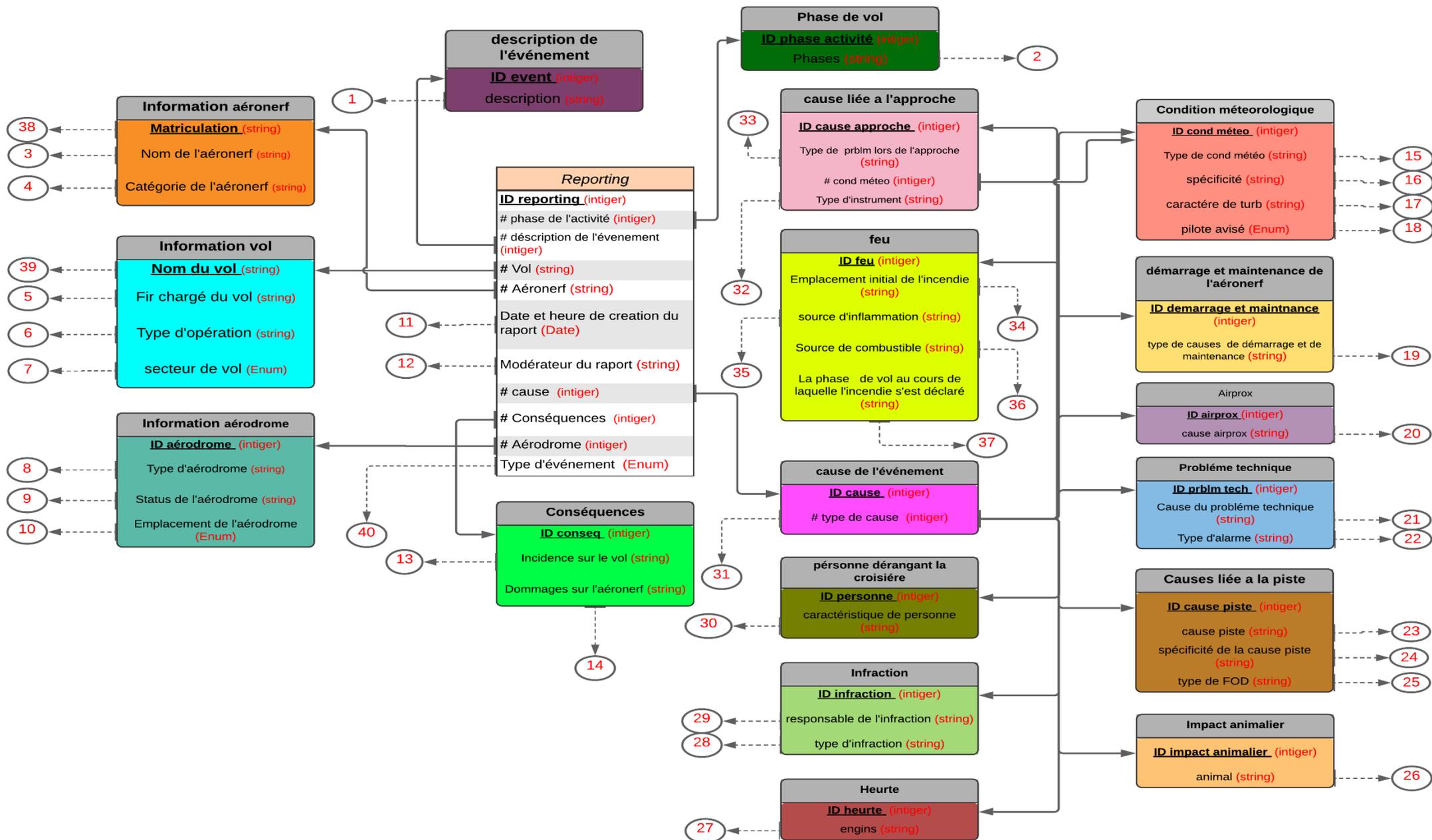


Figure 5.1 : Modèle relationnel de la base de données

Ce schéma contient deux modèles de syntaxe table, des tables dans lesquels les attributs ont toujours une valeur définie à chaque enregistrement d'ES, qui sont : (description de l'évènement, phase de vol, cause de l'évènement, information aéronef, conséquence, le reste des tables reste spécifique, à l'information choisi par les tables citées précédemment, et donc peuvent contenir une valeur ou resteront nul.

Les tables information aéroport et information vol, reste spécifique au type de phase de vol choisi, pour la phase opération sur sol, la table information vol restera nul, ainsi que pour la phase croisière (en route), la table information aéroport recevra une valeur nul.

Nous citons comme exemple une phase de vol, en croisière, avec une description d'ES, « Le contrôleur n'arrive pas rejoindre le pilote », la table information de vol, recevra les informations spécifiques au vol, par contre la table information aéroport recevra une valeur nul.

Pour chaque rapport, la table cause recevra un ID de référence à un seul type de cause et donc chaque rapport sera lié qu'à un seul type de cause, le reste des tables de type de causes recevrons une valeur nulle selon le type de cause choisi.

Nous citons comme exemple, la description de l'ES, « aéronef défaillant, qui peut recevoir un seul type de cause, comme par exemple problème technique, ou la cause du problème technique peut être un « radar de météo hors service ».

L'attribut caractère turb, de la table condition météorologique, recevra une valeur que si le type de condition météorologique est turbulence, sinon cet attribut sera nul.

Nous citons comme exemple, l'ES « remise des gaz », qui a une cause d'évènement, liée à une condition météorologique de type turbulence, et donc l'attribue caractère de trub, recevra une valeur par exemple, « en air clair ».

L'attribut type FOD, de la table cause liée à la piste, recevra une valeur que si le type de spécificité de la cause piste est présence de FOD sur la piste, sinon cet attribut sera nul.

Nos citons comme exemple, l'ES « problème liée à la piste », qui a pour type de cause la « présence de FOD, sur la piste », est l'attribut type de FOD, prendra une valeur comme « gravier ».

L'attribut type d'infraction, de la table infraction, recevra une valeur nulle si le responsable de l'infraction est de type autre.

Nous citons comme exemple, l'ES est « feu lors de l'allumage de l'aéronef », et le type cause est une infraction, ou le responsable de l'infraction n'est ni le pilote ni le

contrôleur, et donc il sera de type « autre », et donc qui donnera la main libre au modérateur d'écrire le responsable de l'ES, et des détails de ce dernier.

L'attribut cond météo, de la table approche instable, recevra une valeur que si le type de problème technique lors de l'approche est condition météorologique, ce qui va renvoyer la valeur de cet attribut, à la table condition météorologique.

Nous citons comme exemple, l'ES « approche instable », qui a comme type une « cause liée à l'approche », ou le type de problème est liée à une « condition météorologique », qui va renvoyer cette dernière table pour donner une valeur a tous les attributs de cette table ; type de cond météo, spécificité, caractère de turb, pilote avisé.

- Illustrations des attributs de chaque table

Dans ce schéma nous allons présenter les valeurs que peut prendre chaque attribut de chaque table et cela, grâce à la numérotation effectuée dans le schéma précédent : (le numéro lié à chaque attribut dans la figure 06, est illustré par un tableau du même numéro avec la même couleur que la table auquel il appartient à partir des flèches en pontier.

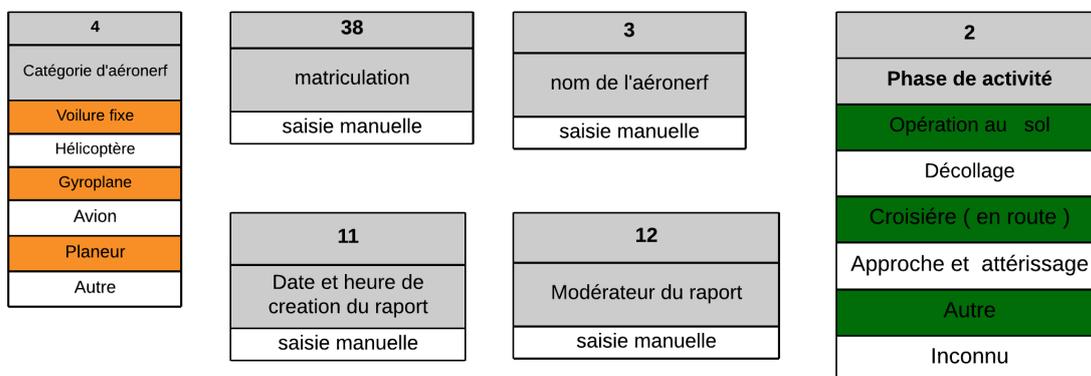


Figure 5.2 : Tables de la base de données, selon que l'interface 1 du reporting.

6
Type d'opération
vol d'aviation
transport aérien
travaux aérien
vols d'état
autre
inconnu

38
nom de vol
saisie manuelle

5
Fir chargé du vol
saisie manuelle

7
secteur de vol
nord/est
nord/ouest
sud/centre
sud / ouest
sud / est
sud /sud

8
type d'aérodrome
Terre
Héliport
Aire d'atterrissage préparée
Autre
inconnu

9
status de l'aérodrome
aérodrome public
aérodrome privé
aérodrome militaire
Autre

	10	
Emplacement de l'aérodrome		
DAAA : Alger (Acc)	DAAV (GJL): Jijell/Taher	DAOE : Bou sfer
DAAB : Blida	DAAW : Bordj omar driss	DAOF : Tindouf
DAAD (BUJ): Bou saada	DAAX : Cheragas	DAOI : Ech-Cheliff
DAAE (BJA): Bejaia/Soummam	DAAY : Mecheria	DAOL : Oran/Tafaroui
DAAF : Aoulef	DAAZ : Relizane	DAON (TLM): Tlemcen/Zenata
DAAG (ALG): Alger/Houari	DABB (AAE): Annaba/EI Mellah	DAOO (ORN): Oran/Es Senia
DAAJ (DJG): Djanet/Tiska	DABC (CZL): Constantine/Ain E	DAOR : Bechar/Ouakda
DAAK : Boufarik	DABP : Skikda	DAOS : Sidi bel abbes
DAAL : Alger (Ville)	DABS (TEE): Tebessa	DAOV : Ghriss
DAAM : Telergma	DABT (BLJ): Batna	DATG (INF): In guezzam
DAAN : Reggan	DAFH : Tilrempt/Hassi R'mel	DATM (BMW): Bordj mokhtar
DAAP : Illizi/Illirane	DAFI : Djelfa/Tlets	DAUA (AZR): Adrar/Touat
DAAQ : Ain oussera	DAMM : Alger (Crt)	DAUB : Biskra
DAAS : Setif/Ain-Arnat	DAOB (TID): Tiaret	DAUE (ELG): El golea
DAAT (TMR): Tamanrasset	DAOC : Bechar/Oukda	DAUG (GHA): Ghardaia/Noume
DAUH (HME): Hassi-Messaoud	DAUK (TGR): Touggourt/Sidi Ma	DAUO (ELU): El Oued/Guemar
DAUI (INZ): In salah	DAUL : Laghouat	

1	
Evenements	
heurte de l'aéronef	l'équipage du vol entre dans une nouvelle FIR sont contacter le controleur relai
aéronef maintient sa position sur la piste	l'équipage de l'aéronef dépose un plan de vol sans autorisation d'atterrissage et de décollage
feu lors de l'allumage de l'aéronef	le pilote n'arrive pas a contacter le controleur
croisement de 2 aéronef	aéronef passe une FIR sans avoir été cordonner
non élévation de l'aéronef au niveau de vol supérieur	aéronef défailant
présence d'une personne déréngant la croisière de l'aéronef	l'aéronef maintient sa position de vol
crash de l'aéronef lors d'un circuit d'aérodrome	Décsente de l'aéronef d'un niveau de vol a un autre
aéronef fait une accélération arrét	plan de vol avec la FIR non cloturer par l'équipage
aéronef heurté par un animal	aéronef lance un appel de PAN PAN
controleur recoit une fausse valeur de QNH de la part du service de la météorologie	aéronef lance un appel de MAY MAY
la présence de 2 trafic sur le meme TCAS	aéronef lance un appel de MAY DAY
remise des gaz de l'aéronef	accélération arret
Coordination tardive de l'estimation du vol	sortie de piste
survol d'un territoire non autorisé	roulage d'un aéronef sur une piste non conforme
controleur n'arrive pas a joindre le pilote	aéronef heurté par un animal
trafic non cordonner par le controleur	réacteur de l'aéronef absorbe un objet volant
arret de la monter de l'aéronef vers un niveau de vol supérieur	Approche instable
décente en dessous de l'altitude minimum de sécurité	Opération de maintenance à caractère anormal
interférence de communication avec l'aérodrome	Autre

Figure 5.3: Tables de la base de données, selon l'interface 2 du reporting

16				
spécificité	vent fort	givrage et turbulence	diminution de visibilité	
	vent arrière	léger	extrême	Brume
vent de travers	vent vertical	modéré	Nuages	Luminosité excessif
vent de face	autre	sévère	poussière	Luminosité limité par le fumée
cisaillement du vent	inconnu	grave	brouillard	Précipitation

26	
animal	
oiseau	hibou
Chacal	hirondelles
Chien	groupe d'oiseaux
cigognes	groupe de chiens
pigeon	autre
mouettes	inconnu
faucon	

27
Type d'engin
manutention d'un escabot
camion élévateur
camion de vidange
tracteur
tapis de bagage
Autre aéronef
autre
inconnu

15
Type de cond météo
turbulence
vent fort
diminution de visibilité
givrage
Autre

17
caractère de turbulence
En air clair
Induit par les nuages
autre
inconnu

18
pilote avisé des conditions de météo
oui
non

19
Type de causes liée au démarrage et de la maintenance de l'aéronef
Fumée blanche dans le cockpit
flemme dans la tuéyère lors de l'allumage
Fumée a l'arrière
autre
inconnu

21
Type d'alarme
ALERFA
INCERFA
DETRESFA
aucune alarme
Autre

20
Airprox
Remise des gaz d'un aéronef et decollage d'un avion dans la même piste
Rupture de séparation
passage de 2 aéronef dans des niveaux de vol tres rapproché
présence d'un hélicoptère en vol
autre
inconnu

30
caractéristique de la personne
malade a board
décé d'un passager
passager à comportement suspect
Autre

22			
cause du problème technique			Cause du problème de fréquence
Moteur en panne	Problème de commande de vol	Indicateur de soute	contact de l'équipage sur 2 fréquences distincte
crevaison de la roulette de nez	Vibration verticale a grande altitude	problème d'élèveateur	fréquence hors service
transpondeur SSR hors service	Alarm protection moteur	vitre frontale fissuré	fréquence perturbé
fuite de carburant	Problème électrique	Short fuel	perte de communication VHF
fumée a board	fenetre brisé	Mauvais équilibrage du carburant	perte de communication RCF
odeur de fumée	fuite d'huile	Panne de l'ordinateur de board	perte de communication HF
pnoeu dégonflé	Problème de ventilation	Problème d'instrument de board	interférence de communication
problème de préssurisation	Auto pilote invalide	Problème d'altimètre	fréquence de communication hors sérvise
Alarme protection moteur	contamination du fuel	Voyant rouge allumé	Autre
pompe fuel hors service	TCAS hors service	Vibration moteur	inconnu
train d'atterissage sortie est verouillé	panne de detecteur d'incendie du moteur	Indicateur de réservoir érroné	
pression d'huile au max	Problème d'indicateur de route	panne de transpondeur	
problème de dépressurisation	Problème de climatisation	Problème d'air data control	
indicateur de carburant hors service	Système de dégivrage hors service	défaillance du turboréacteur	
perte de direction gauche	Alarm porte ouverte	défaillance du système TCAS	
perte de direction droite	Volet bloqué	défaillance du système de navigation	
affichage de vitesse	Problème de VOR	Problème hydrolique	
tantative de contact du controleur échoué	Panne indicateur de vitesse		
Fuite hydrolique	Radar météo hors service		
perte de contacte avec le tour de contrôle	Craquement de la glace frontale		
	système de navigation défaillant		

Figure 5-4 : Tables de la base de données, selon l'interface 3-1 du reporting

23
cause piste
piste de circulation
parking
Autre

25
Type de FOD
oiseau décheté
cayous de petites taille
pieces d'aéronerf
débrít d'aéronerf accidenté
gravier
présence de bitume
autre
inconnu

29
responsable de l'infraction
Infraction du pilote
infraction du contrôleur
autre

34
Emplacement initial de l'incendie
le bloc d'alimentation auxiliaire
l'avionique de l'avion
compartiment des bagages /cargaison
cockpit
système électrique
cuisine
chauffage / climatisation
cabines des passagers
groupe motopropulseur
toilette
roues / pneu
autre
inconnu

24		
spécificité de la cause piste	piste de circulation	parking
Affaissement de la chaussée des postes de stationnement	balisage lumineux éteint	Croisement d'un véhicule et d'un aéronerf
piste en mauvaise état	présence de matériel ou obstacle sur la piste	Non-conformité de la position dans le parking
Marquage du sol invisible	trafic ayant tardé pour décoller	heurte par un camion catering
présence d'un véhicule sur la piste	présence de camion SSLI	heurte par un camion vidnage
Extinction du balisage de la piste	présence d'animal sur la piste	heurte par l'escabot
Croisement d'un véhicule et d'un aéronerf	Présence de FOD sur la piste	l'équipage a tardé à rejoindre le parking par la voie de circulation
Trafic sur la piste	trafic ayant tardé pour décoller	heurte par un élévateur
sortie de piste	autre	présence de matériel à proximité du poste de stationnement
Présence de chiens sur la piste	inconnu	présence de FOD sur la piste

28		
Type d'infraction	erreur contrôleur	erreur pilote
changement de l'altitude minimale de sécurité	erreur dans les données météorologique	Atterissage dans la mauvaise piste
autorisation tardive	enregistrement tardive du plan de vol	Atterissage sur une piste fermé
Tentative de contact du contrôleur échoué car le contrôleur est en contact avec un autre aéronerf	transmission tardive de l'estimé du vol à son homologue	Utilisation d'une voie de circulation contre indiqué
fausse instruction du contrôleur	autre	fausse manoeuvre
ordre de descente à un niveau de vol en dessous de l'altitude minimale de sécurité RADAR	inconnu	survole d'une zone non autorisé

37
La phase de vol au cours de laquelle l'incendie s'est déclaré
Après l'impact
Au moment de l'impact
Pendant le ravitaillement en carburant
Pendant les opérations au sol
En vol
Autre
Inconnue

35	
source d'inflammation	
occupant de	surface chaudes
freins	foudre
cargaison	court circuit
électricité	étincelles
échappement	électricité statique
explosifs	autre
	inconnu

36	
Source de combustible	
carburant de la centrale	roues /pneus
autre fluide d'aéronerf	autre fluide d'aéronerf
cargaison	autre
contenu du four	inconnu
poubelle	

33	
Type de prblm lors de l'approche	
	conditions météorologiques
Communication très mauvaise	taux de descente était inapproprié
Ecart de langage	Défaillance dans l'instrument d'approche
Le contrôleur n'a pas pu contacter l'aéronerf	défaillance dans l'indicateur visuel de pente d'approche utilisé
horizon artificiel	Défaillance de l'équipement d'aides à l'atterrissage électroniques utilisées
mauvaise configuration au finale	autre
vitesse était inappropriée pour l'approche.	inconnu

32			
Type d'instrument	Défaillance dans l'instrument d'approche	Défaillance de l'équipement d'aides à l'atterrissage électroniques utilisées	défaillance dans l'indicateur visuel de pente d'approche utilisé
NDB	VOR / DME	VOR	
ILS - course arrière	VOR / TVOR	ILS terminé	AT-VASIS
ILS-complet	VORTAC	MLS	AVASIS
ILS-localizer	SRA	NDB	AVASIS 3 bar
MLS	GNSS	PAR / GCA	PAPI
PAR	Sans objet	TACAN	T-VASIS
R-nav	Autre	Radar de surveillance	VASIS 2 bar
TACAN	Inconnu	Aucun	VASIS 3 bar

Figure5.5 : Table de la base de données, Selon l'interface 3-2 du reporting

31
type de cause
Conditions météorologique
Démarrage ou maintenance de l'aéronerf
Air Prox
Problème technique
cause liée a la Piste
Infraction
cause liée a l'approche instable
Feu
Impact animalier
Heurte par un engin
pérsonne dérangant la croisière
Autre

14	
Dommages sur l'aéronerf	
Aucun	endommagement du cache du réacteur
au niveau du fuselage	endommagement de l'aile gauche
au niveau du train d'atterrissage	endommagement de l'aile droite
au niveau du Radome	endommagement du moteur
endommagement de l'antenne	endommagement du bout de l'aile
au niveau de pare brise de l'appareil	endommagement de la charnière de la porte de l'aéronerf
cassure du feu de position	aucun dommage sur l'aéronerf
égratinure sur l'aéronerf	autre
endommagement de l'hélice	inconnu
endommagement de la cage du nez de l'aéronerf	

13
Incidence sur le vol
Retour vers l'aérodrome de départ
Dérouter vers un autre aérodrome
Atterissage sur route direct
Sans incidence sur le vol
Arret du décollage
annulation du vol
vol reporté
autre
aucun

40
Type d'événement
accident
incident grave
incident majeur
incident significatif
sans effet sur la sécurité
non déterminer

Figure 5.6 : Table de la base de données, selon l'interface 3-3 du reporting

À travers ce schéma relationnel, nous allons concevoir l'interface de *reporting*, avec les valeurs de ces tableaux des figures (5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6), qui seront affichés de manière organisée et structuré, sous forme d'une interface de *reporting*, sur un support informatique liée à la base de données.

5.4 Base MySQL

MySQL est un Système de Gestion de Bases de données relationnelles, qui utilise le langage SQL. C'est un des SGBDR les plus utilisés. Sa popularité est due en grande partie au fait qu'il s'agit d'un logiciel Open Source, ce qui signifie que son code source est librement disponible. Il s'agit d'une application client-serveur qui existe en version libre. Elle est rapide et robuste que ce soit pour des volumes de données modestes ou importants. Elle fonctionne de plus sur de multiples plates-formes. [45]

De nombreux utilisateurs sont capables d'effectuer l'insertion de projet. Afin d'assurer la sécurité de la transaction, il est possible d'accéder à un niveau de sécurité suffisant pour la transaction, d'autant plus que la possibilité d'indisponibilité du serveur lors de la requête est très faible. [45]

Seule l'adresse du fichier et les ressources correspondant au cas sont stockées dans la Bdd, pas le fichier lui-même. Par conséquent, pour détruire ou ajouter un document, vous devez effectuer deux tâches : effectuer les modifications nécessaires dans la base de données et le catalogue. [45]

5.4.1 Langage SQL

Le langage SQL (Structured Query Language) peut être considéré comme le langage d'accès normalisé aux Bdd. Il est aujourd'hui supporté par la plupart des produits commerciaux que ce soit par les systèmes de gestion de bases de données micro tel que 16 Access ou par les produits plus professionnels tels qu'Oracle. Le succès du langage SQL est dû essentiellement à sa simplicité et au fait qu'il s'appuie sur le schéma conceptuel pour énoncer des requêtes en laissant le SGBD responsable de la stratégie d'exécution. [46]

De manière synthétique, on peut dire que SQL est un langage relationnel, il manipule donc des tables (i.e. des relations, c'est-à-dire des ensembles) par l'intermédiaire de requêtes qui produisent également des tables. [46]

Dans les années 70, plusieurs langages (SEQUEL) ont données naissance au standards SQL.

En 86, il est normalisé par ANSI (Institut Standard National American), pour donner SQL/86.

En 89, la version SQL/89 a été approuvée.

En 92, la norme SQL/92 a désormais pour nom SQL2. [47]

- **Définition**

SQL est un langage déclaratif qui vous permet d'interroger la Bdd sans vous soucier de la représentation interne (physique) des données, de leur emplacement, de leur chemin ou de l'algorithme requis. En tant que tel, il s'adresse à une large communauté d'utilisateurs potentiels (pas seulement des experts informatiques) et constitue l'un des atouts les plus convaincants (et les plus connus) du SGBDR. [48]

- **Composition**

SQL comporte trois parties :

Langage de définition de données (LDD), permet de définir des relations (créer des tables), des vues externes et des contraintes d'intégrité.

Langage de manipulation de données (LMD), permet d'interroger une BDD, d'insérer, de modifier ou de supprimer des données dans une table.

Langage de contrôle de données (LCD), permet de contrôler la sécurité et l'accès aux données.

Il est possible d'inclure des requête SQL dans un programme (Java, C, Pascal...) et de les envoyés au SGBD. [47]

5.4.2 Interface web

L'interface permettra aux utilisateurs d'interroger la Bdd de manière conviviale directement via le navigateur Internet, sans écrire de requêtes MySQL. Il permet également aux administrateurs de Bdd d'encoder de nouvelles données simplement et rapidement.

5.4.3 Démarche de la création de la base

Pour créer une Bdd on va utiliser l'interface PhpMyAdmin, toutes les actions qui vont être faites sur cette interface, vont être traduites dans le langage SQL. Les différentes requêtes sont faites sur une fenêtre dans le phpMyAdmin.

Tout d'abord, on commence par introduire le nom de la Bdd, ensuite on a choisi l'interclassement, qui est la table de caractère qui sera utiliser par notre Bdd, car dans le monde il existe plusieurs langages, est chaque langage n'utilise pas forcément la même table de caractère, par exemple dans les langages anglais y'as pas d'accent mais en France y'en a quelque accent, donc pour éviter toute sorte de problème on a utilisé UTF8-générale-ci, c'est la table la plus large qui va nous permettre de stocker tous les caractères possibles que ce soit latin, orientaux, etc. Donc en mettent ce langage, on est sûr qu'on ne va jamais avoir un problème de compatibilité. On clique sur crée et on aura notre base

Les commandes utilisées pour créer cette base son codé par des requêtes SQL.

Pour voir le codage de la Bdd, on rentre à la base, on ouvre le panneau SQL qui est propre à notre base de données est en écrit « show variables », et on va voir toutes les variables qui correspondes à cette base.

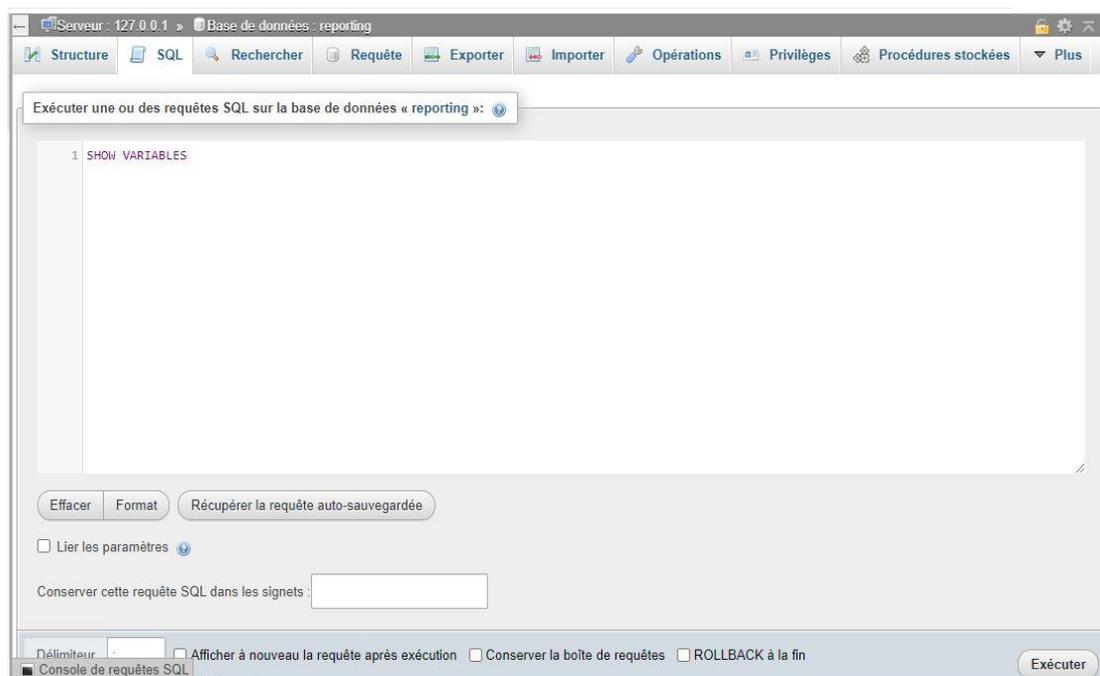


Figure 5.7 : requête du codage

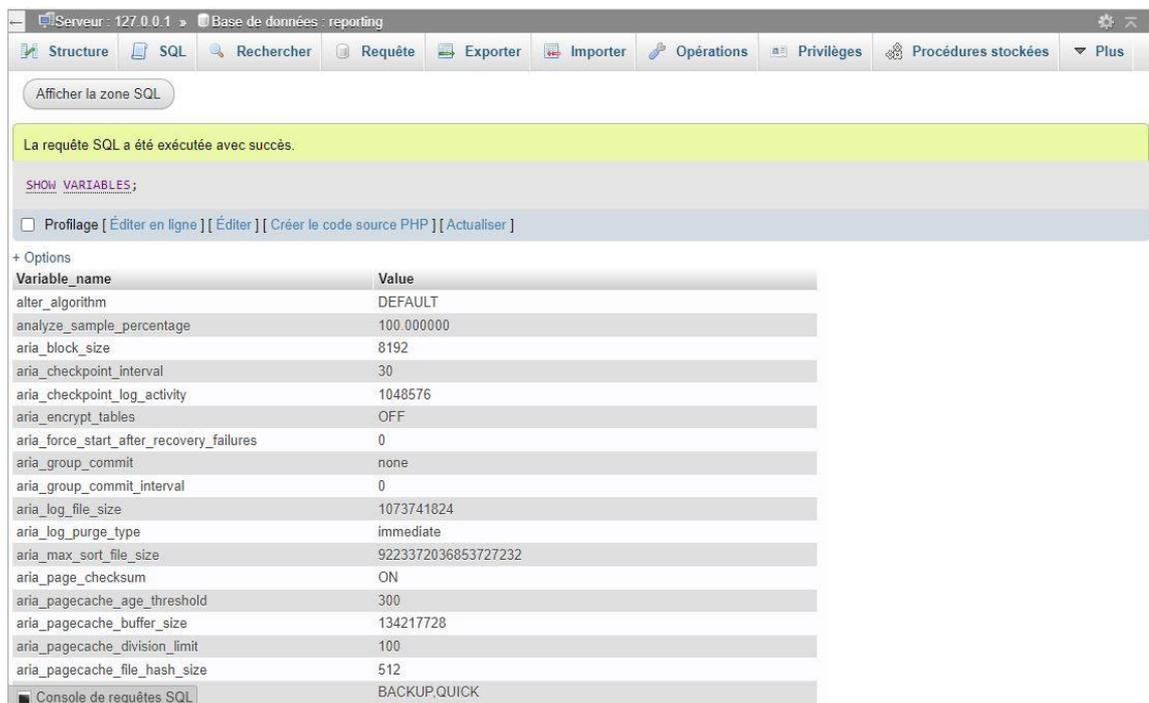


Figure 5.8 : codage de la base

La figure 5.4 montre quelques codages de la base, la liste est assez lente.

Maintenant, après avoir créé la base, on va créer nos tables, ces tables vont nous permettre de stocker les entités de notre application.

Pour créer la table, on sélectionne notre BdD, et on indique le nom de la table (par exemple : conseq) dans la requête SQL et on choisit le nombre de colonne qui correspond au nombre de champ qu'on va sauvegarder (par exemple : 2), le nombre de colonne peut être changé à tous moments,

Application :

```
CEATE TABLE conseq (id INT, type de conseq TEXT, PRIMARY KEY (id));
```

Le type de données INT est le principal type de données entières dans SQL Server. Il est utilisé pour définir des colonnes, des variables et des paramètres stockant des nombres entiers.

TEXT est utilisé pour les grandes pièces de données de type chaîne. Si la longueur du champ dépasse un certain seuil, le texte est stocké hors ligne.

L'id est la clé primaire qui permet d'identifier les conseq, c'est-à-dire on n'aura jamais deux conseq qui auront le même id, et pour faire ça on choisit le champ auto incrément qu'il

va automatiquement incrémenter (le premier qui sauvegarde aura le chiffre 1 le deuxième aura le chiffre 2 et ainsi de suite).



Figure 5.9 : requête de la table



Figure 5.10 : création d'une table

Comme ça on a créé notre table « conseq », et ça sera la même chose pour les autres tables.

À la fin, on aura notre Bdd complète, ou on peut insérer, modifier, sauvegarder et récupérer des données.

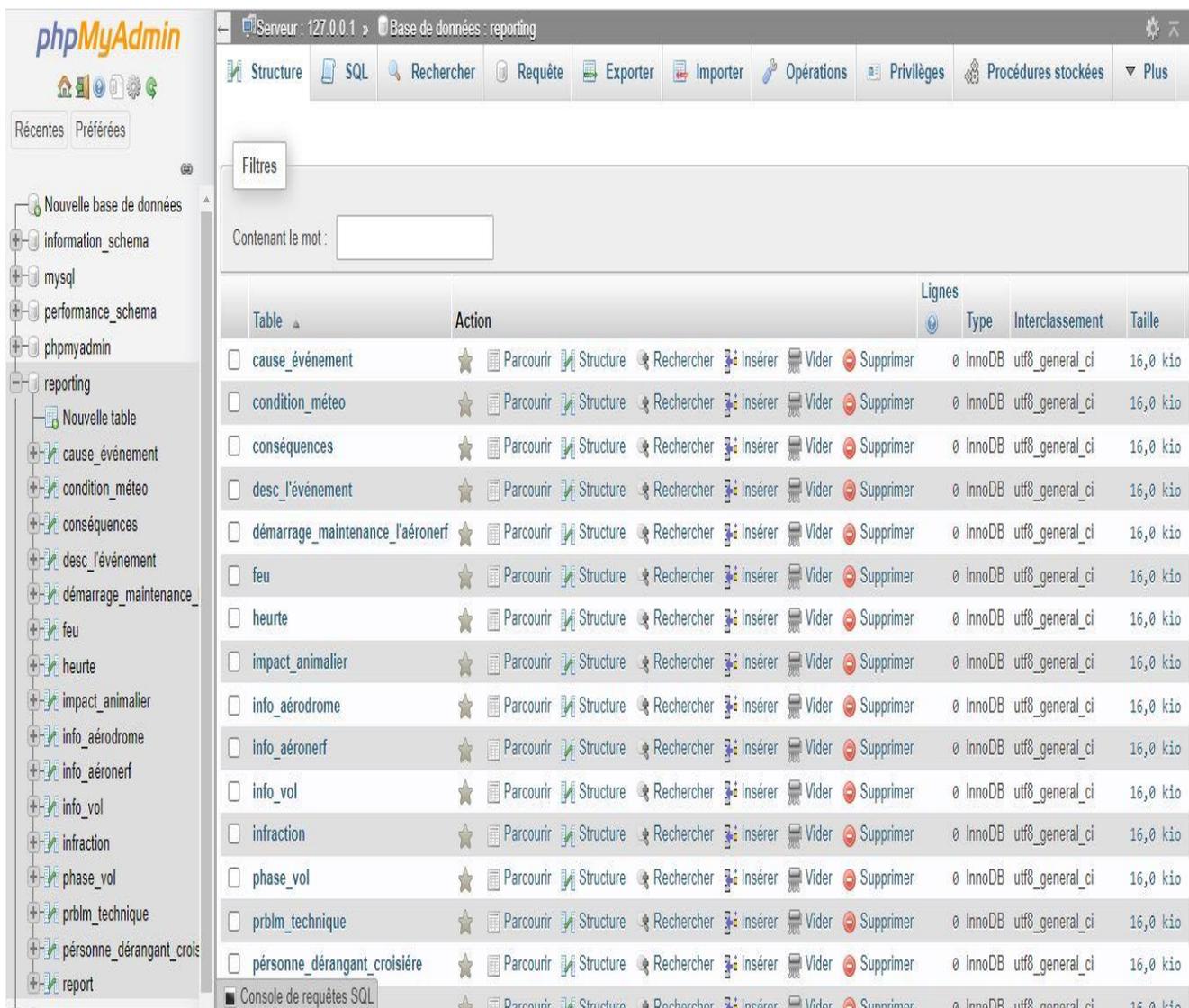


Figure 5.11 : base de données

Notre BdD contient plus de 30 champs à remplir répartie sur 19 tables qui peuvent contenir une variété de 424 informations, ce qui donne une possibilité d'avoir 100000 rapport différent, mais nombreux sont les rapports à caractère non significatif, qui doivent être rejeté ou filtrer par un automate ou par une contribution humaine.

5.5 Interface Reporting

Cette partie consiste à représenter les données contenues sur la BdD, sous forme d'un *reporting* qui vont être organisé d'une façon à guider au mieux le modérateur du rapport pour effectuer un *reporting*.

5.5.1 Conception de l'interface

Notre interface a été élaborée par le langage REACT NATIVE, qui est un framework créé pour développer des applications mobiles iOS/Android. Cette technologie permet de gagner en productivité, tout en délivrant des applications natives de qualité.

Le choix de ce langage nous permet d'établir une application mobile, qui va permettre l'accessibilité au *reporting* par toutes les parties prenantes de l'activité, en une utilisation facile, qui demande un temps réduit, pour reporter un ES.

Ce *reporting* est géré par les emails professionnels de chacun des parties prenantes, afin de garantir l'accès restreint qu'à l'utilisateur des parties prenante, nous avons décomposé notre interface en 3 parties, la première partie, consiste à introduire les informations du modérateur, ainsi que la date et l'heure de l'occurrence de l'ES, les informations sur l'aéronef, ainsi que la phase de vol dans laquelle l'ES s'est produit.

The image displays two screenshots of the AeroNerf mobile application interface. The left screenshot shows a login screen titled "Bienvenue" with fields for "Email" (Admin@gmail.com) and "Password" (masked with dots), and a blue "Se connecter" button. The right screenshot shows a "Reporting" screen with a back arrow and "AeroNerf" title. It contains fields for "Modérateur du rapport" (Admin), "Date du rapport" (08/07/2021), "AéroNerf" section with "Matriculation" (272727272), "Nom de l'aéronef" (Airbus1380), and "Catégorie de l'aéronef" (Avion), and a blue "Continuer" button.

Figure 5.12 : Première interface du *reporting* (cf figure 5.2)

Dans la deuxième partie de cette interface, nous allons introduire les informations sur le vol, les informations sur l'aérodrome ainsi que les ES, selon la phase de vol choisi, nous

citons comme exemple, pour la phase de vol : opération sur sol, la catégorie information sur le vol, ne sera pas afficher car l'aéronef n'est pas encore en préparé pour effectuer un vol.

The image displays two screenshots of a mobile application interface for reporting an incident at an airport. Both screens have a back arrow and the title 'Aerodrome' at the top.

The left screenshot shows the 'Reporting' screen. It has three main sections:

- Phase de vol**: A dropdown menu with 'Décollage' selected.
- Aérodrome**: Three dropdown menus: 'Type d'aérodrome' (Héliport), 'status de l'aérodrome' (aérodrome public), and 'Emplacement de l'aérodrom' (DAAB : Blida).
- Information sur le Vol**: Three dropdown menus: 'Nom du vol' (C330), 'Fir chargé du vol' (Admin), and 'Type d'opération' (vol d'aviation générale).

The right screenshot shows the 'Information sur le Vol' section. It has four dropdown menus: 'Nom du vol' (C330), 'Fir chargé du vol' (Admin), 'Type d'opération' (vol d'aviation générale), and 'Secteur du vol' (sud/centre). Below these is an 'Evenements' dropdown menu with 'présence d'un malade a bord' selected. At the bottom is a blue 'Continuer' button.

Figure 5.13 : Représentation de la première interface du *reporting* (cf figure 5.3)

Dans la dernière partie de cette interface nous allons introduire la cause liée à l'ES choisi, ainsi que les conséquences liées à ce dernier et nous allons introduire une typologie de cause selon les informations reportées, la figure suivante illustre la troisième partie de cette interface :

Figure 5.14 : Représentation de la première interface du *reporting*
(cf figure 5.4, 5.5, 5.6)

À la fin de chaque *reporting*, un résumé de l'ES reporter s'affiche, confirmant ainsi les éléments saisis, nous donnant un exemple selon la figure suivante :

Figure 5.15 : Représentation des résultats du *reporting*

Durons ce chapitre nous avons pu concrétiser notre démarche sur l'identification des risques, à travers son implémentation dans un système d'information, constituer d'une Bdd et d'une interface de *reporting*, à travers un schéma relationnel qui modélise toutes les informations recueillies par la Bdd.

CONCLUSION

Tout au long de notre étude, nous nous sommes escrimés à répondre à la problématique posée par l'Établissement National de Navigation Aérienne : dans quelle mesure le développement / l'automatisation de la procédure de *reporting*, pourrait être utile dans la sécurité des vols. Pour répondre à cette préoccupation nous avons établi une démarche méthodologique à travers laquelle nous avons :

Fait une recherche bibliographique sur les thèmes reliant la sécurité aérienne et l'activité du trafic aérien en général, ainsi que la catégorisation des ES, le *reporting* des ES, le REX et les BdD.

- Établir une méthode de décomposition du trafic aérien, et les tâches de chaque partie prenante, pour faire ressortir les ES liés à ces dernières et les catégorisées selon la réglementation de l'OACI
- Établir une étude statistique sur le REX, pour examiner de plus près les ES les plus récurrents et susceptibles par rapport à la décomposition effectuée lors de l'étape précédente.
- Élaborer une procédure de validation de l'approche mise en place, à travers un questionnaire d'experts.
- Concevoir un schéma relationnel d'un BdD, pour enregistrer les ES.
- Concevoir un modèle de *reporting* pour faciliter la saisie de données.
- Implémenter la BdD, sur MYSQL et de l'interface de *reporting* sur REACT NATIVE.
- Établir une méthodologie d'attribution de type d'ES, selon les définitions de l'OACI et l'implémenter dans l'interface de *reporting*.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons entamé notre travail par une recherche bibliographique très riche, où nous avons essayé de couvrir l'ensemble des tâches partagées à chaque phase de vol par les parties prenantes de l'activité, ensuite nous nous sommes approfondies sur la taxonomie des ES à travers les documents de l'ADREP et l'ECCAIRS. En deuxième lieu nous nous sommes intéressés, aussi, au retour d'expérience (REX), ainsi qu'au *reporting* des ES, dans le trafic aérien, et les éléments de sécurité aérienne. En troisième lieu nous nous sommes approfondies dans la conception d'un système d'information adapté à l'identification et au stockage des ES.

En effet, lors de notre recherche bibliographique, nous avons remarqué un manque flagrant d'étude portant sur l'identification des ES, dans le cadre de la gestion de risques, où ces derniers représentent un réel potentiel d'atteinte à la sécurité aérienne.

Lors de l'entrevue (questionnaire) avec les experts, nous avons mis en évidence les menaces induits par ces types d'ES. En effet, le questionnaire établis par nos soins et les témoignages, recueillis, constituent un élément fort de notre étude car ils viennent mettre l'accent sur la nécessité d'un tel travail et de le recadrer.

Une décomposition des activités de vols selon notre méthodologie à travers les étapes suivantes :

- Ressortir les différentes phases de vol de l'activité
- Déterminer les parties prenantes de l'activité.
- Déterminer les taches liées à chaque partie prenante selon les phases de vol
- Mettre en place un questionnaire d'experts
- Établir un traitement de donnée statistique des données du REX.
- Catégoriser les ES, selon la taxonomie de l'ADREP et de l'ECCAIRS.

En parallèle, nous avons effectué une étude statistique, qui nous a permis d'établir, les phases de vol les plus critiques, ainsi que les parties prenantes qui font face le plus à ces ES. Aussi, PARETO a été utilisée pour faire ressortir les ES, les plus récurrents et plus préjudiciable pour l'activité aérienne. Ce qui nous a permis d'avoir une parfaite évaluation de ces ES.

Nous avons pu comparer les statistiques obtenus avec les valeurs, avancées par le témoignage de nos experts, ce qui confirme la convergence des tendances trouvées, et sur lequel le facteur humain est le facteur le plus critique en terme d'ES.

Suite à cela et afin d'atteindre pleinement nos objectifs, nous avons conçu un schéma relationnel gérant les différentes informations liées à la procédure de *reporting* des ES ressorties, et donc nous avons établi des tables, selon les différents axes des informations à recueillir définies préalablement dans l'analyse précédente de *reporting*.

Pour mettre en place le système d'information, nous avons implémenté notre conception de la BdD, sur un outil informatique, à travers MYSQL, qui centralisera tous les ES reportés en Algérie, et qui va permettre de les exploiter d'une manière efficace et efficiente.

Nous avons conçu, également, une interface de *reporting* suivant le langage REACT NATIVE, qui nous a permis de bien structurer les données enregistrées dans la BdD, et de faciliter le *reporting* d'un ES.

Enfin, suite aux REX, liés au document confidentiel, nous avons établi une méthodologie de caractérisation des types d'ES selon les définitions de l'OACI afin d'attribuer automatiquement un type d'événement à chaque événement reporté.

Pour conclure, grâce à ce thème nous avons pu mettre en place une méthodologie, de l'une des étapes les plus importantes de la gestion des risques aéronautiques, à savoir, l'identification des sources de danger à travers les ES (crash, désorientation spatiale, problème technique, infraction etc.) et leur implémentation à travers un système d'information. Ces deux parties sont extrêmement complémentaires pour mener à bien la démarche de gestion des risques, dans ce domaine qui est très introvertie.

Nous avons exploré

- Vingt-huit taches liées à l'activité.

Nous avons identifié également :

- Quatre phases de vol liées à l'activité aérienne.
- Cinq parties prenantes liées à l'activité.
- Deux catégories de conséquences qui regroupent un ensemble de vingt-sept conséquences liées à l'ES.

Aussi, nous avons catégorisé également :

- Vingt-sept ES, liés à toutes les phases de l'activité.
- Douze catégories de causes qui regroupent un ensemble de cent-cinquante-huit ES.

À travers les statistiques effectuées à travers le REX lié au rapport d'événements de l'année 2019 de l'ENNA, trois-cent –soixante et onze (371) ont été traités, sur lesquels 35 événements ont été ressortis. Les tendances les plus importantes sont les impacts animaliers et les évènements liés à un problème technique qui représentent à eux seuls 47% de l'ensemble des ES. Nous avons pu déterminer que 94% des ES, concernent l'équipage de

vol, les 4% les contrôleurs et les 2% le reste des parties prenantes (technicien de maintenance, etc.) De ce fait, les événements recensés dans la phase opération sur sol, constituent 7% de l'ensemble des ES, pour la phase décollage, 13%, pour la phase en route, 43% représentent la phase qui rencontre le plus grand nombre d'ES et enfin, pour la phase atterrissage, nous avons 37% des ES.

Nous avons pu identifier la tendance des types d'ES, selon la taxonomie donnée dans les rapports d'évènements, ce qui a permis d'avoir un rapport de 6% d'accidents, 19% d'incidents graves, 55% d'incidents majeurs qui représente le type le plus présent dans les ES, 12% d'incidents significatifs, et enfin 8% d'évènements sans impact sur la sécurité.

À travers le questionnaire, d'experts, nous avons ajusté et validé et notre méthodologie d'identification et de caractérisation des ES. Aussi, nous avons pu mettre en évidence les axes les plus importants dans le *reporting* et la conception de notre BdD, de plus nous avons pu avoir une autre approche concernant l'occurrence des ES, par rapport au facteur organisationnel et par rapport à l'erreur humaine. Ainsi. Le traitement du facteur humain par des modèles psychologiques pourra diminuer, les risques associés à ce type de facteur, d'une manière considérable. Le questionnaire nous a permis d'identifier des ES, qui n'été pas visible à travers, lors de notre exploration des tâches selon les parties prenantes, et qui n'apparaissent pas dans les rapports d'ES, à cause de la complexité de leur caractérisation.

Nous avons pu regrouper les phases de vol et leur ES associés, ainsi que leur cause et conséquences sous forme d'un schéma relationnel, auquel nous avons attribué toutes les informations nécessaires à l'établissement d'un *reporting*, et cela concernant les informations sur l'aéronef, l'aérodrome, le vol, le modérateur du rapport, la date et l'heure de l'occurrence de l'ES.

Nous avons créé une interface de *reproting* divisée en 3 parties, la première est consacrée à la saisie des informations liées au modérateur, la date et l'heure de l'occurrence de l'ES, ainsi que les informations sur l'aéronef et la phase de vol dans laquelle il se trouve. La deuxième partie, regroupe la saisie de l'ES ainsi que les informations sur l'aérodrome et sur le vol. La troisième partie est consacrée à la saisie de la cause de l'ES, ainsi que la conséquence, à laquelle nous allons attribuer un type d'ES selon les informations saisies. Cette typologie de cause attribuées permet d'avoir une première idée sur la criticité de l'ES, qui permettra de déterminer un ordre de traitement des ES.

En guise de recommandation, nous recommandons l'ajout d'un filtre à notre système, d'information. En effet, ce filtre aura comme mission le traitement des rapports en double et les faux rapports (envoyer ou compléter par erreur, les rapports tests, etc.). Notre système d'information doit être piloté par un membre du SGS, afin de valider les rapports émis chaque jour, et supprimer les doublant de la BdD, et valider le type d'ES attribuer à chaque ES reporté. Cette dernière tache peut être faite automatiquement par un programme basé sur l'intelligence artificiel, qui pourra effectuer la majeure partie de ce travail, mais la vérification par un spécialiste reste toujours indispensable, car la machine n'atteindra jamais une perception humaine dans un traitement de donnée, auquel elle pourrait subir beaucoup d'erreur.

RÉFÉRENCES

- [1] *Établissement National de Navigation aérienne, Établissement National de Navigation aérienne [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.enna.dz/>*
- [2] OACI, 2007, *Gestion du trafic aérien 15^{ème} édition*, p.486.
- [3] *organisation de l'aviation civile internationale. Disponible à l'adresse : <https://www.icao.int>.*
- [4] *Loi n° 64-166 du juin 1963 relative aux services aériens. (Page 666).*
- [5] VITTEK, Peter, STOJIC, et LANSKY, Milan. *ADREP Events and Factors contribution to definition of Safety Performance Indicators for Airports.*
- [6] ICAO ADREP2000 Taxonomy, Oct. 2008
- [7] KIM, Won-Kyou, HONG, Seung-Beom, JIE, Min-Seok, et al. *Analysis of aviation accident and incident using the ECCAIRS 5. Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, 2013, vol. 21, no 1, p. 80-86.*
- [8] G. Rexao. Lien: <http://www.rexao.org> , 2003.
- [9] P. Clostermann (1990). *Une sacrée guerre. Flammarion, Paris.*
- [10] B. Dupérier (1992). *Chasseur du ciel. Perrin.*
- [11] SFACT (2002). *Rapport annuel. Technical report, Service de la Formation Aéronautique et du Contrôle Technique.*
- [12] M. Endsley (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. Human Factors, 37(1) :32–64.*
- [13] J. Dupont (1994). *Le dossier des commandes de vol électriques. Air & Cosmos Aviation International, 1452 :61–73.*
- [14] C. Billings et W. Reynards (1984). *Human factors in aircraft incidents: results*

of a 7-year study. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 55 :960–965.

[15] E. Edwards (1972). *Man, and machine: systems for safety*. In *Proceedings of the British Airline Pilots Association Technical Symposium*, pages 21–36, London. British Airline Pilots Association.

[16] P. Sherman (1997). *Aircrew's evaluation of flight deck automation training and use: measuring and ameliorating threats of safety*. Technical Report 97-2, University of Texas Aerospace Crew Research Project.

[17] International Organization for Standardization (ISO), 25 Juillet 2009, ISO 31000 : *Management du risque-Principes et lignes directrices*, Edition original.

[18] DEBRAY.B, CHAUMETTE.S, DESCOURIERE.S, TROMMETER.V, INRIS-DRA-2006-P46055-CL47569, Ω7 : *Méthode d'analyse des risques générés par une installation industrielle*.

[19] MAZOUNI.M.H, 13novembre 2008, *Doctorat de l'institut National Polytechnique de Lorraine, Pour une meilleure approche du management des risques : de la modélisation ontologique du processus accidentel au système interactif d'aide à la décision*, p.47.

[20] Doc 9859. « *Manuel de gestion de sécurité* ».

[21] *annexe 19 : système de la gestion de sécurité OACI*

[22] *circulation d'information (guide sur l'élaboration des systèmes de gestion de la sécurité*. Transport canada)

[23] *circulaire 2649 NAVIGATION*. Aviation Civile Algérie

[24] *taxonomie ADREP 2000 de l'OACI*, doc 1819

[25] *retour d'expérience et sécurité aérienne*, 1001 Crash

[26] P. CIPRIANI, *sécurité de l'aviation aérienne*. P4

[27] H. Gregory. *a guide to reporting*. 2008

[28] JOHNSON, Chris. *A HANDBOOK OF INCIDENT AND ACCIDENT REPORTING*. 2003.P115

[29] BEA (2003a). *Bea : qui sommes-nous ?* Technical report, Bureau Enquête Accident.

<http://www.bea-fr.org/francais/bea/bea>.

[30] SFACT (2002). *Rapport annuel*. Technical report, Service de la Formation aéronautique et du Contrôle Technique.

[31] DGAC (2003). *Le déroulement d'une enquête*. Technical report, Direction Générale de l'Aviation Civile
http://www.aviation.civile.gouv.fr/html/actu_gd/secu3/securit3_1.

[32] C. Barth (2003). ' *Evaluation du fonctionnement de l'EGPWS et de la fonction Prédictive Wind Shear*. Technical report, Rapport de PFE, Supéro--, Toulouse.

[33] M. Endsley (1995). *Toward a theory of situation awareness in dynamic systems*. *Human Factors*, 37(1) :32–64.

[34] PIERRE.SPARACO, *chronique aéronautique*, 2010.

[35] **1001crash**, *Recueil des crashes, Retour d'expérience et sécurité aérienne*, Disponible sur https://www.1001crash.com/index-page-description-accident-BA_TU154-lg-1-crash-109.html. Consulté le 22/06/2021 à 11 :30.

[36] M. BENEJEAN, *informatisation des productions d'information et des activités de communications dans la relation pilote contrôleur*, thèse de doctorat, université de Toulouse. Paris.02013

[37] C. MARTIN, *la gestion de la charge mentale des contrôleurs aériens en route*, thèse de doctorat, université de Toulouse.paris.2013

[38] Eugène MBUYI MUKENDI, *cours de Systèmes d'information et de base des données Tome I*, troisième graduat informatique 2013-2014 Université de Kinshasa.

[39] **Richard GRIN**, *Introduction aux bases de données université Sophia-Antipolis de* 2décembre 2000.

- [40] Jean-Luc Hainaut, *Bases de données, 3eme édition 2015.*
- [41] Mande MANOUVRIER, *Base de données élémentaire université, Paris Dauphine, édition 2004.*
- [42] Logiciel de conception d'une BdD : outil LUCIDCHART, site : <https://www.lucidchart.com/pages/>
- [43] Lewis, Philip M., Arthur J. Bernstein, and Michael Kifer. *Databases and transaction processing: an application-oriented approach.* Addison Wesley, 2002.
- [44] Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth, and Shanshan Sudarshan. *Database system concepts. Vol.4.* New York : McGraw-Hill, 1997.
- [45] Taguan, « Administrez vos bases de données avec MySQL », www.siteduzero.com, 23/02/2012
- [46] L. Audibert « Base de données et langage SQL », <http://laurentaudibert.developpez.com/Cours-BD>, 30/01/17.
- [47] Georges Gardarin, *bases de données, 6eme tirage 2005.*
- [48] Stéphane Crozat, *Conception de base de données, version 3.00 du Janvier 2005.*
- [49] Aviation Safety Academy, 2019, *Data base*, Disponible sur <https://aviation-safety.net/database/> consulté le 22/06/2021 à 12 :17
- [50] **National Transportation Safety Board**, 1987, *Accident Report.*
- [51] **Accidents Investigation Branch**, Department of Trade, *Report on the collision of Zagred area, Yugoslavia on 10 Semptember 1976*, Disponible sur https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422ffeed915d1374000a11/9-1982_GAWZT_and_YU-AJR.pdf consulté le 22/06/2021 à 13 :10

ANNEXES

Annexe A : Retour d'expérience d'accident aérien.

Annexe B : Retour d'expérience des rapports des événements de sécurité confidentiel en Algérie, de l'année 2018/2019.

Annexe C : questionnaire d'un expert.

Annexe D : témoignage du questionnaire d'expert par le journal EXPRESS DZ.

Annexe A

**Retour d'expérience d'accident
aérien**

Accident d'Überlingen

Le 1er juillet 2002, l'aéronef Tu-154 de Bashkirian Airlines reliant Moscou à Barcelone est entré en collision avec l'aéronef-cargo Boeing-757 de DHL (Bergame-Bruxelles) près d'Überlingen et du lac de Constance, en Allemagne. Au total, la catastrophe a fait 71 morts, dont 52 enfants. Source : (1001crash, 2010). [35]



Figure A.1: L'accident aérien d'Überlingen (*source : 1001 Crash*)

L'enquête a établi qu'une erreur commise par le contrôleur aérien. Au moment de l'accident, l'aiguilleur du ciel était seul à surveiller, depuis l'aéroport de Zürich, l'espace aérien qui couvre une zone limitrophe au-dessus de la Suisse et du sud de l'Allemagne. L'autre contrôleur était parti faire une pause autorisée par le service. Le contrôleur n'a pris que tardivement conscience du danger qui menaçait les deux appareils et a en plus déclaré au pilote russe que le Boeing se trouvait à droite de son appareil, alors que le cargo se trouvait en fait à gauche. [35]

Le pilote a bord à demander l'aide face à une mauvaise visibilité causée par un incendie de forêt

Accident du Garuda Indonesia Flight 152 en 1997

26 Septembre 26 1997, vol 152 de Garuda Indonesia Airlines, de Jakarta à Medan. Durant l'approche, le pilote a bord à demander l'aide face à une mauvaise visibilité causée par un incendie de forêt. [35]

Trois autres aéronefs étaient en attente pour atterrissage à Medan. Deux aéronefs avaient le même numéro de vol ce qui a porté confusion au contrôleur aérien et il a donc dérouté le vol de son itinéraire d'origine. [35]

Par contre, l'élément crucial de ce désastre était un grand échec de communication entre l'aéroport et le pilote. Juste avant l'atterrissage de l'Airbus A300, le contrôleur aérien a donné une instruction de tourner à droite au lieu de tourner à gauche (ASN, 2019). Une confusion a mené au crash de l'aéronef tuant ainsi les 234 personnes qui étaient à bord. [35]

Avianca Flight 52 Crash 1990

Le jeudi 25 janvier 1990, le Boeing 707-321B, numéro HK-2016 de la compagnie colombienne Avianca, s'écrasa sur la ville de Cove Neck sur Long Island à New York après s'être trouvé à court de carburant. 73 des 158 passagers et membres d'équipage furent tués. Le vol Avianca 52 tournait dans une zone aérienne d'attente au-dessus de la région de New York depuis une heure, cela à cause du brouillard et des mauvaises conditions météo sur la région. [49]

Durant cette attente, l'appareil épuisa ses réserves de kérosène qui lui auraient permis de se détourner vers l'aéroport de Boston moins encombré. Environ 77 minutes après le début de cette attente, le contrôleur indiqua à l'aéronef qu'il lui dégagait l'accès à la piste 22L. [49]

Alors que le vol 52 faisait son approche pour atterrir, il rencontra des cisaillements de vents à moins de 150 mètres du sol, ce qui a fait perdre très rapidement de l'altitude à l'aéronef, bien en dessous de l'altitude minimum pour atteindre la piste en sécurité. Alors qu'ils étaient encore à 3 ou 4 km, et qu'ils ne voyaient pas la piste (très peu de visibilité). Cela a failli provoquer un crash avant la piste. Les contrôleurs aériens avaient seulement averti l'équipage de cisaillements à 450 mètres d'altitude et pas plus bas. L'équipage annonça une approche manquée et remis les gaz pour la recommencer mais à ce moment précis l'appareil n'avait pas assez de carburant pour refaire une approche complète et le moteur no 4 s'éteignit, rapidement suivi par les 3 autres. Quelques secondes plus tard, l'aéronef s'écrasa dans le petit village de Cove Neck, à 24 kilomètres de l'aéroport (ASN, 2019). [49]

Le bureau d'enquête américain, indiqua que l'accident était dû à : une erreur de pilotage, l'équipage n'ayant pas déclaré explicitement une urgence carburant au contrôle aérien comme cela est préconisé dans les procédures IATA. Une erreur de contrôle aérien qui avait

été négligent en ne fournissant pas aux aéronefs arrivant les s informations sur les vents cisailant qui auraient alerté l'équipage sur de possibles difficultés à l'atterrissage. [49]

Catastrophe de DC-9 d'Aeromexico à Cerritos 1986

Le 31 août 1986, un McDonnell Douglas DC-9 d'Aeromexico reliant Mexico à Los Angeles a percuté un aéronef privé Piper Cherokee Archer II à 2.000 m d'altitude. Les deux appareils sont tombés à Cerritos, une ville située non loin de Los Angeles. Les 67 personnes se trouvant à bord des deux appareils, ainsi que 15 personnes au sol ont été tuées. [50]

Plusieurs causes étaient à l'origine de ce double crash : le système des radars de l'aéroport de Los Angeles n'était pas assez puissant pour détecter le petit Piper Cherokee qui avait pénétré par inadvertance dans son espace aérien. En plus, le contrôleur aérien Walter White a été distrait par l'entrée non autorisée d'un autre jet privé dans sa zone de surveillance (NTSB, 1987). [50]



Figure A.2: McDonnell Douglas DC-9 (*source : NTSB*)

Crash à Omsk 1984

Le 11 octobre 1984, un Tu-154 d'Aeroflot reliant Krasnodar, dans le sud de l'URSS, à Omsk, en Sibérie occidentale, a percuté trois engins de déneigement sur la piste d'Omsk lors de son atterrissage. L'appareil a pris feu, tuant 174 des 179 personnes à bord, dont 8 adolescents et 16 enfants, ainsi que 4 personnes se trouvant au sol. [35]

D'après l'enquête, le crash s'est produit du fait d'un enchaînement d'erreurs des contrôleurs aériens. Un jeune aiguilleur du ciel, qui aurait été en manque de sommeil, s'est endormi sur son lieu de travail et n'a pas allumé le tableau « Piste d'atterrissage occupée ». Il a également

permis aux camions de service de se déplacer librement sur la piste. Deux autres contrôleurs ont aussi été condamnés à des peines de prison (ASN, 2019). [35]

Collision de Zagreb 1976

Le 10 septembre 1976, un Trident HS 121 de British Airways reliant Londres à Istanbul est entrée en collision avec un Douglas DC-9 d'Inex-Adria effectuant un vol Split-Cologne au-dessus de la ville yougoslave de Zagreb. L'aile gauche du DC-9 a accroché le nez du Trident HS 121, tuant sur le coup les pilotes. [51]

britanniques et dépressurisant la cabine. L'aile s'est arrachée, et le DC-9 s'est écrasé à proximité du village de Vrolec. À bord du Trident, les passagers sont morts asphyxiés en quelques minutes. [51]

L'aéronef a fini par s'écraser au sol cinq minutes après le choc. Cet accident, le plus grave de l'histoire de British Airways, a fait 177 morts. D'après l'enquête, le crash s'est produit en raison d'une défaillance du système des radars et de la négligence d'un contrôleur aérien, Gradimir Tasic, qui était surchargé ce jour-là, travaillant seul alors qu'il devait y avoir deux contrôleurs à Zagreb (AIB, 1982). [48]

Crash de l'Ilyushin Il-76TD de l'Algerian Air Force à Boufarik, Algérie - 11 Avril 2018

L'Ilyushin Il-76 exploité par l'armée de l'air algérienne avait décollé de Boufarik (Algérie) près d'Alger, pour un vol militaire à destination de l'aéroport de Béchar Boudghene Ben Ali Lotfi. 247 militaires et leur famille étaient à bord, ainsi que 10 membres d'équipage. L'appareil s'est écrasé juste après son décollage puis a pris feu. Les 257 occupants ont été tués. [35]

Des témoins affirment avoir vu l'appareil s'élever de quelques dizaines de mètres avant de perdre de la hauteur, s'écraser et brûler. Il n'est pas encore confirmé que des flammes aient été observées avant que l'appareil ne s'écrase.

Cet accident est le 4ème pire accident aérien depuis le début de l'an 2000 en termes de nombre total de victimes (à bord et au sol). (Source 1001crash) [35]



Figure A.3 : l'avion Ilyushin Il-76TD après avoir été les flammes (*source : 1001 Crash*)

Annexe B

**Exemple de retour d'expérience
des rapports des événements de
sécurité confidentiels de L'ENNA
en Algérie, de l'année 2018/2019**

Type d'évènement	Date	Lieu	Résumé
Accident	18.12.2018	Ghardaïa	Cet appareil a été heurté par l'escabeau lors de son placement par le manutentionnaire, engendrant un trou de deux (02) centimètres de diamètre au niveau du fuselage (porte arrière), causant ainsi l'annulation du vol vers l'aérodrome de Tamanrasset. L'appareil a été transporté en convoi technique vers l'aérodrome d'Alger.
Accident	30.12.2018	Alger	L'équipage de l'aéronef du vol 1 a été instruit par le contrôleur en poste de maintenir sa position sur la voie de circulation X , afin de permettre le passage des aéronefs (vols 2 et 3). Après le passage de l'aéronef du vol 2 sans incident, le trafic 1 a quitté sa position et a heurté l'aéronef du trafic VVV , engendrant l'endommagement de l'antenne et la cassure du feu de position de l'aéronef immatriculé XXXX ainsi qu'une égratignure sur l'aile de l'aéronef immatriculé YYYY
Accident	03.03.2019	Aérodrome d'Ouargla	Lors de son atterrissage sur SSS de la piste NNN , le train d'atterrissage gauche de l'aéronef immatriculé ZZZ s'est rétracté à l'impact avec le sol causant ainsi l'endommagement de l'hélice et de l'aile gauche de cet appareil. Cet aéronef a été immobilisé au niveau de la piste NNN engendrant la fermeture de cette dernière. La piste a été rouverte après sa normalisation.
Accident	02.05.2019	Aérodrome d'El Oued	Lors de son décollage sur le XXX de la piste NN pour effectuer un circuit d'aérodrome, l'aéronef immatriculé RRR s'est craché à 200M du CC de la même piste. Cet accident a engendré des endommagements au niveau des hélices, de l'aile droite et une partie du moteur.
Accident	31.05.2019	Aérodrome d'Alger	Suite à un problème technique (l'endommagement d'une partie du fuselage et du cache du réacteur droit N°2), l'équipage de cet aéronef a fait une accélération arrêt lors de son décollage et demande le retour au parking. Cet appareil a été immobilisé pour vérification et le ramassage des débris sur la piste XXX a été effectuée aussitôt.
Évènement	21.10.2018	En route Sur le tronçon « FFF »	En évoluant sur le tronçon « FFF », l'équipage de l'aéronef immatriculé EEE signale avoir un problème d'interférence de communication VHF « 118.1Mhz » entre la tour de contrôle de l'aérodrome de Batna et celle de l'aérodrome de Tébessa.

			Des travaux d'harmonisation des fréquences VHF sont en cours
Évènement	30.10.2018	Secteur Sud/Sud.	Le contrôleur du centre de contrôle de LLLL a coordonné avec son homologue du Centre de Contrôle Régionale d'Alger le passage du vol WWW à la FIR Alger par le point 'A' au niveau de vol GGG à 17h37. L'équipage du vol WWW est entré à la FIR Alger sans contacter le contrôleur du CCR d'Alger. Ce dernier a essayé, à plusieurs reprises, et même par relais de contacter l'équipage de ce vol mais en vain. Après 01h15' de son entré à la FIR Alger, l'équipage de ce vol a contacté le contrôleur en poste l'informant que son système de navigation était probablement défaillant.
Évènement	01.11.2018	En Route	L'équipage de l'aéronef immatriculé HHH a contacté le contrôleur du CCR d'Alger lui donnant des informations sur son vol. Le contrôleur du CCR d'Alger demande à cet équipage s'il avait déposé un plan de vol, ce dernier l'informe qu'il l'avait déposé au niveau de l'aérodrome de Hassi Messaoud. Le contrôleur de l'aérodrome de Hassi Messaoud constatant que l'équipage de cet aéronef avait déposé un plan de vol au niveau du bureau de piste sans autorisation d'atterrissage et de décollage de la part des services de 'S', n'a pas exploité le plan de vol au système. Cette autorisation est parvenue tardivement aux services concernés.
Évènement	04.12.2019	Aérodrome d'El Oued	En approche finale pour le SSS de l'aérodrome d'El Oued, l'équipage de l'aéronef immatriculé KKK décide de faire une remise des gaz. Cet équipage déclare ne pas avoir entendu l'autorisation de l'atterrissage donnée par le contrôleur en poste. Après une deuxième tentative cet équipage a atterri normalement sans incident.
Impact d'oiseaux	18.11.2018	Aérodrome d'Alger	Après investigation auprès des services concernés aucun impact d'oiseaux concernant le vol TTT « Aéronef TT immatriculé AAA » en date du 18 Novembre 2018, n'a été signalé aux services de la Circulation Aérienne de l'aérodrome d'Alger.
Péril animalier	14.12.2018	Aérodrome d'Alger	Lors de son décollage du ZZ de la piste II , l'équipage de l'aéronef immatriculé OOO a fait une accélération - arrêt suite à la présence d'une meute de chiens sur et autour de la piste. Cet équipage a libéré la piste par la voie de circulation « DD » en roulant vers le point d'arrêt « QQ » pour redécoller. Cet équipage a décollé normalement après l'intervention des services concernés.

Impact d'animalier	14.12.2018	Aérodrome d'Oran	Lors de son atterrissage sur le PPP de la piste XXX , l'équipage de l'aéronef immatriculé JJJ signale avoir percuté des oiseaux. L'appareil n'a subi aucun dommage.
Impact d'animalier	25.12.2018	Aérodrome d'Alger	Concernant l'impact d'oiseaux du vol BB survenu sur l'aérodrome d'Alger, j'ai l'honneur de vous informer que cet impact a été signalé par l'équipage sur la fréquence tour après son décollage. Après inspection de la piste, rien n'a été retrouvé par les services concernés.
Événement	04.12.2019	Aérodrome d'El Oued	En approche finale pour le GG de l'aérodrome d'El Oued, l'équipage de l'aéronef immatriculé CCC décide de faire une remise des gaz. Cet équipage déclare ne pas avoir entendu l'autorisation de l'atterrissage donnée par le contrôleur en poste. Après une deuxième tentative cet équipage a atterri normalement sans incident sur le même seuil « QFU 20 ».
ALERFA	21.02.2019	CCR	L'équipage du vol XXXX déclaré avoir une odeur de fumée à bord et demande de se dérouter vers l'aérodrome d'Alger, où il y atterrit à sans incident, mettant ainsi fin au déclenchement de la phase d'alerte.
INCERFA	25.02.2019	CCR	Suite à un problème technique (pression d'huile du moteur N°1 au maximum), l'équipage du vol XXXX décide de faire demi-tour vers l'aérodrome de départ, où il y a atterri, à 21H04'UTC, mettant ainsi fin au déclenchement de la phase d'alerte.
ALERFA	25.03.2019	Nord/Est	Lors de sa montée au niveau de vol DD et suite à un problème hydraulique, l'équipage de l'aéronef immatriculé UUU demande de maintenir le niveau de vol EE et de se dérouter vers l'aérodrome d'Alger. Cet équipage a atterri sur l'aérodrome d'Alger sans incident mettant ainsi fin au déclenchement d'alerte.
DETRESFA	14.04.2019	Sud / Est	Suite à un problème technique (une fumée à bord) survenu à 07H04'UTC, l'équipage de cet aéronef évoluant à la position XX signale le problème et décide de se dérouter (avec une assistance et priorité à l'arrivée) vers l'aérodrome d'El Oued. Il atterrit, mettant ainsi fin au déclenchement de la phase d'alerte.

Infraction	11.12.2018	Aérodrome d'Oran	Le contrôleur en poste a instruit l'équipage de l'aéronef immatriculé JJJJ à atterrir la piste. Cet équipage a atterri sur le LLL de la piste RRR .
Incident	03.12.2018	Secteur Sud/Est	Vers le niveau de vol MMM , l'équipage de l'aéronef immatriculé III signale avoir un problème technique (indicateur moteur N°2) et demande de se dérouter vers l'aérodrome de Hassi Messaoud. Cet équipage a atterri sur l'aérodrome de Hassi Messaoud sans incident.
Incident	14.12.2018	Aérodrome d'Annaba	En finale pour le PPP de la piste OO de l'aérodrome d'Annaba, l'équipage du vol « HH » décide de faire une remise des gaz suite à une approche instable. Après une deuxième tentative cet équipage a atterri normalement sans incident sur le même seuil « NNN ».
Incident	14.12.2018	En route	L'équipage de l'aéronef immatriculé VVV signale avoir un problème technique (radar météo H/S) et demande de se dérouter vers l'aérodrome de Bejaia. Cet équipage a atterri sur l'aérodrome de Bejaia sans incident.

Annexe C
Questionnaire d'un expert

En premier lieu nous allons nous intéresser à l'importance de la sécurité dans le domaine de l'aéronautique et introduire les événements de sécurité impliqués

- Quelle est l'importance de la sécurité aéronautique ?
- Quelles sont les exigences de l'OACI par rapport à la sécurité aéronautique ?
- Quelle est le rôle et l'importance du retour d'expérience dans la sécurité aéronautique ?
- Quelle est l'importance du reporting en termes d'atténuation des événements de sécurité ?
- Est-ce qu'il y'a une nécessité d'instaurer une base de données sur les événements de sécurité, pour catégoriser ces événements ?

Dans cette 2ème partie le but est de fixer les facteurs de l'occurrence des événements de sécurité

Et leur typologie :

Décrivez un événement de sécurité qui vous a marqué dans votre carrière : choisissez un événement qui vous a marqué au cours de votre carrière ou qui vous est arrivé le plus souvent :

- Type de profession : pilote / contrôleur / autre
- Le type et le modèle de l'aéronef :
- La date et l'heure (si vous souvenez) de l'incident ou l'accident :

		oui	non
• Cet événement s'est déroulé dans la phase du :			
Décollage :	X	X	
Atterrissage :	X	X	
Au sol :	X	X	
En vol :	X	X	

- Quelles sont les causes de cet événement ?

Problème sur les pistes de trafic ou le parking		X	X
Météo	X	X	
Problème technique	X	X	
Erreur du pilote	X	X	
Erreur du contrôleur	X	X	
Impact animalier	X	X	

Feu X X

- Connaissez-vous la procédure de déclaration

(reporting) d'un accident/incident? X X

- Si la réponse est « oui » veuillez décrire la procédure
- Quel est l'étendu des dommages ?
- Décrivez brièvement cet évènement, ainsi que son incidence sur la sécurité
- Sur quelle typologie d'évènement classeriez-vous cet évènement :
 - Accident
 - Incident grave
 - Incident majeur
 - Incident significatif
 - Évènement sans effet sur la sécurité
- Sur quelle base classeriez-vous les ES par rapport au type d'évènement
- Quelle est la phase la plus dangereuse d'après vous ?
- Est-ce que l'ajout de la phase « après impact », dans la catégorie d'activité, en terme sécurité, de reporting des événements de sécurité serai utile pour catégoriser plus d'évènement de sécurité ?
- Comment remédier au traitement de ces événements de sécurité ?

Annexe D

Témoignage du questionnaire d'expert par le journal EXPRESS DZ

L'EXPERT INTERNATIONAL EN ENQUÊTES ACCIDENTS D'AVIONS MOHAMED BENAMMOUR À L'EXPRESS :

«Le transport aérien est le moteur du développement économique»

Nous sommes à l'Ecole nationale polytechnique; un endroit où on se retrouve pour s'imprégner de science et de savoir.

Par Fayçal Oukaci

Généralement, nous sommes, quand on se retrouve à cet endroit, hôte de Mohamed Benbraïka, enseignant à Polytechnique, docteur en génie mécanique et chercheur ; cette fois-ci, nous sommes invités pour entendre un exposé de haute facture scientifique concernant l'aviation civile. Profane en la matière, ce que nous entendons est tout à fait nouveau pour nous. Pour les étudiants, directement intéressés par l'exposé, c'est une dernière chance, avant soutenance, pour ficeler leur mémoire.

L'expert Mohamed Benammour est diplômé de France, major de promotion ingénieur en construction aéronautique, ingénieur en aviation civile, le premier étudiant des pays du tiers-monde à accéder à un poste très élevé en aéronautique au siège de l'PACI à Montréal (commission de navigation aérienne). Il présente pratiquement un demi siècle de travail dans des postes de haute sensibilité dans l'aviation civile; expert international en 1968, à Montréal, membre de la Commission permanente de la navigation aérienne (commission où siègent uniquement douze experts). Benammour était en outre P5 "investigator accident", le grade le plus élevé dans l'expertise aéronautique. Rentré en Algérie, il est appelé à prendre la direction de l'ENEMA, un organe qui regroupe les aéroports, l'espace aérien et la météo.

Amine Benmokhtar, enseignant à Polytechnique et expert en gestion des crises, encadreur des deux élèves, Nazim et Rania, chargés de préparer leur mémoire de fin d'études pour le 15 juillet en Maîtrise des Risques Industriels (MRIE), nouvelle spécialité créée à Polytechnique, a innové en livrant une expertise de valeur internationale à ses étudiants via le conférencier. Le binôme s'est méticuleusement appliqué à consigner les observations, remarques et informations livrées par l'expert, tout en développant ses propres avancées sur le sujet.

DISCIPLINE, RIGUEUR ET FORMATION, TROIS ATOUTS ESSENTIELS

Benammour commence par expliquer qu'en son temps, la discipline, la rigueur et la formation étaient la marque de fabrique d'une Algérie émergente; preuve en est, le nombre d'incidents annuels qui était très minime, insignifiant même, au point que l'Algérie se voit disputer la médaille de la Méditerranée: "Mieux que l'Espagne et mieux que l'Italie", renchérit Benammour; "et peut-être même mieux que la France par le nombre d'incidents annuels, car on avait un très bon niveau". Ce qui n'est plus le cas aujourd'hui, de toute évidence: « D'après mes informations, le système de navigation actuel est loin de ce qu'il était auparavant; il est vrai que la densité des vols a changé; mais il y avait une grande rigueur à l'époque. Aujourd'hui, ce n'est plus le cas; il y a beaucoup de choses qui s'y passent, on va le dire comme cela, pour ne pas avoir à le dire autrement ». Prenant appui sur une question posée



par le Dr Amine Benmokhtar, encadreur du binôme d'étudiants présents, concernant le crash de l'avion de Tam, Benammour explique longuement comment le facteur humain peut être à la source de défaillances graves, voire périlleuses.

« En tant qu'expert en investigation, car j'étais P5 "enquêteur accident", le grade le plus élevé dans l'expertise aéronautique, je peux vous dire que j'ai eu le dossier complet des faits et circonstances de l'accident, dossier dont j'ai eu connaissance par le biais de chef de bureau enquêtes-accidents de Paris, qui a dirigé l'enquête. Je peux vous dire de ce fait, m'appuyant sur des données réelles que cet accident était dû à un facteur humain ».

LE FACTEUR HUMAIN DANS LA SÉCURITÉ AÉRONAUTIQUE

« Il y a eu une mauvaise coordination entre le personnel de bord, et qui aurait pu être réglé auparavant; mais il n'y a pas eu de briefing de roulage; puis il y a eu un problème de maintenance, car le premier moteur, celui de gauche a lâché. On a retrouvé des morceaux sur la piste. Normalement, le problème est gérable, car l'avion peut continuer son vol avec un seul moteur, au moins pour atterrir. Mais tout de suite, le second moteur est déclaré défaillant. Là ce n'est plus possible de continuer, car l'avion n'avait plus suffisamment de performance pour monter au décollage. Aussi, je peux dire sans risque de me tromper que l'accident était dû à une panne au décollage des deux moteurs. Les deux moteurs en panne ne permettent pas de poursuivre normalement la montée au décollage et l'avion s'est crashé à environ un kilomètre en bout de piste. Donc, cet accident aurait pu être évité si on avait pris les dispositions à temps ».

« Il y avait manifestement problème de non comptabilité et de coordination entre pilote et copilote, problème de maintenance, non respect de la procédu-

re de briefing avant le vol, etc." Le retour d'expérience, qui n'est pas bien fait en Algérie, la rétention de l'information, etc. ont été les autres points développés par le conférencier. Preuve en est, la rupture du contrat, avant 2000, avec Sabena, pour des problèmes dans les parties dites "chaudes", le moteur présentant des injecteurs non conformes. "Mais ne voilà-t-il pas qu'en 2001, j'apprends que les moteurs sont révisés chez Sabena Technique !"

REPORTING ET RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le « reporting » a été aussi un des points de fixation de Benammour. Tout d'abord, explique le conférencier, tout événement grave donne lieu à un compte-rendu, transmis à la hiérarchie. La synthèse de ces comptes-rendus est transmise périodiquement à la direction de l'aviation civile. "C'est ce que nous faisons à l'époque : tous les incidents, les retards, les anomalies, les défaillances techniques, etc. sont signalés. De ce fait, on se réunissait avec les exploitants, on demandait des explications et on analysait ces anomalies et on tirait des enseignements. C'est ainsi que sont éteintes ces anomalies. Cela s'appelle "réunion d'exploitation". Pourquoi aujourd'hui cela ne se fait plus ?"

Ce reporting, dit Benammour, est tellement important que les Américains ont développé aujourd'hui un "système de reporting anonyme", appelé "anonymous reporting safety system". "Ce système donne la possibilité à chacun, quand il constate quelque chose d'anormal, de faire un compte-rendu et de le signaler. Ce compte-rendu va dans un boîte, avec son nom, prénom, fonction, etc". Dans cette boîte, les identifiants, c'est-à-dire tous les indicateurs qui permettent d'identifier la personne, sont soigneusement enlevés et cachés pour ne laisser que les anomalies signalées par n'importe quel travailleur de l'entre-

prise. Et tenez-vous bien : " Les Américains disent que 80% de nos progrès proviennent de ce "reporting anonyme". Extraordinaire, non ?

Benammour fait remarquer qu'aujourd'hui, le transport aérien est "le moteur du développement économique"; et "vous ne pouvez pas vous passer du transport aérien".

A une question concernant l'importance du "retour d'expérience" sur la sécurité aéronautique, Benammour répond: « Il est fondamental! Qu'est-ce que le retour d'expérience ? C'est s'enrichir de ses échecs. Quand j'ai un accident, ou un incident quelque part, cet accident est analysé, et on en tire des enseignements. C'est cela le retour d'expérience. Comment? Je modifie les procédures d'exploitation, je revise le programme de formation, je modifie le matériel, s'il y a lieu de le faire; la construction aéronautique est le seul domaine où il y a une liaison permanente, constance entre les exploitants et le fabricant. On informe le constructeur de tout ce qui se passe, et il prend note; parfois il émet des AD (airworthiness directive), des consignes de navigabilité, apportant en permanence des modifications, pour modifier l'avion, les procédures, etc.; il y a aussi les modifications mineures, qui ne sont pas avallées par l'administration, on appelle cela des "services bulletin", des services internes. Voilà comment fonctionne donc le retour d'expérience.

« Et puis, dit Benammour, il y a un retour d'expérience au niveau mondial, parce qu'on doit envoyer un exemplaire du rapport d'accident à l'OACI, et celle-ci diffuse des recueils d'accidents; on alimente aussi la banque de données, qu'on peut moyennant abonnement, consulter. « Ce qui fait que, sur la base de ce retour d'expérience, il n'y a pas dans le monde deux accidents qui se ressemblent. C'est vous dire combien ce retour d'expérience fonctionne de manière très efficace. »

F. O.