

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université Saad Dahleb De Blida -1-

Institut D'aéronautique Et Des Etudes Spéciales
Département : Navigation Aériennes

Mémoire
De Fin D'études

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

THEME :

ELABORATION D'UNE PROCEDURE
PANNE MOTEUR AU DECOLLAGE AVEC VIRAGE POUR
L'EVITEMENT DES OBSTACLES

Etude de Cas :

AERODROME DE BEJAIA

Option : Opérations Aériennes.

Réalisé Par :

CHOUALI LYDIA

Promoteur :

DR.M.LAGHA

Encadreur :

Mr. F.BOUAMRANI

Blida, Juin 2015

Résumé

La procédure panne moteur au décollage avec virage peut présenter dans la majorité des cas un avantage opérationnel et contribuera à l'optimisation des performances au décollage par l'évitement des obstacles.

Les compagnies aériennes devront établir des études de sécurité a fin d'évaluer l'impact des risques notamment la panne moteur sur la sécurité aéronautique ,et élaborer une procédure panne moteur au décollage avec virage qui a pour but d'augmenter le niveau de la sécurité et l'amélioration les performances au décollage.

Mots Clés : La procédure panne moteur, décollage, sécurité, performances au décollage.

Abstract

The Engine Out Departure Procedure with turn can present, in the majority of cases ,an operational advantage and contribute to optimizing takeoff performance by avoiding barriers.

Airlines will have to establish safety studies in order to evaluate the impact of Risks especially engine failure on aeronautical safety and develop an Engine Out Departure Procedure that aims is to increase the level of safety and optimize Takeoff performances.

Key Words: Engine Out Departure Procedure , takeoff, safety, Takeoff performances.

ملخص

إجراء إقلاع مع عطل في محرك بانعطاف يمكن أن يكون له فوائد في غالب الأحيان و أن يساهم في تحسين فعاليات الإقلاع و ذلك باجتنااب الحواجز.

ينبغي على شركات الطيران القيام بدراسات حول السلامة الجويق لتقييم مخاطر عطل في محرك و خاصة بأعطال المحركات في مراحل الإقلاع والتي تهدف إلى رفع مستوى الأمن إنشاء إجراءات وتحسين فعاليات الإقلاع.

الكلمات الدالة: إجراء إقلاع مع عطل محرك, الإقلاع, السلامة الجوية, فعاليات الإقلاع.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le dieu qui m'a donné la patience et le courage pour pouvoir accomplir ce modeste travail.

J'exprime toute ma reconnaissance et gratitude à tout le personnel de Tassili Airlines, pour leur accueil chaleureux, leur soutien, et leur gentillesse.

*Je tiens dans un premier temps à exprimer ma profonde et sincère gratitude Envers Monsieur **Mohand.LAGHA** mon promoteur et enseignant à l'université de Blida, pour ses encouragements, ses conseils, son assistance, ainsi que son aide précieuse, qui m'ont guidés tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Je remercie également Monsieur **Farid .Bouamrani** , chef département études opérations aériennes ,d'avoir proposé , dirigé et suivi ce travail ainsi pour son aide et sa qualité d'encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire .*

*Je tiens aussi à remercier l'Assistant de Directeur de la Sécurité Aérienne de l'aéroport de Bejaia Monsieur **Abd El Rezak,SABRI** de m'avoir accueilli et pour toute les informations qu'il m'a fournies.*

Je tiens à remercier également tout le corps des enseignants de l'institut de l'aéronautique et de l'aérospatiale de Blida.

J'exprime mes remerciements aux membres du jury de m'avoir honoré en acceptant de juger mon travail .

Enfin, que tous ceux ou celles que j'ai involontairement oublié et qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en guise de reconnaissance et de respect :

A Mes Chers Parents,

tout d'abord à ma mère pour son encouragement et son soutien moral, à mon père qui m'a toujours guidé pendant toute ma carrière. Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A Ma Chère Sœur Sabrina , Mon Très Cher Frère Tarik Et Son Epouse Amira,

Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de Bonheur, de santé et de réussite.

A La Famille Chouali Et Kaat ,

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

A Tous Mes Amis ,

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Ames Professeurs,

Pour leurs efforts et aides afin de m'assurer une formation convenable et cohérente.

Une spéciale dédicace à mon encadreur Mr Bouamrani Farid,

Et a toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Lydia Chouali

TABLE DES MATIERES

RESUMES

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET GRAPHIQUES

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I-Présentation de la compagnie et de sa flotte

Introduction	15
I .1. Présentation de l'organisme d'accueil.....	15
I.1.1. Présentation de la compagnie Tassili Airlines.....	15
I.1.2. Historique de la compagnie.....	15
I.1.3. Missions de Tassili Airlines.....	16
I.1.4. Structure de l'organisation.....	17
I.1.5. Politique de Tassili Airlines.....	20
I.1.6- Infrastructure.....	21
I.1.7. Ressources humaines.....	22
I.1.8.Stratégie.....	22
I .1.9.Les services de Tassili Airlines.....	23
I.1.10 . La flotte de la compagnie.....	24
I.2. Description de l'appareil Boeing 737-800.....	24
I.2.1.Description générale.....	25
I.2.2.Limitation de température.....	28
I.2.3.Altitudes maximale de vol	28
Conclusion	28

Chapitre II - Définitions et exigences réglementaires

Introduction	29
II . 1.Masses.....	29
II . 1 .1 Masses structurelles	29
II .1. 2.Masses non structurales.....	30
II . 2.Charge offerte et limitation utile.....	31

Π . 3 .vitesse associées au décollage	32
Π . 4 . Distances associés au décollage	34
Π.4.1.Distance De Roulement Au Décollage.....	34
Π.4.2.Distance de décollage	34
Π.4.3.Distance d'accélération-arrêt.....	35
Π .5. Trajectoires réglementaires de décollage.....	36
Π.5.1.Trajectoire de décollage	36
Π.5.2.Trajectoire d'envol.....	37
Π.5.3-Performances exigées.....	37
Π.5.4.Paramètres opérationnels à prendre en compte pour la détermination des performances de décollage.....	38
Π . 6. Troué d'envol	38
Π.6.1.Définition de la Troué d'envol.....	38
Π.6.2.Marge de franchissement des obstacles	39
Π . 7. Conception des procédures.....	40
Π.7.1.procédure de départ.....	40
Π .7.2. Départ normalisée aux instruments	41
Π .7.3.procédures panne moteurs au décollage EOSID.....	44
Π . 7.4.Facteurs relatifs à la conception des EOSID.....	45
Π .7.5. Tolérances de vol.....	46
Π .7.6.Méthodes de conception d'une EOSID	48
Conclusion.....	54

Chapitre III - Gestion de la sécurité et l'analyse du risque

Introduction.....	55
III.1.Rappel sur le système de gestion de la sécurité.....	55
III.1.1. concept de la sécurité.....	55
III.1.2. Le concept des causes de l'accident.....	56
III.1.3.La gestion de la sécurité.....	56
III .1.4 .Les stratégies pour la gestion de la sécurité.....	57
III.1.5. Introduction au Système De La Gestion De Sécurité.....	59
III .2 . Méthodes d'analyse de La gestion de risque.....	60
III .2 .1 .introduction à la gestion des risques	60

III.2 . 2 Élaboration de la matrice du risque.....	64
III.3.Processus d'atténuation des risques.....	68
Conclusion.....	68

Chapitre IV - Etude de cas : Aéroport de Bejaia

Introduction.....	69
IV.1. présentation de l'aéroport de Bejaia.....	69
IV.1.1.Description de l'aéroport	69
IV.1.2.Analyse du trafic aérien.....	71
IV.2. Analyse du risque	76
IV.2.1.Description des risques	76
IV .2.2 .Analyse des dangers et Matrice des risques.....	79
IV .2.3.Atténuation des risques	80
IV .3.Conception Des Procédure.....	80
IV .3.1. la conception de la procédure de décollage avec panne moteur	80
1/ les étapes d'analyse et de conception d'une EOSID.....	81
2/hypothèses de calcul.	81
3/Performances avion.....	81
4/ construction de la procédure EOSID.....	83
IV .3.2.conception de la procédure de décollage avec virage.....	88
1/méthode de conception.....	88
2/ la construction de la procédure.....	88
IV .4.Validation des résultats	89
IV .4.1.présentation de BPS.....	89
IV .4.2.présentation de BCOP.....	91
IV .4.3.Exécution des données et analyse des Résultats.....	92
1/analyse des performances avion (Résultats BPS).....	92
2/analyse de la trajectoire de décollage (Résultat BCOP).....	94
Conclusion.....	100

CONCLUSION GENERALE

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

A

ADD Carburant Additional
AFM Airplane Flight Manual
AIP Aeronautical Information Publication
ALARP As Low As Reasonably Practicable

ASD Accelerate-Stop Distance

ASDA Accelerate-Stop Distance Available.

ATC Air Traffic Control

B

B737-800 Boeing 737-800

BCOP Boeing Climb out Program

BPS Boeing Performances Software

C

C/O la charge offerte

CT la charge transporté

D

d délestage

DAA Distance d'accélération-arrêt

DD Distance de décollage :

DER Departure end of the runway

DOW Dry Operating weight

DRD Distance De Roulement Au Décollage

E

EASA European Aviation Safety Agency

EOSID Engine Out SID

EU Evènements Ultimes

F

FAR Federal Aviation Regulation

FL Flight Level.

FSB Flight Safety Bureau

Ft Feet

H

HSE Hygiène ,Santé, Sécurité et Environnement.

I

IATA International Air Transport Association

IFR Instrument Flight Rules

VFR Visual Flight Rules

IOSA IATA Operational Safety Audit

ISA International Standard Atmosphere

J

JAR -OPS Joint Aviation Requirement(s)- Operations

K

Kt knots

L

L/U Limitation utile

M

MFO Marge minimale de franchissement d'obstacles

MMSA Masse Maximale de Structure A L'atterrissage

MMSC Masse Maximale de Structure Sans Carburant

MMSD Masse Maximale De Structure Au Décollage

MMSR Masse maximale de Structure Au Roulage

MSLM Maximum Structural Landing Mass

MSTOM Maximum Structural Take Off Mass

N

NM Nautical Mile

NVS Noise and Vibration Suppression

O

OACI Organisation de l'Aviation civil Internationale

OAT Outside Air Temperature.

OHSAS Occupational Health Safety Assessment Series.

P

PDG Pente De Calcule De La Procédure

Q

Q_{LF} Quantité de carburant au lâcher des freins

QMS Système de Gestion Qualité

QNH Q National Height

R

RD réserve de dégagement.

RF réserve Finale .

RLM Regulated Landing Mass

RR Réserve De Route.

RTOM Regulated Takeoff-Mass

S

S.I.E Sureté interne Entreprise

S/D Sous-direction.

SGS Système de Gestion de la Sécurité

SID	Standard instrument departure
SMS	Safety Management System
SUPP	carburant supplémentaire
T	
TAL	Tassili Airlines
TAWS	Terrain Awareness Warning System
TODA	Take off Distance Available.
TOR	Take Off Run
TORA	Take off Run Available.
TORA	Longueur Utilisable Pour Le Roulement Au Décollage .
TP	Turning Point
TWR	Tower
V	
VIP	Very Important People
VMO	vitesse maxi opérationnelle.

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Organigramme de la direction générale.....	18
Figure I.2 : Organigramme de la direction d'exploitation.....	19
Figure I.3 : les dimensions du B737-800.....	25
Figure I.4 : Limitation de température.....	28
Figure II.1 :Distance De Roulement Au Décollage.....	34
Figure II.2 : longueur utilisable pour le roulement au décollage.....	34
Figure II.3 : Distance du Décollage.....	35
Figure II.4 : Distance d'accélération arrêt.....	35
Figure II.5 : piste classique.....	35
Figure II.6 :piste non classique.....	36
Figure II.7 : la trajectoire de décollage.....	36
Figure II.8 : marge de franchissement des obstacles.....	39
Figure II.9 : Pente de calcul de la procédure (PDG).....	41
Figure II.10 : procédure panne moteur	45
FigureII.11 : la zone de prise en compte des obstacles.....	48
Figure II.12 : Zone de prise en compte des obstacles pour un départ direct.....	49
FigureII.13 : Zone de prise en compte des obstacles pour un départ avec virage	51
FigureIII.1 : Modèle d'enchaînement causale menant à un accident.....	56
FigureIII.2 :Espace de sécurité.....	57
Figure III.3 . Les trois stratégies de gestion.....	58
Figure III 4 :Processus d'atténuation des risques.....	68
Figure IV .1 : les étapes de la construction d'une procédure au décollage avec et sans panne moteur pour la piste26.....	85
Figure IV .2 : les étapes de la construction d'une procédure au décollage en virage pour la piste 26.....	88
Figure IV .3 : Détermination des performances avion par le BPS.....	90
Figure IV.4 : Analyse des procédures de décollage avec et sans panne moteur avec Google Earth.....	100

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : la flotte de Tassili Airlines	24
Tableau I.2 : les masses limitatives du B737-800.....	25
Tableau I.3 : les dimensions du B737-800.....	26
Tableau 1.4 : les Performances du B737-800.....	26
Tableau 1.5 : la Motorisation B737-800	27
Tableau 1.6 : les spécificités du B737-800	27
Tableau II.1 : calcule de la charge offerte	32
Tableau II.2 :Pente brute minimale exigée pour chaque.....	37
Tableau II.3 : pénalisation exigée.....	39
Tableau II.4 : Évasement OACI.....	52
Tableau III.1 : Probabilité de l'événement.....	65
Tableau III .2 : Sévérité de l'événement.....	65
Tableau III .3 : Matrice de L'OACI.....	66
Tableau III .4 :Acceptabilité du risque.....	67
Tableau IV.1 : Caractéristiques physique des pistes.....	70
Tableau IV.2 : Distances déclarées.....	70
Tableau IV.3 : Evolution des mouvements d'aéronefs de l'année 2003 à 2013.....	71
Tableau IV.4 : Evolution du trafic passagers de l'année 2003 à 2013.....	73
Tableau IV.5 : liste des obstacles publiés sur l'AIP.....	76
Tableau IV.6 :liste des obstacles publiés sur la base de donnée BPS.....	77
Tableau IV.7 :Anomalies d'exploitation pour l'année 2013.....	78
Tableau IV.8 .Evaluation des risques	79
Tableau IV .9 : Etude de limitations poussée maxi décollage 27 K.....	82
Tableau IV .10 : Etude de limitations poussée réduite 26 K.....	82
Tableau IV .11 : Etude de limitations poussée réduite 24 K.....	83
Tableau IV .12 : Résultat d'ajustement des obstacles en hauteur et en distance.....	88
Tableau IV .13 : étude comparatives du décollage directe et avec virage pour la poussée maxi décollage 27K.....	93
Tableau IV .14 : étude comparative du décollage directe et avec virage pour la poussée réduite 26 K : Derate 01	93
Tableau IV .15 : étude comparative du décollage directe et avec virage pour la poussée réduite 24 K : Derate 02	93

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphe IV.1 : présentation graphique de l' évolution des mouvements d'aéronefs de l'année 2003 à 2013.....	72
Graphe .IV .2 : présentation graphique de l' évolution du trafic passagers de l'année 2003 à 2013.....	73
Graphe . IV .3 : présentation graphique des mouvements commerciaux nationaux et internationaux pour l'année 2014	74
Graphe. IV .4: présentation graphique des mouvements non commerciaux nationaux et internationaux pour l'année 2014	75
Graphe IV .5: Anomalies d'exploitation pour l'année 2013.....	78
Graphe. IV .6: le décrétement gradient pour B737-800.....	87
Graphe IV.7: Analyse vertical de la trajectoire de vol avec tous moteurs en marche par le BCOP.....	95
Graphe IV.8 : Analyse horizontale de la trajectoire de vol avec tous moteurs en marche par le BCOP.....	96
Graphe IV.9. Analyse vertical de la trajectoire de vol avec panne moteur par le BCOP.....	98
Graphe IV.10. Analyse Horizontale I de la trajectoire de vol avec panne moteur par le BCOP.....	99

Les statistiques des accidents et incidents aériennes montrent que plus de 70% de cas se produisent dans les phases de décollages et d'atterrissages .ces deux dernière regroupent un plus Grand nombre de danger et nécessitent une attention particulière des équipages pour prendre une décision immédiate et précise en cas d'anomalies .

Le Décollage est considéré une phase critique du vol , son principale risque est Les pannes moteurs qui constituent un sérieux problème pour les compagnies aériennes ainsi pour le gestionnaire aéroportuaire ,nécessitant une mesure d'atténuation . pour cela, les compagnies aériennes concentreraient ses efforts sur la formation de ses équipages pour ce type de situation et sur le développement des procédures spéciales. Quant aux gestionnaires aéroportuaire, des études de sécurité doivent être établies dans le cadre du manuel de sécurité aéroportuaire à fin d'assurer un niveau minimal acceptable de sécurité.

L'objectif de ce projet de recherche est d'établir une méthodologie d'étude de risque au décollage avec l'élaboration d'une procédure panne moteur en virage pour l'évitement des obstacles comme mesure d'atténuation , toute en exploitant la possibilité d'utiliser cette procédure comme procédure du décollage en virage a fin d'optimiser les performances, sur la base des normes et documents d'orientation OACI à fin d'assurer la sécurité des vols et d'optimiser les performances au décollage, donc sur la masse maximale opérationnelle et la charge offerte.

Pour se faire , On a prie l'aéroport de Bejaia comme étude de cas , qui présente un cas idéal avec la topographie du site difficile et caractéristiques limitatifs de sa piste , appliquée sur l'avion critique Boeing 737-800 de la compagnie aérienne Tassili Airlines.

L'organisation de ce projet sera comme suit :

- Le premier chapitre est un chapitre introductif présentant: l'organisme d'accueil « la compagnie Tassili Airlines » et l'avion Boeing 737-800 concernée par ce projet ;

- Le deuxième chapitre sera consacré à un rappel sur les performances avions et sur les normes et les exigences réglementaires liées aux procédures panne moteur au décollage ;

- Le troisième chapitre sera dédié à la Gestion de la sécurité et les méthodes d'analyse du risque ;

- Le dernier chapitre sera réservé pour l'étude de cas et la validation des résultats.

Introduction

Dans ce chapitre, On décrit le contexte général. Pour se faire, on va commencer par une présentation, dans la première partie, de l'organisme d'accueil, ses différentes missions, ses services ainsi sa flotte. et puis La deuxième partie sera dédiée à une description détaillée de l'appareil Boeing 737-800 concernée par ce projet tout en se référant au manuel d'exploitation de la compagnie.

I .1. présentation de l'organisme d'accueil

I.1.1. Présentation de la compagnie Tassili Airlines :

Tassili Airlines est une compagnie aérienne algérienne filiale de la compagnie pétrolière Sonatrach, son code OACI **DTH** et son code IATA **SF**. Elle assure des vols réguliers domestiques et le transport des ouvriers vers les gisements de pétrole et de gaz du Sahara algérien. Son hub principal est l'aéroport d'Alger. Depuis octobre 2011, Tassili Airlines propose une offre voyageurs pour le grand public. [1]

I.1.2. Historique de la compagnie :

Tassili Airlines a été créée le 30 mars 1998, à l'origine il s'agissait d'une alliance entre le groupe pétrolier algérien Sonatrach (51% du capital social) et la compagnie aérienne Air Algérie (49% du capital social).

Sa mission principale était de réaliser des services aériens pour le compte de sociétés pétrolières et parapétrolières en Algérie.

En avril 2005, le groupe Sonatrach a racheté les parts que détenait Air Algérie pour en faire une filiale à part entière, pour arriver à la création d'une société de transport aérien pour la prise en charge de la relève pétrolière et parapétrolière dans les meilleures conditions de sécurité, ponctualité, qualité, flexibilité et confort.

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

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

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

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

Pour les Pouvoirs Publics Souhaitent de voir Tassili Airlines contribuer au développement du transport régulier national et du travail aérien.[1]

I.1.3. Missions de Tassili Airlines :

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

- Vols Charters pour la Sonatrach et ses filiales (groupements et associations) ;
- Mises à dispositions permanente (hélicoptères, Beechcraft, Cessna et Pilatus) ;
- Réalisation des vols réguliers ;
- Réalisation des Vols à la demande (taxi aérien, vols VIP) ;
- navette entre Alger et Hassi Messaoud et Alger In Amenas ;
- Affrètement d'avions ;
- Entretien technique des avions ;
- Formation du personnel technique aéronautique ;
- Activité connexe (Catering, assistance au sol, représentation,...)

- Toutes autres opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à son objet social [1]

I.1.4. Structure de l'organisation :

La compagnie aérienne Tassili Airlines englobe sept (07) départements généraux qui sont :

- **Sous-Direction Qualité ;**
- **Flight Safety Bureau ;**
- **Sureté Aéronautique ;**
- **Cellule Audit ;**
- **Télécommunication et Système Informatique ;**
- **HSE (Hygiène, Santé, Sécurité et Environnement) ;**
- **Communication et Relations Extérieures.**

Ainsi que les six (06) directions et trois (03) délégations qui sont :

- **Direction Commerciale ;**
- **Direction de l'exploitation ;**
- **Direction Technique ;**
- **Direction Ressources Humaines et Moyens ;**
- **Direction Financières ;**
- **Direction d'études, planification et stratégie ;**
- **Délégation Est ;**
- **Délégation Oust et**
- **Délégation Sud.**

Le tout étant sous la direction du Président Directeur Général. [2]

a) organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne Tassili Airlines :

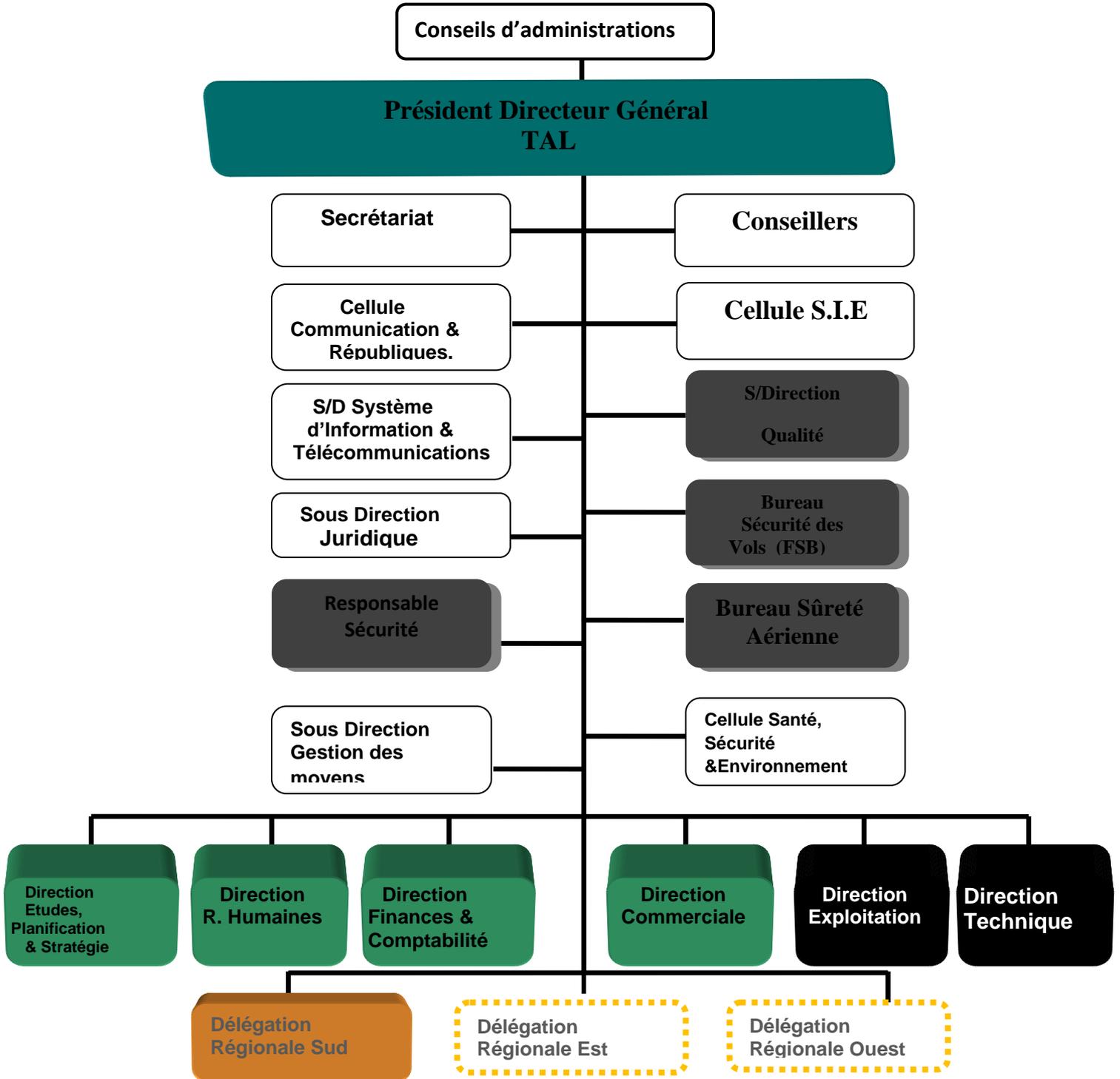


Figure I.1 : Organigramme de la direction générale.

b) Organigramme général de la direction d'exploitation :

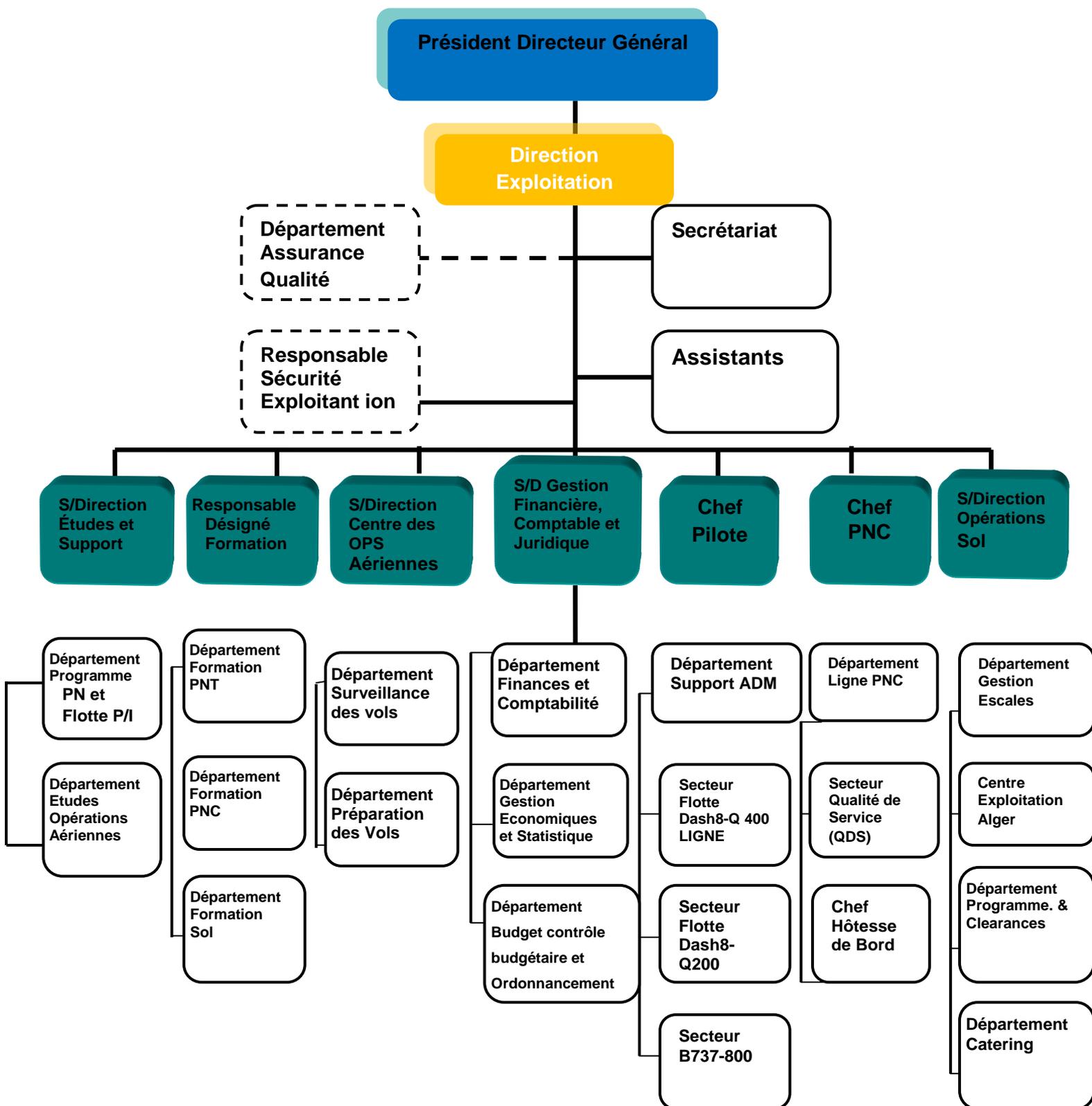


Figure I.2 : Organigramme de la direction d'exploitation

I.1.5. Politique de Tassili Airlines : [3]

Une politique articulée autour de 5 engagements fondamentaux :

- ➔ **Sécurité des vols** : La mise en œuvre d'un Système de Gestion de la Sécurité (SGS) comme prescrit par l'OACI.
 - ✓ Création de la structure chargée du suivi, de l'analyse et de la sécurité des vols (Flight Safety Bureau/ FSB).
 - ✓ Mise en place d'un Comité de Sécurité des vols pour l'identification des dangers et la gestion des risques.
 - ✓ Mise en place d'une Cellule de Traitement des Incidents et prise en considération du retour d'expérience (recommandations).
 - ✓ Mise en place d'un Plan d'Urgence qui décrit et précise les tâches, responsabilités et actions à entreprendre face aux conséquences d'un accident.

- ➔ **Sûreté aérienne** : Le programme de sûreté aérienne est compris dans l'annexe 17 de l'OACI et concerne la protection des personnes et des biens contre tout acte d'intervention illicite par la création de la structure chargée de la Sûreté Aérienne et l'élaboration du programme de sûreté de la compagnie.

- ➔ **Qualité** : La qualité est assurée par l'implémentation du Système de Gestion Qualité (QMS) exigé par la réglementation nationale et internationale s'observant par le programme d'Audit Qualité 2011 approuvé et en cours d'exécution en sensibilisant le personnel de Tassili Airlines en matière de Qualité et de Facteur Humain et par la Surveillance Permanente de l'application des procédures réglementaires ainsi que le principe d'Amélioration continue.

- ➔ **Hygiène, santé, sécurité et environnement (HSE)** :

La mise en place de la politique du groupe Sonatrach dans les secteurs d'hygiène, santé, sécurité et environnement avec la Maitrise des risques professionnels en entreprise et la Coordination des travaux en vue de l'obtention des certifications ISO 14001 et OHSAS 18001.

→ IOSA

Tassili Airlines s'est inscrite volontairement dans le programme IOSA « **IATA Operational Safety Audit** » en vue de rehausser le niveau de sécurité de ses activités. Un programme d'audit continu est effectué, dont le dernier a été au mois de Mai 2014.

→ **L'implication collective garante de l'efficacité maximale :**

(Sensibilisation et harmonisation des process).

I.1.6. Infrastructure :

Conformément à la réglementation en matière d'infrastructure, qu'une compagnie aérienne est sensée occuper et suite aux différents audits dont a fait l'objet Tassili Airlines ; aussi bien de la part de la direction de l'aviation civile algérienne, que de celle de l'IATA et des clients potentiels, il avait été décidé de mettre en œuvre le projet de construction des centres, de maintenance et d'exploitation au sein de l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene ». Ces derniers permettront à notre personnel de pouvoir travailler dans des conditions plus appropriées et en adéquation avec les standards internationaux; car ces deux bâtiments, de part leurs conceptions, répondent aux normes internationales en matière de sécurité, de confort et d'espace vital.

✘ **Centre de maintenance :**

Le centre de maintenance est un hangar homologué de 75x65 m², dont 1800 m² de locaux. Au rez-de-chaussée : ateliers, magasins, bureau de control et de supervision ; au premier étage : des salles de réunions, de formation de documentation et bibliothèque technique. L'autre partie du hangar peut recevoir les aéronefs pour traitement de maintenance.

✘ **Centre d'exploitation :**

Le centre d'exploitation est le centre névralgique des opérations aériennes, plusieurs Sous directions, départements et services s'y côtoient afin de prendre en

charge le lancement des vols, leur suivi en temps réel, la programmation des équipages, des aéronefs, les qualifications, la formation, les contrôles du personnel navigant.

Il y existe aussi des salles de repos pour les équipages et des salles de briefing-débriefing.

La nouvelle superficie dont dispose la direction exploitation est de 3000 m². Sa construction en structure légère et les espaces qu'elle offre répondent tout à fait aux critères établis en matière de bâtiments administratifs pour l'activité aérienne. Le mur rideau et les vitres à double parois assurent une excellente qualité en matière d'isolation acoustique et thermique.

I.1.7. Ressources humaines :

En termes de recrutement, la compagnie a développé des plans annuels de recrutement et de formation pour les métiers de base (maintenance, exploitation et commercial) ainsi que les outils modernes de GRH (Gestion des Ressources Humaines).

La formation du personnel navigant et de maintenance comprend la mise en valeur du potentiel humain par l'amélioration constante de ses performances techniques et des actions de perfectionnement.

I.1.8- Stratégie :

Tassili Airlines a concentré ses efforts sur la poursuite de son développement dans tous les domaines et en particulier :

- ✓ La modernisation de son organisation.
- ✓ La mise en conformité des pratiques et des procédures.
- ✓ Le renforcement de tous ses moyens matériels et humains.

Sur le plan de l'activité commerciale, un programme de développement ciblant aussi bien le marché pétrolier que celui du grand public est envisagé en vue d'augmenter les parts de marché de Tassili Airlines tout en intensifiant l'exploitation des segments de marché existants.

I.1.9. Les services de Tassili Airlines :

→ Vols charters pétrolier :

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

→ Vols à la demande :

La compagnie met à la disposition de toutes institutions demandeuses, un service location d'avion ou d'hélicoptère suivant plusieurs formules : un vol, une série de vols, évacuation sanitaire.

→ Travail aérien :

Une multitude de services aériens :

- ✓ Balayage laser par hélicoptère ;
- ✓ Prises de vues aériennes sue Cessna ou Pilatus ;
- ✓ Thermographie ;
- ✓ Surveillance des lignes à Haute Tension et Très Haute Tension sur un réseau de 27000 km ;
- ✓ Surveillance de pipelines sur un réseau de 16 000 km extensible à 21 000 km ;
- ✓ Traitement phytosanitaire fertilisation ensemencement prospection et lutte anti acridienne lutte contre incendies de forêts en collaboration avec la protection civile algérienne.

Pour les services aériens particuliers comme la surveillance des ouvrages industriels, les relevés topographiques, la photographie, la lutte contre les incendies de forêts, les évacuations sanitaires et autres, Tassili Airlines dispose des aéronefs adaptés à tous besoins.

I.1.10 . La flotte de la compagnie :

Tassili Airlines possède aujourd'hui, une flotte d'aéronefs de divers types satisfaisant à la demande du marché aérien en Algérie.

Cette flotte est en cours de modernisation et d'extension composée actuellement de 31 aéronefs. Les avions les plus récents reçus en 2011, sont des Boeing 737 - 800 NG.

→ Les types d'avion de la flotte de Tassili Airlines:

Tableau I.1 : la flotte de Tassili Airlines .[1]

Aéronefs	Nombre de Passagers à Embarquer
03 BEEHCRAFT 1900D	18
04 CESSNA 208 G/C	09
05 PILATUS PC6	07
05 BELL 206 L3 (Hélicoptère).	05
02 BELL 206 L4 (Hélicoptère)	05
04 DASH 8-Q200	37
04 DASH 8-Q400	74
04 BOEING 737-800 NG	155

I.2. Description de l'appareil Boeing 737-800

Le Boeing 737-800, qui est une version étirée du B737-700, est un avion de ligne biréacteur, court à moyen-courrier, construit par la société Boeing commercial air plane company (USA). Il effectua son premier vol le 9 Avril 1967.

Pour le bon choix de l'appareil, il faut prendre en considération à plusieurs paramètres :

- Performances de l'avion ;
- La consommation du carburant ;
- Le réseau (court, moyen ou long courrier) ;

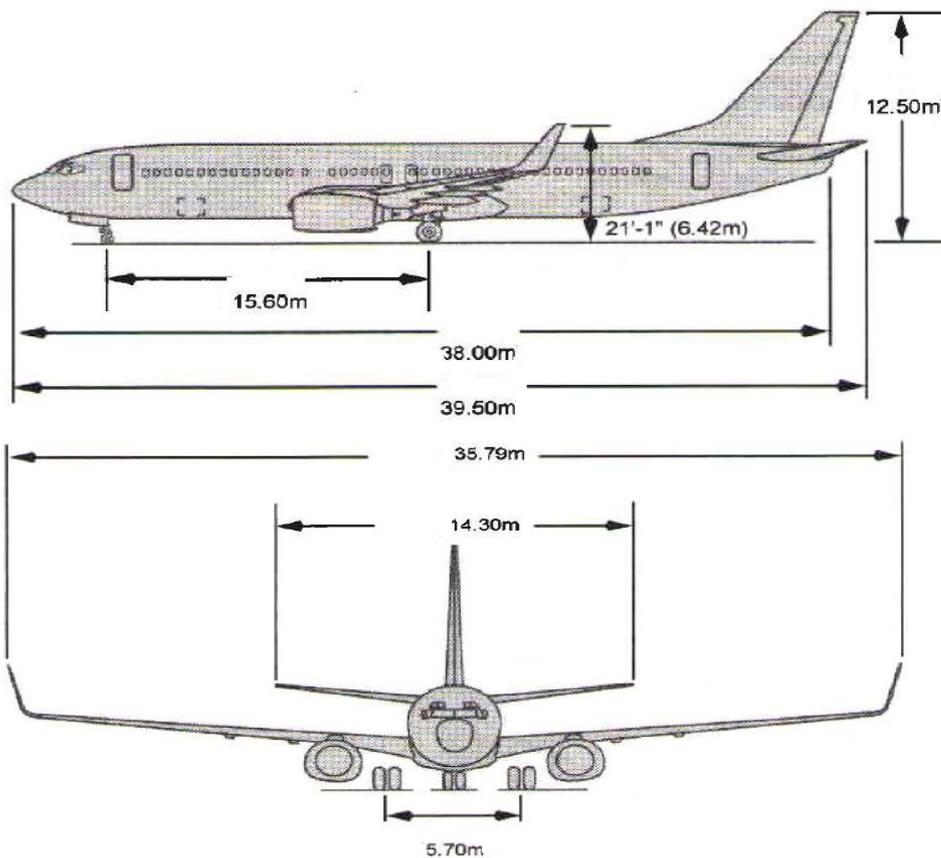
→ La demande (nombre de passagers).

I.2.1.Description générale :[5]

a) Les dimensions :

Tableau 1.2 : les dimensions du B737-800

Les dimensions	
Envergure	35.79 m
Hauteur	12.50 m
Longueur totale	39.50 m
Longueur du fuselage	38.00m
Empattement	05.70 m
Aire alaire	125 m ²



FigureI. 3 :les dimensions du B737-800

b) Les masses limitatives

Tableau 1.3 : les masses limitatives du B737-800

Les masses limitatives du B737-800	
Masse maximale au décollage	79015 kg
Masse maximale à l'atterrissage	65317 kg
Masse maximale sans carburant	62731 kg
Capacité réservoirs	26020 l
Charge utile	21 319 Kg
Poids à vide opérationnel	41 720 Kg

c) Performances

Tableau I.4 : les Performances du B737-800

PERFORMANCES	
Vitesse de croisière	Mach 0.78 (828 km/h)
Vitesse maximale	Mach 0.82 (876 km/h)
VMO	340 knots
Autonomie à pleine charge	3115 NM (5765 km)
Distance de décollage à pleine	2400 m (au niveau de la mer)
Plafond opérationnel	12500 m (FL 410)

d) Motorisation

Tableau I.5 : la Motorisation B737-800

MOTORISATION	
Nombre	2
Moteur	CFM International CFM56-7B27
Poussée (x2)	121.4 KN
Diamètre turbine	1.55 m

e) Spécificités

Tableau 1.6 : les spécificités du B737-800

Spécificités	
Equipage	Deux pilotes
Nombre maximale de passagers	155

f) Enveloppe de vol :↙ Le facteur de charge :

Pour volets rentrés :

$$-1.0g \leq n_z \leq +2.5g$$

Pour volets sorties :

$$0.0g \leq n_z \leq +2.0g$$

I.2.2.Limitation de température :

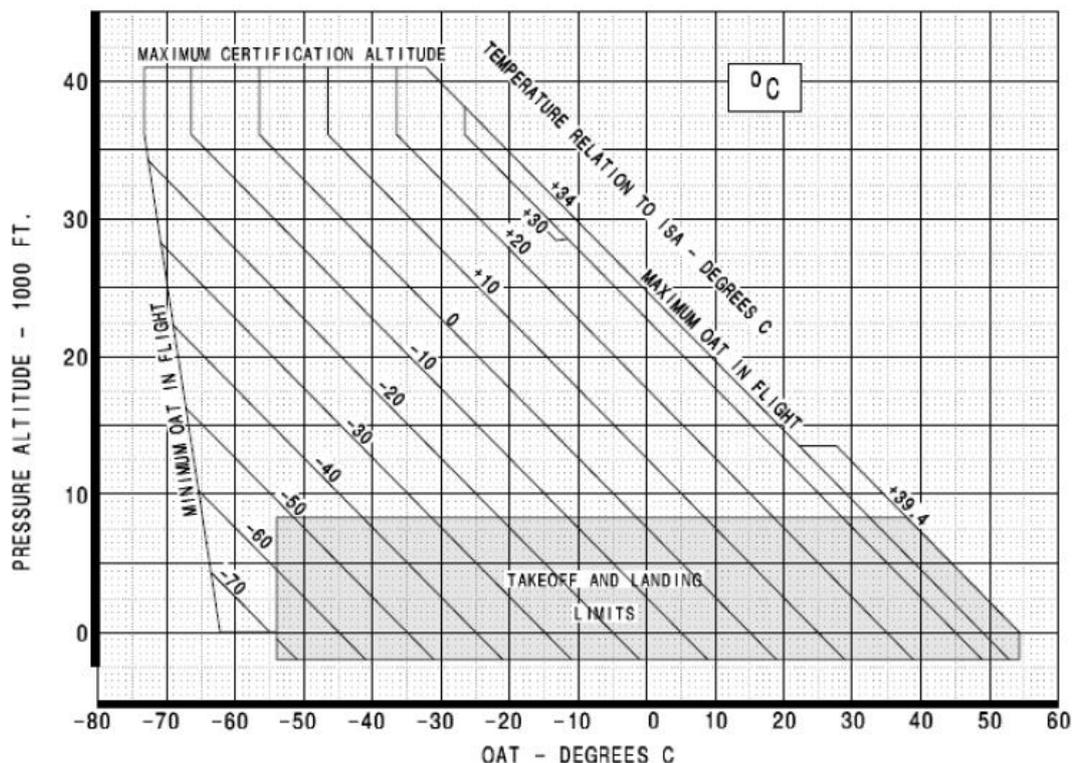


Figure I. 4- Limitation de température .

I.2.3.Altitudes maximale de vol :

Altitude maximale de fonctionnement : **41000ft.**

Altitude maximale de décollage et de l'atterrissage : **8400ft .**

Conclusion

Dans ce premier chapitre, on a commencé par une présentation générale de la compagnie aérienne Tassili Airlines, qui est une jeune compagnie qui se renforce petit à petit avec du personnel qualifié et des avions adaptés à tous types de missions.

Aussi on a présenté l' avion B737-800 concernée par ce projet , avec une description détaillée de ces performances et de ces caractéristiques.

le second chapitre sera réservé pour un rappel sur les exigences réglementaires et les performances Avion.

Introduction

Ce présent chapitre va comprendre un rappel générale sur les exigences règlementaires et quelques définitions concernant le calcul des performances au décollage selon la la réglementation FAR/JAR. ainsi les procédures à suivre pour l'évitement des obstacles au départ en cas de panne moteur à fin d'assurer la sécurité des vols .

II .1. Masses

II . 1 .1.Masses structurelles :

Les masses maximales de structure pour un avion type sont certifiées par l'autorité qui sont :

- 1) **Masse maximale de structure au roulage (MMSR)**
- 2) **Masse maximale de structure au décollage (MMSD)**

Dans tous les cas on devra avoir :

Masse réelle au décollage (ou lâcher des freins) $m_{\text{déc}} \leq \text{MMSD}$
--

3) **Masse Maximale De Structure A L'atterrissage (MMSA) :**

Donc la masse réelle à l'atterrissage ne doit pas être supérieure à MMSA.

Masse réelle à l'atterrissage $m_{\text{att}} \leq \text{MMSA}$

Si **d** est le délestage prévu , c'est –à– dire la quantité de carburant prévue pour effectuer le vol depuis le lâcher des freins jusqu'à l'atterrissage , nous devons avoir :

$$m_{\text{att}} = m_{\text{déc}} - d$$

D'où la relation :



Masse réelle au décollage (ou lâcher des freins) $m_{\text{déc}} \leq \text{MMSA} + d$
--

4) Masse Maximale De Structure Sans Carburant (MMSC) :

Dans tous les cas, on devra donc avoir :

$$\text{Masse réelle sans carburant } m_{sc} \leq \text{MMSC}$$



Nous avons :

$$m_{sc} = m_{d\acute{e}c} - Q_{LF}$$

D'où la relation :

$$\text{Masse réelle au décollage (ou lâcher des freins) } m_{d\acute{e}c} \leq \text{MMSC} + Q_{LF}$$

Si Q_{LF} est la quantité de carburant au lâcher des freins prévu pour faire le vol :

$$Q_{LF} = d + RR + RD + RF + ADD + SUPP$$

Q_{LF} : la quantité de carburant au lâcher des freins .

d : délestage de l'étape .

RR : réserve de route.

RD : réserve de dégagement.

RF : réserve Finale .

ADD : carburant additionnel .

$SUPP$: carburant supplémentaire .

II.1.2. Masses non structurales :

1. Masse à vide ;
2. Masse à vide équipée ;
3. Masse de base ou Masse à vide en ordre d'exploitation (DOW) ;
4. Masse en opérations ;
5. Masse sans carburant ;
6. Masse à l'atterrissage ;
7. Masse au décollage ;
8. Masse à la mise en route.

II .2.Charge Offerte Et Limitation Utile

La limitation utile est la masse maximale au lâcher des freins compte –tenu de toutes les limitations existantes.

La limitation utile = la plus faible des masses suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{MMSD ;} \\ \text{MMSA+d ;} \\ \text{MMSC+ Q}_{LF} ; \end{array} \right.$$

Soit la C/O la charge offerte :

$$C/O = \text{Limitation utile} - \underbrace{(\text{masse de base} + Q_{LF})}_{\text{Masse en opération}} .$$

Dans tous les cas :

$$C/O \leq C/O_{\max}$$

$$CT \leq C/O$$

avec :

CT : la charge transporté

C'est la charge embarquée réellement à bord.

Tableau II.1: calcul de la charge offerte .

m_{BASE}		MZFM			RLM
QLF	+	QLF	+	RTOM	d
m_{OPS}	=	m_{OPS}	=		=
<div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 2px;"> Limitation utile : la plus petite des 3 </div>		-	-	-	-
		C/O	=	=	=

II .3. Vitesse Associees Au Decollage

V_s : Vitesse de décrochage « Stalling Speed »

V_{mcg} : Vitesse minimale de contrôle au sol « Minimum Control Speed on the Ground »

V_{mca} : Vitesse de contrôle air « Minimum Control Speed in the Air »

→ Vérifier que :

$$V_{mca} \leq 1.2V_s$$

V_{mu} : Vitesse minimale de sustentation « Minimum Unstick Speed ».

La V_{mu} est déterminée pour tous moteur en fonctionnement et moteur critique en panne :

$$V_{mu(N)} \leq V_{mu(N-1)}$$

V_{LOF} : Vitesse de décollage « Lift-Off speed »

Vérifier que :

$$V_{LOF} \geq \sup (1.05 V_{mu(N-1)} ; 1.10 V_{mu(N)})$$

V_R : vitesse de Rotation « Rotation speed »

→ Vérifier que :

$$V_R \geq 1.05 V_{LOF}$$

V_2 : vitesse de sécurité au décollage « Take-off Safety speed »

→ Vérifier que :

$V_2 \geq V_{2\text{mini}}$ avec : $V_{2\text{mini}}$ étant la plus grande des deux valeurs suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} 1.2 V_s ; \\ 1.10 V_{mca} ; \end{array} \right.$$

(pour les quadri turbopropulseurs : $1.15 V_s$ au lieu de $1.2 V_s$)

V_{EF} : vitesse à la panne moteur « Engine Failure speed »

→ Vérifier que :

$$V_{EF} \geq V_{mcg}$$

V_1 : vitesse critique ou vitesse de décision « Decision speed »

Moyen de prise de décision en cas de panne de toute nature :

Si la panne survient :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Avant } V_1 \longrightarrow \text{arrêt du décollage.} \\ \text{Après } V_1 \longrightarrow \text{poursuite du décollage .} \end{array} \right.$$

$V_1 = V_{EF} + \text{accroissement de vitesse } \varepsilon \text{ pendant le temps nécessaire pour reconnaître la panne et réagir :}$

$$V_{mcg+\varepsilon} \leq V_1 \leq V_R .$$

De plus V_1 doit vérifier : $V_1 \leq V_{MBE}$ vitesse maxi d'efficacité des freins
seules figurent sur le carton de décollage : V_1 V_R V_2

II .4 . Distances associés au décollage

II.4.1.Distance De Roulement Au Décollage :DRD (TOR)

La distance de roulement au décollage est la distance mesurée entre le lâcher des freins et le point équidistant entre V_{LOF} et le passage des 35 ft .[6]

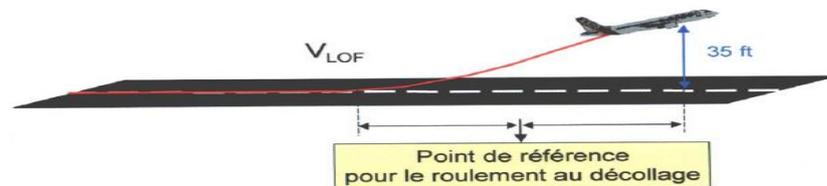


Figure II.1 :Distance De Roulement Au Décollage

↪ Remarque :

TORA : longueur utilisable pour le roulement au décollage .



Figure II.2 : longueur utilisable pour le roulement au décollage.

II.4.2.Distance de décollage : DD (TOD)

La distance de décollage c'est la distance parcouru depuis le lâcher des freins jusqu'au franchissement des 35 ft .[6]

↪ Remarque :

TODA : longueur utilisable pour le passage des 35 ft .

TODA= piste + prolongement dégagé d'obstacles (clear way)

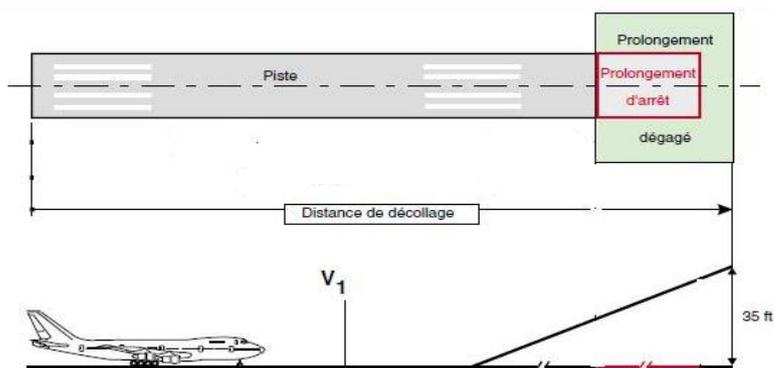


Figure II.3 : Distance du Décollage.

II.4.3. Distance d'accélération-arrêt : DAA (ASD)

C'est la distance nécessaire pour arrêter l'avion après une accélération jusqu'à V_1 . [6]

↳ **Remarque :**

ASDA : longueur utilisable pour l' d'accélération-arrêt

ASDA = piste + prolongement arrêt (stopway)

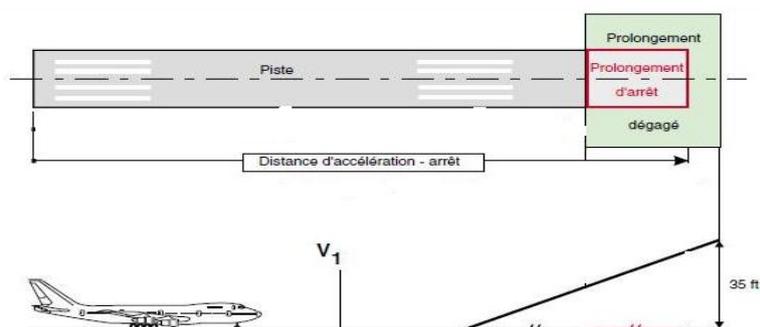


Figure II.4 : Distance d'accélération arrêt .

↳ **Piste classique :** piste dépourvue de tout prolongement

TORA = TODA = ASDA

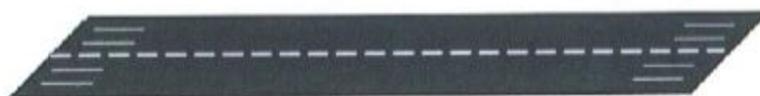


Figure II.5 : piste classique .

↳ Piste non classique :

piste dotée d'un ou plusieurs prolongement .

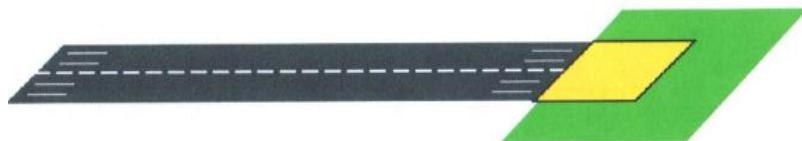


Figure II.6 : piste non classique .

II .5. Trajectoires réglementaires de décollage :

II.5.1.Trajectoire de décollage :

Trajectoire ayant pour origine le lâcher des freins et pour extrémité le point où l'avion atteint 1500ft de hauteur brute.

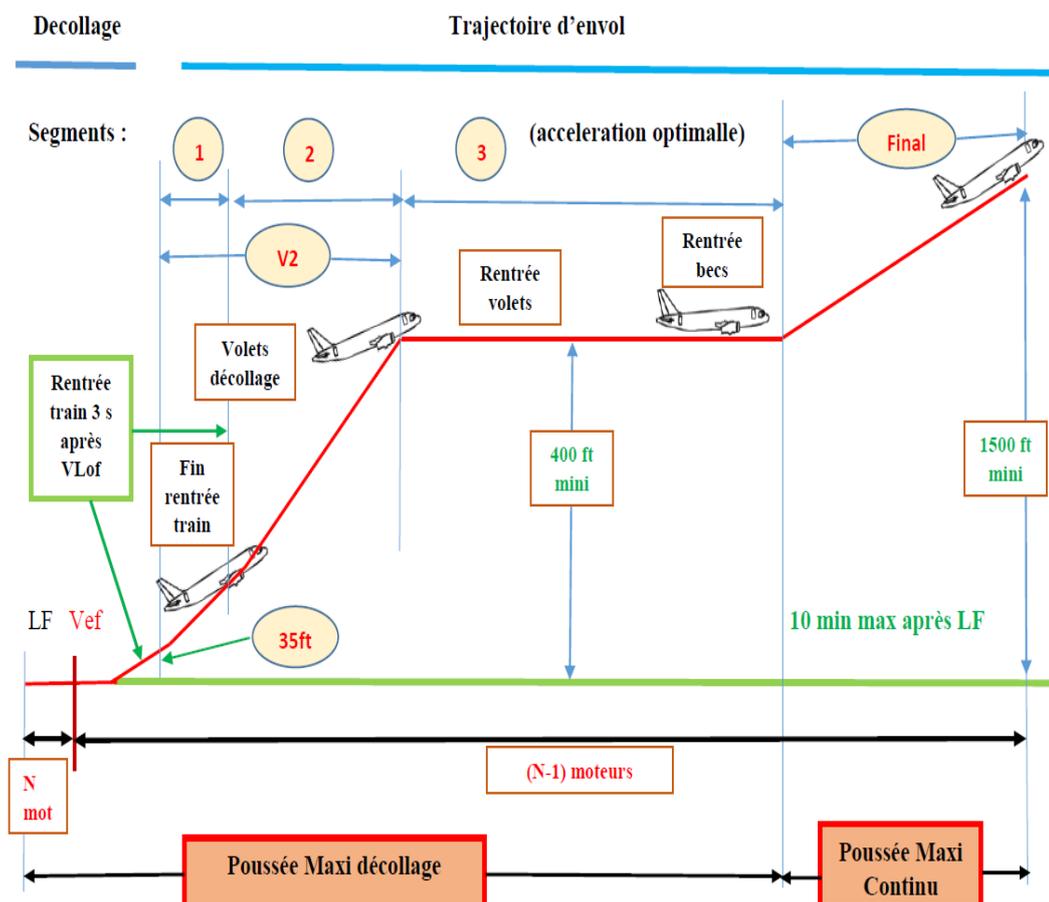


Figure II.7 : la trajectoire de décollage.

II.5.2.Trajectoire d'envol :

Trajectoire ayant pour origine le passage des 35 ft et pour extrémité le point où l'avion atteint 1500 ft de hauteur brute.

Trajectoire de décollage = Décollage + trajectoire d'envol.

II.5.3.Performances exigées :

Pente brute minimale exigée par rapport à l'air sur (N-1) moteurs :

Tableau II.2 :Pente brute minimale exigée pour chaque segment.[6]

	Bimoteurs	Trimoteurs	Quadrimoteurs
1 er segment	0%	0.3%	0.5%
2eme segment	2.4%	2.7%	3%
Segment finale	1.2%	1.5%	1.7%

II.5.4.Paramètres opérationnels à prendre en compte pour la détermination des performances de décollage : [6]

On peut les classer en deux catégories :

→ Paramètres subis :

1/ Température

2/ Altitude-pression

3/ Vent

4/ Pente piste : Descendante/ Montante

5/ Etat de la piste : mouillée, contaminée...etc.

6/ Humidité de l'air

7/ Prélèvement d'air

→ **Paramètres choisis :**

1/ Vitesse critique V1

2/ Braquage des volets

II .6.Troué D'envol

II.6.1. Définition de la Troué d'envol :

C'est une surface centrée sur la trajectoire d'envol, permettant de repérer les obstacles à prendre en considération pour le décollage, en supposant que ces obstacles sont rabattus sur l'axe. Là on retrouve une divergence entre la réglementation JAR et FAR sur les limites de la trouée d'envol.

Dans la réglementation JAR :

L'exploitant doit s'assurer que la trajectoire d'envol nette franchisse les obstacles avec une demi largeur de la trouée d'envol minimale de :

- 90 m + D/8, ou
- 60 m + D/8 pour les avions d'envergure inférieur à 60 m.

Où D est la distance horizontale que l'avion a traversé depuis l'extrémité de TODA ou l'extrémité de TOD si un virage est prévu avant l'extrémité de TODA.

La demi largeur maximale de cette trouée d'envol est de :

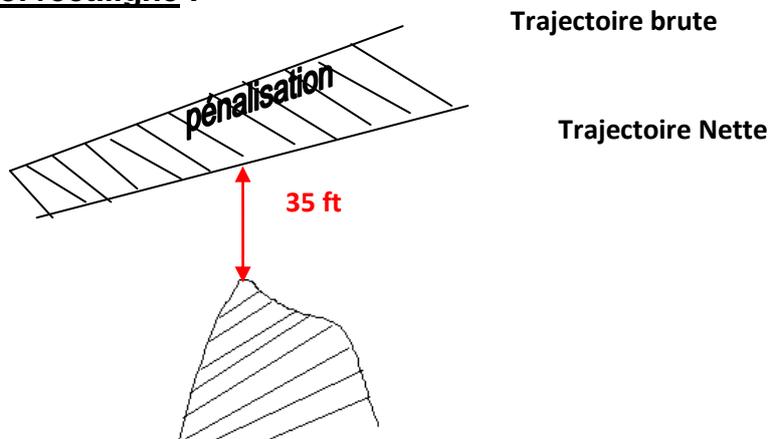
- 300 m en VMC ou 600 m en IMC, si le changement de trajectoire est inférieur à 15°,
- 600 m en VMC ou 900 m en IMC, si le changement de trajectoire est supérieur à 15°.

Dans la réglementation FAR :

La masse de décollage d'un avion ne dépassera jamais les masses citée dans l'AFM, ce qui permet à la trajectoire d'envol nette de franchir les obstacles avec au moins une distance de 200 ft (60 m) horizontalement dans les limites de l'aéroport et avec au moins 300 ft (90 m) horizontalement après ces limites.

II.6.2.Marge de franchissement des obstacles :

a) Avion en vol rectiligne :



FigureII.8 : marge de franchissement des obstacles

Tableau II.3 : pénalisation exigée.

N =	Bimoteurs	Trimoteurs	Quadrimoteurs
pénalisation	0.8%	0.9%	1%

La trajectoire **NETTE** d'envol en vol rectiligne doit effacer les obstacles avec une marge de 35 ft .

Trajectoire NETTE = Trajectoire BRUTE – pénalisation.

b) Avion en cas de virage :

→ Pas de changement de cap avant la plus grande hauteur :

→ $\frac{1}{2}$ envergure .

→ 50 ft net au dessus de la surface de décollage .

→ **Inclinaison**

→ $\leq 15^\circ$ jusqu'à 400 ft.

→ $15^\circ \leq$ Inclinaison $\leq 25^\circ$ au dessus de 400 ft .

→ **Marge**

50 ft

II. 7. Conception Des Procédures

II.7.1.procédure de départ : Une procédure de départ aux instruments est l'ensemble des trajectoires que doit suivre l'aéronef depuis son décollage jusqu'au raccordement avec la phase suivante du vol. Il existe deux types de départ :

→ **la procédure normalisée au instrument SID ;**

→ **les procédures de départs omnidirectionnels ;**

une procédure de départ est normalement établi pour chaque piste à partir de laquelle les départs aux instruments sont effectuées . **[7]**

1/Etablissement d'une procédure de départ :

Une procédure de départ doit être établie pour les différentes catégories D'aéronefs considérées en conciliant plusieurs impératifs :

- Franchissement des obstacles .
- Contraintes de circulation aérienne .
- Contraintes opérationnelles.(gain en temp, économie de carburant ...)
- Réduction de nuisances . **[7]**

2/Pente de calcul de la procédure (PDG)

La pente de calcul de procédure PDG est la pente de monter publiée, mesurée à partir de 5m (16ft) au-dessus de la DER. La valeur minimale de la PDG est 3.3%.

La route de départ est ajustée pour obtenir la PDG minimale. Si cela n'est pas possible, la PDG peut être augmentée pour procurer la marge minimale de franchissement d'obstacles au-dessus des obstacles 0.8% de la distance de puis la DER.

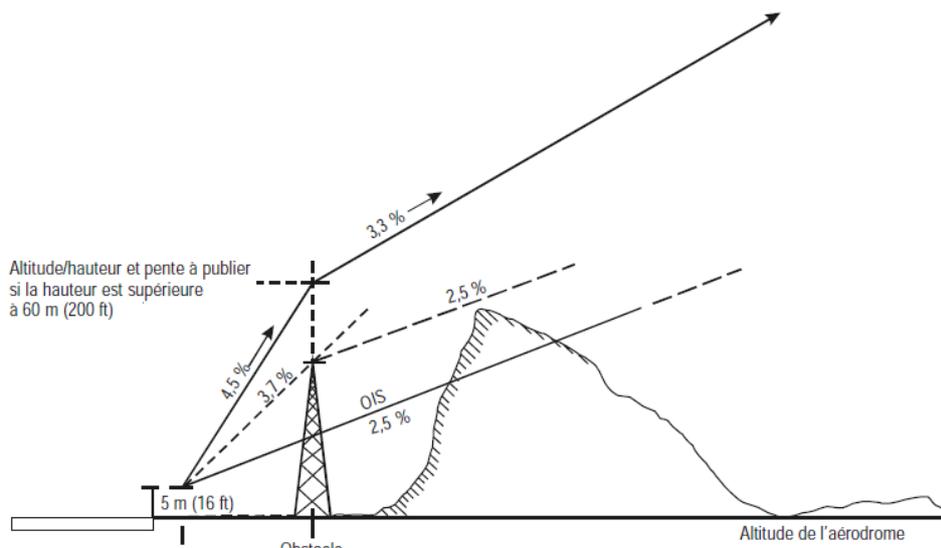


Figure II.9 : Pente de calcul de la procédure (PDG)

3/Aire de protection Associé à la trajectoire de départ :

Pour tenir compte des écarts entre la trajectoire réelle et la trajectoire nominale, dus aux tolérances de guidage et des repères, à l'effet du vent, à l'imprécision du pilotage. la trajectoire du pilotage est entourée d'une aire de protection.

II .7.2. Départ normalisée aux instruments (SID):

Route désignée de départ suivie conformément aux règles de vol aux instruments (IFR) reliant l'aérodrome ou une piste spécifiée de l'aérodrome à un point significatif spécifié, normalement situé sur une route ATS désignée, au quel commence la phase en route d'un vol.

elle commence à l'extrémité départ de la piste (**DER**), qui correspond à l'extrémité de l'aire déclarée adéquate pour le décollage (c'est-à-dire l'extrémité de la piste ou, du prolongement dégagé).et **elle prend fin au** point où la pente de calcul de la procédure **PDG** atteint l'altitude/hauteur minimale autorisée pour la phase de vol suivante (en route, attente ou approche). **[7]**

1/Types de SID :

Les SID sont basés sur le guidage sur trajectoires acquis :

a - au plus tard 10,8NM après l'extrémité départ de la piste DER dans le cas des départs en ligne droite;

b - au plus tard 5,4NM après exécution des virages dans le cas des départs avec virage.

a/ Départ en ligne droite :

Un départ dans lequel la trajectoire initiale de départ se trouve à 15° maximum de l'alignement de l'axe de piste est un départ en ligne droite. Si possible, la trajectoire de départ est dans le prolongement de l'axe de piste.

b/ Départ avec virage : Un départ comportant un virage de plus de 15° est un départ avec virage. Les virages peuvent être spécifiés à une altitude/hauteur, à un repère ou à une installation.

b/1- Paramètres de virage : Les paramètres sur lesquels sont basées les aires de virage sont les suivants : **[7]**

- Altitude ;
- Température ;
- Vitesse **VV** : La vitesse vraie est calculée à partir de la vitesse indiquée corrigée à l'altitude de l'avion et à la température (ISA):

$$VV = Vi * K$$
avec :
VV: Vitesse vraie.
Vi : Vitesse indiquée .
K : Facteur de conversion calculé à partir des abaques.
- **Vitesse du vent** : Vent maximal en probabilité de 95 % sur base omnidirectionnelle, si des données statistiques sur le vent sont disponibles, s'il n'y a pas de données sur le vent, un vent omnidirectionnel de 56 km/h (30 kt) devrait être utilisé.
- **angle d'inclinaison latérale** :
selon la réglementation JAR, On ne peut pas incliner l'avion avant d'avoir atteint une hauteur de 50 pieds et l'angle d'inclinaison maximum ne peut pas dépasser 15 degrés à 400 pieds ou moins et 25

degrés au-dessus de 400 pieds, si la vitesse et la configuration de l'aéronef le permettent.

Le fait d'augmenter l'angle d'inclinaison diminue le dégagement vertical entre les obstacles et le bout d'aile de l'avion et a un effet défavorable sur les performances de l'avion.

b/2-Virage à un TP désigné :

Un TP désigné est choisi pour permettre à l'aéronef d'éviter un obstacle situé droit devant. Les critères de départ en ligne droite s'appliquent jusqu'au premier TP.

b/3-Détermination de rayon de virage :

Le rayon de virage est déterminé comme suit :

✓ La méthode graphique :

Le rayon est déterminé par l'intersection de la vitesse V_2 et l'angle d'inclinaison de l'avion.

✓ La formule générale :

$R = V_2 / g \tan \alpha$ avec :

R est le rayon de virage

g : 9.81 m/ s²

α est l'angle d'inclinaison de l'avion, limité à 15°

V_2 :est la vitesse vrai de l'avion .

b/4 -Aire de mise en virage : L'aire de mise en virage commence en un point situé à 600m du début de la piste.

L'aire de mise en virage se termine au TP. Le TP peut être défini par :

a - la tolérance amont de repère du repère de TP (virage en un point de virage désigné) ; ou

b - la position à laquelle la PDG atteint l'altitude/hauteur de virage spécifiée.

L'aire de mise en virage est identique à l'aire associée à un départ en ligne droite sans guidage sur trajectoire.

II - 7-3- procédures panne moteurs au décollage EOSID (engine out SID)

Se Sont des procédures de départ avec un moteur en panne qui sont publiées à l'intention du personnel navigant. Les **EOSID** sont publiées sous forme de routes spécifiques à suivre, accompagnées des pentes de conception des procédures et de précisions sur les obstacles importants.

Elles portent divers noms :

- **les procédures d'urgence en cas de panne de moteur (engine out contingency procedures) ;**
- **trajectoires de sortie en cas de panne de moteur (engine out escape paths) ;**
- **SID avec moteur en panne(engine out SID) ;**

- On publie des **EOSID** pour chaque piste susceptible de servir à un départ aux instruments ou pour laquelle des SID sont publiées, et on établit des procédures de départ pour les diverses catégories d'aéronef utilisé.
- Il faut concevoir les **EOSID** de manière à respecter les **SID normales** dans la mesure du possible, afin de réduire la complexité au minimum et de veiller à ce que la trajectoire de vol de l'aéronef soit prévisible pour l'ATC.
- La différence essentielle entre les SID et les **EOSID** réside dans le fait que les **SID** indiquent les facteurs de performance minimale à respecter pour satisfaire aux exigences de départ tous les moteurs en marche, alors que les **EOSID** sont fondées sur les performances moteur en panne pour le franchissement d'obstacles.

II - 7-4-Facteurs relatifs à la conception des EOSID :[8]

- 1) Afin de pouvoir établir qu'un départ respecte les exigences de franchissement d'obstacles moteur en panne, l'exploitant aérien devra tenir compte du fait qu'une panne de moteur peut se produire en tout point de la trajectoire de vol de départ.
- 2) La procédure la plus courante pour optimiser la masse au décollage lorsque des obstacles importants se trouvent sur la route normale de départ est d'avoir recours à une route spéciale de départ moteur en panne. S'il existe des procédures distinctes de départ moteur en panne, les obstacles le long

de la trajectoire serviront à établir la masse maximale au décollage pour la piste.

- 3) Il faut tenir compte de la possibilité qu'une panne moteur se produise une fois franchi le point où la trajectoire moteur en panne s'écarte de la trajectoire normale de départ.

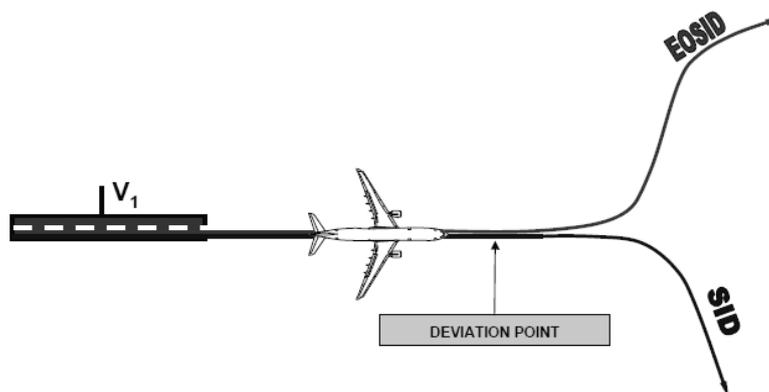


Figure II.10 :procédure panne moteur

- 4) Lors de la conception des **EOSID**, il ne faut pas oublier que l'équipage sera peut-être aux prises avec une urgence liée à une panne moteur. Les **EOSID** doivent être simples. Dans la mesure du possible, les **EOSID** ne devraient pas trop s'éloigner des **SID** ou des procédures de départ publiées, et elles devraient garantir le franchissement d'obstacles et du relief malgré une panne moteur. Il faut éviter autant que possible des procédures complexes demandant plusieurs virages, des instructions conditionnelles, des limites de vitesse, la sélection et la syntonisation de moyens de radionavigation, etc.
- 5) Il faut, au moment de la conception des **EOSID**, effectuer une évaluation du risque afin d'établir quels sont les éléments du départ présentant le plus de risques, ce qui peut comprendre le relief et les obstacles environnants, les limites des performances de l'aéronef, les phénomènes météorologiques, etc., et y porter une attention particulière. Le choix d'une trajectoire évitant des accidents importants du relief ou l'adoption d'une procédure d'attente permettant de monter à une altitude en route sécuritaire sont des méthodes permettant de ramener à un niveau acceptable les risques des **EOSID**.

- 6) L'analyse d'une panne de moteur après le décollage peut exiger l'utilisation de données pertinentes sur les performances s'ajoutant à celles indiquées dans l'AFM
- 7) Il faut publier les exigences météorologiques minimales (vent, OAT, QNH, plafonds et visibilités minimums) pour les **EOSID**.
- 8) Les **EOSID** devraient identifier ou décrire des obstacles ou un relief importants ou donner des renseignements à leur égard.
- 9) La conception de la route des **EOSID** doit éviter l'espace aérien réglementé ou interdit .
- 10) La conception des **EOSID** doit éviter le déclenchement d'alertes du système d'alarme et d'avertissement d'impact (TAWS) lorsque l'aéronef vole sur sa route dans les limites des tolérances spécifiées. Si on s'attend à des alertes TAWS, il faut informer le personnel navigant des endroits des **EOSID** où peuvent se produire des alertes TAWS et à quelles alertes TAWS spécifiques on peut s'attendre .

II - 7-5- Tolérances de vol

Il faut s'assurer, pendant l'élaboration des procédures panne moteur, qu'on peut suivre la trajectoire de vol requise sans devoir faire preuve d'un excès de précision.

A- Erreur technique de vol et guidage en vol

L'erreur technique de vol (FTE) désigne la précision avec laquelle l'aéronef est maîtrisée, telle que mesurée par la position indiquée de l'aéronef, par rapport à une position définie de la trajectoire de vol. La FTE concerne le guidage en vol donné au pilote. En général, la FTE s'améliore à mesure qu'augmentent les niveaux de guidage en vol et d'automatisation utilisés. La FTE admissible des systèmes de Navigation de surface (RNAV) ou de positionnement mondiale (GPS) peut être une fonction de la phase de navigation de vol dans laquelle l'aéronef se trouve (région terminale, en route ou approche). Il faut consulter l'AFM pour connaître les valeurs particulières de FTE.

B-Tolérances de pilotage

1) Il faut, pour la conception des procédures panne moteur, tenir compte des valeurs de tolérance indiquées ci-après, peu importe le système de guidage en vol équipant l'aéronef. Les valeurs fournies ci-après s'inspirent du document TP 14727, *Vérifications de compétence pilote et qualification de type d'aéronef – Guide de test en vol*.

2) Cap : +/- 10 degrés;

Note :

Il faut tenir compte d'un écart initial de cap de +/- 20 degrés au cours de l'événement de panne de moteur avant la stabilisation à une tolérance de +/- 10 degrés.

3) De route : +/- 10 degrés ou écart de +/- ½ intervalle;

Note:

Lorsque la navigation est guidée par un système de navigation embarqué, il est nécessaire de pondérer l'écart en fonction de la phase de vol, tel qu'approche, région terminale ou en route.

4) De route : +/- 5 degrés;

5) Altitude : 100 pieds, sauf +100 et moins zéro pied à l'altitude minimale;

6) Vitesse indiquée : 10 noeuds, sauf :

- ✓ +10 et moins zéro noeuds en vitesse minimum de montée sécuritaire (V2);
- ✓ +10/-5 noeuds au cours de l'approche, de l'atterrissage, d'un atterrissage interrompu ou d'une remise des gaz.

II - 7-6- Méthodes de conception d'une EOSID : [8]

il existe deux méthodes pouvant servir à établir et à assurer le franchissement des obstacles critiques :

- ➔ **la méthode d'analyse de la zone de prise en compte des obstacles ;**
- ➔ **la méthode d'analyse de la trajectoire l'avion ;**

On peut utiliser conjointement les deux méthodes pour les différentes parties de l'analyse. Par exemple, l'exploitant aérien peut choisir d'avoir recours à une analyse de zone pour la partie initiale de l'analyse du décollage et la faire suivre par une analyse de la route de l'avion, puis par une autre analyse de zone.

1/la méthode d'analyse de la zone de prise en compte des obstacles

Méthode de délimitation de la zone de prise en compte des obstacles au sein de laquelle il faut franchir tous les obstacles avec les marges verticales prescrites par les exigences réglementaires.

La zone de prise en compte des obstacles a pour axe la route prévue de l'avion .

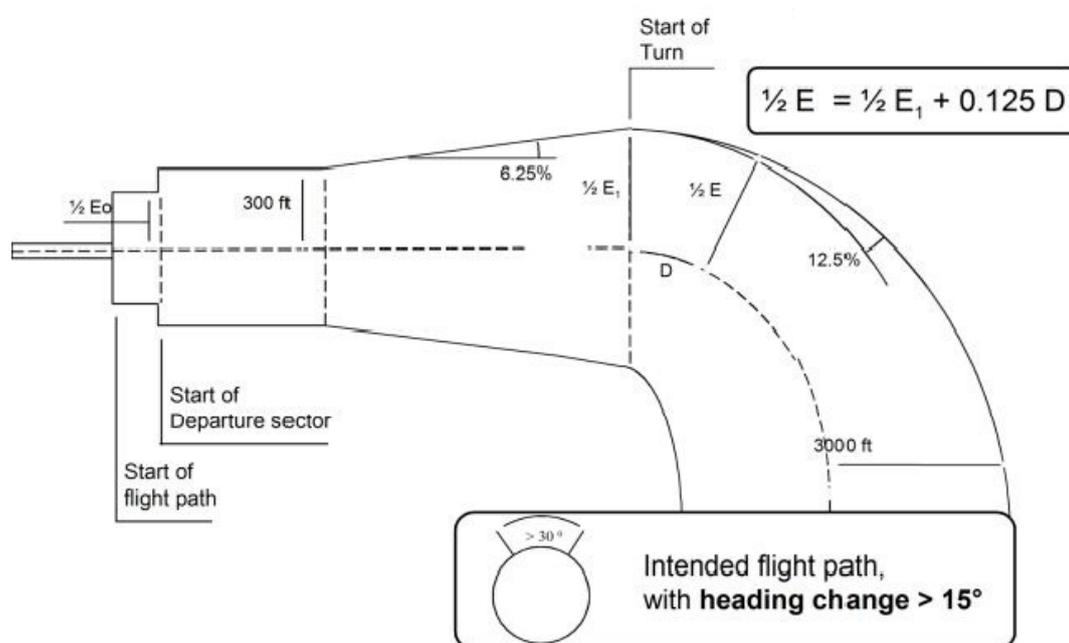


Figure II.11 : la zone de prise en compte des obstacles

✚ pour les départs directs :

Au cours des départs directs ou lorsque l'écart entre la route prévue ou le cap prévu de l'avion et l'axe de la piste est de 15 degrés ou moins du cap de la prolongation de l'axe de piste, les critères ci-après s'appliquent

- 1- La largeur de la zone de prise en compte des obstacles est de **0,0625D** pieds de chaque côté de la route prévue (où D est la distance

en pieds le long de la trajectoire de vol prévue à partir du bout de la piste), sauf lorsqu'elle est limitée par la largeur maximale.

2- La largeur minimale de la zone de prise en compte des obstacles est de 200 pieds plus la moitié de l'envergure des ailes de chaque côté de la route prévue à l'intérieur des limites de l'aérodrome et de 300 pieds plus la moitié de l'envergure des ailes de chaque côté de la route prévue à l'extérieur des limites de l'aérodrome.

3- La largeur maximale de la zone de prise en compte des obstacles est de 2 000 pieds de chaque côté de la route prévue.

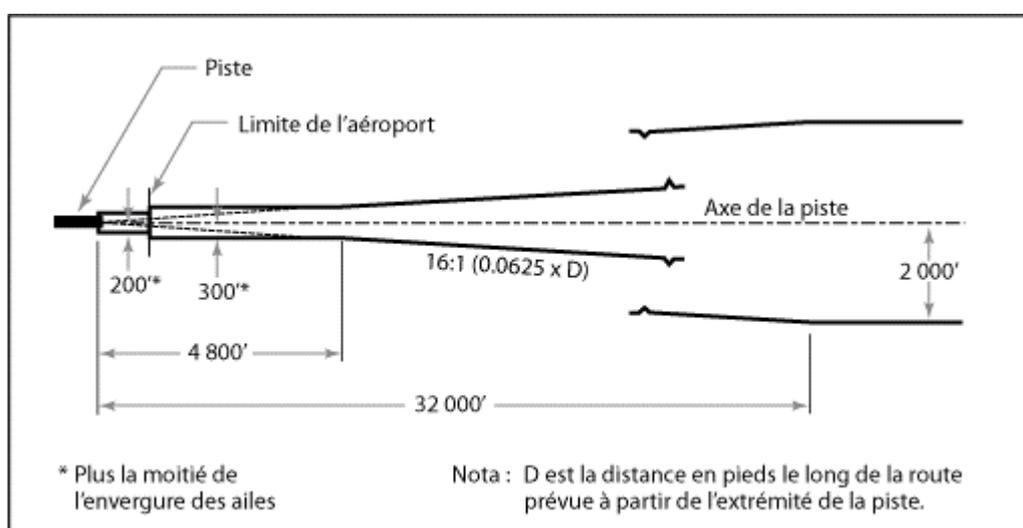


Figure II.12 : Zone de prise en compte des obstacles pour un départ direct

Référence : FAA AC 120-91

✚ Pour les départs avec virage :

Au cours des départs comprenant des virages dans la route prévue ou lorsque l'écart entre le cap de l'avion et le cap de la prolongation de l'axe de piste est de plus de 15 degrés, les critères suivants s'appliquent :

1- Le segment droit initial, s'il y a lieu, a la même largeur que pour un départ direct .

- 2-** La largeur de la zone de prise en compte des obstacles à l'amorce du segment tournant est la plus grande des valeurs suivantes :
- i. 300 pieds plus la moitié de l'envergure des ailes de chaque côté de la route prévue;
 - ii. La largeur de la zone de prise en compte des obstacles à la fin du segment droit initial, s'il y a lieu;
 - iii. La largeur à la fin du segment immédiatement précédent, s'il y a lieu, calculée au moyen de la méthode d'analyse de la route de l'avion.
- 3-** Par après, pour les segments droits ou tournants, la largeur de la zone de prise en compte des obstacles augmentera de **0,125D** pieds de chaque côté de la route prévue (où **D** est la distance en pieds le long de la trajectoire de vol prévue à partir du début du premier segment tournant), sauf lorsqu'elle est limitée par la largeur maximale ci-après :
- ➔ La Largeur maximale de la zone de prise en compte des obstacles est de 3 000 pieds de chaque côté de la route prévue.

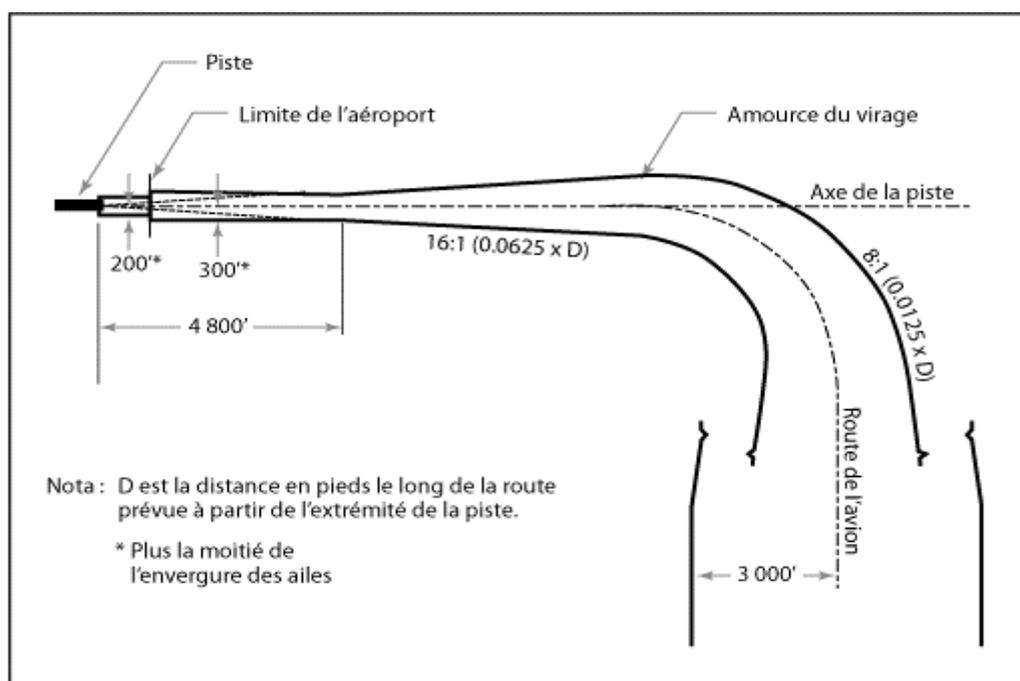


Figure II.13 : Zone de prise en compte des obstacles pour un départ avec virage .

Référence : FAA AC 120-91

✚ Évasement OACI

- 1) La zone de prise en compte des obstacles proposée par l'OACI (couramment appelée **Évasement OACI**) est de plus grandes dimensions que la zone de prise en compte des obstacles présenté ci-dessus . *l'Évasement OACI* est réputé constituer une zone de prise en compte des obstacles acceptable pour la conformité aux règlements sur la trajectoire nette de décollage.
 - 2) La largeur minimale de *l'Évasement OACI* ne devra d'ordinaire pas augmenter pour tenir compte de l'envergure des ailes de l'avion. Dans le cas d'un très gros avion avec une envergure de 200 pieds ou plus, il faudrait tenir compte des obstacles le long du premier 1 000 pieds de route pour s'assurer de respecter les marges de dégagement requises par les règlements.
 - 3) Les dimensions de *l'Évasement OACI* sont définies dans le supplément C à l'Annexe 6 de l'OACI – Partie 1, Limites d'emploi relatives aux performances des avions – exemple 3, section 3, Limites relatives au franchissement des obstacles au décollage comme suivant :
- L'avion n'est pas incliné jusqu'à ce que la marge de franchissement de la trajectoire nette de décollage au-dessus des obstacles soit d'au moins 15,2 m (50 pieds) et l'inclinaison ne dépasse pas 15 degrés par après.

Tableau II.4 : Évasement OACI

Opérations	Changement de cap	Exigence de demi-évasement	Largeur max. de demi-évasement
VMC du jour	< 15 degrés	90m +0.125 D	300 m
Avec aides à la navigation permettant au pilote de maintenir l'avion sur la route prévue avec la même précision que pour les opérations	< 15 degrés	90m +0.125 D	300 m
VMC ou IMC de nuit Et IMC	≤ 15 degrés	90m +0.125 D	600 m

VMC ou IMC de nuit Et IMC	>15 degrés	90m +0.125 D	900 m
------------------------------	------------	--------------	-------

D : la distance mesurée horizontalement le long de la trajectoire de vol prévue et commençant à la fin de la distance de décollage prévue.

✚ Facteurs relatifs à la méthode d'analyse de la zone de prise en compte des obstacles :

Les facteurs ci-après s'appliquent à tous les départs analysés au moyen de la méthode d'analyse de zone :

- ✓ On peut utiliser une seule route prévue pour l'analyse si elle est représentative des procédures d'exploitation. Dans le cas des départs avec virages, cela implique que l'angle d'inclinaison varie pour conserver un rayon de virage constant à des vitesses différentes.
- ✓ On peut intégrer plusieurs routes prévues à une seule analyse de zone en augmentant en conséquence la largeur de la zone de prise en compte des obstacles. Dans les virages, les moitiés de largeur de la zone de prise en compte des obstacles spécifiées (à savoir la moitié de la largeur maximale de la zone de prise en compte des obstacles) doivent être ajoutées à l'intérieur du rayon minimum de virage et à l'extérieur du rayon maximal de virage. On peut utiliser un rayon moyen de virage pour le calcul des distances le long de la route.
- ✓ La distance à un obstacle à l'intérieur de la zone de prise en compte des obstacles doit être mesurée le long de la route prévue jusqu'à un point par le travers de l'obstacle.
- ✓ Il n'est pas nécessaire de tenir compte des obstacles qui se présentent avant l'extrémité de la piste, à moins d'effectuer un virage avant l'extrémité de la piste.
- ✓ On peut analyser un départ avec un ou plusieurs virages de moins de 15 degrés chacun et dont la somme algébrique ne dépasse pas une

modification de plus de 15 degrés du cap ou de la route comme un départ direct.

- ✓ Il n'est pas nécessaire de tenir compte du rayon de virage ou de la perte de pente dans le cas d'un virage ne produisant pas une modification de plus de 15 degrés du cap ou de la route.

2/ méthode d'analyse de la trajectoire de l'avion

La méthode d'analyse de la route de l'avion implique l'analyse de la route au sol de la trajectoire de vol

a) Pilotage dans les virages

L'exploitant aérien doit étudier la capacité du pilote à atteindre et à conserver la vitesse et l'angle d'inclinaison désirés dans les virages.

Cette capacité sera fonction de la capacité de guidage en vol, des commandes automatiques de vol et des commandes automatiques des gaz dont disposera le pilote.

b) Vents

- ➔ S'il utilise la méthode d'analyse de la route de l'avion alors que le guidage de trajectoire n'est pas disponible, l'exploitant aérien doit tenir compte des vents, y compris le vent de travers, et des éléments pouvant faire dériver l'avion de la route prévue.
- ➔ L'exploitant aérien doit tenir compte de l'effet du vent sur la trajectoire de vol au décollage, en plus d'apporter les corrections des composantes (vent debout et vent arrière) à la masse brute au décollage pour un départ direct. (Les règlements exigent que pas plus de 50 pour cent de la composante vent debout signalée et pas moins de 150 pour cent de la composante vent arrière soient pris en compte dans l'analyse.)
- ➔ Lorsqu'on évalue l'effet du vent dans un virage, la vitesse et la direction du vent pourront être maintenues constantes tout au long de

l'analyse, à moins que des phénomènes météorologiques locaux connus n'indiquent le contraire.

- ➔ Si des renseignements sur le gradient du vent sont disponibles près de l'aérodrome et de la trajectoire de vol (des bulletins sur les vents dans des zones montagneuses adjacentes à la trajectoire de vol), l'exploitant aérien devra en tenir compte dans l'élaboration des procédures. Cela comprendra l'effet des vents puissants, des grands coups de vent ou des turbulences auxquels on peut raisonnablement s'attendre.

Conclusion

Au cours de ce chapitre , on a pu définir les exigences réglementaires concernant les limites d'utilisations des avions pendant leurs départs , ainsi les procédures à suivre pour l'évitement des obstacles en cas de panne moteurs pour des trajectoires directes et trajectoires avec virages qui puissent affecter les performances des avions au décollage, et par conséquent une réduction énorme de la charge offerte.

le chapitre suivant sera dédiée à la gestion de la sécurité et les méthodes d'analyse de risque dont le but est d'évaluer la nécessité de concevoir une procédure panne moteur au décollage sur les aéroports.

Introduction

Afin de permettre l'évaluation de l'importance et la nécessité de concevoir une procédure panne moteur au décollage en virage, une analyse détaillée de l'existant sur les risques s'avère nécessaire. Cette dernière se fera conformément aux exigences réglementaires et selon le processus d'analyse de gestion de risque.

L'objectif de ce chapitre est de décrire les méthodes d'analyses et de gestion des risques pour les départs au niveau des aéroports.

III.1.Rappel sur le système de gestion de la sécurité

III.1.1. concept de la sécurité :

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

- ➔ Zéro accident ou incident grave (un point de vue très répandu entre le public voyageur) ;
- ➔ Absence de dangers (c.-à-d. ces facteurs qui causent ou sont susceptibles de causer de la douleur) ;
- ➔ Attitudes des employés des organisations d'aviation envers des actes et conditions peu sécurisantes ;
- ➔ Eviter les erreurs ;
- ➔ Se conformer aux règlements ;

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

III.1.2. Le concept des causes de l'accident

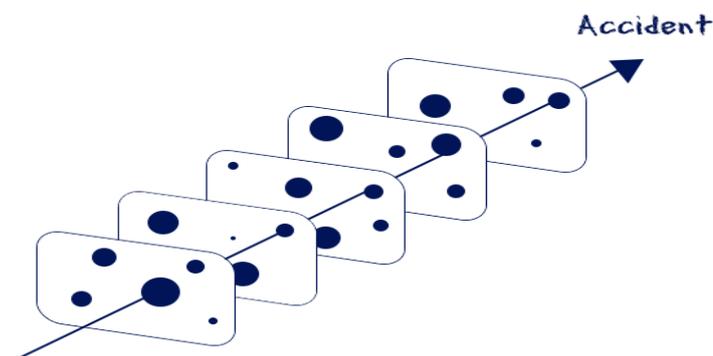


Figure III .1 :Modèle d'enchaînement causale menant à un accident.

Il est relativement rare qu'un accident aérien soit dû à une cause unique. La plupart des accidents sont la conséquence d'une succession de faits et/ou de comportements qui conduisent à l'accident. Si l'on retire un élément de la chaîne, on peut au pire ne pas changer grand-chose, au mieux éviter l'accident.

III-1-3-La gestion de la sécurité :

↪ **Le dilemme de la gestion :**

Afin que la compagnie aérienne atteigne ses objectifs de production, la gestion de n'importe quelle organisation du domaine de l'aviation exige la gestion de nombreux processus d'affaires, La gestion de la sécurité est l'un de ces processus.

La gestion de la sécurité est une fonction centrale tout juste comme la gestion financière, la gestion des ressources humaines, etc. D'où un dilemme potentiel pour les gestionnaires.

Les questions de sécurité sont un sous-produit des activités liées à la production/fourniture de services.

Si les ressources fournies pour la production sont plus importantes que celles qui sont réservées pour la protection ; les gestionnaires se trouvent devant **une catastrophe** qui peut causer des dommages corporels ou matériels.

En revanche ; Si les ressources fournies pour la protection sont très importantes par rapport à celles réservées pour la production ; la compagnie subira **une Faillite**.

L'analyse des ressources et les buts d'une organisation permet une répartition des ressources équilibrée et réaliste entre les buts de protection et de production, qui répond aux besoins de l'organisation.

Le produit/service fourni par n'importe quelle organisation du domaine de l'aviation doit être délivré en toute sécurité (c.-à-d. en protégeant les utilisateurs et parties prenantes).

Pour cela on présente l'espace de sécurité qu'on doit respecter sous forme du schéma suivant :

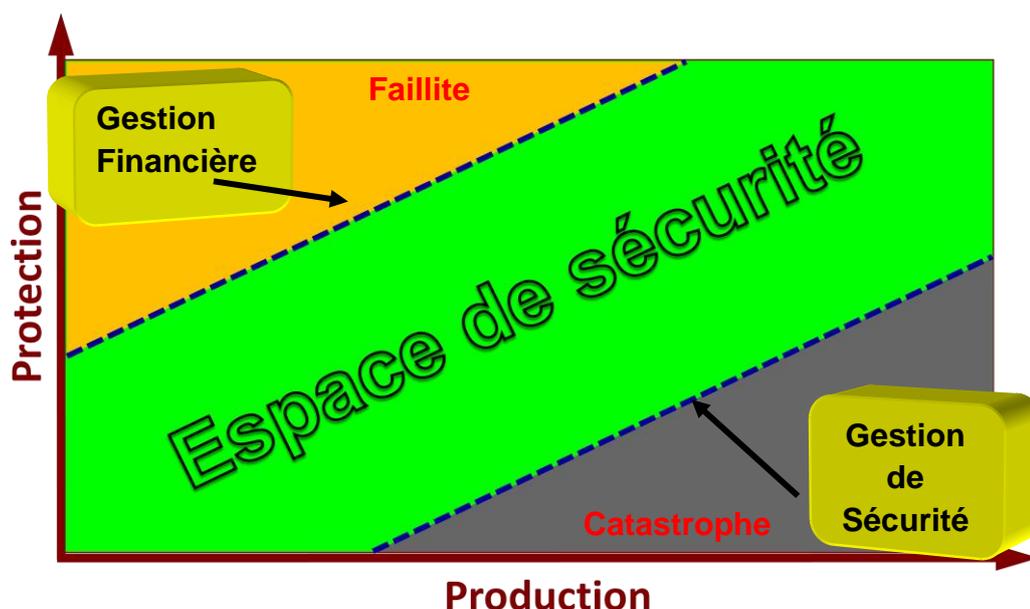


Figure III .2 :Espace de sécurité [9]

III .1.4 .Les stratégies pour la gestion de la sécurité :

- a) **Gestion réactive de la sécurité** :Consiste sur les Investigations des accidents et incidents graves :
- Basée sur la notion d'attendre jusqu'à ce qu'une défaillance se produise avant d'intervenir.
 - Plus approprié pour :
 - Les situations relatives aux défaillances technologiques.
 - Les événements inhabituels.
 - L'efficacité de la contribution des approches réactives à la gestion de la sécurité dépend de jusqu'à quel point l'investigation dépasse les causes de déclenchement, et inclut les facteurs et constatations ayant contribué aux risques.

b) Gestion proactive de la sécurité :

Systèmes de comptes rendus obligatoires et volontaires, audits et sondages de Sécurité :

- Basée sur la notion selon laquelle il est possible de minimiser les défaillances du système grâce à :
- l'identification des risques à la sécurité présents dans le système avant qu'il ne défaille ;
- La prise des mesures nécessaires pour réduire ces risques à la sécurité.

c) Gestion prédictive de la sécurité

Systèmes de comptes rendus confidentiels, analyse des données de vol, surveillance des opérations normales :

- Basée sur la notion qu'on obtient une gestion plus efficace de la sécurité en recherchant les problèmes, plutôt manifestent.
- Recherche agressive, auprès de sources diverses, d'information qui peut indiquer l'émergence de risques affectant la sécurité.

Le présent système de gestion de sécurité (SMS) a passé par les deux premières stratégies qui représentent les stratégies qui améliorent et participe à l'évolution de ce dernier. D'après les résultats des deux stratégies (**Réactive et Proactive**) on a trouvé qu'on a besoin d'une nouvelle stratégie qui sera bénéfique et qui corrige les carences des deux premières d'où la **Prédictive**.

🏠 Récapitulation :

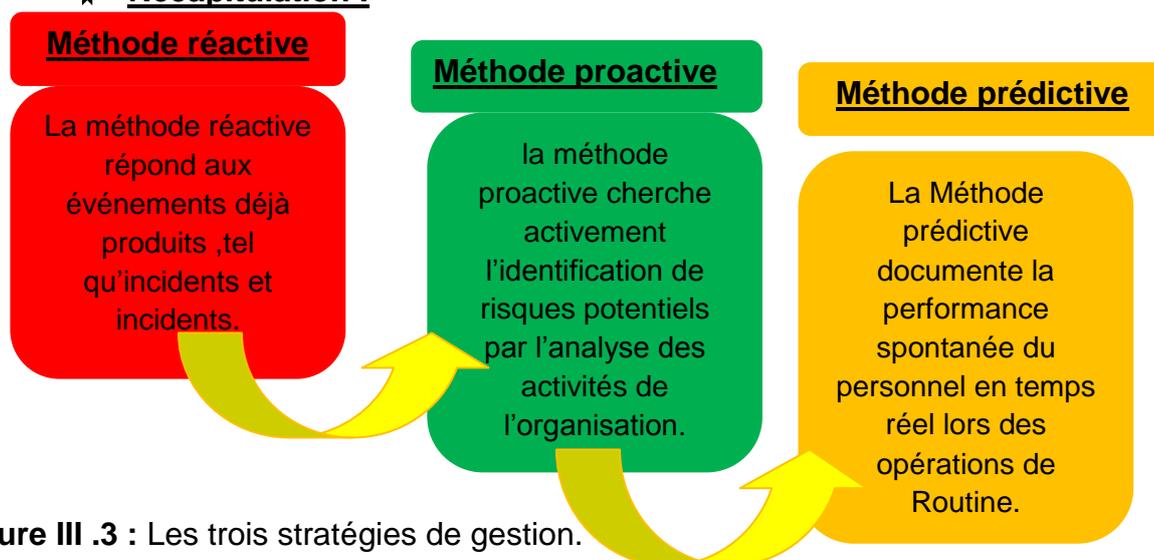


Figure III .3 : Les trois stratégies de gestion.

III.1.5.Introduction au Système De La Gestion De Sécurité (SMS) [10]

✈ **Safety :**

La condition où le risque de blessures aux personnes ou de dégât matériel, est maintenu à ou réduit en-dessous d'un niveau acceptable grâce à un processus continu d'identification des dangers et de gestion des risques.

✈ **Management :**Assignation des ressources.

✈ **System :** Un ensemble organisé de processus et de procédures.

D'où le **SMS** Un ensemble organisé de processus et de procédures, basé sur une distribution déterminée des ressources, qui permet de contrôler les risques de sécurité et les maintenir à un niveau acceptable.

1/Caractéristiques d'un SMS :

✓ **Systematique :**

Les activités de gestion de la sécurité sont exécutées conformément à un plan prédéterminé et conduites de façon cohérente dans toute l'organisation.

✓ **Proactive :**

Une approche qui met l'accent sur l'identification des dangers et sur le contrôle et l'atténuation des risques, avant que des événements dangereux pour la sécurité ne se produisent.

✓ **Explicite :**

Toutes les activités de gestion de la sécurité sont documentées et visibles.

2/Description du système :

La plupart des dangers résultent d'interactions opérationnelles entre les différentes composantes du système. Il est donc essentiel de décrire le système en termes de ses composantes, ce qui constitue une des premières activités de la planification d'un SMS.

On décrit alors :

- ➔ Les interactions du système avec d'autres systèmes faisant partie du système de transport aérien.
- ➔ Les fonctions du système.
- ➔ Les considérations relatives à la performance humaine nécessaires pour le Fonctionnement du système.
- ➔ Le composant « hardware » du système.

- Le composant « software » du système.
- Les procédures connexes qui définissent les orientations pour l'opération et l'utilisation du système.
- L'environnement opérationnel.
- Produits et services sous-traités et achetés

3/Analyse des écarts :

- Le développement d'un SMS devrait se construire sur les structures existantes de l'organisation.
- On doit faire une analyse des dispositions de sécurité existant dans l'organisation car les structures organisationnelles de base nécessaires au développement du SMS peuvent déjà exister au sein de l'organisation et diverses activités d'un SMS peuvent déjà être en place et fonctionner correctement.

Puis,

- faire l'analyse des écarts vis-à-vis des composantes et des éléments du SMS et une fois que l'analyse des écarts est accomplie et documentée, elle établit la base du plan de mise en œuvre du SMS.

III . 2 . Méthodes D'analyse De La Gestion De Risque :[10]

III .2 .1 .introduction à la gestion des risques

L'industrie aéronautique est quotidiennement confrontée à une multitude de risques, dont beaucoup sont susceptibles de compromettre la viabilité d'un exploitant, certains représentant même une menace pour toute l'industrie.

En fait, le risque est un sous-produit de l'exploitation. Tous les risques ne peuvent pas être éliminés et toutes les mesures imaginables d'atténuation des risques ne sont pas financièrement réalisables.

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

Les processus de gestion des risques sont les suivants :

1. Identification des dangers.
2. Évaluation des risques et processus d'atténuation.

1.Processus d'identification des dangers :

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

Tandis que la Conséquence est le Résultat potentiel d'un danger.

Pour identifier les dangers on hiérarchise ce qui peut être le plus dangereux dans l'activité de tous les jours et les imprévus opérationnels les plus significatifs afin de déterminer ce qu'on ne veut pas voir se produire (ce qu'on appelle Évènements Ultimes « EU ») en se basant sur les concepts suivants :

➔ **Premier concept « Comprendre les dangers » :**

▪ **Types de Dangers :**

Les dangers sont de trois types différents :

- **Naturels** : givrage ; Tremblements de terre, éruptions volcaniques...
- **Techniques** : anomalie aux sujet des *aéronefs et composants d'aéronefs*
- **Économiques** : Le coût du matériel ou de l'équipement.

➔ **Deuxième concept « Identification des dangers » :**

Afin d'identifier des dangers, il faut considérer les points suivants :

- a) **Facteurs conceptuels**
- b) **Procédures et pratiques d'exploitation**
- c) **Communications**
- d) **Facteurs organisationnels**
- e) **Facteurs relatifs à l'environnement de travail**
- f) **Facteurs concernant la réglementation**
- g) **Moyens de défense**
- h) **Performance humaine**

➔ **Troisième concept « Analyse des dangers » :**

- **L'ABC de l'analyse des dangers**
 - A** : Établir le danger générique (énoncé du danger)
 - B** : Identifier les composants spécifiques du danger
 - C** : Ce qui mène naturellement aux conséquences

- Mener des opérations ou fournir des services alliant sécurité et efficacité exige un équilibre constant entre les objectifs de production et les objectifs de sécurité.
- ➔ **Quatrième concept « Documentation des dangers » :**
La gestion de la documentation est importante car c'est :
 - Un procédé formel pour traduire des données opérationnelles de la sécurité en information liée aux dangers.
Donc cela devient la « bibliothèque de sécurité » d'une organisation.
 - Le suivi et l'analyse des risques sont facilités par la normalisation des :
 - ✓ Définitions
 - ✓ Compréhension
 - ✓ Validation
 - ✓ Compte-rendu
 - ✓ Mesure
 - ✓ Gestion.

2.Évaluation du risque et processus d'atténuation

L'évaluation des risques consiste à déterminer le niveau de risque de Sécurité des dangers identifiés .Cette phase permet d'identifier les bonnes pratiques en matière de gestion des risques.

La mise en commun des risques identifiés et des bonnes pratiques des entreprises et organismes pour les gérer construira des référentiels pragmatiques et opérationnels.

➔ **Les trois phases du processus :**

a) Évaluation du risque :

→ **Niveau de risque de sécurité :**

Trois niveaux de risque de sécurité sont employés :

- **Niveau Haut (High level) :**

L'arrêt des opérations intéressées devrait être considéré

- **Niveau Moyen (Medium level) :**

Les opérations peuvent continuer l'exécution de la réduction significative

- **Niveau bas (Low level) :**Les opérations peuvent continuer.

b) Acceptabilité du risque :

On évalue la robustesse des moyens mis en œuvre au regard de l'impact sur la sécurité de leur défaillance.

La matrice de risque propose une hiérarchisation des EU et des EI les plus fréquents. L'entreprise ou l'organisme peut choisir de classer ses risques selon l'échelle suivante :

✓ Acceptable :

Signifie qu'aucune mesure ne nécessite d'être prise.

✓ Tolérable sous réserve :

Signifie que l'entreprise ou l'organisme est prêt à accepter ce risque afin de jouir de certains avantages, condition que le risque soit atténué le plus possible.

✓ Inacceptable :

Signifie que l'activité ne peut être poursuivie en l'état et qu'elle ne pourra être reprise qu'à condition que le risque soit ramené au moins au niveau tolérable sous réserve.

c) Atténuation du risque :

Atténuation : Mesures tendant à éliminer les dangers potentiels ou à réduire la probabilité ou la sévérité du risque.

→ Si certains risques ne peuvent pas être totalement maîtrisés, on propose des moyens pour en contrôler les effets négatifs.

Les risques doivent être ramenés au niveau « Le plus faible que l'on puisse Raisonnablement atteindre » (ALARP : As Low as reasonably Practicable). Cela signifie qu'il faut faire la part des choses entre, d'un côté, le risque et de l'autre, le temps, le coût et la difficulté liés à l'adoption de mesures visant à réduire ou éliminer le risque.

→ Les stratégies d'atténuation de risque

Les stratégies d'atténuation de risque se subdivisent en trois :

a. Éviter l'exposition

b. Réduction

c. Ségrégation de l'exposition

III .2 . 2 Élaboration de la matrice du risque :

➔ La Matrice de l'OACI :

L'OACI fournit dans le manuel de gestion de sécurité la matrice d'évaluation des risques basée sur :

- ✓ **Sévérité (Gravité) des occurrences.**
- ✓ **Probabilité (fréquence) d'occurrence.**

Dans cette version de matrice d'évaluation des risques la sévérité du risque est présentée en fonction de sa probabilité.

i. La gravité du risque :

Les conséquences possibles d'un événement ou condition de danger, en tenant compte de la situation envisageable la plus défavorable.

Elle est déclinée en **catastrophique, dangereuse, majeure, mineure** ou **négligeable**, avec chaque fois une description de la gravité potentielle des conséquences.

.

ii. La probabilité :

La possibilité qu'un événement ou condition de danger puisse se présenter. Elle est également ventilée en cinq niveaux de définitions qualitatives, et des descriptions sont fournies pour chaque degré de probabilité.

Des valeurs numériques peuvent être attribuées pour pondérer l'importance relative de chaque niveau de gravité et de probabilité. On peut alors déduire une évaluation composite des risques afin de faciliter leur comparaison en multipliant les valeurs de gravité et de probabilité.

Le tableau suivant représente les probabilités possibles des événements, leurs définitions qualitatives, significations et la valeur attribué à chaque probabilité selon le manuel de gestion de sécurité de l'OACI.

Tableau III . 1 : Probabilité de l'événement [10]

Probabilité de l'événement		
Définition qualitative	Signification	Valeur
Fréquente	Se produira probablement souvent (<i>est arrivé fréquemment</i>)	5
Occasionnelle	Se produira probablement de temps en temps (<i>est arrivé de temps en temps</i>)	4
Faible	Peu probable, mais possible (<i>est rarement arrivé</i>)	3
Improbable	Très peu probable (<i>on ne sait pas si cela s'est déjà produit</i>)	2
Extrêmement improbable	Presque impensable que l'événement se produise	1

Le présent tableau représente les sévérités des événements en aviation, leurs définitions ainsi que la signification et une valeur attribué à chaque degré de sévérité.

Tableau III .2 : Sévérité de l'événement [10]

Sévérité de l'événement		
Définition en aviation	Signification	Valeur
Catastrophique	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Equipement détruit. ➢ Nombreux morts. 	A
Dangereuse	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Forte réduction des marges de sécurité, souffrance physique ou charge de travail telle qu'on ne peut être sûr que le personnel opérationnel exécutera ses tâches complètement et avec précision. ➢ Blessures graves. ➢ Importants dégâts matériels. 	B
Majeure	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Réduction significative des marges de sécurité, perte de capacité du personnel opérationnel à faire face à des conditions d'exploitation négatives suite à une augmentation de la charge de travail ou en raison de conditions limitant son efficacité. ➢ Incident grave. ➢ Personnes blessées.. 	C
Mineure	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Effets négatifs. ➢ Limitations opérationnelles. ➢ Recours à des procédures d'urgence. ➢ Incident mineur.. 	D
Négligeable	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Peu de conséquences 	E

La matrice de risque résultante de l'OACI sera sous la forme suivante :

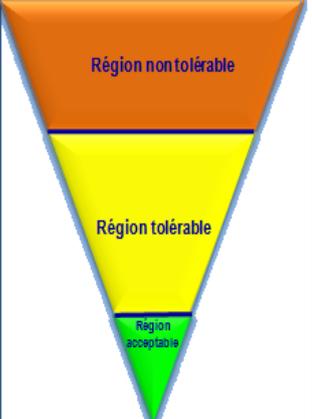
Tableau III .3 :Matrice de L'OACI [10]

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

iii. Acceptabilité du Risque

Après avoir évalué les risques classés par ordre de sévérité en fonction de probabilité dans la matrice ci- -dessus, On va utiliser chaque index d'évaluation du risque pour déterminer l'acceptabilité de ce dernier comme c'est présenté sur la figure suivante :

Tableau III .4 :Acceptabilité du risque [10]

Gestion du risque	Index d'évaluation du risque	Critère suggéré
 <p>Région non tolérable</p>	<p>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</p>	<p>Inacceptable dans les circonstances présentes</p>
<p>Région tolérable</p>	<p>5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C</p>	<p>Acceptable sur base d'une atténuation du risque. Peut requérir une décision de la direction.</p>
<p>Région acceptable</p>	<p>3E, 2D, 2E, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E</p>	<p>Acceptable</p>

III.3.Processus d'atténuation des risques :

Le diagramme suivant montre comment procède t on pour atténuer les risques :

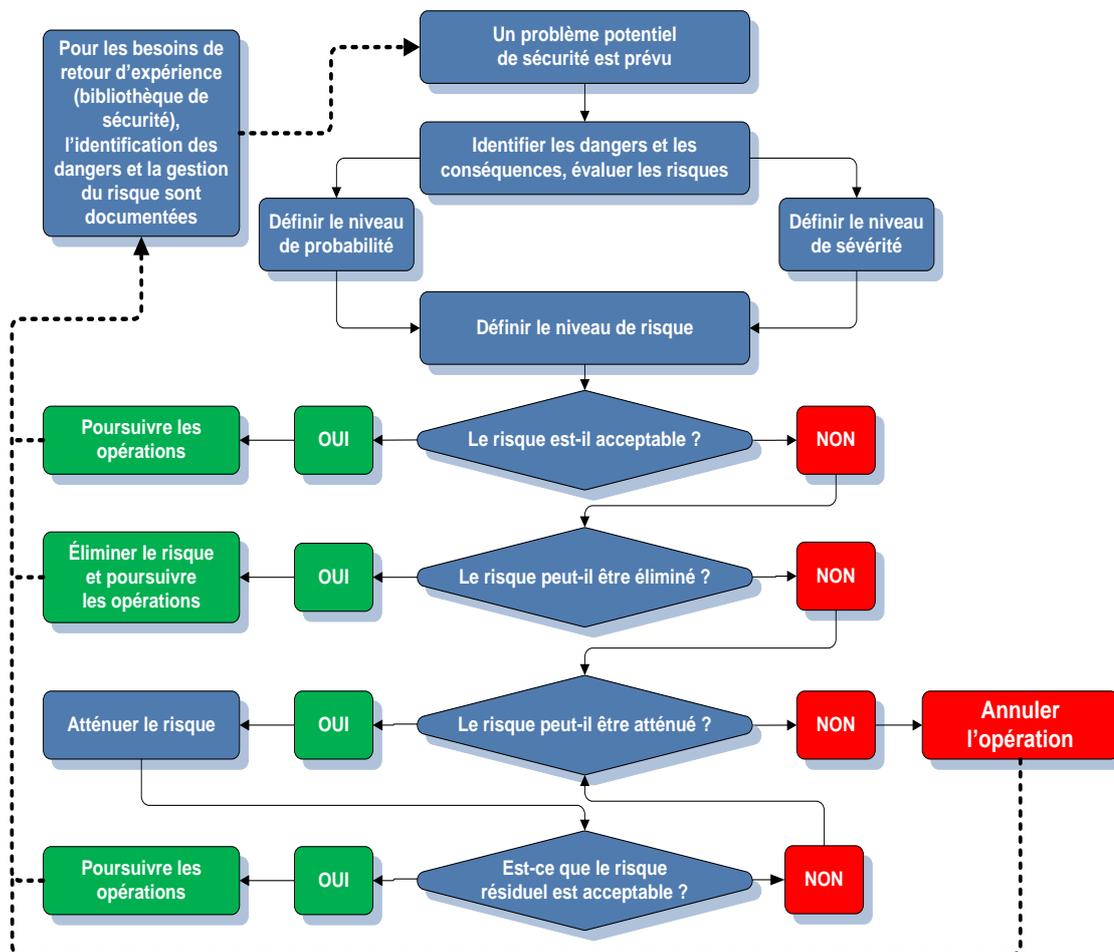


Figure III. 4 : Processus d'atténuation des risques [10].

Conclusion

Dans ce chapitre on a discuté sur le système de la gestion de la sécurité ainsi les processus d'atténuations des risques et on a constaté que l'étude de sécurité comprenant une analyse de risque va nous permettre de déterminer la nécessité de faire la conception d'une procédure panne moteur au décollage en virage pour un départ avec virage en tenant compte des contraintes liées à l'exploitation (les obstacles , conditions météorologiques ,l'intensité et la nature du trafic aérien...etc.) dans le but d'atténuer le risque de collision et d'assurer la sécurité du vol.

Introduction

Dans ce chapitre, on va appliquer nos connaissances théoriques sur la conception de la procédure au décollage en virage avec panne Moteur , toute en exploitant la possibilité d'utiliser cette procédure comme procédure du décollage en virage a fin d'optimiser les performances, conformément à la réglementation aéronautique, en tenant compte des performances de B737-800 et les spécifications de l'aérodrome de Bejaia.

A la fin ,on va valider les résultats obtenus avec les logiciels BPS et BCOP.

IV.1.présentation de l'aérodrome de Bejaia

IV.1.1.Description de l'aérodrome :

L'aérodrome de Bejaia est un aéroport international algérien qui se situe à une distance de 5 km au sud de la ville.

1/ Informations générales :[11]

- ✓ Nom de l'aéroport : **Bejaia Soummam-Abane Ramdane.**
- ✓ Code OACI/IATA : **DAAE/BJE**
- ✓ Coordonnées géographiques : **364243N 0050410 E.**
- ✓ Catégorie SSLIA : **CAT 07.**
- ✓ Altitude Aéroport : **20ft.**
- ✓ Température de référence : **28,6° C**
- ✓ Référence d'altitude : **Altitude QNH .**
- ✓ Avion Critique (Catégorie d'aéroport) : **B737-800**
- ✓ Types de trafic autorisés : **IFR/VFR**

2/ Informations sur les pistes : (voir Annexe 01)

Tableau IV.1 : Caractéristiques physique des pistes:[11]

Numéro de piste	Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Pente de RWY-SWY	Altitude du seuil THR (m)
08	2400 x 45	46 F/C/W/T Béton Bitumineux	- 0,13%	364237.53N 0050323.68E
26			+0,13%	364248.69N 0050459.48E

Tableau IV.2 : Distances déclarées:[11]

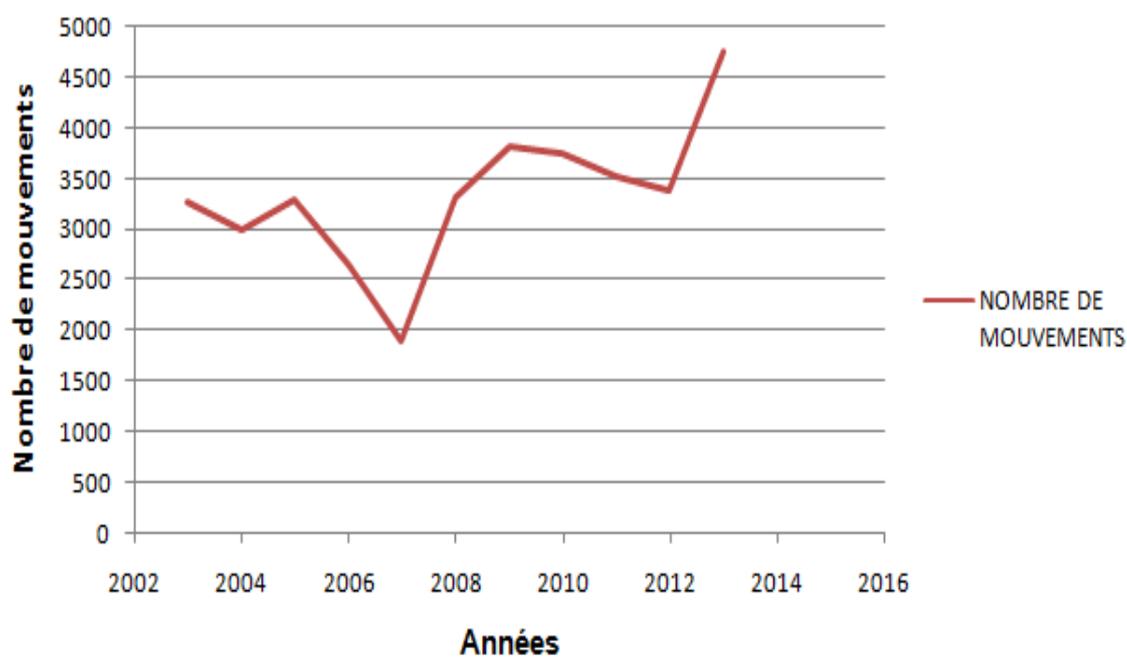
Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
08	2400	2400	2400	2400
26	2400	2400	2600	2400

IV.1.2.Analyse du trafic aérien :**A/ Evolution des mouvements d'aéronefs de l'année 2003 à 2014 :****Tableau IV.3:** Evolution des mouvements d'aéronefs de l'année 2003 à 2013.

ANNEES	NOMBRE DE MOUVEMENTS
2003	3263
2004	3008
2005	3293
2006	2648
2007	1905
2008	3322
2009	3813
2010	3756
2011	3528
2012	3387
2013	4755

Une étude des statistiques a démontrée l'évolution des mouvements d'aéronefs en fonction du temps , de l'année 2003 à 2014 , au niveau de l'aérodrome de Bejaia , qui est présenté sous forme du graphique suivant :

Evolution des mouvements d'aéronefs de l'année 2003 à 2013



Graphe IV.1 : présentation graphique de l' évolution des mouvements d'aéronefs de l'année 2003 à 2013.

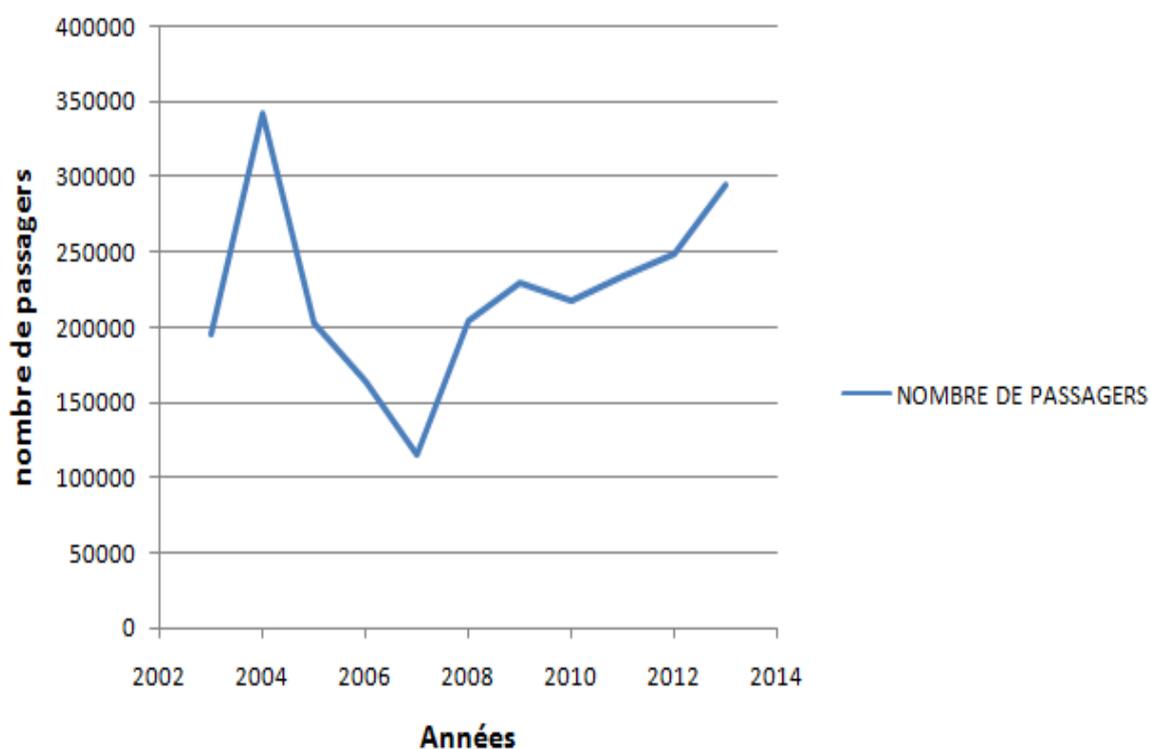
En analysant la courbe ci-dessus, on s'aperçoit que l'évolution des mouvements d'aéronefs est irrégulière pendant cette période et qu'elle a atteint son maximum en 2013.

B/ Evolution du trafic passagers de l'année 2003 à 2013

Tableau IV.4 : Evolution du trafic passagers de l'année 2003 à 2013

ANNEE	NOMBRE DE PASSAGERS
2003	196011
2004	342413
2005	203455
2006	164043
2007	115864
2008	205312
2009	229333
2010	217453
2011	233782
2012	249156
2013	295020

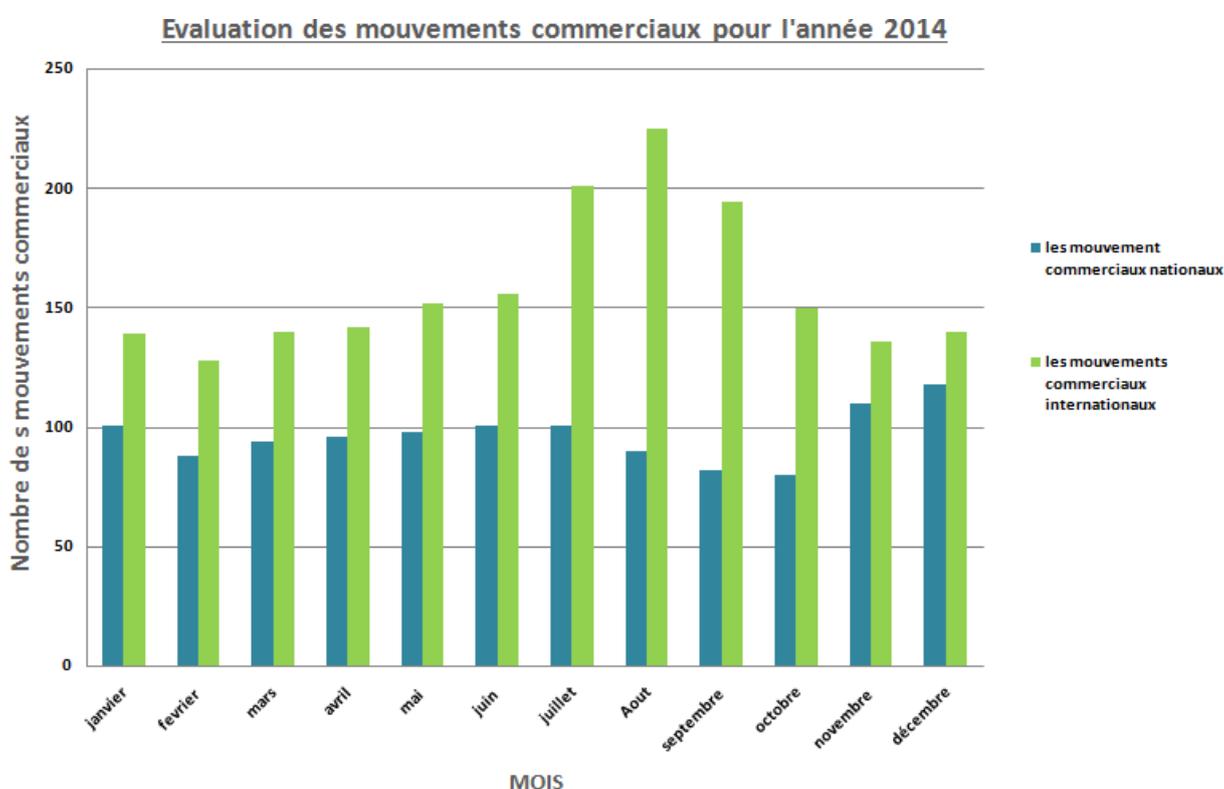
Evolution du trafic passagers de l'année 2003 à 2013



Graphe .IV .2 : présentation graphique de l' évolution du trafic passagers de l'année 2003 à 2013

Le graphe ci –dessus représente l'évolution du trafic passager de l'année 2003 à 2013 au niveau de l'aérodrome de Bejaia et on constate une croissance rapide du nombre de passagers qui a atteint son maximum en 2004 ; puis une diminution progressive et elle a atteint son minimum en 2008 puis elle a progressivement augmenter .

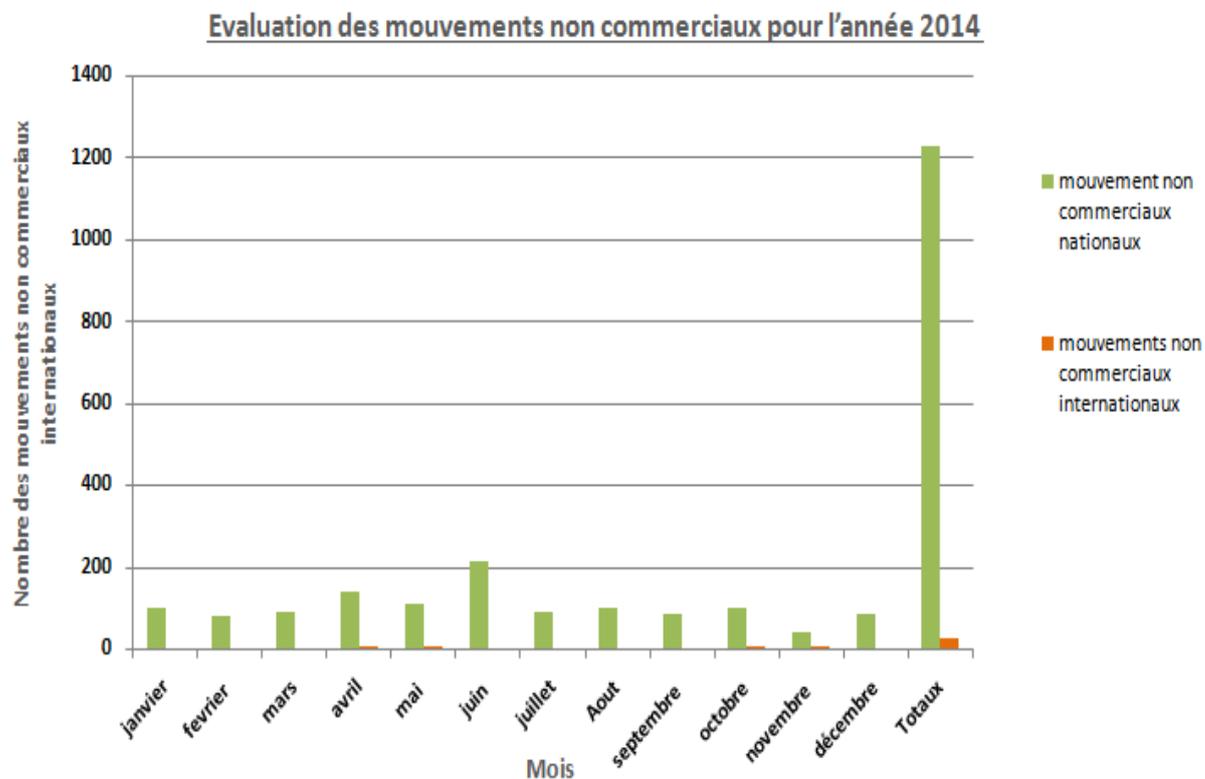
C/Evaluation des mouvements commerciaux pour l'année 2014



Graphe . IV .3 : présentation graphique des mouvements commerciaux nationaux et internationaux pour l'année 2014

L'histogramme ci –dessus compare les mouvements commerciaux nationaux et internationaux au niveau de l'aéroport de Bejaia pour l'année 2014 et il montre que les activités commerciaux internationaux sont plus importante que les nationaux.

D/Evaluation des mouvements non commerciaux pour l'année 2014



Graphe . IV .4: présentation graphique des mouvements non commerciaux nationaux et internationaux pour l'année 2014 .

L'histogramme ci –dessus compare les mouvements non commerciaux nationaux et internationaux au niveau de l'aéroport de Bejaia pour l'année 2014 et il montre que les activités non commerciales nationales sont plus importante que les internationaux contrairement au x activités commerciales.

IV.2. Analyse Du Risque

IV.2.1. Description des risques

1/ les obstacles d'aérodrome :

Tableau IV.5 : liste des obstacles publiés sur l'AIP :[11]

Aires d'approche et de décollage				
Piste	Type d'obstacle	hauteur	Marquage et balisage lumineux	Coordonnées
RWY 26	Antenne LLZ	2.8 M	Balisé de nuit	364236.4N 0050313.4 ^E
Aires de manœuvres à vue et aérodrome				
	04 Pylônes PRKG	18M	Balisés de jour et nuit	364254N 0050424 ^E 364253N 0050421 ^E 364252N 0050418 ^E 364252N 0050414E
	TWR	22M	Balisé de nuit	364255N 0050424 ^E
	Antenne NDB	21 M	Non balisé	364255.6N 0050436.0 ^E
	Guérite	4.3 M ALT.8.4M	Non Balisé	Une guérite située à 265M du QFU 08 et à 148M à droite de l'axe RWY 08

	Guérite	4 M	Non Balisé	364254.68N 0050453.35 ^E
--	---------	-----	------------	---------------------------------------

Tableau IV.6:liste des obstacles publiés sur la base de donnée BPS

<u>Obstacles</u>	<u>Hauteur d'obstacle (ft)</u>	<u>Distance /seuil de la piste (m)</u>
Obstacle 01	15	2640
Obstacle 02	239	14490
Obstacle 03	298	15450
Obstacle 04	169	13900
Obstacle 05	280	14800
Obstacle 06	254	15600
Obstacle 07	222	14150
Obstacle 08	453	15300
Obstacle 09	461	16500

2/phénomènes météorologique :

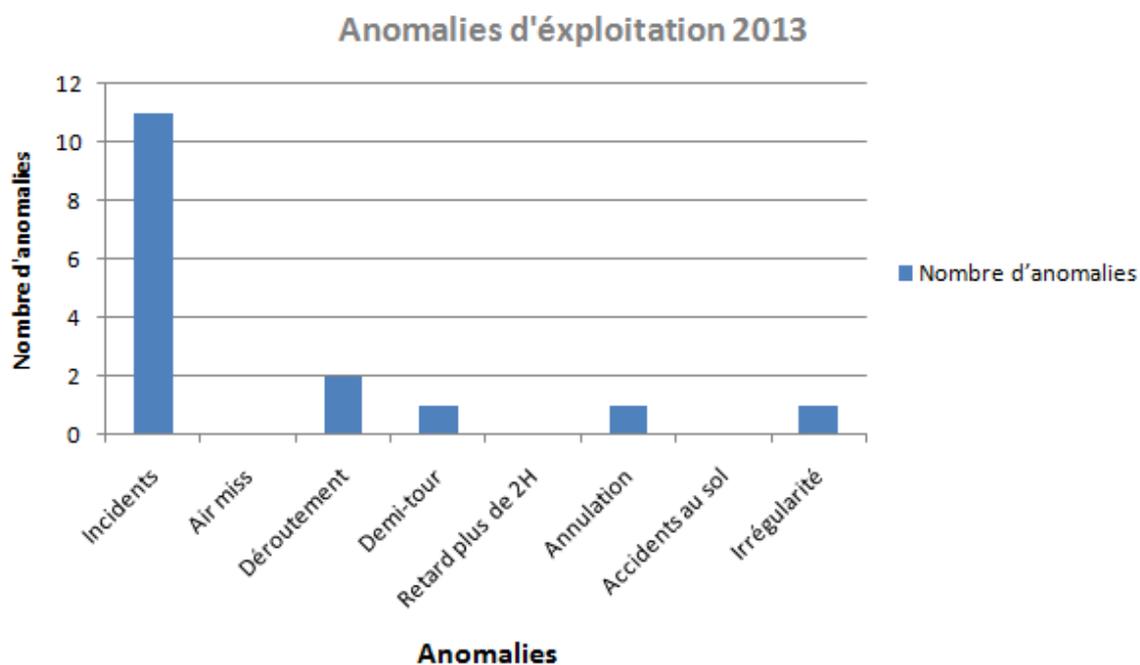
Les phénomènes météorologique affectant la sécurité des vols :

- ✓ Le vent de cisaillement sur la piste 26 ;
- ✓ de forte averses ;
- ✓ le brouillard sur toute la piste ,
- ✓ présences des nuages cumulonimbus CB .

3/ Anomalies d'exploitation

Tableau IV.7: Anomalies d'exploitation pour l'année 2013.

Types d'anomalies	Nombre d'anomalies
Incidents	11
Air miss	0
Déroutement	2
Demi-tour	1
Retard plus de 2H	0
Annulation	1
Accidents au sol	0
Irrégularité	1



Graphe IV .5: Anomalies d'exploitation pour l'année 2013.

IV .2.2 .Analyse des dangers et Matrice des risques

Tableau IV .8.Evaluation des risques

Danger		Causes	Probabilité	sévérité	Conséquences	Moyen de Mitigation
Domaines	Items					
Performances humaines	Augmentation Charge de Travail	Absence radar	3	E	Augmentation de la charge de Travail.	
					Augmentation stress	
Procédures d'exploitation	Absence des SID STAR	Absence d'une formation spécifique pour les concepteurs des procédures approches ENNA	3	E		Elaboration d'une procédure spécifique panne moteur au décollage
	Absence EOSID					
Formation	Absence formation pour la panne moteur au décollage spécifique aérodromes pour pilote et ATC	Manque d'une procédure panne moteur publiée	3	E	Augmentation de la charge de Travail.	Intégration de cette procédure dans la familiarisation aérodromes des contrôleurs ATC et Pilotes
		Manque dans la familiarisation aéroport la partie urgence ATC			Augmentation stress	
		Manque dans la familiarisation aéroport au simulateur				
Conditions météorologiques	Brouillard	Conditions météorologiques naturelles	3	E	Visibilité réduite.	Installation de l'ILS
	Vent de cisaillement (Wind Shear)				Minimas de décollage et atterrissage élevées	
Technique	Panne moteur	Pannes techniques.	3	D	QRF Atterrissage en surcharge	Elaboration d'une procédure spécifique panne moteur au décollage

L'analyse du risque a démontré que tous les risques à l'exception la panne moteur sont dans la zone acceptable et nécessitant aucune action. Quant à la panne moteur (**3D**) se trouve dans la zone acceptable sur la base d'une atténuation du risque ,et on a proposée l'élaboration d'une procédure panne moteur comme mesure d'atténuation.

IV .2.3.Atténuation des risques

Sur la base de l'évaluation des risques établie ci-dessus, on a constatée que la conception d'une procédure panne moteur au décollage en virage est une mesure efficace d'atténuation de risques à la fois pour la compagnie aérienne et le gestionnaire aéroportuaire ,sous réserve d'assurer une formation adéquate pour son utilisation pour les pilotes et les contrôleurs aérien.

IV .3.CONCEPTION DES PROCEDURES :

Concernant la panne moteur, Actuellement aucune procédure n'est publiée sur l'aérodrome de Bejaia.

IV .3.1. la conception de la procédure au décollage avec panne moteur :

il existe deux méthodes pour la conception d'un EOSID. Dans notre étude, on a utilisé la méthode d'analyse de la zone de prise en compte d'obstacles .

(pour plus de détaille, voir le chapitre II paragraphe II - 7-6)

1/les étapes d'analyse et de conception d'une EOSID :

Etudier le terrain autour de l'aérodrome et sélectionner une trajectoire de départ, Plusieurs trajectoires doivent être analysée et :

- ✓ Déterminer les obstacles critiques pour le choix de la trajectoire de départ
- ✓ Déterminer le rayon de virage nécessaire.
- ✓ Prendre en considérations les points suivantes :
 - La météo (vent ,OAT,QNH)
 - Considération de pilotage
 - La nécessité de calculer la «distance air équivalente » pour l'analyser avec le vent
 - Virage autorisée lorsque on atteint les 50 ft.
 - Le cap maximale est 15 degré
 - La trajectoire brute de vol
 - La trajectoire nette de vol- selon les exigences réglementaires
 - L'EOSID doit être suivi dans les conditions IMC et VMC.
 - Une trajectoire prévue du vol peut être employée pour l'analyse si elle représente des procédures opérationnelles.

- Pour les départs avec virage ,le cap ,la vitesse et l'angle de virage doit être fixée.
- La conception de la route des EOSID doit éviter l'espace aérien réglementé ou interdit.

2/hypothèses de calcul :

- AVION : B737-800
- FLAPS 05
- ALTITUDE :20(ft)
- AIR COND AUTO
- ANTI-ICE OFF
- VENT : -10 KT (tail wind)
- TEMPERATURE :3 0° C
- $V_v = 153$ kt ;
- l'angle de virage =15°.

3/ Performances avion :

Chaque seuil de piste est caractérisée par des fiches de limitations représentant les différents paramètres, comme la température ambiante (OAT) et les différentes composantes de vent, selon l'état de piste (sèche ou mouillé) , dont le but est de déterminer les performances avion ainsi la nature de limitation existante selon la configuration avion .

Les résultats sont représentés dans les tableaux ci-dessous :[12]

Tableau IV .9: Etude de limitations poussée maxi décollage 27 K

Piste	Vent (kt)	Température De référence	Condition de piste	MTOW (kg)	V_1 (kt)	V_R (kt)	V_2 (kt)	Nature de limitation
<u>08</u>	-10	30° C	sèche	73200	141	145	153	piste
			mouillé	72000	130	144	152	piste

<u>26</u>	-10	30° C	sèche	73200	141	145	153	piste
			mouillé	72100	129	144	152	piste

Tableau IV .10: Etude de limitations poussée réduite 26 K.

Piste	Vent (kt)	Température De référence	Condition de piste	MTOW (kg)	V_1 (kt)	V_R (kt)	V_2 (kt)	Nature de limitation
<u>08</u>	-10	30° C	sèche	71700	140	144	152	piste
			mouillé	70500	129	142	150	piste
<u>26</u>	-10	30° C	sèche	71600	141	144	151	piste
			mouillé	70400	129	142	152	piste

Tableau IV .11 : Etude de limitations poussée réduite 24 K.

Piste	Vent (kt)	Température De référence	Condition de piste	MTOW (kg)	V_1 (kt)	V_R (kt)	V_2 (kt)	Nature de limitation
<u>08</u>	-10	30° C	sèche	68300	139	141	148	piste
			mouillé	67100	128	140	147	piste

<u>26</u>	-10	30° C	sèche	68200	139	141	148	piste
			mouillé	67000	128	140	147	piste

4/ construction de la procédure EOSID :

a)détermination du sens du virage :

Une analyse de la cartographie du site favorise un virage à droite pour minimiser le nombre d'obstacles à survoler le long de la trajectoire de départ .

b)Détermination de l'angle d'inclinaison et la vitesse vraie :

$V_v = 153$ kt ;

l'angle de virage =15°.

C)Détermination du rayon du virage nominale :

L'intersection entre la vitesse vraie (V_v) et l'angle de virage donne un rayon égal à 2377 m (7800ft). **(voir Annexe 02)**

d) Détermination du rayon du virage avec panne moteur à droite

L'intersection entre la vitesse vraie (V_v) et l'angle de virage donne un rayon égal à 2073 m (6800ft). **(voir Annexe 03)**

e) Détermination du rayon du virage avec panne moteur à gauche

L'intersection entre la vitesse vraie (V_v) et l'angle de virage donne un rayon égal à 2987m (9800ft). **(voir Annexe 04)**

f) Effet de vent

1. Calcul de la distance de rayon D_R :

$D_R = \pi * R$ avec R est le rayon de virage nominale

$R(m)$	π	$D_R (m)$
2377	3.142	7468.5

2. Calcul de temps de virage TR :

$$TR = DR / Vv$$

$DR(m)$	$Vv(m/s)$	TR (s)
7468.5	78.7	94.9

3. Calcul de la vitesse angulaire Φ :

$$\Phi = 180^\circ / TR = 180^\circ / 94.9$$

$$\Phi = 1.9^\circ/s$$

4. Calcul de déplacement de l'avion ΔX :

✓ Calcul de temps de déplacement T

$$T = \alpha / \Phi$$

✓ Calcul de déplacement avion ΔX :

$$\Delta X = T * W$$

avec **W** est la vitesse du vent **30 kt** omnidirectionnel.

Avec : 30 kt = 15.4 m/s

α (°)	T (s)	$\Delta X(m)$
45°	24	370
90°	47	724
135°	71	1094

g) Détermination des obstacles dans la trouée d'envol

Une trouée d'envol est établie dans le sens de virage afin de localiser ses obstacles.

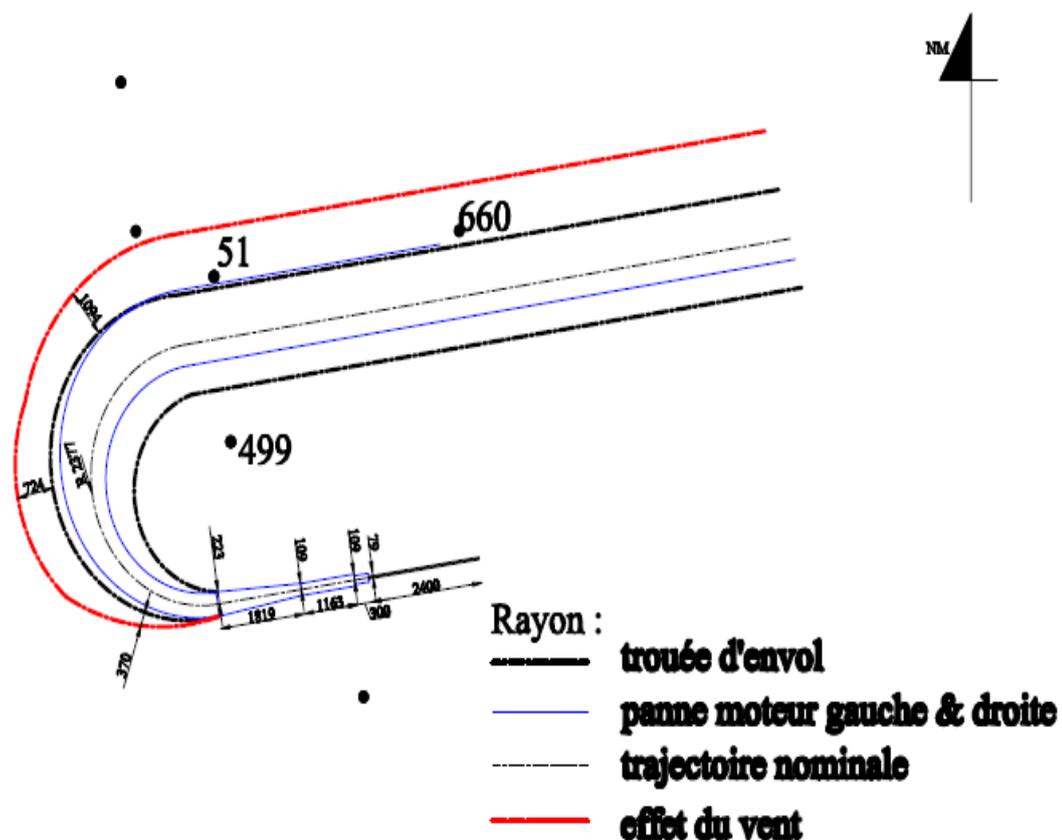


Figure IV .1 : les étapes de la construction d'une procédure au décollage en virage avec panne moteur pour la piste 26.

✓ **Liste des obstacles repérés dans la trouée d'envol**

obstacle	Altitude (m)
01	660
02	499
03	51

h) Ajustements des obstacles :

1/ Ajustement en distance :

$D = (\beta / 180) * \pi * R + \text{distance de l'extrémité de piste jusqu'à l'amorcement de virage} + \text{TORA}$ avec :

β : est l'angle entre l'obstacle et l'axe de piste

R : est le rayon de l'avion.

✓ Distance ajusté pour obstacle 01

$$D = (236/180) * \pi * 2377 + 3282 + 2400 = 9792 + 3282 + 2400 = 15474 \text{ m}$$

✓ Distance ajusté pour obstacle 02

$$D = (216/180) * \pi * 2377 + 3282 + 2400 = 8962 + 3282 + 2400 = 14644 \text{ m}$$

✓ Distance ajusté pour obstacle 03

$$D = (193/180) * \pi * 2377 + 3282 + 2400 = 8962 + 3282 + 2400 = 13690 \text{ m}$$

2/ Ajustements en altitude :

a. Calcul de ΔH :

$\Delta H = D * \delta$ avec :

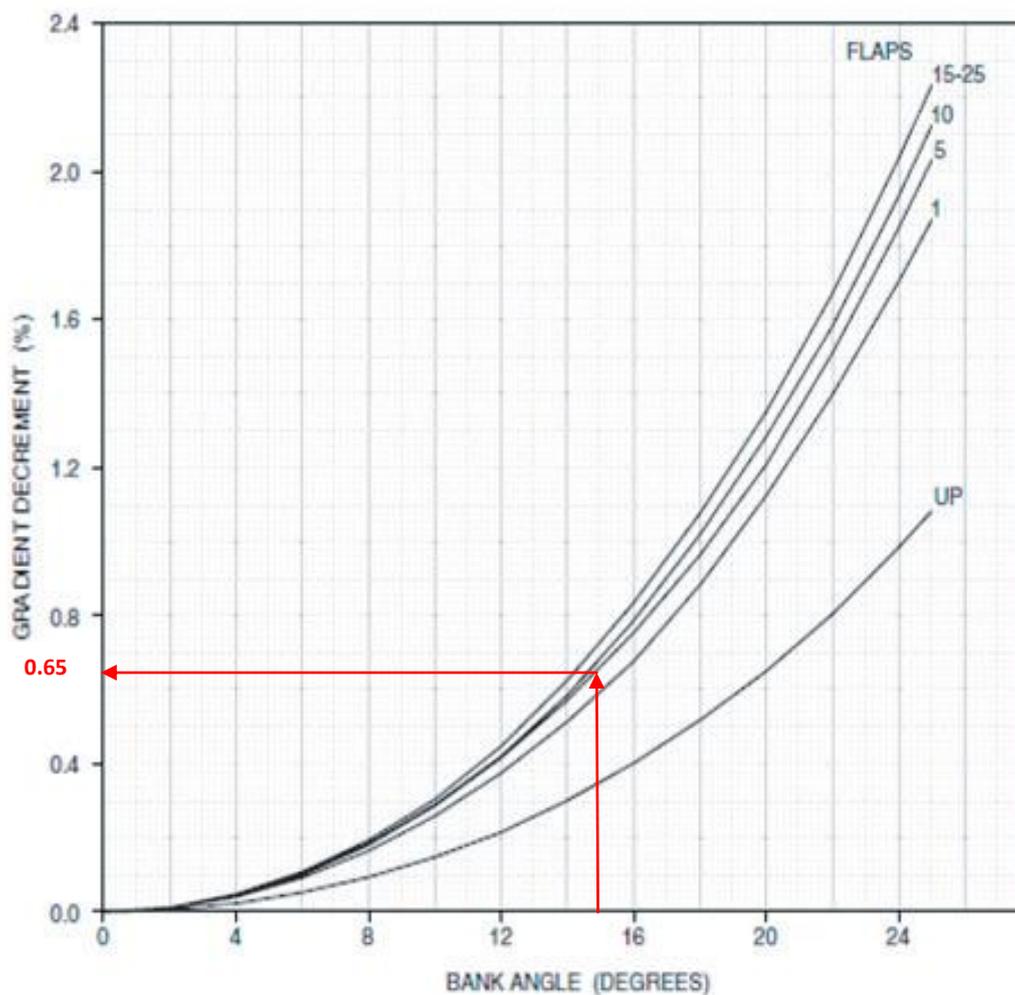
D : est la distance d'obstacle ajustée

δ : est le décrétement de gradient

✎ Détermination de δ pour B737-800 :

D'après le schéma ci –dessous , le décrétement de gradient égale 0.65%.

Alors : $\Delta H = D * 0.065$



Graph. IV .6: le décrétement gradient pour B737-800

b. Calcul de la altitude ajustée:

Altitude ajustée = ΔH + altitude d'obstacle.

✓ **pour obstacle 01**

$$\text{Altitude ajustée obs 01} = 0.0065 * 15474 + 660\text{m} = 760\text{m} = 2493 \text{ ft}$$

✓ **pour obstacle 02**

$$\text{Altitude ajustée obs 02} = 0.0065 * 14644 + 499\text{m} = 594\text{m} = 1949 \text{ ft}$$

✓ **pour obstacle 03**

$$\text{Altitude ajustée obs 03} = 0.0065 * 13690 + 51\text{m} = 140\text{m} = 459 \text{ ft}$$

Tableau IV .12 : Résultat d'ajustement des obstacles en hauteur et en distance

<u>Obstacle</u>	<u>Distance ajustée(m)</u>	<u>Altitude ajustée(ft)</u>
Obstacle 01	15474	2493
Obstacle 02	14644	1949
Obstacle 03	13690	459

IV -3-2-conception de la procédure de décollage avec virage

1/méthode de conception :

La méthode de conception de cette procédure est identique à celle de la procédure panne moteur dans son profile horizontale .

La procédure panne moteur constitue un élément important dans la validation d'une procédure standards au décollage .

La seule différence entre les deux procédure se réside dans le plan verticale .

2/ la construction de la procédure :

La méthode de construction et les hypothèses de calculs utilisé dans le cas de la panne moteur reste valide pour ce cas .

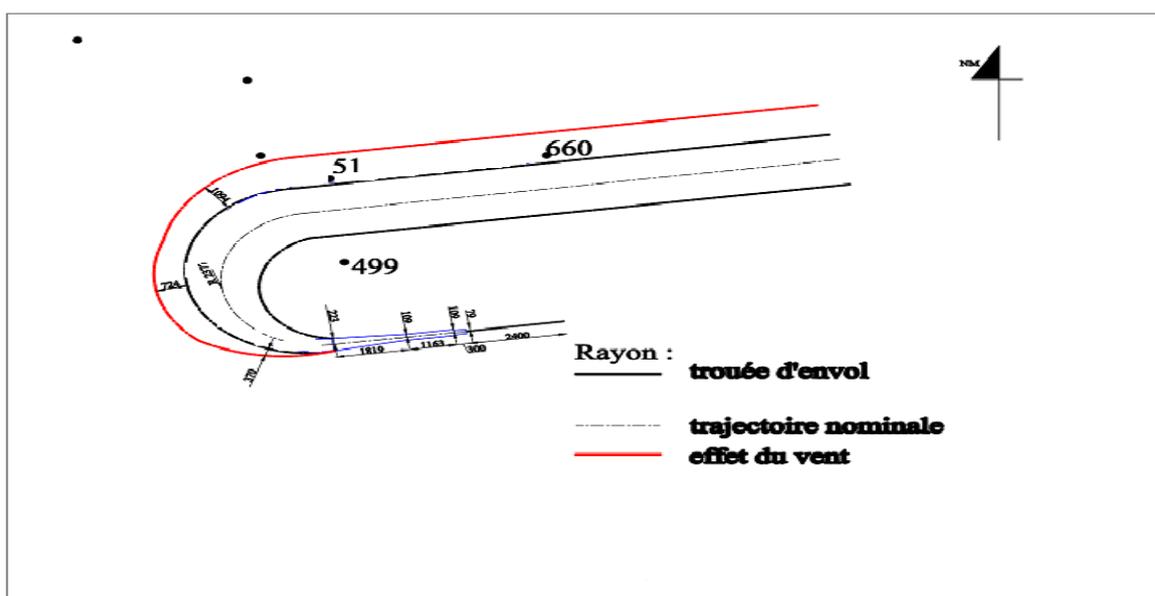


Figure IV .2 : les étapes de la construction d'une procédure au décollage en virage pour la piste 26.

IV .4.Validation des résultats

IV .4.1.présentation de BPS(Boeing Performances Software)

Le BPS est une interface graphique pour l'utilisateur (GUI) qui permet d'accéder au logiciel de performance de Boeing pour l'analyse de la consommation de carburant en croisière , l'analyse des performances en vol, et l'analyse de décollage .

BPS est conçu pour créer facilement des entrées et exécuter les logiciels de performance sans que l'utilisateur ait à se rappeler de nombreux noms de variables, nombre de colonnes d'entrée et d'autres paramètres d'entrée du programme. Il fournit également des installations pour créer, enregistrer et réutiliser les paramètres qui sont utilisés dans les programmes.

1/ Calcul des performances au décollage par le BPS :

Le BPS détermine les vitesses (V_1 , V_R , V_2) en fonction de :

- ✓ La masse de décollage
- ✓ Configuration Flaps
- ✓ Etat de piste (sèche ou mouillé)
- ✓ Vent
- ✓ Paramètres de piste (pente, Clearway, Stopway)
- ✓ La poussée

	70A	613	563F/29-30-34	598*/34-34-38	599*/34-34-38	599*/34-34-38
				599**34-34-38	607**37-37-41	615**40-40-43
	65A	639	581F/30-31-36	619F/36-36-40	625*/37-37-41	626*/37-37-41
					629**38-38-42	637**41-41-45
	60A	666	599F/32-33-38	638F/38-38-42	652F/40-40-44	653*/40-40-44
						662**42-42-46
V1;VR; V2	55A	695	618F/34-35-41	658F/40-40-45	673F/42-42-46	684*/43-43-47
						686**44-44-48
	50	739	646F/36-38-44	688F/42-43-48	703F/44-44-49	719F/46-46-50
MTOW	48	753	655F/36-38-45	698F/42-43-49	713F/44-45-50	729F/46-47-51
	46	766	663F/37-39-46	708F/43-44-50	723F/45-46-51	739F/47-48-52
	44	779	671F/37-40-47	717F/44-45-51	733F/46-47-52	749F/47-48-53
Température	42	793	680F/38-41-48	727F/44-46-52	743F/46-47-53	759F/48-49-54
	40	807	689F/39-41-49	737F/45-47-53	753F/47-48-54	769F/49-50-55
	38	823	698F/39-42-50	748F/46-48-54	764F/47-49-55	781F/49-51-57
	36	838	707F/40-43-51	757F/46-48-55	774F/48-50-56	791F/50-52-57
	34	852	715F/40-43-51	766F/46-49-56	784F/49-51-57	801F/50-51-58
	32	862	724F/41-44-52	776F/47-50-57	794F/49-51-58	812F/49-51-58
	30	862	732F/41-45-53	784F/47-50-57	802F/48-51-58	821F/49-51-58
	28	862	734F/41-45-53	787F/48-51-58	805F/48-51-58	824F/49-51-58
	25	862	738F/42-45-54	791F/48-51-58	809F/48-51-58	828F/49-51-58
	20	862	744F/42-46-54	797F/48-51-58	816F/48-51-58	835F/49-51-58
	10	862	756F/43-47-55	811F/48-51-58	830F/48-51-58	847*/49-51-58
	0	862	768F/45-49-56	824F/48-51-58	844F/49-51-58	856*/49-51-58
	-10	862	781F/46-50-57	838F/48-51-58	853*/49-51-58	862F/49-51-58

MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF 79015 KG
 MINIMUM FLAP RETRACTION HEIGHT IS 1000 FT
 LIMIT CODE IS F=FIELD, T=TIRE SPEED, B=BRAKE ENERGY, V=VMCG,
 *=OBSTACLE/LEVEL-OFF, **=IMPROVED CLIMB
 TORA IS 2400 M , TODA IS 2400 M , ASDA IS 2460 M
 RUNWAY SLOPES ARE 0.13 PERCENT FOR TODA AND 0.13 PERCENT FOR ASDA
 LINE-UP DISTANCES: 11 M FOR TODA, 26 M FOR ASDA OBS FROM BR-FT/M

RUNWAY	HT	DIST	OFFSET	HT	DIST	OFFSET	HT	DIST	OFFSET
26	15	2640	0	169	13900	0	222	14150	0
	239	14490	0	280	14800	0	453	15300	0
	298	15450	0	254	15600	0	461	16500	0

ENG-OUT PROCEDURE:

Figure IV .3 : Détermination des performances avion par le BPS

IV .4.2.présentation de BCOP(Boeing Climb out Program)

Le programme (BCOP) est un interface utilisateur graphique (GUI) basé sur Windows conçu par un groupe d'ingénieurs chargés du flight operations engineering et plus précisément le sous groupe « software ».

L'application BCOP analysera les performances du SID, STAR, des procédures de remise des gaz , de trouée d'envol avec un moteur en pannes et de nuisances sonores.

Pour une combinaison unique du Moteur/Cellule et une configuration spécifique d'utilisateur d'avion, BCOP utilise des caractéristiques spécifiques d'aérodrome et des profils latéraux et verticaux spécifiques d'un utilisateur pour produire des trois informations sur les dimensions de la trajectoire de vol. Un sous-ensemble des 70 paramètres produits disponibles du programme BCOP inclus la latitude, la longitude, l'altitude, la vitesse, le taux de montée, le temps, le carburant, la distance sol et le cap de l'avion.

Il a pour mission :

1/ Les opérations dans la zone terminale (Terminal area OPS) :

- ✓ Analyses de vitesses basses
- ✓ Capacité d'analyse pour les basses altitudes ≤ 10000 AGL

2/ Analyse de trajectoire de vol vertical et horizontal :

- ✓ Analyse des SID et STAR;
- ✓ Analyse de l'approche et approche interrompue ;
- ✓ L'effacement des obstacles ;
- ✓ Rapports des pentes.

3/ Performances tous moteurs en fonctionnements et moteurs en panne :

- ✓ Calcule des performances au décollage ;
- ✓ Panne moteur dans tous les segments autre que décollage.

4/ Calcul procédure d'abattement :

- ✓ La génération de contour de nuisance sonore ;
- ✓ La génération du niveau de décibel pour un point spécifique.

↳ La structure de logiciel :

Il comporte :

- Une interface d'utilisation Windows ;
- Une base de données « climb out format IATA » ;
- Une base de données cellule/ moteur unique.

↳ Architecture de logiciel :

Il contient quatre fichiers :

1/ Fichier de base de données avion :

Il contient la base de données des performances des avions conforme à l'AFM (Airplane flight Manual).

2/ Fichiers applications de base de données : Il contient :

- ✓ La base de données d'aéroport ;
- ✓ Le profil type vertical et horizontal ;
- ✓ La base de données des paramètres sortie.

3/ un fichier INM dos :

- ✓ Système data : la base de données standard de nuisance sonore ;
- ✓ Système obstacles ;
- ✓ Système data, les entres utilisables.

IV .4.3.Exécution des données et analyse des Résultats :

1/analyse des performances avion (Résultats BPS)(voir annexe 07-08)

Tableau IV .13 : étude comparatives du décollage directe et avec virage pour la poussée maxi décollage 27K

Piste	Vent (kt)	Température OAT	Condition de piste	MTOW Sans virage (KG)/ Nature de limitation	MTOW avec virage (KG)/ Nature de limitation	Gain en masses (KG)
<u>26</u>	0	0°C	Sèche	83000/ obstacle	83700/ piste	+700

Tableau IV .14 : étude comparative du décollage directe et avec virage pour la poussée réduite 26 K : Derate 01

Piste	Vent (kt)	Température OAT	Condition de piste	MTOW Sans virage (KG)/ Nature de limitation	MTOW avec virage (KG)/ Nature de limitation	Gain en masses (KG)
<u>26</u>	0	0°C	sèche	81700/ obstacle	82000/ piste	+300

Tableau IV .15 : étude comparative du décollage directe et avec virage pour la poussée réduite 24 K : Derate 02

Piste	Vent (kt)	Température OAT	Condition de piste	MTOW Sans virage (KG)/ Nature de limitation	MTOW avec virage (KG)/ Nature de limitation	Gain en masses (KG)
<u>26</u>	0	0°C	sèche	76500/ obstacle	76500/ obstacle	0

Commentaire :

On constate qu'on a un gain en masse pour le départ avec virage et que ce gain est plus important pour la poussé maxi-décollage 27K et que on est pas limité obstacle.

Cette procédure avec virage nous a permis d'augmenter la masse maximale au décollage c à d : l'augmentation de la charge offerte et d'effacer un certaines nombre d'obstacles.

Conclusion :

La procédure de décollage en virage permet d'améliorer les performances avion (augmenter la charge offerte) et elle assure la sécurité des vols (évitement des obstacles).

2/analyse de la trajectoire de décollage (Résultat BCOP)

On a effectué une analyse de la trajectoire de vol vertical et horizontal pour la procédure de décollage avec et sans panne moteur en utilisant le logiciel BCOP, les résultats sont représentés ci-après :

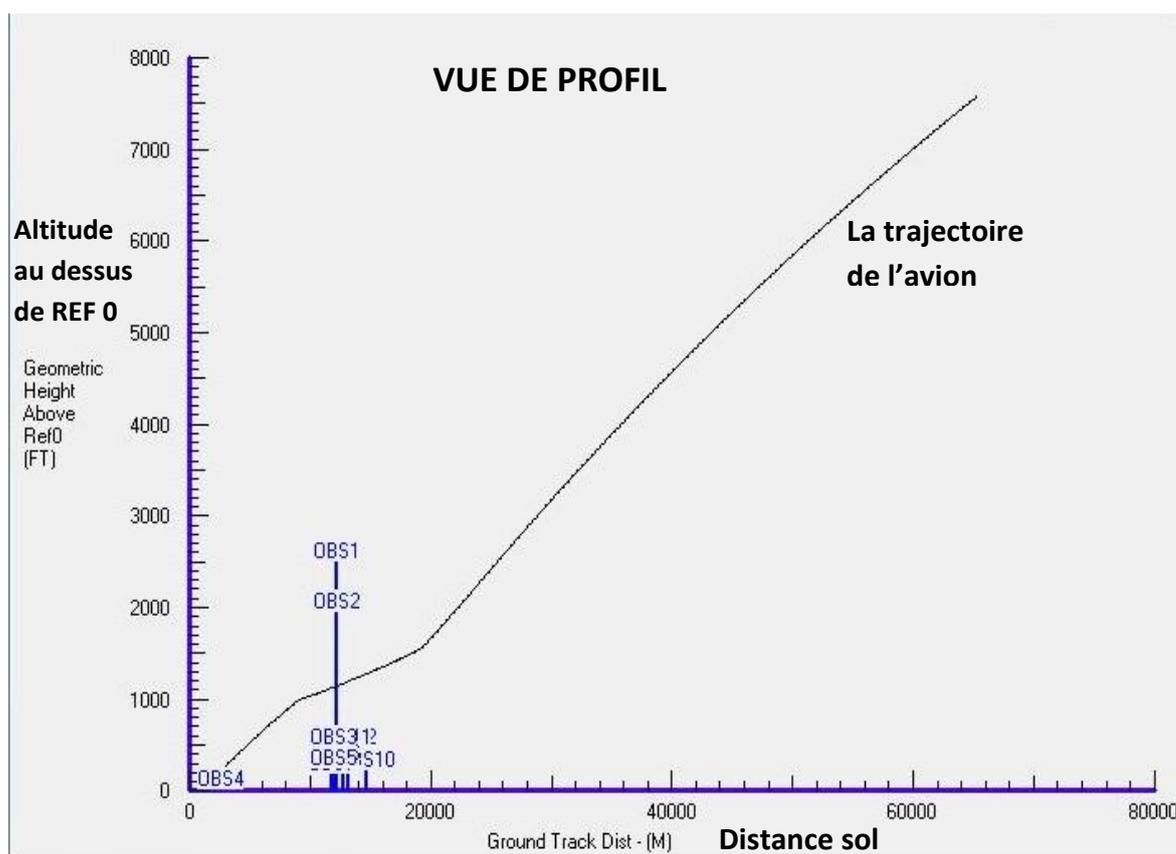
a) Décollage sans panne moteur :**↳ Condition initiale :***INITIAL CONDITION SET:*

<i>Airframe:</i>	<i>737-800WSP1</i>	<i>Airport :</i>	<i>DAAE</i>	<i>Gross Weight :</i>	<i>79015 (KG)</i>
<i>Engine :</i>	<i>CFM56-7B27</i>	<i>Runway :</i>	<i>26 (262°)</i>	<i>Flap Position:</i>	<i>5</i>
<i>Database:</i>	<i>38WSP1C27</i>	<i>Temperature:</i>	<i>15.0 (C)</i>	<i>Gear Position:</i>	<i>Extended</i>
<i>Version :</i>	<i>38WSP1C27/2.0.0</i>	<i>wind :</i>	<i>30 (KT)/82°</i>	<i>AC Bleed :</i>	<i>Auto (On)</i>
<i>Dated :</i>	<i>08-MARCH-2013</i>	<i>Altitude :</i>	<i>20 (FT)</i>	<i>AI Bleed :</i>	<i>off</i>
<i>CG :</i>	<i>FWD</i>	<i>Assumed T :</i>	<i>N/A (C)</i>		

↪ **Profile verticale de la trajectoire du vol :**

VERTICAL PROFILE - BJA NORMA TO

<i>Segment</i>	<i>Segment Type</i>	<i>Acc/Dec Type</i>	<i>End Condition</i>	<i>Flap</i>	<i>Gear</i>	<i>Thrust</i>
1	Takeoff	N/A	Gear Up, V2 + 20	N/A	RET	TKO
2	Constant Speed	N/A	1000. ft Press Alt (MSL)	N/A	RET	TKO
3	Acceleration	45% Excess Clb	Flap Position 0	RET	N/A	MCT
4	Constant Speed	N/A	7600. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	MCT

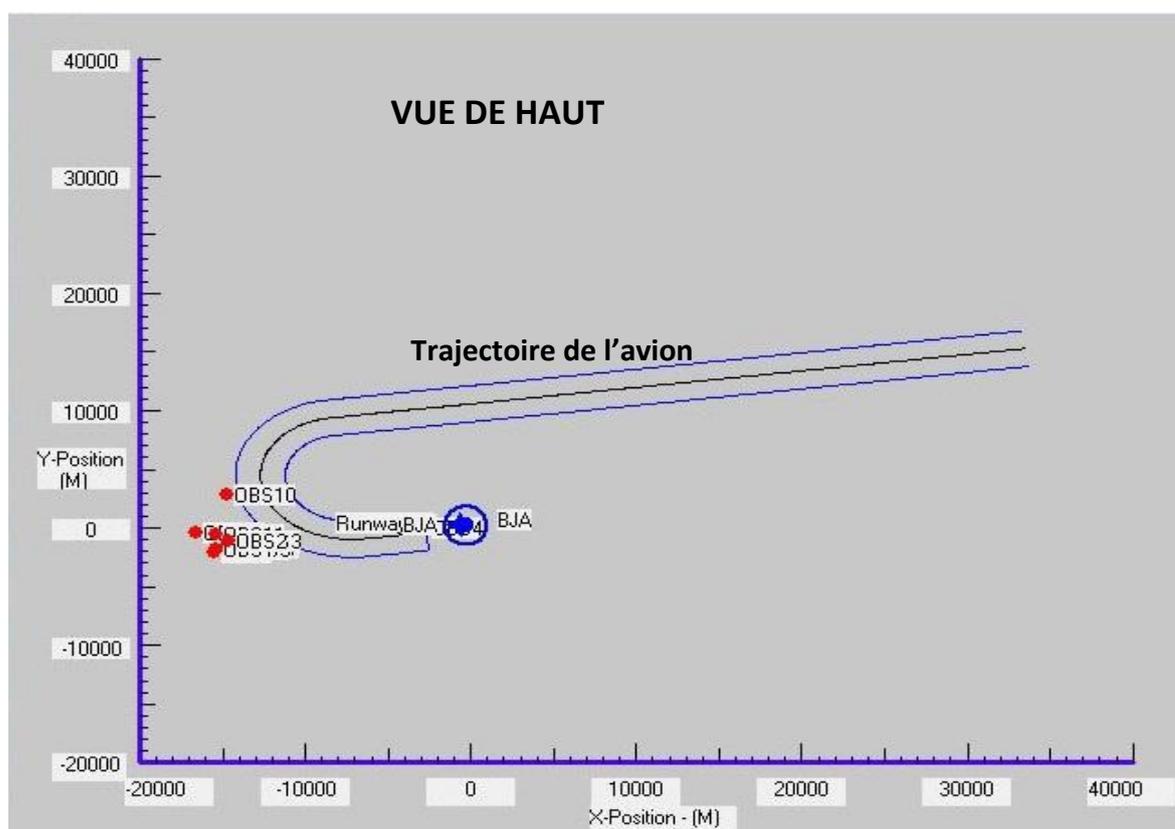


Graphe IV.7: Analyse vertical de la trajectoire de vol avec tous moteurs en marche par le BCOP.

↪ Profile Horizontale de la trajectoire du vol :

HORIZONTAL PROFILE - BJA HORI

<i>Segment</i>	<i>Segment Type</i>	<i>Segment End</i>
1	<i>Fly 262° Heading</i>	<i>Turn to Heading 082° at 3.2 DME BJA</i>
2	<i>Fly 082° Heading</i>	<i>End at Press Alt 7600 ft (MSL)</i>



Graphe IV.8 : Analyse horizontale de la trajectoire de vol avec tous moteurs en marche par le BCOP.

Commentaire :

On constate que l'exécution de l'analyse est réussit , donc la trajectoire du départ satisfait les performances de l'avion B737-800.

on a, Au moyen , un taux de montée qui varié entre **1236 ft/min** et **3099 ft/min** qui nous a permis de survoler les obstacles en toute sécurité.(voir Annexe 05)

b) Décollage avec panne moteur :**↪ Condition initiale :***INITIAL CONDITION SET:*

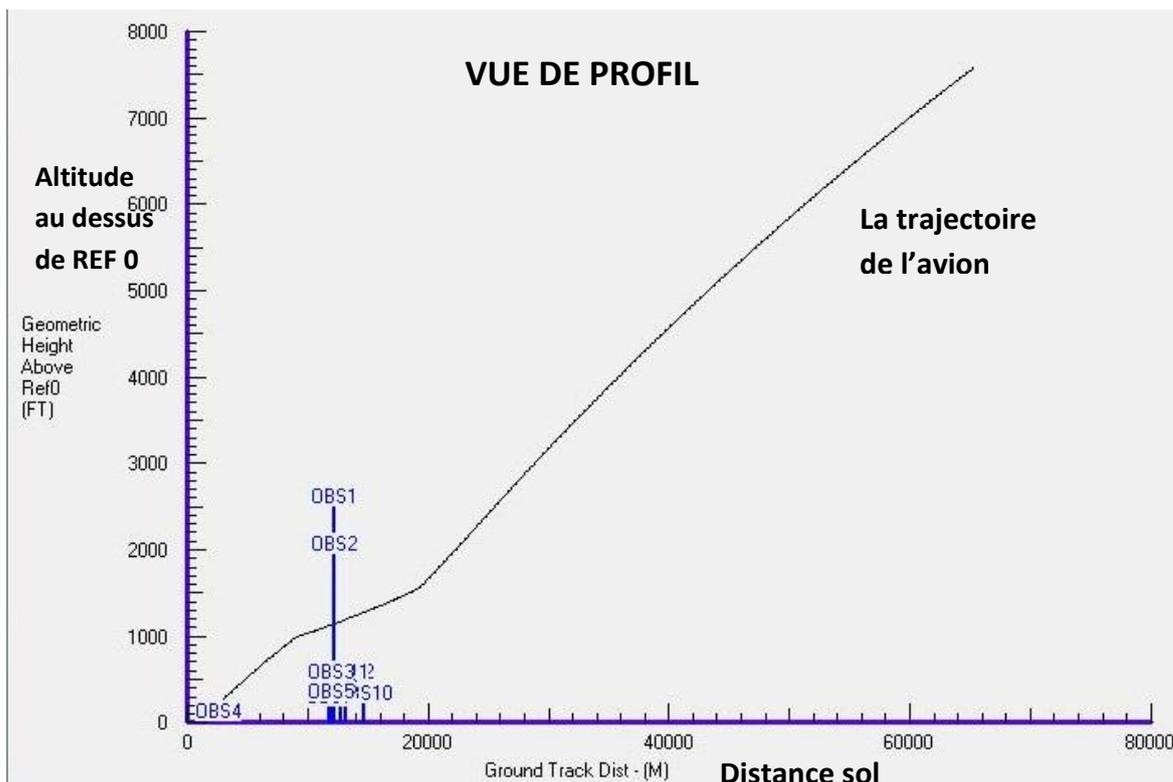
```

-----
Airframe: 737-800WSP1      Airport : DAAE      Gross Weight : 50000 (KG)
Engine : CFM56-7B27       Runway : 26 (262°) Flap Position: 5
Database: 38WSP1C27       Temperature: 15.0 (C) Gear Position: Extended
Version : 38WSP1C27/2.0.0 Wind : 30 (KT)/82° AC Bleed : Auto (On)
Dated : 08-MARCH-2013    Altitude : 20 (FT)  AI Bleed : off
CG : FWD                  Assumed T : N/A (C)

```

*VERTICAL PROFILE - BJA ENGINE OUT***↪ Profile verticale de la trajectoire du vol :***VERTICAL PROFILE - BJA ENGINE OUT*

<i>Segment</i>	<i>Segment Type</i>	<i>Acc/Dec Type</i>	<i>End Condition</i>	<i>Flap</i>	<i>Gear</i>	<i>Thrust</i>
1	Takeoff	N/A	Gear Up, V2 + 20	N/A	RET	TKO
2	Constant Speed	N/A	1000. ft Press Alt (MSL)	N/A	RET	TKO
3	Acceleration	45% Excess Clb	Flap Position 0	RET	N/A	MCT
4	Constant Speed	N/A	7600. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	MCT

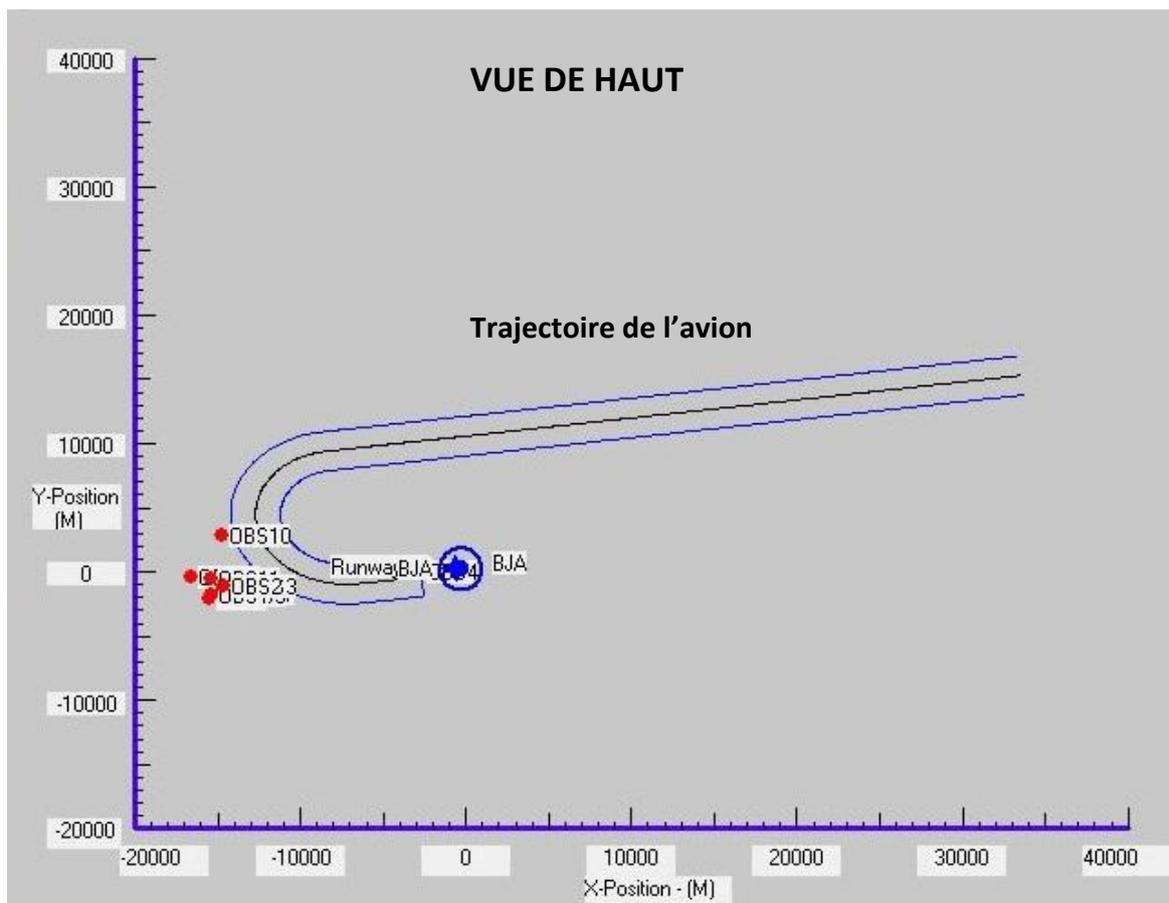


Grphe IV.9. Analyse vertical de la trajectoire de vol avec panne moteur par le BCOP

↪ **profile Horizontale de la trajectoire du vol :**

HORIZONTAL PROFILE - BJA HORI

<i>Segment</i>	<i>Segment Type</i>	<i>Segment End</i>
<i>1</i>	<i>Fly 262° Heading</i>	<i>Turn to Heading 082° at 3.2 DME BJA</i>
<i>2</i>	<i>Fly 082° Heading</i>	<i>End at Press Alt 7600 ft (MSL)</i>



Grphe IV.10. Analyse Horizontale I de la trajectoire de vol avec panne moteur par le

BCOP

Commentaire :

Malgré la panne moteur, l'exécution de l'analyse est réussit .donc la trajectoire conçue avec panne moteur satisfait les performances du B737-800

on a, Au moyen , un taux de montée qui varié entre **278 ft/min** et **930 ft/min** qui nous a permis de survoler les obstacles en toute sécurité.(voir Annexe 06)

Conclusion :

L'analyse des résultats **BCOP** et **BPS** démontre que les trajectoires de décollage en virage avec et sans panne moteur répond aux exigences réglementaires et aux performances de B737-800 toute en assurant la sécurité des vols avec l'amélioration des performances au décollage .

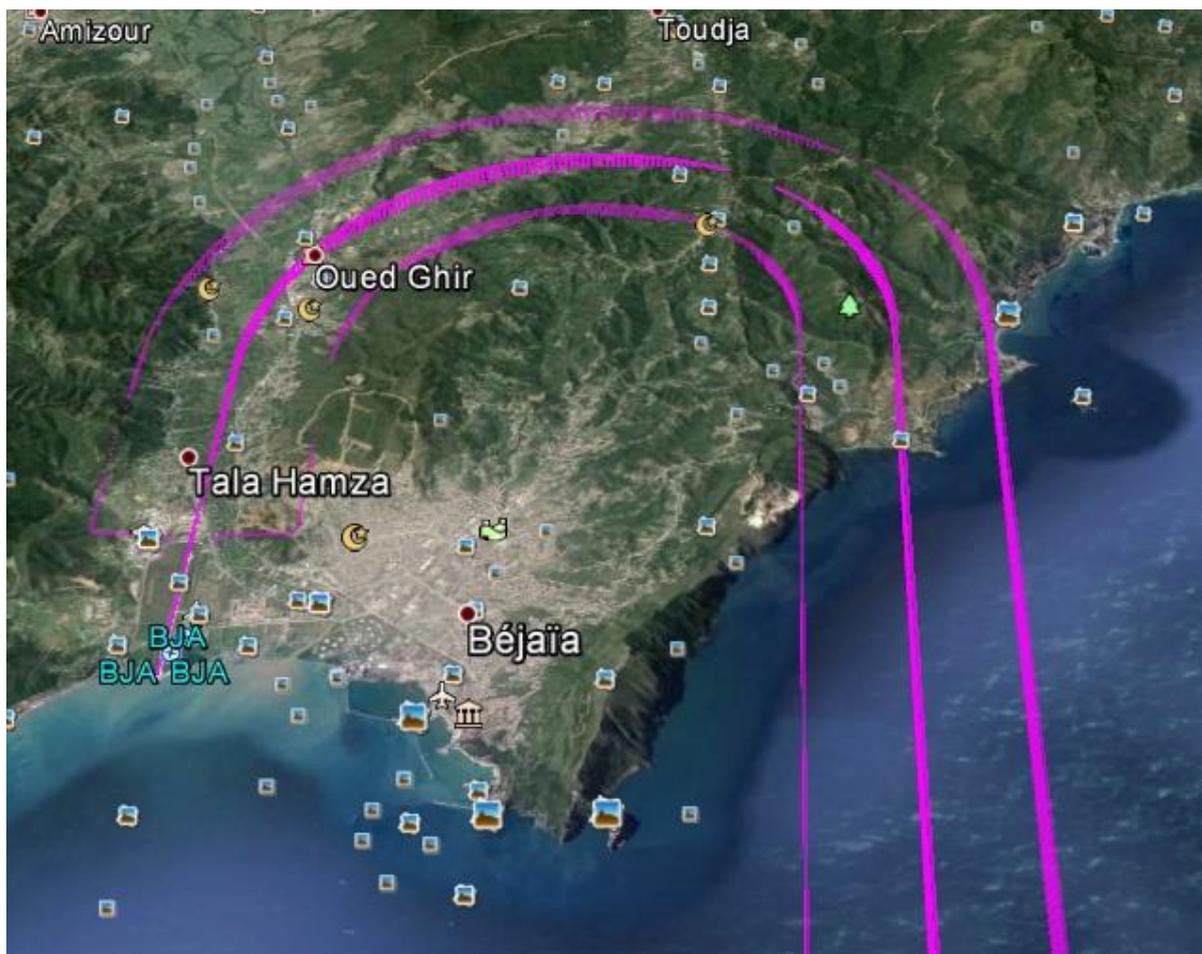


Figure IV.4 : Analyse des procédures de décollage avec et sans panne moteur avec Google Earth

Conclusion

Dans ce chapitre, on a tracé les trajectoires de départ en virage sans et avec panne moteur conformément aux exigences réglementaires.

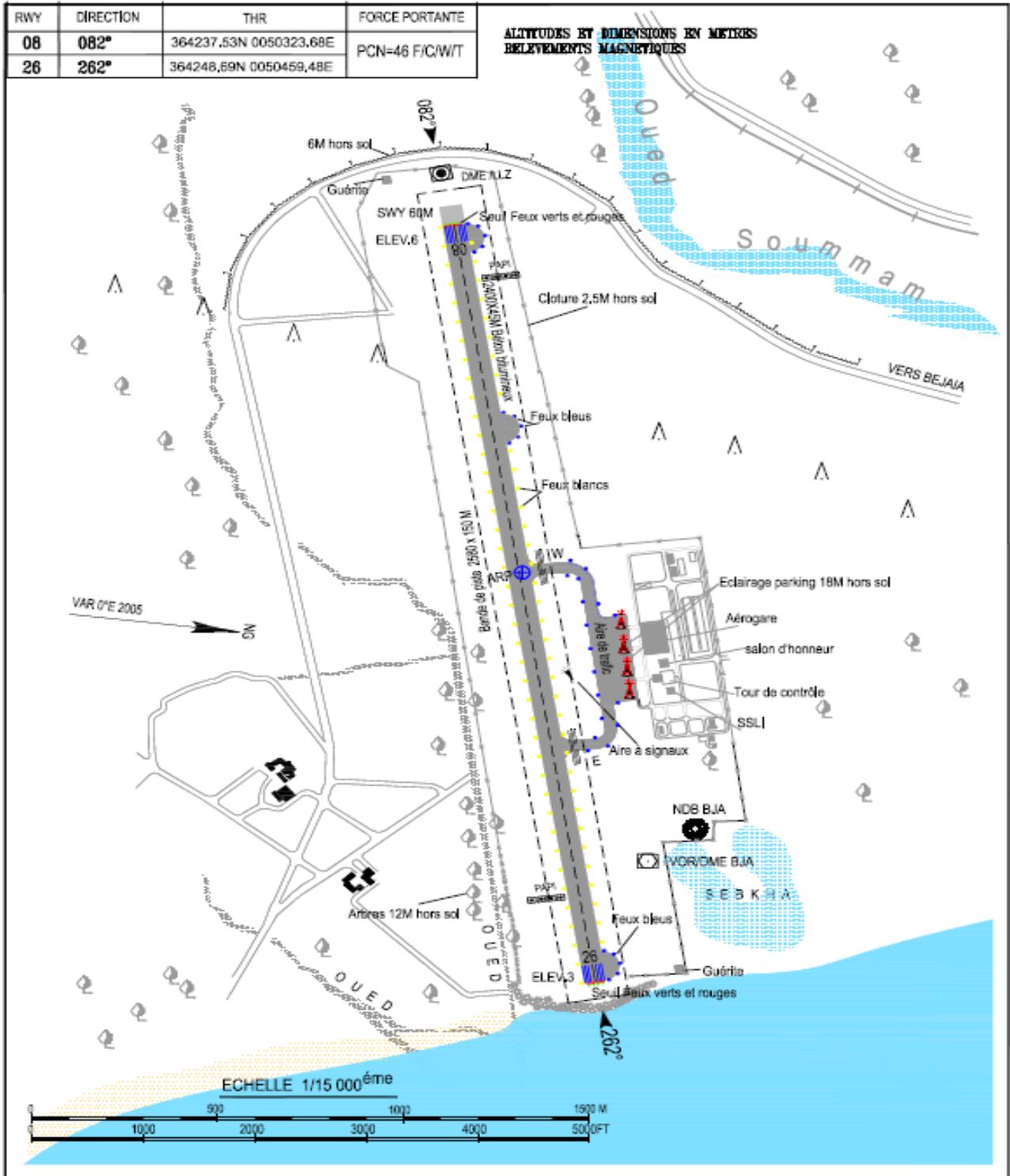
L'analyse de la trajectoire avec le BPS a montré un gain en masse maximale au décollage (optimisation des performances). quant à l'aspect sécurité, L'analyse de la trajectoire avec le BCOP a montré que le B737-800 pourra survoler toute les obstacles avec ou sans panne moteur.

Annexe 01

ARP : 364243N
0050410E
ALT AD : 06 M

TWR: 118,9
119,7(s)

CARTE D'AERODROME - OACI -



SIA Algerie

AMDT 01/14

Figure. Plan de l'aéroport de Bejaia

Annexe02



Turn Performance Manual

RADIUS OF TURN DATA

Radius of Turn Data Coordinated Turn Radius Chart

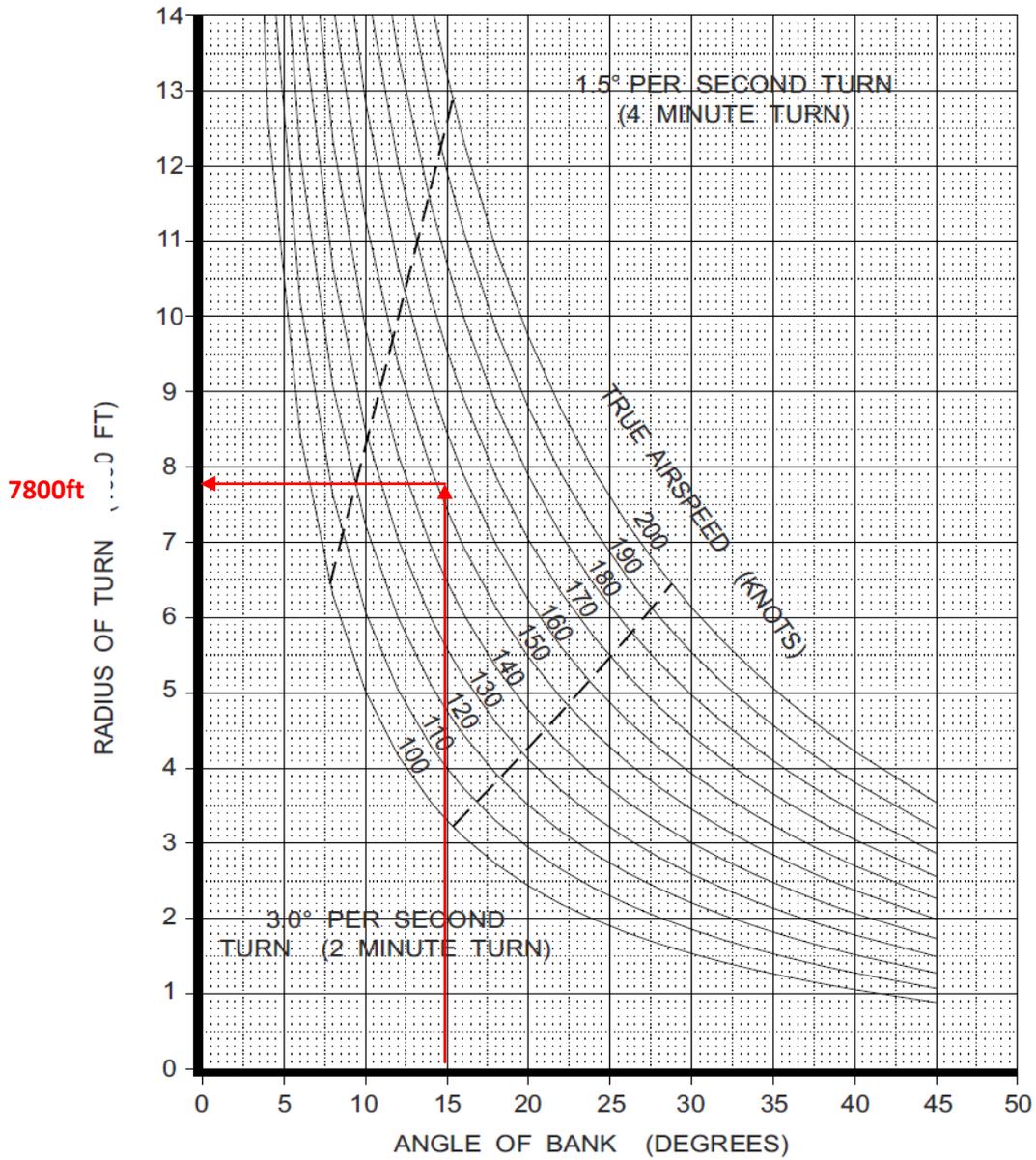


Figure 3-1: Radius of Turn Chart – Coordinated Turn

Annexe 03

RADIUS OF TURN DATA



Radius of Turn Data Uncoordinated Turn Radius Chart - Turn Into Failed Engine All 737, 757, 767 and 777 Models

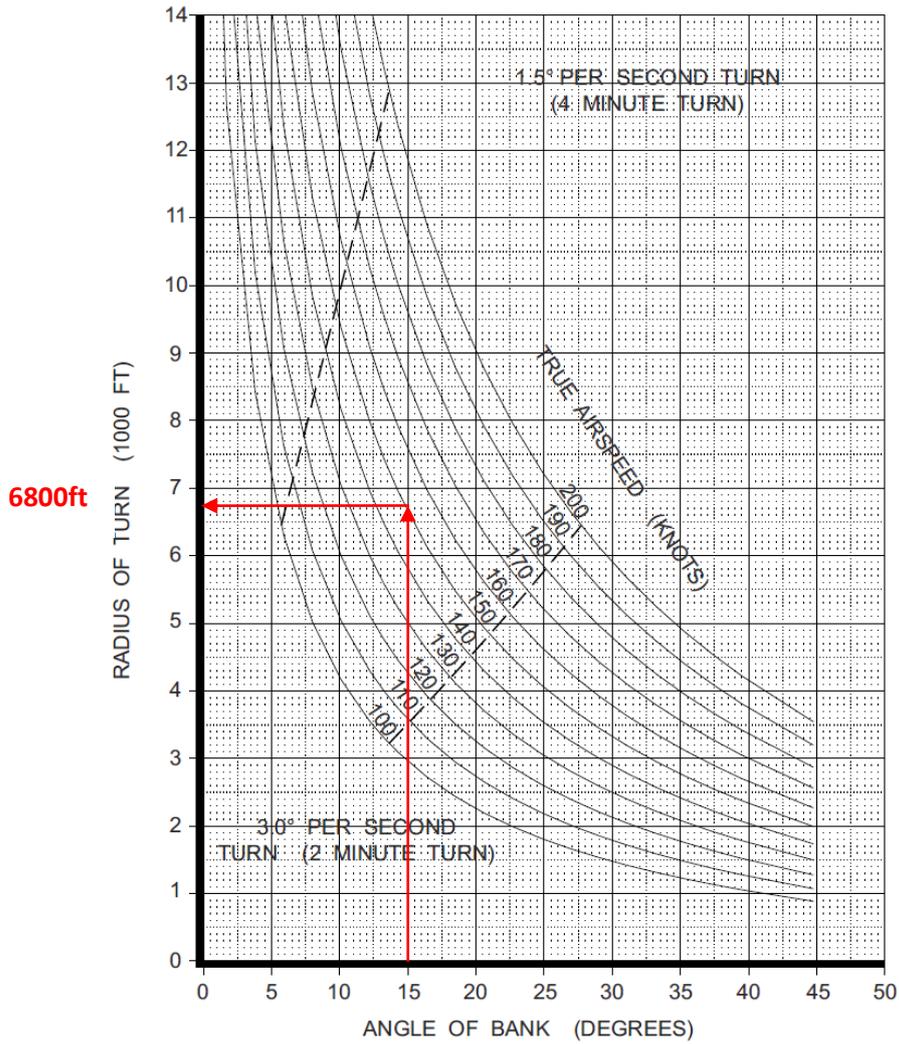


Figure 3-2: All 737, 757, 767 and 777 Models Radius of Turn Chart -- Uncoordinated Turn Into Failed Engine

Annexe04



Turn Performance Manual

RADIUS OF TURN

Radius of Turn Data Uncoordinated Turn Radius Chart - Turn Away From Failed Engine All 737, 757, 767 and 777 Models

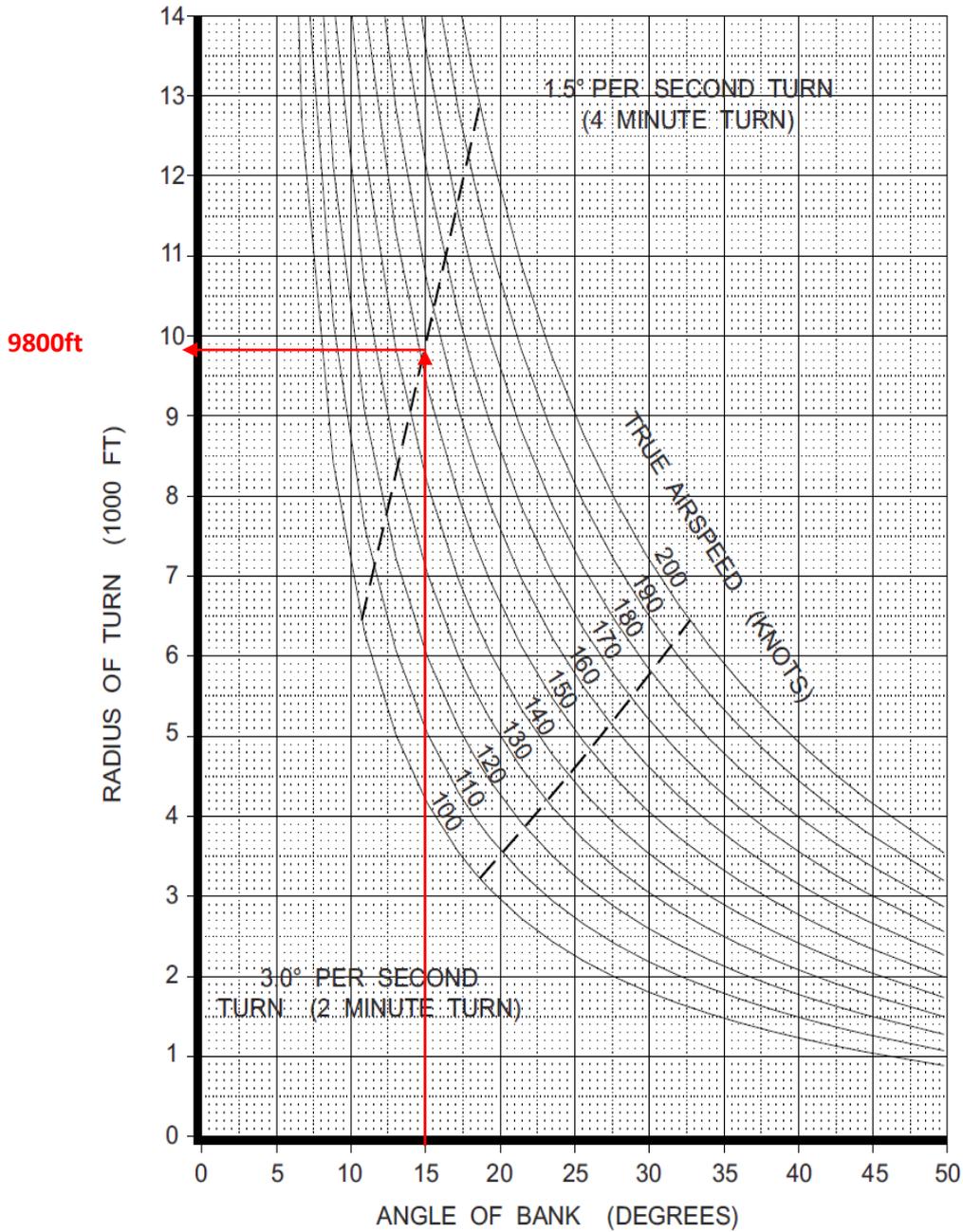


Figure 3-5: All 737, 757, 767 and 777 Models Radius of Turn Chart -- Uncoordinated Turn Away from Failed Engine

A partir de notre projet de fin d'étude, on a pu atteindre les objectifs tracés par la compagnie aérienne Tassili Airlines à la réalisation d'une procédure de décollage en virage avec et sans panne moteur basée sur l'évaluation des risques dans un aéroport critique, dans notre cas l'aéroport de Bejaia, en respectant les normes et exigences réglementaires et les spécifications opérationnelles du Boeing 737-800, ajoutant à cela l'exploitation des avantages offerts par le décollage en virage pour l'amélioration des performances dû à l'évitement des obstacles et donc l'augmentation de la charge offerte.

Notre travail constitue un premier pas pour les études de sécurité dans les plateformes aéroportuaires et pour l'optimisation des performances du décollage dans leurs aspects opérationnels qui pourra être généralisé sur l'ensemble des aéroports algériens.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA COMPAGNIE

ET DE SA FLOTTE

CHAPITRE II

DEFINITIONS ET EXIGENCES

REGLEMENTAIRES

CHAPITRE III

LA GESTION DE LA SECURITE ET

L'ANALYSE DU RISQUE

CHAPITRE IV

ETUDE DE CAS :

AERODROME DE BEJAIA

CONCLUSION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

ANNEXES

ABBREVIATIONS

RÉSUMÉS

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

BIBLIOGRAPHIE