

Université Blida 1
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales

MEMOIRE DE MASTER

En Aéronautique
Spécialité : Opérations Aériennes

Thème

**Mise en place de la procédure de descente
continue CDA
Pour TASSILI AIRLINES avec le Boeing 737-800 NG
(Aéroport d'Alger)**

Présenté par :

BOUSNINA Malika OUALI Manel Yousra

Dirigé par :

Mr. DRIOUECHE Mouloud

Promotion 2014

Table des matières

RESUME

REMERCIEMENT

DEDICACES

DEFINITIONS

ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET GRAPHES

INTRODUCTION GENERALE

**CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA COMPAGNIE TASSILI
AIRLINES**

I.1. Présentation de la compagnie TASSILI AIRLINES	18
I.1.1. Introduction.....	18
I.1.2. Historique.....	18
I.1.3. Structure de l'organisation.....	20
I.1.3.1. Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES	20
I.1.3.2. Organigramme générale de la direction exploitation.....	21
I.1.4. Politique de Tassili Airlines	22
I.1.5. Les activités de TASSILI AIRLINES	23
I.1.6. Les différentes missions de TASSILI AIRLINES	23
I.1.7. Direction d'exploitation.....	24
I.1.8. Sous-direction étude et support.....	26
I.1.9. Chef département études opérations aériennes	27
I.1.10. Les services de TASSILI AIRLINES.....	30
I.2. La flotte de la compagnie TASSILI AIRLINES.....	31
I.2.1. Introduction	31
I.2.2. Les types d'avion de la flotte de Tassili Airlines.....	31
I.2.3. Description de l'appareil Boeing 737-800 NG.....	31
I.2.4. limitation de l'appareil 737-800 NG.....	32

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LA GESTION DU TRAFIC AERIEN ET LES PROCEDURES D'APPROCHES CONVENTIONNELLES

II.1 Introduction.....	35
II.2 GESTION DU TRAFIC AERIEN.....	35
II.2.1 Définition	35
II.2.2 Objectif de l'ATM.....	35
II.2.3 Les composantes de l'ATM.....	35
II.3. LES PROCEDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS.....	47
II.3.1 Définition.....	47
II.3.2 Segments d'arrivées.....	47
II.3.3. Procédure d'attente	49
II.3.4. La stratégie de séparation.....	49
II.3.5. Les segments d'approche.....	49
II.3.6. Les différents types de procédures d'approches aux instruments.....	51
II.3.7. Concept RNAV.....	52

CHAPITRE III : DEFINITIONS ET EXIGENCES REGLEMENTAIRES DE LA CDA

III.1. Introduction.....	56
III.2. L'approche en descente continue (CDA).....	56
III.3. Les objectifs de la CDA.....	56
III.4. Différence entre une procédure d'approche conventionnelle et la CDA.....	57
II.3.1. Technique de descente avec palier (approche conventionnelle).....	57
II.3.2. Technique de descente sans palier (CDA).....	57
III.5. L'altitude/hauteur minimale de descente MDA/H et hauteur/altitude de décision DA/H selon la procédure CDA.....	59

II.6 Les exigences de la CDA.....	61
II.7. Les techniques utilisées par l'ATC.....	62
III.8. Conception et description d'une procédure type.....	62
III.9. Types de conception de la CDA.....	65
III.9.1. Conception d'une trajectoire fermée.....	66
III.9.2. trajectoire ouverte.....	66
III.9.3. Méthodes séquentielles.....	67
III.9.4 Méthode par extension de trajectoire.....	68
III.10. La distance à la piste (DTG, Distance To Go).....	69
III.11. Effet de la température sur le profil vertical.....	70

CHAPITRE IV APPLICATION DE LA PROCEDURE CDA SUR L'AEROPORT D'ALGER

IV.1. Processus suivi pour l'étude.....	73
IV.2. Présentation de l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene ».....	74
IV.3. Les procédures de départs et d'arrivées de l'aéroport d'Alger.....	76
IV.4. Positionnement des point FAP/FAF et IF.....	78
IV.5. Boeing performance software « BPS ».....	78
IV.6. Boeing Climbout Program « BCOP ».....	81
IV.7 Analyses des routes de la compagnie TASSILI AIRLINES.....	84
IV.8. Description des étapes utilisés pour l'élaboration de la CDA.....	84
IV.8.1. Présentation graphique du profil vertical CDA par rapport au profil conventionnel de chaque provenance.....	85
IV.9. Analyse des données du profil vertical CDA.....	89
IV.9.1. Réduction des émissions du CO et NOX	89
IV.9.2. Gain de carburant.....	90
IV.9.3. Réduction de la nuisance sonore.....	96

CONCLUSION

ANNEXES

REFERENCES

Résumé

Les effets du bruit des aéronefs et les émissions atmosphériques peuvent causer des contraintes sur les aéroports et l'augmentation des coûts opérationnels qui se résument en consommation de carburant et en temps de vol, ainsi que la charge de travail des équipages dans la phase de descente et approche. La mise en œuvre de l'Approche en Descente Continue (CDA) sur les aéroports est reconnue comme étant une méthode qui permet d'atténuer ces problèmes.

Abstract

The effects of aircraft noise and air emissions can cause constraints on aerodromes and higher operating costs which can be summarized in fuel consumption and flight time, and the workload of the crew in the descent phase and approach. The implementation of the Continuous Descent Approach (CDA) on aerodromes is recognized as a method to mitigate these problems.

ملخص

أثار ضوضاء الطائرات و انبعاثات الغازات يمكن ان يسببواً على المطارات وارتفاع تكاليف التشغيل و يكون مكلفاً في استهلاك الوقود و زمن الرحلة، و كذلك ضغط على طاقم العمل في مرحلة الإقتراب والهبوط. تنفيذ النهج الهبوط المستمر في المطارات يكون معرّفاً كوسيلة للتخفيف من حدة هذه المشاكل

REMERCIEMENTS

Il n y a point un meilleur remerciement que notre connaissance à dieu qui nous a donné du courage et de la volonté pour pouvoir accomplir ce modeste travail.

*On remercie notre promoteur et enseignant **Mr DRIOUECHE M** pour sa modestie et son aide.*

*Je remercie également notre encadreur **Mr BOUAMRANI F**, on lui présente notre profonde gratitude pour nous avoir encadrés, et également pour son aide infaillible malgré sa lourde charge durant son travail.*

*On tient à remercier tout le personnel de **TASSILI AIRLINES** pour leur aide.*

*Nous n'oublions pas de remercier l'ensemble de nos enseignants de **l'IAB** pour nos avoir si bien guidés et orientés pendant notre cycle d'études.*

Malika & Yousra

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont encouragé le long de mes études et soutenu par leur amour et leur tendresse

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin, commençant par :

- ◆ *Ma sœur Soumia*
- ◆ *Toute la famille Bousnina, la famille Boukhit*
- ◆ *Ma cousine Dalila*
- ◆ *Mes amies : Mustapha, Djamila, Amira, Zahira, Meriem*
- ◆ *Mon binôme yousra*

Et toute la promotion 2014.

Malika

► Définitions

Aérodrome

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

Aérodrome de dégagement à destination

Aérodrome de dégagement vers lequel un aéronef peut poursuivre son vol s'il devient impossible ou inopportun d'atterrir à l'aérodrome d'atterrissage prévu.

Aéroport

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

Aéronef

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

Aire de manœuvre

Partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages, les atterrissages et la circulation des aéronefs à la surface (les manœuvres au sol qui se rattachent au décollage et à l'atterrissage), à l'exclusion des aires de trafic.

Aire de trafic

Aire définie, sur un aérodrome terrestre, destinée aux aéronefs pendant l'embarquement ou le débarquement des voyageurs, le chargement ou le déchargement de la poste ou du fret, l'avitaillement ou la reprise de carburant, le stationnement ou l'entretien.

Aire de mouvement

Partie d'un aérodrome aménagée en vue des opérations de décollage et d'atterrissage des aéronefs et de leurs évolutions au sol.

L'aire de mouvement comprend l'aire de manœuvre et les aires de stationnement.

Aire d'atterrissage

Partie d'une aire de mouvement destinée à l'atterrissage et au décollage des aéronefs.

Aire primaire

Aire définie de part et d'autre de la trajectoire de vol nominale et à l'intérieur de laquelle une marge constante de franchissement d'obstacles est assurée.

► Définitions

Aire secondaire

Aire définie de part et d'autre de l'aire primaire, le long de la trajectoire de vol nominale, à l'intérieur de laquelle une marge décroissante de franchissement d'obstacles est assurée.

Altitude

Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer (MSL).

Altitude d'un aérodrome

Altitude du point le plus élevé sur l'aire d'atterrissage.

Altitude/ hauteur minimale de franchissement d'obstacles (Altitude de sécurité): (MOCA/H)

Altitude/hauteur assurant la marge de franchissement requise au-dessus de tous les obstacles situés dans l'aire de protection du segment de procédure considéré.

Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)

Altitude (OCA) ou hauteur (OCH) la plus basse au-dessus du seuil de piste ou au-dessus de l'altitude de l'aérodrome (2m), selon le cas, utilisée pour respecter les critères appropriés de franchissement d'obstacles.

Altitude de décision (DA) ou hauteur de décision (DH)

L'altitude ou hauteur spécifiée à laquelle, au cours de l'approche de précision, une approche interrompue doit être amorcée si la référence visuelle nécessaire à la poursuite de l'approche n'a pas été établie.

Altitude ou Hauteur minimale de descente (MDA/H) :

Altitude ou hauteur spécifiée dans une approche classique ou indirecte, au-dessous de laquelle une descente ne doit pas être exécutée sans la référence nécessaire.

Altitude minimale de secteur (MSA)

Altitude assurant une marge minimale de franchissement d'obstacles de 300 m (1000 ft) au-dessus de tous les obstacles situés dans un secteur circulaire de 25 NM de rayon centré sur une installation de radionavigation ou une portion de celui-ci.

Autorité ATS compétente

L'autorité appropriée désignée par l'État chargé de fournir les services de la circulation aérienne dans un espace aérien donné.

► Définitions

Avion

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

Contrôle d'aérodrome

Service du contrôle de la circulation aérienne pour la circulation d'aérodrome. Contrôle d'approche. Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'arrivée ou au départ.

Contrôle d'approche

Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'arrivée ou au départ.

Départ normalisé 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, auquel commence la phase en route d'un vol.

Espaces aériens des services de la circulation aérienne

Espaces aériens de dimensions définies, désignés par une lettre de l'alphabet, à l'intérieur desquels des types précis de vol sont autorisés et pour lesquels il est spécifié des services de la circulation aérienne et des règles d'exploitation.

Hauteur

Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et un niveau de référence spécifié.

Heure d'approche prévue

Heure à laquelle les services ATC prévoient qu'un aéronef, à la suite d'un retard, quittera le repère d'attente pour exécuter son approche en vue d'un atterrissage.

Marge minimale de franchissement d'obstacles (MFO)

Distance verticale spécifiée, destinée à compenser, pour le survol des obstacles en vol aux instruments, les tolérances et les imprécisions admises dans l'évaluation de la position verticale et dans la conduite d'un aéronef.

► Définitions

Minimum en route altitude MEA

Est l'altitude la plus basse entre deux balises, qui permet à la fois le franchissement des obstacles et la réception des aides radio. Celle-ci peut être définie pour l'ensemble de la voie aérienne (Airway) ou une portion de cette dernière.

Navigation de surface (RNAV)

Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides de navigation à référence sur station, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou grâce à une combinaison de ces deux moyens.

Niveau

Terme générique employé pour indiquer la position verticale d'un aéronef en vol et désignant, selon le cas, une hauteur, une altitude ou un niveau de vol.

Niveau de vol

Surface isobare, liée à une pression de référence spécifiée, soit 1 013,2 hectopascals (hPa) et séparée des autres surfaces analogues par des intervalles de pression spécifiés.

Piste

Aire rectangulaire définie, sur un aéroport terrestre, aménagée afin de servir au décollage et à l'atterrissage des aéronefs.

Point d'approche interrompue (MAPT)

Point dans une procédure d'approche aux instruments (classique) auquel ou avant lequel la procédure prescrite d'approche interrompue doit être amorcée afin de garantir la marge de franchissement d'obstacles en approche interrompue.

Procédure d'approche interrompue

Procédure à suivre lorsqu'il est impossible de poursuivre l'atterrissage.

Profil de descente optimisé (OPD)

Un profil de descente associée à une arrivée publié (STAR) et conçu pour permettre l'utilisation pratique maximale d'une CDO. Il commence à partir du début de la descente, en tenant compte des limitations de l'aéroport, l'espace aérien, l'environnement, le trafic et les capacités de l'avion, et l'ATC. le profil de descente est composé dans la mesure du possible d'un profil de descente avec une puissance au ralenti et un profil de descente géométrique qui maximisent l'altitude, minimise la poussée nécessaire pour rester sur la trajectoire, en arrivant à l'emplacement désiré et répondre aux contraintes d'altitude et de vitesse le long du circuit fermé.

► Définitions

Point de cheminement :

Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route à navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface. Les points de cheminement sont désignés comme suit :

Point de cheminement par le travers : Point de cheminement qui nécessite une anticipation du virage de manière à intercepter le segment suivant d'une route ou d'une procédure ; ou

Point de cheminement à survoler : Point de cheminement auquel on amorce un virage pour rejoindre le segment suivant d'une route ou d'une procédure.

Publication d'information aéronautique (AIP)

Publication d'un État, ou éditée par décision d'un État, renfermant des informations aéronautiques de caractère durable et essentielles à la navigation aérienne.

Repère d'approche initiale (IAF)

Repère qui marque le début du segment initial et la fin du segment d'arrivée, s'il y a lieu. En applications RNAV, ce repère est normalement défini par un point de cheminement par le travers.

Repère de descente

Repère placé au FAP dans une approche de précision afin de surmonter certains obstacles qui se trouvent avant le FAP, faute de quoi ils devraient être pris en compte aux fins du franchissement d'obstacles.

Repère intermédiaire (IF)

Repère qui marque la fin d'un segment initial et le début du segment intermédiaire. En applications RNAV, ce repère est normalement défini par un point de cheminement par le travers.

Route

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

Route ATS

Route déterminée destinée à canaliser la circulation pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne.

► *Définitions*

Route d'arrivée spécifiée (STAR)

Ce sont des routes ou segments de routes, permettant de relier l'itinéraire de croisière au repère d'approche initiale (IAF), lorsque cela présente un avantage sur le plan opérationnel, ou lorsqu'il n'est pas possible de définir une arrivée omnidirectionnelle.

Seuil

Début de la partie de la piste utilisable pour l'atterrissage.

► *Abréviations*

ADR : Advisory Route
AIP : Aeronautical Information Publication
AOC : Air Operator's Certificate
ASM : AirSpace Management
ATC : Air Traffic Control
ATM : Air Traffic Management
ATS : Air Traffic Services
ATFM : Air Traffic Flow Management
ATFCM : Air Traffic Flow Courant Management
ATIS : Automatic Terminal Information Service
AWY : Airway

BCOP : Boeing Climbout Program
BPS : Boeing performance software

C : Celsius
CA : Circulation Aérienne
CAG : Circulation Aérienne Générale
CAM : Circulation Aérienne Militaire
CDA : Continuous Descent Approach
CDO : Continuous Descent Operation
CER : Circulation d'Essai et de Réception
COM : Circulation Opérationnel Militaire
CO : Dioxyde de carbone
CTA : Région de contrôle terminale
CTR : Zone de contrôle d'aérodrome

DA/H : Decision Altitude/Height
DACM : Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie
DB : Décibel
DME : Distance Measuring Equipment
DNL : Day-Night Average Sound Level
DTG : Distance To Go

ENR : En Route

FAF/FAP : Final Approach Fix/ Point
FIR : Flight Information Region
FL : Flight Level
FMS : Flight Management System
FPA : Flight Path Angle

► *Abréviations*

FSB : Flight Safety Bureau

FT : Feet

HPa : Hectopascal

HSE : Health, Safety, and the Environment

IATA : International Air Transport Association

IAF : Initial Approach Fix (INA)

IAP : Instrument Approach Procedure

IF : Intermediate Fix (INT)

IFR : Instrument Flight Rules

INM: integrated noise module

ILS : Instrument Landing System

IOSA : IATA Operational Safety Audit

ISA : International Standard Atmosphere

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

Kt : Nœud/Knot

M : Mètre

LLZ : Localizer

LNAV : Lateral Navigation

MANEX : Manuel d'Exploitation

MAPt : Missed Approach Point

MDA/H : Minimum Descent Altitude/Height

MEL : Minimum Equipment List

MFO : Marge minimale de Franchissement d'Obstacle

MNPS : Minimum Navigation Performance Specification

MORA : Minimum Of Route Altitude

MSA : Minimum Safe Altitude

MSL : Mean Sea Level

NDB : Non Directional Beacon

NG : Next Generation

NM : Nautical Mile

NOX : Oxyde d'azote

NPA : Non Precision Approach

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale

OCA/H : Obstacle Clearance Altitude/Height

OPD : Optimised Profil Descent

► *Abréviations*

PNC : Personnel Navigant Commercial

PNT : Personnel Navigant Technique

PVD : Plan de Vol Déposé

QFE : Q Feild Elevation

QNH : Q National Height

RVSM : Reduced Vertical Separation Minima

RNAV: Area Navigation

RNP : Required Navigation Performance

RWY : Run Way

SGQ : Système de Gestion Qualité

SGS : Système de Gestion de Sécurité

SID: Standard Instrument Departure

SOP : Standard Operating Procedure

STAR : Standard Arrival

TMA : Terminal Manoeuvring Area

TOC : Top Of Climb

TOD : Top Of Descent

UIR : Upper Information Region

UTA : Upper Traffic Area

VDF : VHF Direction Finder

VFR : Visual Flight Rules

VMC : Visual Meteorological Conditions

VNAV: Vertical Navigation

VOR : VHF Omni Range

V/S : Vertical Speed

WP : Way-point

Liste des figures, tableaux et graphes

Figures

Figure I.1 : Planche architecturale du B737-800	32
Figure II.1 : Espace aérien contrôlé	37
Figure II.2 : Subdivision du service de contrôle	41
Figure II.3 : Les séparations entre les niveaux successifs	42
Figure II.4 : Les phases d'une procédure d'approche aux instruments	47
Figure II.5 : Circuit nominale d'attente	48
Figure II.6 : Pente de descente	50
Figure II.7 : Approche de non précision	51
Figure II.8 : Approche de précision	52
Figure III.1 : Représentation schématique d'une une approche classique et d'une CDA ...	59
Figure III.2 : Procédure d'une trajectoire fermée	66
Figure III.3 : Procédure CDA en vecteur	66
Figure III.4 : Procédure CDA ouverte sur vent arrière	67
Figure III.5 : Méthode par extension de trajectoire	68
Figure III.6 : Système basé sur le point de rapprochement	69

Tableaux

Tableau I.1 : Limitations opérationnelles	32
Tableau I.2 : Limitations masses	33
Tableau I.3 : Limitations carburant	33
Tableau III.1 : Marge à ajouter selon la catégorie de l'aéronef	60
Tableau III.2 : Variation de la pente	64
Tableau III.3 : Effet de la température sur l'angle de descente	70
Tableau IV.1 : Caractéristiques physique des pistes	74
Tableau IV.2 : Distance déclarées	74
Tableau IV.3 : Dispositif lumineux d'approche et balisage lumineux de piste	75
Tableau IV.4 : Espace aérien ATS	75
Tableau IV.5 : Les obstacles de l'aéroport d'Alger	75
Tableau IV.6 : Les départs normalisés STAR	76
Tableau IV.7 : Les cheminements d'arrivées STAR	77
Tableau IV.8 : Aide de radio navigation et d'atterrissage	78
Tableau IV.9 : Bilan sur la consommation de carburant et le temps de vol	84
Tableau IV.10 : Analyses des routes	84
Tableau IV.11 : Profil vertical CDA	85
Tableau IV.12 : Réduction des émissions du CO et NOX	89
Tableau IV.13 : Gain de carburant en pourcentage	90

Tableau IV. 14 : Gain de carburant en Kg pour chaque piste	90
Tableau IV.15 : Gain de carburant (DZD) pour chaque piste.....	94
Tableau IV.16 : Gain de carburant pour le profil CDA (moyenne)	95
Tableau IV.17 : Gain de carburant (DZD) pour le profil CDA (moyenne)	95
Tableaux IV.18 : Gain de carburant par nombre de rotation	96
Tableau IV.19 : Réduction de la nuisance sonore	96

Graphes

Graphe IV.1 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DABC)	85
Graphe IV.2 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DABB).....	86
Graphe IV.3 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DAAT).....	86
Graphe IV.4 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DAUH).....	87
Graphe IV.5 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DAFH).....	87
Graphe IV.6 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DAUZ).....	88
Graphe IV.7 : Profil vertical CDA/profil conventionnel (DAOO).....	88
Graphe IV.8 : Réduction des émissions du CO et NOX (%) par piste.....	89
Graphe IV.9 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAUZ)	91
Graphe IV.10 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAFH).....	91
Graphe IV.11 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DABC).....	92
Graphe IV.12 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DABB).....	92
Graphe IV.13 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAAT).....	93
Graphe IV.14 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAOO).....	93
Graphe IV.15 : Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAUH).....	94
Graphe IV.16 : Réduction de la nuisance sonore par la procédure CDA	97

INTRODUCTION GENERALE

Dans le cadre du projet de fin d'études, nous avons choisi d'élaborer une procédure qui permet de fournir des conseils sur les approches en descente continue (CDA) et harmoniser son développement et sa mise en œuvre. Pour atteindre cet objectif, la conception de l'espace aérien, la Conception de procédure de vol d'instrument, et le contrôle de la circulation aérienne (ATC) sont des techniques qui devraient tous être utilisés de manière cohérente. Ceci facilitera alors la capacité d'équipages pour utiliser des techniques en vol pour réduire l'empreinte environnementale globale, et augmentera l'efficacité d'opérations d'avion.

L'objectif de cette étude est d'élaborer un cadre, une méthodologie et un outil de conception afin de définir les restrictions portant sur les points de cheminement et les espacements entre aéronefs qui permettent :

- De supprimer les segments en palier ;
- De minimiser le guidage aux basses altitudes ;
- De réduire les émissions, le temps de vol, le carburant consommé et le bruit.

Et utiliser le cadre, la méthodologie et les outils pour élaborer :

- Des procédures CDA applicables sur l'ensemble du territoire où elle va être exploitée ;
- Des outils que les contrôleurs et les pilotes pourront utiliser dans les scénarios de trafic intense.

Notre mémoire est divisée en trois chapitres dont le contenu est le suivant :

- Le premier chapitre constitue des généralités sur la compagnie TASSILI Airlines et l'appareil utilisé.
- Le deuxième chapitre définit et présente les 2 procédures utilisées.
- Le troisième chapitre décrit les logiciels utilisés pour l'élaboration de cette procédure.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DE LA
COMPAGNIE TASSILI
AIRLINES

I.1. Présentation de la compagnie TASSILI AIRLINES

I.1.1. Introduction

Tassili Airlines est une compagnie aérienne algérienne filiale de la compagnie pétrolière Sonatrach son code OACI **DTH** et son code IATA **SF**. Elle assure historiquement 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. C'est la compagnie dont laquelle on a fait notre étude En plus de cette historique on définit aussi le nouveau appareil Boeing 737-800 nouvelle génération comme exemple de notre étude.

I.1.2. Historique

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

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

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

- Naftal tassili Air, qui s'occupe du transport des travailleurs du secteur à partir des gisements d'hydrocarbures,
- Tassili Airlines, qui s'occupe du transport public domestique et international, de passagers et de marchandises,
- Tassili Airlines, filiale de Tassili Airlines, qui s'occupe du travail aérien.

En octobre 2010 une convention est signée avec le ministre de la santé algérien pour la fournitures d'équipages et d'avions capables d'assurer des évacuations sanitaires depuis le grand sud algérien vers les hôpitaux du nord du pays, pour la prise en charge des maladies graves (cancer, blessures graves...).

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

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

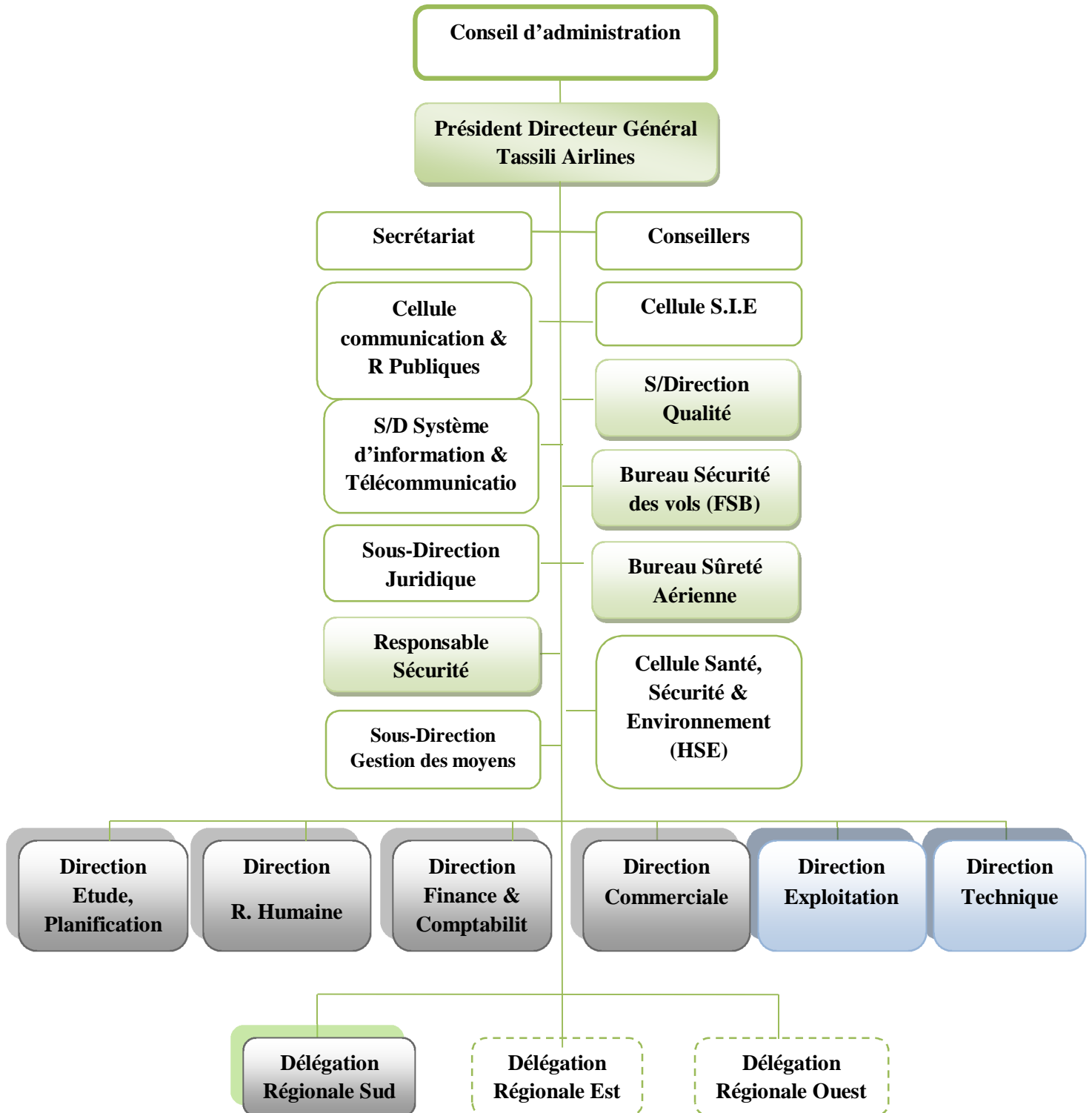
Depuis fin novembre 2011, la compagnie aérienne a obtenu le label international de qualité IOSA, délivré par l'association internationale du transport aérien IATA.

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

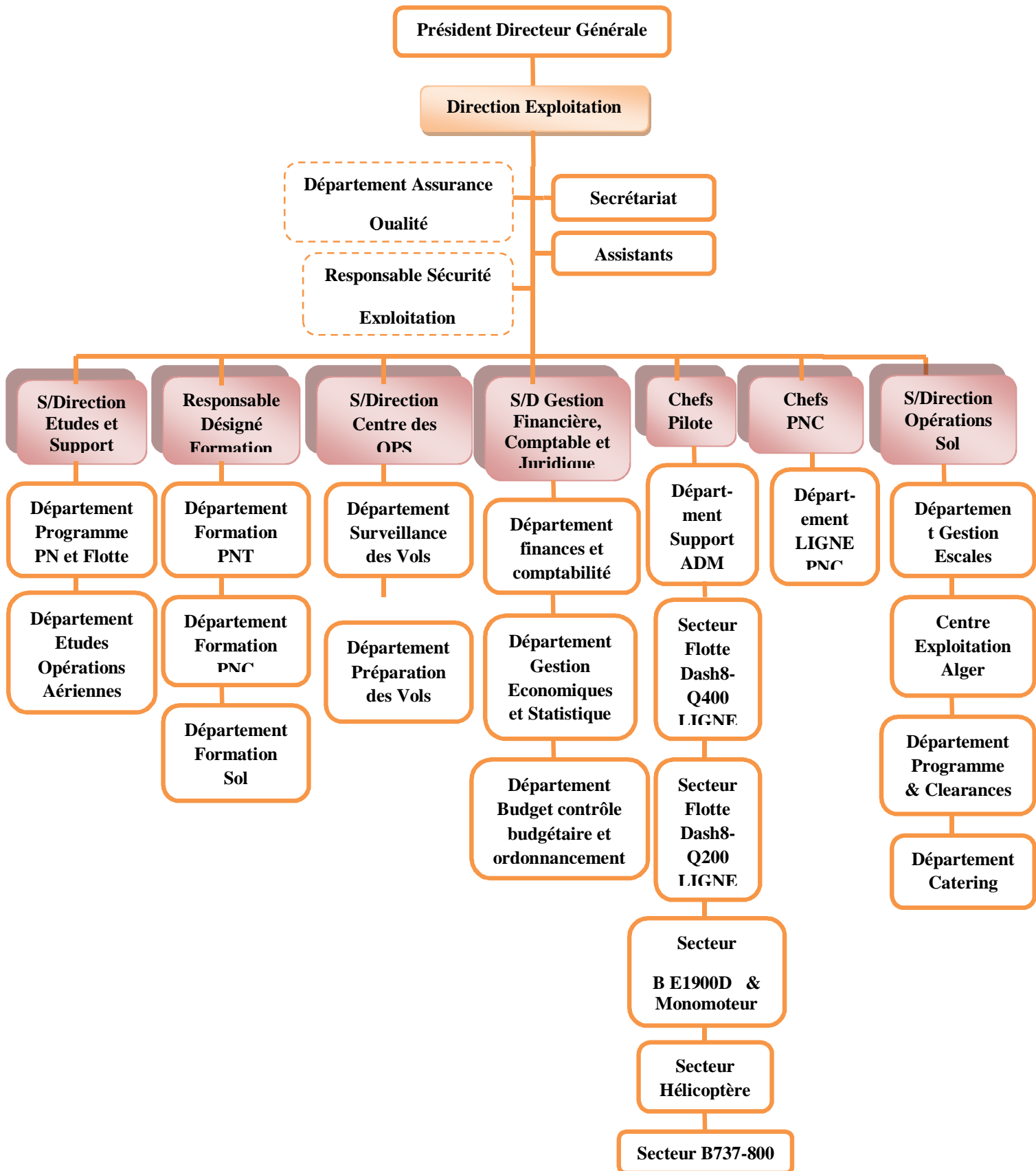
Le 5 juillet 2013, la compagnie a inauguré 2 vols internationaux à destination à Saint-Etienne et Grenoble France. [1]

I.1.3. Structure de l'organisation

I.1.3.1. Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES



I.1.3.2. Organigramme générale de la direction exploitation



I.1.4. Politique de Tassili Airlines

Une politique articulée autour de 5 engagements fondamentaux :

- Sécurité des Vols ;
- Sûreté Aérienne ;
- Qualité ;
- HSE ;
- Certification IOSA ;
- L'implication collective garante de l'efficacité maximale.
-

I.1.4.1. Sécurité des vols

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

- Création de la structure chargée du suivi, de l'analyse et de la sécurité des vols (Flight Safety Bureau / FSB) ;
- Mise en place d'un Comité de Sécurité des Vols pour l'identification des dangers et la gestion des risques ;
- Mise en place d'une Cellule de Traitement des Incidents et prise en considération du retour d'expérience (recommandations) ;
- Mise en place d'un plan d'urgence qui décrit et précise les tâches, responsabilités et actions à entreprendre face aux conséquences d'un accident.

I.1.4.2. Sûreté aérienne

Le Programme de sûreté aérienne est une exigence résultant de l'Annexe 17 de l'OACI et concerne :

- La protection des personnes et des biens contre tout acte d'intervention illicite ;
- Création de la structure chargée de la Sûreté Aérienne ;
- Élaboration du programme de sûreté de la Compagnie.

I.1.4.3. Qualité

- Implémentation du Système de Gestion Qualité (SGQ) exigé par la réglementation nationale et internationale ;
- Programme d'Audit Qualité 2011 approuvé et en cours d'exécution ;

- Sensibilisation du personnel de Tassili Airlines en matière de Qualité et de Facteur Humain ;
- Surveillance permanente de l'application des procédures règlementaires ;
- Application du principe de l'amélioration continue.

I.1.4.4. Hygiène, santé, sécurité et environnement (HSE)

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

I.1.4.5. IOSA

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

I.1.5. Les activités de TASSILI AIRLINES

- Charters pour la SONATRACH et ses filiales (Groupements et Associations) ;
- Mises à Disposition Permanente (hélicoptères, Beechcraft, Cessna et Pilatus) ;
- Evacuations Sanitaires ;
- Vols à la Demande (taxi aérien, vols VIP) ;
- Vols navette entre Alger et Hassi Messaoud et Alger In Amenas.

I.1.6. Les différentes missions de TASSILI AIRLINES

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

- Réalisation des vols réguliers ;
- Réalisation des vols à la demande ;
- Affrètement d'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.

I.1.7. Direction d'exploitation

I.1.7.1. Mission

Le Directeur Exploitation est le responsable désigné des opérations aériennes et des opérations au sol.

Sous l'autorité du Président Directeur Général, le Directeur Exploitation a pour missions de :

- Exécuter le programme d'exploitation arrêté par la compagnie dans des conditions de sécurité, de sûreté, de régularité, de qualité et de rentabilité économique conformément à la réglementation aéronautique nationale et internationale et aux procédures de la compagnie;
- Mettre en œuvre, coordonner et contrôler la bonne exécution de l'ensemble des activités qui ont pour but la préparation, l'exécution, le suivi et le contrôle des vols programmés;
- Présider la cellule de crise;
- Participer, en qualité de membre dans le comité de sécurité et la cellule incident.

En matière de sécurité le Directeur est responsable de :

- Veiller à ce que la fonction de suivi de la sécurité soit mise en œuvre dans leur service;
- Veiller au respect de la réglementation;
- Veiller à l'application des procédures de gestion du risque et de gestion du changement concernant leur service;
- Mettre à disposition les compétences et ressources nécessaires de son service pour le fonctionnement du SGS, en particulier pour la gestion des risques;
- S'assurer que les personnels sous leur autorité ont suivi les formations adéquates;
- Faire remonter au responsable SGS toute information pertinente nécessaire à l'accomplissement de ses tâches;
- Mettre en œuvre les actions préventives et correctives relevant de leur service.

I.1.7.2. Attribution

- Elabore et propose à la Direction Générale le plan de développement de la Direction Exploitation;

- Veille au maintien des conditions d'exploitation des vols conformément de la réglementation de l'aviation civile en vigueur tant dans l'Etat de l'immatriculation que sur le territoire et au-dessus du territoire des autres Etats;
- S'assure que l'exploitation est conforme aux dispositions contenues dans l'AOC;
- Dirige et Supervise la coordination entre les différents départements et services pour le bon déroulement des activités de l'exploitation;
- Veille au respect des procédures internes de la compagnie par les départements et services de la Direction;
- Contrôle la qualité et la sécurité des opérations effectuées;
- Assure l'exécution du programme d'exploitation selon les programmes arrêtés;
- Assure la correspondance avec les autorités nationales et les opérateurs étrangers quant aux opérations aériennes, opérations sol et opérations cabine;
- S'assure que l'exécution du programme de formation, de recyclage et de perfectionnement de l'ensemble de son personnel est réalisée conformément aux plans établis;
- S'assure de la mise en œuvre des moyens matériels et humains adéquats nécessaires à l'exécution des programmes d'exploitation arrêtés;
- Veille à la programmation des moyens appropriés devant assurer un contrôle continu et un bon déroulement de l'activité d'exploitation de la compagnie;
- Supervise la gestion des ressources humaines et financières de la Direction selon les budgets octroyés par la compagnie;
- Assure le fonctionnement correct des structures placées sous son autorité;
- Veille au respect de la discipline;
- Propose toute nomination et sanction;
- Elabore, dans le cadre des orientations définies en matière d'exploitation et des objectifs assignés à la Direction de l'Exploitation, le plan d'action annuel de la Direction, dirige l'établissement des prévisions budgétaires et en contrôle l'exécution;
- Assure les liaisons avec la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie (DACM) et l'IATA ;
- Arrête le budget annuel de la direction et le propose à la Direction Générale.

I.1.8. Sous-direction étude et support

I.1.8.1. Mission

Le Sous-directeur Etudes et support a pour missions l'élaboration et l'exécution du programme des vols selon le programme commercial arrêté par la compagnie ou à la demande de la clientèle dans les meilleures conditions de sécurité, de qualité et de rentabilité économique conformément à la réglementation aéronautique nationale et internationale.

En matière de sécurité le Sous-directeur est responsable de :

- Veiller à ce que la fonction de suivi de la sécurité soit mise en œuvre dans leur service;
- Veiller au respect de la réglementation ;
- Veiller à l'application des procédures de gestion du risque et de gestion du changement concernant leur service ;
- Mettre à disposition les compétences et ressources nécessaires de son service pour le fonctionnement du SGS, en particulier pour la gestion des risques ;
- S'assurer que les personnels sous leur autorité ont suivi les formations adéquates ;
- Faire remonter au responsable SGS toute information pertinente nécessaire à l'accomplissement de ses tâches ;
- Mettre en œuvre les actions préventives et correctives relevant de leur service.

I.1.8.2. Attribution

- Elabore le programme de vol mensuel ;
- Contrôle et suivi de l'exécution du programme des vols du Personnel Navigant ;
- Dirige et Supervise la coordination entre les différents départements et services pour le bon déroulement des vols ;
- Veille à la qualité et la sécurité des opérations effectuées ;
- Veille au respect des procédures par les structures de la sous-direction ;
- Contrôle la qualité et la sécurité des opérations effectuées ;
- Veille au respect de la réglementation aéronautique en vigueur ;
- Veille à la mise à jour des documents officiels de navigabilité ;
- Publie le manuel d'exploitation en collaboration avec les constructeurs des aéronefs, les secteurs et le département Etudes Opérations Aériennes ;

- Veille à la disponibilité et l'adéquation de la documentation technique avec les règles en usage ;
- Met en place les moyens, équipements et matériels nécessaires pour la bonne exécution des opérations aériennes ;
- Met à la disposition des équipages de conduite toutes les informations relatives aux vols ;
- Assure la formation du personnel dont il a la charge ;
- Etablit et maintient à jour les listes du Personnel Navigant ;
- Publie toutes les autres directives nécessaires au Personnel Navigant ;
- Veille au respect de la discipline ;
- Propose toute nomination et sanction ;
- Elabore les prévisions budgétaires de ses structures et en contrôle la réalisation ;
- Concevoir les règles et procédures relatives à l'exécution des Opérations Aériennes ;
- Etablir et Appliquer les procédures de travail ;
- Organiser et gérer le personnel opérationnel et matériel affecté à la sous-direction ;
- Evaluer les effets des conditions de vols et proposer des mesures correctives ;
- Fixer des objectifs, établir les indicateurs de performances et évaluer les résultats ;
- Planifier et contrôler les activités de la sous-direction ;
- Analyser et diagnostiquer les problèmes ;
- S'adapter aux nouvelles technologies ;
- Intégrer la qualité et la politique de sécurité de la Compagnie, dans son activité ;
- Mettre en œuvre les techniques aéronautiques appropriées à sa spécialité ;
- Respecter les règles et procédures de sécurité et de sûreté ;
- Communiquer les consignes et instructions de travail ;
- Respecter les règles de confidentialité.

I.1.9. Chef département études opérations aériennes

I.1.9.1 Mission

Sous la responsabilité du Sous-Directeur Opérations aériennes, le Chef de département Etudes Opérations a pour missions de :

- Elaborer les plans de vol exploitation, la réaliser toutes les études liées aux performances aéronefs, aux lignes et aux aérodomes ;

- Préparer et mettre à jour la documentation aéronefs et PN ainsi que le recueil et la diffusion aux équipages des informations relatives aux aéroports (état des pistes, moyens radios, travaux et toutes autres restrictions d'utilisation) ;
- Elaborer les procédures d'exploitation, les minima opérationnels, effectuer les analyses des vols, procéder à la mise à jour du manuel d'exploitation, suivre la politique du carburant et les données réglementaires ;
- Veiller et assurer l'exécution de la préparation des vols dans de bonnes conditions de sécurité, régularité et de conformité à la réglementation en vigueur.

En matière de sécurité le Chef Département est responsable de :

- Veiller à ce que la fonction de suivi de la sécurité soit mise en œuvre dans leur service;
- Veiller au respect de la réglementation ;
- Veiller à l'application des procédures de gestion du risque et de gestion du changement concernant leur service ;
- Mettre à disposition les compétences et ressources nécessaires de son service pour le fonctionnement du SGS, en particulier pour la gestion des risques ;
- S'assurer que les personnels sous leur autorité ont suivi les formations adéquates ;
- Faire remonter au responsable SGS toute information pertinente nécessaire à l'accomplissement de ses tâches ;
- Mettre en œuvre les actions préventives et correctives relevant de leur service.

I.1.9.2. Attribution

- Gère et coordonne toutes les tâches liées aux différents services ;
- Veille à l'élaboration et à la mise à jour des différents Manuels réglementaires nécessaires à l'exercice de la fonction d'exploitation (MANEX, MEL, SOP...), assure leur approbation auprès de la DACM et les transmet aux services concernés, via la procédure de Maitrise des documents et des enregistrements ;
- Procède aux études et analyses des performances des aéronefs en exploitation, l'analyse de routes et conception des plans de vol techniques d'exploitation ;
- Effectue les études relatives aux caractéristiques des aéroports et détermine les minima opérationnels nécessaires à l'utilisation des aéroports par la flotte de la compagnie ;

- Procède au recueil et à la diffusion aux équipages des informations relatives aux aérodromes en matière d'infrastructures, pistes, moyens radios, travaux et toutes autres restrictions d'utilisation ;
- Traite et contrôle les dossiers et le déroulement des vols ;
- Planifie et organise l'homologation des pistes et des bandes d'envol non répertoriés;
- Suit l'état des pistes et bandes d'envol exploitées par Tassili Airlines ;
- Assure la disponibilité, la gestion et le suivi de la documentation technique réglementaire nécessaire à l'exploitation de la flotte ;
- Définit la dotation de la documentation de bord ;
- S'assure de la présence à bord de la documentation nécessaire et procède aux mises à jour ;
- Veille à la stricte diffusion des mises à jour du manuel d'exploitation auprès de leurs détenteurs ;
- Exploite les résultats des enregistreurs de paramètres de vol dans le cadre de la réglementation et des standards Entreprise, de même met en œuvre et suit la politique d'import carburant ;
- Calcule et publie les fiches de limitations pour tous les terrains constituant le réseau de Tassili Airlines (Destination, déroutement, dégagement ;
- Calcule les temps de vol et les consommations carburant par type d'aéronefs et par ligne ;
- Constitue les dossiers demandés par les autorités nationales et étrangères et s'y conforme pour respecter les autorisations (approches de précision, MNPS,... etc.) ;
- Met à jour, applique et améliore les procédures et documents ayant trait à la préparation des vols ;
- Fournit quotidiennement des directives administratives, fonctionnelles et techniques à son personnel en matière de préparation des vols ;
- S'assure de la disponibilité de tous les moyens nécessaires pour l'exécution des tâches (moyen de communication, logiciel, moyen de transport...) ;
- Etablit les notes internes liées à la Préparation des vols de Documentation (PVD) ;
- S'assure que tous les membres du personnel des opérations ont suivi une formation, subi un contrôle et profité d'une période de familiarisation qui convient au poste qu'ils occupent au sein des services de préparation des vols ;
- Veille à l'exécution du programme de formation, qualification et recyclage du personnel du département;

- Gère les dossiers techniques du personnel des opérations;
- Elabore les parties techniques des cahiers de charges et participe à l'évaluation technique des appels d'offres;
- Assure la gestion de son personnel;
- Elabore le rapport d'activité du département. [2]

I.1.10. Les services de TASSILI AIRLINES

→ Vols charters pétrolier :

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

→ Vols à la demande :

Pour vos déplacements, professionnels, vous pouvez louer un aéronef (avion ou hélicoptère) suivant plusieurs formules à votre convenance : un vol, une série de vols, évacuation sanitaire.

→ Travail aérien :

Une multitude de services aériens:

- Balayage laser par hélicoptère ;
- Prises de vues aériennes sur CESSNA ou PILATUS ;
- Thermographie ;
- Surveillance des Lignes à Haute Tension et Très Haute Tension sur un réseau de 27 000 km ;
- Surveillance de pipelines sur un réseau de 16 000 km extensible à 21 000 km ;
- Traitement phytosanitaires 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 met à votre disposition des aéronefs adaptés à vos besoins.

[1]

I.2. La flotte de la compagnie TASSILI AIRLINES

I.2.1. Introduction

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

I.2.2. Les types d'avion de la flotte de Tassili Airlines

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

I.2.3. Description de l'appareil Boeing 737-800NG

Le Boeing 737 est un avion de ligne construit par la société Boeing depuis 1965. Il s'agit d'un biréacteur (deux moteurs, un sous chaque aile) court à moyen-courrier. Il a effectué son premier vol le 9 avril 1967. Réputé pour sa fiabilité, sa simplicité et son faible coût d'exploitation, cet appareil monocouloir règne sur le marché des vols de courte à moyenne distance.

En 2012, la famille 737 a franchi le cap des 10 000 avions commandés, ce qui en fait le plus grand succès commercial dans l'histoire de l'aviation.

Depuis 1997, le 737 Nouvelle Génération présente un nouveau type d'ailes, une meilleure aérodynamique, de nouveaux moteurs et une plus grande capacité d'emport de carburant. Les appareils de la nouvelle gamme se déclinent en quatre versions, de 110 à 220 sièges et affichent des performances nettement supérieures. Reconnu pour sa facilité de maintenance le 737 Nouvelle Génération présente des systèmes d'affichage des données assortis d'un logiciel de gestion du vol permettant de réduire les retards et de renforcer la sécurité. Cet appareil remporte également un succès remarquable dans ses versions VIP, militaires et cargo.

En 2011, Boeing a lancé son aménagement Sky Interior sur le 737 Nouvelle Génération afin d'offrir aux passagers une cabine plus spacieuse, plus ergonomique et plus silencieuse. [3]

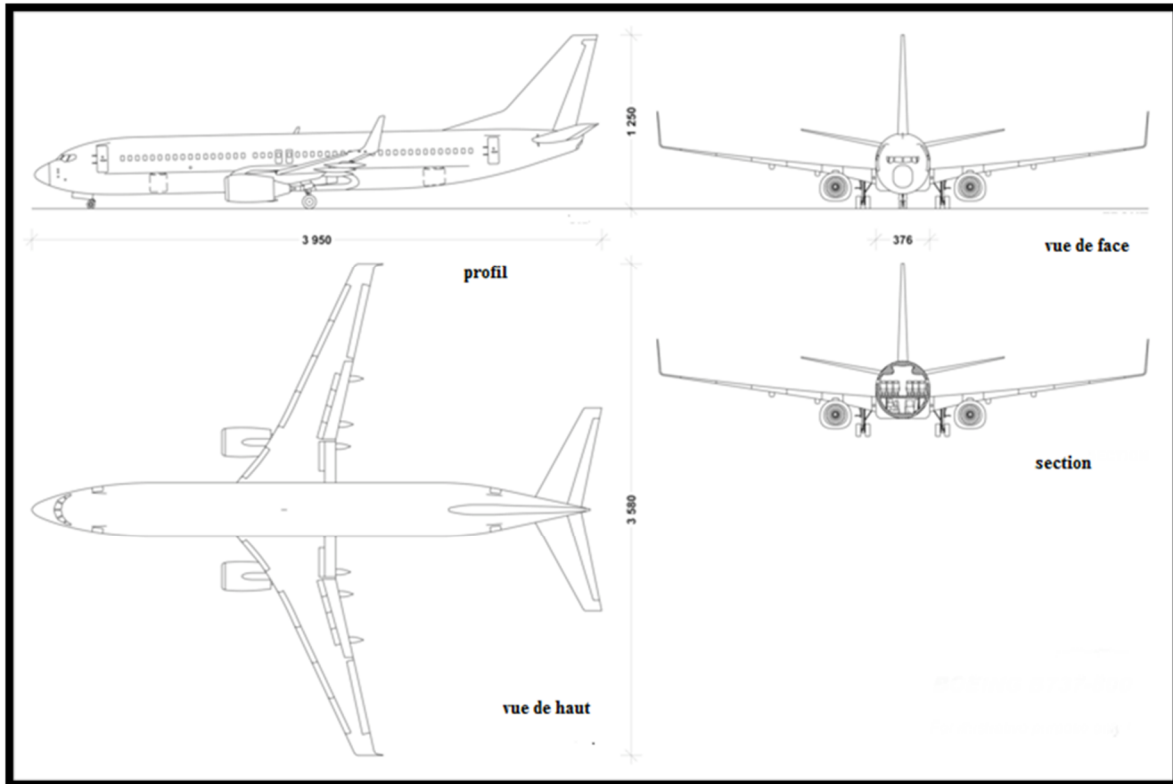


Figure.1.1 Planche architecturale du Boeing B737-800 NG

I.2.4. Les limitations de l'appareil 737-800 NG

Les limitations de l'appareil 737-800 NG sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau.I.1 Limitations opérationnelles

Pente de piste	+/- 2%
Composante maximale du vent arrière au décollage et à l'atterrissage	10 kt
Vent de travers au décollage et à l'atterrissage	36 kt
Vitesse maximale	476 kt
Le mach maximal opérationnel	Mach 0,82
Rayon d'action	5000 Km
Altitude maximale opérationnelle	41,000 ft
Altitude maximale de décollage et d'atterrissage	8,400 ft
Distance franchissable	3299 Nm

Température maximale et minimale de décollage et d'atterrissage	+54°C/- 54°C
--	-----------------

La latitude de vol maximale opérationnelle est de 82° Nord et 82° Sud, excepté les régions entre 80° Ouest et 130° Ouest en longitude, la latitude de vol maximale opérationnelle est de 70° Nord, et entre les régions 120° Est et 160° Est en longitude, la latitude de vol maximale opérationnelle est de 60° Sud.

Tableau I.2 Limitations des masses

Masse maximale de roulage	79,242 Kg
Masse maximale au décollage	79,015 Kg
Masse maximale à l'atterrissage	65,317 Kg
Masse maximale sans carburant	62,731 Kg

Tableau I.3 Limitation carburant

Capacité réservoirs principale 1 et 2	3,900 Kg
Capacité réservoir centrale	13,063 Kg
Capacité maximale du réservoir	20,865 Kg
Température maximale du réservoir de carburant	49°C

Le Boeing B737-800 NG est un bimoteur à réaction de type CFMI CFM56-7B, sa poussée maximale est de 12,383 Kg. [4]

***CHAPITRE II : GENERALITES
SUR LA GESTION DU TRAFIC
AERIEN ET LES PROCEDURES
D'APPROCHES
CONVENTIONNELLES***

II.1 Introduction

Les portions de l'espace aérien situé au-dessus de la haute mer ou de souveraineté indéterminée dans lesquelles seront assurés les services de la circulation aérienne sont déterminées par des accords régionaux de navigation aérienne.

II.2 GESTION DU TRAFIC AERIEN

II.2.1 Définition

Gestion dynamique intégrée de la circulation aérienne et de l'espace aérien, comprenant les services de la circulation aérienne, la gestion de l'espace aérien et la gestion des courants de trafic aérien de façon sûre, économique et efficace par la mise en œuvre des installations et des services sans discontinuité en collaboration avec tous les partenaires et faisant intervenir des fonctions embarquées et des fonctions au sol.

II.2.2 Objectif de l'ATM

- Garantir un haut niveau de sécurité ;
- Augmenter la capacité du système, et optimiser l'utilisation de la capacité des aéroports et de l'espace aérien ;
- L'utilisation efficace et flexible de l'espace aérien ;
- Planification plus dynamique des vols ;
- Diminuer les retards et les coûts d'exploitation ;
- Réduire de la charge de travail des contrôleurs, et augmenter la productivité.

II.2.3 Les composantes de l'ATM

- ✓ ASM : Gestion de l'espace aérien
- ✓ ATS : Services de la circulation aérienne:
 - FIS: Services d'information de vol
 - AL : Services d'Alerte

- AD : service consultatif
- ATC : service de Control (contrôle en route, contrôle d'approche, contrôle d'aérodrome)
- ✓ ATFM : Gestion des courants de trafic aérien

A) Gestion de l'espace aérien ASM

C'est le processus par lequel les options de l'espace aérien seront choisies et appliquées pour répondre aux besoins de la communauté ATM, est une composante de la gestion du trafic aérien (ATM) qui assure la compatibilité des différentes activités aériennes.

A.1) Division de l'espace aérien :

L'espace aérien est devisé en régions ou zones de contrôle dans lesquelles les services de la circulation aérienne sont spécifiques et différents, on peut le deviser sur la base des services rendus en deux types :

✓ **Espace aérien contrôlé**

C'est un espace aérien dans lequel un vol IFR bénéficie des services rendus par l'organisme chargé du contrôle de la circulation aérienne. Pour un vol VFR les conditions VMC en espace contrôlé changent selon que le vol s'effectue en dessous ou au-dessus du niveau FL 100.

Un espace aérien est contrôlé lorsqu' il existe un organisme de contrôle de la circulation aérienne .dans ce type d'espace aérien on trouve :

- **Les régions de contrôle (CTA)**

Elles sont déterminées de manière à englober un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires des aéronefs (régions de vol IFR) afin de les protéger pendant la phase d'approche en leur fournissant les services de contrôle de la circulation aérienne. Leurs limites latérales et verticales sont fixées et sont présentées dans les cartes SID et STAR.

- **Les régions de contrôle terminal (TMA)**

Elles sont situées au carrefour des voies aériennes et au-dessus d'un ou plusieurs aéroports, les TMA peuvent être un espace contenant des trajectoires d'attente et d'approche aux instruments.

► *Chapitre II : Généralités sur la gestion du trafic aérien et les procédures d'approches conventionnelles*

- **Les voies aériennes (AWY)**

Les voies aériennes ou les routes ATS résultent de la nécessité d'exécuter la fonction de contrôle dans la phase de vol de croisière, elles sont présentées sous la forme de couloirs radioguidés par des aides à la navigation (NDB, VOR, VOR/DME).

La protection des routes aériennes ATS est fixée dans l'annexe 11 (services de la circulation aériennes) de l'OACI la limite inférieure de la route ATS est fonction des reliefs, y compris une marge de franchissement d'obstacles (MFO entre 450 m et 600 m).

La protection des routes aériennes de navigation de surface RNAV est fixée d'une valeur de 10 NM de part et d'autre de l'axe en route.

- **Zones de contrôle (CTR)**

C'est un espace aérien contrôlé et déterminé de manière à englober les trajectoires des aéronefs à l'arrivée et au départ de l'aérodrome en régime de vol IFR et VFR et au profit desquelles on juge nécessaire d'exercer la fonction de contrôle, leurs limites latérales et verticales sont fixées pour chaque aérodrome. Elles sont présentées dans la carte d'approche à vue.

- **Région supérieure de contrôlé (UTA)**

Afin de limiter le nombre de régions de contrôle pour les aéronefs volant à haute altitude il a été créé une région de contrôle supérieure englobant tout l'espace aérien supérieur.

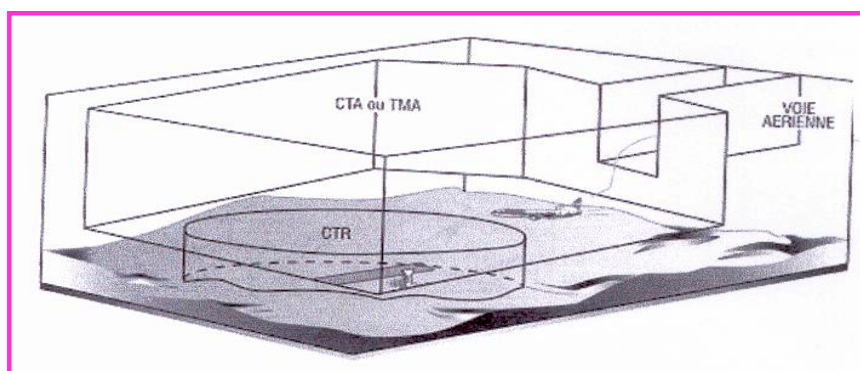


Figure II.1. Espace aérien contrôlé

✓ **Espace aérien non contrôlé**

L'espace aérien non contrôlé est un espace de trafic moindre où l'intervention des services de la circulation aérienne est limitée à l'information et l'alerte, il se divise en :

- **Région d'information de vol**

La région d'informations de vol (FIR) est une région dans laquelle les services d'informations de vol sont assurés, ses limites géographiques sont déterminées en fonction des caractéristiques de portée de moyen de liaison au sol.

- **Région supérieure d'information de vol (UIR)**

La région supérieure d'information de vol (UIR) a été créée afin de limiter le nombre de régions d'information de vol que les aéronefs traversent à très haute altitude.

Une région supérieure d'information de vol englobe l'espace aérien situé à l'intérieure des limites latérales d'un certain nombre de FIR.

- **Routes a service consultatif (ADR)**

Les routes a service consultatifs (ADR) sont des itinéraires aériens à l'intérieur des espaces non contrôlés au long desquelles la densité du trafic est suffisante pour justifier une fonction d'information de vol approfondie, cette fonction particulière d'information de vol est remplie par un service consultatif de la circulation aérienne afin d'assurer l'espacement des aéronefs volants conformément aux règles de vol IFR.

A.2) Les zones à statut particulier

Ce sont des zones établies pour les raisons de sécurité ou pour les besoins de la circulation aérienne dont la pénétration est soumise à un accord préalable.

On distingue trois types de zones :

- **Les zones dangereuse (D : Dangerous)**

Espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel peuvent se dérouler des activités dangereuses pour des aéronefs, pendant des périodes spécifiées

- **les zones réglementées (R : Restricted)**

Espace aérien de dimensions définies au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état où le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées

- **les zones interdites (P : Prohibited)**

Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état où le vol des aéronefs est interdit .

A.3) classification de l'espace aérien

Une Classe d'espace aérien est un espace aérien de dimension définie, désignée par une lettre de l'alphabet (A, B, C, D, E, F, G) à l'intérieur duquel des types précis de vol sont autorisés et pour lesquels il est spécifié des services de la CA et des règles d'exploitation.

A.4) les routes ATS

C'est une route déterminée destinée à canaliser la circulation aérienne pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne, désigne en générale: les AWY, les ADRs, les routes contrôlées ou non contrôlées, les routes d'arrivée et de départ

La composition de l'indicatif comporte au plus 6 caractères:

- Un indicatif de base complété, en cas de besoin, par :
- Un préfixe caractérisant l'utilisation de la route ATS
- Une lettre supplémentaire pour indiquer le type de service ou les performances en – virage

A.5) Définition de la circulation aérienne

La circulation aérienne représente l'ensemble des mouvements aériens de tous les aéronefs civils commerciaux et privés, militaires opérationnels ou non, ainsi que les aéronefs en essai ou en cours de certification.

Les besoins nés de la nature différente de ces vols ont nécessité la création de deux types de circulation aérienne afin de régler les problèmes de compatibilité de ces circulations.

A.6) Les types de la circulation aérienne

✓ Circulation aérienne générale CAG

Ensemble des mouvements aériens des A/C civils auxquels s'ajoutent les A/C d'état lorsque ceux-ci effectuent des vols assimilables au précédents du fait de leurs nature, donc les règles concernant la CAG peuvent leurs être appliquées et qu'ils peuvent s'y soumettre sans restrictions.

✓ Circulation aérienne militaire CAM

Comporte deux types de circulations :

- ***Circulation opérationnel militaire COM***

Ensembles des mouvements d'A/C (d'état) qui pour des raisons d'ordre technique ou militaire relève d'une réglementation propre à la COM.

- ***Circulation d'essai et de réception CER***

Ensembles des A/C en essai ou en réception qui pour des raisons techniques relèvent d'une réglementation particulière.

B) Service de la circulation aériennes ATS

Désignent l'ensemble des services assurés par un organisme de la circulation aérienne afin de participer à la sécurité des vols.

Les services de la circulation aérienne sont subdivisés comme suit :

1. Service de contrôle :

Les différentes fonctions du service du contrôle de la circulation aérienne sont assurées par les différents organismes de la manière suivante :

➤ **Contrôle régional**

- Par un centre de contrôle régional ;
- Par l'organisme assurant le service du contrôle d'approche dans une zone de contrôle, ou dans une région de contrôle d'étendue limitée, qui est surtout destinée à assurer le service du contrôle d'approche et où il n'a pas été créé de centre de contrôle régional.

➤ **Contrôle d'approche**

- Par une tour de contrôle d'aérodrome ou un centre de contrôle régional, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable de grouper sous la responsabilité d'un seul organisme les fonctions du service du contrôle d'approche et celles du service du contrôle d'aérodrome ou du service du contrôle régional ;
- Par un organisme de contrôle d'approche, lorsqu'il est nécessaire ou souhaitable d'établir un organisme séparé.

➤ **Contrôle d'aérodrome**

- Par une tour de contrôle d'aérodrome.
- La tâche qui consiste à assurer des services spécifiés sur l'aire de trafic, par exemple un service de gestion d'aire de trafic, peut être confiée à une tour de contrôle d'aérodrome ou à un organisme distinct.

✓ **Responsabilité du contrôle**

Le contrôle de tous les aéronefs évoluant dans une portion d'espace aérien donnée incombe à un seul organisme du contrôle de la circulation aérienne. Toutefois, le contrôle d'un aéronef ou d'un groupe d'aéronefs peut être délégué à d'autres organismes du contrôle de la circulation aérienne, à condition que soit assurée la coordination entre les organismes du contrôle de la circulation aérienne intéressés.

✓ **Mise en œuvre du service de contrôle de la CA**

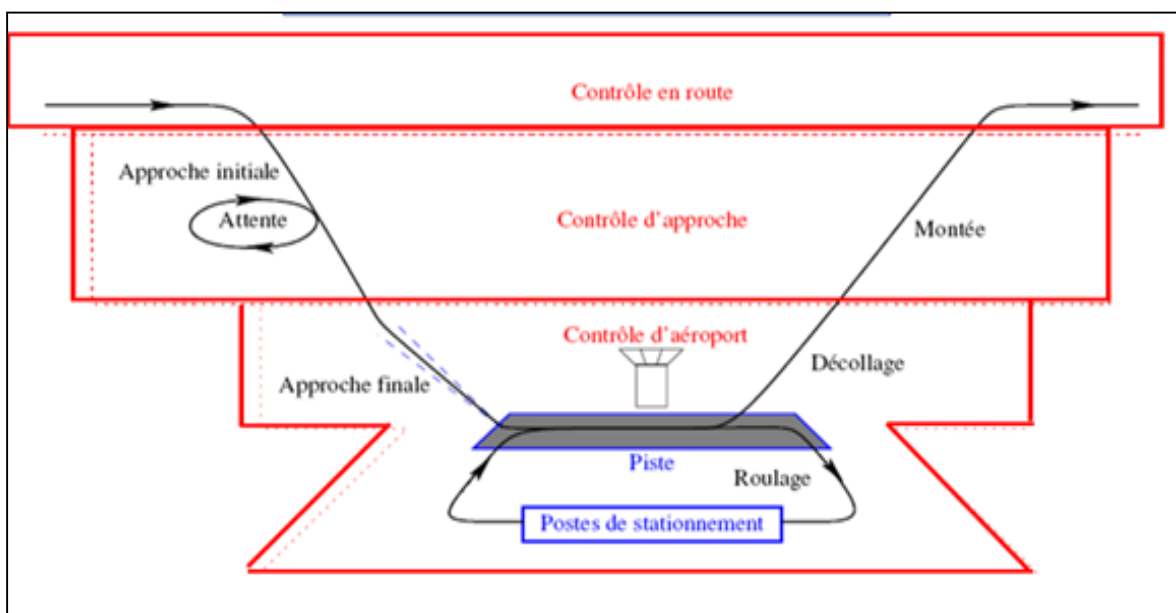


Figure II.2. Subdivision du service de contrôle

✓ **Minimums de séparation**

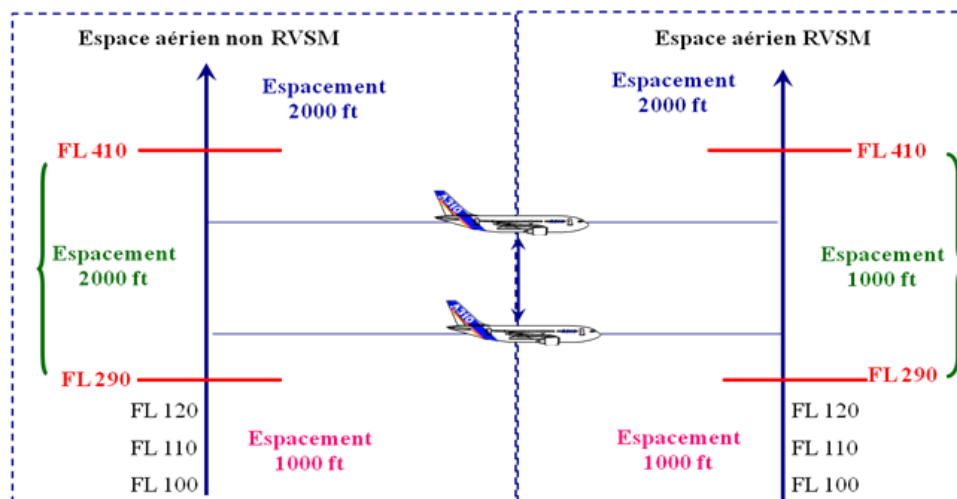


Figure II.3. Les séparations entre les niveaux successifs

2) Service d'information de vol

Le service d'information de vol est assuré pour tous les aéronefs auxquels les renseignements correspondants pourraient être utiles, et auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne; ou dont la présence est connue par ailleurs des organismes des services de la circulation aérienne intéressés.

Le service d'information de vol ne dégage le pilote commandant de bord d'aucune de ses responsabilités ; c'est à lui qu'il incombe en dernier ressort de prendre une décision en ce qui concerne toute modification au plan de vol qui lui est proposée.

Lorsqu'un organisme des services de la circulation aérienne assure à la fois le service d'information de vol et le service du contrôle de la circulation aérienne, le service du contrôle de la circulation aérienne a priorité sur le service d'information de vol chaque fois que le service du contrôle de la circulation aérienne l'exige.

Il est reconnu que, dans certaines conditions, les aéronefs peuvent avoir besoin, pendant l'approche finale, l'atterrissage, le décollage et la montée, de recevoir sans tarder des renseignements essentiels autres que ceux qui relèvent du service du contrôle de la circulation aérienne.

3) **Service d'alerte**

Le service d'alerte est assuré à :

- Tous les aéronefs auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne;
- Tout autre aéronef ayant communiqué un plan de vol ;
- Tout aéronef que l'on sait ou que l'on croit être l'objet d'une intervention illicite ;
- Tout aéronef n'ayant pas communiqué de plan de vol, lorsqu'un organisme de la circulation aérienne estime qu'il possède suffisamment d'éléments lui permettant de douter de la sécurité de l'aéronef ou de ses occupants.

Les centres d'information de vol ou les centres de contrôle régional servent de centres de rassemblement de tous les renseignements relatifs à un aéronef en difficulté se trouvant dans la région d'information de vol ou dans la région de contrôle intéressée et transmettent ces renseignements au centre de coordination de sauvetage intéressé.

✓ **Alerte des centres de coordination de sauvetage**

Les organismes des services de la circulation aérienne alertent les centres de coordination de sauvetage dès qu'un aéronef est considéré comme étant en difficulté, dans les cas suivants :

- ***Phase d'incertitude***

Lorsqu'aucune communication n'a été reçue d'un aéronef dans les 30 minutes qui suivent l'heure à laquelle une communication aurait dû être reçue.

- ***Phase d'alerte***

- lorsque, après la phase d'incertitude, les tentatives pour entrer en communication avec l'aéronef ou les demandes de renseignements à d'autres sources appropriées n'ont apporté aucune information sur l'aéronef, ou
- lorsqu'un aéronef qui a reçu l'autorisation d'atterrir n'atterrit pas dans les 5 minutes qui suivent l'heure prévue d'atterrissage et qu'il n'a pas été établi de nouvelle communication avec l'aéronef, ou
- lorsque les renseignements reçus indiquent que le fonctionnement de l'aéronef est compromis, sans que, toutefois, l'éventualité d'un atterrissage forcé soit probable, à moins que des indices concluants apaisent toute appréhension quant à la sécurité de l'aéronef et de ses occupants, ou

- lorsque l'on sait ou que l'on croit qu'un aéronef est l'objet d'une intervention illicite.

- **Phase de détresse**

- lorsque, après la phase d'alerte, l'échec de nouvelles tentatives pour entrer en communication avec l'aéronef et de nouvelles demandes de renseignements plus largement diffusées indiquent que l'aéronef est probablement en détresse, ou
- lorsque l'on estime que l'aéronef a épuisé son carburant ou que la quantité qui lui reste est insuffisante pour lui permettre de se poser en lieu sûr, ou
- lorsque les renseignements reçus indiquent que le fonctionnement de l'aéronef est compromis au point qu'un atterrissage forcé est probable, ou
- lorsque l'on a été informé ou qu'il est à peu près certain que l'aéronef a effectué un atterrissage forcé ou est sur le point de le faire, à moins qu'il ne soit à peu près certain que l'aéronef et ses occupants ne sont pas menacés d'un danger grave et imminent et n'ont pas besoin d'une aide immédiate.

B.1) Objet des services de la circulation aérienne

Les services de la circulation aérienne ont pour objet :

- De Prévenir les abordages entre aéronefs sur l'aire de manœuvre ;
- De Prévenir les collisions entre aéronefs et obstacles ;
- D'Accélérer et d'ordonner la circulation aérienne ;
- de fournir les avis et les renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols ;
- d'alerter les organismes appropriés lorsque des aéronefs ont besoin de l'aide des organismes de recherches et de sauvetage, et de prêter à ces organismes le concours nécessaire.

B.2) Détermination de la nécessité des services de la circulation aérienne

La nécessité des services de la circulation aérienne est déterminée par les considérations suivantes :

- types de trafic en cause ;
- densité de la circulation aérienne ;
- conditions atmosphériques ;
- toutes autres conditions particulières.

C) Gestion des courants de trafic aérien ATFM

L'ATFM est un service complémentaire aux ATS, institué pour aider l'ATC à assurer l'écoulement optimal de la circulation aérienne à destination ou en provenance de régions déterminées, pendant les périodes de temps où la demande dépasse ou qu'il est prévu qu'elle va dépasser la capacité disponible du système ATC.

C.1) Objectif des opérations ATFCM:

- adapter la demande à la capacité ;
- Assurer la sécurité par la protection de l'ATM contre les surcharges ;
- Assurer la fluidité et la régularité du trafic aérien ;
- Assurer une utilisation optimale de la capacité ATC disponible ;
- Utilisation flexible de l'espace aérien ;
- Assurer, dans la mesure du possible, le principe d'équité entre les vols (premier arrivé/premier servi) ;
- Fournir des informations aux utilisateurs ces derniers connaissent à l'avance les lieux régulés, les périodes de régulation et les raisons des retards prévus;
- Améliorer la qualité de service et la performance du système ATM.

C.2) Problème de surcharge de trafic

- Accumulation de trafic aérien au cours de certaines périodes et aussi à certains moments et à certaines heures, à cause des habitudes dans les vacances et dans les déplacements du public;
- Différences dans la capacité des systèmes ATC touchés par les accumulations de trafic ;
- Préavis insuffisant (aux organes ATC) de demandes prévisibles de trafic qui risquent de surcharger le système en certains points, dans certaines zones et/ou au cours de certaines périodes de temps;
- Absence de techniques et procédures éprouvées pour rétablir, dans les situations critiques, un équilibre raisonnable entre la demande de trafic et la capacité ATC disponible.

Il existe deux solutions envisageables pour la décongestion du trafic aérien :

✓ **Première approche: Augmenter la capacité du système de contrôle**

- Le redécoupage de l'espace aérien en secteurs élémentaires ;
- La restructuration de l'espace aérien;
- Le recrutement de personnels supplémentaires;
- L'optimisation de la gestion de l'espace aérien par : le RVSM, la RNAV, les techniques CNS...
- L'automatisation des fonctions du contrôle aérien.

✓ **Deuxième approche: Réguler les flux de trafic aérien**

❖ **Mesures de régulation spatiales**

- ReRouting;
- Alternative Route;
- Level Capping;

❖ **Mesures de régulation temporelles**

- Taux d'acceptation;
- Retarder les aéronefs en vol;
- Allocation de créneaux aux départs.

C.3) Les phases d'exécution des opérations ATFCM

✓ **Phase stratégique (6mois-j-2)**

A lieu deux jours ou plus avant le jour des opérations et comprend des activités de recherche, de planification et de coordination. Cette phase consiste à analyser l'évolution de la demande prévue, analyser des données historiques et l'identification de nouveaux problèmes potentiels et à évaluer les solutions possibles.

✓ **Phase pré tactique (j-2)**

Appliquée deux jours avant le jour des opérations et comprend des activités de planification et de coordination. Elle consiste à préparer, à partir de l'analyse statistique du trafic et la connaissance des effectifs disponibles le jour J, les mesures à prendre pour assurer le respect des capacités des secteurs.

✓ **Phase tactique (j):**

Est appliquée le jour des opérations. Cette phase met à jour le DAP en fonction du trafic réel et la capacité. La gestion de la circulation se fait à travers l'attribution des créneaux ATC et / ou rerouting. [5]

II.3. LES PROCEDURES D'APPROCHE AUX INSTRUMENTS

II.3.1 Définition

Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant uniquement les instruments de vol. Depuis le repère d'approche initiale jusqu'en un point à partir duquel l'atterrissage pourra être effectué, jusqu'en un point où les critères de franchissement d'obstacles en attente ou en route deviennent applicables.

Elle peut comporter cinq segments distincts, à savoir le segment d'arrivée, les segments initial, intermédiaire, final et le segment d'approche interrompue. Il faut considérer, en outre, une aire destinée aux manœuvres à vue.

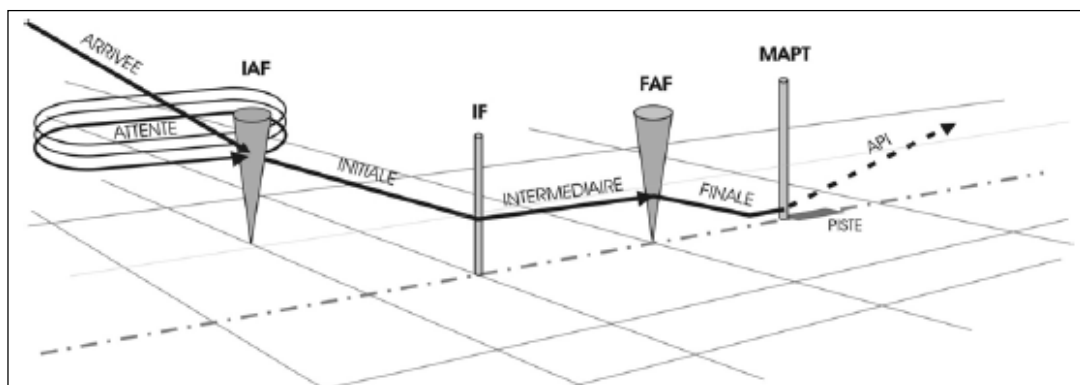


Figure II.4. Les phases d'une procédure d'approche aux instruments.

II.3.2 Segments d'arrivées

Ce sont des routes ou segments de routes, permettant de relier l'itinéraire de Croisier au repère d'approche initiale (IAF), ce qui présente un avantage sur le plan opérationnel, dans le cas contraire, il faut définir une arrivée omnidirectionnelle.

La route d'arrivées devrait commencer selon le cas :

- Au dernier repère en route, s'il est situé à moins de 25 NM de l'IAF, sinon au point situé à 25NM de l'IAF sur la route d'arrivée. s'il n'existe pas d'espace contrôlé associé à la procédure.
- Aux limites d'un espace ou le repère le plus possible de cette limite s'il existe un espace contrôlé associé à la procédure.

La route d'arrivées prendra fin au premier point où commence la procédure d'approche aux instruments.

II.3.3. Procédure d'attente

II.3.3.1. Définition

L'attente est une manœuvre prédéterminée, exécutée par un aéronef pour attendre dans un espace aérien spécifié en attendant une autorisation du contrôle.

II.3.3.2. Circuit nominal

Une procédure d'attente utilise un circuit en hippodrome, basé sur un repère appelé point d'attente.

Une attente peut être à droite « virages à droite » ou à gauche « virages à gauche ».

Le circuit se compose de deux virages standard de 180° reliés par deux branches en ligne droite de 1 minute : une branche dite « d'éloignement » et une dite de « retour balise » ou « rapprochement ».

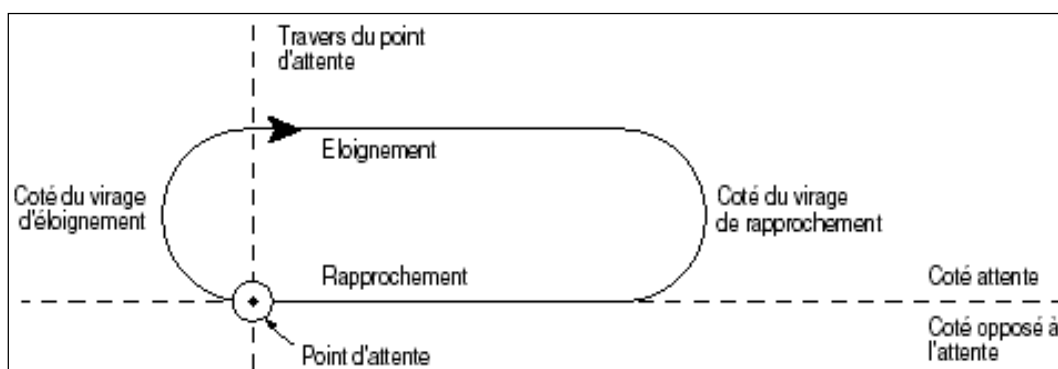


Figure II.5. Circuit nominale d'attente

II.3.4. La stratégie de séparation

Les trajectoires nominales ne peuvent se rapprocher à la même altitude à moins de 5 NM, l'une de l'autre (sauf sans certains cas de séparation départ/départ, étant donné que les origines des trajectoires sont alors très précises, puisque partant de pistes ou si l'une des trajectoires est basée sur un radioalignement ILS).

II.3.5. Les segments d'approche

► **Segment d'approche initial (IAF)**

Il permet à l'aéronef de s'établir sur l'axe d'approche à une altitude satisfaisante. Ce segment est facultatif, la pente a considérée est à 4° la pente maximale admissible est a 8°.

- **Début**

Ce segment commence au repère d'approche initiale (IAF) (généralement c'est le point d'attente).

Lorsqu'un trajet direct sans procédure d'attente associée peut être utilisé sur autorisation du contrôle, le segment d'arrivée n'existe pas et l'IAF est le dernier repère en route.

- **Fin**

Le segment d'approche initiale prendra fin, selon le cas, à :

- ✓ L'IF ou FAF pour une procédure avec FAF
- ✓ La sortie du virage d'inversion ou d'hippodrome, pour une procédure sans FAF.

► **Segment intermédiaire (IF)**

Ce segment permet à l'aéronef de faire la liaison entre le segment d'approche initiale et le segment d'approche finale. Sur ce segment, la configuration de l'aéronef, sa vitesse et les corrections d'alignement préparent l'établissement de l'aéronef sur le segment d'approche finale. Ce segment est facultatif, Le segment d'approche intermédiaire étant utilisé pour établir la vitesse et la configuration de l'aéronef en vue d'aborder le segment d'approche finale, la pente devrait être nulle.

Si ce critère ne peut être respecté et qu'une descente est nécessaire, la pente maximale admissible est de 5 % et un palier de décélération d'une longueur minimale de 1,5 NM (Cat C et D) et 1 NM (Cat A et B) doit être prévu avant l'approche finale.

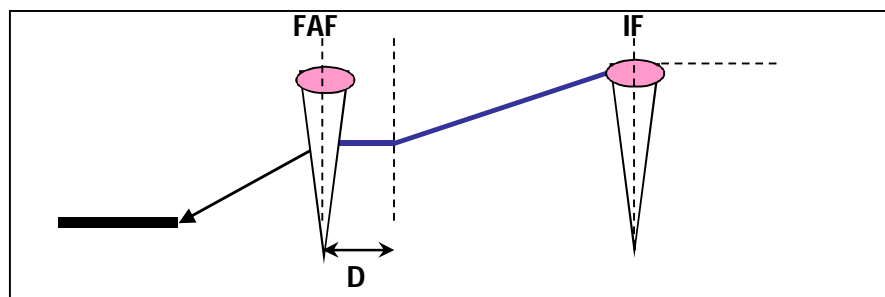


Figure II.6. Pente de descente

- **Début :**

- ✓ Approche classique : L'IF (on parle d'un segment avec IF désigné) ou la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome (on parle d'un segment sans IF).
- ✓ Approche de précision Identique au précédent.

- **Fin :**

- ✓ Approche classique : Le repère d'approche finale est le FAF
- ✓ Approche de précision : Le repère d'approche finale est le FAP

➤ **Segment d'approche finale (FAF)**

Il s'agit du segment dans lequel sont exécutés l'alignement et la descente en vue de l'atterrissage. Ce segment est obligatoire. La pente doit respecter les critères suivants :

Pente optimale : 5 %

Pente minimale : 4.3 %

Pente maximale : 6.5 % (Cat : A, B) et 6.1 % (Cat : C, D).

- **Début**

La finale commence selon le cas au :

- ✓ Repère d'approche finale : FAF pour une procédure avec FAF.
- ✓ Dans le cas d'une procédure classique sans FAF comportant une inversion ou un hippodrome, l'approche finale commence à la fin du virage de rapprochement de celle-ci
- ✓ Dans une approche ILS, l'approche commence au point d'approche finale(MAPT) qui correspond à l'interception de l'alignement de descente et à l'altitude minimale d'approche intermédiaire.

- **Fin**

La finale prendra fin au point d'approche interrompue (MAPT).

➤ **Segment d'approche interrompue MAPT**

Une procédure d'approche interrompue doit être établie pour chaque approche aux instruments. Ce segment est obligatoire.

C'est un segment en montée dû à l'interruption de vol.

- **Début**

Au plus tard au point spécifié d'approche interrompue (MAPT) à une altitude/hauteur égale ou supérieure à l'OCA/H.

- **Fin**

La procédure d'approche interrompue prendra fin à une altitude/hauteur suffisante pour permettre :

- L'exécution d'une nouvelle approche ; ou
- Le retour à un circuit d'attente désigné ; ou
- Le raccordement à la phase en route.

II.3.6. Les différents types de procédures d'approches aux instruments

✓ **Approche de non précision**

Le segment final est toujours radioguidé, sur l'axe de piste ou non dans l'axe de piste, avec éventuellement une information de distance NDB, Locator, VOR, LLZ, RNAV, RADAR, DME.....

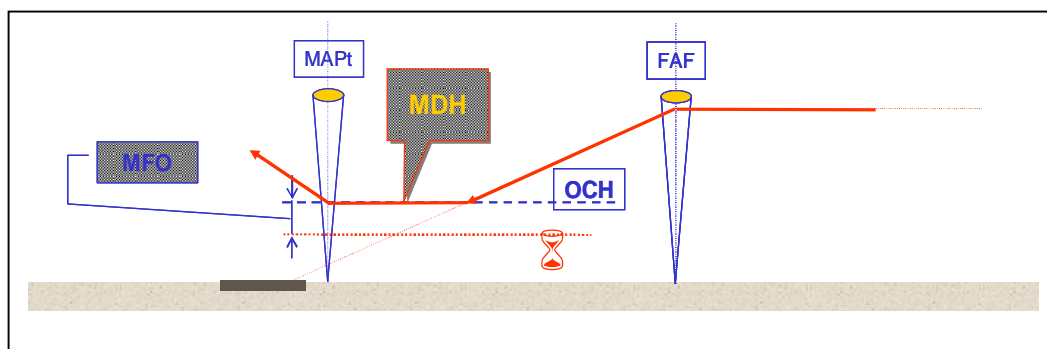


Figure II.7. Approche de non précision

✓ **Approche de précision**

Le segment finale est toujours radioguidé, sur l'axe de piste ou non dans l'axe de piste, avec éventuellement une information de distance et guidage en site vers le point de toucher des roues. ILS, MLS, RADAR de précision. [6]

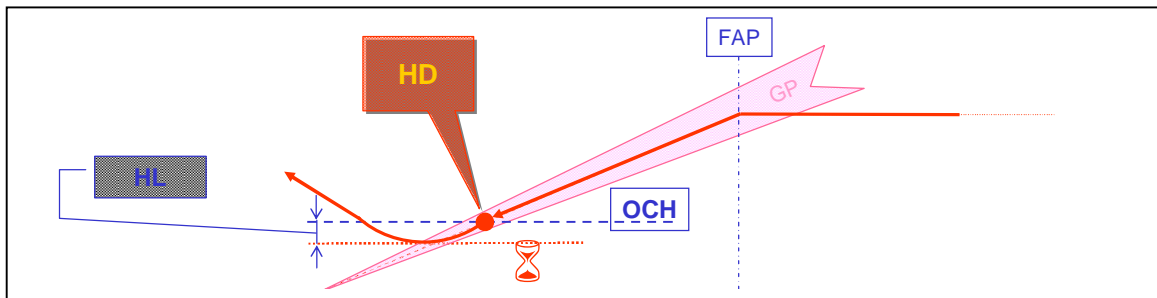


Figure II.8. Approche de précision

II.3.7. Concept RNAV

II.3.7.1. Définition

Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue, dans les limites de la couverture des aides à la navigation de référence où dans les limites des possibilités d'une aide autonome où grâce à la combinaison de ces deux moyens.

II.3.7.2. Les avantages de la RNAV

✓ **Economique :**

- réduction des distances parcourues donc réduction de consommation de carburant.
- réduction du nombre d'aide au sol, donc baisse des coûts d'entretien.
- Augmentation probable de la capacité des pistes (rendement maximale pour ces dernières permettant peut être la limitation du nombre de piste sur les grands aéroports).

✓ **Environnement :**

- Un meilleur suivi des trajectoires permet de réduire la signature sonore des aéronefs au niveau du sol.
- Réduction de la consommation entraîne une réduction de la pollution.

► *Chapitre II : Généralités sur la gestion du trafic aérien et les procédures d'approches conventionnelles*

- Flexibilité des trajectoires éviter de concentrer le bruit sur un même secteur en permanence.
- Eviter certaines contraintes liées au survol des reliefs, des villes, et des zones à statut particulier.

✓ **organisation de l'espace**

La navigation RNAV par rapport à la navigation conventionnelle apporte un certain nombre d'avantages .les principaux sont les suivants :

Un nombre plus important de route pour compenser une augmentation du trafic. Une même route pourra être simplifiée par la création de waypoints stratégiquement placés et ainsi permettre des trajectoires parallèles assurant les minima de séparation requis.

- Des trajectoires simplifiées permettant aux appareils ne faisant que survoler des zones à forte densité de trafic de ne pas être retardés.
- Optimiser les trajectoires de rejoindre les circuits d'attente, positionnement optimale des circuits d'attente compte tenu des trajectoires de finale envisagées.
- Limiter le dérapage (écartement) le trafic en utilisant RNAV.
- Améliorer le guidage.
- Une plus grande liberté latérale aux aéronefs.

✓ **Point de vue des ATM (air traffic management)**

L'implantation de la RNAV, dans un premier temps dans le réseau en route, et dans un deuxième temps dans la TMA aura pour conséquences :

- Le raccourcissement des trajectoires (réseau ATS et TMA)
- L'augmentation du nombre de route dans un espace considéré (route parallèles), donc l'augmentation de la capacité des secteurs.
- une augmentation du taux d'utilisation des pistes.
- Des séparations stratégiques entre les trajectoires (notamment dans les TMA) liées à une plus grande précision de suivi des trajectoires.

II.3.7.3. Qualité de navigation requise RNP

Expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini. La performance et les spécifications de navigation sont définies en fonction du type et/ou de l'application de RNP considéré. La RNP peut être appliquée aux routes ATS y compris les routes fixes et les routes d'exception.

II.3.7.4. VNAV

La navigation verticale dans le secteur aérien est une fonction du pilote automatique, qui dirige le mouvement vertical de l'appareil soit en fonction d'un préprogrammé FMS plan de vol en croisière ou en fonction de l'ILS glide slope pendant l'approche.

Elle est Certifiée pour l'exécution d'approches et capable de passer en temps utile en mode de guidage positif de trajectoire pour approche interrompue

II.3.7.5. LNAV

L'approche de LNAV minimums est plus élevée que d'autres types de navigation de surface (RNAV), en raison de l'absence de guidage vertical. Aéronefs en s'appuyant sur LNAV instrumentation doit descendre progressivement plutôt que de suivre une trajectoire de descente fixe à la hauteur de décision (DH). En conséquence, le DH pour LNAV approches, dans la plupart des cas, être plus élevé que pour la plupart des LNAV / VNAV approches. Dans certains cas, même si, comme quand il y a un obstacle à proximité de la piste, LNAV de DH sera inférieure à celle de LNAV / VNAV approches. Aéronef volant à une approche LNAV descendre directement après le passage sur un obstacle alors que sur un vol LNAV / VNAV approche doit continuer sur sa trajectoire de descente.

Avec performance longitudinale et latérale (TSE) certifiée de 0,6 km (0,3 NM) ou moins, Avec une probabilité de 95 % .Les systèmes ci-après sont censés répondre à cette condition :

- équipement de navigation GNSS certifié pour l'exécution d'approches;
- systèmes multi capteurs utilisant des centrales inertiels de référence en parallèle avec un DME/DME ou un GNSS certifié pour l'exécution d'approches ;
- systèmes RNP approuvés pour l'exécution d'approches RNP 0,3 ou moins. [7]

CHAPITRE III :
DEFENITIONS ET
EXIGENCES
REGLEMENTAIRE SUR LA
PROCEDURE CDA

III.1. Introduction

Lors d'un atterrissage standard, les volets d'atterrissage s'ouvrent, le groupe turbomoteur se met en marche, le pilote accélère puis décélère, et l'avion perd en altitude par étape, la procédure CDA est, comme son nom l'indique, est une procédure d'approche selon laquelle un avion descend de façon continue jusqu'à la piste d'atterrissage.

III.2. L'approche en descente continue (CDA)

L'approche en descente continue (CDA) est une technique de conduite de vol, qui, à l'aide soit de procédures d'approches aux instruments et de structures d'espaces aériens adaptés soit grâce aux techniques du contrôle aérien, permet la réalisation d'un profil vertical optimale qui prend la forme d'une trajectoire descendante continue avec un minimum de segments de niveau de vol en supprimant les segments en palier, en utilisant des puissances moteur réduites et lorsque cela est possible des configurations limitant les traînées aérodynamiques afin de réduire:

- Les nuisances sonores aux abords des aérodromes ;
- Les émissions gazeuses dans l'atmosphère ;
- La consommation de carburant des aéronefs ;
- La charge de travail des équipages.

Et ce depuis le début de descente du niveau de croisière (TOD, *Top Of Descent*) jusqu'à la piste.

III.3. Les objectifs de la CDA

➤ **Réduction des nuisances sonores aux abords des aérodromes**

La descente continue permet aux équipages de conduire le vol à l'arrivée d'un aérodrome en évitant les paliers trop longs et de réduire le bruit en éliminant les périodes de vol en palier où le pilote devrait appliquer une puissance supplémentaire du moteur. Les nuisances sonores des

avions dépendent de la puissance de fonctionnement des réacteurs. Si on diminue celle-ci, on réduit les nuisances sonores.

► **Réduction des émissions gazeuses dans l'atmosphère**

La mise en place de la RVSM (réduction des espacements entre les avions dans l'espace aérien supérieur) a permis de réduire le rejet de CO₂ dans l'air. Les émissions gazeuses dépendent, notamment, de la puissance de fonctionnement des réacteurs.

► **Economie de carburant**

C'est une méthode d'approche sensé diminuer la consommation de carburant, ce par rapport à une approche conventionnelle.

► **Réduire la charge de travail des équipages**

Durant l'approche, la charge de travail est moins élevée que celle associée à la technique de descente par paliers.

III.4. Différence entre une procédure d'approche conventionnelle et la CDA

II.3.1. Technique de descente avec palier (approche conventionnelle)

Lors de l'utilisation d'une technique de descente par paliers, l'aéronef vole en palier à des altitudes minimales pendant de longues périodes. Une fois en rapprochement du FAF dans le cadre du segment intermédiaire, l'aéronef descend puis se met en palier à l'altitude minimale de franchissement du FAF. En segment final, une fois le FAF franchi, l'aéronef descend et se met en palier à la MDA. Il fait de même pour toute altitude intermédiaire de descente par paliers établie entre le FAF et le MAPt. L'aéronef évolue à la MDA jusqu'à l'acquisition des références visuelle requise pour poursuivre l'approche en vue d'un atterrissage ou atteindre le MAPt d'où est amorcée une approche interrompue. Dans des conditions météorologiques minimales, pour avoir de bonnes chances d'effectuer une descente et un atterrissage normaux après avoir atteint la MDA, l'aéronef devrait voler en palier à la MDA à une distance égale ou supérieure à la limite de visibilité minimale publiée avant le MAPt.

Il faut porter une attention toute particulière au contrôle de l'altitude pendant cette technique, car cette dernière comprend des taux de descente élevés et de longues périodes de

vol à des altitudes qui offrent seulement un espacement minimal entre l'aéronef et les obstacles.

► **Contraintes**

- Fondamentalement instable ;
- Charge de travail plus élevée pendant l'approche ;
- Possibilité de segments de vol en palier multiples ;
- Taux de descente (angle de descente) inconstant tout au long de l'approche ;
- La consommation de carburant plus élevée ;
- Problème des nuisances sonores.

II.3.2. Technique de descente sans palier (CDA)

Technique consistant à effectuer un segment d'approche finale d'une procédure d'approche de non-précision (NPA) aux instruments en descente continue, sans palier, depuis une altitude/hauteur égale ou supérieure à l'altitude/hauteur du point d'approche finale jusqu'à un point situé à environ 15 m (50 ft) au-dessus du seuil de la piste d'atterrissage ou jusqu'au point où la manœuvre d'arrondi devrait commencer pour le type d'avion utilisé. Cette technique nécessite une descente continue, sans mise en paliers, pilotée selon l'angle de descente figurant sur la carte d'approche ou l'angle de descente déterminé par l'équipage de conduite.

L'approche aux instruments est conduite jusqu'à une altitude de décision (DA) à laquelle le pilote décidera d'atterrir ou de remettre les gaz si les références visuelles ne sont pas acquises. La notion de MDA (Minimum Descent Altitude) disparaît car la procédure de descente continue ne permet plus d'effectuer un palier jusqu'au MAPt.

► **Avantages**

- Fondamentalement stable ;
- Charge de travail moins élevée pendant l'approche ;
- Aucun segment de mise en palier ;
- Un meilleur rendement du carburant ;
- Les émissions gazeuses dans l'atmosphère sont réduites ;

- Les nuisances sonores sont réduites.

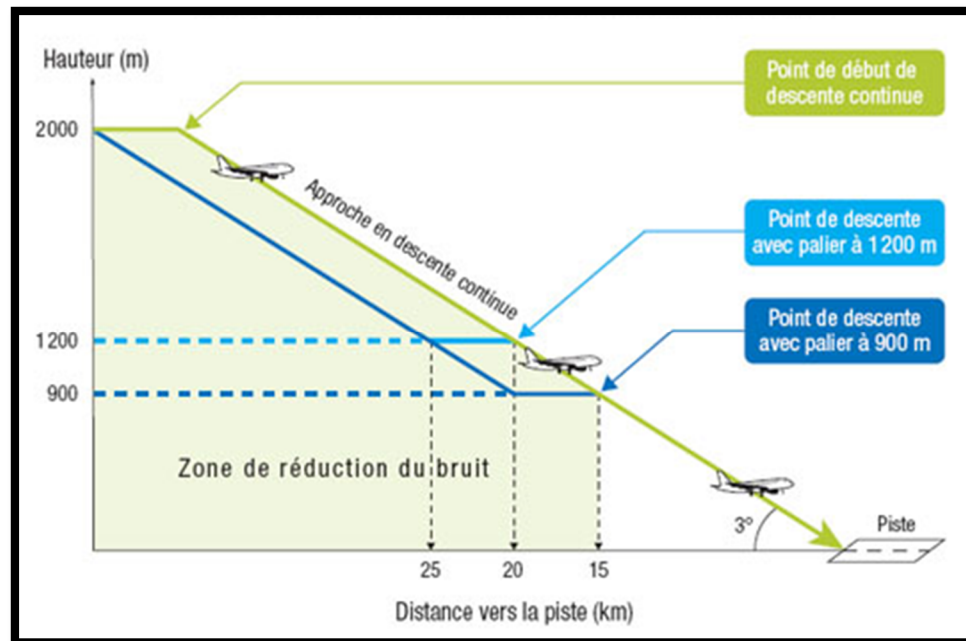


Figure III.1. Représentation schématique d'une approche classique et d'une CDA

III.5. L'altitude/hauteur minimale de descente MDA/H et hauteur/altitude de décision DA/H selon la procédure CDA

La MDA/H est l'altitude/hauteur minimale de descente qui ne doit pas être franchie si les références visuelles ne sont pas acquises. Elle est déterminée à partir d'une OCA/H (Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles) qui ne tient pas compte de la perte d'altitude de l'avion lors de la remise de gaz.

La technique CDA exige une remise de gaz en cas de non acquisition des repères visuels à une DA/H (hauteur/altitude de décision). Le «D» ici ne signifie plus « descente » mais « décision ». La sécurité lors de la remise de gaz repose sur l'entraînement du pilote à anticiper cette possibilité de remise de gaz pour ne pas descendre au-dessous de la MDA/H qui assure la protection vis-à-vis des obstacles. Si la remise de gaz est retardée, la protection contre les obstacles n'est plus assurée.

➤ **L'utilisation de la MDA/H en DA/H**

Afin d'éviter le franchissement de la MDA/H, il est préconisé pour les approches classiques directes de rajouter une marge verticale à la MDA/H (Descente) pour la convertir en DA/H (Décision). La marge verticale à ajouter dépend de la vitesse anémométrique vraie de l'avion et donc varie selon la catégorie de l'aéronef.

Tableau III.1. Marges à ajouter selon la catégorie de l'aéronef

Catégorie d'aéronefs	Marge
A	20 ft
B	30 ft
C	40 ft
D	60 ft

L'ajout d'une marge systématique est la solution la plus simple d'un point de vue opérationnel.

Cependant, l'ajout d'une marge n'est pas nécessaire dès lors que l'exploitant s'assure que :

- La surface du segment visuel n'est pas percée par un obstacle,
- et la protection de l'approche interrompue initiale est conforme aux règles préconisées par l'OACI,
- et le MAPt est localisé au seuil de piste ou en aval.

En effet, dans ces conditions, il est estimé que le franchissement des obstacles sera assuré avec suffisamment de marge en cas d'une remise de gaz initiée à une altitude correspondant à la MDA sous réserve d'un suivi rigoureux de la pente de descente et d'une manœuvre de remise de gaz conforme à l'utilisation normale de l'avion. [8]

III.6 Les exigences de la CDA

➤ **Equipements de bord :**

Cette technique de vol ne préconise pas de moyen de bord particulier. Elle peut être effectuée à l'aide des indications de vitesse verticale (V/S), d'angle de descente (FPA) ou de la fonction (Baro) VNAV si elle est disponible. Dans tous les cas, la vérification de la trajectoire verticale se fait au moyen du tableau distance - altitude et/ou du tableau donnant le temps de vol et la vitesse verticale entre le FAF ou le repère de distance, et le MAPt.

➤ **Le contrôle du trafic aérien (ATC)**

- Le contrôleur doit être formés sur les principes de la CDA et de leur influence sur les trajectoires de vol ;
- Le contrôleur doit être au-courant des principes de gestion des performances de l'avion (pour prévoir la gestion du trafic de la CDA et de fournir des instructions compatibles avec une gestion pratique du vol) ;
- Le contrôleur doit tenir compte des variations de profil afin d'assurer une séparation adéquate entre le trafic de la CDA et entre la CDA et le trafic de non CDA ;
- Le contrôleur doit fournir une mise à jour de la DTG à des intervalles de temps réguliers ;
- Lorsque la sécurité l'exige, le contrôleur doit interrompre la CDA en cours et revenir au guidage radar avec une vitesse et une altitude de contrôle ;
- Le contrôleur doit signaler tous les problèmes de sécurité lors d'une approche avec une descente continue.

➤ **Le membre d'équipage**

- Devrait être formé sur les principes et l'interaction avec l'ATC de la CDA ;
- Devrait refuser la CDA si elle n'est pas appropriée pour la gestion de la sécurité du vol ;
- Devrait déterminer un point initial du profil vertical ;
- Devrait garder le système de gestion de vol (FMS) à jour, en particulier après un niveau intermédiaire ou un ajustement de trajectoire ;
- Devrait s'assurer que l'appareil est stable pour l'approche ;
- Devrait signaler tous les problèmes de sécurité attribuables à la CDA par des rapports.

[9]

III.7. Les techniques utilisées par l'ATC

Lorsque la densité du trafic à l'intérieur de l'espace aérien considéré le permet, le contrôle aérien propose par défaut les procédures CDA disponibles afin d'encourager leur réalisation. Il applique les méthodes ci-dessous. Cependant, la situation opérationnelle en temps réel pourra l'amener à intervenir pour maintenir la sécurité des vols.

a) Lors de l'exécution d'une procédure publiée :

Une clairance, basée successivement ou de manière fractionnée sur l'identification de points de navigation ENR (PDR ou AWY), de la procédure d'arrivée (STAR) et de la procédure d'approche initiale (INA) autorise un équipage à effectuer une telle procédure et permet :

- L'utilisation optimale du FMS ;
- La meilleure flexibilité dans le choix du profil vertical ;
- La conduite du vol sans trainée et sans puissance.

Toute instruction de contrôle supplémentaire introduisant une limitation de niveau, une modification de taux de descente ou de vitesse est susceptible de perturber la gestion de cette procédure optimisée par le FMS. Elle est donc à éviter sauf pour des besoins de sécurité. Tout raccourcissement de trajectoire (radar ou GOTO) est à éviter pour les mêmes raisons. De son côté, le vol suivra la procédure en respectant l'ensemble des contraintes publiées.

b) Lors d'une exécution d'une procédure sous guidage radar ou de manière mixte :

Une information de distance restant à parcourir vers la piste (DTG) devra être si possible transmise au pilote par le contrôleur. Le pilote pourra ainsi optimiser son profil de descente au fur et à mesure de l'exécution de la procédure.

III.8. Conception et description d'une procédure type

Les approches en descente continue peuvent être mises en œuvre dans les espaces aériens dédiés à la phase de vol dite « fin du vol croisière » (ENR), pour des procédures d'arrivée standard (STAR), et à la phase de vol dite « en région terminale » (TMA) pour des procédures d'approche initiale (INA).

➤ **Le début de descente**

La CDA susceptible d'être exécutée tant dans la phase « Fin du vol croisière ENR » que dans la phase d'arrivée (STAR) ou dans la phase d'approche initiale (INA) amène à définir un point du vol que l'on dénomme communément le « Début de Descente ».

Ce point critique de la CDA qui conditionne et garantit le respect du reste de la procédure jusqu'à la phase de vol suivante est défini par le calculateur de bord mais il peut également être prédéterminé et publié ou laissé à l'initiative du contrôle aérien.

En résumé on distingue en effet trois options pour le début de descente :

- a) Un point publié sur le volet de procédure (en particulier sur STAR et INI) ;
- b) Sur initiative de l'ATC ;
- c) Sur demande de l'équipage.

➤ **Les segments de descente**

Les étapes suivantes, susceptibles d'être décomposées en segments de descente et de décélération jusqu'à la préparation de la phase d'approche finale (FNA), se déroulent selon des pentes variables en fonction du type d'aéronef, de sa masse, de sa vitesse, de l'environnement météorologique mais également de la gestion du vol imposée par l'équipage. Cependant, des règles de construction du profil vertical par tranche d'altitude peuvent être élaborées.

Les pentes en descente sans contrainte particulière au-dessus du FL100 peuvent atteindre jusqu'à 4° (7%).

Le premier segment de décélération, le plus souvent à l'approche du FL100, s'effectue à une pente inférieure, de l'ordre de 2° (3,5%).

Le segment suivant (phase d'approche initiale INA) permettant de rejoindre la phase d'atterrissage (phase d'approche intermédiaire INT et phase d'approche finale FNA) se déroule selon une pente proche de 3° (5,2%).

Le profil de descente calculé dans les dix derniers nautiques (10 NM) avant le point de début d'approche finale (FAF) peut se réduire jusqu'à 2° (3,5%) en situation normale et ne doit pas dépasser 3° (5,2%).

L'écart d'altitude provoqué par la différence entre le calage QNH local de la piste et le calage standard

1013 hPa doit être pris en compte, en particulier lors d'une descente d'un niveau de vol bas vers une altitude sur une courte distance.

Tableau III.2. Variations de la pente

FL au WP ou TOD	Altitude à perdre jusqu'au palier FNA QNH 1013 hPa	Pente standard	Distance parcourue Avec pente standard	Altitude à perdre jusqu'au palier FNA QNH 1040 hPa	Pente corrigée Wp ou TOD identique
FL100	7000 ft (2133m)	3°-5.25%	40628 m (21.9NM)	7756 ft (2364m)	5.81% - 3.35°
FL090	6000 ft (1828m)	3°-5.25%	34819 m (18.8NM)	6756 ft (2059m)	5.91% - 3.40°
FL080	5000 ft (1524m)	3°-5.25%	29028 m (15.7NM)	5756 ft (1754m)	6.04% - 3.45°
FL070	4000 ft (1219m)	3°-5.25%	23219 m (12.5NM)	4756 ft (1449m)	6.24% - 3.55°
FL060	3000 ft (914m)	3°-5.25%	17409 m (9.4NM)	3756 ft (1145m)	6.57% - 3.75°
FL050	2000 ft (610m)	3°-5.25%	11619 m (6.3NM)	2756 ft (840m)	7.23% - 4.15°

Ce tableau illustre les variations possibles de la pente à l'approche du palier d'interception dans l'hypothèse d'un aérodrome au niveau de la mer et d'un palier d'interception à 3000

► **Les contraintes**

Une CDA est optimisée dès lors qu'il n'existe aucune contrainte, tant en niveau qu'en vitesse, permettant ainsi la pleine utilisation des capacités FMGS de calcul et de suivi de trajectoire horizontale et verticale.

Toutefois, la complexité des dispositifs de circulation aérienne autour des aérodromes comprend diverses contraintes qui peuvent avoir pour effet de contrarier le profil vertical optimisé d'une descente.

Les organismes ATC doivent, dans la mesure du possible, minimiser les contraintes ou permettre le passage dans des fenêtres [niveau bas – niveau haut] compatibles avec les plans de descente évoqués précédemment.

Les contraintes de vitesse sont également à éviter, sauf pour celles qui relèvent de la sécurité des vols, de la gestion de l'espace aérien ou du respect des procédures.

Enfin, ces contraintes publiées sont impérativement suivies par le FMS et l'équipage, sauf instruction contraire du contrôle. [10]

III.9. Types de conception de la CDA

Il y a actuellement deux méthodes pour la conception de la procédure CDA, qui sont basées sur des routes latéralement fixe. Ceux-ci exigent des méthodes différentes pour déterminer la distance de vol par rapport au seuil de piste. Ces deux méthodologies de conception sont identifiées comme "trajectoire fermée" et "trajectoire ouverte":

- **trajectoire fermée :** La Conception des « trajectoires fermées » sont des modèles de procédure selon laquelle la trajectoire de vol latérale est prédéfini jusqu'à et y compris le FAF / FAP et donc la distance exacte de la piste est connue avec précision. Un exemple d'une procédure de trajectoire fermée est une descente de profil optimisée (OPD) associé à une STAR se terminant à un point qui définit une partie d'une procédure d'approche aux instrument (IAP) et une STAR directement liée avec l'IAP. La conception d'une trajectoire fermée permet à la planification d'une distance très précise permettant le FMS de mettre en œuvre précisément des descentes optimisées et automatisées.
- **Trajectoire ouverte :** La conception des « trajectoires ouvertes » sont des procédures qui se terminent avant le point FAF/FAP.

Deux principaux types de trajectoires ouvertes existent:

- a) La première se termine dans le segment vent arrière en laissant le contrôleur donner son autorisation pour entamer l'étape finale.
- b) La deuxième option c'est là où la conception livre l'aéronef dans un environnement opérationnel où l'approche en séquences est entreprise entre le circuit d'attente et le vectoring. Dans cette option, la CDA peut seulement être planifié a un point mesurable et le contrôleur devra évaluer et communiquer au pilote, à la mesure du possible, des informations sur la distance à la piste «DTG » jusqu'au seuil de piste si la procédure CDA doit être poursuivie au-delà du point où la trajectoire planifié de la CDA se

termine, Le pilote utilisera ces estimations de distance pour déterminer le taux optimal de descente pour atteindre une descente continue au point FAF/FAP.

III.9.1. Conception d'une trajectoire fermée

La conception de la trajectoire fermée comprend une trajectoire fixe et une distance spécifique à la piste qui est connu avant le début de l'opération de la descente continue.

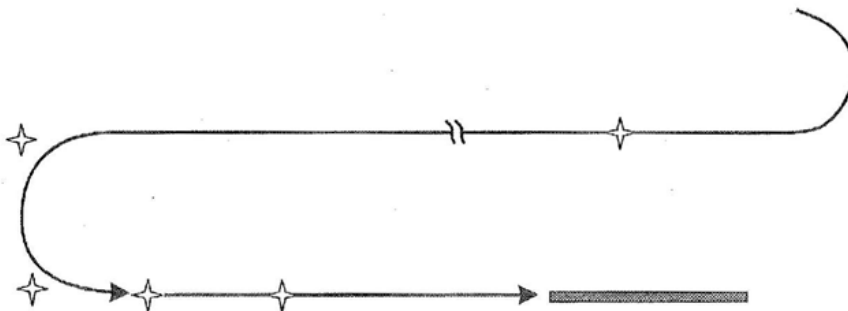


Figure III.2. Procédure d'une trajectoire fermée.

III.9.2. trajectoire ouverte

Dans la conception de la trajectoire ouverte, une partie ou la totalité de la route est constitué de vecteurs. La distance spécifique au seuil de piste est inconnue avant le début de la procédure CDA.

► Procédure CDA en vecteurs

L'aéronef est aligné sur des vecteurs, le contrôleur donne au pilote une estimation de la distance a la piste (DTG) jusqu'au seuil de piste.

L'autorisation pour commencer la descente est à la discrétion du pilote.

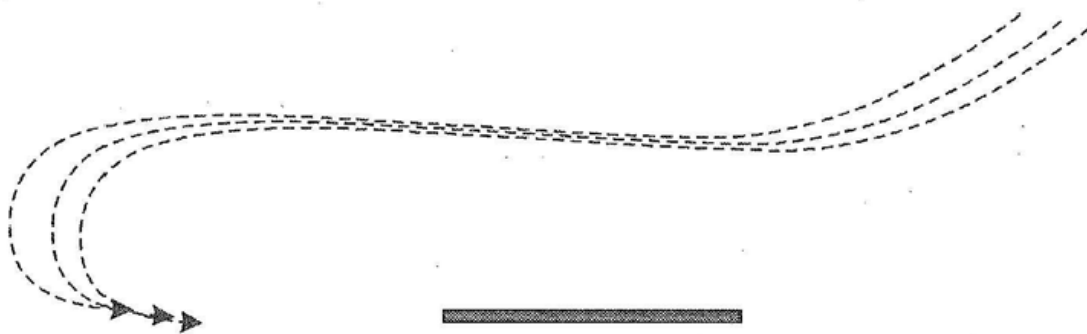


Figure III.3. Procédure CDA en vecteurs

► **Procédure CDA ouverte sur vent arrière**

Cette opération est basée sur une combinaison d'une route fixe délivrant l'aéronef à un segment de vecteurs, normalement comme une extension du segment vent arrière au point FAF/FAP.

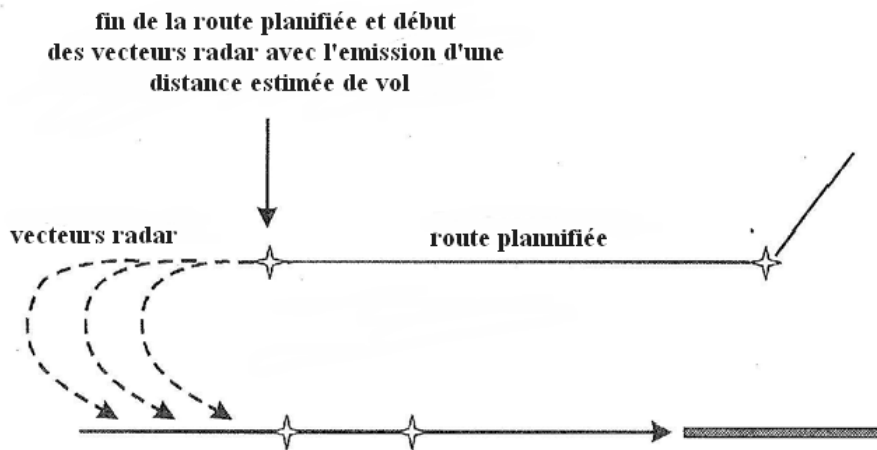


Figure III.4. Procédure CDA ouverte sur vent arrière

III.9.3. Méthodes séquentielles

Excepté les situations où la densité de trafic est très basse, un certain type de procédure en séquences est d'habitude exigé pour maintenir un taux d'atterrissage optimal. Les trois méthodes de séquence suivantes peuvent être appliquées aux deux types de la procédure CDA :

- 1) **Méthode séquentielle automatisée** : l'utilisation des systèmes de séquences automatisés tels que le temps nécessaire d'arrivée, l'affichage des consignes de la gestion du trafic et les indicateurs de position relative, ces systèmes prévoient un réglage efficace de planification à apporter à la trajectoire de l'aéronef avant de commencer une procédure CDA. Les méthodes séquentielles automatisées se développent rapidement et joueront de plus en plus un rôle important.
- 2) **Contrôle de la vitesse** : est le plus efficace quand une petite correction est effectuée au début de la procédure et nécessite un temps donné pour prendre effet, ou, quand les vitesses sont qu'une partie de la procédure, le contrôle de la vitesse tient compte

de la performance prévisible et il est fait pour établir et maintenir la séparation et assurer la performance cohérente entre différents aéronefs. Des petits réglages de vitesse peuvent permettre à l'aéronef de rester sur la trajectoire fermée prédéfini. Des grands réglages de vitesse peuvent être contre-productif quand l'aéronef qui suit doit être au ralentie et exige que l'aéronef quitte la configuration de vol d'avion optimale.

- 3) **Le vectoring** : le vectoring est la méthode la plus flexible pour des séquences d'arrivées. Maintenir la capacité, c'est aussi la méthode la plus fréquemment utilisée. Cependant, le vectoring fournit la prévisibilité la moins avancée aux pilotes en ce qui concerne des distances de trajectoire de vol et peut exiger que des pilotes répondent à une situation plutôt que planifier à l'avance. Fournir au pilote des informations sur les distances à la piste (DTG) peut aider à atténuer l'incertitude. L'aéronef peut être dans une procédure de vectoring d'une trajectoire ouverte planifiée ou peut être guidé dans une procédure de trajectoire fermée afin d'établir ou de maintenir la séparation. Des petits réglages de la vitesse dans une trajectoire fermée de la CDA doivent être considérés en premier lieu, de préférence avant que l'aéronef est guidé hors la procédure. Le maintien de la procédure permettra à l'FMS de maintenir des calculs de la distance.

III.9.4 Méthode par extension de trajectoire

La méthode de conception par extension de trajectoire est basée sur des vecteurs et des points prédéterminés sur le FMS et connu par les pilotes et les contrôleurs. Cette procédure peut être générer dans le but d'augmenter les séparations pour permettre à l'FMS de déterminer une trajectoire CDA pour les aéronefs. Cette méthode peut être utilisée conjointement avec la méthode de contrôle de la vitesse.

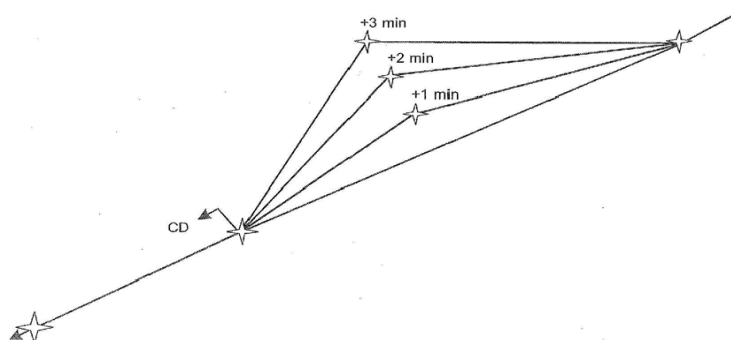


Figure III.5. Méthode par extension de trajectoire

- ✓ **Le point de regroupement/rapprochement** : avec cette technique l'aéronef suivra une trajectoire RNAV, qui inclut généralement un niveau de vol et segment d'arc jusqu'à l'interception d'une route directe vers le point de rapprochement.

Le pilote peut exécuter une manœuvre CDA avant le point de rapprochement.

Lorsque le trafic ATC le permet l'aéronef peut être autorisé à un « directe vers » le point de rapprochement sans segment en arc. [11]

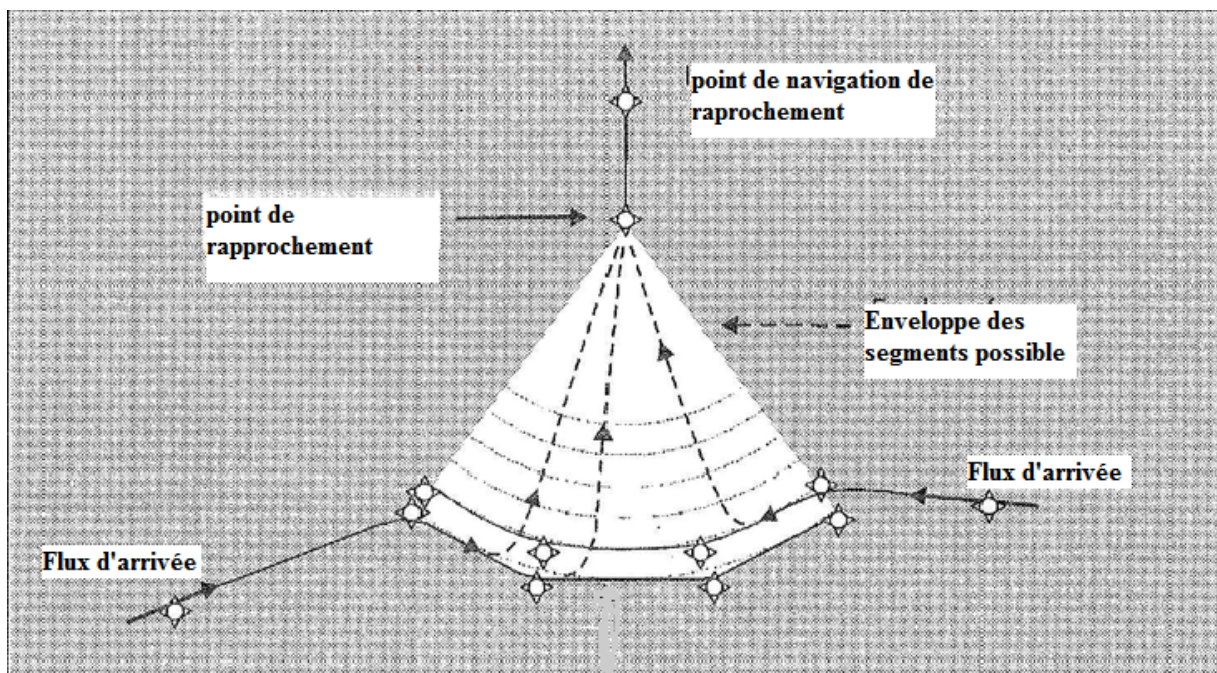


Figure III.6. Système basé sur le point de rapprochement.

III.10. La distance à la piste (DTG, Distance To Go)

L'optimisation de la procédure CDA est améliorée en portant à la connaissance de l'équipage une distance à la piste :

- Soit à chaque point significatif de navigation de la procédure publiée, en particulier lors de la phase d'approche initiale ;
- Soit à l'initiative de l'ATC lors d'une procédure sous guidage radar exécutée avant la phase d'approche finale (FNA).

III.11. Effet de la température sur le profil vertical

Les tableaux et les calculs expliqués ci-dessus reposent sur la variation barométrique pour mesurer la composante verticale du profil de descente. Cette variation barométrique ne sera pas uniforme lorsque la température ambiante s'écartera des conditions de l'atmosphère type internationale (ISA). Lorsque la température ambiante est plus froide que celle de l'ISA, l'air est plus dense, de sorte que la variation barométrique cible correspond à une variation d'altitude réelle plus petite. Il en résultera un profil de descente moins prononcé que le profil recherché. Par exemple, une trajectoire de descente nominale de 3° risque d'être plus proche de 2,5° par temps très froid. Le contraire se produit lorsque la température ambiante est supérieure à celle de l'ISA.

Tableau III.3. Effet de la température sur l'angle de descente (au niveau de la mer)

Ecart par rapport à l'angle de descente visé de 3°	
Température à l'aérodrome	Angle de descente réel
+30° C	3.2°
+15°C	3.0°
0°C	2.8°
-15°C	2.7°
-31°C	2.5°

Pour garantir une pente optimisée inférieure ou égale à 3°, il est recommandé soit de reculer le point de navigation de référence (WP ou TOD) soit d'abaisser le niveau à son passage.

Le dernier segment critique consiste à la préparation de la phase d'approche finale (FNA). Ce segment est plus ou moins long et n'est pas nécessairement en relation avec la phase d'approche intermédiaire (INT) d'une valeur minimale réglementaire de 30 secondes de vol à la vitesse considérée.

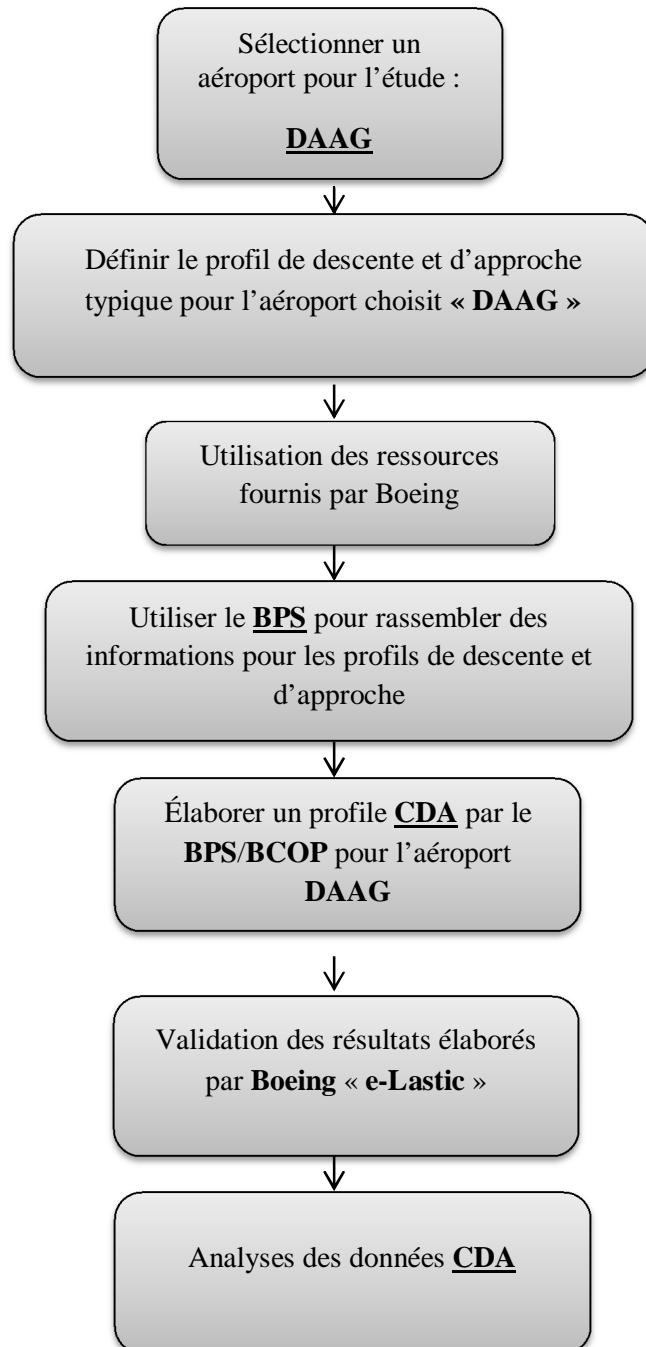
Ce segment, pour être optimisé au maximum et satisfaire à la réduction globale des nuisances sonores, doit s'effectuer selon une pente optimale proche de 1° (1,7 %) voire

inférieure. Cette pente permet également une réduction de vitesse sur la base de 20 à 30 kts/minute. [10]

CHAPITRE IV :
APPLICATION DE LA
PROCEDURE CDA A
L'AEROPORT D'ALGER

Dans ce chapitre on a résumé notre travail dans l'organigramme ci-dessous qui illustre les étapes qu'on va suivre pour élaborer la procédure de la CDA (approche en descente continue).

IV.1. Processus suivi pour l'étude



IV.2. Présentation de l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene »

L'aéroport international d'Alger - Houari Boumediene, (code IATA : ALG • code OACI : DAAG), ou, lors de sa création en 1924 aéroport d'Alger-Maison Blanche.

Il s'agit du plus important de tous les aéroports algériens. Sa capacité actuelle est d'environ 12 millions de passagers par an pour un flux réel de plus ou moins 4,5 millions en 2009. Il est composé d'une aérogare pour les vols internationaux, inaugurée le 5 juillet 2006, d'une aérogare pour les vols intérieurs, et d'un troisième pour les vols charters. L'aéroport d'Alger a été classé meilleur aéroport africain en 2011.

L'aéroport est géré depuis novembre 2006 par la Société de gestion des services et infrastructures aéroportuaires (SGSIA), filiale de l'EGSA Alger, en partenariat avec Aéroports de Paris (ADP).

- Coordonnées du point de référence et emplacement de l'aérodrome sont de 364140N 0031301E, intersection des TWY : B4, B5, A4 et A5.
- Sa déclinaison magnétique et sa Variation annuelle est de l'ordre de 0° W (2005).
- Altitude/Température de référence : 25 M / 30,6°C. [12]

Tableau IV.1. Caractéristiques physique des pistes

Numéro de piste	Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Pente de RWY-SWY	Altitude du seuil THR (m)
05	3500 x 60	75F/D/W/T Béton bitumineux	0,09%	22
23				25
09	3500 x 45	78F/D/W/T asphalte	0,11%	17
27				20

Tableau IV.2. Distances déclarées

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
05	3500	3500	3500	3500
23	3500	3500	3500	3500
09	3500	3500	3500	3500
27	3500	3500	3810	3500

Tableau IV.3. Dispositif lumineux d'approche et balisage lumineux de piste

ID RWY	APCH	THR Couleur	PAPI/VASIS	MEHT	TDZ Longueur	Feux d'axe de piste			
						longueur	espacement	couleur	intensité
05	-	VERT	PAPI 3°		-	3500 m	30 m	(*)	-
23	CAT III/ LIH	VERT	PAPI 3,07°		900 m		15 m		
09	CAT I/ LIH	VERT	PAPI 3,03°		900 m	-	-	-	-
27	-	VERT	PAPI 3°		-				
ID RWY	Feux de bord piste				Feux d'extrémité de piste et WBAR		Feux SWY		
	longueur	Espace-ment	couleur	intensité	couleur		longueur	couleur	
05	3500 m	60 m	Blanc	LIH	Rouge		-	-	
23					Rouge		-	-	
09	3500 m	60 m	Blanc	LIH	Rouge		-	-	
27					Rouge		310 m	Rouge	
(*) : Les 2600m premiers : blanc. Les 600m suivants : rouge et blanc alternés. Les 300m restants : rouge.									

Tableau IV.4. Espace aérien ATS

Désignation et limites latérales	ALGER /Houari Boumediene CTR Cercle de 06NM de rayon centré sur 364140N-0031301E
Limites verticales	450 m GND/MSL
Classification de l'espace aérien	D
Indicatif d'appel et langues de l'organe ATS	ALGER TOUR et ALGER APP, FR, EN
Altitude de transition	1200 m

Tableau IV.5. Les obstacles de l'aéroport d'Alger

Aire d'approche et de décollage				
Piste ou Aire concentrée	Type d'obstacles			Coordonnées
	Hauteur			
	Marquage et balisage lumineux			
	Type d'obstacle	hauteur	Marquage et balisage lumineux	
a	b			c
RWY 09	Château d'eau	31.84 M ALT : 60.64 M	Balisé jour et nuit	QDR 87.15° à 2746 M du THR 27
RWY 09	Bâtiment	18M ALT : 28M	Non balisé	364135.8N 0030932E
RWY23	Antenne LLZ	1.10M ALT : 26.10 M	Balisé jour et nuit	364131.96N 0031303.06E

IV.3. Les procédures de départs et d'arrivées de l'aéroport d'Alger

➤ **Les départs normalisés aux instruments (SID)**

Tableau IV.6. Les départs normalisés aux instruments /SID (DAAG)

Code	Point de sortie
SID 1 RWY 23/27 RWY 05/09	MOGIL MJV
SID 2 RWY 23/27 RWY 05/09	PECES MHN
SID 3 RWY 23/27 RWY 05/09	OTARO BOURI
SID 4 RWY 27 RWY 23 RWY 05/09	BJA BABOR ou TAGRO
SID 5 RWY 27 RWY 23 RWY 05/09	BSA
SID 6 RWY 23/27 RWY 05/09	BSA
SID 7 RWY 23/27 RWY 05/09	CHE
SID 8 RWY 23/27 RWY 05/09	LABRO
SID 9 RWY 23/27 RWY 05/09	SADAF IBZ ou MJV

➤ **Les arrivées normalisées (STAR)**

Les STAR n'étant pas publiées sur AIP et JEPPESEN, ils ont été puisés sur les cartes d'arrivées du service ATC (ENNA), c'est des cheminements d'arrivées.

Tableau IV.7. Les cheminements d'arrivées (DAAG)

Code	Points de cheminement
RWY 23/27 RWY 05/09	DAHRA-CHE-ALR-ZEM DAHRA-CHE-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	TRB-CHE-ALR-ZEM TRB-CHE-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	LABRO-CHR-ALR-ZEM LABRO-CHE-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	BSA-ALR-ZEM BSA-ALR-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	BJA-LIMON-ZEM OTARO-ZEM-ALR-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	BUYAH-ALR-ZEM BUYAH-ALR-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	OTARO-ZEM BJA-ALR-MAR
RWY 23/27 RWY 05/09	BOURI-ZEM BOURI-ZEM-ALR-MAR

Tableau IV.8. Aides de radionavigation et d'atterrissage

Type d'aide CAT d'ILS/MLS	Identification	Fréquences	Heures de fonctionnement	Coordonnées de l'emplacement de l'antenne d'émission
DVOR/DME (0°W 2005)	ALR	112.5 MHZ (CH 72X)	H 24	364127.59N-0031255.73E
DVOR/DME (0°W 2005)	ZEM	116.6 MHZ (CH 113X)	H 24	364742N- 0033415E
DVOR (0°W 2005)	SDM	113.9 MHZ	H 24	363750N- 0025827E
NDB	SMR	370 KHZ	H 24	364134.39N- 0030523.54E
NDB	MAR	416 KHZ	H 24	364105.15N-0024655.78E
NDB	ZEM	359 KHZ	H 24	364746.22N-0033418.46E
LLZ23/ILS CAT III (0°W 2005)	AG	110.3 MHZ	H 24	364131.96N-0031303.06E
GP 23		335 MHZ	H 24	364236.54N-0031457.00E
DME-P	AG	CH 40X	H 24	364236.54N-0031457.00E
LLZ09/ILS CAT II (0°W 2005)	HB	108.5 MHZ	H 24	364127.78N-0031247.89E
GP 09		329.9 MHZ	H 24	364127.40N-0031027.40E
OM 23	2traits/sec	75 MHZ	H 24	364505.98N-0031851.56E
OM 09	2traits/sec	75 MHZ	H 24	364138N-0030524E
MM 23	1point/1trait sec	75 MHZ	H 24	364309N-0031541E
L	OA	342 KHZ	H 24	364651N-0032144E

IV.4. Positionnement des point FAP/FAF et IF

Pour la piste 23 :

- ✓ Le repère intermédiaire IF se situe à 10.9 NM d'ALR (DME)
- ✓ Le repère final FAP se situe à 8.9 NM d'ALR (DME)

Pour la piste 27 :

- ✓ Le repère intermédiaire IF se situe à 9 NM d'ALR
- ✓ Le repère final FAF se situe à 7 NM d'ALR

Pour la piste 09 :

- ✓ Le repère intermédiaire IF se situe à 18 NM d'ALR
- ✓ Le repère finale FAF se situe à FAF/FAP à 12 NM d'ALR

Pour la piste 05 :

- ✓ Le repère intermédiaire IF se situe à 8 NM d'ALR (DME)
- ✓ Le repère finale FAF se situe à 6 NM d'ALR (DME)

🚧 Les applications et les logiciels utilisés dans notre PFE (BPS, BCOP, JETPLAN...) sont la propriété de TASSILI AIRLINES, pour but de valider les résultats. La publication ou la reproduction de ces résultats n'est pas autorisée, elle est soumise à l'accord préalable de TASSILI AIRLINES.

IV.5. Boeing performance software « BPS »

Le BPS est une interface graphique pour l'utilisateur (GUI) qui permet d'accéder au logiciel de performance de Boeing suivant l'APM/HISTORY, pour l'analyse de la consommation de carburant en croisière « INFLT/ REPORT », l'analyse des performances en vol, et l'analyse de décollage « STAS ».

Le BPS est conçu pour avoir un accès et une exécution facile aux programmes du logiciel de performance sans que l'utilisateur doit se rappeler des nombreux noms de variables, et faire rentrer le nombre de colonne et les autres paramètres du programme. Il fournit également une facilitée pour la création, la sauvegarde, et la réutilisation des paramètres qui sont utilisés

dans le programme, tel que les données des Airport/Runway pour le STAS et l'INFLT/REPORT et l'APM/HISTORY

Une fois que l'utilisateur définit l'APM/ HISTORY, INFLT/ REPORT et les données STAS, le BPS lancera le programme directement à partir de l'intérieur de l'interface. Les données et les différents paramètres peuvent être sauvegardés dans un fichier et transféré à un autre ordinateur pour l'exécution ou utilisé pour exécuter le programme de performance de l'extérieur du BPS.

Il est important de noter que le BPS propose une nouvelle façon d'utiliser les programmes APM/HISTORY, INFLT/REPORT et les programmes de STAS, le fonctionnement réel de ces programmes reste inchangé.

Le BPS nécessite Windows 95 (ou plus) ou Windows NT 3.1 (ou plus) comme systèmes d'exploitation. Les exigences minimales du système et les performances du programme du BPS sont énumérés ci-dessous.

- Système d'exploitation Windows 95 ou supérieur, ou Windows NT 3.1 ou supérieur ;
- RAM recommandée est de 16 Mo ou plus ;
- Stockage minimal nécessaire sur le disque est de 10 Mo ;
- Lecteur de disquette 3,5 pouces ou nécessite un CD-ROM.

► **Analyse en vol**

L'INFLT et Report ont été élaborés pour la production des données opérationnelles en vol. Les données de ces programmes sont utilisées pour la production des manuels des opérations, les manuels de performance de planification de vol, et les données tabulaires sont utilisés pour aider la répartition des systèmes de planification de vol.

L'INFLT et Report peut être utilisé pour générer la montée; la croisière; l'attente ; la panne moteur ; la descente ; l'altitude optimale ; et la planification des vols avec des données simple et des formats variés, allant du format du manuel des opérations aux formats informatiques adapté au suivi de l'analyse du système de planification de vol avec les utilisateurs. Conçu à être utilisés dans l'ordre, l'INFLT est un module de calcul tandis que le Report est un module de liste de sortie.

Les caractéristiques de l'INFLT et Report sont les suivantes:

- ✓ Les options de calcul de la phase spécifique de vol avec ce programme comprennent :
 - La montée ;
 - La croisière / l'attente ;
 - La panne moteur / sans montée en croisière ;
 - La descente ;
 - Altitude maximale / Altitude Optimal ;
 - Détermination de la vitesse économique pour la montée et / ou de la Croisière basée sur le Cost Index ;
 - Planification de vol (général, simplifié) ;
 - Le logiciel n'a pas les fonctionnalités de plan de vol, le survol des points fictifs (waypoints), ni le traçage graphique des routes.

- ✓ En fonction de l'option choisie, deux ou trois types de rapports de sortie sont disponibles. Ils comprennent:
 - Rapport détaillé de la sortie Engineering approprié pour une étude et une évaluation approfondie ;
 - Rapport de sortie tabulaire qui répond aux données du manuel des opérations de Boeing.

- ✓ L'INFLT et Report sont destinés à être utilisés comme un paquet lié. L'INFLT est d'abord exécuté pour générer les données de performances en vol qui est écrite sous forme de fichier binaire, le Report est alors exécuté pour obtenir des résultats calculés à partir du fichier binaire.
- ✓ L'INFLT nécessite une entrée à partir de deux sources (fichiers). Le fichier d'utilisateur d'entrée comprend :

Des données définissant les paramètres (par exemple : poids, altitude, températures, vitesses, vent, etc.) applicables à une option spécifique choisie (par exemple : la montée, la croisière, la descente, etc.) ;

IV.6. Boeing Climbout Program « BCOP »

IV.6.1 Introduction

L'exploitation des avions dans les zones terminales d'aérodrome est un aspect fondamental de l'aviation commerciale. Les départs normalisés aux instruments (**SIDs** : Standard Instruments Departure), les arrivées standard (**STARs** : Standard Arrivals), la procédure après panne moteur et la procédure de remise des gaz sont des éléments intégral de la planification de vol. Ces procédures doivent être élaborées pour chaque aéroport ou une compagnie.

Depuis le début de l'aviation commerciale, des procédures dans les zones terminales d'aérodrome ont été développées et analysées sans l'aide de données informatiques. La plupart des procédures sont conçues avec des calculs manuels à partir du Manuel « Boeing Performance Engineers » et analysées sur un simulateur de vol. Par conséquent, les compagnies dépensent des ressources significatives pour développer et prouver la conformité avec les procédures dans les zones terminales.

Boeing a développé une application informatique spécialement élaborée pour analyser et développer les procédures des zones terminales. Le programme de la trouée d'envol de Boeing (BCOP : Boeing Climb Out Program) est une application d'interface graphique d'utilisateur basé sur Windows (GUI : Graphical User Interface).

L'application BCOP analysera les performances des SIDs, STARs et des procédures de remise des gaz et de trouée d'envol avec un moteur à l'arrêt.

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 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.

IV.6.2 Présentation :

Le programme BCOP analysera simultanément les trajectoires verticale et horizontale propres à l'utilisation pour produire les paramètres de performance qui décrivent les profils verticaux et horizontaux d'une trajectoire sol. L'application fournit un haut degré de flexibilité en modelant les trajectoires verticales et horizontales à partir de n'importe quelle position de départ.

Une trajectoire horizontale à l'exemple d'une SID ou STAR est définie en assemblant entre eux des segments individuels d'une trajectoire sol.

Les différents segments d'une trajectoire sol disponibles sont : affichage de cap, interception de la route vers / à partir d'une balise, suivi de la route directe vers une balise ou maintien d'un arc distance DME (Distance Measuring Equipement). Un segment se termine quand un nouveau cap est affiché ou une route vers une balise est complétée. Un segment peut être terminé aussi quand une altitude est atteinte ou une distance DME parcourue.

L'exemple d'une trajectoire terrestre typique inclurait le décollage le long d'un axe de piste. Volant le long d'un axe de piste après décollage, tournant vers un nouveau cap à partir d'une distance d'une balise proche, après l'établissement sur le nouveau cap, l'avion ensuite vol le long de ce cap jusqu'à atteindre une certaine altitude.

A ce point-là, l'avion peut alors directement se diriger vers une autre balise le long de cette trajectoire, basé sur un angle de virage de l'utilisateur, l'avion tournera pour intercepter une nouvelle trajectoire d'une balise. Une trajectoire horizontale peut consister jusqu'à 10 segments de trajectoire sol.

Le profil vertical est défini en joignant un ensemble des segments verticaux individuels. Les quatre types différents de segments sont : le décollage, l'accélération, la décélération et la vitesse constante. Un segment se termine à une vitesse, altitude, distance, temps ou la fin d'un changement de configuration de l'avion.

Avec cette flexibilité, virtuellement tout profil vertical peut être analysé y compris le décollage, l'approche ou la remise des gaz. Un exemple d'un profil vertical typique peut inclure un décollage avec tous les moteurs fonctionnant jusqu'à point de rétraction du train d'atterrissage, la montée avec une vitesse constante à l'altitude de 1000 ft au-dessus de l'aéroport, l'accélération pour la configuration de rétraction des volets, l'accélération à 250 Kt et une montée à vitesse constante vers 10000 ft au-dessus de l'aérodrome. Un profil vertical peut considérer jusqu'à 20 segments verticaux.

IV.6.3 Caractéristiques :

L'analyse des performances des SIDs ou des STARs exige les utilisateurs d'entrer un nombre important d'informations considérable. L'application du BCOP contient des dispositions pour sauvegarder ces informations pour l'utilisateur suivant. Les informations de

l'aéroport, sont : l'élévation de l'aéroport, le cap magnétique, les informations sur la piste, l'emplacement des aides à la navigation et les points de cheminement (waypoints) peuvent être nommés et sauvegardés. Pour l'accélération arrêt, la position de départ doit être introduite. La position de départ peut aussi être sauvegardée et chaque position de départ est liée à une piste d'un aéroport. Les profils horizontaux et verticaux peuvent être aussi nommés et sauvegardés. Chaque profil horizontal est lié à un aéroport et chaque profil vertical est lié à une combinaison « cellule/moteur ».

Une fois que l'application est exécutée, l'utilisateur peut choisir parmi les 70 paramètres de performance pour créer des rapports personnalisés. L'application permettra plus de 50 rapports de sorties personnalisés pour l'utilisateur. L'utilisateur présente des comptes rendus qui sont produit chaque fois que le programme est exécuté. Les rapports peuvent être délimités en espaces et en virgules ou délimité avec des étiquettes pour faciliter l'importation des données de rapport à une autre application. De plus la représentation graphique est valable pour la trajectoire horizontale et le profil vertical.

IV.7 Analyses des routes de la compagnie TASSILI AIRLINES

Les informations suivantes concernent le profil typique et ils sont relevés du JETPLAN (TAL) :

Tableau IV.9. Bilan sur la consommation de carburant et le temps de vol

Départ	Destination	Immatriculation	Distance	Niveau de Vol	Consommation carburant	Temps de vol
DAUZ	DAAG	7T-VCA	622 NM	FL 340	3911 Kg	01h31min
DAFH			261 NM	FL 300	1891Kg	43min
DABB			235 NM	FL 280	1984 Kg	01h00min
DAOO			230 NM	FL 270	1931 Kg	40min
DAAT			853 NM	FL 340	5153 Kg	02h06min
DABC			181 NM	FL 280	1409 Kg	34min
DAUH			348 NM	FL 320	2548 Kg	56min

Tableau IV.10. Analyse des routes

Départ	Destination	TOC	TOD	La route
DAUZ	DAAG	N28040E009397	N35090E004282	IMN RIMEL ELO ZIBAN BSA HJILA ALR
DAFH		N33378E003576	N35138E004114	HRM BERIA KAHIL BSA HJILA ALR
DABB		N36486E006360	N36456E004552	ANB JIL BJA LIMON ZEM ALR
DAOO		N35408W000018	N36150E001294	ORA ON HILIL CHE ALR
DAAT		N24156E005126	N35030E004102	TMS TIFOU ATCHA GHA BERIA KAHIL BSA HJILA ALR
DABC		N36354E005330	N36456E004552	CSO BJA LIMON ZEM ALR
DAUH		N32552E006054	N35102E004210	HME TGU MAHDI BSA HJILA ALR

IV.8. Description des étapes utilisés pour l'élaboration de la CDA

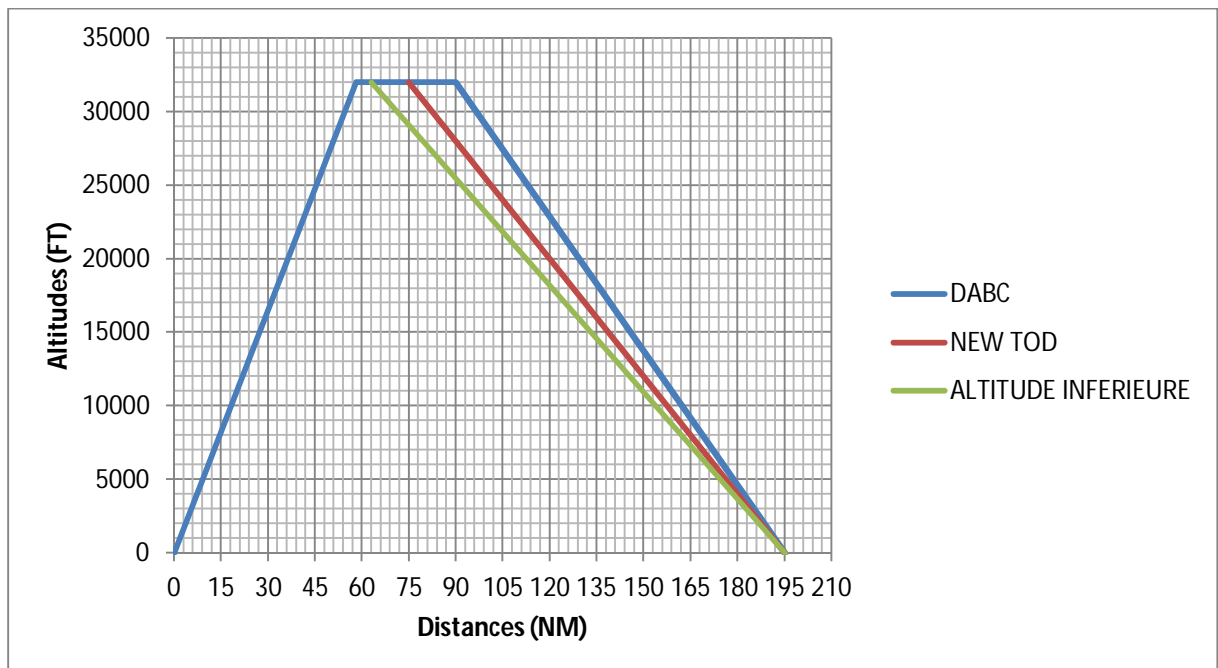
Parmi les méthodes d'élaborations de la CDA mentionnées dans le chapitre précédent, on a choisi d'utiliser la méthode de la « trajectoire fermée » pour notre étude pour la disponibilité des informations concernant les distance par rapport à la piste.

- On a choisi de reculer le point de navigation de référence (WP ou TOD) ;
- On a tracé une limite inférieure pour que l'aéronef ne dépasse pas l'altitude minimale de secteur MSA

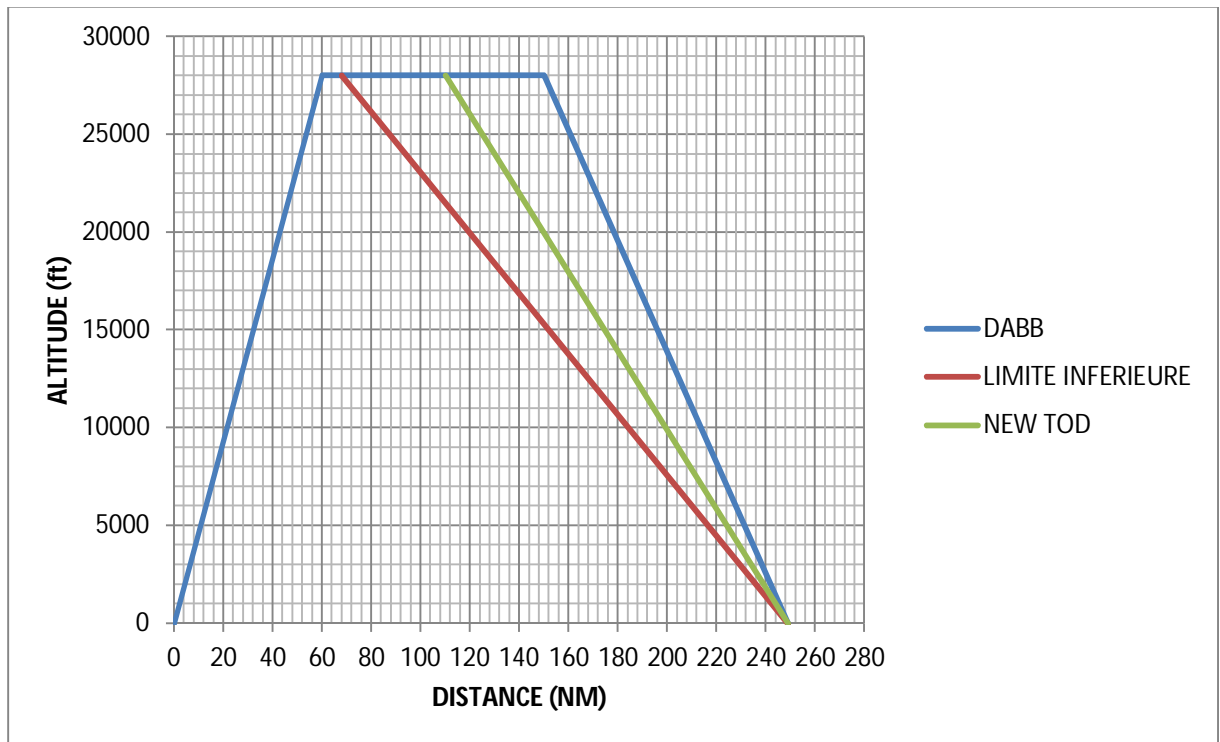
Tableau IV.11. Représentation tabulaire des étapes pour l'élaboration du profil vertical CDA

Départ	Distance du Pt choisis /départ	Limite inférieure	ROUTE	Niveau De vol INI
DABC	72NM N3640E00517	63 NM N3637E00530	CSO BJA LIMON ZEM	FL320
DABB	110 NM N3648E00431	68 NM N3651E00628	ANB JIL BJA LIMON ZEM	FL280
DAAT	400 NM N2922E00419	108 NM N2448E00430	TMS TIFOU ATCHA GHA BERIA KAHIL BSA HJILA ALR	FL390
DAUH	150 NM N3352E00528	82 NM N3303E00605	TGU MAHDI BSA HJILA ALR	FL340
DAFH	125 NM N3440E00407	112 NM N3427E00403	HRM BERIA KAHIL BSA HJILA ALR	FL370
DAUZ	200 NM N3100E00809	140 NM N3011E00834	IMN RIMEL ELO ZIBAN BSA HJILA ALR	FL380
DAOO	100 NM N3604E00106	38 NM N3541E00002	ORA ON HILIL CHE ALR	FL270

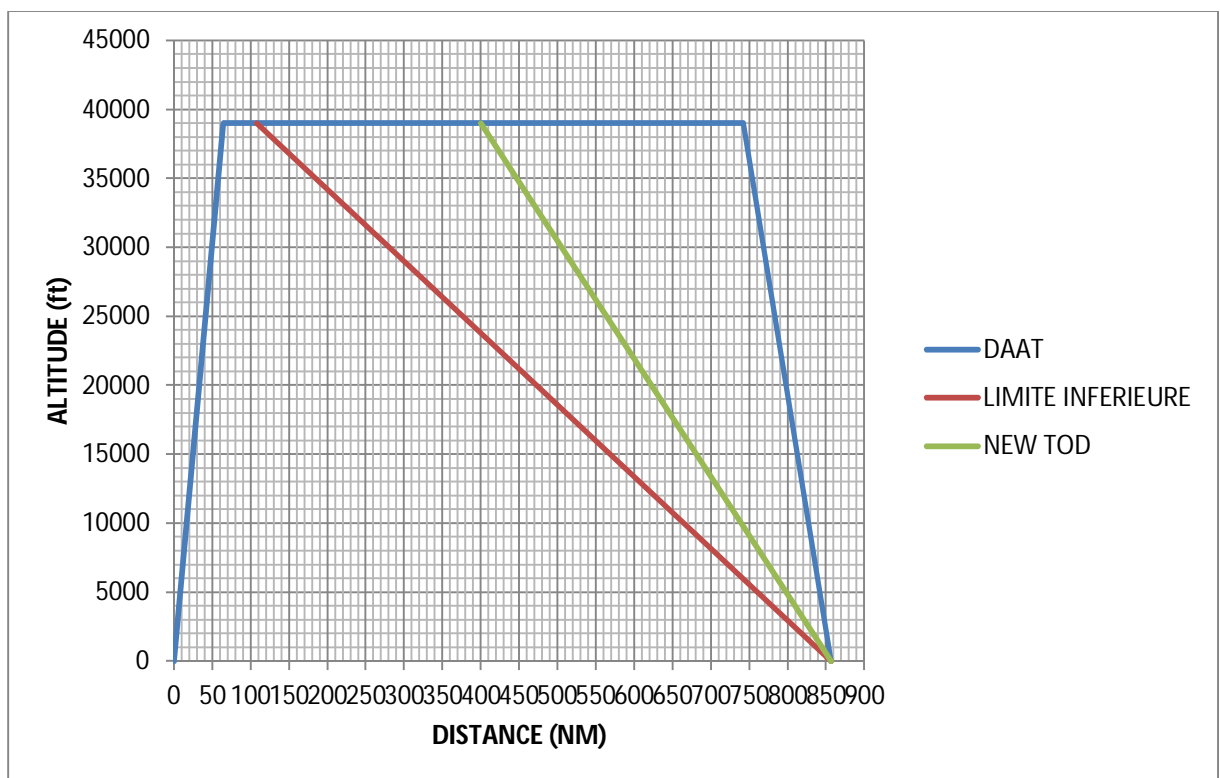
IV.8.1. Présentation graphique du profil vertical CDA par rapport au profil conventionnel de chaque provenance



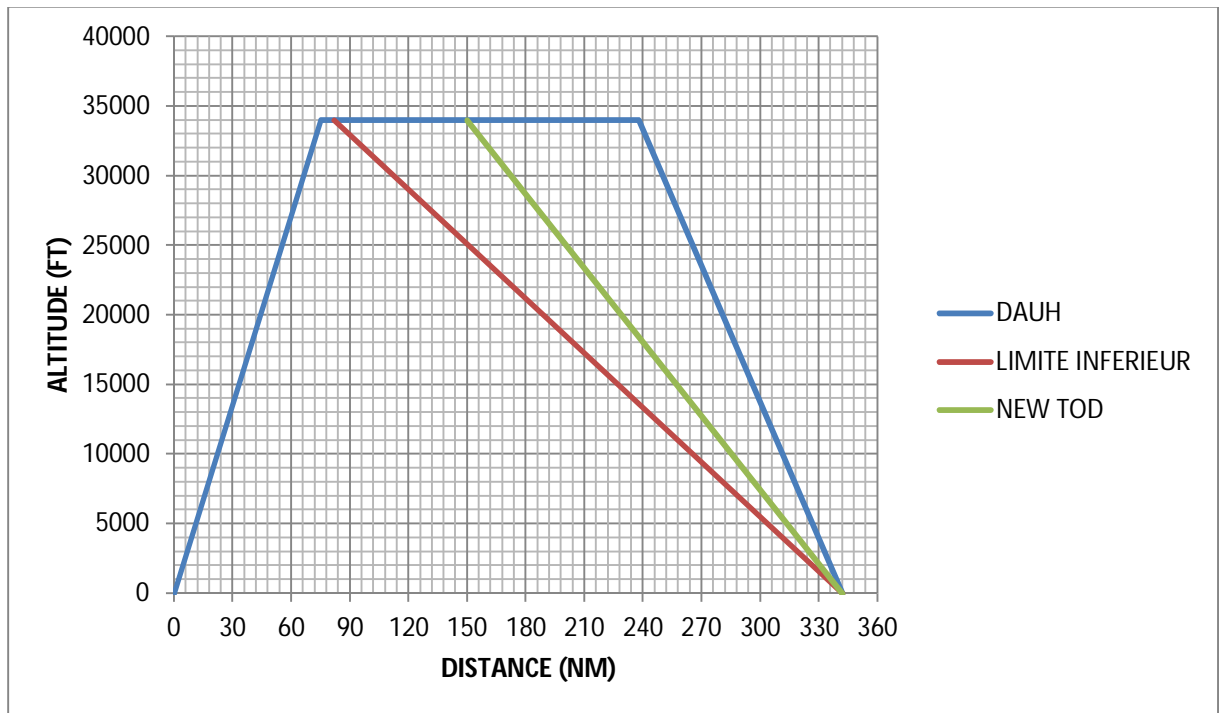
Graphie IV.1. Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DABC)



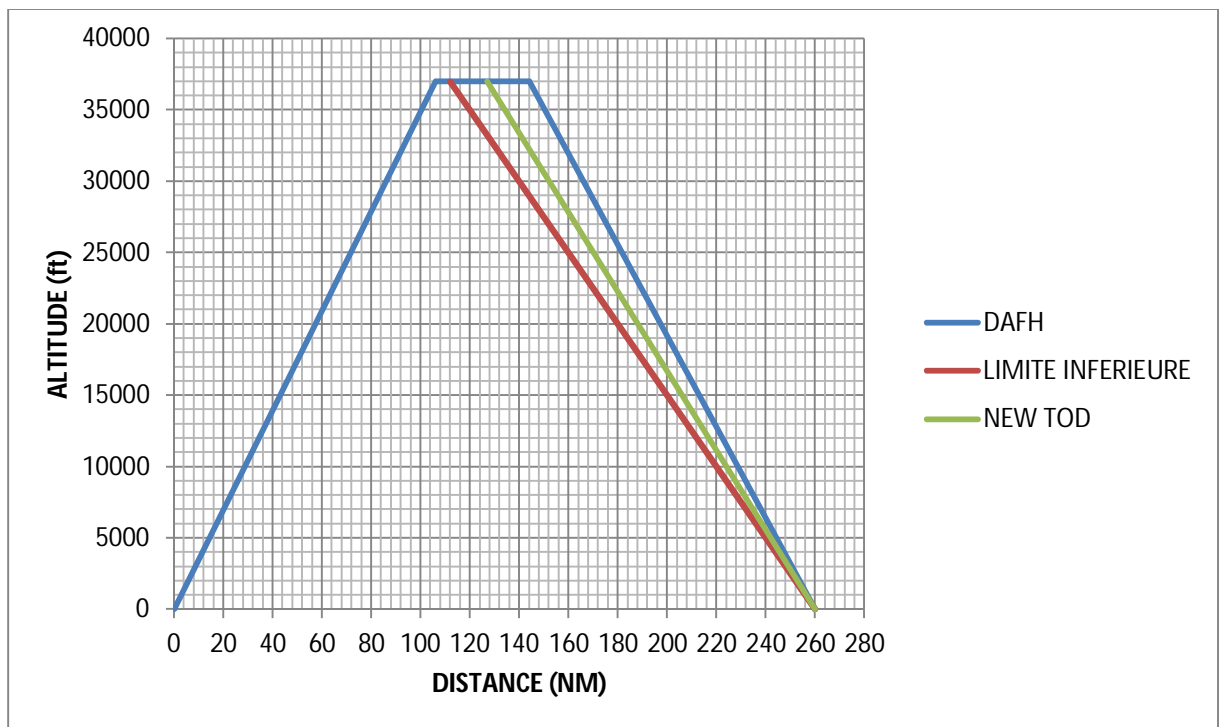
Graphe IV.2. Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DABB)



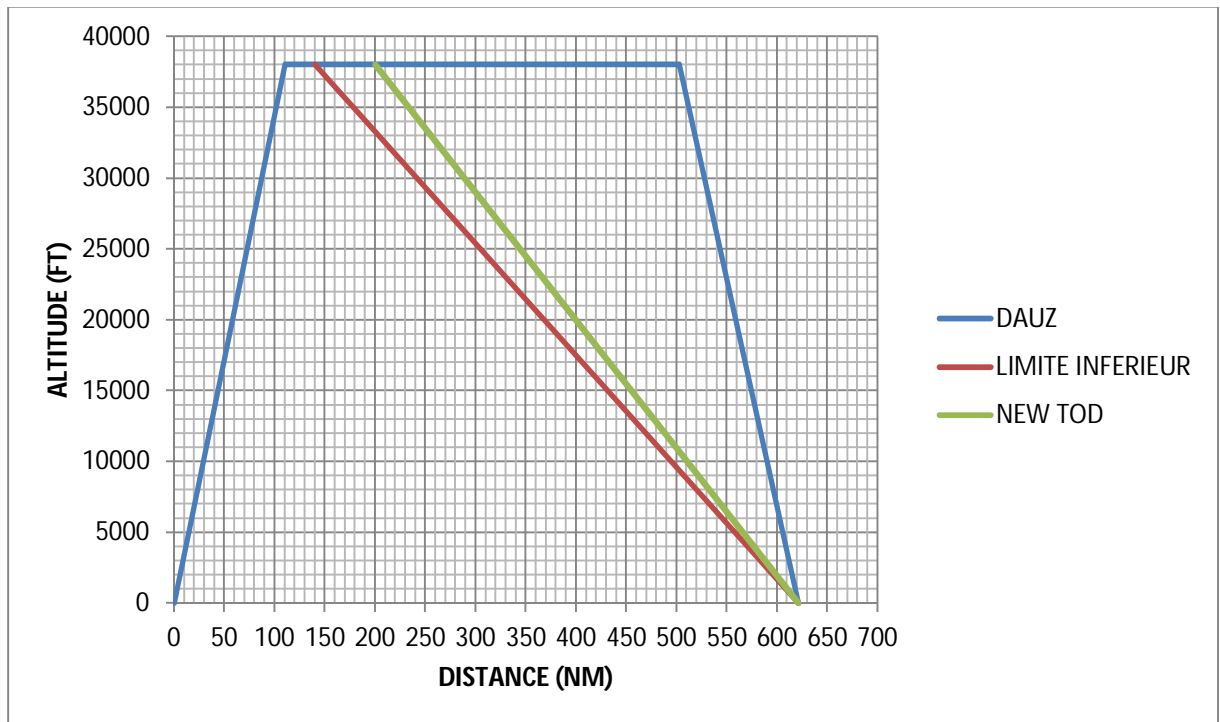
Graphe IV.3. Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DAAT)



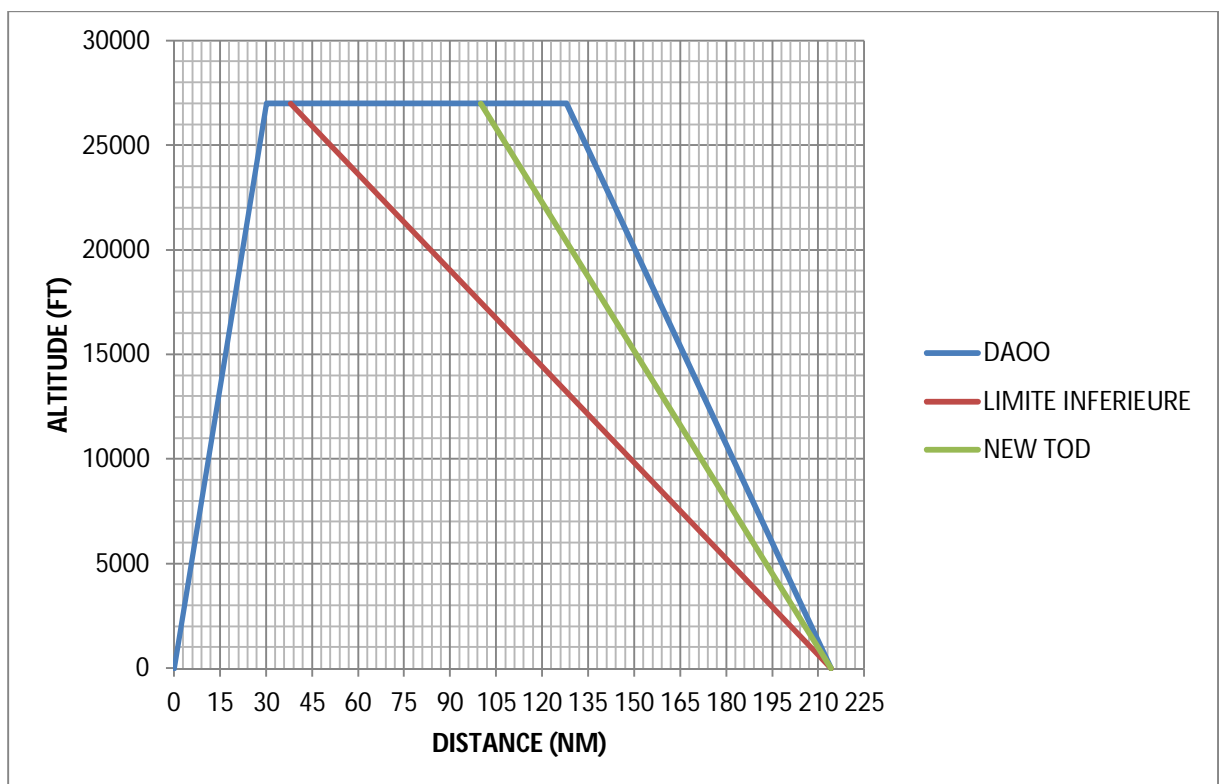
Graphe IV.4. Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DAUH)



Graphe IV.5. Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DAFH)



Grphe IV.6. *Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DAUZ)*



Grphe IV.7. *Profil vertical CDA/ profil conventionnel (DAOO)*

IV.9. Analyse des données du profil vertical CDA

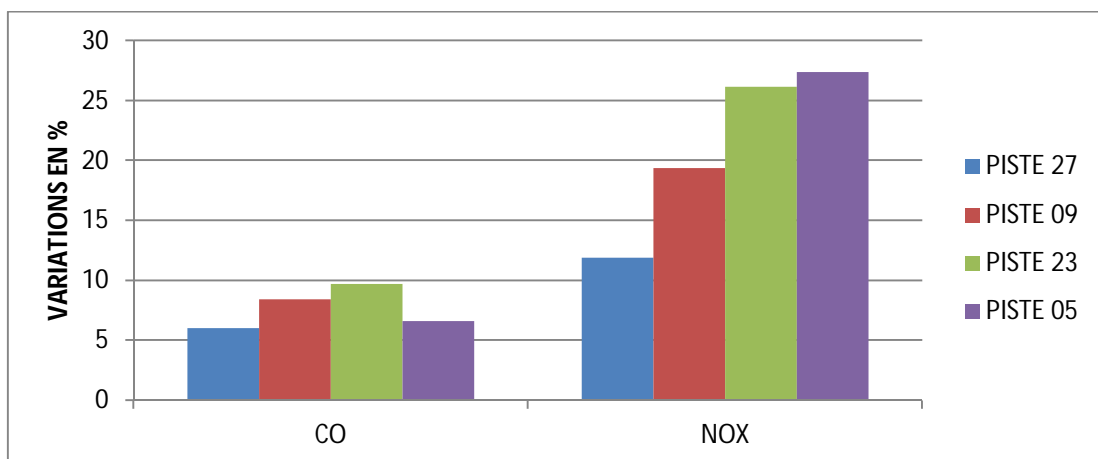
D'après les logiciels BPS et BCOP exploités par la compagnie TASSILI AIRLINES, on a pu générer les données nécessaires pour l'élaboration du profil vertical CDA, et avec la collaboration de Boeing à l'aide du logiciel de simulation des procédures CDA « e-Lastic», les résultats obtenus sont illustrés ci-dessous :

IV.9.1. Réduction des émissions du CO et NOX

Tableau IV.12. Réduction des émissions du CO et NOX

	<i>Variations (%)</i>	
	CO	NOX
Piste 27	-6,0%	-11,9%
Piste 09	-8,4%	-19,4%
Piste 23	-9,7%	-26,2%
Piste 05	-6,6%	-27,4%
CDA (moyenne)	-7,7%	-21,22%

➤ **Représentation graphique**



Graphe IV.8. Réduction des émissions du CO & NOX (%) par piste

IV.9.2. Gain de carburant

 **Pour chaque piste**

Présenter graphiquement le gain de carburant (en Kg) pour chaque piste (27, 09, 23, 05) de l'aéroport d'Alger (DAAG)

Tableau IV.13. Gain de carburant en pourcentage

	Gain de carburant %
Piste 27	-5,2
Piste 09	-7,7
Piste 23	-12,5
Piste 05	-13,8
CDA (moyenne)	-9,8

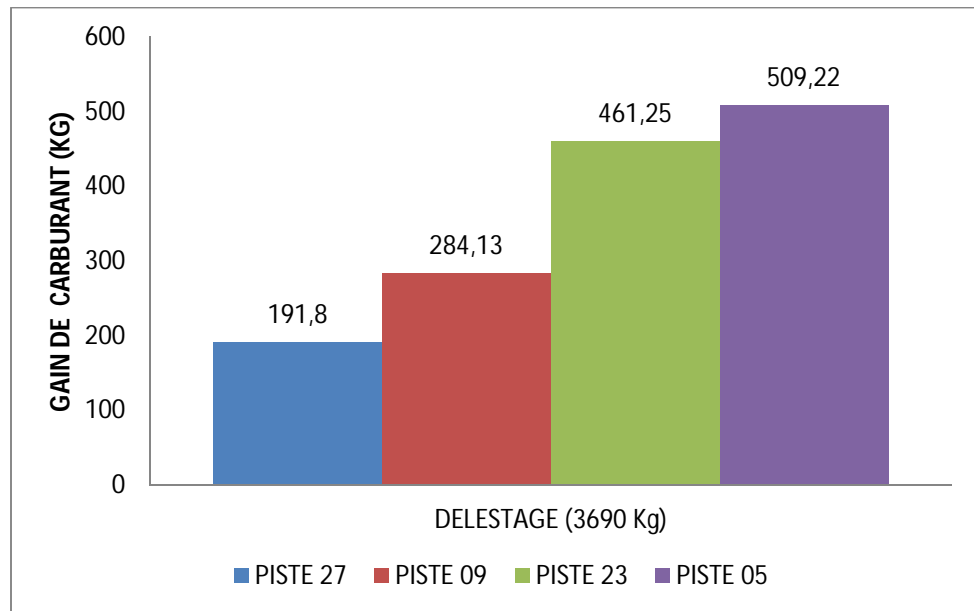
Pour avoir le gain de carburant (CDA) pour chaque piste en Kg on applique la formule :

Gain en Kg = Délestage (profil typique) x le gain de carburant (%) pour chaque piste

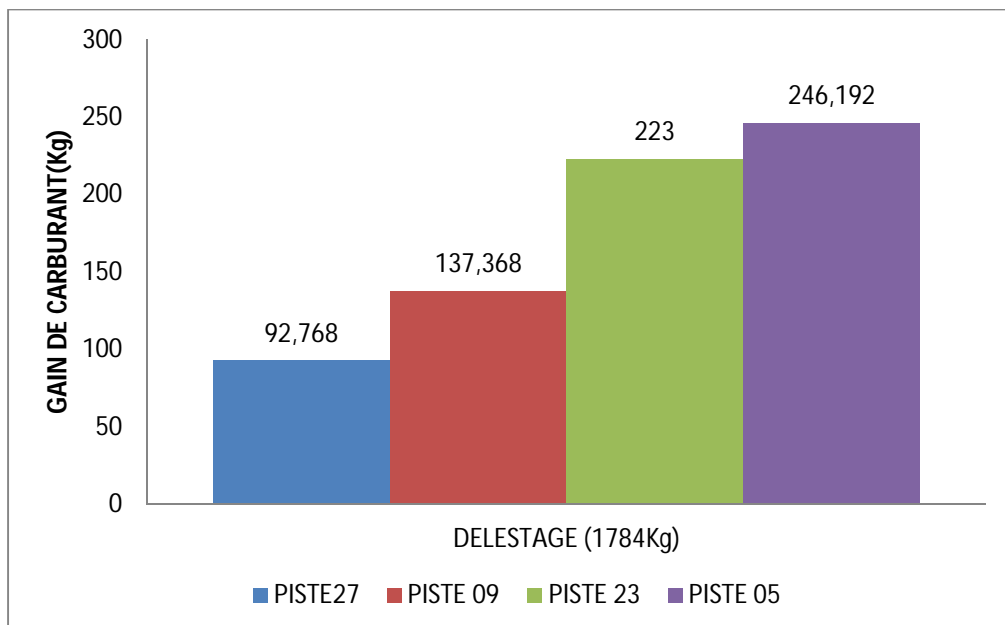
Tableau IV.14. Gain de carburant en kilogramme pour chaque piste

		Gain de carburant en % pour chaque piste			
		-5.2%	-7.7%	-12.5%	-13.8%
Origine	Délestage	Gain de carburant en Kg			
DAUZ	3690Kg	191,8Kg	284,13Kg	461,25Kg	509,22Kg
DAFH	1784Kg	92,768Kg	137,368Kg	223Kg	246,192Kg
DABC	1405Kg	73,06Kg	108,185Kg	175,625Kg	193,89Kg
DABB	1872Kg	97,344Kg	144,144Kg	234g	258,336Kg
DAAT	4861Kg	253,084Kg	374,297Kg	607,625Kg	670,818Kg
DAOO	1822Kg	94,744Kg	140,294Kg	227,75Kg	251,436Kg
DAUH	2403Kg	124,956Kg	185,031Kg	300,375Kg	331,614Kg

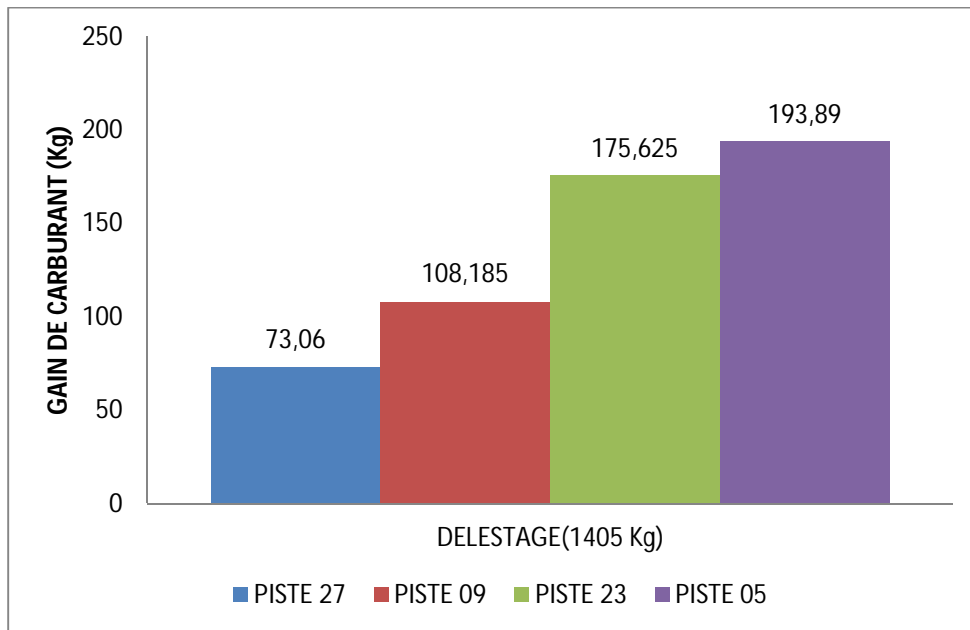
➤ **Présentation graphique**



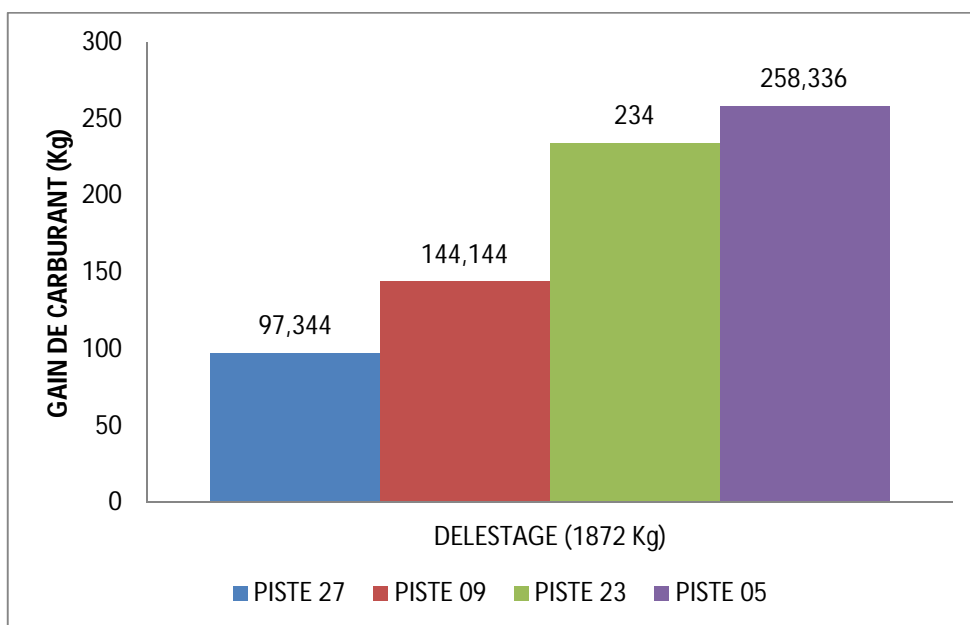
Graphe IV.9. Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAUZ)



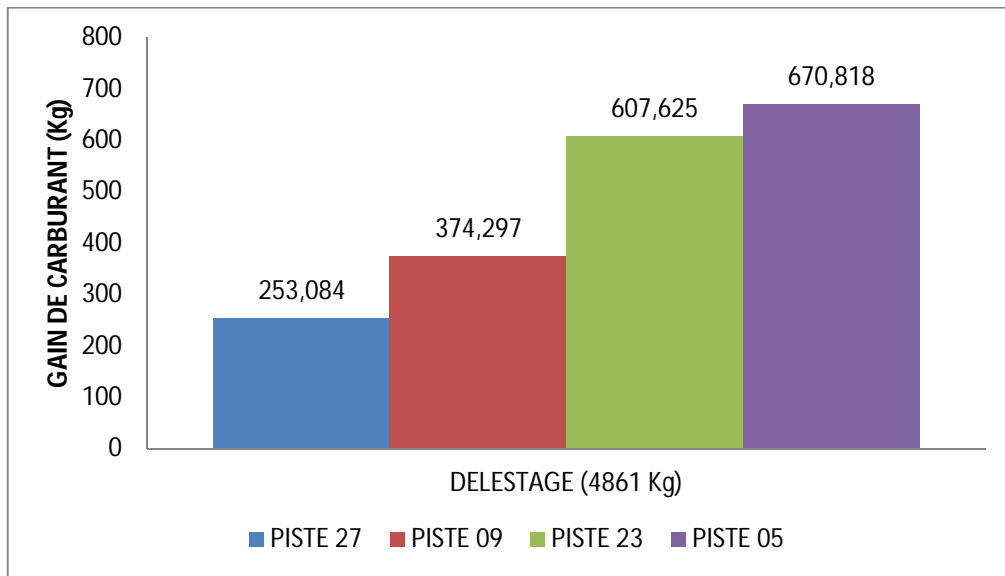
Graphe IV.10. Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAFH)



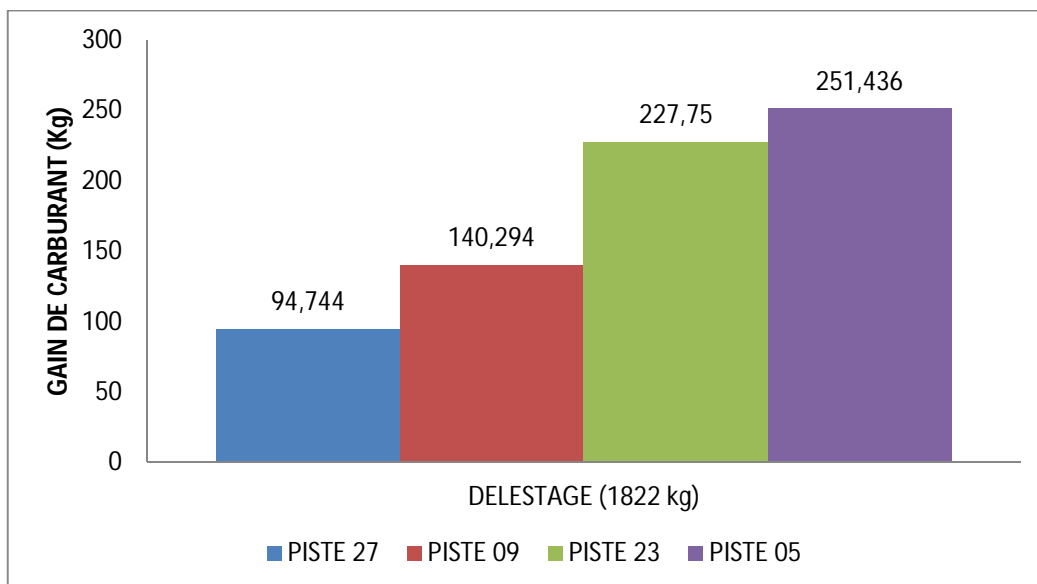
Graphe IV.11. Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DABC)



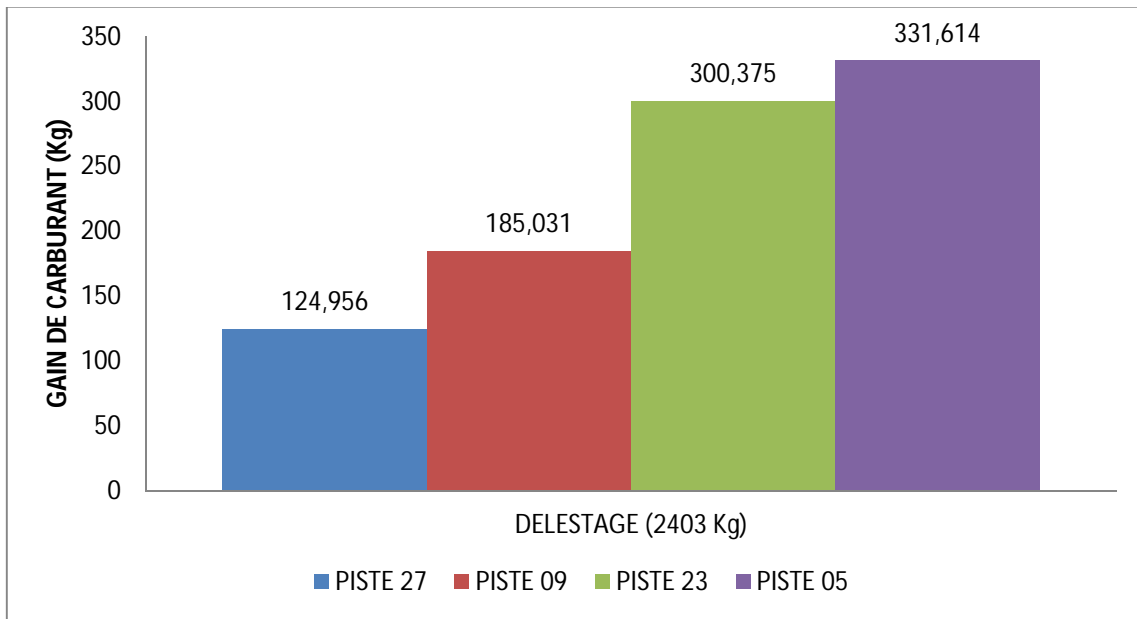
Graphe IV.12. Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DABB)



Grphe IV.13. *Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAAT)*



Grphe IV.14. *Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAOO)*



Graphe IV.15. Gain de carburant du profil CDA / profil conventionnel (DAUH)

➔ Pour calculer le gain de carburant (DZD) pour chaque piste on applique la table de trois :

1Kg de carburant —→ 60 DZD

Gain de carburant (Kg) —→ Gain de carburant(DZD)

Tableau IV.15. Gain de carburant (DZD) pour chaque piste

Origine	Gain de carburant pour chaque piste (DZD)			
	DAUZ	DAFH	DABC	DABB
DAUH	11508	17047,8	27675	30553,2
DAUH	5566,08	8242,08	13380	14771,52
DAUH	4383,6	6491,1	10537,5	11633,4
DAUH	5840,6	8648,64	14040	15500,16
DAUH	15185,04	22457,82	36457,5	40249,08
DAUH	5684,64	8417,64	13665	15086,16
DAUH	7497,36	11101,86	18022,5	19896,84

 **Gain de carburant pour le profil CDA (moyenne)**

Tableau IV.16. Gain de carburant pour le profil CDA (moyenne)

Origine	Délestage (Kg)	9,8%
		Gain de carburant (Kg) pour la CDA (moyenne)
DAUZ	3690	361,62
DAFH	1784	174,832
DABC	1405	135,69
DABB	1872	183,456
DAAT	4861	476,378
DAOO	1822	178,556
DAUH	2403	235,494

→ Pour avoir le gain d'argent de carburant on applique la table de trois

1Kg de carburant → 60 DZD

Gain de carburant (Kg) → Gain (DZD)

Tableau IV.17. Gain de carburant (DZD) pour le profil CDA (moyenne)

Origine	Gain de carburant (DZD) pour la CDA (moyenne)
DAUZ	21697,2
DAFH	10489,92
DABC	8141,4
DABB	11007,36
DAAT	28582,68
DAOO	10713,36
DAUH	14129,64

Tableau IV.18. Gain de carburant par nombre de rotation

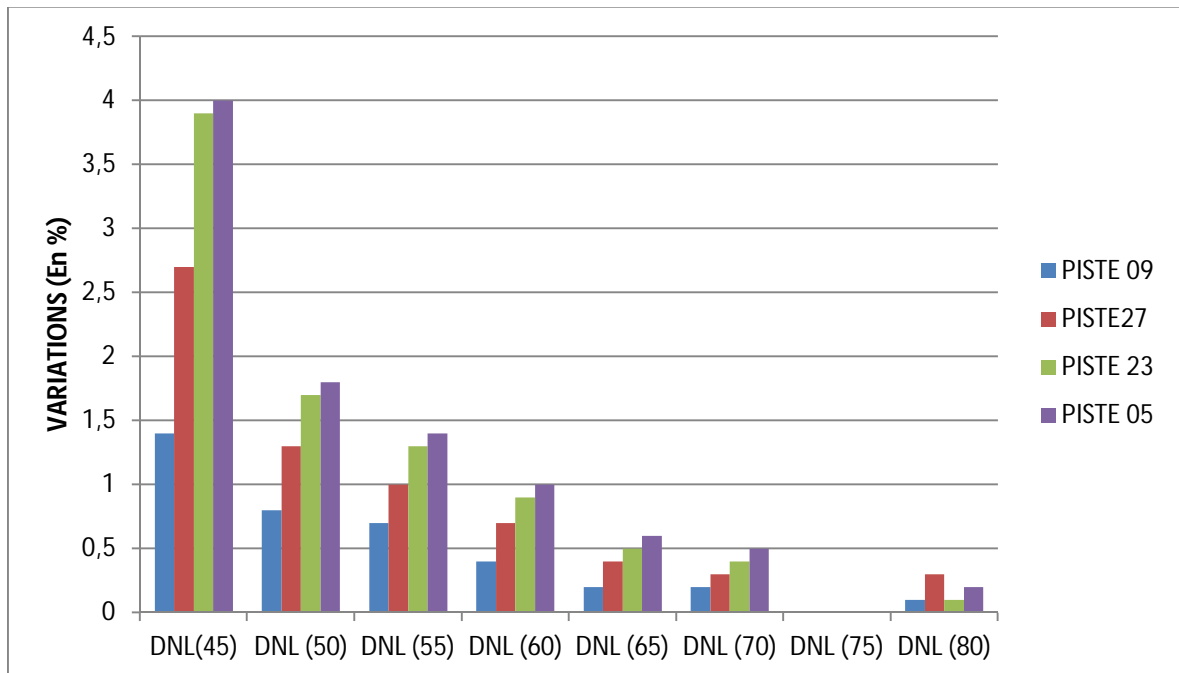
ORG	N° Rotation/semaine	N° Rotation/mois	N° Rotation/an	Gain de Fuel(DZD)	Gain de Fuel /an (DZD)
DABC	6	24	288	8141,4	2344723,2
DAUH	16	64	768	14129,64	10851563,52
DABB	2	8	96	11007,36	1056706,56
DAOO	5	40	480	10713,36	5142412,8
DAUZ	3	12	144	21697,2	3124396,8
DAAT	1	4	48	28582,68	1371968,64
DAFH	1	4	48	10489,92	503516,16

IV.9.3. Réduction de la nuisance sonore

L'aéroport d'Alger n'est pas équipé de capteurs de nuisances sonores pour cela on a estimé des niveaux de nuisances sonores allant de 45 à 80 dB, et nous avons étudié l'impact de la procédure CDA sur chaque niveau de nuisances par rapport à chaque seuil de piste en utilisant le module INM intégré dans le logiciel BCOP de Boeing. [13]

Tableau IV.19. Réduction de la nuisance sonore

DNL (dB)	Variation de la nuisance sonore pour chaque piste et pour la CDA (moyenne)				
	Piste 09	Piste 27	Piste 23	Piste 05	CDA
45	-1,4%	-2,7%	-3,9%	-4,0%	-3,0%
50	-0,8%	-1,3%	-1,7%	-1,8%	-1,4%
55	-0,7%	-1,0%	-1,3%	-1,4%	-1,1%
60	-0,4%	-0,7%	-0,9%	-1,0%	-0,75%
65	-0,2%	-0,4%	-0,5%	-0,6%	-0,425%
70	-0,2%	-0,3%	-0,4%	-0,5%	-0,35%
75	-0,0%	-0,0%	-0,0%	-0,0%	-0,0%
80	-0,1%	-0,3%	-0,1%	-0,2%	-0,175%



Graphe IV.16. Réduction de la nuisance sonore par la procédure CDA

Conclusion générale

En conclusion, notre étude nous permet de déterminer les avantages et les bénéfices de la CDA dans l'aéroport d'Alger.

Effectivement ce nouveau concept a généré une nette réduction en nuisances sonores et gain considérable en matière de consommation carburant tout en réduisant la charge de travail de l'ATC et des pilotes.

Notre travail présente une étude préliminaire sur ce concept qui pourra être approfondie dans le futur en appliquant le concept CDO.

ANNEXES

ANNEXE 1

CLASSIFICATION DES ESPACES AERIENS

Les espaces aériens sont classés et désignés comme suit :

- **Classe A :**

Seuls les vols IFR sont admis ;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols et la séparation est assurée entre tous.

Sur dérogation obtenue auprès de l'autorité ATS compétente et après obtention d'une clairance, un aéronef en vol VFR peut évoluer dans un espace de classe A. Dans ce cas :

Une séparation est assurée entre ce vol VFR et les vols IFR ;

Une information de trafic est fournie à ce vol VFR sur les autres vols VFR dûment autorisés.

- **Classe B :**

Les vols IFR et VFR sont admis;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols et la séparation est assurée entre tous.

- **Classe C :**

Les vols IFR et VFR sont autorisés;

Tous les vols sont assujettis au service du contrôle de la circulation aérienne

Les aéronefs en vol IFR sont séparés des autres aéronefs en vol IFR et des aéronefs en vol VFR.

Les aéronefs en vol VFR sont séparés des aéronefs en vol IFR et reçoivent des informations de trafic au sujet des autres aéronefs en vol VFR.

- **Classe D :**

Les vols IFR et VFR sont admis,

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols;

La séparation est assurée entre vols IFR et les vols IFR reçoivent des informations de trafic relatives aux vols VFR; les vols VFR reçoivent des informations de trafic relatives à tous les autres vols.

- **Classe E :**

Les vols IFR et VFR sont admis;

Il est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne aux vols IFR et la séparation est assurée entre vols IFR. Tous les vols reçoivent dans la mesure du possible des informations de trafic. A compter du 1er janvier 2007, la classe E ne sera pas utilisée pour les zones de contrôle.

- **Classe F :**

Les vols IFR et VFR sont admis ;

Tous les vols IFR qui le demandent, bénéficient du service consultatif de la circulation aérienne, et tous les vols bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

- **Classe G :**

Les vols IFR et VFR sont admis et bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

ANNEXE 2

I. Classification des espaces aériens (en fonction de la densité et de type de trafic)

1. Espace aérien contrôlé

A	Seuls les IFR sont admis	⇒	Séparations assurées
	Tous les aéronefs sont contrôlés		
B	Les IFR et les VFR sont admis	⇒	Séparations assurées
	Tous les aéronefs sont contrôlés		
C	Les IFR et les VFR sont admis	⇒	Séparations assurées
	Tous les aéronefs sont contrôlés		entre IFR entre IFR et VFR
Information de circulation entre VFR			
D	Les IFR et les VFR sont admis	⇒	Séparations assurées entre IFR
	Tous les aéronefs sont contrôlés		Informations de circulation <ul style="list-style-type: none">• Entre IFR et VFR• Aux VFR sur tous les autres vols
E	Les IFR et les VFR sont admis	⇒	Séparations assurées entre IFR
	Les aéronefs IFR sont contrôlés		Information de circulation a tous les vols dans la mesure du Possible

2. Espace aérien non contrôlé

F	{	Les IFR et les VFR sont admis	⇒	Séparations assurées entre
		Les aéronefs IFR bénéficient du service consultatif		IFR dans la mesure du
		Tous les aéronefs bénéficient du service d'information		possible
		De vol à la demande		Pas d'autorisation mais des suggestions de man-oeuvre aux IFR
G	{	Les IFR et les VFR sont admis		
		Tous les aéronefs bénéficient du		
		Service d'information de vol à la demande		

II. Identification des routes ATS

La composition de l'indicatif comporte au plus 6 caractères:

- Un indicatif de base complété, en cas de besoin, par :
- Un préfixe caractérisant l'utilisation de la route ATS ;
- Une lettre supplémentaire pour indiquer le type de service ou les performances en virage.

Indicatif de base comporte : une lettre + un numéro compris entre 1 et 999

ROUTES FAISANT PARTIE DES RESEAUX REGIONAUX AUTRES QUE LES ROUTES RNAV

A	B	G	R
---	---	---	---

ROUTES RNAV FAISANT PARTIE DES RESEAUX REGIONAUX

L	M	N	P
---	---	---	---

ROUTES NE FAISANT PAS PARTIE DES RESEAUX REGIONAUX ET QUI NE SONT PAS DES ROUTES RNAV

H	J	V	W
---	---	---	---

ROUTES RNAV NE FAISANT PAS PARTIE DES RESEAUX REGIONAUX

Q	T	Y	Z
---	---	---	---

ANNEXE 3

Explication du Plan de vol Exploitation « JETPLAN »

1. DEFINITIONS

Les plans de vol techniques sont établis en temps réel par ordinateur et donnent lieu à un document préparation / suivi de vol édité sur imprimante et appelé JETPLAN.

2. GENERALITES

Le plan de vol exploitation utilisé et les données consignées pendant le vol renferment les éléments suivants :

- (1) immatriculation de l'avion.
- (2) type et variante de l'avion.
- (3) date du vol.
- (4) identification du vol.
- (5) lieu de départ.
- (6) heure de départ (heure bloc et heure de décollage réelles).
- (7) lieu d'arrivée (prévu et réel).
- (8) heure d'arrivée (heure bloc et heure d'atterrissage réelles).
- (9) type d'exploitation (ETOPS, VFR, vol de Convoyage, etc.).
- (10) route et segments de route avec les points de report ou les points de cheminement, distances, temps et routes.
- (11) vitesse de croisière et durée de vol prévues entre les points de report ou les points de cheminement.
Heures estimées et réelles de survol.
- (12) altitudes de sécurité et niveaux de vol minimums.
- (13) altitudes et niveaux de vols prévus.
- (14) calculs carburant (relevés carburant en vol).
- (16) carburant à bord lors de la mise en route des moteurs.
- (17) dégagements et, selon le cas, déroutement au décollage et en route, y compris les données exigées en (10), (11), (12) et (13) ci-dessus.

(18) clairance initiale du plan de vol circulation aérienne et reclairances ultérieures.

(19) calculs de replanification en vol.

(20) informations météorologiques pertinentes.

3. Exemple d'un JETPLAN

L'exemple est calculé pour un B737-800 (7T-VCA) / ALG-HME

1 PLAN 0247 **2** DAAG TO DAUH **3** 73W2 **4** M78/F IFR **5** 18/07/11
6 NONSTOP COMPUTED 1047Z **7** FOR ETD 1500Z **8** PROGS 1806UK **9** 7T-VCA **10** KGS
11 **12** **13**

	E.FUEL	A.FUEL	E.TME	NM	NAM	FL
DEST DAAH	001514	.....	00/58	0369	0368	390
R.R.	000076	.....	00/00			
ALT DAAG	001096	.....	00/30	0149	0155	180
HOLD	001027	.....	00/00			
XTR	000000	.....	02/00	VISA	CDB	.....
TOF	003713	.....	03/28			
TAXI	000150	CORR.	+ / -			
BLOCK	003863	.....	03/28	BLOCK FUEL	.....

FL 390 **14**

FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 4000 FT DECREASE IN CRZ ALTITUDE: KGS **15**
FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 4000 FT INCREASE IN CRZ ALTITUDE: KGS
FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 1000KGS INCREASE/DECREASE IN
TOW:0027KGS

ALT AIRPORT CIE NAME COST INDEX ..
 ...
 BLOCK NUMERO B/L..... **16**
 CMD (-) QUANTITY.....
 MAX B/O

17

18

19

	E. WT	CORR.	OP.	LIMIT STRUC.	REASONS FOR OP.
LIMIT					
BASIC	043121	.....		
EPLD	010000	.....		
EZFW	053121	.....	ZFW	.....	062731 /.....
TOF	007850	.....		
ETOW	060971	.....	OTOW	.....	079015 /.....
EB/O	002453	.....		
ELAW	058518	.....	LAW	.....	065317 /.....

DAAG SID5 BSA UJ36 TGU UJ27 DAUH **20**

BLOCK ON LANDING FOB. TO
 BLOCK OFF TAKE OFF FOB. LAW **21**
 CODE
 TIME TIME DELAI

WIND M007 MXSH 2/MAHDI **22**

MET / **23**

CLEARANCE / **24**

25

DAAG ELEV 0082FT ETA 1558Z

WPT AWY FL OAT WIND MCS COMP TAS ZDST ZT ETA ZFU EFR VAR
 FREQ MORA TP DEV S MH TCS G/S DSTR CT ATA CFU AFR
 LAT/LONG

 SMR CLB 248 0010 0/03 ... 004 0075 ...
 370.0 083 249 248 ... 0359 0/03 ... 004
 N36416E003054

 BNA CLB 087 0027 0/04 ... 004 0070 ...
 353.0 083 087 087 ... 0332 0/07 ... 008
 N36391E003355

 BSA CLB 150 0079 0/11 ... 007 0063 ...
 115.9 099 156 150 ... 0253 0/18 ... 015
 N35309E004241

 TOC 390 150 0009 0/02 ... 001 0062 ...
 085 159 150 ... 0244 0/20 ... 016
 N35234E004294

MAHDI UJ36 390 -50 24072 150 M06 454 0051 0/06 ... 002 0060 ...
085 49 P07 2 159 150 448 0193 0/26 ... 019
N34391E005000

TOD UJ36 390 -50 23864 149 M07 454 0068 0/10 ... 003 0057 ...
078 51 P07 1 153 150 447 0125 0/36 ... 022
N33402E005408

TGU DSC 149 0042 0/05 ... 001 0056 ...
113.2 078 153 150 ... 0083 0/41 ... 023
N33034E006053

DAUH DSC 178 0083 0/17 ... 002 0054 ...
023 177 178 ... 0000 0/58 ... 025

MSA TTK DIST TIME ETA FUEL

ALTERNATE - 1 DAUG 038 289 0149 0.30 1628 001264
ALTERNATE - 2 DABC 100 004 0288 0.49 1648 002035

26

-N0351F180 DCT HME DCT ABBIS DCT BISSA J24 GHA DCT

27

CPT	LAT	LONG	MSA	TTK	DIST
HME	N31415	E006085	...	004	0001
ABBIS	N31220	E005120	023	248	0052
BISSA	N31307	E005000	027	310	0013
GHA	N32236	E003467	038	311	0082
DAUG	N32229	E003480	...	122	0001

28

(FPL-ETUDE-IG

-B738/M-SHRWY/S

-DAAG1500

-N0454F390 SID5 BSA UJ36 TGU UJ27

-DAUH0058 DAUG

-REG/7TVCA SEL/JPBD DAT/V

-E/0328 P/TBN R/UYE S/MD J/LF D/3 168 C YELLOW

A/WHITE/BLUE/GREEN)

29

END OF JEPPESEN DATAPLAN

REQUEST NO. 0247

4. Description du plan de vol informatisé

N°	Description
1	Numéro du plan de vol unique, qui est assigné pour chaque plan de vol et sauvegarde sur le serveur pour une durée de 24 heures, et permet aussi au Flight Dispatcher de recharger le plan de vol afin de changer les données de dernières minutes.
2	Code OACI en 4 lettres de l'aéroport de départ et de destination.
3	Code type d'avion.
4	Régime de croisière et conditions de vol (Mach .78, Vol IFR).
5	Date du plan de vol établi.
6	Heure de calcul en UTC.
7	Heure estimée de départ en UTC.
8	« PROGS 1806 UK » la date du programme et l'heure de validité des bases de données météo, vent et température utilisé pour le calcul du plan de vol. Exemple : PROGS 1806 UK : 26 JULY 2011 valide jusqu'à 06:00 UTC.
9	Immatriculation de l'avion.
10	Unité utilisée le Kg.
11	<p>Cartouche bilan fuel estimé donner par le système Jetplan.</p> <p>DEST : Délestage carburant au lâcher des freins jusqu'à l'atterrissage;</p> <p>R.R : Réserve de route, pourcentage du délestage (6% DEST ;</p> <p>ALT XXXX: Code OACI du terrain et la quantité de carburant pour le dégagement ;</p> <p>HOLD : Attente de 30 minutes au niveau de 1500 ft dans les conditions standard pour la masse maximale à l'atterrissage ;</p> <p>XT R : Carburant supplémentaire pour l'étape de retour (FUEL TANKERING)</p> <p>TOF : Quantité de carburant au lâcher des freins</p> <p style="text-align: center;">TOF = DEST + R.R + ALT + HOLD + XTR</p> <p>TAXI : Quantité de carburant pour le roulage</p> <p>BLOCK : Quantité de carburant emporté</p> <p style="text-align: center;">BLOCK = TOF + TAXI.</p>
12	Cartouche bilan fuel réel qui doit être rempli par l'équipage de conduite
13	<p>E. TME : Temps de vol estimé</p> <p>NM : Distance sol total pour la route planifiée, exprimé en Nautical Miles (NM)</p> <p>NAM: Distance air total pour la route planifiée exprimé en Nautical Air Miles (NAM), Déterminer en appliquant la formule pour chaque segment de route sur le plan de vol.</p> <p style="text-align: center;">NAM = TAS x DISTANCE (NM)</p> <p>FL: Niveau de croisière planifié</p> <p>VISA CDB : Signature du commandant de bord Après vérification</p> <p>BLOCK FUEL : Quantité de carburant réelle dans les réservoirs</p>
14	Niveau de vol
15	<p>Première ligne : Niveau de vol</p> <p>Correction de la consommation de carburant en fonction du changement de niveau de vol planifiée au départ :</p> <p style="text-align: center;">FL planifié + 4000 ft augmenter la consommation de carburant de</p>

	<p>..... KGS</p> <p>Deuxième ligne : Masse au décollage</p> <p>Correction de la consommation du carburant en fonction du changement de masse au décollage</p> <p>estimée au départ :</p> <p>Masse au décollage + 1000 KGS augmenter la consommation de carburant de 0027 KGS</p>
16	<p>ALT AIRPORT: Altitude de l'aérodrome de départ</p> <p>BLOCK : carburant embarquer avant la mise en route des moteurs</p> <p>CMD (-) : Quantité de carburant = Carburant de dégagement (ALT) + Attente</p> <p>(HOLD) : Quantité de carburant pour l'Attente</p> <p>MAX B/O : maximum de carburant à consommer = BLOCK - CMD</p> <p>CIE NIAME : nom de la compagnie qui fournit le carburant</p> <p>NUMERO B/L: Numéro du bon de livraison carburant</p> <p>QUANTITY : Quantité carburant livrée</p> <p>COST INDEX : Index du coût de l'étape à introduire dans le FMC</p>
17	<p>Bilan des masses :</p> <p>BASIC = masse de base de l'avion</p> <p>EPLD = Charge marchande estimée</p> <p>EZFW = Masse sans carburant estimée = BASIC + EPLD</p> <p>TOF = Carburant embarqué au lâcher des freins</p> <p>ETOW = Masse au décollage estimée = EZFW + TOF</p> <p>EB/O = Carburant nécessaire pour l'étape</p> <p>ELAW = Masse à l'atterrissage estimée = ETOW - EB/O</p>
18	<p>Les limitations structurales certifiées :</p> <p>ZFW = Masse maximale structurale sans carburant</p> <p>OTOW = Masse maximale structurale au décollage</p> <p>LAW = Masse maximale structurale à l'atterrissage</p>
19	<p>Les limitations opérationnelles</p>
	<p>Route ATC, résumé de la route planifiée avec les points de report et les désignations des routes.</p> <p>Cette représentation est utilisée pour intégrer la route dans le FMC dans la page FMC RTE.</p>
20	<p>Route ATC, résumé de la route planifiée avec les points de report et les désignations des routes. Cette représentation est utilisée pour intégrer la route dans le FMC dans la page FMC RTE.</p>
21	<p>A remplir par l'équipage :</p> <p>BLOCK OFF : Heure à la mise en route des moteurs</p> <p>BLOCK ON : Heure d'arrivée au parking et les moteurs coupés</p> <p>TIME : Temps de vol block = BOCK ON - BLOCK OFF</p> <p>LANDING : heure à l'atterrissage à l'aéroport de destination</p> <p>TAKE OFF : Heure de décollage</p> <p>TIME : Temps de vol (LANDING -TAKE OFF)</p> <p>FOB TO : Carburant à bord au décollage</p> <p>FOB. LAW : Carburant restant à l'atterrissage à destination</p> <p>CODE DELAI : Code de retard</p>
22	<p>WIND M007: Vent, la direction et la force en Kts ;</p> <p>MXSH 2/MAHDI: Vent de cisaillement maximal force /position géographique sur la route ;</p>
23	<p>Réservé à l'équipage pour reporter les derniers messages météo.</p>

24	Réservé à l'équipage pour reporter les changements en vol de la route déposé due au contrôle de la circulation aérienne (ATC),	
25	CODES ET ABREVIATIONS	
	DWPT	Waypoint Point de cheminement
	FREQ	Frequence navais Fréquence du moyen radio
	LAT/ LONG	Latitude/Longitude Coordonnées géographiques des points de reports
	FL	Flight level Niveau de vol
	TP	Tropopause Tropopause
	OAT	Outside Air Temperature Température extérieure
	DEV	Deviation temperature from ISA Variation de température par rapport au STD
	WIND	Wind Le vent
	S	windshear component Composante du vent de cisaillement
	MCS	Magnetic course Route magnétique
	MH	Magnetique heading Cap magnétique
	COMP	Wind component Composante du vent
	TCS	True course Route vraie
	TAS	True Air Speed Vitesse vraie
	G/S	Ground speed Vitesse sol
	ZDST	Zone distance Distance par segment de route
	DSTR	Distance remaining Distance restante avant l'arrivée à destination
	ZT	Zone time Temps de vol par segment de route
	CT	Cumulative time Temps de vol cumulé
	E.T.A	Estimated time of arrival actual Temps estimé d'arrivée
	A.T.A	Time of arrival Temps réel d'arrivée
	ZFU	Zone fuel Consommation de carburant par segment
	CFU	Cumulative fuel used Consomation de carburant cumulée
	EFR	Estimated fuel remaining Comsomation de carburant estimée
	AFR	Actual fuel remaining Comsomation de carburant réelle
	VAR	Variation magnetic Variation magnétique
	TOC	Top of climb Point de début de croisière
	TOD	Top of descent Point de fin de croisière
26	Terrains de dégagement MSA : Altitude minimal de sécurité (Minimum Safe Altitude) TTK : Route vraie (True Track) DIST : Distance en NM TIME : Temps de vol (h.mn) ETA : Heure estimée d'arrivée FUEL : Consommation de carburant	
27	Route ATC pour le dégagement	
28	Plan de vol de dégagement	
29	Détails du plan de vol ATC présenté dans le format OACI.	

ANNEXE 4

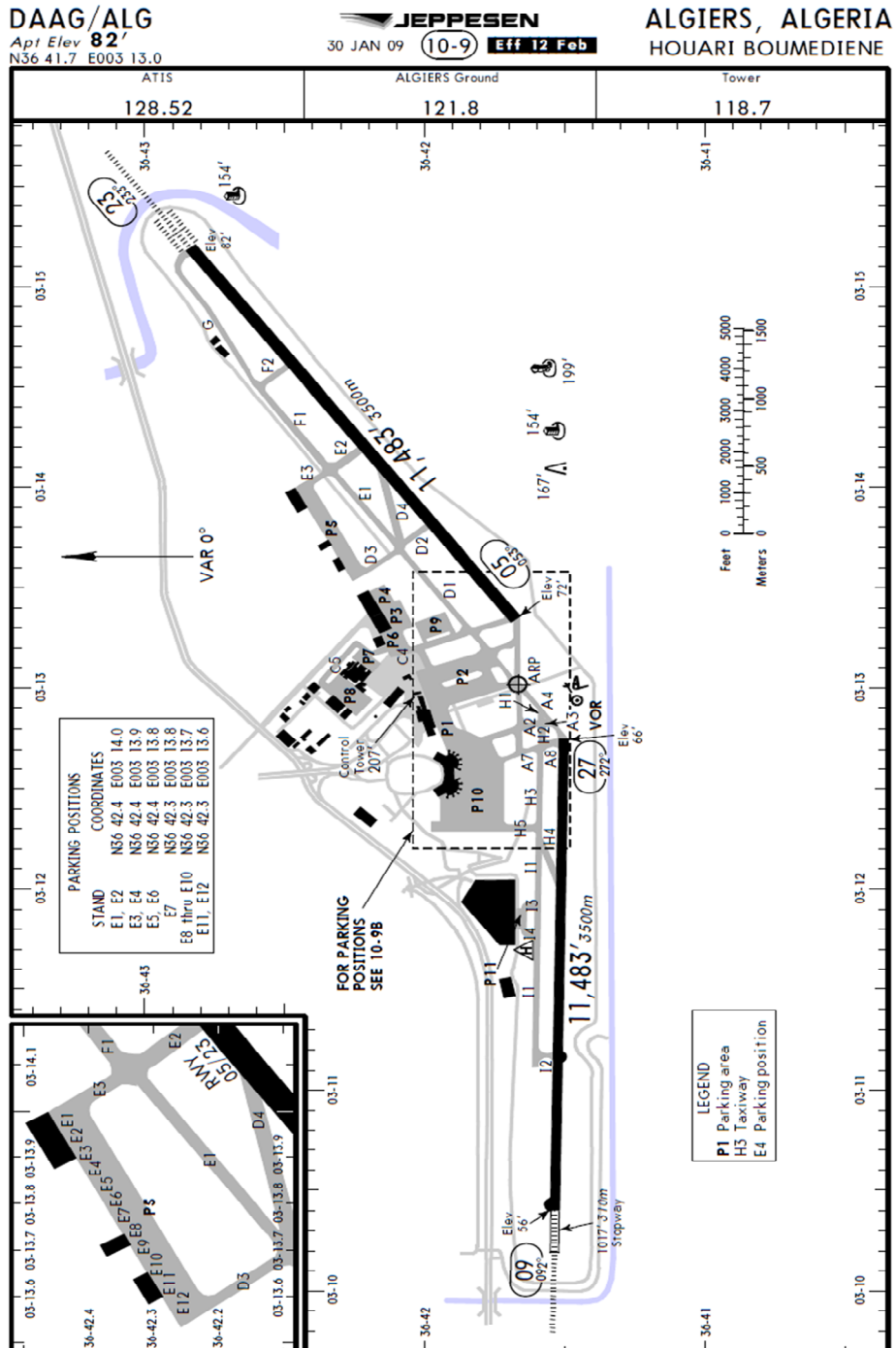


Figure. Plan de l'aéroport d'Alger –HOUARI BOUMADIENE

REFERENCES

1. Site officiel de Tassili Airlines : tassili.aero [1]
2. Manuel d'exploitation « MANEX partie A : Généralités/Fondements» (Tassili Airlines) [2]
REV 24/04/2012
3. Doc « Boeing Commercial Airplanes » septembre 2013 [3]
4. Flight Crew Operation Manuel FCOM « REV 26/09/2013 », Airplane Flight Manuel AFM « REV 04/03/2013 » du B737-800 [4]
5. Doc 4444 « Gestion du trafic aérien » Edition 4 2001 [5]
6. Doc 8168 « Procédures pour les services de navigation aérienne » Vol I Edition 5 2006 [6]
7. Mémoire de fin d'études « Elaboration d'une procédure d'approche RNAV de précision basée sur le VOR/DME pour l'aérodrome de Tamanrasset » 2009 [7]
8. Direction de la sécurité de l'Aviation civile (France) « Guide technique 02 mise en œuvre des nouveaux minima Edition 01 [8]
9. Continuous descent approach « a guide to implementing continuous descent » 2011 [9]
10. Circulaire d'informations aéronautique « AIC France » 31/08/2012 [10]
11. Doc 9931 « continuous descent CDO manuel » Edition I 2010 [11]
12. AIP Algérie 2010 [12]
13. Federal aviation administration « advisory circular » subject: Noise Levels for U.S. Certificated and Foreign Aircraft 25/05/2012 [13]