

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLAB -Blida 1-

Institut d'Aéronautique et des Etudes Spatiales

Département : Navigation Aérienne

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Opérations aériennes

Thème :

ETUDE DES PROCEDURES DE DEPART ET D'ARRIVEE DU B737-800W DU RESEAU DE TASSILI AIRLINES AVEC L'APPLICATION BCOP

Réalisé par :

Mr. IKHLEF Mahdi

Mlle. MEZERKET Sadia

Proposé et suivi par :

Mr. DRIUCHE Mouloud

Promotion 2020

Remerciements

A notre promoteur, Mr Driouche Mouloud ;

Nous vous remercions de nous avoir aidés à bien mener ce projet et de nous avoir transmis votre savoir et votre expérience.

Puissiez-vous trouver l'expression de notre sincère gratitude et de notre plus grand respect.

Que ce mémoire soit à la hauteur de vos attentes espérées.

A Mme Messaoudi Zahira, chef du département information de la compagnie Tassili Airlines ;

A Mr Chadi Chouaib, commandant de bord sur 737-800 chez Tassili Airlines ;

Nous vous remercions pour votre gentillesse et votre contribution.

Aux membres du jury ;

Nous vous remercions vivement de l'honneur que vous nous faites en acceptant de participer au jury de ce mémoire.

A l'ensemble des enseignants de l'institut d'aéronautique et des études spatiales de Blida ;

Merci pour tout le savoir que vous nous avez transmis tout le long de notre cursus universitaire.

Enfin merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce modeste travail.

Dédicaces

On ne saisit pas souvent la chance qu'on a d'avoir une famille et des amis autour de nous, donc je profite de cette occasion pour leur exprimer toute ma gratitude et mon amour en dédiant cet humble travail :

A mes parents Karim et Amel qui se sont toujours sacrifiés afin de m'offrir la meilleure éducation et qui ont veillé à ce que je ne manque de rien au cours de ma vie en générale et de mon parcours universitaire en particulier.

A Mon frère : Akram

A Ma chère grand-mère, mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines qui ont constamment été à mes côtés lorsque j'étais séparé de mes parents.

A Zitouni Abd-El-Wahab qui fut comme un père pour moi au cours de ces 5 dernières années.

A mes amis : Housseem, Amir, Moussa, Lyes Senoune, Zoubeyr, Fares, Mouloud, Lyes Bachtoubji, Youcef, Mohamed Hichem, Manel.

Et évidemment à ma binôme et amie : Mezerket Sadia

Mahdi

Dédicaces

A mes chers parents,

Pour tous leurs sacrifices, leurs prières et leur soutien durant toutes ces années d'études, leur amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, J'espère vous apporter beaucoup de fierté en retour.

A ma chère petite sœur,

Avec tout l'amour que je porte pour toi, merci d'être là, je te souhaite beaucoup de réussite.

A mes meilleures amies,

En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liés, merci d'avoir rempli ces années d'études de souvenirs inoubliables et d'être là dans les bons et les mauvais moments.

A tous mes camardes, particulièrement mon binôme Mahdi que je remercie profondément pour tout ce qu'il a fait.

A toute ma grande famille,

Qui m'a toujours apporté soutien ;

Mes grands-parents, mes oncles et mes tantes du côté maternel et paternel.

Mes nombreux cousins et cousines, pour leurs précieux encouragements, et pour tous les moments qu'on a partagés ensemble.

Je ne peux m'empêcher d'avoir une pensée pleine de tendresse et d'affection pour mes chers grands-parents décédés, qu'Allah le tout puissant, puisse les avoir en sa sainte miséricorde.

Sadia

Résumé

Le domaine de l'aéronautique évolue d'une façon considérable durant ces dernières années, imposant ainsi l'adoption de nouvelles méthodes et de nouveaux logiciels.

Le constructeur Boeing a développé le BCOP (Boeing Climb Out Program) dans le but de faciliter le travail des ingénieurs, il permet également de s'assurer de la conformité des performances de ses avions avec les restrictions opérationnelles imposées par JEPPESEN.

Ce projet a été basé sur l'étude des trajectoires de départ et d'arrivée de l'appareil B737-800W avec l'utilisation du BCOP pour le réseau de la compagnie algérienne Tassili Airlines.

Abstract

The world of aeronautics is in considerable development, in fact, new methods has been adopted.

The aircraft manufacturer Boeing has developed the BCOP (Boeing Climb Out Program) in order to facilitate the work of engineers, it also makes it possible to ensure the compliance of the performance of its aircraft with the operational restrictions imposed by JEPPESEN.

This project was based on the study of the departure and arrival paths of the B737-800W aircraft with the use of the BCOP for the Algerian company Tassili Airlines.

ملخص

لقد شهد ميدان الملاحة الجوية تغييرات كبيرة في السنوات الأخيرة، مما اضطر إلى اعتماد أساليب وبرامج حاسوبية جديدة.

وقد قامت شركة بوينغ بتطوير برنامج (BCOP (Boeing Climb Out Program) لتسهيل عمل المهندسين، كما أنه يتيح ضمان امتثال أداء طائراتها للقيود التشغيلية التي تفرضها شركة Jeppesen.

استند هذا المشروع إلى دراسة مسارات مغادرة الطائرة B737-800W والوصول إليها باستخدام شرطة BCOP في شبكة الخطوط الجوية الجزائرية تاسيلي.

Introduction	1
Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil - Tassili Airlines -	
I. 1. Description générale	2
I. 2. Flotte de la compagnie	3
I. 3. Réseau de la compagnie	4
I. 3. 1. Réseau national	4
I. 3. 2. Réseau international	4
I. 4. Structure de l'organisation	5
Chapitre II : Présentation du constructeur Boeing et de l'appareil B737-800W	
II. 1. La société Boeing	7
II. 2. Le B 737	8
II. 2. 1. Les versions du B737	8
II. 3. Présentation du B737-800 Winglets	9
Chapitre III : Performances opérationnelles exigées	
III. 1. Décollage	11
III. 1. 1. Trajectoire de décollage	11
III. 2. Les procédures de départ	12
III. 2. 1. Procédures de départ aux instruments	13
III. 3. Les procédures d'arrivées	15
III. 3. 1. Types de procédure d'arrivée	15
III. 4. L'approche	16
III. 4 .1. Types de procédures d'approche	16
III. 4. 2. Segments d'une procédure d'approche	17

III. 4. 3.	Les considérations de trajectoire horizontale en approche	18
III. 4. 4.	La marge de franchissement d'obstacles en approche (MFO).....	19
III. 5.	Atterrissage	21

Chapitre IV : Présentation de l'application Boeing climbout program (BCOP)

IV. 1.	Composition du BCOP	22
IV. 2.	Structure du BCOP	22
IV. 3.	Ses fonctionnalités	23
IV. 3. 1.	Analyse des opérations en zones terminales	23
IV. 3. 2.	Analyse de la trajectoire de vol, profil vertical et horizontal	23
IV. 3. 3.	Analyse des performances	23
IV. 3. 4.	Calcul du bruit	23
IV. 4.	Fonctionnement du BCOP	23
IV. 4. 1.	Calcul du profil de base de vol	25
IV. 4. 2.	Calcul du gradient/taux de montée	39
IV. 4. 3.	Etude de nuisance sonore	42

Chapitre V : Etude opérationnelle

V. 1.	Aéroports choisis	45
V. 2.	Exemples de calculs	46
V. 2. 1.	DAOO, SID Rwy 25L	46
V. 2. 2.	DAAG, SPECIAL ENGINE OUT PROCEDURE Rwy 09	51
V. 2. 3.	LFST, INITIAL APPROACH Rwy 05	55
V. 2. 4.	LFPO, SID DORDI Rwy 06	60
V. 2. 5.	EHAM, SID GOLVO 3V Rwy 36 L	66

Conclusion générale	71
----------------------------------	-----------

Liste des figures	72
Liste des tableaux	76
Annexe A : Liste des abréviations	77
Annexe B : Définitions	79
Annexe C : Documents de travail	80
Annexe D : Divers	85
Bibliographie	86

Avec l'augmentation significative et continue du nombre d'avions évoluant dans les airs, le domaine de l'aéronautique devient ; aujourd'hui, de plus en plus exigeant sur le plan réglementaire vis-à-vis des différents acteurs du secteur aérien, notamment les constructeurs aéronautiques d'avions de ligne, qui est un marché hautement concurrentiel principalement entre les deux grandes sociétés Boeing et Airbus.

La sécurité et la rentabilité des appareils sont les deux facteurs à prendre en considération afin d'assurer le développement du transport aérien.

A cette fin, les constructeurs aéronautiques développent différents logiciels visant à optimiser les performances des aéronefs, tel le BCOP, qui fera l'objet de notre étude. Ce dernier permet de s'assurer du respect des différentes limitations opérationnelles et sonores, auxquelles sont soumises les trajectoires de départ et d'arrivée.

Par conséquent, les compagnies aériennes se trouvent dans l'obligation d'adopter ces logiciels afin de répondre aux besoins économiques et réglementaires, ce qui est le cas de Tassili Airlines.

L'objectif de notre projet est d'analyser les trajectoires de départ et d'arrivée du Boeing 737-800 du réseau de la compagnie Tassili Airlines en utilisant l'application BCOP.

Notre travail sera structuré en cinq chapitres :

- Nous présenterons en premier lieu, l'organisme d'accueil de la compagnie.
- Nous présenterons ensuite dans le second chapitre, la société Boeing ainsi que l'appareil B737-800.
- Dans le troisième chapitre, nous aborderons les performances opérationnelles exigées.
- Ensuite nous entamerons dans le quatrième chapitre, l'application BCOP ainsi que ses différentes fonctionnalités.
- En dernier lieu, le cinquième chapitre comportera une étude opérationnelle.

CHAPITRE I

Présentation de l'organisme d'accueil
- *Tassili Airlines* -

1. Description générale :

Tassili Airlines est une compagnie aérienne algérienne succursale de la société pétrolière Sonatrach. Créée le 04 Mars 1998 , la compagnie a été principalement destinée à offrir ses activités au profit du secteur pétrolier en assurant des vols réguliers intérieurs et le transport des ouvriers vers le Sahara algérien.

Depuis octobre 2011, Tassili Airlines a étendu son réseau au service du grand public pour des vols charters internationaux et le transport régulier national et international.

Tassili Airlines " TAL "	
Code IATA	SF
Code OACI	DTH
Indicatif d'appel	TASSILI AIR
Basée à	Aéroport Houari Boumediene - Alger
Autres bases	Aéroport d'Hassi Messaoud - Oued Irara – Krim Belkacem
Taille de la flotte	15
Nombre de destinations	30

Tableau I. 1 : Tassili Airlines en résumé

I. 2. Flotte de la compagnie :

Tassili Airlines possède une flotte d'aéronefs de divers types lui permettant de répondre, de façon adaptée, à la demande du marché aérien en Algérie. Elle est composée de 15 aéronefs destinés au transport commercial dont la capacité va de 37 à 155 sièges.

La flotte de la compagnie est la suivante :

Type d'avion	Immatriculation	Masse de base (Kg)	Limitations structurales (Kg)
B737-800	7T-VCA	43281.6	MRW=79242 MTOW=79015 MLW=63077 MZFW=62731
	7T-VCB	43241.5	
	7T-VCC	42900.6	
	7T-VCD	43186.6	
	7T-VCE	43260.5	
	7T-VCF	43246.2	
	7T-VCT	43240.2	
DASH 8 Q400	7T-CVL	18091.46	MRW=29347 MTOW=29257 MLW=25855 MZFW=28009
	7T-CVM	18130.76	
	7T-CVN	18109.41	
	7T-CVO	18040.32	
DASH 8 Q200	7T-CVP	11119.38	MRW=16556 MTOW=16466 MLW=14515 MZFW=15649
	7T-CVQ	11072.60	
	7T-CVR	11162.91	
	7T-CVS	11087.64	

Tableau I.2 : Flotte de Tassili Airlines



Figure I. 1 : B 737-800W de Tassili Airlines immatriculé 7T-VCC

I. 3. Réseau de la compagnie :

I. 3. 1. Réseau national :

Le réseau national de Tassili Airlines est constitué des 27 villes suivantes :

- | | |
|------------------|--------------|
| ✓ Alger | ✓ Adrar |
| ✓ Annaba | ✓ Batna |
| ✓ Oran | ✓ Bechar |
| ✓ Constantine | ✓ Biskra |
| ✓ Hassi Messaoud | ✓ Djanet |
| ✓ Tlemcen | ✓ El Bayadh |
| ✓ Tamanrasset | ✓ El Oued |
| ✓ Bejaia | ✓ Hassi Rmel |
| ✓ Ghardaïa | ✓ In Amenas |
| ✓ Illizi | ✓ Laghouat |
| ✓ Sétif | ✓ Mecheria |
| ✓ Tindouf | ✓ Ouargla |
| ✓ Tiaret | ✓ Touggourt |
| ✓ In Salah | |

I. 3. 2. Réseau international :

La compagnie dessert trois lignes internationales qui sont les suivantes :

- ✓ Paris (Orly)
- ✓ Nantes
- ✓ Strasbourg

I. 4. Structure de l'organisation : [1]

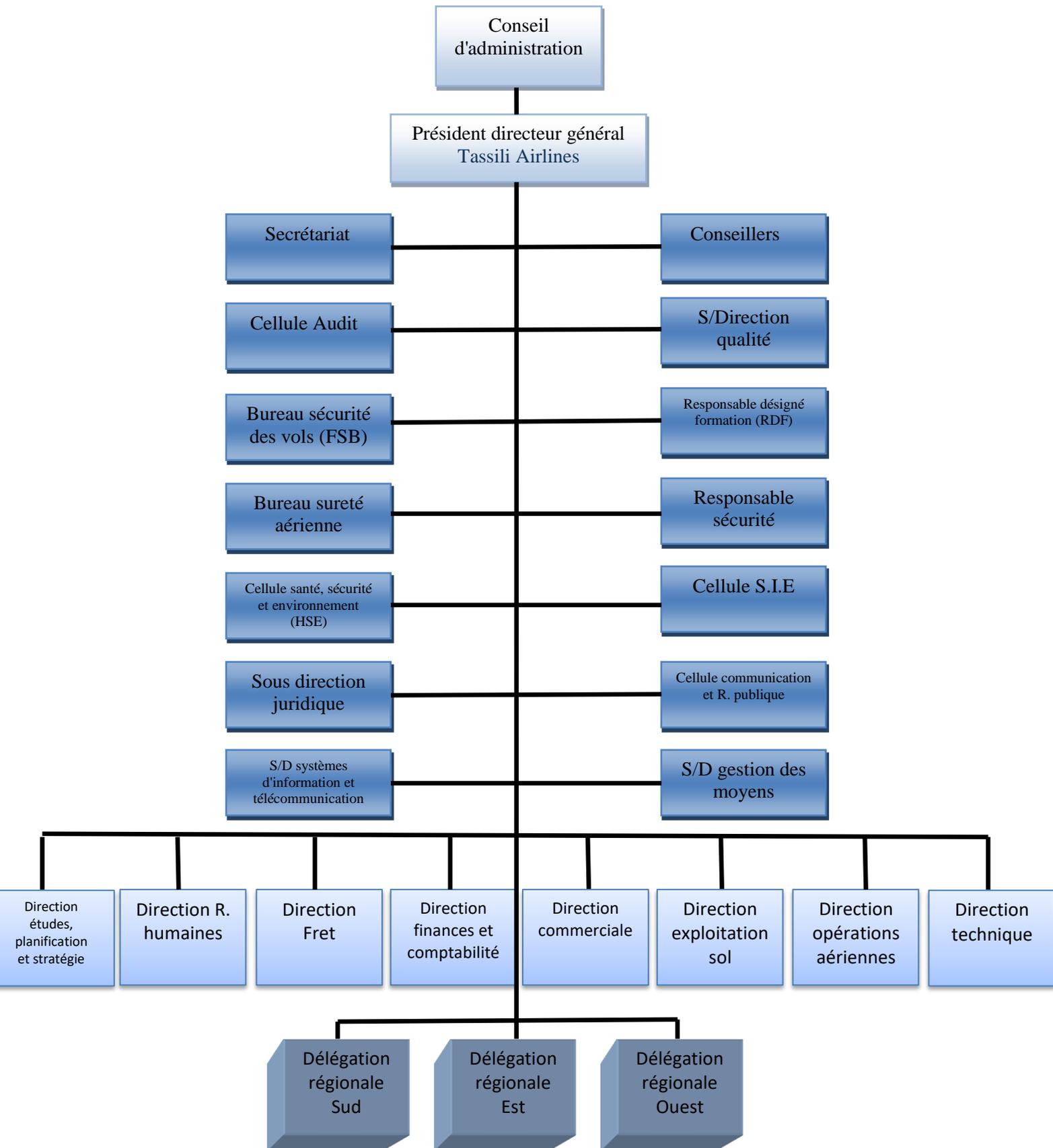


Figure I.2 : Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES

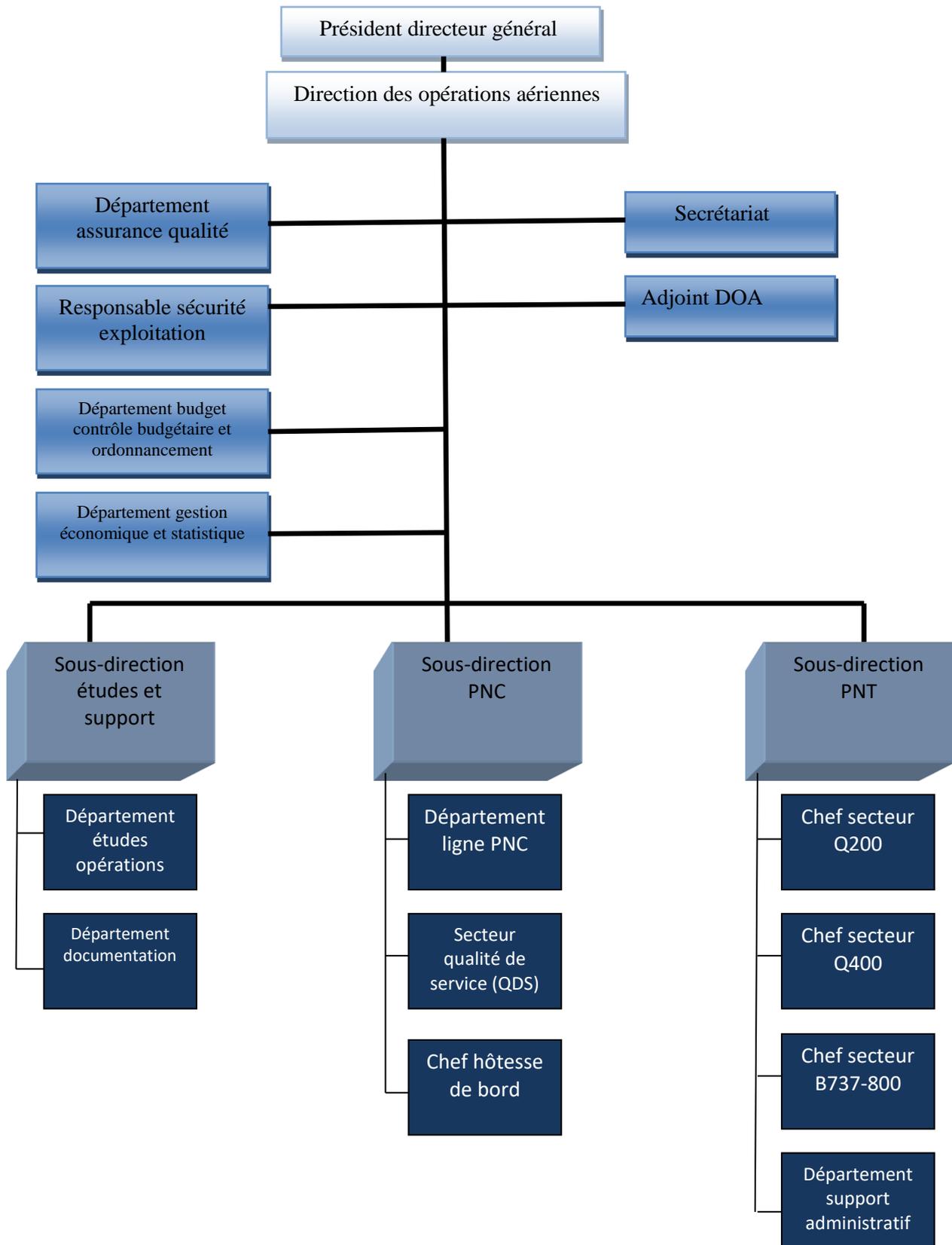


Figure I.3 : Organigramme général de la direction des opérations aériennes

CHAPITRE II

Présentation du constructeur

Boeing et de l'appareil

B737-800W

II. 1. La société Boeing :

The Boeing Company fut créée le 15 juillet 1916 par William Edward Boeing à Seattle. C'est un constructeur américain exerçant dans les domaines aéronautique et aérospatial, dont le siège principal se trouve à Chicago dans l'Illinois aux Etats-Unis, son chiffre d'affaire avoisine les 100 milliards de dollars, et compte environ 153000 employés.

Sa plus grande usine est à Everett près de Seattle, le groupe est spécialisé dans la conception des :

- ✓ Avions civils ;
- ✓ Avions militaires ;
- ✓ Hélicoptères ;
- ✓ Satellites ;
- ✓ Systèmes d'armement ;
- ✓ Systèmes de lancement ;
- ✓ Systèmes d'informations et de communications avancés.

Boeing fournit une multitude de services autres que la construction, comme le transport de courrier et desservit plusieurs lignes aériennes, mais depuis la mise en place de la loi anti-trust en 1934, ces services sont assurés par le biais de ses 3 entités :

- United Airlines, responsable du transport aérien ;
- United Aircraft, responsable de la fabrication dans l'Est du pays ; en 1975, la compagnie devient la United Technologies Corporation ; le 3 avril 2020, l'entreprise prend le nom de Raytheon Technologies ;
- Boeing Airplane Company, responsable de la fabrication dans l'Ouest du pays.

II. 2. Le B 737 :

C'est un avion de ligne court à moyen-courrier doté d'un fuselage étroit et équipé de 2 réacteurs, dont le travail de conception par Boeing a commencé le 11 mai 1964 et qui a vu le jour en octobre 1964 à la conférence de maintenance et ingénierie de l'**Air Transport Association**.

Le lancement de sa production est décidé le 1 février 1965, pour le voir effectuer premier vol le 9 avril 1967 et il a été mis en service par la Lufthansa en février 1968 (version 737-100).

Le 737 est entré en marché afin de succéder aux 707, 727, 757, DC-9 et MD-80/MD-90 et faire face à l'Airbus A320

L'assemblage de l'avion est réalisé à l'usine Boeing de Renton, dans l'État de Washington et c'est actuellement le seul avion à fuselage étroit encore en production et le plus vendu avec plus de 10000 exemplaires.

II. 2. 1. Les versions du B737 :

- **La première génération:** Modèles originaux
Construits à partir de 1965.
Equipés de réacteurs Pratt & Whitney JT8D-7.
 - B737-100.
 - B737-200.
- **La deuxième génération:** Modèles classiques
Construits à partir de 1984.
Equipés de réacteurs CFM56-3.
 - B737-300.
 - B737-400.
 - B737-500.
- **La troisième génération:** Modèles Next Generation
Construits à partir de 1996.
Equipés de réacteurs CFM56-7B.
 - B737-600.
 - B737-700.
 - B737-800.
 - B737-900.

CHAPITRE II : Présentation du constructeur Boeing et de l'appareil B737-800W

- **La quatrième génération:** Modèles Max

Construits à partir de 2014.

Equipés de réacteurs CFM International LEAP-1B.

Ils sont cloués au sol depuis mars 2019 suite à 2 accidents mortels.

- B737-max 7.
- B737-max 8.
- B737-max 9.
- B737-max 10.

II. 3. Présentation du B737-800 Winglets :

Avion de la troisième génération du 737, et concurrent direct de l'Airbus A320 le 737-800 a été conçu initialement pour être une version plus développée du 737-400. Ses travaux de construction ont commencé le 5 septembre 1996, et il effectua son premier vol le 31 juillet 1997. C'est la version la plus vendue de la série 737 avec 4989 appareils.

Dimensions	
Longueur	39,47 m
Envergure	35,79 m
Hauteur	12,55 m
Masses opérationnelles	
Masse maxi de roulage	79242 kg
Masse maxi de décollage	79015 kg
Masse maxi d'atterrissage	66360 kg
Masse maxi sans carburant	62731 kg
Masse de base	41413 kg
Performances	
Rayon d'action	5436 km
Vitesse de croisière	842 km/h
plafond	41000 ft
Moteurs	2 turboréacteurs CFM56-7B (24/26/27)

Tableau II. 1 : Performances du B 737-800 W [2]

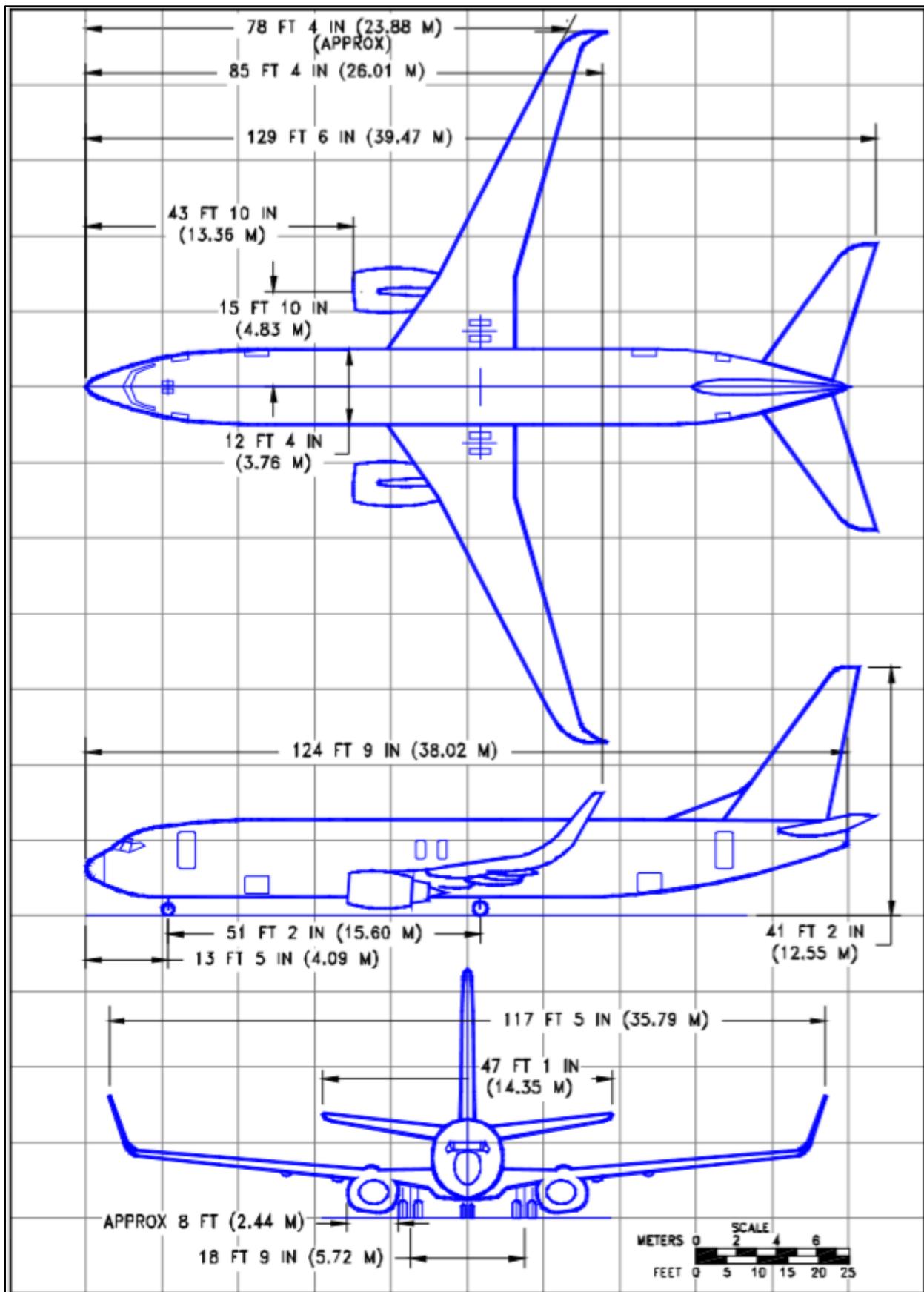


Figure II. 1 : Dimensions du B737-800 Winglets [2]

CHAPITRE III

Performances opérationnelles exigées

III. 1. Décollage : [3]

La phase de décollage est comprise entre le roulage au sol et la montée à l'altitude opérationnelle.

Elle est considérée comme l'une des phases critiques du vol, en raison de la manœuvrabilité de l'appareil limitée par la faible vitesse, de la présence d'obstacles à basse altitude des phénomènes météorologiques; principalement les cisaillements du vent, ainsi que les incidents techniques pouvant survenir au cours de cette phase rendant le pilotage plus compliqué.

Pour les avions de performances classe A (cas du Boeing 737-800), l'éventualité de la panne moteur est systématiquement envisagée lors de la manœuvre de décollage. Il faudra donc que le constructeur fournisse au pilote des données de performances adéquates lui permettant, en cas de panne réelle d'un moteur; d'interrompre le décollage en toute sécurité ou de poursuivre le vol tout en effaçant les obstacles présents dans la trouée d'envol avec des marges réglementaires. Pour ce faire, la réglementation impose que les performances de décollage soient déterminées avec la panne du moteur qui a les conséquences les plus défavorables sur la conduite de la machine (fort moment de lacet en cas de panne soudaine). Ce moteur est appelé "moteur critique".

III. 1. 1. Trajectoire de décollage :

La trajectoire de décollage s'étend depuis le point du lâcher des freins jusqu'à la plus grande des deux hauteurs suivantes :

- 1 500 ft au-dessus de la surface de décollage ; ou
- au point où le passage de la configuration de décollage à la configuration en route est terminé et la vitesse optimale de montée est atteinte.

Trajectoire de décollage = phase décollage + trajectoire d'envol
--

- La phase de décollage débute depuis le point du lâcher des freins jusqu'au passage de la hauteur des 35ft.
- La trajectoire d'envol débute depuis le point de passage des 35ft (point de référence zéro) jusqu'à la plus grande des hauteurs définies pour la trajectoire de décollage.

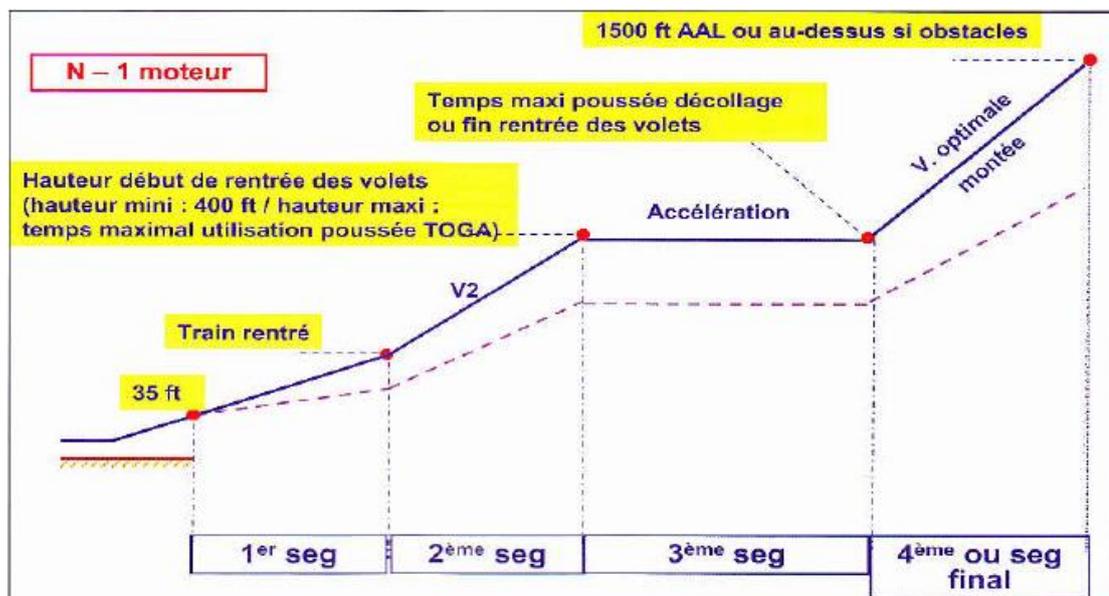


Figure III. 1: Segments de la trajectoire d'envol

III. 2. Les procédures de départ : [4]

Une procédure de départ permet de guider l'avion depuis la zone terminale jusqu'à la route appropriée.

L'établissement de ces procédures est de la responsabilité des exploitants d'aéronefs (en conformité avec l'annexe 6 de la Convention de Chicago "Exploitation technique des aéronefs ") et doivent garantir la protection des aéronefs vis-à-vis des obstacles significatifs de cette phase en définissant des pentes de montée minimales (PDG : Procedure Design Gradient, pente théorique de montée).

La PDG est basée sur une surface d'évaluation d'obstacles (OIS : Obstacle Identification Surface) dont la pente est de 2,5%, plus une pente supplémentaire de 0,8 % constituant la marge de franchissement au-dessus des obstacles la PDG minimale est donc de 3,3 %.

III. 2. 1. Procédures de départ aux instruments : [4]

Une procédure de départ IFR débute à la DER (Departure End of the Runway" extrémité départ de la piste"). La DER est soit l'extrémité de la piste, soit l'extrémité du prolongement d'arrêt s'il existe (SWY). Elle se termine au point où la pente associée à la trajectoire nominale atteint l'altitude/hauteur minimale spécifiée pour la phase suivante du vol (phase en route).

- Les procédures de départ IFR doivent tenir compte :
 - ✓ du relief entourant l'aérodrome ;
 - ✓ des besoins des organismes de contrôle ;
 - ✓ des aides et des systèmes de navigation disponibles, radionavigation ou navigation de surface (RNAV) ;
 - ✓ des restrictions de l'espace aérien ;
 - ✓ des nuisances sonores ;
 - ✓ de l'éventuelle utilisation de systèmes automatiques de poussée au décollage (ATTCS : Automatic Take off Thrust Control Systems).

- Elles doivent être publiées sous forme de :

1) Trajectoires spécifiées: Itinéraires normalisés de départ IFR **SID** (Standard Instruments Departure): procédure de départ aux instruments sur trajectoire que doit suivre l'aéronef depuis son décollage jusqu'à la phase en route du vol.

- Il existe deux types de SID :

a. Procédure de départ en ligne droite :

Une procédure de départ est dite en ligne droite lorsque la trajectoire initiale de départ fait un angle maximal de 15° avec l'axe de piste; la correction de la trajectoire doit être faite à une distance maximale de 1.9 NM de la DER.

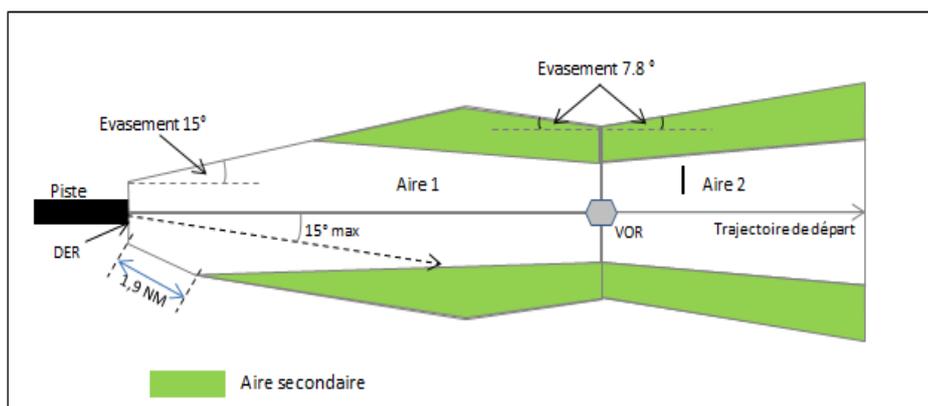


Figure III. 2 : Aire de protection pour un départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire

b. Procédure de départ avec virage

Une procédure de départ est dite avec virage lorsque la trajectoire de départ est effectuée avec un virage de plus de 15° .

Les virages peuvent être spécifiés :

- ✓ A une altitude, ou bien une hauteur ;
- ✓ A la verticale d'un repère spécifié (Point tournant, ex: moyen de radionavigation).

2) de départs omnidirectionnels :

Sur certains aérodromes, le service de contrôle ne nécessite pas de routes spécifiées de départ aux instruments mais il peut y avoir au voisinage de l'aérodrome des obstacles ayant une incidence sur les trajectoires de départ ; dans ce cas une procédure de départ omnidirectionnel permet d'assurer le franchissement d'obstacles.

III. 3. Les procédures d'arrivée :

La procédure d'arrivée est la phase transitoire entre la croisière et l'approche. Elle permet de rejoindre l'un des IAF (Initial Approach Fix : repère d'approche initiale), point de départ de la procédure d'approche et doivent tenir compte des mêmes contraintes que lors du départ.

Les aéronefs en IFR doivent se conformer à une procédure d'arrivée aux instruments donnée dans une clairance avant le dernier point en route. Ces procédures peuvent être publiées ou non.

III. 3. 1. Types de procédures d'arrivée : [5]

Elles peuvent se présenter sous forme de :

1) Arrivées omnidirectionnelles :

Lorsqu'aucune route n'est spécifiée. Il est alors possible d'utiliser n'importe quelle route (en fonction des clairances reçues). L'altitude minimale de sécurité MSA publiée sur les procédures d'approches (Minimum Safe Altitude) doit être respectée.

✓ **Minimum sector altitude (altitude minimale de secteur):**

La MSA ou Minimum Sector Altitude assure une marge de franchissement d'obstacle de 1000ft dans un rayon de 25NM autour de l'installation de navigation sur laquelle l'altitude MSA est référencée (+ 5 NM zone tampon). Cette marge peut être augmentée à 2000ft en région montagneuse.

Elle est représentée par un cercle et les secteurs sont créés à partir d'arc et de rayons centrés sur l'installation de navigation centrale.

✦ *Note : la MSA ne garantit pas la réception des aides radio.*

2) Routes spécifiées d'arrivée (Arrivées normalisées):

Les arrivées normalisées aux instruments ou Standard Arrival (STAR) sont principalement établies en espace aérien contrôlé. Les itinéraires assortis de procédures correspondantes (moins de bruit, pente, niveau, vitesse ...) sont définis par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne et portés à la connaissance des usagers par la voie de l'information aéronautique.

Ces routes STAR sont spécifiées lorsqu'elles présentent un intérêt opérationnel, ou lorsqu'une arrivée omnidirectionnelle ne peut être définie.

L'altitude minimale publiée sur ces routes assure une marge de franchissement d'obstacles (MFO) de 1000ft (2000ft en régions montagneuses) dans un couloir de 5NM de part et d'autre de la trajectoire nominale (Sa longueur maximale est de 25 NM en espace non contrôlé). Si un arc DME est utilisé, il est à au moins 10 NM du DME.

- En l'absence de TMA (espace non-contrôlé), quand ces routes spécifiées d'arrivée sont définies, les altitudes minimales assurent une marge de 300 m (1000 ft) au-dessus des obstacles situés dans une bande de 5 NM de part et d'autre de la route qui débute. La MFO n'est garantie que sur une distance de 25NM par rapport à l'IAF.

III. 4. L'approche : [4]

C'est la trajectoire que doit suivre l'avion depuis son arrivée jusqu'au point où l'atterrissage est possible (en situation idéale).

III. 4. 1. Types de procédures d'approche :

a) Approche à vue :

Approche effectuée par un aéronef en vol IFR qui n'exécute pas ou interrompt la procédure d'approche aux instruments et effectue l'approche par repérage visuel du sol et après identification des installations, il en existe 2 types :

- 1) Manœuvre à vue imposée (MVI) : Elle doit respecter un tracé strict en trajectoire et en altitude, durant une MVI le pilote est en vue du sol à tout instant.

- 2) Manœuvre à vue libre (MVL) : Elle n'oblige pas à suivre un tracé strict. Le pilote est en vue de la piste d'atterrissage et gère sa trajectoire en fonction des connaissances de son appareil, et peut être aidé par les dispositifs lumineux PAPI ou T-VASIS.

b) Approche aux instruments :

Approche effectuée par un aéronef en vol IFR, c'est une suite de manœuvres prédéterminées en vue de l'atterrissage en respectant une marge de franchissement d'obstacles depuis l'arrivée jusqu'au point où l'atterrissage est possible, ou sinon jusqu'au point où les critères de franchissement d'obstacles en route deviennent applicables.

III. 4. 2. Segments d'une procédure d'approche :

- **L'arrivée:** Premier segment de transition entre la croisière et l'approche.
- **L'approche initiale:** Permet de perdre le maximum d'altitude, et présenter l'aéronef sur l'axe de percée à une altitude satisfaisante.
- **L'approche intermédiaire:** Permet de faire la liaison entre l'approche initiale et l'approche finale, préparer l'aéronef à l'approche finale matière de :
 - ✓ Configuration aéronef (volets : surface alaire)
 - ✓ Vitesse
 - ✓ Alignement par rapport à l'axe de piste.
- **L'approche finale:** Segment de descente en vue de l'atterrissage.
- **L'approche interrompue:** Permet de remonter en toute sécurité, pour exécuter selon le cas une nouvelle approche, une attente ou se raccorder à la phase en route. La pente de montée doit être au minimum de 2,5%.

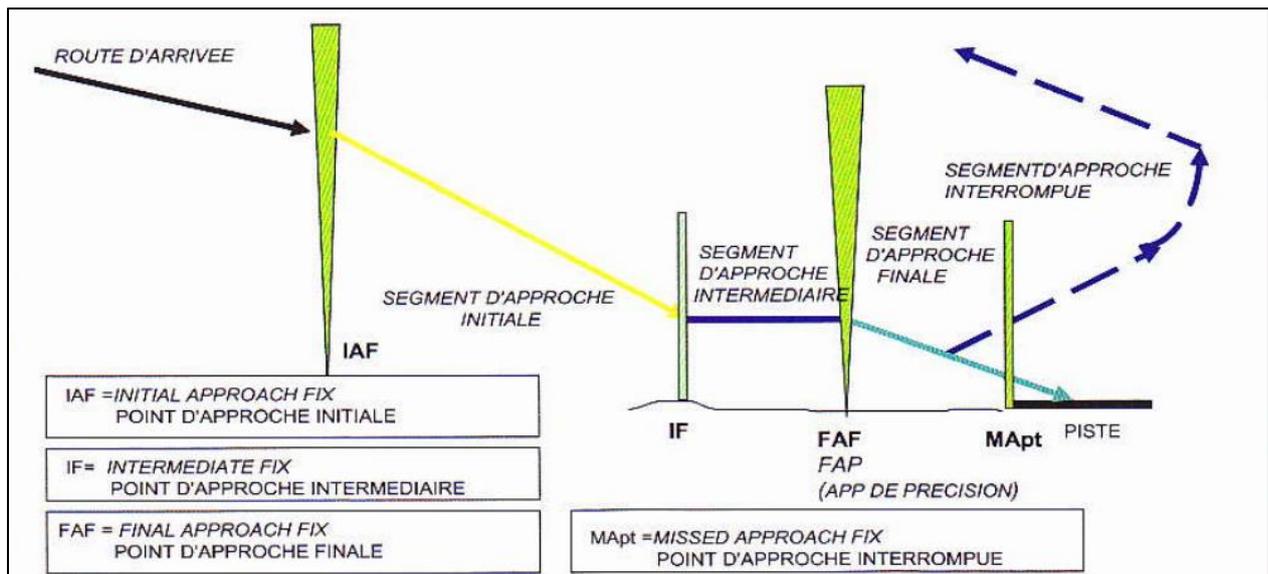


Figure III. 3 : Segments d'une procédure d'approche IFR

III. 4. 3. Les considérations de trajectoire horizontale (Aire de protection) : [4]

Chaque segment de la procédure est protégé par une aire de protection dont les dimensions sont en fonction des tolérances de navigation (radionavigation ou RNAV), et de tolérances techniques de vol (tenue de cap, perception de verticale d'un repère, mise en inclinaison latérale en cas de virage, chronométrage).

Cette aire est symétriquement répartie par rapport à la trajectoire nominale elle est composée d'une aire primaire, correspondant à la dispersion horizontale de l'aéronef dans une probabilité de 95 %, et d'aires secondaires, correspondant à la dispersion horizontale de l'aéronef dans une probabilité de 99,5 % pour les parties de trajectoires en ligne droite.

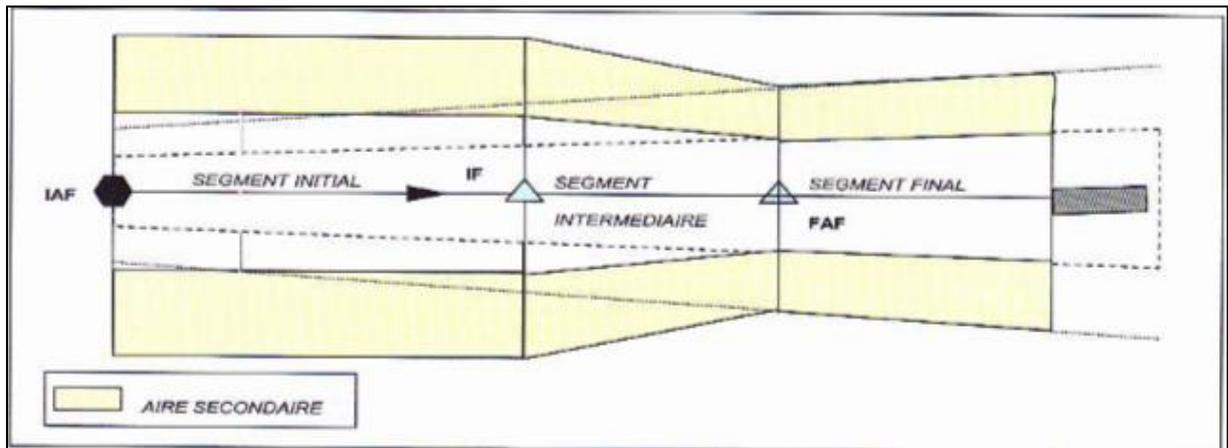


Figure III. 4 : Aire de protection d'une procédure d'approche aux instruments

III. 4. 4. La marge de franchissement d'obstacles en approche : MFO [6]

La détermination de l'altitude/hauteur protégeant les aéronefs au cours de l'exécution d'un segment de l'approche est fondée sur l'altitude/hauteur de l'obstacle le plus pénalisant augmentée de la MFO spécifiée pour ce segment :

Dans l'aire primaire :

- ✓ Approche initiale : 1000 ft.
- ✓ Approche intermédiaire : 500 ft.
- ✓ Approche finale :
 - Pour une approche de non précision :
 - ✓ 300 ft si présence d'un FAF ;
 - ✓ 250 ft si absence de FAF.
 - Pour une approche de précision :

Dépend de la vitesse d'approche, la perte d'altitude et l'altimétrie et est ajustée pour les pentes de descente raides et les aéroports de haute altitude.

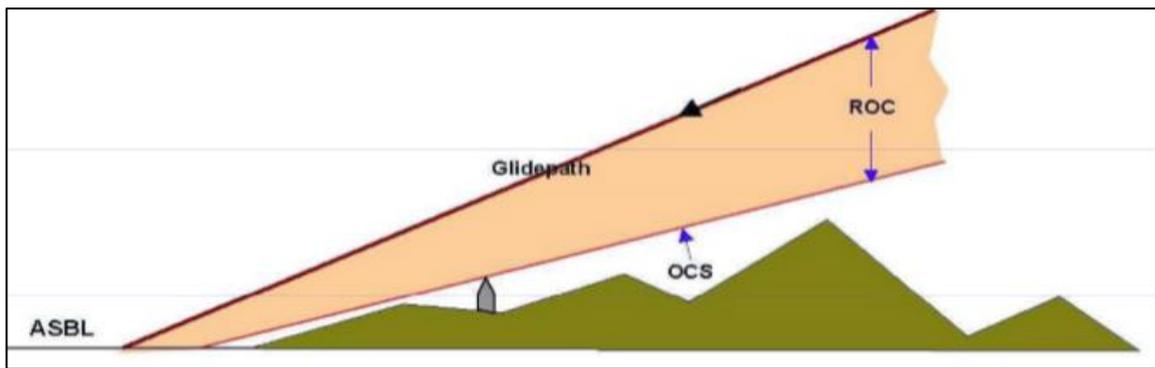


Figure III. 5 : Vue de profil de la MFO dans l'aire primaire

➤ Dans l'aire secondaire :

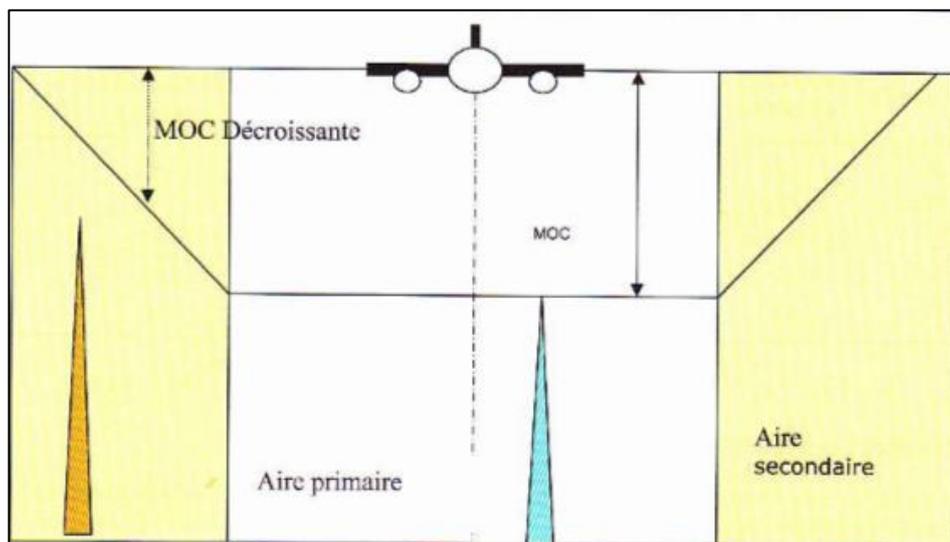
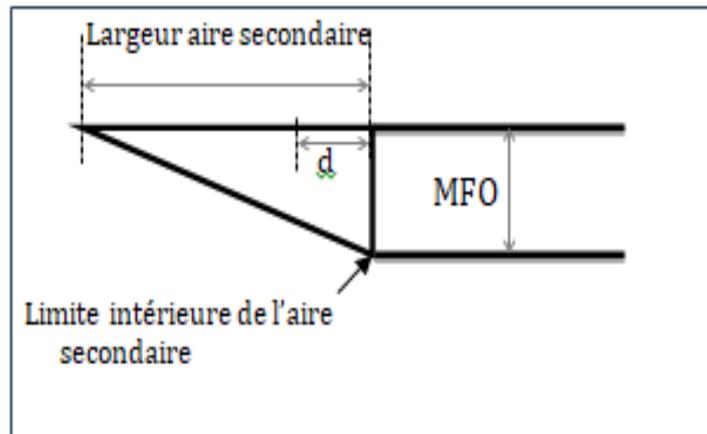


Figure III. 6 : MFO dans l'aire secondaire

Dans l'aire secondaire la valeur de marge de franchissement d'obstacles varie en fonction de la distance nominale entre l'obstacle et la limite intérieure de cette aire, et également de la largeur de cette aire secondaire. Elle est calculée par la formule suivante :

$$MFO_{SEC} = MFO \times \frac{\text{largeur aire secondaire} - d}{\text{largeur aire secondaire}}$$

Tel que :



Si l'obstacle déterminant est dans l'aire primaire, la MFO maximale est utilisée; dans l'aire secondaire, la MFO décroît linéairement du maximum à 0.

III. 5. Atterrissage : [3]

C'est la phase finale du vol à l'issue de la procédure d'approche pendant laquelle l'avion se pose sur le sol ; elle est sujette et limitée par plusieurs exigences réglementaires à l'aérodrome de destination ou de décollage.

L'exploitant doit s'assurer que la masse maximale à l'atterrissage ne dépasse pas la plus faible des trois masses suivantes :

- Masse maximale limitée piste à l'atterrissage ;
- Masse maximale limitée pente de remise des gaz ;
- Masse maximale de structure à l'atterrissage.

CHAPITRE IV

Présentation de l'application
Boeing climbout program
(BCOP)

Le BOEING CLIMBOUT PROGRAM est une application développée par Boeing utilisée dans les centres des opérations aériennes dans le but de concevoir les procédures de décollage, départ, approche et remise des gaz. Egalement, analyser les performances des aéronefs dans les zones terminales et les comparer aux exigences réglementaires afin d'attester de leur conformité ; une telle opération pouvait prendre des semaines auparavant lorsque c'était fait à la main.

VI. 1. Composition du BCOP : [7]

Le logiciel est composé principalement de trois éléments :

- Une interface graphique utilisateur sous Windows ;
- Les performances standards informatisées d'avions de l'IATA ;
- Une base de données unique de la cellule et du moteur.

IV. 2. Structure du BCOP : [7]

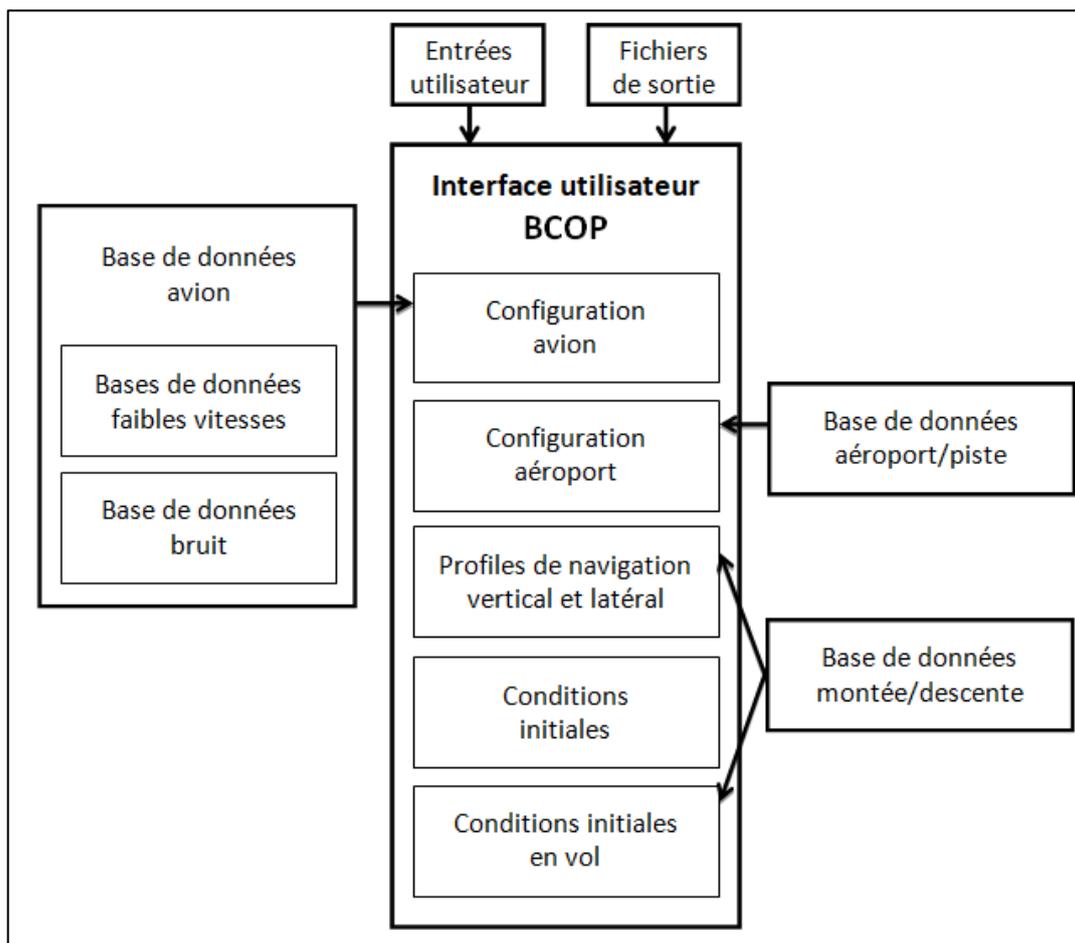


Figure IV. 1 : Structure du BCOP

IV. 3. Fonctionnalités du BCOP : [7]

IV. 3. 1. Analyse des opérations en zones terminales :

- ✓ A faibles vitesses ;
- ✓ A basses altitudes.

IV. 3. 2. Analyse de la trajectoire de vol, profil vertical et horizontal :

- ✓ SID ;
- ✓ STAR ;
- ✓ Approche, remise des gaz ;
- ✓ Décollage, départ ;
- ✓ Procédures d'évitement et de dégagement ;
- ✓ Survol des obstacles ;
- ✓ Rapport de pente, taux de montée.

IV. 3. 3. Analyse des performances :

- ✓ Tous moteurs en fonctionnement ;
- ✓ Moteur en panne ;
- ✓ Calcul du segment de décollage tous moteurs en fonctionnement (toujours).

IV. 3. 4. Calcul du bruit :

- ✓ Création de contours de niveaux sonores constants ;
- ✓ Création de niveaux sonores dans des zones spécifiques.

IV. 4. Fonctionnement du BCOP : [6]

Les données utilisées pour les différents calculs peuvent être directement introduites sur l'interface, ou bien importées dans les fichiers d'installation de l'application. Cependant ; quelques données ne peuvent qu'être importées, tel est le cas des paramètres moteurs, contraintes sonores ; qui seront sous forme de fichiers Access ou Excel.

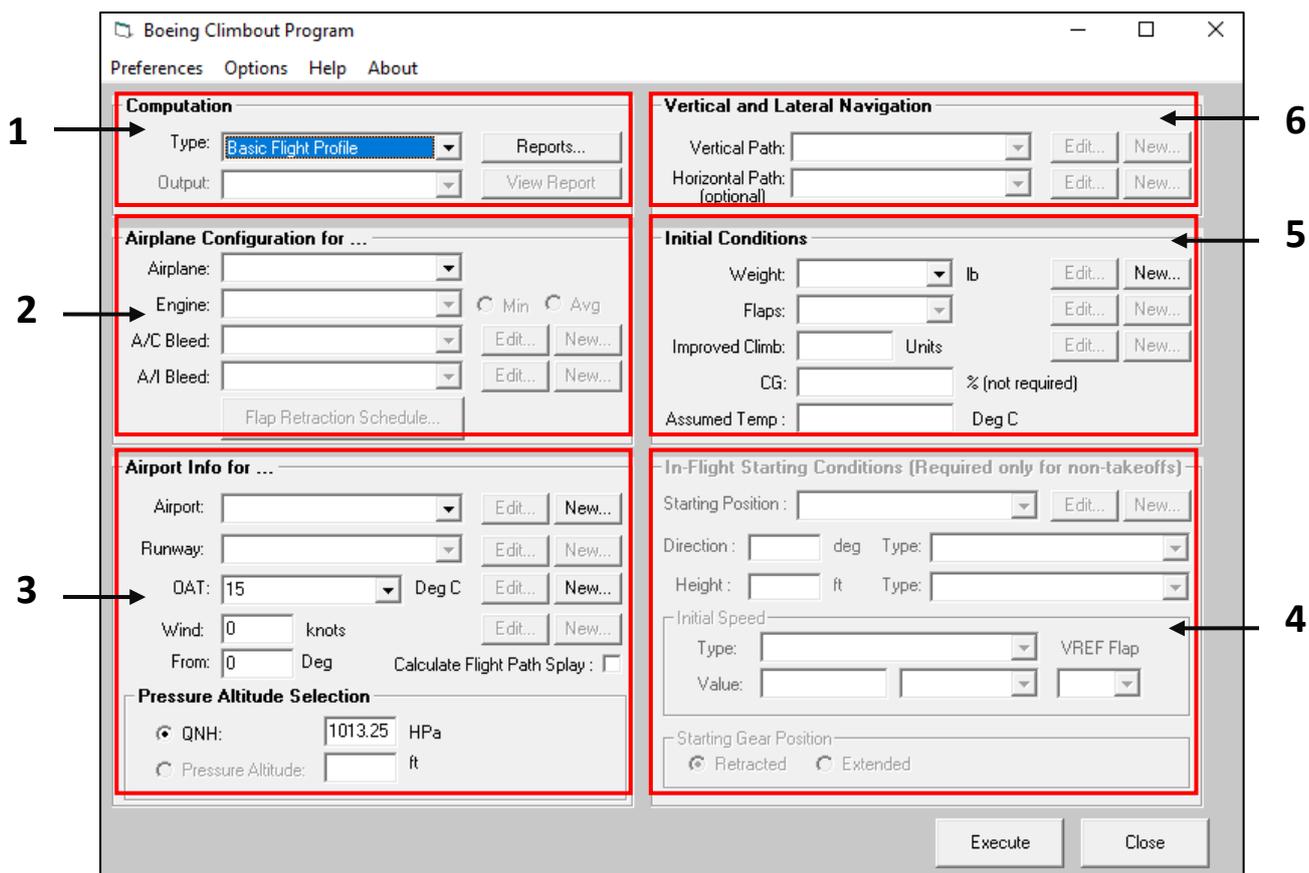


Figure IV. 2 : Page principale du BCOP

L'interface principale de l'application permet d'introduire les paramètres de base pour l'exécution et peut être divisée en six parties.

- ✓ La première partie permet de choisir le type de calcul à faire :
 - Le profil de vol de base ;
 - La pente (gradient);
 - La nuisance sonore.

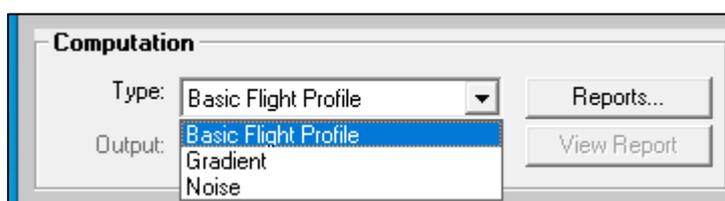
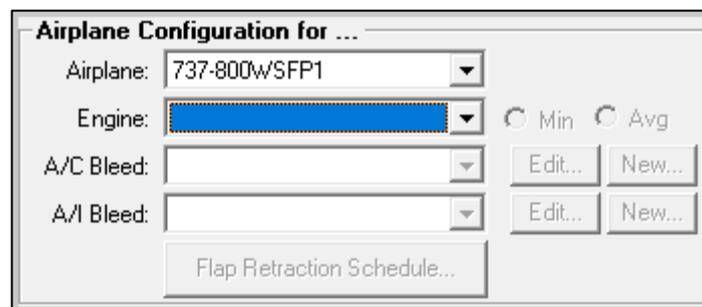


Figure IV. 3 : Choix du calcul à effectuer

IV. 4. 1. Calcul du profil de vol de base :

Pour le calcul du profil de vol de base, il faudra introduire /choisir les paramètres dans les parties ci-dessous :

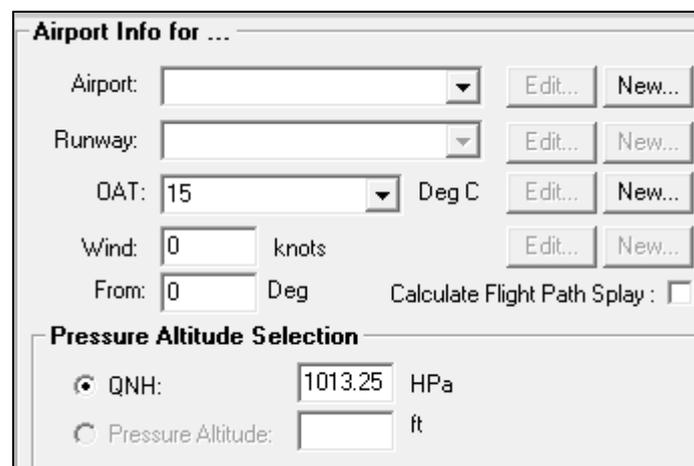
- ✓ La deuxième partie permet d'introduire la configuration de l'avion :
 - Le model d'avion ;
 - Le type de motorisation ;
 - Prélèvement conditionnement d'air (ON/OFF) ;
 - Prélèvement anti-givrage (ON/OFF) ;
 - Rétraction des volets.



The screenshot shows a dialog box titled "Airplane Configuration for ...". It has four main sections: "Airplane:" with a dropdown menu showing "737-800W/SFP1"; "Engine:" with a dropdown menu and two radio buttons labeled "Min" and "Avg"; "A/C Bleed:" with a dropdown menu and "Edit..." and "New..." buttons; and "A/I Bleed:" with a dropdown menu and "Edit..." and "New..." buttons. At the bottom, there is a button labeled "Flap Retraction Schedule...".

Figure IV. 4 : Configuration avion

- ✓ La troisième partie est dédiée à la configuration de l'aéroport :
 - Indicateur d'emplacement ;
 - Piste à utiliser ;
 - Température de l'air ;
 - Direction et vitesse du vent ;
 - Sélection de l'altitude pression ;
 - Calcul de la trouée d'envol.



The screenshot shows a dialog box titled "Airport Info for ...". It has several fields: "Airport:" with a dropdown menu and "Edit..." and "New..." buttons; "Runway:" with a dropdown menu and "Edit..." and "New..." buttons; "OAT:" with a dropdown menu showing "15" and "Deg C", and "Edit..." and "New..." buttons; "Wind:" with a text box showing "0" and "knots", and "Edit..." and "New..." buttons; "From:" with a text box showing "0" and "Deg", and "Calculate Flight Path Splay:" checkbox. Below these is a section titled "Pressure Altitude Selection" with two radio buttons: "QNH:" with a text box showing "1013.25" and "HPa", and "Pressure Altitude:" with a text box and "ft".

Figure IV.5 : Configuration aéroport

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

- ✓ La quatrième partie permet d'introduire les conditions initiales en vol :
 - Position initiale ;
 - Direction (valeur, type) ;
 - Altitude (valeur, type) ;
 - Vitesse (valeur, type) ;
 - Positions train d'atterrissage.

The screenshot shows a dialog box titled "In-Flight Starting Conditions (Required only for non-takeoffs)". It contains the following fields and controls:

- Starting Position: A dropdown menu with "Edit..." and "New..." buttons.
- Direction: A text input field followed by "deg" and a "Type:" dropdown menu.
- Height: A text input field followed by "ft" and a "Type:" dropdown menu.
- Initial Speed: A section containing a "Type:" dropdown menu, a "VREF Flap" label, and a "Value:" section with two dropdown menus.
- Starting Gear Position: A section with two radio buttons labeled "Retracted" and "Extended".

Figure IV. 6 : Conditions initiales en vol

- ✓ La cinquième partie permet d'introduire les conditions initiales au sol :
 - Masse avion ;
 - Configuration volets ;
 - Centrage (facultatif) ;
 - Température de l'air.

The screenshot shows a dialog box titled "Initial Conditions". It contains the following fields and controls:

- Weight: A text input field followed by "lb" and "Edit..." and "New..." buttons.
- Flaps: A dropdown menu with "Edit..." and "New..." buttons.
- Improved Climb: A text input field followed by "Units" and "Edit..." and "New..." buttons.
- CG: A text input field followed by "% (not required)".
- Assumed Temp: A text input field followed by "Deg C".

Figure IV. 7: Conditions initiales au sol

- ✓ La sixième partie est consacrée aux profils verticaux et horizontaux :



Figure IV. 8 : Choix du profil vertical / horizontal

a) Profil vertical :

Le profil est constitué d'une suite de 20 segments au maximum, chaque segment est caractérisé par :

- ✓ Son type ; il en existe 4 :
 - Décollage
 - Vitesse constante
 - Accélération
 - Décélération
- ✓ Sa condition de fin (spécifiée par l'utilisateur) ;
- ✓ Taux de poussée ;
- ✓ Statut opérationnel des moteurs ;
- ✓ Configuration (rétraction /extension) des volets et du train d'atterrissage.

✦ *Note : Chaque segment commence par les conditions de fin du segment qui le précède.*

Vertical Profile

Segments

Vertical Navigation Segment Details

Segment Definition

Segment Type : []

Accel/Decel Type : []

Accel/Decel Value : []

End Conditions

Criteria [] End Value [] End Flap []

Criteria [] End Value [] End Flap []

Or [] End Value [] End Flap []

Configuration Changes

Flaps [] Landing Gear []

Thrust Management

Thrust Rating on Operating Engines: [] Derate Level [] Operating Engine Status: 1 [] 2 [] 3 [] 4 []

Thrust Required Calculation

Thrust Required for Constant: [] of [] Engine Position: 1 [] 2 [] 3 [] 4 []

Segment Control (maximum of 20 segments)

[] [] 1 of 1 [] [] Add Insert Remove Active: Yes

Vertical Navigation Segment and Profile Management (Optional)

Segment Name : [] Profile Name : *Untitled []

Save Save As Delete Save Save As Delete

OK Cancel

Figure IV. 9 : Configuration profil vertical

Segment décollage :

- Début : lâcher des freins.
- Fin : condition unique (train rentré à V_2 + incrément).
- Tous les moteurs en fonctionnement obligatoire.

Segment vitesse constante :

- Début : segment précédent (vitesse, altitude ou configuration volets).
- Fin : altitude, distance, temps ou configuration volets.
- La vitesse indiquée (KIAS) est constante.
- Tous moteurs en fonctionnement ou panne moteur.

Segment accélération / décélération :

Ce segment est défini par le type d'accélération/décélération et sa valeur, que ce soit :

- Le gradient (%) ;
- Le taux de montée (ft/ min) ;
- Pourcentage de montée excessive (0-100 %) ;
- Angle de trajectoire de vol (en degrés) ;
- Tous les moteurs en fonctionnement ou moteur en panne.

○ Exemple de profil vertical :

Prenons un exemple de profil vertical au départ quelconque qu'on va appliquer à l'aéroport de HOUARI BOUMEDIENNE d'Alger (DAAG) sous les conditions initiales suivantes :

Airframe:	737-800WSFP1	Airport :	DAAG	Gross Weight :	68040 (KG)
Engine :	CFM56-7B27	Runway :	09 (91°)	Flap Position:	5
Database:	38WSFP1C27	Temperature:	15.0 (C)	Gear Position:	Extended
Version :	38WSFP1C27/2.1.1.1	Wind :	0 (KT)/0°	AC Bleed :	Auto (On)
Dated :	30-NOV-2017	Altitude :	82 (FT)	AI Bleed :	Off
CG :	FWD	Assumed T :	N/A (C)		

Figure IV. 10 : Conditions initiales exemple profil vertical

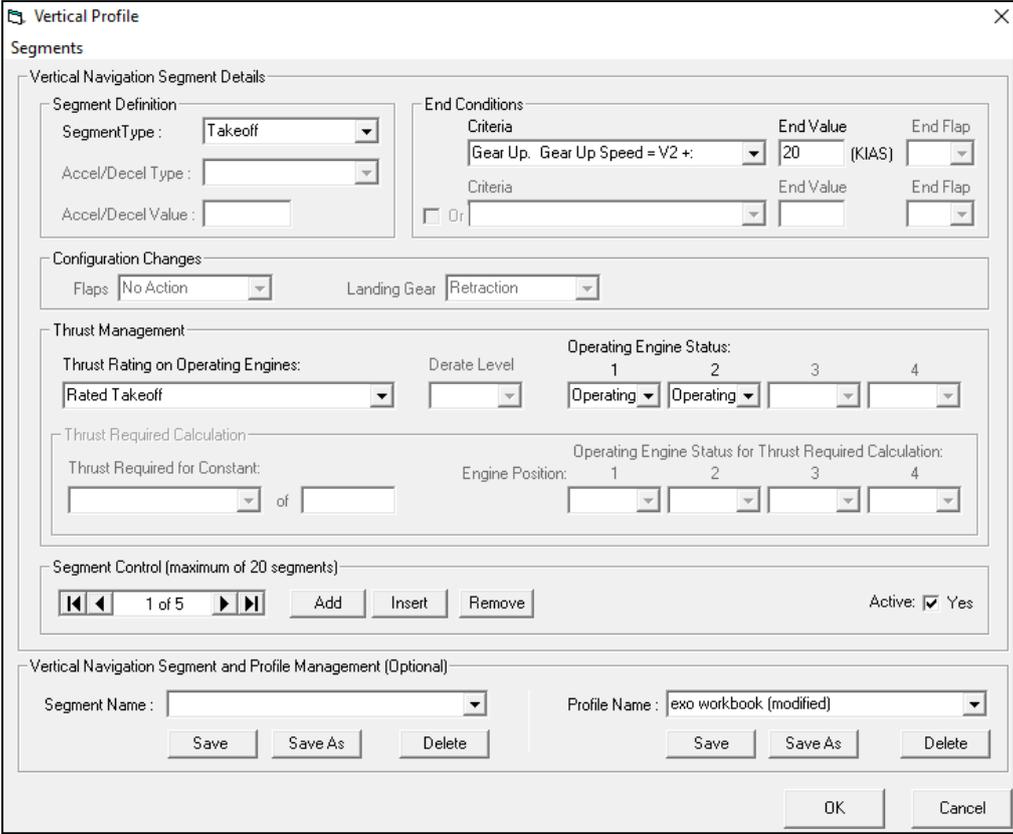
Le profil est le suivant :

1. *Takeoff to Gear Up – at V2 + 20 kt (gear up) ;*
2. *Constant speed climb to 1500 feet (takeoff flaps, gear up) ;*
3. *Constant speed climb to 3000 feet at maximum climb thrust while maintaining takeoff flap setting (takeoff flaps, gear up) ;*
4. *After passing 3000 feet, retract flaps on schedule ;*
5. *Accelerate to 250 KIAS while climbing (45 Percent Excess Climb) ;*
6. *End vertical profile at 18000 ft above sea level (MSL)*

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

On introduira chaque segment avec les contraintes qui lui correspondent :

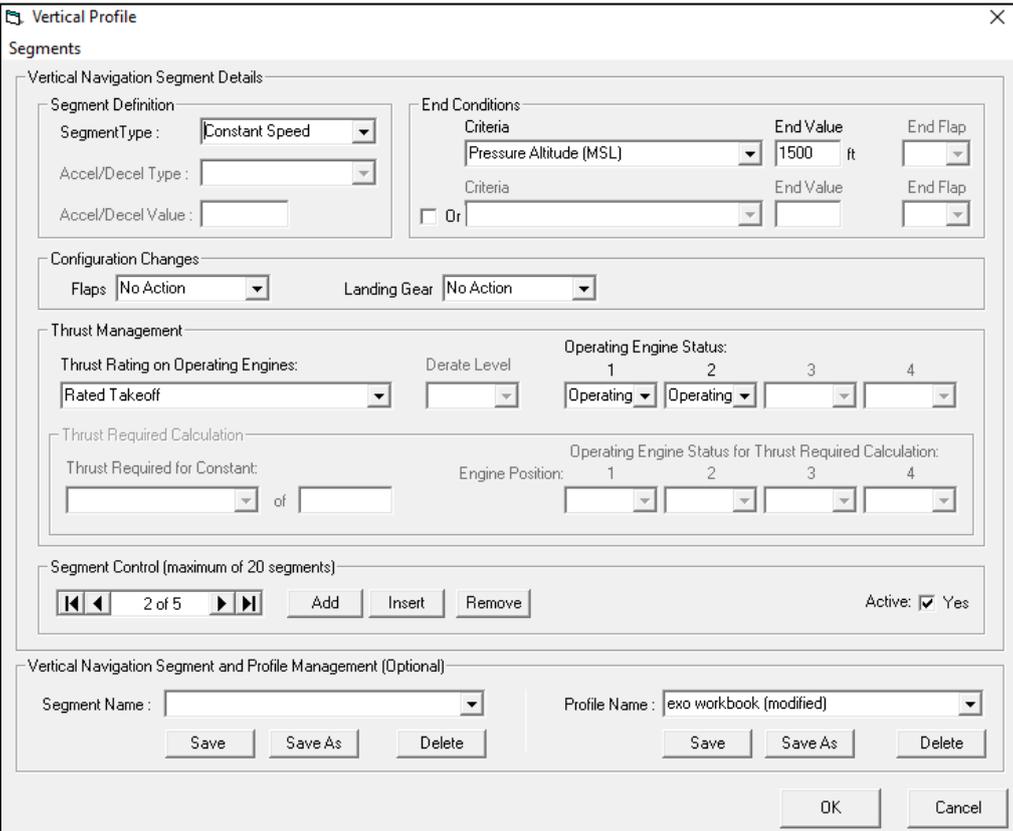
➤ Premier segment : décollage



The screenshot shows the 'Vertical Profile' dialog box with the 'Segments' section expanded. The 'Vertical Navigation Segment Details' section is active, showing 'Segment Definition' with 'Segment Type' set to 'Takeoff'. The 'End Conditions' section shows 'Criteria' set to 'Gear Up. Gear Up Speed = V2 +:' with an 'End Value' of '20 (KIAS)'. The 'Configuration Changes' section shows 'Flaps' set to 'No Action' and 'Landing Gear' set to 'Retraction'. The 'Thrust Management' section shows 'Thrust Rating on Operating Engines' set to 'Rated Takeoff' and 'Operating Engine Status' for all four engines set to 'Operating'. The 'Thrust Required Calculation' section shows 'Thrust Required for Constant' set to a blank field and 'Operating Engine Status for Thrust Required Calculation' for all four engines set to a blank field. The 'Segment Control' section shows '1 of 5' segments and 'Active: Yes'. The 'Vertical Navigation Segment and Profile Management (Optional)' section shows 'Segment Name' and 'Profile Name' (exo workbook (modified)) with 'Save', 'Save As', and 'Delete' buttons.

Figure IV. 11 : Premier segment profil vertical

➤ Deuxième segment : vitesse constante



The screenshot shows the 'Vertical Profile' dialog box with the 'Segments' section expanded. The 'Vertical Navigation Segment Details' section is active, showing 'Segment Definition' with 'Segment Type' set to 'Constant Speed'. The 'End Conditions' section shows 'Criteria' set to 'Pressure Altitude (MSL)' with an 'End Value' of '1500 ft'. The 'Configuration Changes' section shows 'Flaps' set to 'No Action' and 'Landing Gear' set to 'No Action'. The 'Thrust Management' section shows 'Thrust Rating on Operating Engines' set to 'Rated Takeoff' and 'Operating Engine Status' for all four engines set to 'Operating'. The 'Thrust Required Calculation' section shows 'Thrust Required for Constant' set to a blank field and 'Operating Engine Status for Thrust Required Calculation' for all four engines set to a blank field. The 'Segment Control' section shows '2 of 5' segments and 'Active: Yes'. The 'Vertical Navigation Segment and Profile Management (Optional)' section shows 'Segment Name' and 'Profile Name' (exo workbook (modified)) with 'Save', 'Save As', and 'Delete' buttons.

Figure IV. 12 : Deuxième segment profil vertical

➤ Troisième segment : vitesse constante

The screenshot shows the 'Vertical Profile' dialog box with the 'Segments' section expanded. The 'Vertical Navigation Segment Details' section is active, showing 'Segment Type' set to 'Constant Speed'. The 'End Conditions' section has two rows: the first row has 'Criteria' as 'Pressure Altitude (MSL)', 'End Value' as '3000 ft', and 'End Flap' as an empty dropdown; the second row has 'Criteria' as an empty dropdown, 'End Value' as an empty dropdown, and 'End Flap' as an empty dropdown. The 'Configuration Changes' section shows 'Flaps' set to 'No Action' and 'Landing Gear' set to 'No Action'. The 'Thrust Management' section shows 'Thrust Rating on Operating Engines' as 'Maximum Climb', 'Derate Level' as an empty dropdown, and 'Operating Engine Status' for engines 1, 2, 3, and 4 all set to 'Operating'. The 'Thrust Required Calculation' section shows 'Thrust Required for Constant' as an empty dropdown of an empty dropdown, and 'Operating Engine Status for Thrust Required Calculation' for engines 1, 2, 3, and 4 all set to an empty dropdown. The 'Segment Control' section shows '3 of 5' segments, with 'Add', 'Insert', and 'Remove' buttons, and 'Active' checked. The 'Vertical Navigation Segment and Profile Management (Optional)' section shows 'Segment Name' as an empty dropdown and 'Profile Name' as 'exo workbook (modified)', with 'Save', 'Save As', and 'Delete' buttons for each. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

Figure IV. 13 : Troisième segment profil vertical

➤ Quatrième segment : accélération

The screenshot shows the 'Vertical Profile' dialog box with the 'Segments' section expanded. The 'Vertical Navigation Segment Details' section is active, showing 'Segment Type' set to 'Acceleration'. The 'End Conditions' section has two rows: the first row has 'Criteria' as 'Speed (IAS)', 'End Value' as '250 Knots', and 'End Flap' as an empty dropdown; the second row has 'Criteria' as an empty dropdown, 'End Value' as an empty dropdown, and 'End Flap' as an empty dropdown. The 'Configuration Changes' section shows 'Flaps' set to 'Retraction' and 'Landing Gear' set to 'No Action'. The 'Thrust Management' section shows 'Thrust Rating on Operating Engines' as 'Maximum Climb', 'Derate Level' as an empty dropdown, and 'Operating Engine Status' for engine 1 set to 'Windmill' and engines 2, 3, and 4 set to 'Operating'. The 'Thrust Required Calculation' section shows 'Thrust Required for Constant' as an empty dropdown of an empty dropdown, and 'Operating Engine Status for Thrust Required Calculation' for engines 1, 2, 3, and 4 all set to an empty dropdown. The 'Segment Control' section shows '4 of 5' segments, with 'Add', 'Insert', and 'Remove' buttons, and 'Active' checked. The 'Vertical Navigation Segment and Profile Management (Optional)' section shows 'Segment Name' as an empty dropdown and 'Profile Name' as 'exo workbook (modified)', with 'Save', 'Save As', and 'Delete' buttons for each. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

Figure IV. 14 : Quatrième segment profil vertical

➤ Cinquième segment : vitesse constante

The screenshot shows the 'Vertical Profile' dialog box with the following settings for the fifth segment:

- Segment Definition:** Segment Type: Constant Speed; Accel/Decel Type: (empty); Accel/Decel Value: (empty).
- End Conditions:** Criteria: Pressure Altitude (MSL); End Value: 18000 ft; End Flap: (empty).
- Configuration Changes:** Flaps: No Action; Landing Gear: No Action.
- Thrust Management:** Thrust Rating on Operating Engines: Maximum Climb; Derate Level: (empty); Operating Engine Status: 1: Operating, 2: Operating, 3: (empty), 4: (empty).
- Thrust Required Calculation:** Thrust Required for Constant: (empty) of (empty); Operating Engine Status for Thrust Required Calculation: 1: (empty), 2: (empty), 3: (empty), 4: (empty).
- Segment Control:** 5 of 5 segments; Active: Yes.
- Vertical Navigation Segment and Profile Management (Optional):** Segment Name: (empty); Profile Name: exo workbook (modified).

Figure IV. 15 : Cinquième segment profil vertical

On obtient le profil vertical suivant :

Constitué de 5 segments, commençant du point de lâcher des freins et se terminant à 18000 pieds d'altitude.

Segment	Segment Type	Acc/Dec Type	End Condition	Flap	Gear	Thrust
1	Takeoff	N/A	Gear Up. V2 + 20	N/A	RET	TKO
2	Constant Speed	N/A	1500. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	TKO
3	Constant Speed	N/A	3000. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	MCLT
4	Acceleration	45% Excess Clb	250. IAS	RET	N/A	MCLT
5	Constant Speed	N/A	18000. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	MCLT

Figure IV. 16 : Exemple profil vertical

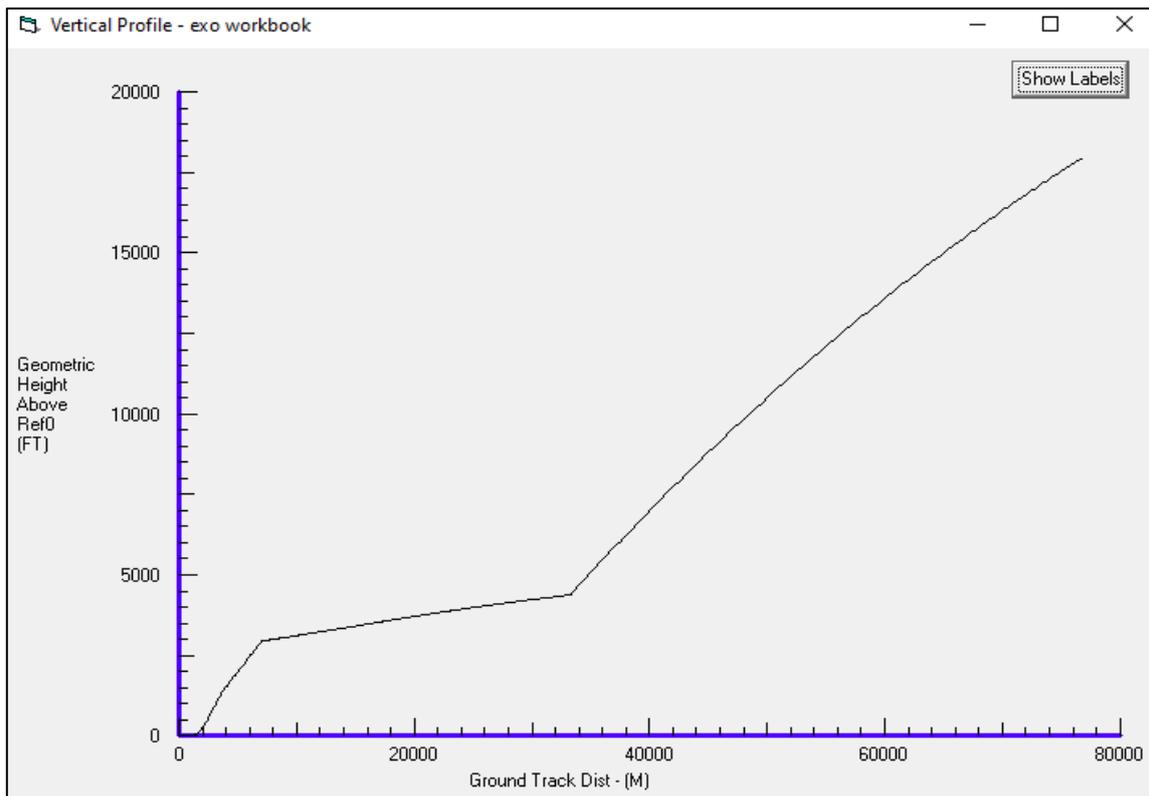


Figure IV. 17 : Output exemple profil vertical

b) Profil horizontal :

Le profil horizontal contrôle la position de l'avion, l'angle d'inclinaison la route et le cap. Il est constitué d'une succession de :

- 50 segments en utilisant les aides de navigation.

The figure is a screenshot of a software window titled "Lateral Navigation Using NAVAIDS". The window contains several sections for configuring a navigation segment. The "Segment" section includes "Lateral Navigation Segment Details" with fields for "Segment Type", "NAVAID", and "Heading" (in Nautical Miles). Below this is the "Segment End" section, which includes "End Segment With", "Heading" (in Degrees), "Segment Ends At", "Radial" (in Degrees), "Based on NAVAIID", "New NAVAIID Info" (with "New NAVAIID", "Radial" (in Degrees), "Radial Direction", and "Arc Direction"), and "Turn Info" (with "Bank Angle" (in Degrees) and "Turn Direction"). The "Segment Control" section (maximum of 50 segments) includes navigation buttons (back, forward, home, end) and "Add", "Insert", and "Remove" buttons. The "Lateral Navigation Segment and Profile Management (Optional)" section includes "Segment Name" and "Profile Name" (currently "Untitled") fields, each with "Save", "Save As...", and "Delete" buttons. "OK" and "Cancel" buttons are at the bottom right.

Figure IV. 18 : Configuration profil horizontal avec NAVAIDS

- 10 segments sans utilisation des aides de navigation.

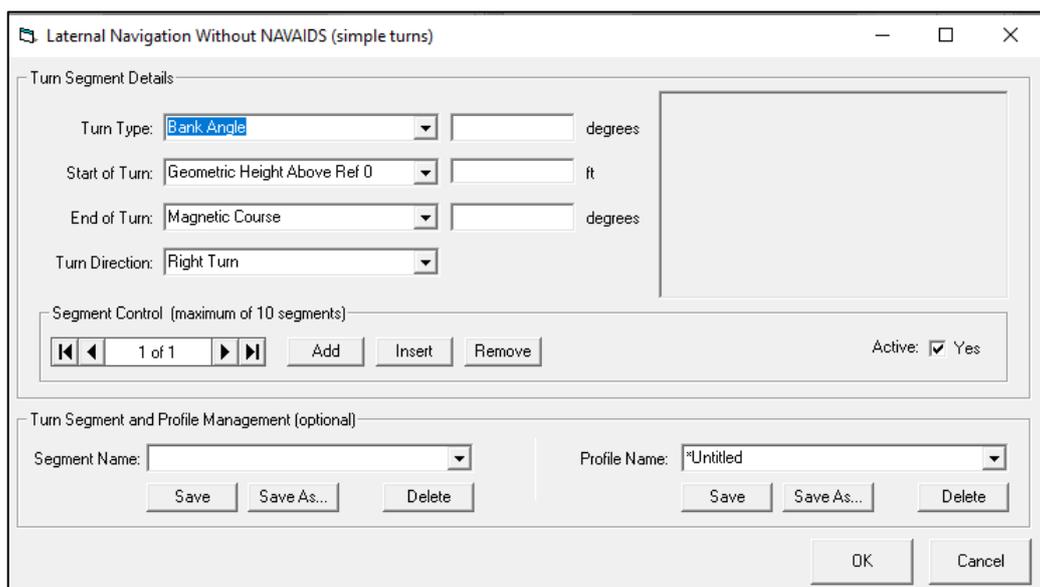


Figure IV. 19 : Configuration profil horizontal sans NAVAIDS

Chaque segment est caractérisé par :

- ✓ Son type ; il en existe 5 :
 - Suivi d'un cap ;
 - Suivi d'une route vers une aide de navigation ;
 - Suivi d'une route depuis une aide de navigation ;
 - Suivi d'un arc DME ;
 - Voler direct vers une aide.
- ✓ Le point d'amorcement du virage :
 - A la verticale d'une aide de navigation ;
 - A l'interception d'une radiale ;
 - A une distance DME ;
 - A une altitude ;
 - A un point pour intercepter une route avec un angle d'inclinaison choisi.
- ✓ Sa condition de fin définie par l'utilisateur.

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

- Exemple de profil horizontal :

Prenons le profil horizontal SID 54 piste 25 R/L de l'aéroport AHMED BENBELLA d'Oran (DAOO), en prenant comme point de sortie HAMRA ;

SID	RWY	ROUTING
SID 54	25R/L	Intercept ORA R-233 to D8.0 ORA, turn RIGHT, intercept ORA R-263 inbound to ORA, ORA R-042 to BAHRI, then to HAMRA or LABRO.

Tableau IV. 1 : Exemple cheminement profil horizontal

Sous les conditions initiales suivantes :

INITIAL CONDITION SET:		

Airframe: 737-800WSFP1	Airport : DAOO	Gross Weight : 50000 (KG)
Engine : CFM56-7B27	Runway : 25L (248°)	Flap Position: 5
Database: 38WSFP1C27	Temperature: 15.0 (C)	Gear Position: Retracted
Version : 38WSFP1C27/2.1.1	Wind : 0 (KT)/0°	AC Bleed : Auto (On)
Dated : 30-NOV-2017	Altitude : 299 (FT)	AI Bleed : Off
CG : FWD	Assumed T : N/A (C)	

Figure IV. 20 : Conditions initiales exemple profil horizontal

On introduira chaque segment avec les contraintes qui lui correspondent :

- Premier segment :

Figure IV. 21 : Premier segment profil horizontal

➤ Deuxième segment :

Lateral Navigation Using NAVAIDs

Segment

Lateral Navigation Segment Details

Segment Type

Segment Type: Fly Heading

NAVAID: []

Heading: 233 Degrees

Segment End

End Segment With: Turn to Intercept New NAVAID Track

Heading: [] Degrees

Segment End or Turn Initiation Info

Turn Starts At: DME

DME: 8 Nautical Miles

Based on NAVAID: ORA

New NAVAID Info

New NAVAID: ORA

Radial: 263 Degrees

Radial Direction: To NAVAID

Arc Direction: []

Turn Info

Maximum Bank Angle: 15 Degrees

Turn Direction: Right Turn

Segment Control (maximum of 50 segments)

2 of 5 Add Insert Remove

Lateral Navigation Segment and Profile Management (Optional)

Segment Name: []

Profile Name: SID 54 DA00 25L/R

Save Save As... Delete Save Save As... Delete

OK Cancel

Figure IV. 22 : Deuxième segment profil horizontal

➤ Troisième segment :

Lateral Navigation Using NAVAIDs

Segment

Lateral Navigation Segment Details

Segment Type

Segment Type: Fly Direct to NAVAID

NAVAID: BAHRI

Heading: [] Degrees

Segment End

End Segment With: Turn to New NAVAID

Heading: [] Degrees

Segment End or Turn Initiation Info

Turn Starts At: NAVAID

DME: [] Nautical Miles

Based on NAVAID: ORA

New NAVAID Info

New NAVAID: BAHRI

Radial: [] Degrees

Radial Direction: []

Arc Direction: []

Turn Info

Bank Angle: 15 Degrees

Turn Direction: Left Turn

Segment Control (maximum of 50 segments)

3 of 5 Add Insert Remove

Lateral Navigation Segment and Profile Management (Optional)

Segment Name: []

Profile Name: SID 54 DA00 25L/R

Save Save As... Delete Save Save As... Delete

OK Cancel

Figure IV. 23 : Troisième segment profil horizontal

➤ Quatrième segment :

The screenshot shows the 'Lateral Navigation Using NAVAIDs' dialog box, specifically the 'Segment' configuration for the 4th segment. The 'Segment Type' is set to 'Fly Direct to NAVAID' with 'NAVAID' set to 'BAHRI'. The 'End Segment With' is 'Turn to New NAVAID'. The 'Segment End or Turn Initiation Info' section shows 'Turn Starts At' as 'NAVAID' and 'Based on NAVAID' as 'BAHRI'. The 'New NAVAID Info' section shows 'New NAVAID' as 'HAMRA'. The 'Turn Info' section shows 'Bank Angle' as '15' and 'Turn Direction' as 'Left Turn'. The 'Segment Control' shows '4 of 5' segments. The 'Lateral Navigation Segment and Profile Management (Optional)' section shows 'Segment Name' and 'Profile Name' (SID 54 DA00 25L/R) with 'Save', 'Save As...', and 'Delete' buttons.

Figure IV. 24 : Quatrième segment profil horizontal

➤ Cinquième segment :

The screenshot shows the 'Lateral Navigation Using NAVAIDs' dialog box, specifically the 'Segment' configuration for the 5th segment. The 'Segment Type' is set to 'Fly Direct to NAVAID' with 'NAVAID' set to 'HAMRA'. The 'End Segment With' is 'No Turn'. The 'Segment End or Turn Initiation Info' section shows 'Segment Ends At' as 'NAVAID' and 'Based on NAVAID' as 'HAMRA'. The 'New NAVAID Info' section shows 'New NAVAID' as an empty field. The 'Turn Info' section shows 'Bank Angle' and 'Turn Direction' as empty fields. The 'Segment Control' shows '5 of 5' segments. The 'Lateral Navigation Segment and Profile Management (Optional)' section shows 'Segment Name' and 'Profile Name' (SID 54 DA00 25L/R) with 'Save', 'Save As...', and 'Delete' buttons.

Figure IV. 25 : Cinquième segment profil horizontal

Nous obtenons le profil suivant :

HORIZONTAL PROFILE - SID 54 DA00 25L/R		
Segment	Segment Type	Segment End
1	Fly Direct to ORA	Turn to Heading 233° at NAVAID ORA
2	Fly 233° Heading	Turn to intercept ORA Radial 263° at 8 DME ORA
3	Fly Direct to ORA	Turn to NAVAID BAHRI at NAVAID ORA
4	Fly Direct to BAHRI	Turn to NAVAID HAMRA at NAVAID BAHRI
5	Fly Direct to HAMRA	End at NAVAID HAMRA

Figure IV. 26 : Exemple profil horizontal

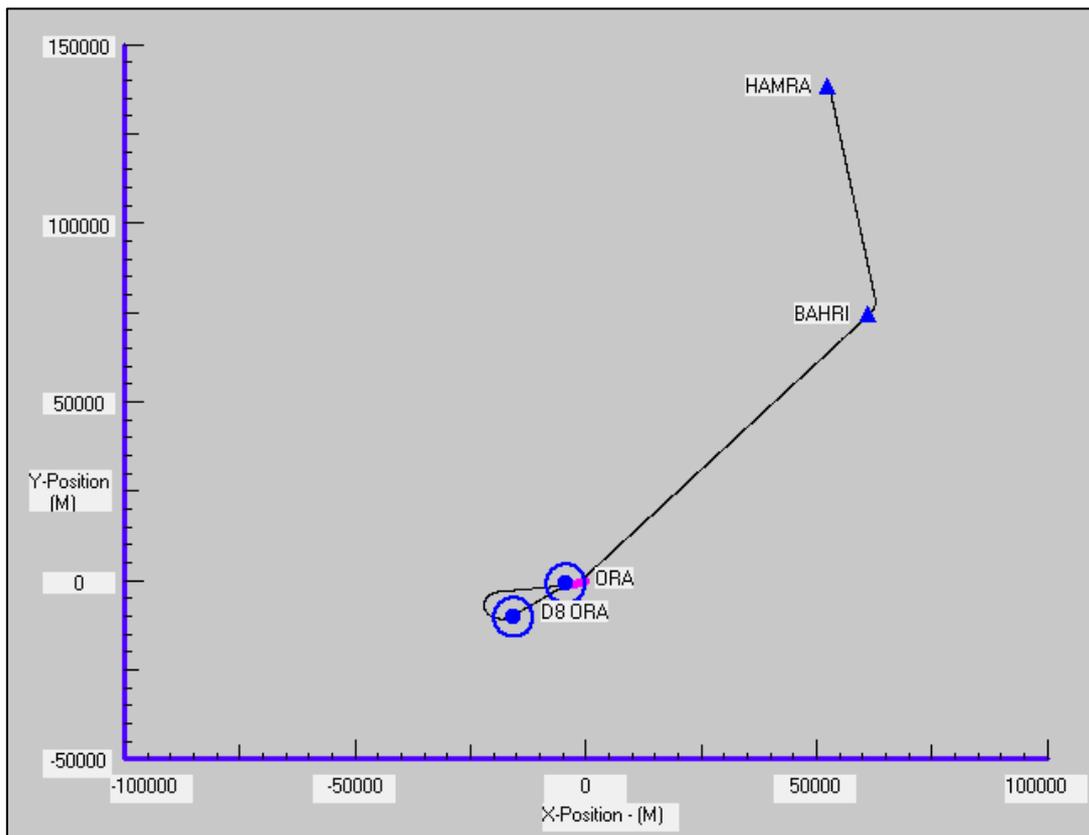


Figure IV. 27 : Output exemple profil horizontal

- ✓ Le défi principal en exécutant le BCOP est de synchroniser les 2 profils de façon à obtenir une trajectoire coordonnée en trois dimensions.

IV. 4. 2. Calcul de la pente/taux de montée :

- **Définitions :**

- ✓ L'angle de montée, exprimée en degrés ($^{\circ}$) est l'angle formé entre l'axe aérodynamique et l'axe horizontal.
- ✓ La pente, exprimée en pourcentage (%) représente le gain d'altitude (pour une montée) par unité de distance.

✦ *Note : On parlera ici de la pente air.*

Les forces agissant sur un avion en montée :

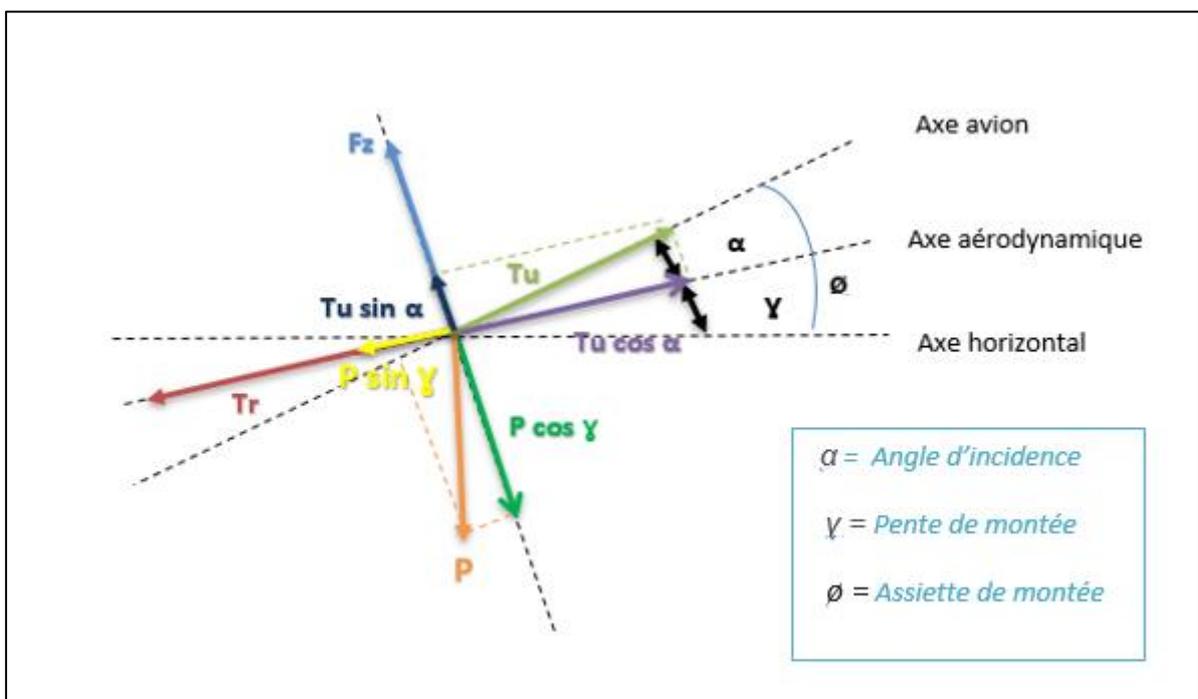


Figure IV. 28 : Les forces agissant sur un avion en montée

F_z : Portance

P : Poids

T_u : Poussée

T_r : Traînée

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

L'équation de sustentation donne la formule suivante :

$$Fz = P \times \cos (\gamma)$$

Ainsi l'équation de propulsion :

$$Tr + P \times \sin (\gamma) = Tu$$

De cette équation, on obtient :

$$\sin (\gamma) = \frac{Tu - Tr}{P}$$

Comme l'angle de montée γ est généralement faible, cependant :

$$\sin (\gamma) \approx \text{tang} (\gamma) \approx \text{pente de montée}$$

L'angle de montée peut être ainsi exprimé en pente de montée (%) par la formule :

$$\gamma (\%) = \frac{Tu - Tr}{P} \times 100$$

Avec :

- **Tu** : poussée utile (N)
- **Tr** : traînée (N)
- **P** : poids = mg (N)

En introduisant la finesse f , la formule de la pente de montée devient :

$$\gamma (\%) = \left(\frac{Tu}{P} - \frac{1}{f} \right) \times 100$$

- **Tu** : poussée utile (N)
- **P** : poids = mg (N)
- **F** : finesse (sans unité) = $Tr / P = Tr / Fz$

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

Il existe une autre formule qui permet de calculer la pente de montée, en introduisant le taux de montée Vz :

$$\gamma (\%) = \frac{Vz}{TAS} \times 100$$

- **Vz** : Taux de montée exprimé en (ft/min)
 - **TAS** : Vitesse propre de l'avion exprimée en (kt)
-
- Le BCOP permet de faire le calcul de la pente et du taux de montée et ce dans le but de :
 - Déterminer l'ascendance pendant un virage : afin d'effacer les obstacles et simuler un départ direct.
 - Vérifier que l'avion peut atteindre la pente de remise des gaz.
 - Vérifier que l'avion peut effectuer une montée avec panne du moteur après le décollage.
 - Montée avec tous moteurs en fonctionnement (exigences SID).
 - Etablir des tables de pente de montée qui serviront de référence pour les pilotes.

 - Pour le calcul de la pente/ taux de montée on introduit les données concernant l'avion en plus des données précédentes :
 - Model d'avion ;
 - Type de motorisation ;
 - Prélèvement conditionnement d'air ;
 - Prélèvement anti-givrage ;
 - La poussée ;
 - Nombre de moteurs en fonctionnement ;
 - Position train ;
 - Position volets.

Ceci pour différentes masses de l'avion, altitudes, températures et vitesses.

The screenshot shows the 'Gradient Report' application window. It is divided into several sections for configuration:

- Airframe/Engine Selection:** Includes dropdown menus for AirFrame, Engine, A/C Bleed, Level, and A/I Bleed.
- Configuration:** Includes Thrust Setting, Percent Derate, Flap Setting, Gear Position, Engine Status (1-4), Type, Ice Drag Inc, and Bank Angle.
- Weight:** Features a list box for 'LB', 'Add Range of Weights' (Initial, Delta, Final), 'Select All', 'Delete', and 'Ascending' options.
- Altitude:** Features a list box for 'FT', 'Add Range of Altitudes' (Initial, Delta, Final), 'Select All', 'Delete', and 'Ascending' options.
- Temperatures (Deg C):** Includes 'Temperature' (ISA Dev, QAT), 'Add Range of Temps' (Initial, Delta, Final), 'Select All', 'Delete', and 'Ascending' options.
- Speeds:** Includes 'Speed Type', 'Add Range of Speeds' (Initial, Delta, Final), 'Select All', 'Delete', and 'Ascending' options.
- Loop Order:** Shows four loops with dropdown menus for Temperature, Speed, Weight, and Altitude.
- Calculate:** Includes radio buttons for 'Gradient' (selected) and 'RDC', and buttons for 'Execute', 'View Report', and 'Close'.

Figure IV. 29: Configuration pour le calcul de la pente/taux de montée

IV. 4. 3. Etude de nuisance sonore :

L'objectif d'une telle étude est de s'assurer que le bruit généré par les moteurs, l'effet de la percée de l'avion dans l'atmosphère ainsi que le vent, ne dépassent pas le niveau défini par les autorités compétentes (respect du PEB : plan d'exposition au bruit).

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

Avant d'entamer l'étude sonore, il faut d'abord créer un fichier bruit avant l'exécution du profil de vol.

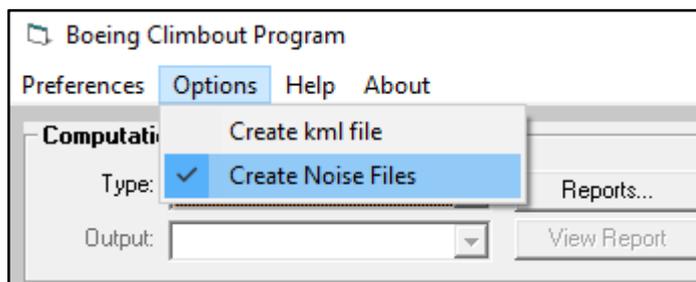


Figure IV. 30 : Création fichier bruit

Ensuite il faudra créer notre étude, un cas d'étude, un scénario pour lequel on doit spécifier le type d'opération (départ / arrivée), le nombre de vols, et une plage de niveaux de contours (en décibels).

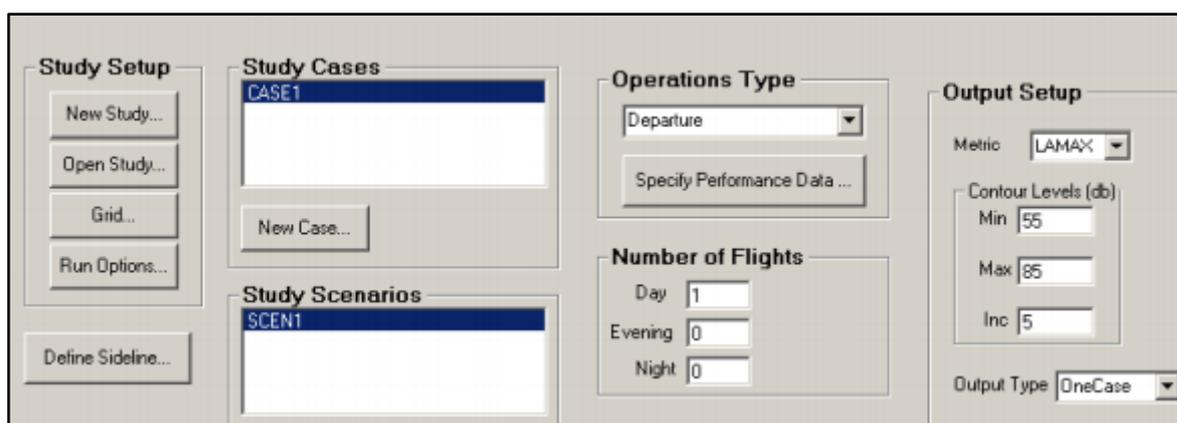


Figure IV. 31 : Création cas/scénario

Un point devra être sélectionné parmi ceux déjà introduits comme points de mesure (noise monitoring points) pour l'aérodrome afin qu'il soit utilisé comme centre de contours.

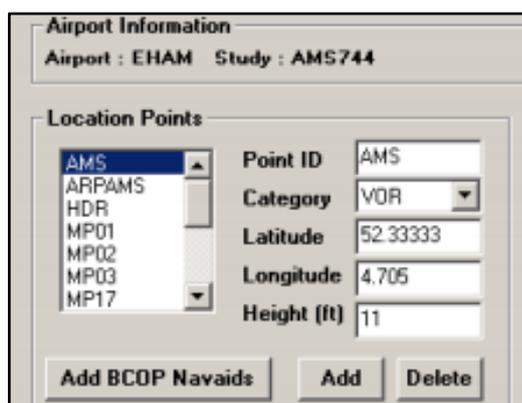


Figure IV. 32 : Choix du centre de contours

CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program

Le résultat d'une telle étude est une feuille de calcul graphique correspondant aux contours de niveaux de bruit autour de l'aérodrome.

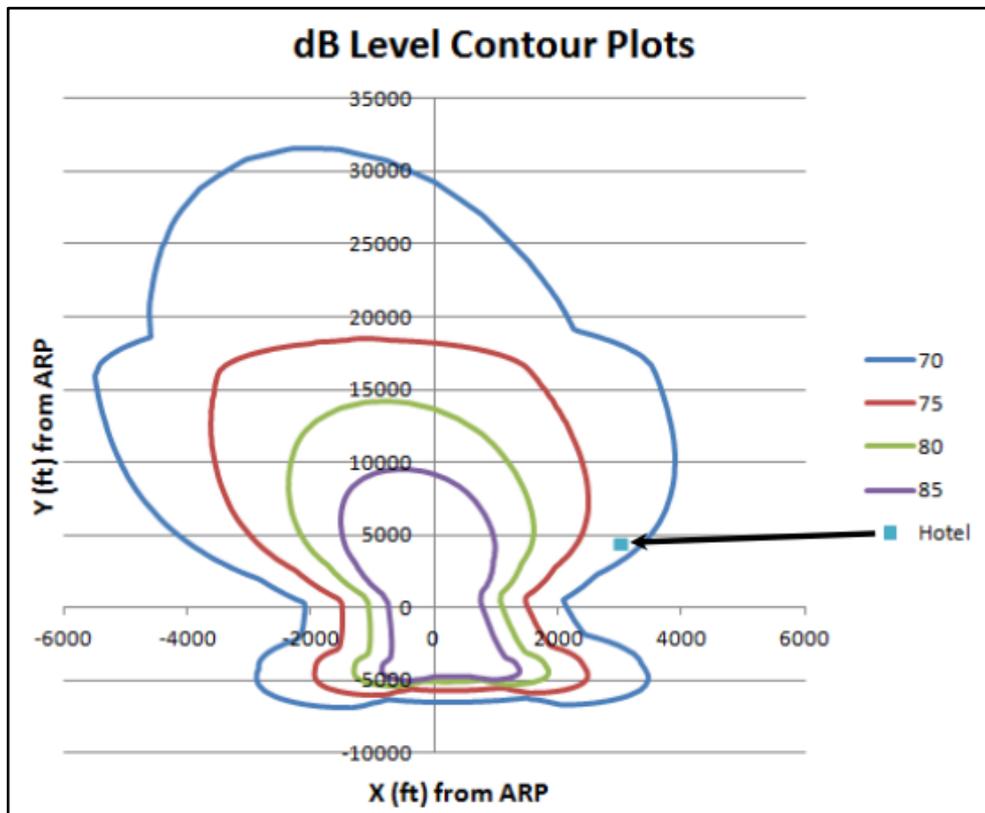


Figure IV. 33 : Exemple de niveaux de contours

CHAPITRE V



Etude opérationnelle

Dans ce chapitre nous exposerons les résultats de notre étude après exécution des profils de vol des SIDs, STARS, procédures de panne moteur et d'abattement sonore ; dont nous afficherons les profils verticaux et horizontaux, une représentation en 3D du profil ainsi qu'un rapport de pente, vitesse, altitude en fonction de l'évolution de la position de l'aéronef ; et vérifierons leur conformité par rapport aux contraintes imposées dans les fiches JEPESSEN.

V. 1. Aéroports choisis :

Pour notre étude nous avons opté pour les aéroports suivants :

Aéroport	Code OACI	Procédure étudiée	Type de contrainte
Oran - Ahmed Ben Bella	DAOO	SID 54, Rwy 25 L	Pente, vitesse, altitude.
d'Alger-Houari-Boumédiène	DAAG	Special engine failure departure, Rwy 09.	Sans restriction.
Strasbourg-Entzheim	LFST	RNAV initial approach, Rwy 05	Altitude, vitesse.
Paris-Orly	LFPO	SID DORDI, Noise abattement, Rwy 06	Pente, vitesse, altitude
d'Amsterdam-Schiphol	EHAM	SID GORLO 2V, Noise abattement, Rwy 36 L.	Bruit

Tableau V. 1. Les aéroports choisis

V. 2. Exemples de calcul :

V. 2. 1. DA00, SID Rwy 25L :

▪ Conditions initiales :

Airframe:	737-800WSFP1	Airport :	DA00	Gross Weight :	77400 (KG)
Engine :	CFM56-7B27	Runway :	25L (248°)	Flap Position:	5
Database:	38WSFP1C27	Temperature:	15.0 (C)	Gear Position:	Extended
Version :	38WSFP1C27/2.1.1	Wind :	0 (KT)/0°	AC Bleed :	Auto (On)
Dated :	30-NOV-2017	Altitude :	299 (FT)	AI Bleed :	Off
CG :	FWD	Assumed T :	N/A (C)		

Figure V. 1 : Conditions initiales DA00

▪ Profil vertical :

Segment	Segment Type	Acc/Dec Type	End Condition	Flap	Gear	Thrust
1	Constant Speed	N/A	400. ft Press Alt above Ref0	N/A	RET	TKO
2	Constant Speed	N/A	3000. ft Press Alt above Ref0	N/A	N/A	REQD(850.ft/min)
3	Acceleration	0°	230. IAS	RET	N/A	MCT
4	Constant Speed	N/A	5000. ft Press Alt above Ref0	N/A	N/A	REQD(1.2%)
5	Acceleration	1.2°	300. IAS	N/A	N/A	MCT

Figure V. 2 : Profil vertical DA00

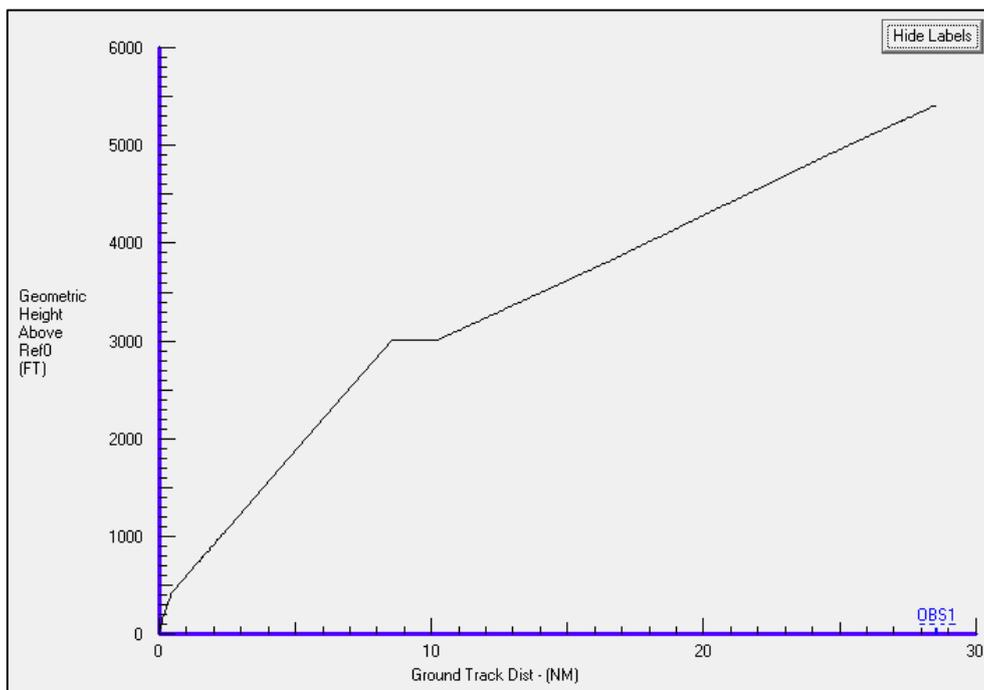


Figure V. 3 : Output profil vertical DA00

▪ Profil horizontal :

Segment	Segment Type	Segment End
1	Fly 248° Heading	Turn to intercept ORA Radial 233° with 15° bank angle
2	Fly 233° Track from ORA	Turn to intercept ORA Radial 263° at 8 DME ORA
3	Fly 263° Track to ORA	Turn to NAVAID BAHRI at NAVAID ORA
4	Fly Direct to BAHRI	Turn to NAVAID HAMRA at NAVAID BAHRI
5	Fly Direct to HAMRA	End at NAVAID HAMRA

Figure V. 4 : Profil horizontal DAOO

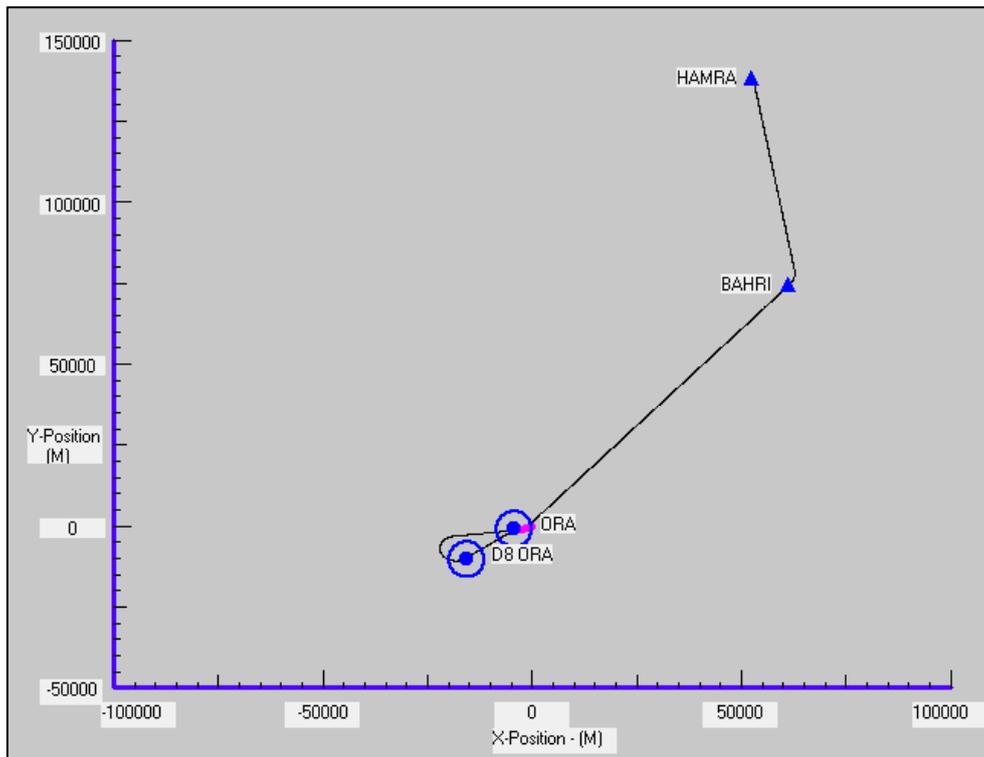


Figure V. 5 : Output Profil horizontal DAOO

▪ Trajectoire synchronisée en 3D :



Figure V. 6: Trajectoire 3D, DA00

▪ Contraintes de la procédure :

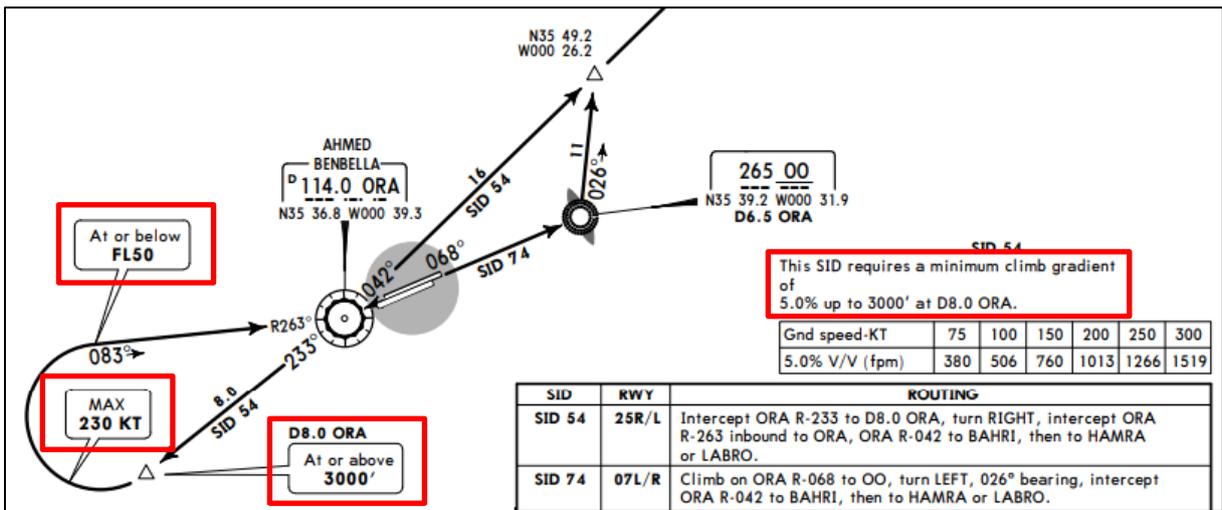


Figure V. 7 : Contraintes DA00

▪ Résumé des contraintes :

Contrainte N°	Type de contrainte	Valeur
1	Pente minimale	5 % jusqu'à 3000 FT AGL
2	Altitude minimale	3000 FT AGL à D8.0 ORA
3	Vitesse maximale	230 KT au virage interceptant le radial 263° ORA
4	Niveau maximale	FL 50 à la fin du virage interceptant le radial 263° ORA

Tableau V. 2 : Contraintes DA00

▪ **Rapport :**

FP Calc. Point	Vertical Flight Path	Horizon Segment Number	Time (SEC)	Delta Pressure Altitude (FT)	Delta Geometric Height (FT)	Ground Track Distance (NM)	Indicated Airspeed (KT)	True Airspeed (KT)	Airplane Climb Gradient	Rate of Climb (FT/MIN)	Bank Angle	Magnetic Heading (DEG)
1	1	1	0	35	35	0	155	156.14	15.34	2393	0	248
2	1	1	1	75	75	.042878	155	156.23	15.32	2390	0	248
3	1	1	2	115	115	.085782	155	156.32	15.29	2387	0	248
4	1	1	3	154	155	.128714	155	156.41	15.26	2384	0	248
5	1	1	4	194	195	.171671	155	156.5	15.23	2381	0	248
6	1	1	5	234	234	.214655	155	156.59	15.2	2378	0	248
7	1	1	6	274	274	.257666	155	156.68	15.17	2375	0	248
8	1	1	7	313	314	.300703	155	156.77	15.14	2372	0	248
9	1	1	8	353	353	.343766	155	156.86	15.11	2369	0	248
10	1	1	9	392	393	.386856	155	156.95	15.09	2366	0	248
11	1	1	9.2	400	401	.395403	155	156.97	15.08	2365	0	248
12	2	1	9.2	400	401	.395403	155	156.97	5.37	850	0	248
13	2	1	10	411	412	.430313	155	157	5.37	850	0	248
14	2	1	11	426	426	.473862	155	157.03	5.36	850	0	248
15	2	1	12	440	441	.517421	155	157.06	5.36	850	0	248
16	2	1	13	454	455	.560988	155	157.09	5.36	850	0	248
17	2	1	14	468	469	.604565	155	157.12	5.36	850	0	248
18	2	1	15	482	483	.64815	155	157.16	5.36	850	0	248
19	2	1	16	496	497	.691744	155	157.19	5.36	850	0	248
20	2	1	17	511	512	.735347	155	157.22	5.36	850	0	248
21	2	1	18	525	526	.77896	155	157.25	5.36	850	0	248

Figure V. 8 : Rapport, DAOO, partie 1

192	2	2	188	2932	2939	8.325511	155	162.87	5.17	850	0	233
193	2	2	189	2947	2953	8.370695	155	162.91	5.17	850	0	233
194	2	2	190	2961	2967	8.415888	155	162.94	5.17	850	0	233
195	2	2	191	2975	2981	8.461091	155	162.97	5.17	850	0	233
196	2	2	192	2989	2995	8.506304	155	163.01	5.17	850	0	233
197	2	2	192.77	3000	3006	8.541031	155	163.03	5.17	850	0	233
198	3	2	192.77	3000	3006	8.541031	155	163.03	0	0	0	233
199	3	2	193	3000	3006	8.55155	155.6	163.63	0	0	0	233
200	3	2	194	3000	3006	8.597183	158.1	166.23	0	0	0	233
201	3	2	194.85	3000	3006	8.636779	160.2	168.47	0	0	0	233
202	3	2	195	3000	3006	8.643585	160.6	168.84	0	0	11	233.2
203	3	2	196	3000	3006	8.690666	163	171.44	0	0	11.3	234.5
204	3	2	197	3000	3006	8.738469	165.5	174.05	0	0	11.7	235.8
205	3	2	198	3000	3006	8.787	168	176.68	0	0	12	237.1
206	3	2	199	3000	3006	8.836262	170.6	179.32	0	0	12.4	238.4
207	3	2	200	3000	3006	8.886256	173.1	181.96	0	0	12.7	239.8

Figure V. 9 : Rapport, DAOO, partie 2

323	4	2	311	3762	3770	16.17146	230	244.04	2.1	518	22.1	75.3
324	4	2	312	3771	3779	16.239236	230	244.07	2.1	518	22.1	77.1
325	4	2	313	3779	3787	16.30702	230	244.1	2.1	518	22.1	78.9
326	4	2	314	3788	3796	16.374813	230	244.13	2.1	518	22.1	80.7
327	4	2	315	3797	3805	16.442615	230	244.16	2.1	518	22.1	82.6
328	4	2	315.24	3799	3807	16.458739	230	244.19	2.1	518	22.2	83
329	4	3	316	3806	3814	16.510433	230	244.19	2.22	548	0	83
330	4	3	317	3815	3823	16.578239	230	244.22	2.22	548	0	83
331	4	3	318	3824	3832	16.646079	230	244.26	2.22	548	0	83
332	4	3	319	3833	3841	16.713902	230	244.29	2.22	548	0	83
333	4	3	320	3842	3850	16.781757	230	244.32	2.22	549	0	83

Figure V. 10 : Rapport, DAOO, partie 3

▪ Analyse du rapport :

- ✓ La pente de montée de 15% au régime décollage diminuant à 5.4 % suite à la réduction de poussée à maxi climb est largement supérieure à celle exigée par la procédure (5%) jusqu'à 3000FT.
- ✓ La vitesse de l'avion au segment de virage est comprise entre 160KT et 230KT et satisfait parfaitement la contrainte de 230KT au maximum.
- ✓ L'altitude de l'appareil est de 4873 FT à la verticale de ORA et ne dépasse pas les 5000 FT que stipule la procédure.

▪ Conclusion :

La procédure de départ d'Oran Ahmed Benbella, impose une réduction de poussée à une altitude inférieure aux standards de la compagnie Tassili Airlines tout en assurant le respect des limites prescrites par Boeing dans de Flight Crew Training Manual.

V. 2. 2. DAAG, SPECIAL ENGINE OUT PROCEDURE Rwy 09 :

▪ Conditions initiales :

Airframe: 737-800WSFP1	Airport : DAAG	Gross Weight : 77400 (KG)
Engine : CFM56-7B27	Runway : 09 (91°)	Flap Position: 5
Database: 38WSFP1C27	Temperature: 15.0 (C)	Gear Position: Retracted
Version : 38WSFP1C27/2.1.1	Wind : 0 (KT)/0°	AC Bleed : Auto (On)
Dated : 30-NOV-2017	Altitude : 82 (FT)	AI Bleed : Off
CG : FWD	Assumed T : N/A (C)	

Figure V. 11 : Conditions initiales DAAG

▪ Profil vertical :

Lorsqu'une panne moteur se produit, l'accélération se fait à une altitude précise de 1000FT AGL :

Segment	Segment Type	Acc/Dec Type	End Condition	Flap	Gear	Thrust
1	Constant Speed	N/A	1000. ft Press Alt above Ref0	N/A	RET	TKO
2	Acceleration	0°	Flap Position 0	RET	N/A	MCT

Figure V. 12 : Profil vertical DAAG

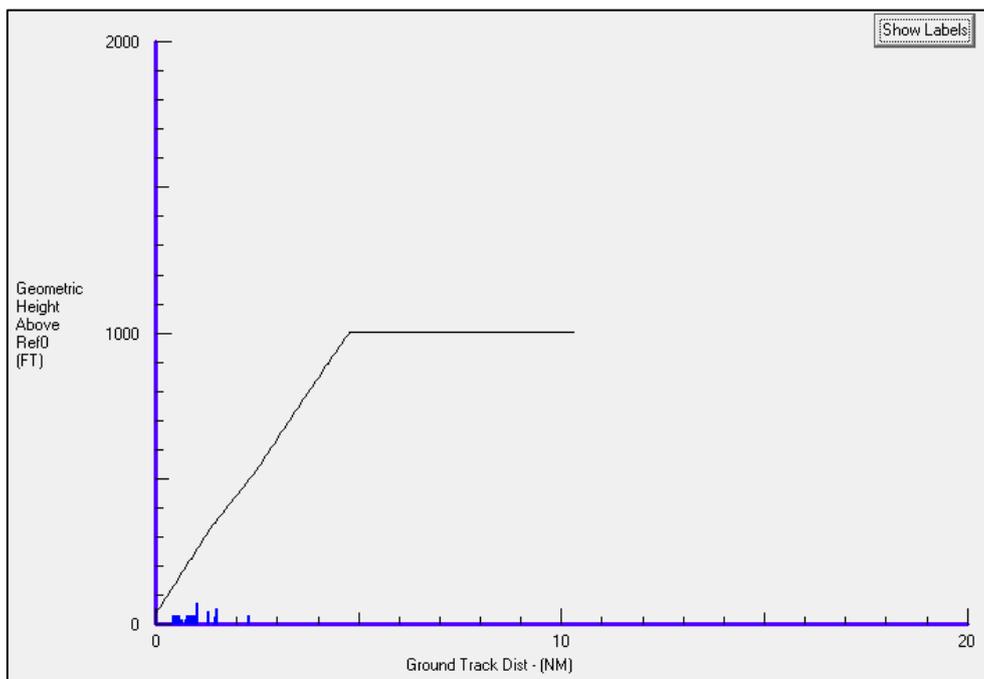


Figure V. 13 : Output Profil vertical DAAG

▪ Profil horizontal :

Segment	Segment Type	Segment End
1	Fly Direct to ALR	Turn to NAVAID OA at 1.5NM ALR
2	Fly Direct to OA	End at NAVAID OA

Figure V. 14 : Profil Horizontal DAAG

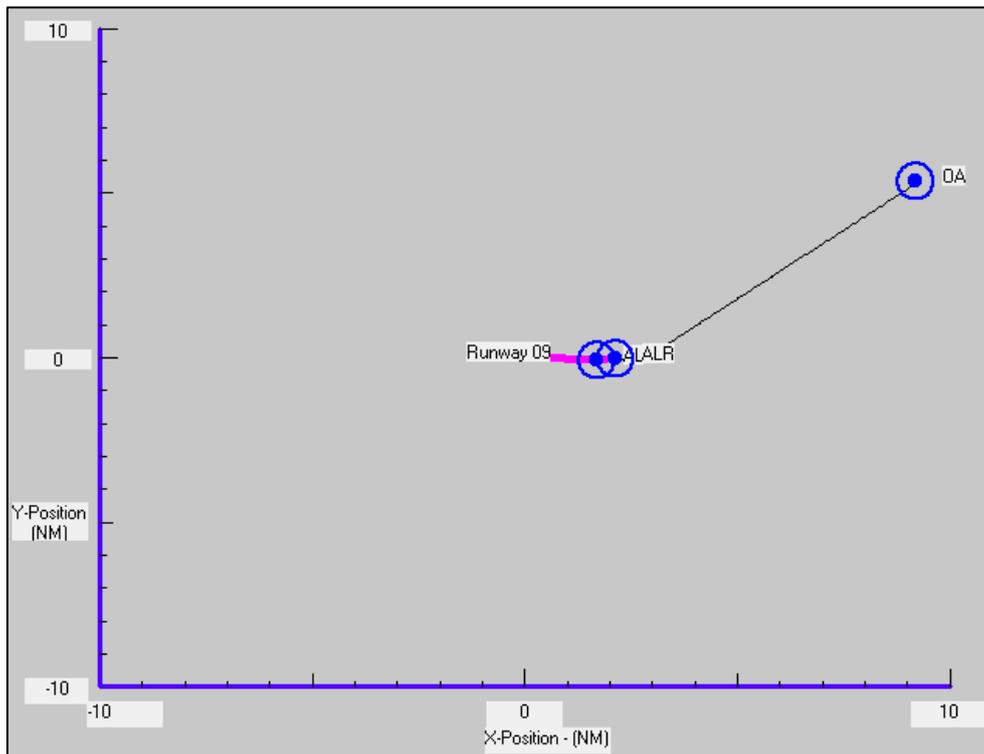


Figure V. 15 : Output Profil horizontal DAAG

▪ Trajectoire synchronisée en 3D :

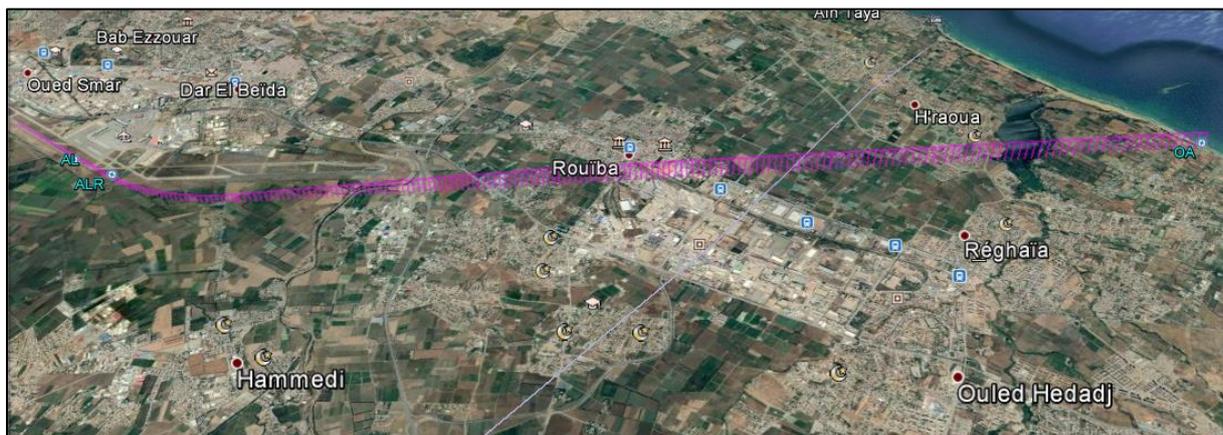


Figure V. 16 : Trajectoire 3D, DAAG

▪ **Rapport :**

FP Calc. Point	Vertical Flight Path	Horizon Segment Number	Time (SEC)	Delta Pressure Altitude (FT)	Delta Geometric Height (FT)	Ground Track Distance (NM)	Indicated Airspeed (KT)	True Airspeed (KT)	Airplane Climb Gradient	Rate of Climb (FT/MIN)	Bank Angle	Magnetic Heading (DEG)
1	1	1	0	35	35	0	150	150.5	3.63	553	0	90.5
2	1	1	1	44	44	.041778	150	150.52	3.63	552	0	90.5
3	1	1	2	53	53	.083562	150	150.54	3.63	552	0	90.5
4	1	1	3	63	63	.125351	150	150.56	3.62	552	0	90.5
5	1	1	4	72	72	.167146	150	150.58	3.62	551	0	90.5
6	1	1	5	81	81	.208946	150	150.6	3.62	551	0	90.5
7	1	1	6	90	90	.250752	150	150.62	3.61	550	0	90.5
8	1	1	7	99	99	.292564	150	150.64	3.61	550	0	90.5
9	1	1	8	109	109	.334381	150	150.66	3.61	550	0	90.5
10	1	1	9	118	118	.376204	150	150.67	3.61	549	0	90.5
11	1	1	10	127	127	.418032	150	150.69	3.6	549	0	90.5
12	1	1	11	136	136	.459866	150	150.71	3.6	549	0	90.5
13	1	1	12	145	145	.501706	150	150.73	3.6	548	0	90.5
14	1	1	13	154	154	.543551	150	150.75	3.59	548	0	90.5
15	1	1	14	163	164	.585401	150	150.77	3.59	548	0	90.5
16	1	1	15	173	173	.627257	150	150.79	3.59	547	0	90.5
17	1	1	16	182	182	.669119	150	150.81	3.58	547	0	90.5
18	1	1	17	191	191	.710986	150	150.83	3.58	546	0	90.5
19	1	1	18	200	200	.752859	150	150.85	3.58	546	0	90.5
20	1	1	19	209	209	.794737	150	150.87	3.58	546	0	90.5
21	1	1	20	218	218	.836621	150	150.89	3.57	545	0	90.5
22	1	1	21	227	227	.878511	150	150.91	3.57	545	0	90.5
23	1	1	22	236	236	.920406	150	150.93	3.57	545	0	90.5
24	1	1	23	245	245	.962306	150	150.95	3.56	544	0	90.5
25	1	1	24	254	255	1.004212	150	150.97	3.56	544	0	90.5

Figure V. 17 : Rapport, DAAG, partie 1

31	1	1	30	309	309	1.255764	150	151.09	3.54	542	0	90.5
32	1	1	31	318	318	1.297709	150	151.11	3.54	541	0	90.5
33	1	1	32	327	327	1.339659	150	151.13	3.54	541	0	90.5
34	1	1	33	334	334	1.381619	150	151.15	2.95	451	15	90
35	1	1	34	342	342	1.423587	150	151.16	2.95	451	15	88.5
36	1	1	35	349	350	1.465559	150	151.18	2.95	451	15	87
37	1	1	36	357	357	1.507536	150	151.2	2.95	451	15	85.5
38	1	1	37	364	365	1.549518	150	151.21	2.94	450	15	84
39	1	1	38	372	372	1.591504	150	151.23	2.94	450	15	82.5
40	1	1	39	379	380	1.633495	150	151.24	2.94	450	15	81
41	1	1	40	387	387	1.67549	150	151.26	2.94	449	15	79.5
42	1	1	41	394	395	1.71749	150	151.28	2.93	449	15	78
43	1	1	42	402	402	1.759496	150	151.29	2.93	449	15	76.5
44	1	1	43	409	410	1.801505	150	151.31	2.93	448	15	75
45	1	1	44	417	417	1.843518	150	151.33	2.93	448	15	73.5
46	1	1	45	424	425	1.885537	150	151.34	2.93	448	15	72
47	1	1	46	432	432	1.927559	150	151.36	2.92	448	15	70.5
48	1	1	47	439	439	1.969587	150	151.38	2.92	447	15	69
49	1	1	48	447	447	2.011619	150	151.39	2.92	447	15	67.5
50	1	1	49	454	454	2.053656	150	151.41	2.92	447	15	66
51	1	1	50	462	462	2.095696	150	151.42	2.91	446	15	64.5
52	1	1	51	469	469	2.137742	150	151.44	2.91	446	15	63
53	1	1	52	476	477	2.179792	150	151.46	2.91	446	15	61.5
54	1	1	53	484	484	2.221847	150	151.47	2.91	445	15	60
55	1	1	54	491	492	2.263907	150	151.49	2.9	445	15	58.5
56	1	1	55	499	499	2.30597	150	151.51	2.9	445	15	57
57	1	1	56	506	506	2.348038	150	151.52	2.9	445	15	55.5
58	1	1	57	513	514	2.390111	150	151.54	2.9	444	15	54
59	1	1	58	521	521	2.432189	150	151.55	2.9	444	15	52.5
60	1	1	59	528	529	2.474272	150	151.57	2.89	444	15	51
61	1	1	59.54	532	533	2.49683	150	151.59	2.89	444	15	50.2
62	1	2	60	536	537	2.516358	150	151.59	3.47	533	0	50.2
63	1	2	61	545	546	2.55844	150	151.61	3.47	532	0	50.2
64	1	2	62	554	554	2.60053	150	151.63	3.47	532	0	50.2

Figure V. 18 : Rapport, DAAG, partie 2

111	1	2	109	964	965	4.584816	150	152.53	3.34	515	0	50.2
112	1	2	110	973	974	4.627163	150	152.55	3.33	514	0	50.2
113	1	2	111	981	982	4.669516	150	152.57	3.33	514	0	50.2
114	1	2	112	990	991	4.711874	150	152.59	3.33	514	0	50.2
115	1	2	113	999	1000	4.754236	150	152.61	3.32	513	0	50.2
116	1	2	113.17	1000	1001	4.761298	150	152.61	3.32	513	0	50.2
117	2	2	113.17	1000	1001	4.761298	150	152.61	0	0	0	50.2
118	2	2	114	1000	1001	4.79665	150.4	153.04	0	0	0	50.2
119	2	2	115	1000	1001	4.839198	150.9	153.57	0	0	0	50.2
120	2	2	116	1000	1001	4.881895	151.5	154.11	0	0	0	50.2
121	2	2	117	1000	1001	4.92474	152	154.65	0	0	0	50.2
122	2	2	118	1000	1001	4.967738	152.6	155.21	0	0	0	50.2
123	2	2	119	1000	1001	5.01089	153.1	155.77	0	0	0	50.2
124	2	2	120	1000	1001	5.054201	153.7	156.34	0	0	0	50.2
125	2	2	121	1000	1001	5.09767	154.3	156.92	0	0	0	50.2

Figure V. 19 : Rapport, DAAG, partie 3

▪ **Analyse du rapport :**

- ✓ La pente de montée obtenue est de 3,6 % et satisfait l'exigence de la réglementation qui stipule une pente minimale de 3.3%.
- ✓ La diminution de la pente à 510 FT est due au changement de direction (virage), on remarque qu'elle va augmenter une fois le nouveau cap atteint (stabilisé).
- ✓ L'accélération à 1000 FT se fait avec une pente nulle pour un gain maximale de vitesse sans dépasser tout de même la vitesse de 250 KT autorisée au-dessous du FL 100.

▪ **Conclusion :**

En effectuant un départ à la MMD autorisée, avec une panne moteur, les contraintes de montée sont toutes satisfaites, et les résultats du rapport répondent parfaitement à la réglementation qui s'applique dans ce cas de figure.

V. 2. 3. LFST, INITIAL APPROACH Rwy 05 :

- **Conditions initiales :**

Airframe: 737-800WSFP1	Airport : LFST	Gross Weight : 66000 (KG)
Engine : CFM56-7B27	Runway : 05 (47°)	Flap Position: 0
Database: 38WSFP1C27	Temperature: 15.0 (C)	Gear Position: Retracted
Version : 38WSFP1C27/2.1.1	Wind : 0 (KT)/0°	AC Bleed : Auto (On)
Dated : 30-NOV-2017	Altitude : 505 (FT)	AI Bleed : Off
CG : FWD	Assumed T : N/A (C)	

Figure V. 20 : Conditions initiales LFST

- **Profil vertical :**

La pente de descente doit être comprise autours des 3% et n'excédant pas 5% :

Segment	Segment Type	Acc/Dec Type	End Condition	Flap	Gear	Thrust
1	Deceleration	-3.5% Grad	33.8 nm From Seg Start	EXT	N/A	MCT

Figure V. 21 : Profil vertical LFST

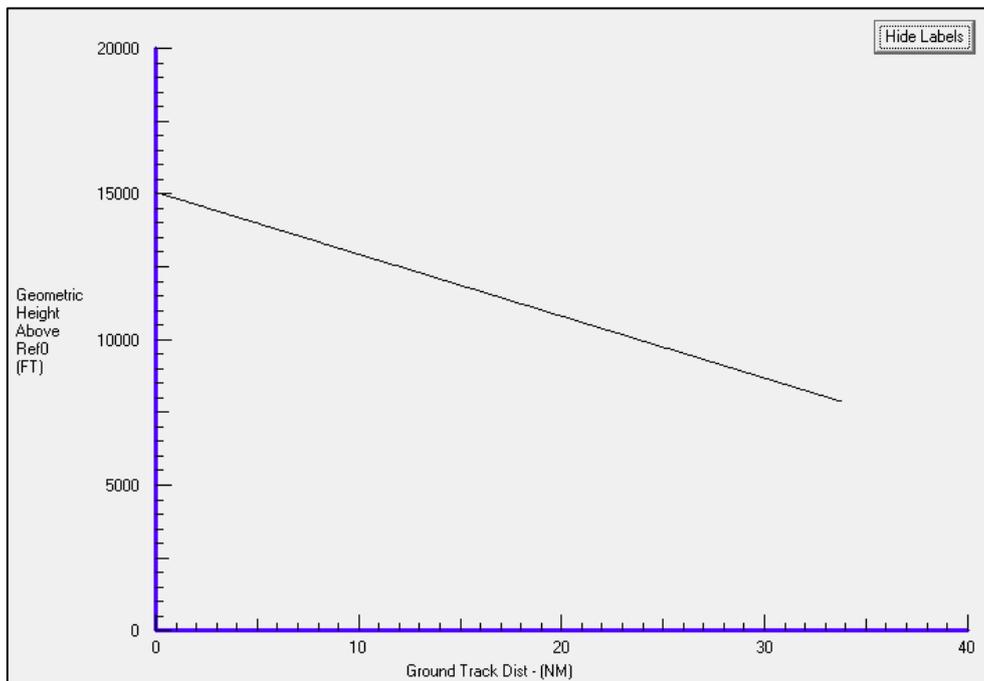


Figure V. 22 : Output profil vertical LFST

▪ Profil horizontal :

Segment	Segment Type	Segment End
1	Fly 36° Heading	Turn to Heading 37° at 17.2 DME MIRGU
2	Fly 37° Heading	Turn to Heading 87° at 24.3 DME MIRGU
3	Fly 87° Heading	End at Press Alt 7000 ft (MSL)

Figure V. 23 : Profil horizontal LFST

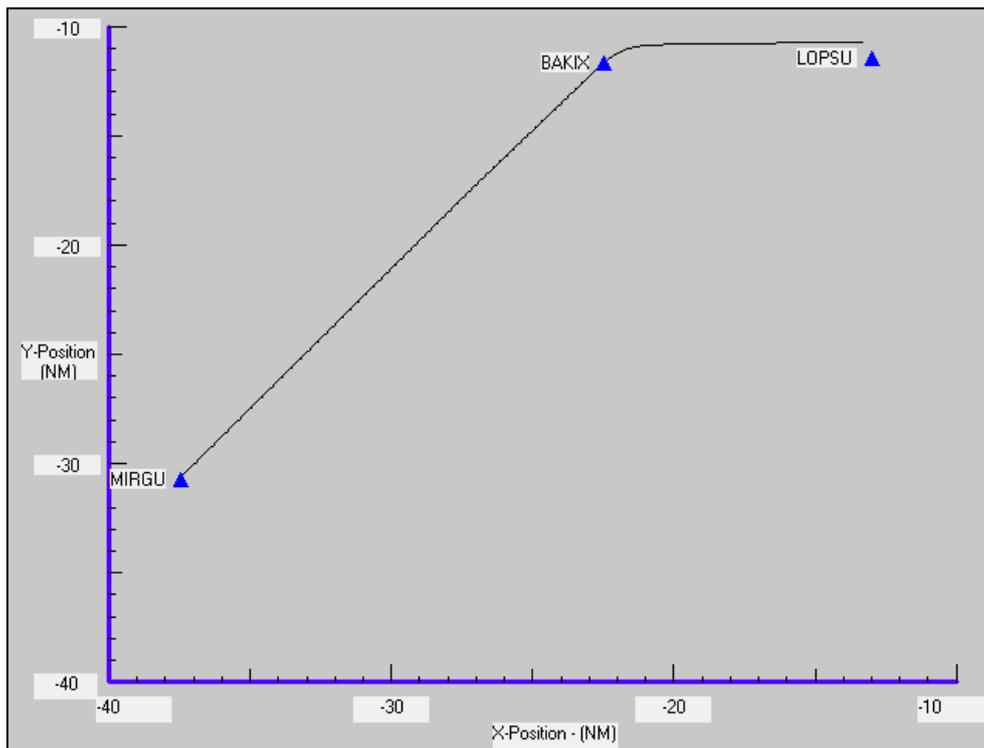


Figure V. 24 : Output Profil horizontal LFST

▪ Trajectoire synchronisée en 3D :

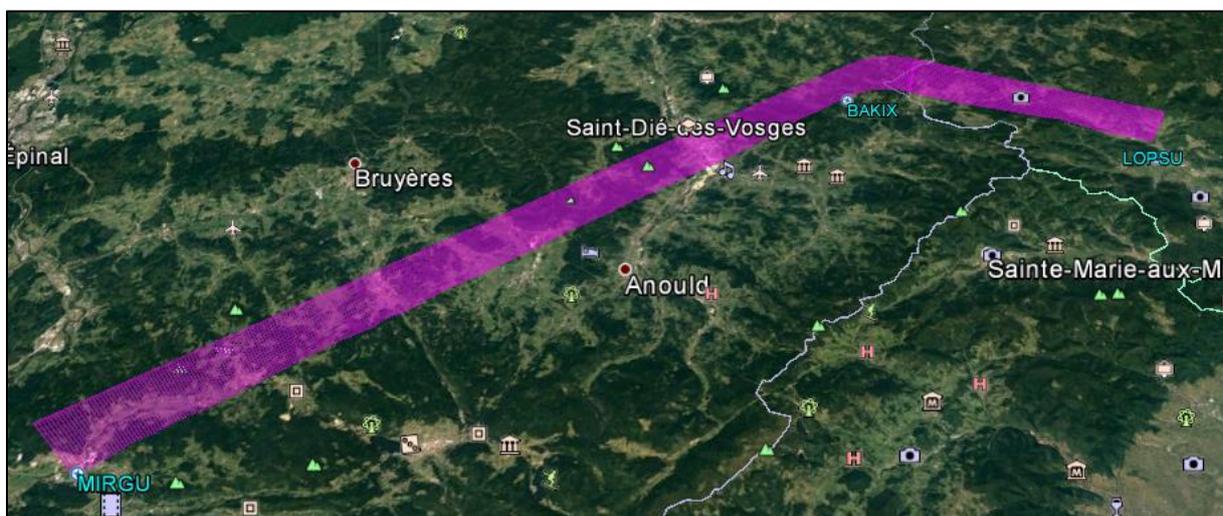


Figure V. 25 : Trajectoire 3D, LFST

▪ **Contraintes de la procédure :**

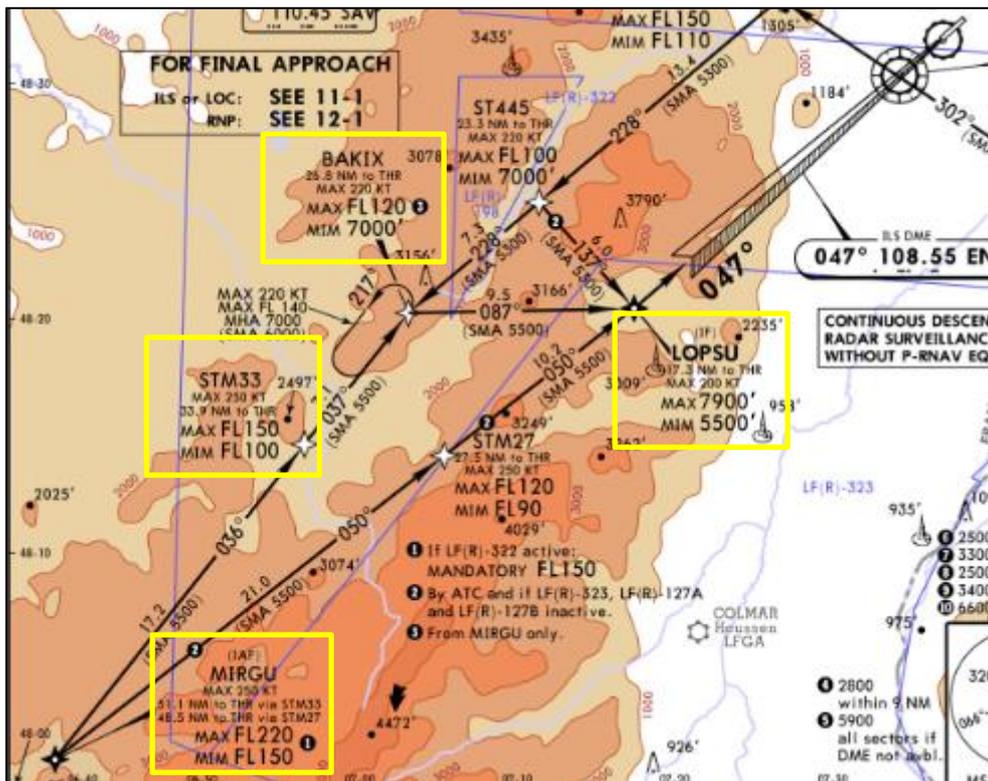


Figure V. 26 : Contraintes LFST

▪ **Résumé des contraintes :**

Point	Vitesse	Altitude
MIRGU	IAS < 250 KT	15000 < ALT < 22000
STM 33	IAS < 250 KT	10000 < ALT < 15000
BAKIX	IAS < 220 KT	9000 < ALT < 12000
LOPSU	IAS < 200 KT	5500 < ALT < 7900

Tableau V. 3 : Contraintes LFST

CHAPITRE V : Etude opérationnelle

▪ Rapport :

FP Calc. Point	Vertical Flight Path	Horizon Segment Number	Time (SEC)	Delta Pressure Altitude (FT)	Delta Geometric Height (FT)	Ground Track Distance (NM)	Indicated Airspeed (KT)	True Airspeed (KT)	Airplane Climb Gradient	Rate of Climb (FT/MIN)	Bank Angle	Magnetic Heading (DEG)
1	1	1	0	15000	15055	0	240	301.91	-3.5	-1065	0	36
2	1	1	1	14982	15037	.083774	239.6	301.36	-3.5	-1063	0	36
3	1	1	2	14965	15020	.167397	239.3	300.83	-3.5	-1061	0	36
4	1	1	3	14947	15002	.250872	238.9	300.3	-3.5	-1060	0	36
5	1	1	4	14929	14984	.334201	238.5	299.78	-3.5	-1058	0	36
6	1	1	5	14912	14966	.417387	238.2	299.27	-3.5	-1056	0	36
7	1	1	6	14894	14949	.500432	237.8	298.77	-3.5	-1054	0	36
8	1	1	7	14876	14931	.583337	237.5	298.27	-3.5	-1052	0	36
9	1	1	8	14859	14914	.666106	237.2	297.78	-3.5	-1051	0	36
10	1	1	9	14841	14896	.748739	236.8	297.3	-3.5	-1049	0	36
11	1	1	10	14824	14878	.83124	236.5	296.83	-3.5	-1047	0	36

Figure V. 27 : Rapport, LFST, partie 1

222	1	1	220	11461	11502	16.709853	217.3	259.56	-3.5	-916	0	36
223	1	1	221	11445	11487	16.781906	217.3	259.48	-3.5	-916	0	36
224	1	1	222	11430	11472	16.853942	217.3	259.41	-3.5	-915	0	36
225	1	1	223	11415	11456	16.925945	217.3	259.34	-3.5	-915	0	36
226	1	1	224	11400	11441	16.997932	217.3	259.27	-3.5	-915	0	36
227	1	1	225	11384	11426	17.069902	217.3	259.2	-3.5	-915	0	36
228	1	1	225.25	11381	11422	17.087677	217.3	259.18	-3.5	-915	0	36
229	1	1	225.86	11371	11413	17.13157	217.2	259.11	-3.5	-914	25	37
230	1	2	226	11369	11410	17.141856	217.2	259.1	-3.5	-914	0	37
231	1	2	227	11354	11395	17.213777	217.2	259.03	-3.5	-914	0	37
232	1	2	228	11339	11380	17.285681	217.2	258.96	-3.5	-914	0	37
233	1	2	229	11323	11364	17.357553	217.2	258.89	-3.5	-914	0	37
234	1	2	230	11308	11349	17.429424	217.2	258.82	-3.5	-913	0	37
235	1	2	231	11293	11334	17.501263	217.2	258.75	-3.5	-913	0	37
236	1	2	232	11278	11319	17.573102	217.2	258.68	-3.5	-913	0	37
237	1	2	233	11263	11303	17.644908	217.2	258.62	-3.5	-913	0	37
238	1	2	234	11247	11288	17.716697	217.2	258.55	-3.5	-912	0	37
239	1	2	235	11232	11273	17.78847	217.2	258.48	-3.5	-912	0	37
240	1	2	236	11217	11258	17.86021	217.2	258.41	-3.5	-912	0	37

Figure V. 28 : Rapport, LFST, partie 2

323	1	2	319	9968	10004	23.754814	217	253.35	-3.5	-894	0	37
324	1	2	320	9953	9989	23.825139	217	253.3	-3.5	-894	0	37
325	1	2	321	9938	9974	23.895447	217	253.24	-3.5	-894	0	37
326	1	2	322	9923	9959	23.965755	217	253.18	-3.5	-893	0	37
327	1	2	323	9909	9944	24.036003	217	253.12	-3.5	-893	0	37
328	1	2	324	9894	9929	24.106289	217	253.07	-3.5	-893	0	37
329	1	2	325	9879	9914	24.176547	217	253.01	-3.5	-893	0	37
330	1	2	325.91	9865	9901	24.240388	217	252.96	-3.5	-893	0	37
331	1	2	326	9864	9899	24.246773	216.9	252.95	-3.5	-893	25	37.2
332	1	2	327	9849	9885	24.316999	216.9	252.83	-3.5	-892	25	38.8
333	1	2	328	9834	9870	24.387175	216.8	252.72	-3.5	-892	25	40.5
334	1	2	329	9819	9855	24.457319	216.8	252.61	-3.5	-891	25	42.2
335	1	2	330	9804	9840	24.527446	216.8	252.49	-3.5	-891	25	43.9
336	1	2	331	9790	9825	24.597524	216.7	252.38	-3.5	-891	25	45.6
337	1	2	332	9775	9810	24.667585	216.7	252.27	-3.5	-890	25	47.2
338	1	2	333	9760	9795	24.737613	216.6	252.16	-3.5	-890	25	48.9
339	1	2	334	9745	9780	24.807608	216.6	252.05	-3.5	-890	25	50.6
340	1	2	335	9730	9765	24.877571	216.5	251.94	-3.5	-889	25	52.3
341	1	2	336	9715	9750	24.9475	216.5	251.84	-3.5	-889	25	54

Figure V. 29 : Rapport, LFST, partie 3

457	1	3	451	8035	8064	32.877896	192.6	221.69	-3.5	-867	0	87
458	1	3	452	8021	8050	32.946097	192.6	221.64	-3.5	-867	0	87
459	1	3	453	8006	8035	33.014299	192.6	221.59	-3.5	-867	0	87
460	1	3	454	7992	8021	33.082467	192.6	221.54	-3.5	-867	0	87
461	1	3	455	7977	8006	33.150619	192.6	221.49	-3.5	-866	0	87
462	1	3	456	7963	7992	33.218772	192.6	221.44	-3.5	-866	0	87
463	1	3	457	7949	7977	33.286907	192.6	221.39	-3.5	-866	0	87
464	1	3	458	7934	7963	33.355026	192.6	221.34	-3.5	-866	0	87
465	1	3	459	7920	7948	33.423129	192.6	221.29	-3.5	-866	0	87
466	1	3	460	7905	7934	33.491232	192.6	221.24	-3.5	-866	0	87
467	1	3	461	7891	7919	33.559302	192.6	221.19	-3.5	-865	0	87
468	1	3	462	7876	7905	33.627371	192.6	221.14	-3.5	-865	0	87
469	1	3	463	7862	7890	33.695425	192.6	221.09	-3.5	-865	0	87
470	1	3	464	7848	7876	33.763462	192.6	221.04	-3.5	-865	0	87
471	1	3	464.54	7840	7868	33.799916	192.6	221.02	-3.5	-865	0	87

Figure V. 30 : Rapport, LFST, partie 4

▪ **Analyse du rapport :**

- ✓ Au point MIRGU l'altitude est de 1500 ft et la vitesse est de 240 KT ;
- ✓ Au point STM33 l'altitude est de 11354 ft et la vitesse est de 217.2 KT ;
- ✓ Au point BAKIX l'altitude est de 9849 ft et la vitesse est de 216.9 KT ;
- ✓ Au point LOPSU l'altitude est de 7840 ft et la vitesse est de 192.7 KT.

Ainsi toutes les contraintes imposées dans la procédure sont parfaitement satisfaites.

▪ **Conclusion :**

La pente choisie de -3.5% (respectant la réglementation) permet de se conformer aux limitations de descente en termes de vitesse et d'altitude à l'aérodrome de Strasbourg.

V. 2. 4. LFPO, SID DORDI RWY 06 :

▪ Conditions initiales :

Airframe: 737-800WSFP1	Airport : LFPO	Gross Weight : 77400 (KG)
Engine : CFM56-7B27	Runway : 06 (62°)	Flap Position: 5
Database: 38WSFP1C27	Temperature: 15.0 (C)	Gear Position: Extended
Version : 38WSFP1C27/2.1.1	Wind : 0 (KT)/0°	AC Bleed : Auto (On)
Dated : 30-NOV-2017	Altitude : 292 (FT)	AI Bleed : Off
CG : FWD	Assumed T : N/A (C)	

Figure V. 31 : Conditions initiales LFPO

▪ Profil vertical :

Generally the flight must be performed so as to reach 3300' as fast as possible. Pilots of jet-engined ACFT must follow these initial climb procedures:

- Maintain a speed of $V_2 + 10$ KT, or as performance permits, up to 3300' with flaps at take-off setting;
- Maintain take-off power to 1800', then maximum climb power up to 3300';
- At 3300' return to normal climb power, flap retraction schedules to enroute climb.

Figure V. 32 : Spécifications profil vertical LFPO

Segment	Segment Type	Acc/Dec Type	End Condition	Flap	Gear	Thrust
1	Takeoff	N/A	Gear Up. $V_2 + 10$	N/A	RET	TKO
2	Constant Speed	N/A	1800. ft Geom Alt above Ref0	N/A	N/A	TKO
3	Constant Speed	N/A	3300. ft Geom Alt above Ref0	N/A	N/A	MCLT
4	Acceleration	0°	250. IAS	RET	N/A	MCT
5	Constant Speed	N/A	25000. ft Press Alt above Ref0	N/A	N/A	MCT

Figure V. 33 : Profil vertical LFPO

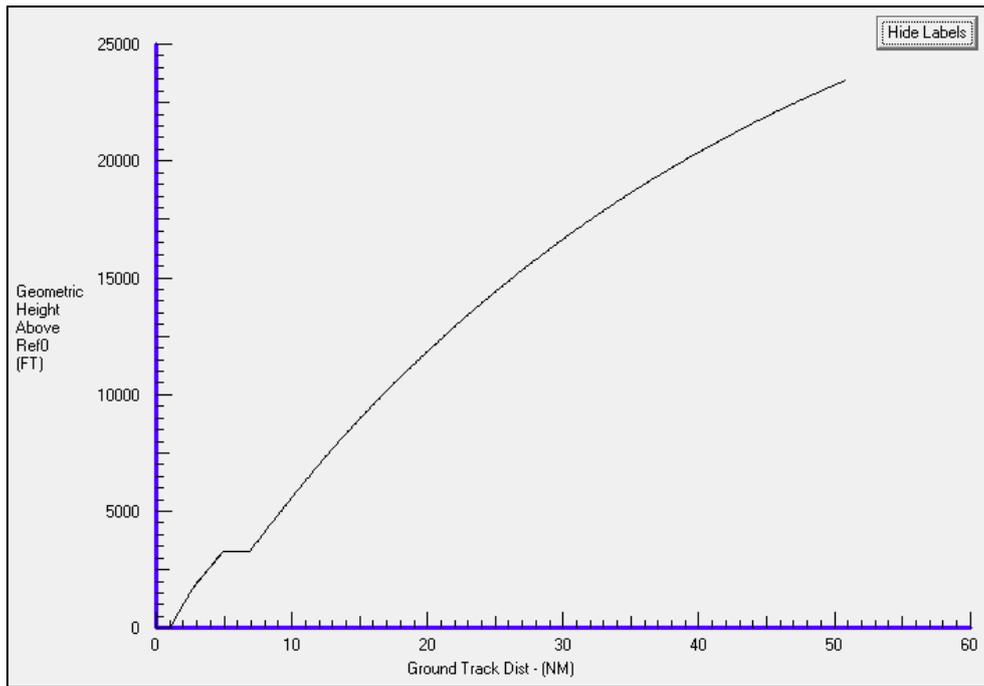


Figure V. 34 : Output profil vertical LFPO

▪ Profil horizontal :

Segment	Segment Type	Segment End
1	Fly 60° Heading	Turn to Heading 90° at 4.2 DME ORE
2	Fly 90° Heading	Turn to NAVAID MLN at 10.5 DME ORE
3	Fly Direct to MLN	Turn to NAVAID DORDI at NAVAID MLN
4	Fly Direct to DORDI	End at NAVAID DORDI

Figure V. 35 : Profil horizontal LFPO

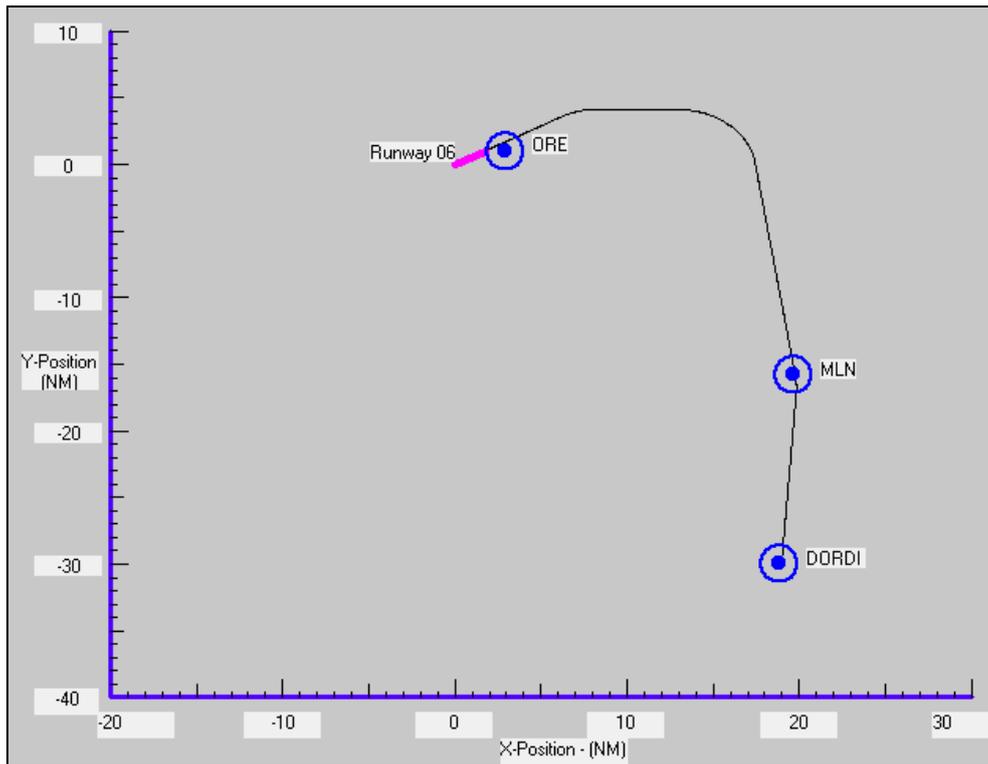


Figure V. 36 : Output profil horizontal LFPO

▪ Trajectoire synchronisée en 3D :



Figure V. 37 : Trajectoire 3D, LFPO

▪ Contraintes de la procédure :

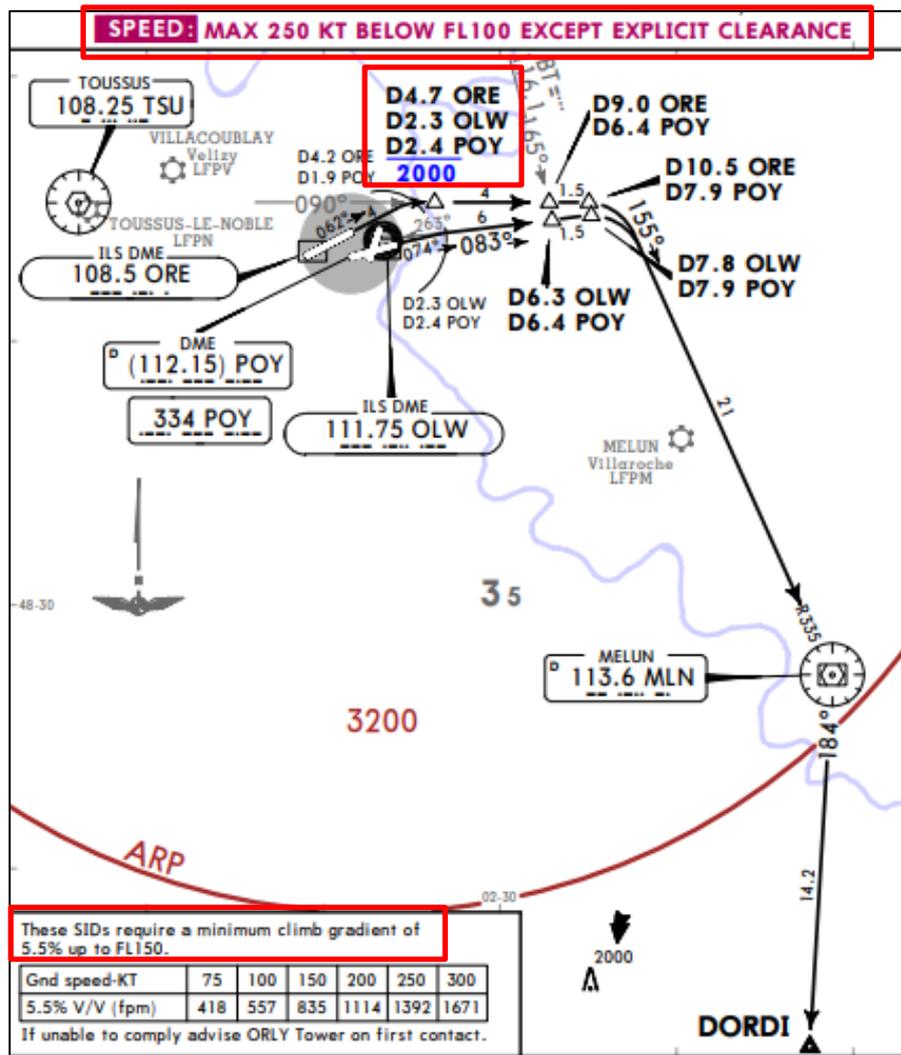


Figure V. 38 : Contraintes LFPO

▪ Résumé des contraintes :

Contrainte N°	Type de contrainte	Valeur
1	Pente minimale	5.5 % jusqu'au FL 150
2	Vitesse maximale	250 KT au-dessous du FL 150
3	Altitude minimale	2000 FT AGL au changement de cap vers 90°

Tableau V. 4 : Contraintes LFPO

▪ Rapport :

FP Calc. Point	Vertical Flight Path	Horizon Segment Number	Time (SEC)	Delta Pressure Altitude (FT)	Delta Geometric Height (FT)	Ground Track Distance (NM)	Indicated Airspeed (KT)	True Airspeed (KT)	Airplane Climb Gradient	Rate of Climb (FT/MIN)	Bank Angle	Magnetic Heading (DEG)
74	1	1	31.12	-1	-1	.678264	145.3	146	0	9E+20	0	62
75	1	1	31.65	-1	-1	.691846	147.2	148	0	9E+20	0	62
76	1	1	32.18	-1	-1	.7139	149.2	150	0	9E+20	0	62
77	1	1	32.23	-1	-1	.71616	149.4	150.2	0	9E+20	0	62
78	1	1	35.45	-2	-2	.855495	160.7	161.92	0	9E+20	0	62
79	1	1	39.45	33	33	1.041103	170.7	171.88	17.67	3023	0	62
80	1	1	40	61	61	1.067057	170.4	171.63	17.67	3018	0	62
81	1	1	41	111	111	1.113972	169.8	171.17	17.65	3007	0	62
82	1	1	42	161	161	1.160763	169.2	170.72	17.63	2996	0	62
83	1	1	43	211	211	1.207431	168.7	170.26	17.62	2985	0	62
84	1	1	44	261	261	1.253976	168.1	169.8	17.59	2973	0	62
85	1	1	45	310	311	1.300398	167.5	169.35	17.56	2960	0	62
86	1	1	46	359	360	1.346698	166.9	168.89	17.53	2947	0	62
87	1	1	46.45	381	382	1.367417	166.7	168.69	17.52	2941	0	62
88	2	1	46.45	381	382	1.367417	166.7	168.69	16.85	2833	0	62

Figure V. 39 : Rapport, LFPO, partie 1

203	4	1	153	3293	3300	6.823325	246.3	259.41	0	0	0	62
204	4	1	154	3293	3300	6.895568	248.8	262.08	0	0	0	62
205	4	1	154.45	3293	3300	6.928602	250	263.29	0	0	0	62
206	5	1	154.45	3293	3300	6.928602	250	263.29	12.98	3425	0	62
207	5	1	155	3324	3331	6.968261	250	263.4	12.96	3422	0	62
208	5	1	156	3381	3388	7.040835	250	263.62	12.93	3417	0	62
209	5	1	157	3438	3446	7.113474	250	263.83	12.9	3412	0	62
210	5	1	158	3495	3503	7.186173	250	264.05	12.87	3406	0	62
211	5	1	158.79	3540	3548	7.243996	250	264.22	12.85	3402	0	62
212	5	1	159	3552	3559	7.25894	250	264.26	12.68	3359	15	62.2
213	5	1	160	3608	3615	7.331778	250	264.47	12.65	3353	15	63.3
214	5	1	161	3664	3671	7.404678	250	264.69	12.62	3348	15	64.4
215	5	1	162	3719	3727	7.477637	250	264.9	12.59	3343	15	65.5
216	5	1	163	3775	3783	7.550658	250	265.11	12.56	3339	15	66.6

Figure V. 40 : Rapport, LFPO, partie 2

332	5	2	277	9717	9738	16.270857	250	289.06	9.83	2858	15	120.2
333	5	2	278	9765	9786	16.35078	250	289.27	9.81	2854	15	121.2
334	5	2	279	9813	9834	16.430762	250	289.47	9.79	2849	15	122.2
335	5	2	280	9860	9881	16.510795	250	289.67	9.76	2844	15	123.2
336	5	2	281	9908	9929	16.590895	250	289.88	9.74	2839	15	124.2
337	5	2	282	9955	9976	16.671062	250	290.08	9.72	2835	15	125.2
338	5	2	283	10002	10024	16.751277	250	290.28	9.69	2830	15	126.2
339	5	2	284	10049	10071	16.831542	250	290.48	9.67	2825	15	127.2
340	5	2	285	10096	10118	16.911873	250	290.69	9.65	2821	15	128.2
341	5	2	286	10143	10165	16.992254	250	290.89	9.63	2816	15	129.2
342	5	2	287	10190	10212	17.0727	250	291.09	9.6	2812	15	130.2

Figure V. 41 : Rapport, LFPO, partie 3

450	5	3	394	14849	14882	26.005956	250	312.16	7.66	2410	0	171.8
451	5	3	395	14889	14922	26.092426	250	312.35	7.65	2406	0	171.8
452	5	3	396	14929	14962	26.178962	250	312.54	7.63	2403	0	171.8
453	5	3	397	14969	15002	26.26553	250	312.73	7.62	2400	0	171.8
454	5	3	398	15009	15042	26.352164	250	312.92	7.6	2397	0	171.8
455	5	3	399	15049	15082	26.438848	250	313.11	7.59	2394	0	171.8
456	5	3	400	15089	15122	26.525597	250	313.3	7.57	2391	0	171.8
457	5	3	401	15129	15162	26.61238	250	313.49	7.56	2387	0	171.8
458	5	3	402	15169	15202	26.699228	250	313.68	7.54	2384	0	171.8
459	5	3	403	15209	15242	26.786126	250	313.87	7.53	2381	0	171.8
460	5	3	404	15248	15282	26.873089	250	314.06	7.51	2378	0	171.8
461	5	3	405	15288	15322	26.960086	250	314.25	7.5	2375	0	171.8
462	5	3	406	15328	15361	27.047148	250	314.44	7.49	2371	0	171.8

Figure V. 42 : Rapport, LFPO, partie 4

▪ Analyse du rapport :

- ✓ La pente de montée est comprise entre 7 et 17 % et satisfait largement la valeur minimale imposée de 5.5 %.
- ✓ Au changement de cap vers 90° l'altitude atteinte est de 3540 FT et est largement supérieure aux 2000 FT stipulés dans la fiche JEPPESEN.
- ✓ La vitesse de l'aéronef ne dépasse à aucun moment les 250 KT avant de franchir le FL 100.

▪ Conclusion :

En effectuant une procédure anti-bruit, on ne doit pas perdre de vue les contraintes opérationnelles de montée, et c'est parfaitement ce que démontre ce cas de figure en respectant chaque condition en temps réel en termes de pente, vitesse et altitude.

V. 2. 5. EHAM, SID GOLVO 3V Rwy 36 L:

▪ Conditions initiales :

Airframe: 737-800WSP1	Airport : EHAM	Gross Weight : 77400 (KG)
Engine : CFM56-7B27	Runway : 36L (3°)	Flap Position: 5
Database: 38WSP1C27	Temperature: 15.0 (C)	Gear Position: Retracted
Version : 38WSP1C27/2.1.1	Wind : 0 (KT)/0°	AC Bleed : Auto (On)
Dated : 30-NOV-2017	Altitude : -11 (FT)	AI Bleed : Off
CG : FWD	Assumed T : N/A (C)	

Figure V. 43 : Conditions initiales EHAM

▪ Profil vertical :

La procédure exige l'utilisation de l'intégralité de la longueur de piste disponible.

Take-off to 1500'	Take-off power Speed at V ₂ + 10 KT to 20 KT (or as limited by body angle) Flaps - set as appropriate
1500' - 3000'	Climb power Speed at V ₂ + 10 KT to 20 KT Flaps maintain previous setting
After passing 3000'	Retract flaps on schedule and assume normal enroute climb.
3000' - FL 100	MAX 250 KT

Figure V. 44 : Spécifications profil vertical EHAM

Segment	Segment Type	Acc/Dec Type	End Condition	Flap	Gear	Thrust
1	Takeoff	N/A	Gear Up. V ₂ + 10	N/A	RET	TKO
2	Constant Speed	N/A	1500. ft Press Alt above Ref0	N/A	N/A	TKO
3	Constant Speed	N/A	3000. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	MCLT
4	Acceleration	45% Excess Clb	Flap Position 0	RET	N/A	MCLT
5	Constant Speed	N/A	6000. ft Press Alt (MSL)	N/A	N/A	MCLT
6	Constant Speed	N/A	200. sec From Seg Start	N/A	N/A	REQD(0°)

Figure V. 45 : Profil vertical EHAM

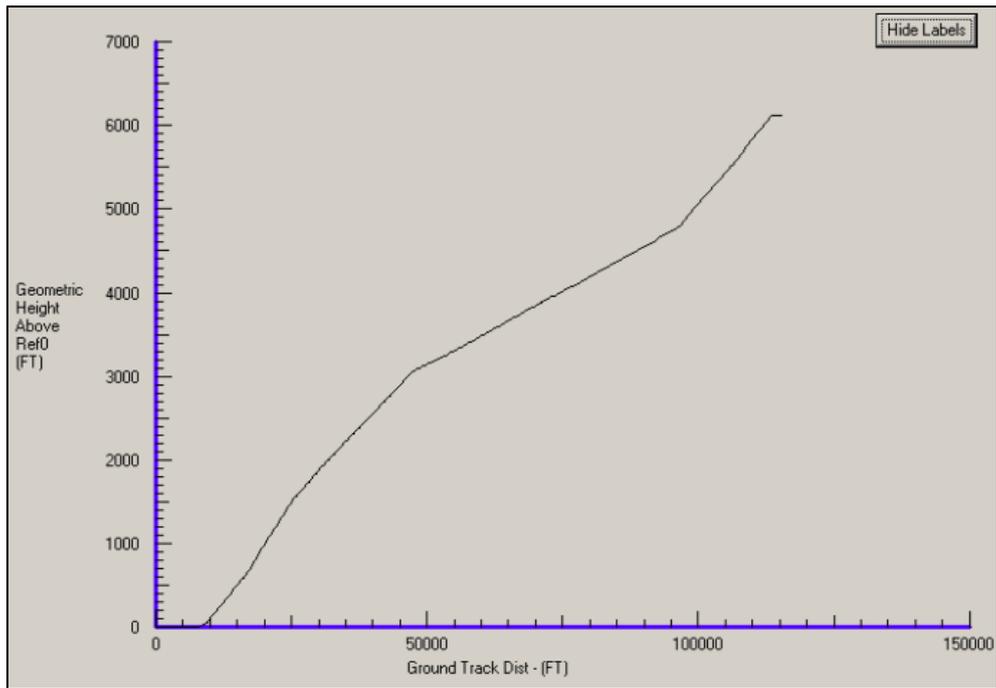


Figure V. 46 : Output profil vertical EHAM

▪ Profil horizontal :

Segment	Segment Type	Segment End
1	Fly 3° Heading	Turn to Heading 315° at 5 DME AMS
2	Fly 315° Heading	Turn to Heading 271° at 7.1 DME AMS
3	Fly 271° Heading	Turn to Heading 212° at 11 DME SPY
4	Fly 212° Heading	Turn to intercept SPY Radial 242° with 25° bank angle
5	Fly 242° Track from SPY	End at 11 DME VOLLA

Figure V. 47 : Profil horizontal EHAM

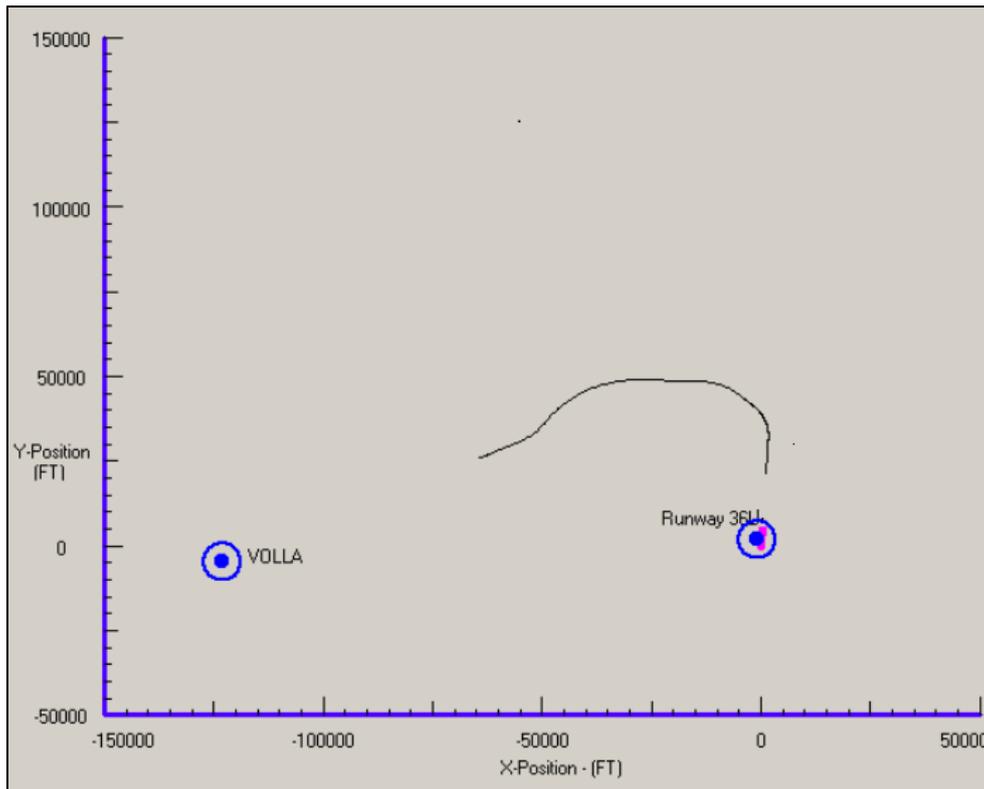


Figure V. 48 : Output Profil horizontal EHAM

▪ Rapport sonore :

Location Point	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Height (ft)	Noise Metric (LAMAX - DBA)
AMS	52.333332	4.705000	11.	88.6
ARPAMS	52.308334	4.765000	0.	55.5
HDR	52.906666	4.765000	11.	19.6
MP01	52.378101	4.740720	11.	66.8
MP02	52.373676	4.753560	11.	59.4
MP03	52.359249	4.787384	11.	50.4
MP17	52.314865	4.684005	11.	64.9
MP18	52.356678	4.657653	11.	54.4
MP19	52.415745	4.690047	11.	67.2
MP21	52.470242	4.753266	11.	52.4
MP24	52.501278	4.670406	11.	53.5
MP26	52.438419	4.667704	11.	67.0
MP92	52.351650	4.757133	11.	56.0
SPY	52.540001	4.853333	37.	32.5
VOLLA	52.314999	4.156667	11.	28.6

Figure V. 49 : Rapport bruit EHAM

▪ Contours sonores générés :

Les mesures sont effectuées avec 41 stations de mesure qui sont situées dans des points stratégiques dans la région de l'aéroport.

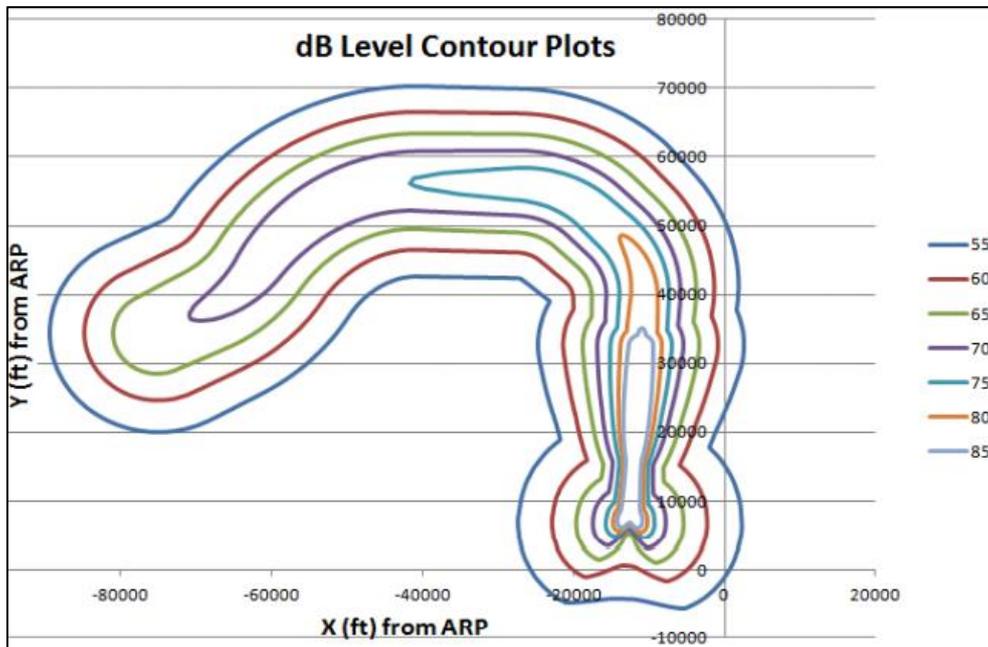


Figure V. 50 : Niveaux sonores, EHAM

▪ Projection réelle :

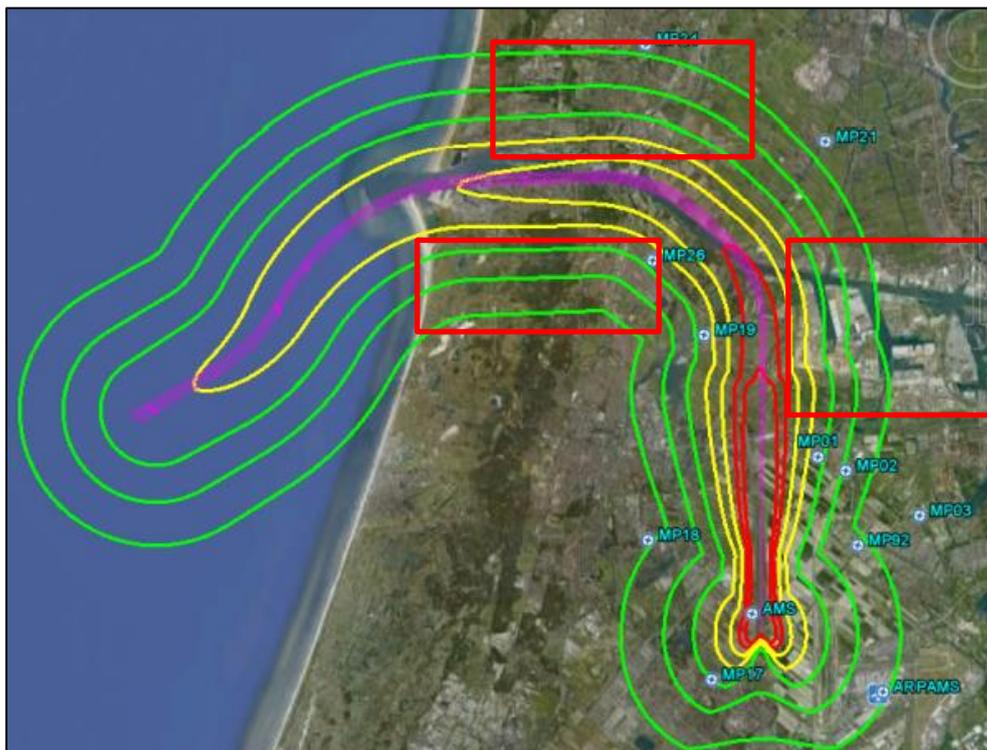


Figure V. 51 : Projection niveaux sonores, EHAM

▪ Analyse des résultats :

- ✓ Le niveau de bruit perçu lors de la phase de décollage avoisine les 90 dB qui en soit n'est pas gênant car la gêne ne dépasse pas les abords de l'aéroport.
- ✓ Lors de la phase de montée initiale, le niveau généré (perçu par les riverains) est compris entre 55 et 68 dB ; niveau largement acceptable vue la disposition des zones peuplées.

▪ Conclusion :

L'utilisation de l'intégralité de la longueur de piste permet un gain maximal de vitesse afin de réduire de temps de passage au-dessus des zones résidentielles et donc de se conformer très largement à la réglementation en vigueur limitant le bruit à 75 dB aux dessus de ces zones.

Et ce, même en prenant en compte l'indice Lden pendant les différentes périodes d'un jour la gêne ne dépasse pas 75 dB [8] pendant la nuit.

Suite à la concrétisation de ce projet qui avait pour objectif l'analyse des trajectoires de départ, d'arrivée ainsi que des procédures de panne moteur et d'abattement sonore et la vérification de leur conformité aux restrictions opérationnelles, nous avons pu approfondir et mettre en pratique nos connaissances acquises en termes d'exigences réglementaires relatives aux opérations aériennes.

En outre, nous avons été confrontés à quelques difficultés concernant l'accessibilité des données nécessaires à l'exécution des différents profils de vol en question. Mais, ceci nous aura appris à développer nos capacités de recherche et d'adaptation que requiert l'avancement de ce travail.

Nous souhaitons que cet ouvrage incitera la compagnie Tassili Airlines à exploiter l'outil BCOP et d'assurer la formation nécessaire à son utilisation en raison des multiples avantages qu'il offre tels que :

- Réduire la charge de travail des ingénieurs.
- Suivre l'évolution de plus de 70 paramètres.
- Simuler plusieurs situations; à savoir les plus critiques.

Finalement, nous espérons que ce modeste mémoire soit à la hauteur de vos attentes espérées.

CHAPITRE I : Présentation de l'organisme d'accueil - Tassili Airlines -		
I.1	B 737-800W de Tassili Airlines immatriculé 7T-VCC	3
I.2	Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES	5
I.3	Organigramme général de la direction des opérations aériennes	6
CHAPITRE II : Présentation du constructeur Boeing et de l'appareil B737-800W		
II. 1	Dimensions du B737-800 Winglets	10
CHAPITRE III : Performances opérationnelles exigées		
III. 1	Segments de la trajectoire d'envol	12
III. 2	Aire pour un départ en ligne droite avec guidage sur trajectoire	14
III. 3	Segments d'une procédure d'approche IFR	18
III. 4	Aire de protection d'une procédure d'approche aux instruments	19
III. 5	Vue de profil de la MFO dans l'aire primaire	20
III. 6	MFO dans l'aire secondaire	20
CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program		
IV. 1	Structure du BCOP	22
IV. 2	Page principale du BCOP	24
IV. 3	Choix du calcul à effectuer	24
IV. 4	Configuration avion	25
IV.5	Configuration aéroport	25
IV. 6	Conditions initiales en vol	26
IV. 7	Conditions initiales au sol	26
IV. 8	Choix du profil vertical / horizontal	27
IV. 9	Configuration profil vertical	28
IV. 10	Conditions initiales exemple profil vertical	29

IV. 11	Premier segment profil vertical	30
IV. 12	Deuxième segment profil vertical	30
IV. 13	Troisième segment profil vertical	31
IV. 14	Quatrième segment profil vertical	31
IV. 15	Cinquième segment profil vertical	32
IV. 16	Exemple profil vertical	32
IV. 17	Output exemple profil vertical	33
IV. 18	Configuration profil horizontal avec NAV AIDS	33
IV. 19	Configuration profil horizontal sans NAV AIDS	34
IV. 20	Conditions initiales exemple profil horizontal	35
IV. 21	Premier segment profil horizontal	35
IV. 22	Deuxième segment profil horizontal	36
IV. 23	Troisième segment profil horizontal	36
IV. 24	Quatrième segment profil horizontal	37
IV. 25	Cinquième segment profil horizontal	37
IV. 26	Exemple profil horizontal	38
IV. 27	Output exemple profil horizontal	38
IV. 28	Les forces agissant sur un avion en montée	39
IV. 29	Configuration pour le calcul de la pente/taux de montée	42
IV. 30	Création fichier bruit	43
IV. 31	Création cas/scénario	43
IV. 32	Choix du centre de contours	43
IV. 33	Exemple de niveaux de contours	44
CHAPITRE V : Etude opérationnelle		
V. 1	Conditions initiales DAOO	46

V. 2	Profil vertical DA00	46
V. 3	Output profil vertical DA00	46
V. 4	Profil horizontal DA00	47
V. 5	Output Profil horizontal DA00	47
V. 6	Trajectoire 3D, DA00	48
V. 7	Contraintes DA00	48
V. 8	Rapport, DA00, partie 1	49
V. 9	Rapport, DA00, partie 2	49
V. 10	Rapport, DA00, partie 3	49
V. 11	Conditions initiales DAAG	51
V. 12	Profil vertical DAAG	51
V. 13	Output Profil vertical DAAG	51
V. 14	Profil Horizontal DAAG	52
V. 15	Output Profil horizontal DAAG	52
V. 16	Trajectoire 3D, DAAG	52
V. 17	Rapport, DAAG, partie 1	53
V. 18	Rapport, DAAG, partie 2	53
V. 19	Rapport, DAAG, partie 3	54
V. 20	Conditions initiales LFST	55
V. 21	Profil vertical LFST	55
V. 22	Output profil vertical LFST	55
V. 23	Profil horizontal LFST	56
V. 24	Output Profil horizontal LFST	56
V. 25	Trajectoire 3D, LFST	56
V. 26	Contraintes LFST	57

V. 27	Rapport, LFST, partie 1	58
V. 28	Rapport, LFST, partie 2	58
V. 29	Rapport, LFST, partie 3	58
V. 30	Rapport, LFST, partie 4	58
V. 31	Conditions initiales LFPO	60
V. 32	Spécifications profil vertical LFPO	60
V. 33	Profil vertical LFPO	60
V. 34	Output profil vertical LFPO	61
V. 35	Profil horizontal LFPO	61
V. 36	Output profil horizontal LFPO	62
V. 37	Trajectoire 3D, LFPO	62
V. 38	Contraintes LFPO	63
V. 39	Rapport, LFPO, partie 1	64
V. 40	Rapport, LFPO, partie 2	64
V. 41	Rapport, LFPO, partie 3	64
V. 42	Rapport, LFPO, partie 4	64
V. 43	Conditions initiales EHAM	66
V. 44	Spécifications profil vertical EHAM	66
V. 45	Profil vertical EHAM	66
V. 46	Output profil vertical EHAM	67
V. 47	Profil horizontal EHAM	67
V. 48	Output Profil horizontal EHAM	68
V. 49	Rapport bruit EHAM	68
V. 50	Niveaux sonores, EHAM	69
V. 51	Projection niveaux sonores, EHAM	69

CHAPITRE I : Présentation de l'organisme d'accueil - Tassili Airlines -		
I. 1	Tassili Airlines en résumé	2
I.2	Flotte de Tassili Airlines	3
CHAPITRE II : Présentation du constructeur Boeing et de l'appareil B737-800W		
II. 1	Performances du B 737-800 W	9
CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program (BCOP)		
IV. 1	Exemple cheminement profil horizontal	35
CHAPITRE V : Etude opérationnelle		
V. 1	Les aéroports choisis	45
V. 1	Contraintes DAOO	48
V. 1	Contraintes LFST	57
V. 1	Contraintes LFPO	63

Annexe A |
Liste des abréviations

CHAPITRE I : Présentation de l'organisme d'accueil - Tassili Airlines -	
DOA	Direction des opérations aériennes
PNC	Personnel navigant technique
PNT	Personnel navigant commercial
TTA	Tassili travail aérien
CHAPITRE II : Présentation du constructeur Boeing et de l'appareil B737-800W	
MLW	Maximum Landing Weight
MRW	Maximum Roll Weight
MTOW	Maximum Take Off Weight
MZFW	Maximum Zero Fuel Weight
CHAPITRE III : Performances opérationnelles exigées	
ASBL	Approach Surface Base Line
ATTCS	Automatic Take off Thrust Control Systems
C_x	Coefficient de trainée
C_y	Coefficient de portance
DER	Departure End of Runway
DME	Distance Measuring Equipment
FAF	Final Approach Fix
GPS	Global Positioning System
IAC	Approach Instruments Chart
IAF	Initial Approach Fix
IF	Intermediate fix
IFR	Instrument Flight Rules
Mapt	Missed Approach Point

Annexe A : Liste des abréviations

MFO	Marge de Franchissement d'Obstacle
MOC	Minimum Obstacle Clearance
MSA	Minimum Sector Altitude
MVI	Manœuvre à Vue Imposée
MVL	Manœuvre à Vue Libre
OCS	Obstacle Clearance Surface
OIS	Obstacle Identification Surface
PAPI	Precision Approach Path Indicator
PDG	Procedure Design Gradient
ROC	Rate Of Climb
SID	Standard Instrument Departure
STAR	Standard Terminal Arrival
SWY	Stopway
TMA	Terminal Manoeuvring Area
T-VASIS	T-Visual Approach Slope Indicator System
CHAPITRE IV : Présentation de l'application Boeing climbout program	
IATA	International Air Transport Association
PEB	Plan d'Exposition au Bruit
CHAPITRE V : Etude opérationnelle	
AGL	Above Ground Level
RWY	Runway

Annexe B |
Définitions

- **Définition Lden :** [9]

L=level (niveau), d=day (jour), e=evening (soirée), n=night (nuit), c'est un indice qui permet de mieux exprimer l'effet du bruit, il découpe la journée en trois périodes :

- la période du jour s'étend de 6 heures à 18 heures,
- la période de soirée s'étend de 18 heures à 22 heures,
- la période de nuit s'étend de 22 heures à 6 heures.

Le Lden est défini comme le niveau énergétique moyen sur la période de 24 heures, pour lesquelles on applique des pénalités (majorations) selon les sous périodes :

- 5 dB(A) pour la soirée ;
- 10 dB(A) pour la nuit.

DAOO/ORN
AHMED BENBELLA

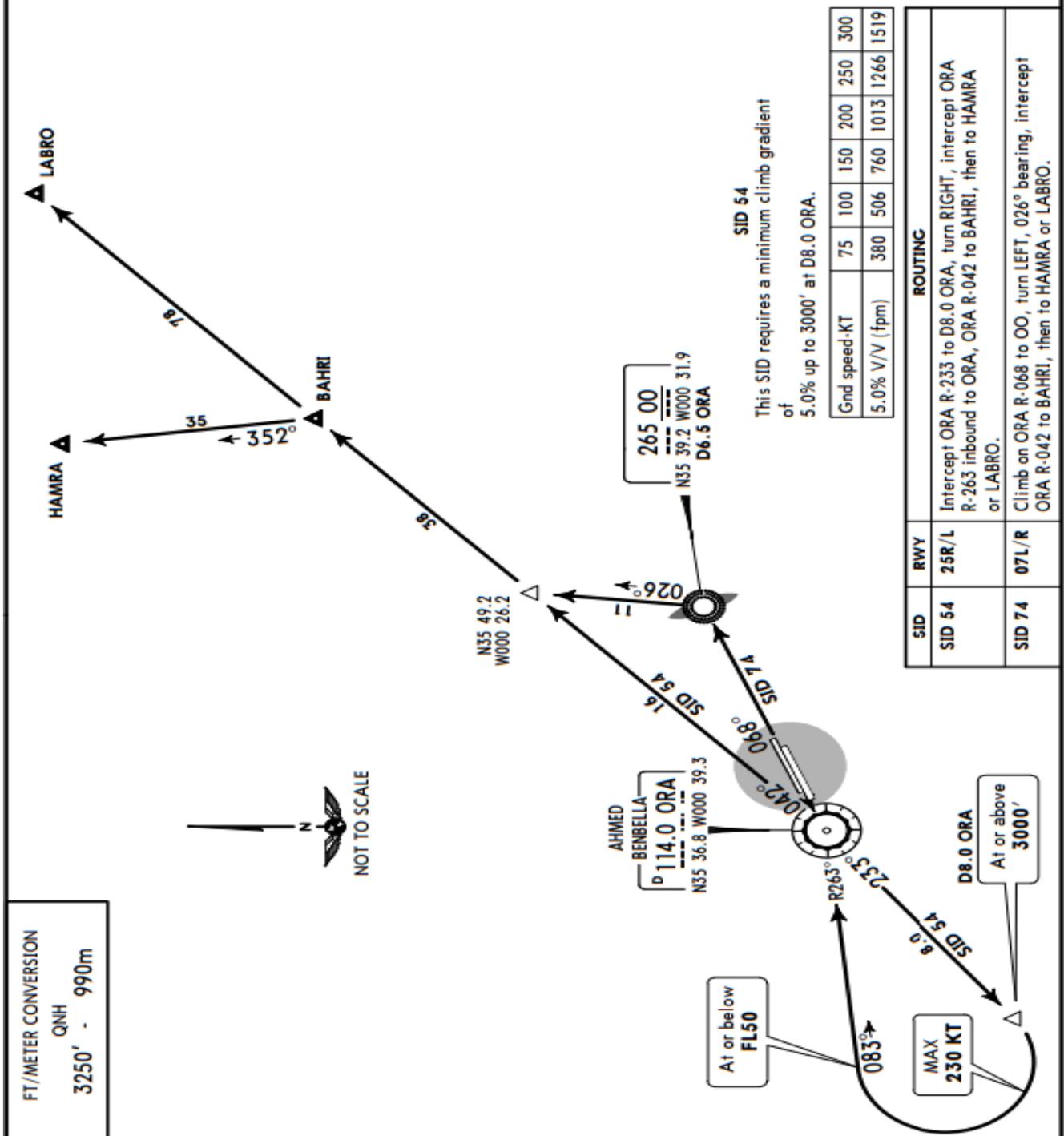
JEPESEN
9 DEC 16 (10-3B)

ORAN, ALGERIA
SID

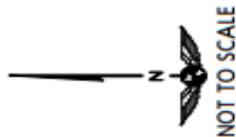
Apt Elev
299'

Trans level: By ATC Trans alt: 3250'

SID 54, SID 74
DEPARTURES



FT/METER CONVERSION
QNH
3250' - 990m

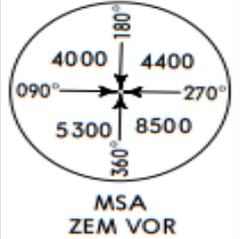


CHANGES: Airport name; ES SENIA VORDME renamed AHMED BENBELLA.

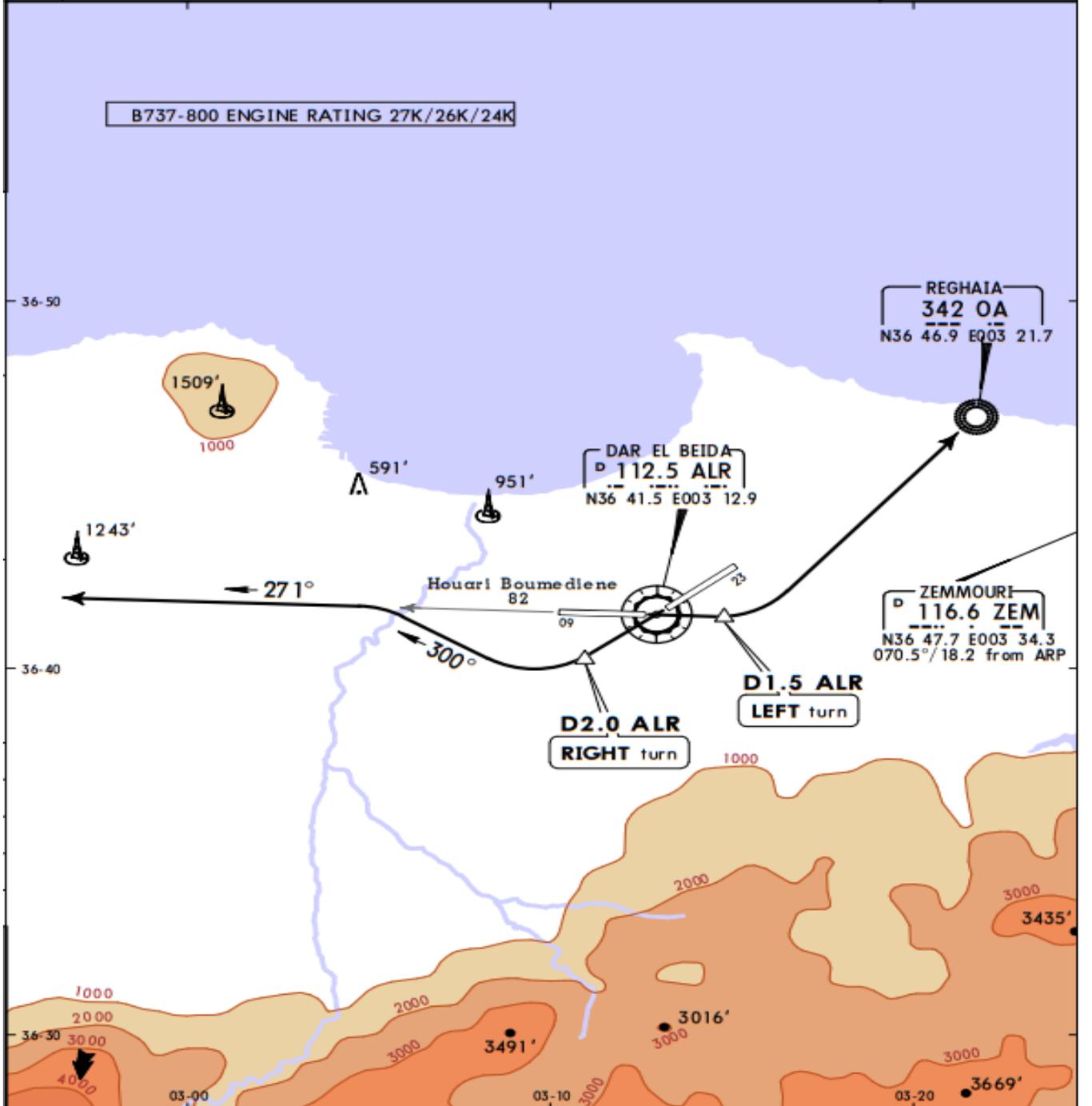
© JEPESEN, 2003, 2016. ALL RIGHTS RESERVED.

TASSILI AIRLINES 28 DEC 18 10-7 ALGIERS, ALGERIA
 DAAG/ALG B737-800 DHC-8 402 DHC-8 202 Beech 1900 HOUARI BOUMEDIENE

TRANS LEVEL: BY ATC TRANS ALT: 3940'		SPECIAL ENGINE FAILURE PROCEDURE "Advise ATC of Intentions"	
RWY	PROCEDURE		
09	At D1.5 ALR LEFT turn DCT to OA.		
23	At D2.0 ALR RIGHT turn to 300. Intercept OUBD R-271 ALR.		



B737-800 ENGINE RATING 27K/26K/24K



CHANGES: Procedure.

© JEPPESEN, 2018. ALL RIGHTS RESERVED.

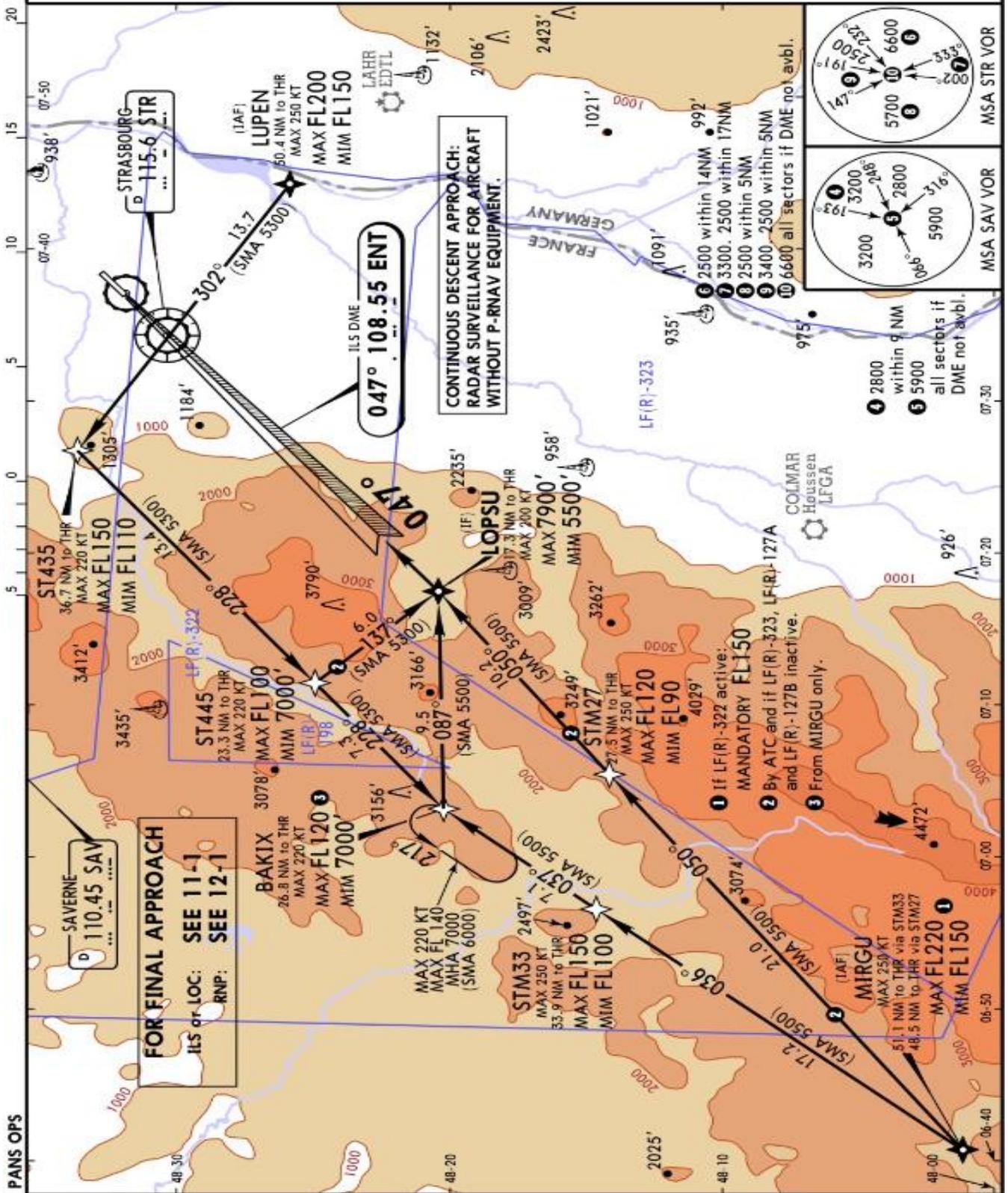
LFST/SXB
ENTZHEIM

JEPPESEN
29 NOV 19
Eff 5 Dec (11-0)

STRASBOURG, FRANCE
INITIAL APPROACH Rwy 05

ATIS 126.930	STRASBOURG Control (APP) 134.575	STRASBOURG Approach West 120.7	STRASBOURG Approach East 119.580	STRASBOURG Tower 119.250	Ground 121.805
-----------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	-------------------

FOR BRIEFING STRIP INFORMATION AND NOTES
SEE FINAL APPROACH CHARTS



CHANGES: Speed restrictions.

© JEPPESEN, 2012, 2019. ALL RIGHTS RESERVED.

LFPO/ORLY
ORLY

JEPPESEN
6 SEP 19 (10-3L4) Eff 12 Sep

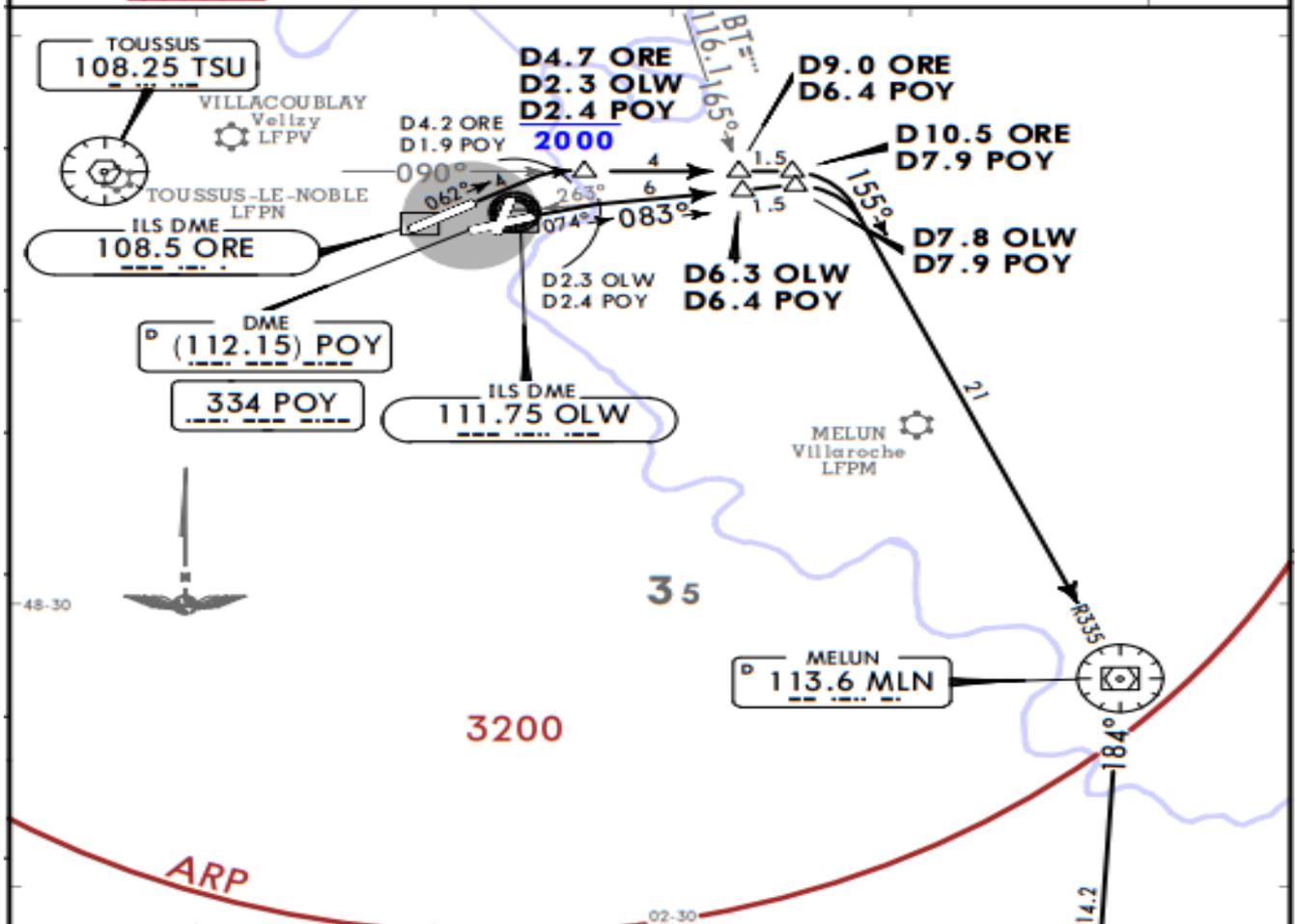
PARIS, FRANCE

SID

*ORLY Departure 127.750 Apt Elev 291 Trans alt: 5000
1. SIDs are also minimum noise routings.
2. RWY 06: Overriding procedure DME angle greater than 23° at D1.9 POY.

DORDI
RWYS 06, 07 DEPARTURES
LETTER E, F, G & H
JETS & PROPS BELOW FL195

FOR FLIGHTS TO DESTINATIONS SPECIFIED VIA AIRWAYS G-40, G-54 & J-301
SPEED: MAX 250 KT BELOW FL100 EXCEPT EXPLICIT CLEARANCE



These SIDs require a minimum climb gradient of 5.5% up to FL150.

Gnd speed-KT	75	100	150	200	250	300
5.5% V/V (fpm)	418	557	835	1114	1392	1671

If unable to comply advise ORLY Tower on first contact.

Initial climb clearance **3000**, further climb when authorized by ATC.

IMPORTANT: For noise abatement purposes follow initial climb-path with greatest precision until reaching D6.4 POY (or crossing BT R165).

RWY	INITIAL CLIMB
06	Climb on 062° track to D1.9 POY or D4.2 ORE, turn RIGHT, intercept TSU R090 via D6.4 POY or D9.0 ORE to D7.9 POY or D10.5 ORE, turn RIGHT, intercept MLN R335 inbound to MLN.
07	Climb on 074° track to D2.4 POY or D2.3 OLV, turn RIGHT, intercept 083° bearing from POY NDB via D6.4 POY or D6.3 OLV to D7.9 POY or D7.8 OLV, turn RIGHT, intercept MLN R335 inbound to MLN.

SID	ROUTING
DORDI 7E [DORD7E], DORDI 7F [DORD7F] DORDI 7G [DORD7G], DORDI 7H [DORD7H]	At MLN turn RIGHT, MLN R184 to DORDI.

CHANGES: RWY 08 redesignated 07. © JEPPESEN, 2018, 2019. ALL RIGHTS RESERVED.

Licensed to max. Printed on 16 Feb 2008.
 NOTICE: PRINTED FROM AN EXPIRED REVISION. Disc 01-2008

JEPPESEN
 JeppView 3.5.2.0

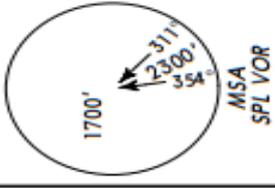
EHAM/AMS
SCHIPHOL

JEPPESEN AMSTERDAM, NETHERLANDS
 27 JAN 06 **10-3T** **SID**

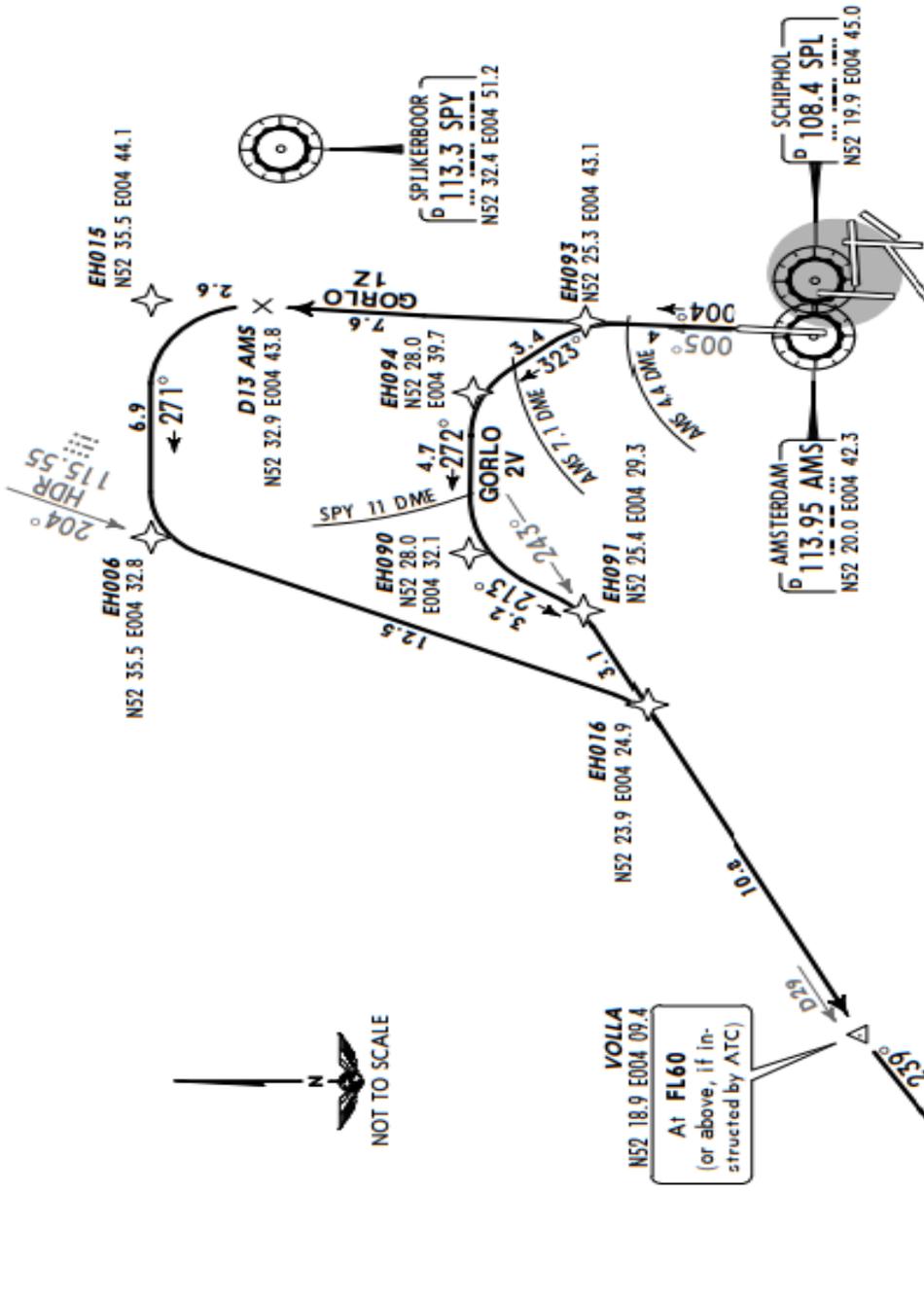
SCHIPHOL Departure (R)
121.2

Apt Elev
-11'

Trans level: By ATC Trans alt: 3000'
 For departure instructions refer to 10-3A.



GORLO 2V [GORL2V], GORLO 1Z [GORL1Z]
RWY 36L DEPARTURES
SPEEDS MAX 250 KT BELOW FL100



Initial climb clearance FL60 higher level only when cleared by ATC	
SID	ROUTING
GORLO 2V ①	004° track, at AMS 4.4 DME turn LEFT, 323° track, at AMS 7.1 DME turn LEFT, 272° track, at SPY 11 DME turn LEFT, 213° track, intercept SPY R-243 to VOLLA, 239° track to GORLO. RNAV: THR 36L - EH083 - EH084 - EH089 - VOLLA (FL60) - GORLO.
GORLO 1Z ②	004° track, intercept AMS R-005, at D13 AMS turn LEFT, 271° track, intercept HDR R-204, intercept SPY R-243 to VOLLA, 239° track to GORLO. RNAV: THR 36L - EH015 - EH006 - EH016 - VOLLA (FL60) - GORLO.
① Jet aircraft only between 0600-2300LT. ② Only jet aircraft between 2300-0600LT.	

CHANGES: SIDs transferred; chart redrawn.

© JEPPESEN SANDERSON, INC., 2003, 2006. ALL RIGHTS RESERVED.

Annexe D



Divers

- Aeronautical Information Publication, Service d'information aéronautique Algérie,
www.sia-enna.dz .
- eAeronautical Information Publication, Service d'information aéronautique France,
www.sia.aviation-civile.gouv.fr, 13/08/2020.
- eAeronautical Information Publication, Service d'information aéronautique Pays- bas (Netherlands)
<https://www.lvnl.nl/eaip/2020-08-27-AIRAC/html/index-en-GB.html> ,
13/08/2020

- [1] Tassili Airlines, section 1, manuel d'exploitation A, Généralités/Fondements, Révision 23, 25/03/2019.
- [2] 737 Airplane Characteristics for Airport Planning, Boeing Commercial Airplanes, édition D6-58325-6, octobre 2005.
- [3] Masses et centrage, Performances avion, Institut d'aéronautique JEAN MERMOZ, édition numéro 2, www.institut.mermoz.com .
- [4] Droit aérien et procédure de la circulation aérienne, Institut d'aéronautique JEAN MERMOZ, édition numéro 2, www.institut.mermoz.com .
- [5] Procédures d'arrivées IFR, Section Instruction – IVAOTM division France, août 2010.
http://storage.ivaotm.fr/training_public/Section%20Instruction/ATC/APC/IFR_AR_R.pdf .
- [6] FLIGHT OPERATION ENGINEERING, Boeing Climbout Program, Navigation Concept and Terminal Area, avril 2016.
- [7] FLIGHT OPERATION ENGINEERING, Boeing Climbout Program, Aircraft Performance Analysis in the Terminal Area, avril 2016.
- [8] CAHIER DE L'ENVIRONNEMENT n ° 296, Valeurs limites d'exposition au bruit des aéroports nationaux, Publié par l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) Berne, année 1998.
- [9] Plan de gêne sonore, Indice Lden ;
https://fr.wikipedia.org/wiki/Plan_de_g%C3%AAnes_sonore .