

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université Saad Dahleb Blida – 1 –
Institut D'aéronautique Et Des Etude Spatiales
Département : Navigation Aérienne

Mémoire

De fin d'études

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Aéronautique

THEME :

Etude d'ouverture d'une nouvelle ligne (Alger -Téhéran – Alger) avec
étude de cas : panne moteur et panne de pressurisation simultanées
pour le B737-800 NG.

Option : Opérations Aériennes

Réaliser par :

Touati Brahim Zineb

Khali Ilhem Baya

Promoteur :

Mr.DRIOUCH

Encadreurs :

Mr N.TERMELIL

Mr M.BENARBIA

Blida, juillet 2019

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université Saad Dahleb Blida – 1 –
Institut D'aéronautique Et Des Etude Spatiales
Département : Navigation Aérienne

Mémoire

De fin d'études

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Aéronautique

THEME :

Etude d'ouverture d'une nouvelle ligne (Alger -Téhéran – Alger) avec
étude de cas : panne moteur et panne de pressurisation simultanées
pour le B737-800 NG.

Option : Opérations Aériennes

Réaliser par :

Touati Brahim Zineb

Khali Ilhem Baya

Promoteur :

Mr.DRIOUCH

Encadreurs :

Mr N.TERMELIL

Mr M.BENARBIA

Blida, juillet 2019

Résumé

Durant la préparation de ce mémoire, nous allons adopter une méthodologie descriptive afin de définir les étapes à suivre lors de la conception des procédures d'urgence, ainsi qu'une méthodologie analytique pour vérifier la faisabilité et la rentabilité de cette ligne.

Les compagnies aériennes devront établir des études de sécurité lors de l'ouverture d'une nouvelle ligne aérienne, afin d'évaluer l'impact des risques notamment pour les panne moteur et panne de pressurisation sur la sécurité aéronautique, et élaborer des procédures de la panne moteur et pannes de pressurisation. En tenant compte de la topographie le long de la route qui a pour but d'accroître le niveau de sécurité des vols, en suivant une méthodologie bien précise en commençant par identifier les zones critiques et effectuer des calcul des performances à l'aide des logiciels tout en respectant les exigences réglementaire.

En vol, la panne moteur et la panne de pressurisation sont des problèmes potentiels qui doivent être étudié soigneusement avant de rendre une nouvelle ligne opérationnelle. Leurs conséquences agit sérieusement sur l'altitude de l'avion et pour cela sa devient très contraignants au-dessus des zones montagneuses.

Et on ne peut parler d'ouverture d'une nouvelle ligne sans attribuer une étude de rentabilité a cette dernier notamment l'impact de cette rentabilité du vol sur le département finance de la compagnie aérienne.

Mots clés : zones montagneuses, ouverture d'une ligne aérienne, procédures de la panne moteur, panne de pressurisation, altitude de rétablissement, , sécurité, rentabilité.

Abstract

During the preparation of this brief, we will adopt a descriptive methodology to define the steps to be followed in the design of emergency procedures, as well as an analytical methodology to verify the feasibility and profitability of this line.

Airlines will be required to establish safety studies at the opening of a new airline to assess the impact of the risks, in particular for engine failure and pressurization failure, on aviation safety and develop procedures for engine failure and pressurization breakdowns, taking into account the topography along the route, which aims to increase the level of flight safety, following a specific methodology, starting with identifying critical areas and performing performance calculations. Help software while meeting regulatory requirements.

In flight, engine failure and pressurization failure are potential issues that need to be carefully considered before making a new line operational.

Their consequences seriously affect the altitude of the plane and for that it becomes very restrictive over the mountainous areas.

And we cannot speak of opening a new line without assigning a profitability study to the latter including the impact of this profitability of the flight on the finance department of the airline.

Key words: mountainous areas, opening of an airline, engine failure procedures and pressurization failure, recovery altitude, safety and cost-effectiveness.

ملخص

أثناء إعداد هذا الموجز ، سوف نعتد منهجية وصفية لتحديد الخطوات الواجب اتباعها في تصميم إجراءات الطوارئ ، وكذلك المنهجية التحليلية للتحقق من جدوى وربحية هذا الخط.

يجب على شركات الطيران إجراء دراسات السلامة عند فتح خطوط جوية جديدة لتقييم تأثير المخاطر ، وخاصة فشل نظام المحرك والضغط ، وتطوير إجراءات السلامة لفشل المحرك وتعطل نظام الضغط لزيادة مستوى سلامة الطيران ، مع الأخذ في الاعتبار التضاريس على طول الطريق ، والتي تهدف إلى زيادة مستوى سلامة الطيران ، باتباع منهجية محددة ، بدءاً من تحديد المجالات الحرجة وإجراء حسابات الأداء. مساعدة البرنامج أثناء تلبية المتطلبات التنظيمية

أثناء الطيران، يعد عطل المحرك وفشل الضغط من المشكلات المحتملة التي يجب مراعاتها بعناية قبل تشغيل خط جديد.

عواقبها تؤثر تأثيراً خطيراً على ارتفاع الطائرة ، وأنه يصبح تقييداً للغاية على المناطق الجبلية.

ولا يمكننا التحدث عن فتح خط جديد دون تكليف دراسة الربحية لهذا الأخير بما في ذلك تأثير هذه الربحية الرحلة على الإدارة المالية للشركة.

كلمات الأساسية: المناطق الجبلية، فتح شركة طيران ، إجراءات تعطل المحرك ، فشل الضغط، ارتفاع الانتعاش ، السلامة ، فعالية التكلفة.

Remerciement

Nous voulons exprimer par ces quelques lignes de remerciement notre gratitude envers tous ceux qui, par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils nous ont donné du courage afin d'accomplir ce mémoire.

Nous commençons par remercier Monsieur DRIOUCHE qui nous a fait l'honneur d'être notre encadreur. Nous le remercions profondément pour son encouragement continu et aussi d'être toujours là pour nous écouter, nous aider et nous guider à retrouver le bon chemin par sa sagesse et ses précieux conseils, ce qui nous a donné la force d'accomplir ce projet.

Nous tenons à remercier également Monsieur Termellil et Monsieur Benarbia, nos promoteurs externes qui nous ont donné l'occasion d'être stagiaires chez la compagnie Air Algérie ainsi que pour leurs aides et soutien.

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

Juillet 2019

Zineb et Ilhem

Dédicace

« Je dédie cette thèse à ... »

LA MEMOIRE DE MES CHERS GRANDS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Je prie toujours pour le salut de vos âmes que Dieu tout puissant vous accueille dans son vaste paradis

MES CHERS PARENTS

Les mots me manquent pour exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

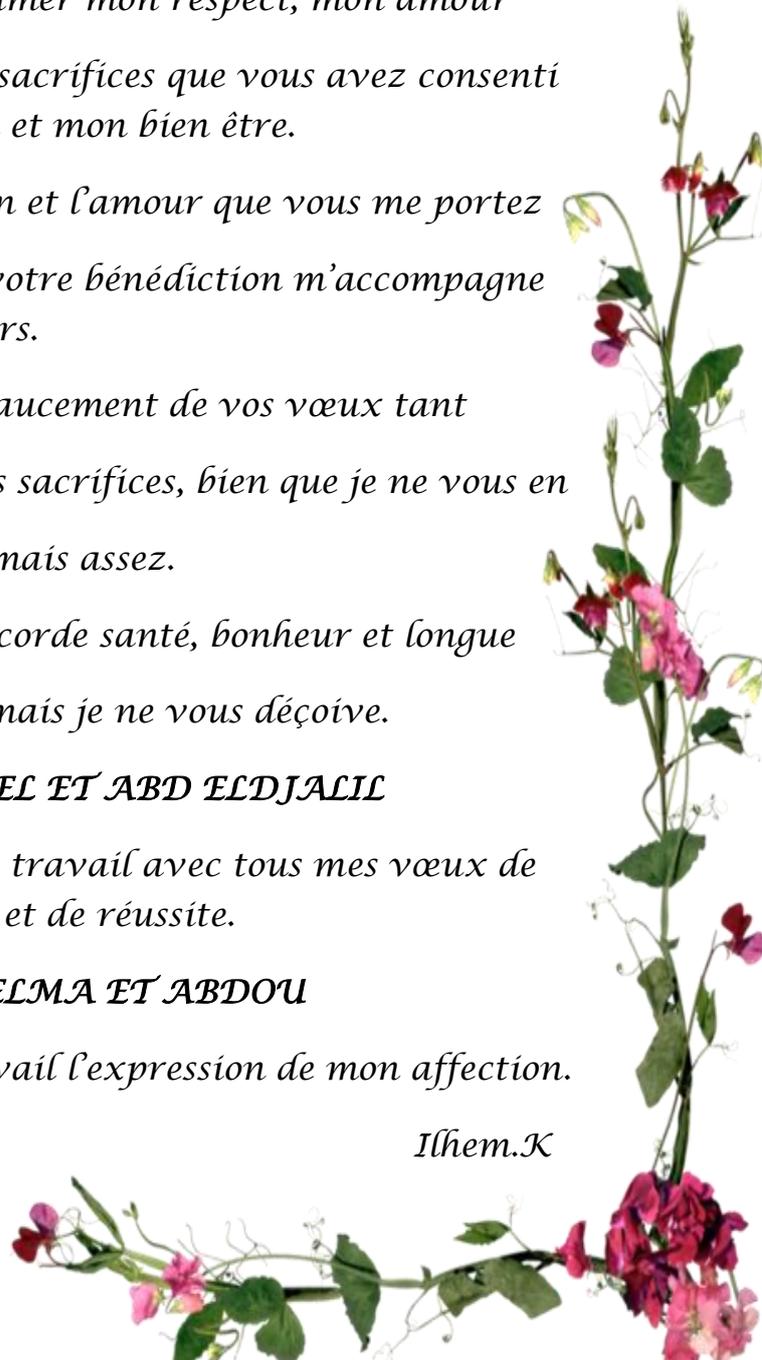
MES CHERS FRERES BILEL ET ABD ELDJALIL

Mes anges gardiens, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

MES CHERS AMIS SELMA ET ABDOU

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

Ilhem.K



Dédicace

Du fond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A MA CHERE MERE

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le Très Haut vous accorder santé, bonheur et longue vie.

A LA MEMOIRE DE MON PERE

Ce travail est dédié à mon père, décédé en 2017, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études.

J'espère que, du monde qui est sein maintenant, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le plus puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !

A MES CHERES SCEURS AMIRA, HADJER ET MON CHER PETIT FRERE ABD ENNOUR

Merci énormément pour votre soutien plus que précieux. Ma vie ne serait pas aussi magique sans votre présence et votre amour.

Zineb.TB

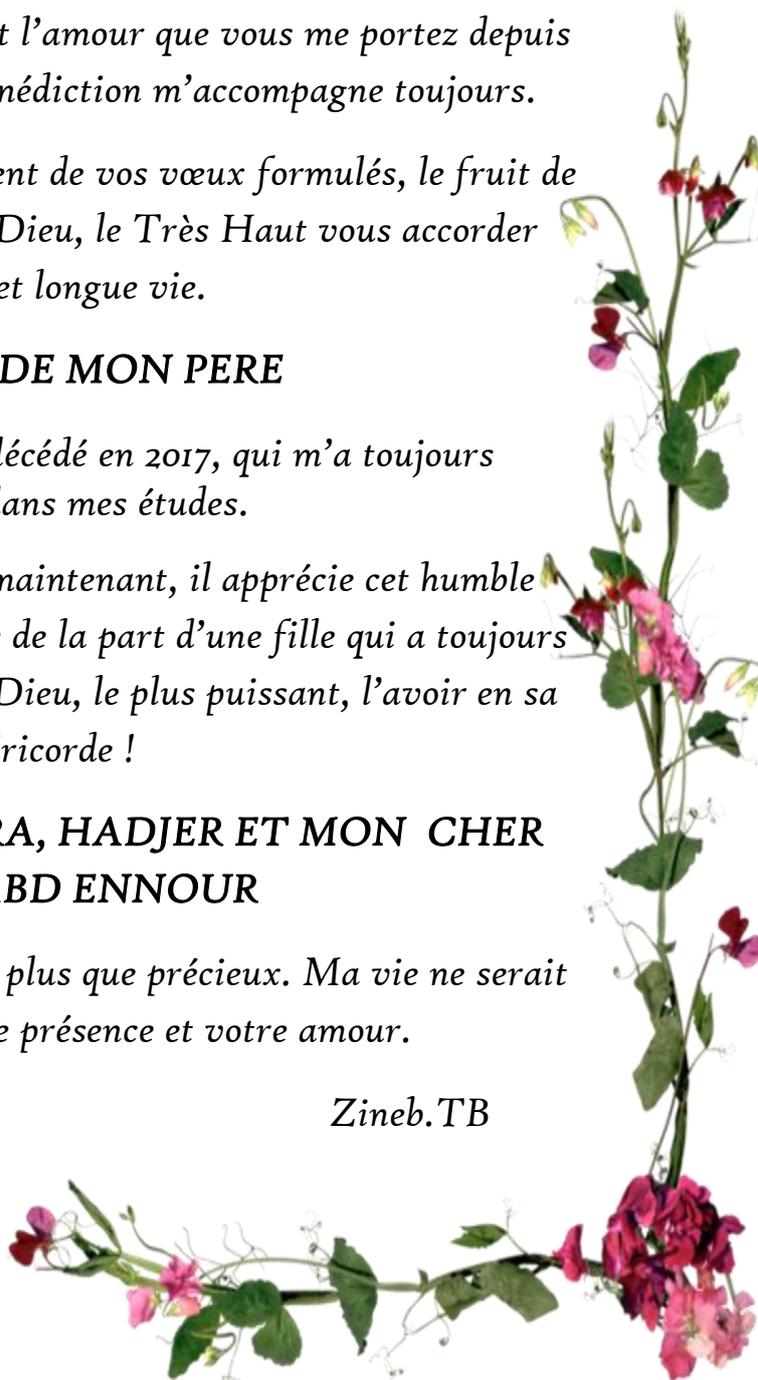


TABLE DES MATIERES

RESUMES

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

INTRODUCTION GENERALE.....1

Chapitre I : Présentation de la compagnie.

I.1. La présentation d'Air Algérie.....2

I.2.L'historique d'Air Algérie.....2

I.3. Organisation de la compagnie.....4

I.4Missions objectifs et moyens de l'entreprise.....6

I.4.1. Les missions d'Air Algérie.....6

I.4.2. Les moyens d'Air Algérie.....7

I.5. Réseau de lignes.....9

Chapitre II : Présentation de l'appareil.

II.1. Présentation de constructeur Boeing.....11

II.1.1.Les variantes de B737 construits.....11

II.1.2.Description générale de B737-800.....12

Chapitre III :Présentation des outils de travail.

III.1. Carte de navigation.....19

III.2.PET:Performance Engineers Tool20

III.3. TIPS: Training Interface Program software.....23

III.4. Flight Planning and Performance Manual25

III.5.Jet plan (plan de vol)25

Chapitre IV : Exigences réglementaires.

IV.1. Cas de panne en route.....27

IV.2. Panne moteur28

IV.2.1. Définitions générales.....28

IV.2.1.1. Procédure Drift Down.....28

IV.2.1.2. La trajectoire de vol « Drift Down »: Nette et Brute.....29

IV.2.1.2.1. Trajectoires de vol brutes « drift down »29

| | |
|--|----|
| IV.2.1.2.2. Trajectoires de vol nette « drift down » | 29 |
| IV.2.1.3. Aéroport de dégagement au décollage | 30 |
| IV.2.2. Franchissement des obstacles en route - Un moteur en panne..... | 31 |
| IV.2.2.1. Séparation latérale | 31 |
| IV.2.2.2. Séparation verticale | 32 |
| IV.2.2.2.1. Condition 1: marge de franchissement de 1 000 pieds | 33 |
| IV.2.2.2.2. Condition 2: marge de dégagement de 2 000 pieds..... | 34 |
| IV.2.2.3. Aérodrome de déroutement..... | 38 |
| IV.2.3. Avion bimoteur..... | 39 |
| IV.3. Panne de pressurisation dans la cabine de vol..... | 40 |
| IV.3.1. Systèmes d'oxygène..... | 40 |
| IV.3.1.1. Systèmes chimiques..... | 40 |
| IV.3.1.2. Systèmes gazeux..... | 40 |
| IV.3.2. Exigence d'oxygène (passagers)..... | 41 |
| IV.3.3. Profil de vol..... | 42 |
| IV.3.3.1. Limitation du système d'oxygène..... | 42 |
| IV.3.3.2. Limitation de performance..... | 43 |
| IV.3.4. Altitudes minimales de vol..... | 44 |
| IV.3.5. Franchissement des Obstacles - Panne de Pressurisation Cabine..... | 45 |
| IV.4. Panne de pressurisation dans la cabine et panne moteur simultanée..... | 46 |

Chapitre IV : Etude opérationnelle.

| | |
|---|------------|
| Introduction..... | 48 |
| IV.1. Etude de performance..... | 48 |
| IV.2. Etude d'adéquation des aéroports..... | 51 |
| IV.3. Choix de la route..... | 65 |
| IV.4. Etude de route..... | 67 |
| Conclusion..... | 105 |

Chapitre V : Etude de rentabilité.

| | |
|--|------------|
| Introduction | 106 |
| Aspect théorique | |
| V.1.Méthode de calcul de rentabilité d'une ligne aérienne..... | 106 |
| V.2. Etude des coûts d'exploitations..... | 107 |
| V.2.1.Coûts directs..... | 107 |
| V.2.2. Coûts indirectes..... | 108 |

Aspect pratique

| | |
|---|------------|
| V.1. Coûts carburant..... | 109 |
| V.2.Coûts maintenance/PN/assurance..... | 109 |
| V.3.Coûts d'assistance sol et atterrissage..... | 110 |
| V.4.Coûts de survol..... | 111 |
| V.5.Coût d'exploitation..... | 115 |
| Conclusion..... | 116 |
| | |
| CONCLUSION GENERALE..... | 117 |

LISTE DES ABREVIATIONS

A

| | |
|------------------|---------------------------------|
| A 330-202 | Airbus 330-200. |
| ACN | Aircraft classification number. |
| AFM | Aircraft flight manual. |

B

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| B737- 800W | Boeing 737-800 with winglets. |
| BEA | Bureau d'enquête accident. |

C

| | |
|--------------------------|----------------------------------|
| C.G.T | Compagnie générale de transport. |
| C/O_{max} | Charge offerte maximale. |

D

| | |
|------------|--------------------|
| DA | Le dinar algérien. |
| DZA | Le dinar algérien. |

E

| | |
|--------------|------------------------------------|
| E.P.E | Entreprise publique et économique. |
| ETF | Escale technique facultative. |
| ETOW | Estimated takeoff weight. |
| ETOPS | Extended twin operations. |

F

| | |
|------------|----------------------------------|
| FAA | Federal aviation administration. |
| FAR | Federal aviation regulations. |
| FL | Le niveau de vol. |
| FIR | Région d'information de vol. |
| ft | pieds. |

I

| | |
|-------------|--|
| IAS | la vitesse indiquée. |
| IATA | International air transport association. |
| IFR | Instrument flight rules. |
| ISA | International standard atmosphere. |

J

| | |
|------------|-----------------------------|
| JAA | Joint aviation authorities. |
| JAR | Joint aviation rules. |

K

| | |
|-----------|-----------------|
| KN | Kilo newton. |
| Km | kilomètre. |
| KT | knots (NM / h). |

L

Litre

| | |
|--------------|---|
| M | |
| m | Mètre. |
| MCT | Poussée maximale continue. |
| MMO | Mach maxi en opération. |
| MORA | Altitude minimale de vol. |
| MTOW | Maximum takeoff weight. |
| min | Minutes. |
| N | |
| NG | New generation. |
| NOTAM | Notice to airmen. |
| O | |
| OACI | Organisation internationale de l'aviation civile. |
| P | |
| PCN | Pavement classification number. |
| PET | Performance engineers tool. |
| PFD | Performance flight data. |
| PNC | Personnel navigant commercial. |
| PNT | Personnel navigant technique. |
| R | |
| RUM | Recette unitaire moyenne. |
| S | |
| SSLIA | Service de sauvetage et lutte contre l'incendie |
| T | |
| TOC | Top of climb. |
| TOD | Top of descent. |
| U | |
| USA | United state of America. |
| USD | Le dollar américain. |
| V | |
| VMO | Vitesse maximale en opération. |
| \$ | US dollar. |
| £ | L'euro. |

TABLE DES MATIERES

RESUMES

REMERCIEMENTS

DEDICACES

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

INTRODUCTION GENERALE.....1

Chapitre I : Présentation de la compagnie.

I.1. La présentation d’Air Algérie.....2

I.2.L’historique d’Air Algérie.....2

I.3. Organisation de la compagnie.....4

I.4Missions objectifs et moyens de l’entreprise.....6

I.4.1. Les missions d’Air Algérie.....6

I.4.2. Les moyens d’Air Algérie.....7

I.5. Réseau de lignes.....9

Chapitre II : Présentation de l’appareil.

II.1. Présentation de constructeur Boeing.....11

II.1.1.Les variantes de B737 construits.....11

II.1.2.Description générale de B737-800.....12

Chapitre III :Présentation des outils de travail.

III.1. Carte de navigation.....19

III.2.PET:Performance Engineers Tool20

III.3. TIPS: Training Interface Program software.....23

III.4. Flight Planning and Performance Manual25

III.5.Jet plan (plan de vol)25

Chapitre IV : Exigences réglementaires.

IV.1. Cas de panne en route.....27

IV.2. Panne moteur28

IV.2.1. Définitions générales.....28

IV.2.1.1. Procédure Drift Down.....28

IV.2.1.2. La trajectoire de vol « Drift Down »: Nette et Brute.....29

| | |
|--|----|
| IV.2.1.2.1. Trajectoires de vol brutes « drift down » | 29 |
| IV.2.1.2.2. Trajectoires de vol nette « drift down » | 29 |
| IV.2.1.3. Aéroport de dégagement au décollage | 30 |
| IV.2.2. Franchissement des obstacles en route - Un moteur en panne..... | 31 |
| IV.2.2.1. Séparation latérale | 31 |
| IV.2.2.2. Séparation verticale | 32 |
| IV.2.2.2.1. Condition 1: marge de franchissement de 1 000 pieds | 33 |
| IV.2.2.2.2. Condition 2: marge de dégagement de 2 000 pieds..... | 34 |
| IV.2.2.3. Aérodrome de déroutement..... | 38 |
| IV.2.3. Avion bimoteur..... | 39 |
| IV.3. Panne de pressurisation dans la cabine de vol..... | 40 |
| IV.3.1. Systèmes d'oxygène..... | 40 |
| IV.3.1.1. Systèmes chimiques..... | 40 |
| IV.3.1.2. Systèmes gazeux..... | 40 |
| IV.3.2. Exigence d'oxygène (passagers)..... | 41 |
| IV.3.3. Profil de vol..... | 42 |
| IV.3.3.1. Limitation du système d'oxygène..... | 42 |
| IV.3.3.2. Limitation de performance..... | 43 |
| IV.3.4. Altitudes minimales de vol..... | 44 |
| IV.3.5. Franchissement des Obstacles - Panne de Pressurisation Cabine..... | 45 |
| IV.4. Panne de pressurisation dans la cabine et panne moteur simultanée..... | 46 |

Chapitre IV : Etude opérationnelle.

| | |
|---|------------|
| Introduction..... | 48 |
| IV.1. Etude de performance..... | 48 |
| IV.2. Etude d'adéquation des aéroports..... | 51 |
| IV.3. Choix de la route..... | 65 |
| IV.4. Etude de route..... | 67 |
| Conclusion..... | 105 |

Chapitre V : Etude de rentabilité.

| | |
|--|------------|
| Introduction | 106 |
| Aspect théorique | |
| V.1.Méthode de calcul de rentabilité d'une ligne aérienne..... | 106 |
| V.2. Etude des coûts d'exploitations..... | 107 |
| V.2.1.Coûts directs..... | 107 |

| | |
|---|------------|
| V.2.2. Coûts indirectes..... | 108 |
| Aspect pratique | |
| V.1. Coûts carburant..... | 109 |
| V.2.Coûts maintenance/PN/assurance..... | 109 |
| V.3.Coûts d'assistance sol et atterrissage..... | 110 |
| V.4.Coûts de survol..... | 111 |
| V.5.Coût d'exploitation..... | 115 |
| Conclusion..... | 116 |
| | |
| CONCLUSION GENERALE..... | 117 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure A-3 : organigramme de l'organisation de la compagnie Air Algérie..... | 5 |
| Figure B-1: Evolution de la famille Boeing 737..... | 12 |
| Figure B-2: les dimensions du B737-800..... | 14 |
| Figure B-3: cabine passagers du Boeing 737-800..... | 16 |
| Figure B-4: configurations des cabines passagers du Boeing 737-800..... | 17 |
| Figure C-1 : carte JEPPESEN..... | 20 |
| Figure C-2 : schéma explicatif de l'outil PET..... | 21 |
| Figure C-3 : fenêtres de calcul de l'outil PET..... | 22 |
| Figure C-4: fenêtres d'insertion des données de calcul de l'outil PET..... | 22 |
| Figure C-5 : fenêtre explicative de la section drawing option de l'outil TIPS..... | 23 |
| Figure C-6: fenêtre explicative de la section relief profile de l'outil TIPS..... | 23 |
| Figure C-7 : fenêtre explicative de la section oxygène profile de l'outil TIPS..... | 24 |
| Figure C-8 : fenêtre explicative de la section net drift down profile de l'outil TIPS..... | 24 |
| Figure C-9: explication des acronymes dans l'en- tête du jet plan..... | 26 |
| Figure D-1: Procédure de dérive (montée et descente)..... | 28 |
| Figure D-2 : trajectoires de vol drift down nette et brute (montée et descente)..... | 30 |
| Figure D-3: séparation latérale..... | 32 |
| Figure D-4 : Séparation verticale (1, 000 ft)..... | 33 |
| Figure D-5 : Séparation verticale (2,000 ft)..... | 35 |
| Figure D-6 : le point continu (B) avant le point de non retour (A)..... | 37 |
| Figure D-7 : le point continu (B) après le point de non retour (A)..... | 37 |
| Figure D-8 : Exigences de performance au dessus de l'aéroport de détournement..... | 38 |
| Figure D-9 : règle de 60 minutes..... | 39 |
| Figure D-10 : profile de descente - 22 minutes système oxygène (Boeing 737- 800)..... | 43 |
| Figure D-11: Profil de performance A319 - Système d'oxygène (22 minutes)..... | 44 |
| Figure D-12 : profil de franchissement d'obstacle A319- panne de pressurisation..... | 46 |
| Figure D-13 : profil de descente A319 (panne moteur + panne de pressurisation)..... | 47 |
| Figure E-1: représentation de la route (aller - retour) sur une carte Atlas..... | 65 |
| Figure E-2: représentation de la route (aller – retour) sur une carte en topographique..... | 66 |
| Figure E-3: les cercles de 60 min sur une carte Atlas..... | 66 |

| | |
|--|-----------|
| Figure E-4: les cercles de 60 min sur une carte topographique..... | 67 |
| Figure E-5: Profil relief DAL-SUTBU..... | 72 |
| Figure E-6: résultats de calcul d'une descente du FL370 au FL180..... | 73 |
| Figure E-7: résultats de calcul des vitesses de croisière pour le profil de 12min..... | 74 |
| Figure E-8: points de retour et non retour (Alger – Téhéran)..... | 75 |
| FigureE-9: S I [DAL-GAP]..... | 76 |
| Figure E-10: S1 : route sur carte jeppesen [DAL -AYT]..... | 76 |
| Figure E-11: profil de descente (12min) en cas de panne de pressurisation avant AYT..... | 77 |
| Figure E-12: (S1= DAL- AYT) BEFORE AYT DIVERT TO LTAI (12min profile)..... | 78 |
| Figure E-13: S2 : route sur carte jeppesen[MANAZ - AYT]..... | 78 |
| FigureE-14: (S2= MANAZ- AYT) AFTER AYT DIVERT TO LTAI (12min profile)..... | 79 |
| Figure E-15 : S3 : route sur carte jeppesen [MANAZ - ADA]..... | 79 |
| Figure E-16: (S3= MANAZ- ADA) BEFORE ADA DIVERT TO LTAF (12min profile).. | 79 |
| Figure E-17: S4: route sur carte jeppesen [MILBA- ADA]..... | 80 |
| Figure E-18: (S4= MILBA- ADA) AFTER ADA DIVERT TO LTAF (12min profile)..... | 80 |
| Figure E-19: S5 : route sur carte jeppesen [MILBA - GAZ]..... | 80 |
| Figure E-20: (S5= MILBA- GAZ) BEFORE GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile)..... | 81 |
| Figure E-21: S6 : route sur carte jeppesen [GAP- GAZ]..... | 81 |
| FigureE-22: (S6= GAP- GAZ) AFTER GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile)..... | 82 |
| Figure E-23: profil oxygène S II [GAP - SUTBU]..... | 83 |
| Figure E-24: S7: route sur carte jeppesen [TUMKU-GAP]..... | 83 |
| Figure E-25: (S7= TUMKU- GAP) AFTER GAP DIVERT TO LTCS (12min profile)..... | 84 |
| Figure E-26: S8: route sur carte jeppesen [TUMKU- VAN]..... | 84 |
| Figure E-27: (S8= TUMKU- VAN) BEFORE VAN DIVERT TO LTCI (12min profile).... | 84 |
| Figure E-28: S9: route sur carte jeppesen [BONAM- VAN]..... | 85 |
| Figure E-29: (S9= BONAM -VAN) AFTER VAN DIVERT TO LTCI (12min profile)..... | 85 |
| Figure E-30: S10: route sur carte jeppesen [BONAM- UMH]..... | 85 |
| Figure E-31: (S10=BONAM- UMH) AFTER BONAM DIVERT TO OITR(12min)..... | 86 |
| Figure E-32: S11: route sur carte jeppesen [GETOB- UMH]..... | 86 |
| Figure E-33: (S11= GETOB-UMH) BEFORE GETOB DIVERT TO OITR (12min)..... | 87 |
| Figure E-34: S12: route sur carte jeppesen [GETOB- ZAJ]..... | 87 |
| Figure E-35: (S12=GETOB- ZAJ) BEFORE ZAJ DIVERT TO OIGG (12min)..... | 87 |

| | |
|---|------------|
| Figure E-36: S13 : route sur carte jeppesen [ZAJ- SUTBU]..... | 88 |
| Figure E-37: (S13=ZAJ- SUTBU) AFTER ZAJ DIVERT TO OIII (12min profile)..... | 88 |
| Figure E-38: Profil relief TOC-TUPAL..... | 92 |
| Figure E-39: résultats de calcul d'une descente du FL340 au FL180..... | 93 |
| Figure E-40: résultats de calcul des vitesses de croisière pour le profil de 12min..... | 94 |
| Figure E-41: S1: route sur carte jeppesen [ZAJ- TOC]..... | 95 |
| Figure E-42: (S1=ZAJ- TOC) BEFORE ZAJ DIVERT TO OIII (12min profile)..... | 95 |
| Figure E-43: S2: route sur carte jeppesen [GETOB- RST]..... | 96 |
| Figure E-44: (S2=GETOB- RST) AFTER ZAJ DIVERT TO OIGG (12min profile)..... | 96 |
| Figure E-45: S3: route sur carte jeppesen [GETOB- UMH]..... | 97 |
| Figure E-46: (S3= GETOB-UMH) AFTER GETOB DIVERT TO OITR (12min profile)... | 97 |
| Figure E-47: S4: route sur carte jeppesen [BONAM- UMH]..... | 98 |
| Figure E-48: (S4=BONAM- UMH) BEFORE BONAM DIVERT TO OITR (12min)..... | 98 |
| Figure E-49: S5: route sur carte jeppesen [BONAM- VAN]..... | 98 |
| Figure E-50: (S5= BONAM -VAN) BEFORE VAN DIVERT TO LTCI (12min profile).... | 99 |
| Figure E-51: S6: route sur carte jeppesen [TUMKU- VAN]..... | 99 |
| Figure E-52: (S6= TUMKU- VAN) AFTER VAN DIVERT TO LTCI (12min profile)..... | 99 |
| Figure E-53: S7: route sur carte jeppesen [TUMKU-GAP]..... | 100 |
| Figure E-54: (S7= TUMKU- GAP) BEFORE GAP DIVERT TO LTCS (12min profile)... | 100 |
| Figure E-55: S8: route sur carte jeppesen [GAP- GAZ]..... | 101 |
| Figure E-56: (S8= GAP- GAZ) BEFORE GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile)..... | 101 |
| Figure E-57: S9 : route sur carte jeppesen [MILBA - GAZ]..... | 101 |
| Figure E-58: (S9= MILBA- GAZ) AFTER GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile)..... | 102 |
| Figure E-59: S10: route sur carte jeppesen [MILBA- ADA]..... | 102 |
| Figure E-60: (S10= MILBA- ADA)BEFORE ADA DIVERT TO LTAF(12min profile).... | 102 |
| Figure E-61: S11 : route sur carte jeppesen [MANAZ - ADA]..... | 103 |
| Figure E-62: (S11= MANAZ- ADA) AFTER ADA DIVERT TO LTAF (12min profile)... | 103 |
| Figure E-63: S12 : route sur carte jeppesen [MANAZ - GZP]..... | 103 |
| Figure E-64: (S12= MANAZ- GZP)AFTER MANAZ DIVERT TO LTFG(12min)..... | 104 |
| Figure E-65: S13 : route sur carte jeppesen [MUT - AYT]..... | 104 |
| Figure E-66: (S13=MUT- AYT) BEFORE AYT DIVERT TO LTAI (12min profile)..... | 104 |
| Figure E-67: S14: route sur carte jeppesen [AYT-DAL]..... | 105 |

Figure E-68:(S14=AYT-DAL) AFTER AYT DIVERT TO LTBS (12min profile).....**105**

Introduction générale

Bien souvent on se demande pourquoi il n'existe pas de ligne vers telle ou telle destination en vogue. Si une destination est attractive, rien n'assure pour autant que les avions se rempliront semaines après semaines. D'autant plus que la concurrence entre les compagnies aériennes ce veut aujourd'hui un challenge a relevé pour se positionner au sommet du trafic aérien, notamment en matière de nombre de vol proposé ainsi qu'au gain rapporté pour ces services rendus. On se penche alors sur l'étude d'ouverture d'une nouvelle ligne aérienne (Alger-Téhéran-Alger) prenant compte de la panne moteur et panne de pressurisation simultanées, et d'autre part l'étude de rentabilité.

Un tel sujet nous pousse à aborder plusieurs critères. En effet, il ne suffit pas de se baser sur une étude du marché pour justifier l'ouverture d'une nouvelle ligne. Il est également indispensable d'étudier la faisabilité de cette ligne conformément à la réglementation aéronautique. Cependant quel sont ces critères qui nous permettent de rendre une route opérationnelle? Et quel est son impact sur de département des finances de la compagnie aérienne ?

Pour répondre à cette problématique nous avons mené une étude structurée en quatre étapes principales de travail qui sont :

Dans une première phase qui est consacré à la présentation de l'organisme d'accueil « Air Algérie », l'appareil utilisé (Boeing 737-800 NG), également les outils de travail (les cartes JEPPESEN, le logiciel «PET», le programme « TIPS», Flight Planning and Performance Manual et le Jet plan).

Ensuite d'un point de vue réglementaire un deuxième chapitre présente aux exigences réglementaires liées aux procédures de la pannes moteur et panne de pressurisation.

Pour la troisième phase, une étude opérationnelle de la ligne qui regroupe l'étude de performance, étude d'adéquation des aéroports, choix de la route, étude de route (élaboration des procédures en cas de panne moteur et panne de pressurisation simultanées) a était élaborer. Et pour finir une étude financière comprenant le calcul des couts d'exploitation, prix du billet et le bénéfice a était établi.

L'étude suivante englobera l'ensemble de ces étapes, pour essayer d'accomplir la réalisation de la ligne.

Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil.

1-La présentation d’Air Algérie :

Air Algérie (code IATA : AH ; code OACI : DAH) est la compagnie aérienne nationale algérienne. Elle fut créé en 1947, quand fut constituée la Compagnie Générale de Transport (C.G.T.), dont le réseau était principalement orienté vers la France. Air Algérie opère depuis l’Aéroport Houari Boumediene d’Alger des vols vers 28 pays en Europe, en Afrique, en Asie, en Amérique du Nord et au Moyen-Orient. Elle dessert également 32 destinations sur le territoire algérien. Elle est membre de l’association internationale du transport aérien, de l’Araba Air Carriers Organisation et de l’Association des Compagnies Aériennes Africaines. Air Algérie est une société par actions au capital de 43 milliards de dinars algériens (environ 403,4 millions d’euros) d’étendue à 100 % par l’état algérien. [1]

| | |
|--------------------------|--|
| Logo (avec dénomination) |  |
| Dénomination | Air Algérie |
| Capital | 43 000 000 000 00 DA |
| Forme juridique | EPE/ SPA |
| Domaine d’activité | le transport aérien |
| Registre de commerce | RC : 00B0091100 |
| Siege social | 1, place Maurice AUDIN 16000 |
| Site web | www.airalgerie.dz |
| Nombre de filiales | 4 |

Tableau A-1 : présentation de la compagnie Air Algérie.

2- L’historique d’Air Algérie :

Dès le lendemain de l’indépendance, Air Algérie est considérée comme l’instrument privilégié de l’exercice de la politique du pays, qui devrait permettre à l’Algérie de développer et réaffirmer les coopérations commerciales et culturelles avec des partenaires au niveau national et international, la principale préoccupation des pouvoirs publics consistait à promouvoir l’aviation de façon à répondre à des besoins de plusieurs aides géographiques, économiques, sociales et transitoires.

| | |
|------|--|
| 1947 | Air Algérie est née dans le but de l'exploitation du réseau des lignes aériennes entre l'Algérie et la France. |
| 1963 | Après l'indépendance, Air Algérie devient une compagnie nationale sous tutelle du ministère des transports, mais dans cette période, le contrôle de l'état était assuré à 51%. Les 49% restantes étaient détenues par Air France. |
| 1970 | Après que les parts de l'état algérien atteignent les 80% y compris le capital de la compagnie, Air Algérie a procédé au renouvellement de sa flotte. |
| 1971 | C'est une date historique dans la vie de la compagnie, deux(02) bings 727-200, venant de Seattle (USA) à Alger, date des perfectionnements technique et commerciaux. Par cette acquisition, Air Algérie est la première compagnie en Afrique à utiliser à des aéronefs type Jet. |
| 1972 | Le 12 décembre, l'état algérien détient 100% des parts d'Air Algérie, mais cette nationalisation ne sera effective qu'en 1974. |
| 1975 | Air Algérie est devenue une Société Nationale de Transport et de Travail Aérien « STTA », chargée d'assurer les services aériens de transports publics réguliers et non réguliers, sur les réseaux nationaux et internationaux. |
| 1983 | La compagnie a été restructurée en deux entités distinctes ; l'une pour les lignes intérieures et l'autre pour les lignes internationales. |
| 1984 | Les deux entités citées ci-dessus sont à nouveau fusionnées en une seule entreprise à laquelle revient la charge de la gestion des aéroports. |
| 1987 | Air Algérie est déchargée de la gestion des aéroports. |
| 1997 | Le 17 février, Air Algérie devient une entreprise publique économique (E.P.E) ayant le statut de société par action (S.P.A) au capital de 2,5 milliards DA. |
| 1999 | Un plan de modernisation et de mise à niveau a été élaboré dont : * Le remplacement des B727-200 et B737-200 par de nouveaux avions « nouvelle génération » ; ✓ L'achèvement des travaux de la |

| | |
|------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> nouvelle base de maintenance ; ✓ La mise en place d'une nouvelle stratégie commerciale adaptée aux nouvelles règles de l'économie de marché ✓ Développer et renforcer la coopération avec d'autres transporteurs ; ✓ La mise en place d'un système interne de communication (intranet) |
| 2000 | Le capital d'Air Algérie est porté à 6 milliards de dinars. |
| 2002 | Le capital d'Air Algérie est porté à 14 milliards de dinars. |
| 2003 | Le crash le plus grave de l'histoire d'Air Algérie (bing 737) à Tamanrasset, faisant 102 morts et 1 survivant. |
| 2006 | Crash d'un avion-cargo d'Air Algérie (Italie) faisant 2 morts. |
| 2007 | Deux événements ont marqué l'histoire de la compagnie Air Algérie, le premier est l'ouverture de la ligne Alger-Montréal et le second événement tragique est le décès du président Mohamed Taleb Benouis. |
| 2008 | Nomination du nouveau PDG « Abdelwahid Bou Abdallah ». |
| 2009 | <p>Cette année a connu :* L'ouverture d'une ligne directe Alger-Pékin ;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Un appel d'offres internationales d'achat de 11 avions pour une valeur de 111 millions de dollars (accord de l'État algérien) ; ✓ L'augmentation du capital à 43 milliards de dinars. |
| 2010 | Modification de l'organigramme de la compagnie |

Tableau A-2 : historique de la compagnie Air Algérie. [1]

3-Organisation :

Pour mener à bien sa mission, et pour fournir une dynamique adaptée a ses préoccupations et à ses activités de transport aérien, l'entreprise Air Algérie est structurée selon l'organigramme général ci-après :

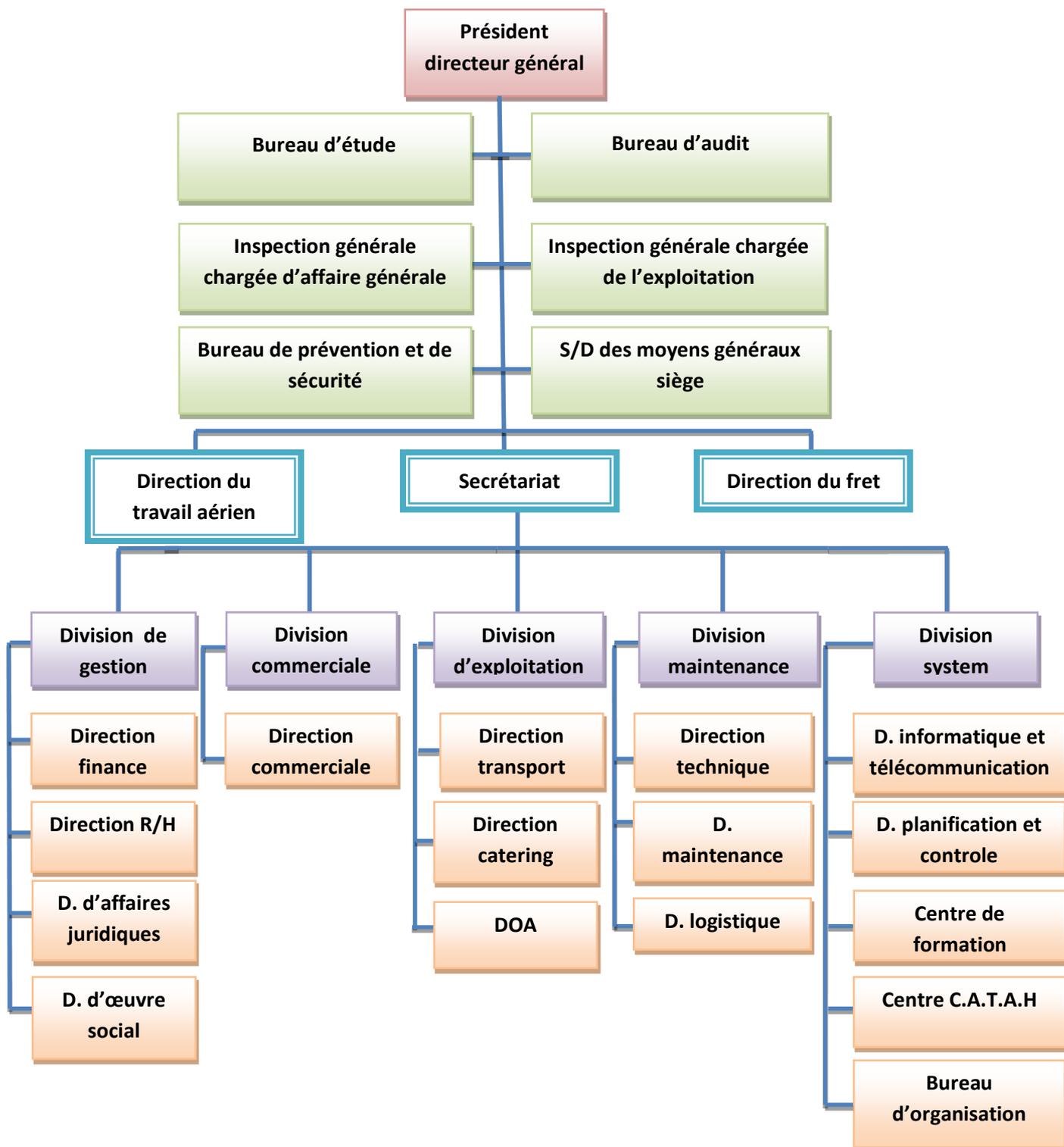


Figure A-1 : organigramme de l'organisation de la compagnie Air Algérie. [1]

4- Missions, objectifs et moyens de l'entreprise :

Comme toute entreprise, Air Algérie a des objectifs à atteindre notamment :

- ✓ augmenter son chiffre d'affaire, assurer une place importante sur le marché, faire face à la concurrence, rendre le client fidèle au produit offert et assurer la survie de l'entreprise.
- ✓ Favoriser la mobilité sociale `à travers le territoire national en mettant l'avion a la portée de tout le monde.
- ✓ Satisfaire de manière ponctuelle et régulière la demande de la clientèle.
- ✓ Fidéliser la clientèle et améliorer la qualité de service (confort, sécurité, hygiène).
- ✓ Améliorer l'image de la compagnie.
- ✓ Augmenter les parts de marche.
- ✓ Contribuer à l'équilibre régional.

Pour réaliser tous ses objectifs, elle a des missions à accomplir tout en respectant ses moyens.

4-1- Les missions d'Air Algérie :

- ✓ Attribuer des conventions et des accords pour exploiter les réseaux internationaux et domestiques en vue d'assurer le transport des personnes, fret, bagages, et courriers quel que soit sa nature : régulier ou non (saisonnier, charter) ...
- ✓ Le traitement des dossiers de candidature à l'agrément, l'accord de l'agrément, et le suivie des agents agréés.
- ✓ L'émission et la vente des titres de transport et l'obtention de toutes licences et autorisation sur vols.
- ✓ Assurer la réparation, la révision, la maintenance, l'entretien, l'achat et la location des aéronefs.
- ✓ La communication, la publicité, le transit, les commissions, les consignations, la présentation, l'assistance commerciale et toutes prestations en rapport avec son sujet.
- ✓ L'avitaillement des avions dans des conditions fixées par le ministère du transport (l'entretien, la réparation, la révision et toute autre opération de maintenance des aéronefs et équipements pour son compte et le compte des tiers).
- ✓ L'exploitation et la gestion des installations en vue de promouvoir les prestations commerciales au niveau des aéroports.

- ✓ L'exploitation des lignes aériennes internationales dans le cadre des conventions et accords internationaux.
- ✓ L'achat et la location d'aéronefs.
- ✓ L'avitaillement des avions dans des conditions fixées par le ministère du transport, l'entretien, la réparation, la révision et toute autre opération de maintenance des aéronefs et équipements pour son compte et le compte des tiers.

4-2- Les moyens d'Air Algérie :

Moyens humains :

Air Algérie a su investir dans la formation du personnel, si bien qu'elle ne dispose aujourd'hui que d'un personnel de nationalité algérienne :

1. Un personnel de conduites des aéronefs qui lui confère une grande réputation de sécurité.
2. La maintenance de sa flotte assurée par son propre personnel.
3. Un centre hôtelier ou commissariat (cat ring) lui permettant de couvrir ses besoins au départ de l'Algérie, ainsi que l'assistance des compagnies étrangères.

Air Algérie compte un effectif de **9327 employés** ; les catégories de son personnel se répartissent comme suit :

1. 8140 personnels au sol.
2. 502 personnels navigants techniques.
3. 685 personnels navigants commerciaux.

Moyens matériels :

*** La flotte de la compagnie**

La flotte (d'un Age moyen de 10.3 ans) de la compagnie aérienne nationale Air Algérie se compose comme ce suit :

| Type d'avion | Nombre |
|--------------|--------|
|--------------|--------|

| | |
|------------------|----|
| Boeing 737-800 | 25 |
| Boeing 737-600 | 05 |
| Boeing 737-700 C | 02 |
| Boeing 767-3D6 | 03 |
| ATR 72-500 | 12 |
| ATR 72-600 | 03 |
| Airbus 330-202 | 08 |
| L382G | 01 |

Tableau A-3: flotte de la compagnie Air Algérie. [1]

***Les appareils d'Air Algérie :**

Actuellement la flotte d'air Algérie est composée des appareils présentés dans le tableau suivant :

| Type d'appareil | Immatriculation |
|--------------------------------|---|
| A330-202 | 7T-VJV ; 7T-VJW ; 7T-VJX ; 7T-VJY 7T-VJZ ; 7T-VJB ; 7T-VJC |
| B737-800W (B27) | 7T-VKA ; 7T-VKB ; 7T-VKC ; 7T-VKD 7T-VKE ; 7T-VKF ; 7T-VKG ; 7T-VKH 7T-VKI ; 7T-VKJ ; 7T-VKK ; 7T-VKL 7T-VKM ; 7T-VKN ; 7T-VKO ; 7T-VKP 7T-VKQ ; 7T-VKR |
| B737-800W (B26) | 7T-VJK ; 7T-VJL |
| B737-800W (B24) | 7T-VJM ; 7T-VJN ; 7T-VJO ; 7T-VJP |
| B737-600 | 7T-VJQ ; 7T-VJR ; 7T-VJS ; 7T-VJT 7T-VJU |
| B737-700WC | 7T-VKS ; 7T-VKT |
| B737-800BCF (B26) with winglet | 7T-VJJ |
| ATR72-212A (version 500) | 7T-VUI ; 7T-VUJ ; 7T-VUK ; 7T-VUL 7T-VUN ; 7T-VUO ; 7T-VUP ; 7T-VUQ 7T-VUS ; 7T-VVR ; 7T-VVQ |
| ATR72-212A (version 600) | 7T-VUT ; 7T-VUV ; 7T-VUW |
| L382G | 7T-VHL |

Tableau A-4 : appareils de la compagnie Air Algérie et leurs immatriculations. [1]

Aujourd'hui Air Algérie est aussi :

- * 3.500.000 passagers transportés chaque année ;
- * 36 villes desservies dans 24 pays et 40 escales en Algérie ; (Voir Annexe n° 1 : Le réseau intérieur et international d'Air Algérie)
- * Jusqu'à 120 vols quotidiens en programme de pointe ;
- * Un réseau de vente comprenant 150 agences en Algérie et à l'étranger reliées à son système de réservation. Son produit est distribué à travers les G.D.S (Global Distribution System) auprès desquels Air Algérie a souscrit des abonnements ;
- * Des charters pétroliers qui transportent environ 500.000 passagers par an ;
- * Des charters Omra et Hadj qui transportent les pèlerins vers les lieux saints de l'Islam.

5-Réseau de lignes :

La compagnie travaille sur deux types de réseau, le réseau domestique et le réseau international

❖ Réseau domestique (national) :

| Aérodrome | OACI | IATA |
|---------------------|------|------|
| ADRAR | DAUA | AZR |
| ALGER | DAAG | ALG |
| ANNABA | DABB | AAE |
| BATNA | DABT | BLJ |
| BECHAR | DAOR | CBB |
| BEJAIA | DAAE | BJA |
| CHELEF | DAOI | CFK |
| CONSTANTINE | DABC | CZL |
| DJANET | DAAJ | DGJ |
| EL BAYEDH | DAOY | BAY |
| EL OUED | DAUO | ELU |
| IJEL | DAAV | GJL |
| MASCAR | DAOV | MUW |
| TEBESSA | DABS | TEE |
| TIARET | DAOB | TID |
| SETIF | DAAF | QSF |
| BISKRA | DAUB | BSK |
| BORDJ BADJI MOKHTAR | DATM | BMW |
| EL GOLEA | DAUE | ELG |
| GHARDAIA | DAUG | GHA |
| HASSI MESAUD | DAUH | HME |
| ILLIZI | DAAP | VVZ |
| OUAREGLA | DAUU | OGX |
| TAMANRASSET | DAAT | TMR |
| TINDOUF | DAOF | TIN |
| TOUGGOURT | DAUK | TGR |

| | | |
|-----------|------|-----|
| LAGHOUAT | DAUL | LOO |
| TIMIMOUN | DAUT | TMX |
| IN AMENAS | DAUZ | IAM |
| CHELEF | DAOI | CFK |
| GHARDAIA | DAUG | GHA |

Tableau A-5 : réseau national de la compagnie Air Algérie. [1]

❖ Réseau international :

Le réseau international est de cinquante-trois villes desservies dans trente pays en [Europe](#), [Moyen-Orient](#), [Asie](#), [Afrique](#) et [Amérique](#) .

| Les différents aéroports internationaux | | |
|--|-------------|-------------|
| PARIS CDG | BERLIN | BAHRAYN |
| NICE | PEKIN | AMMAN |
| MARSEILLE | PRAGUE | ANTALYA |
| LILLE | PARIS ORY | NIAMEY |
| METZ | SOFIA | BAMAKO |
| LYON | MOSCOU | CONAKRY |
| TOULOUSE | ISTANBUL | LAGOS |
| MONTEREAL | VIENNE | OUAGADOUGOU |
| MADRID | BUDABEST | ABIDJAN |
| BARCELONE | LISBONNE | NOUAKCHOUTT |
| PALMA | TUNIS | DAKAR |
| ALICANTE | CASABLANCA | DAMAS |
| ROME | TRIPOLI | BEYROUTH |
| GENEVE | CAIRE | BUBAI |
| FRANKFURT | DJEDDA | BRUXELLE |
| BORDEAU | MONTPELLIER | LONDRES |
| CHARLEROI | VALENCE | GATWICK |
| MILAN | MULHOUSE | |

Tableau A-6 : réseau international de la compagnie Air Algérie. [1]

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

- Performances de l'avion.
- La consommation du carburant.
- Le réseau (court, moyenne ou long courrier).
- La demande (nombre de passager).

Dans notre étude, l'appareil choisi est le Boeing 737-800 (son immatriculation est 7TVKK) qui est le plus approprié par rapport à la flotte d'Air Algérie. [2]

Chapitre II: Présentation de l'appareil B737-800 NG.

1- Présentation de constructeur Boeing :

La compagnie Boeing est l'un des plus grands constructeurs aéronautiques et aérospatiaux au monde. Son siège social est situé à Chicago, dans L'Illinois.

Ses deux plus grandes usines sont situées à Wichita au Kansas et à Everett, près de Seattle .cet environnement s'est spécialisé dans la conception d'avions civils, mais également dans l'aéronautique militaire, les hélicoptères ainsi que dans les satellites et les fusées avec sa division Boeing Integrated Defense System.

La loi anti-trust de 1934 a obligé la compagnie Boeing à se diviser en 03 :

- United Airlines : transport aérien ;
- United aircraft : fabrication à l'est des USA
- Boeing Airplane Company : fabrication à l'ouest des USA

| Rôle | avion de ligne |
|------------------------|---|
| Constructeur |  Boeing |
| Premier vol | 9 avril 1967 |
| Mise en service | 10 février 1968 avec Lufthansa  |
| Retrait | Toujours en service |

Tableau B-1 : présentation du constructeur Boeing. [2]

2-1- Les variantes de B737 construits :

Il existe 9 modèles du B737 répartis en trois générations :

- Les modèles originaux le s737-100 et 200 ;
- Les classiques sont 737-400 et le 737-500 ; [4]
- Enfin la nouvelle génération comporte le 737-600 le 737-800 et le 737-900

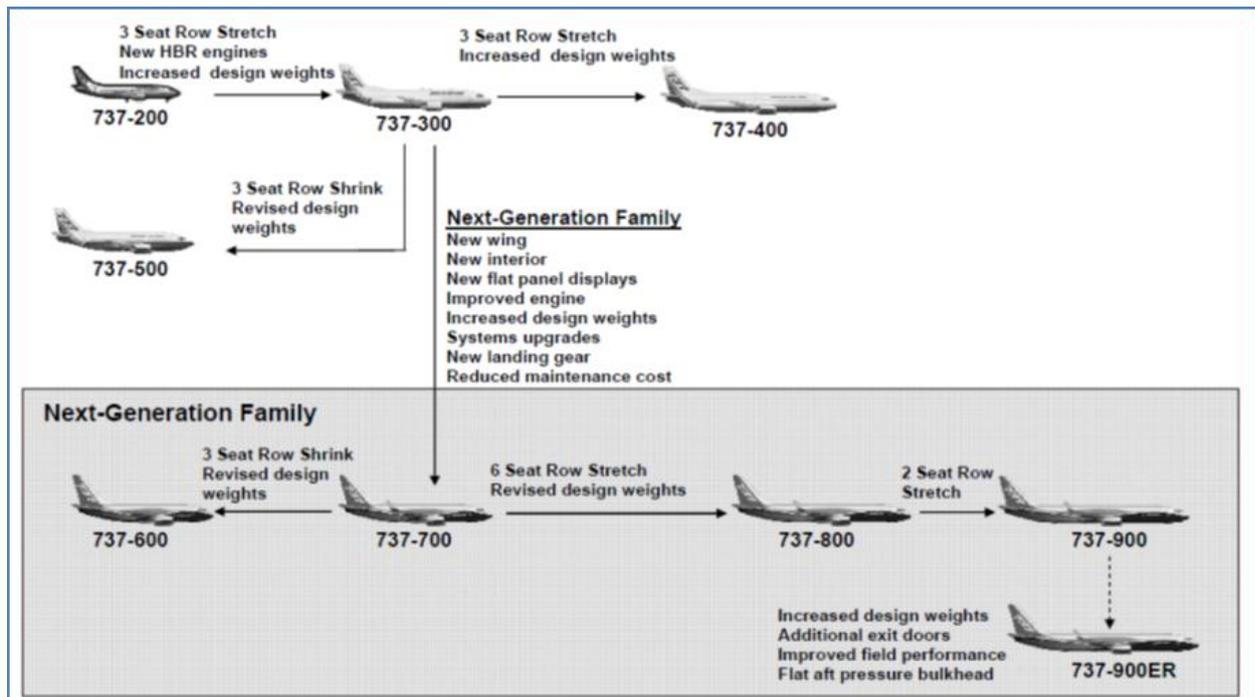


Figure B-1: Evolution de la famille Boeing 737.

2-2-Description générale de B737-800 :

Le Boeing est un avion de ligne construit par la société Boeing depuis 1965. Il s'agit d'un biréacteur court à moyen-courrier. Il a effectué son premier vol le 9 avril 1967.

C'est en 2009, l'avion de ligne le plus vendu au monde, avec un total de plus de 1200 de troisième génération vendus dans le monde entier, et plus de 6000 construits au total en 2009.

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

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

- ✓ Performance de l'avion ;
- ✓ La consommation du carburant ;
- ✓ Le réseau (court, moyen, long courrier) ;
- ✓ La demande (nombre de passagers).

Les masses limitatives :

| Les masses limitatives du B737-800 | |
|------------------------------------|----------|
| Masse maximale au décollage | 79015 Kg |
| Masse maximale à l'atterrissage | 65317 Kg |
| Masse maximale sans carburant | 62731 Kg |
| Capacité réservoirs | 26020 L |
| Charge utile | 21319 Kg |
| Poids à vide opérationnel | 41720 Kg |
| Masse maximale de roulage | 70760 Kg |

Tableau B-2 : masses limitatives du Boeing 737-800.

Dimension :

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

Tableau B-3 : les dimensions du Boeing 737-800.

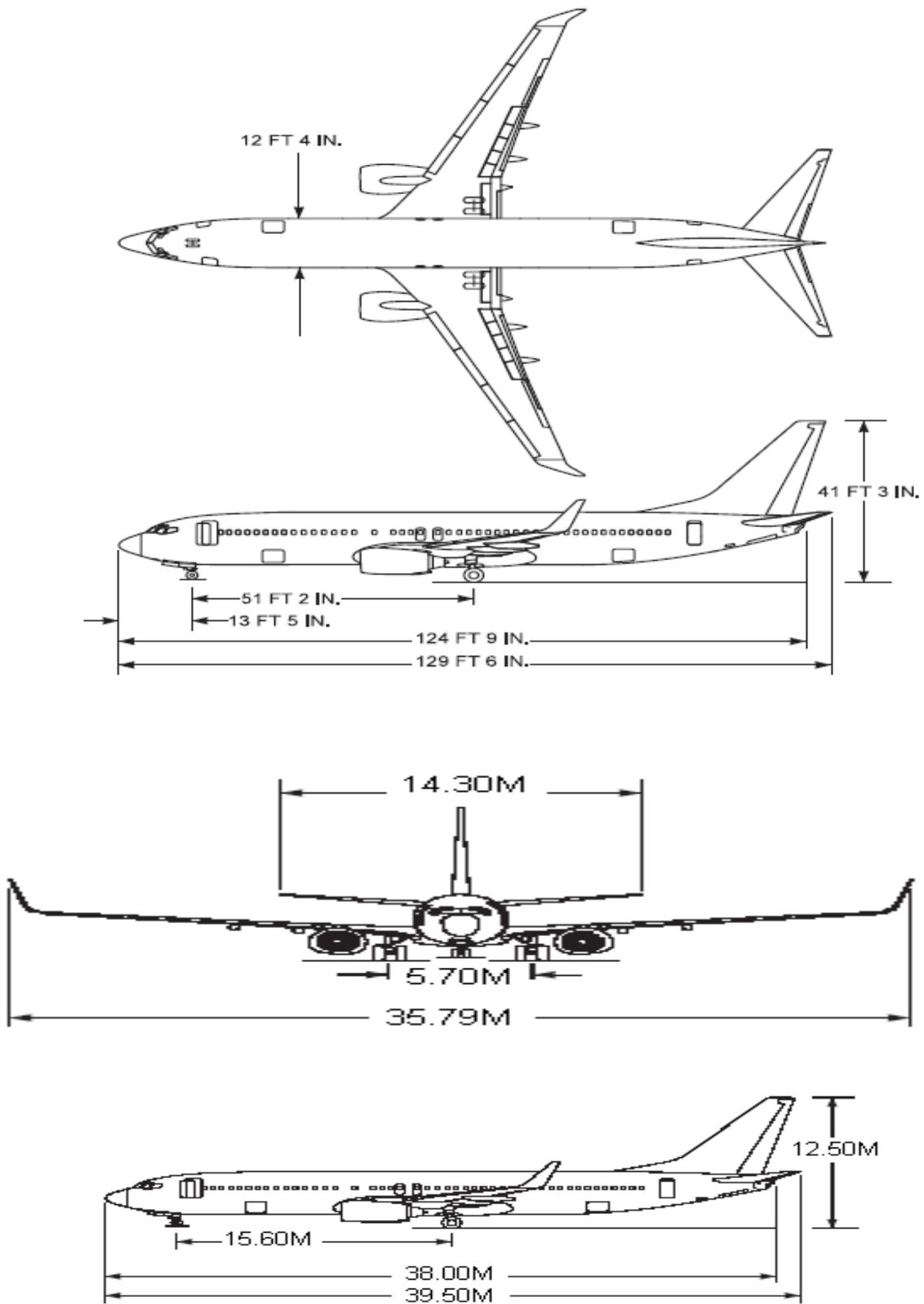


Figure B-2 : les dimensions du B737-800 [2]

Performances :

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

Tableau B-4: performances du Boeing 737-800.

Les vitesses du B737-800 :

| | |
|-------------------------------|----------|
| Vitesse de décollage | 290 Km/h |
| Vitesse d'atterrissage | 283 Km/h |
| Vitesse de croisière maximale | 880 Km/h |
| Mach de croisière | 0.786 |

Tableau B-5 : vitesses du Boeing 737-800.

Altitude maximale de vol :

| | |
|---|---------|
| Altitude maximale de fonctionnement | 41000ft |
| Altitude maximale de décollage et de l'atterrissage | 8400ft |

Tableau B-6 : altitudes maximales atteintes par le Boeing 737-800.

Motorisation :

| Motorisation | |
|------------------|------------------------------|
| Nombre | 2 |
| Moteur | CFM international CFM56-7B27 |
| Poussée | 121.4 KN |
| Diamètre turbine | 1.55 m |

Tableau B-7 : Motorisation du Boeing 737-800.

✚ Spécificités :

| Spécificités | |
|------------------------------|--------------|
| Equipe | Deux pilotes |
| Nombre maximale de passagers | 148 |

Tableau B-8 : spécificités du Boeing 737-800.

✚ Enveloppe de vol :

○ **Le facteur de charge :**

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Pour volets rentrés | $-1.0 \leq n \leq +2.5$ |
| Pour volets sorties | $0.0 \leq n \leq +2.0$ |

Tableau B-9 : facteur de charge du Boeing 737-800.

✚ Réservoirs de carburant :

| | Numéro | Capacité (kg) |
|---------------------------|--------|---------------|
| Reservoirs externs | 02 | 7830 |
| Reservoir central | 01 | 13067 |
| Total | 03 | 20898 |

Tableau B-10 : réservoirs du Boeing 737-800.

✚ Cabine passager :

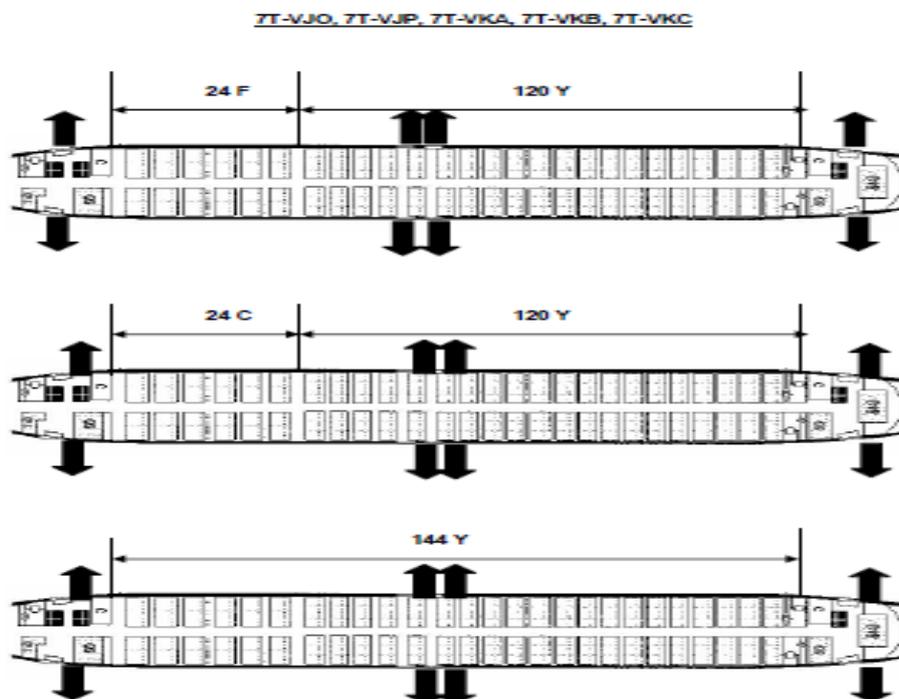
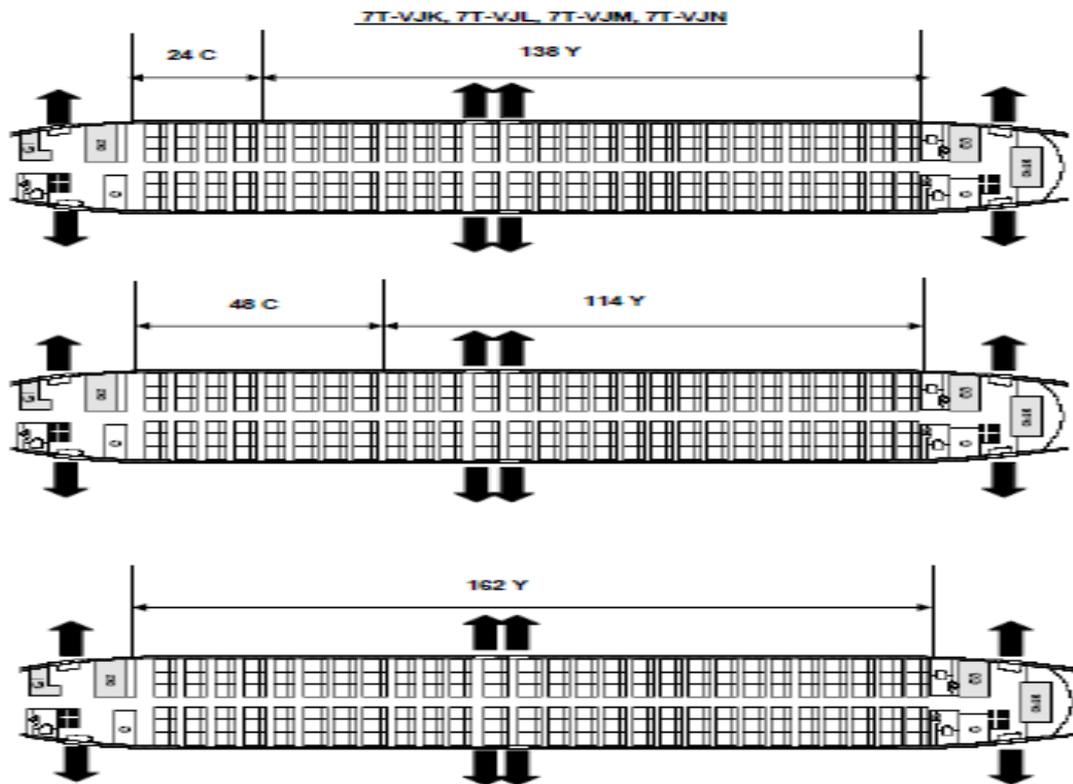
Le plan de La cabine est divisé en deux classes : 20C pour la première classe et

La classe économique 135Y. [2]



Figure B-3 : cabine passagers du Boeing 737-800.

➤ Configurations des cabines passagères :



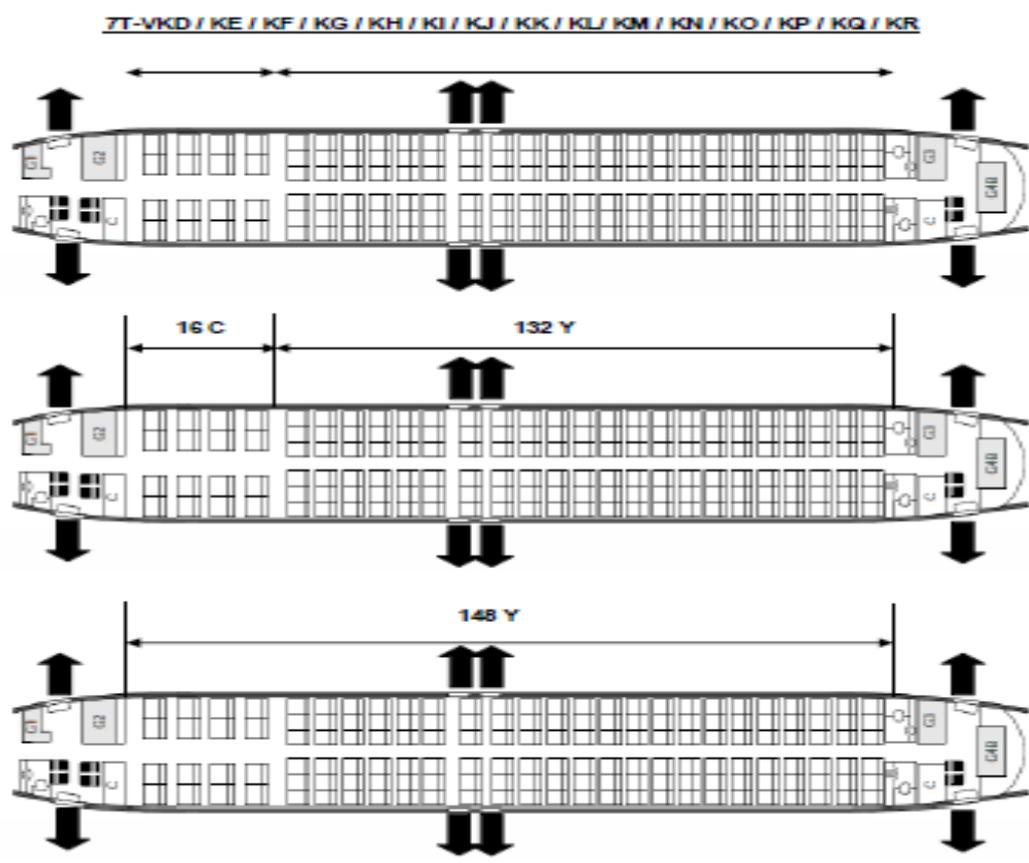


Figure B-4 : configurations des cabines passagers du Boeing 737-800. [2]

Chapitre III: Présentation des outils de travail.

Dans le but d'élaborer des escapes routes, nous utiliserons différents outils, programmes et logiciels tel que les cartes de navigation, le PET et le TIPS

1-Carte de navigation (Carte JEPPESEN)

Jeppesen est une entreprise américaine filiale de Boeing spécialisé dans les cartes, données et systèmes de navigation aéronautique.

Les cartes JEPPESEN représentent de façon harmonisée au niveau mondial, des données qui sont disponibles dans chaque pays, fournies par des administrateurs locaux, de façon hétérogène .On les surnomme « JEPP »

Elles comportent les cartes en route, les cartes d'approche et d'aérodromes ainsi que d'autres données utiles à la préparation puis a la conduite du vol ainsi qu'à l'escale.

Jeppesen édite ses données sous forme électronique et commercialise également des logiciels de planification de vol, les données Jeppesen sont également intégrées dans des systèmes embarqués à bord des avions .les alertes graphiques sont utilisées pour diffuser rapidement des informations critiques du vol.

Les informations représentées sur ces cartes définissent :

- ✓ Les MORA ;
- ✓ Les Airways ;
- ✓ Les aéroports dans la zone ;
- ✓ Les way points ainsi que leurs coordonnées géographiques ;
- ✓ Les zones à statut particulier ;
- ✓ Les FIR ;
- ✓ Les fréquences des moyens de communication.

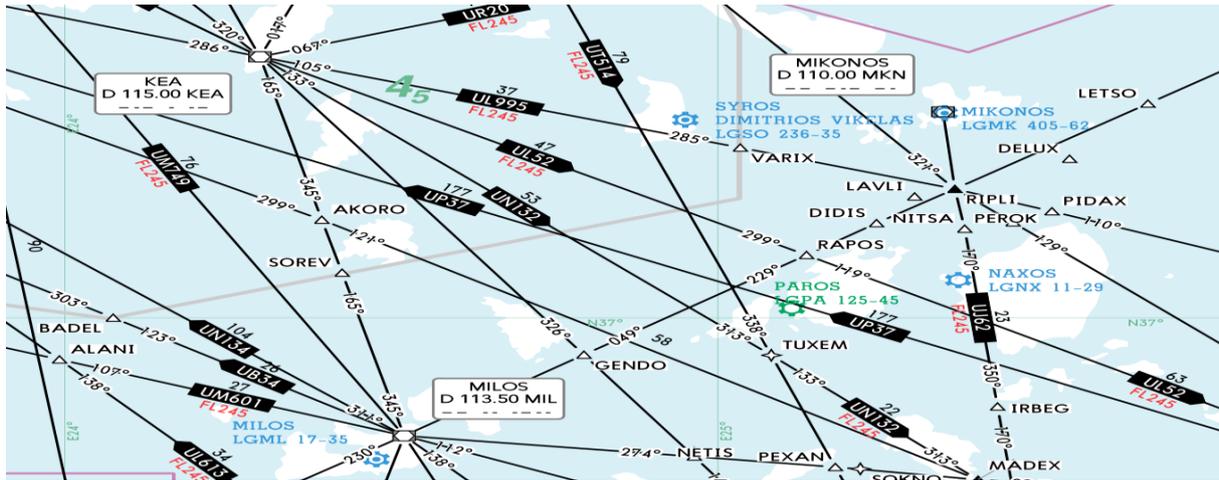


Figure C-1 : carte JEPPESEN.

❖ Les altitudes de vol minimales :

➤ Inconvénients

- a) Les valeurs publiées correspondent au terrain le plus haut ou l'élévation de l'obstacle.
- b) Ne représentent pas le vrai profil de l'obstacle lors de la route
- c) Très conservative.

➤ Avantages

- a) les altitudes publiées sont facile à déchiffrer à partir d'un plan de vol ou une carte de navigation.
- b) correspondent déjà au terrain maximum ou l'élévation de l'obstacle +2000ft.

2-PET : Performance Engineers Tool

1-définition :

C'est un logiciel, faite afin de calculer et rapporter toutes les informations des performances de toutes les catégories des avions du constructeur Boeing durant toutes les phases de vol , il est également certifié en AFM (Aircraft Flight Manual) pour les modèles les plus récents du constructeur Boeing tel que (B787 ,747-8,737).

C'est un logiciel dans lequel des paramètres de vol (type d'avion, phase de vol, masse brute, altitude, vitesse indiquée...) sont insérés ou bien sélectionnés dans sa base de données pour en conclure des tableaux exportables contenant des outputs comme (TAS, temps des phases de vol ...). Le PET génère également des tableaux de route. [3]

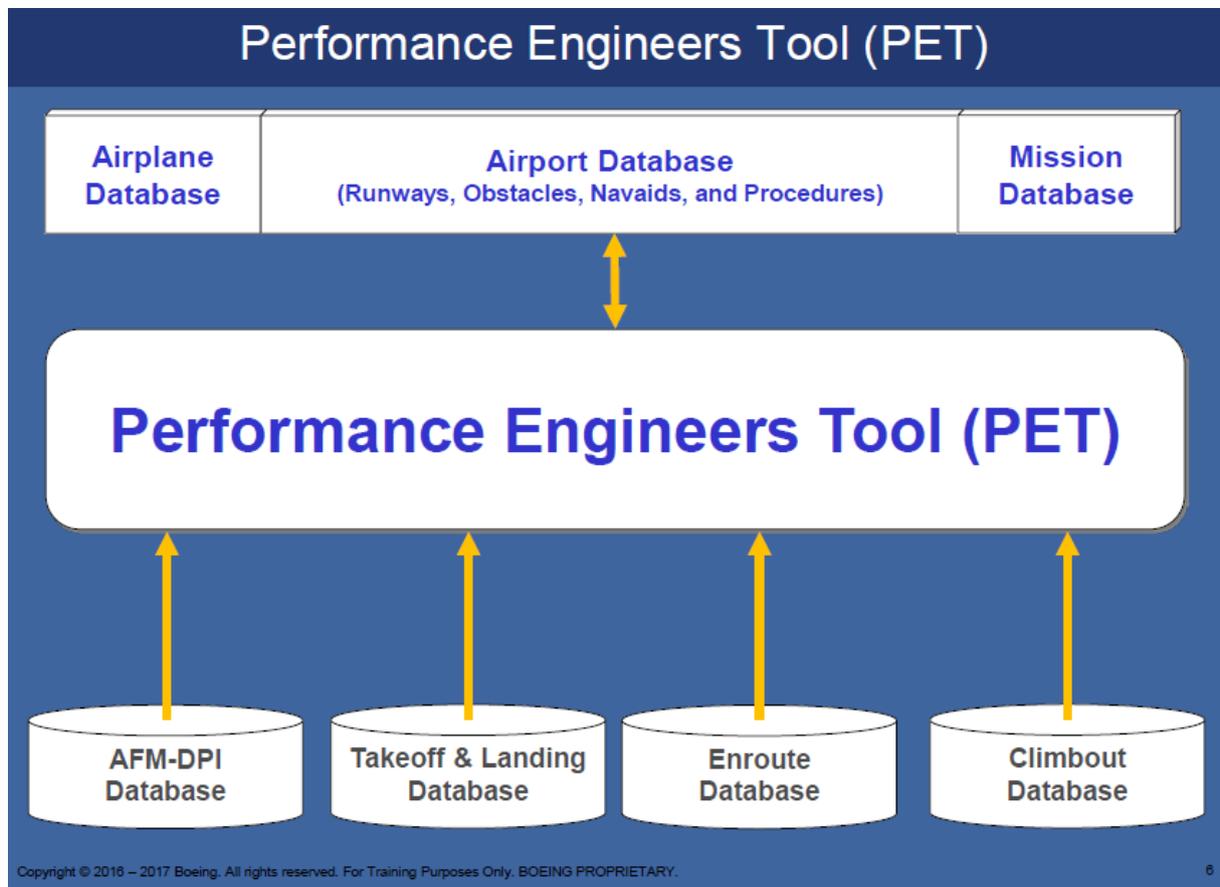


Figure C-2 : schéma explicatif de l'outil PET. [3]

2 - types des calculs des performances du PET :

- ✓ Décollage ;
- ✓ Atterrissage ;
- ✓ Trajectoire de vol ;
- ✓ Monitoring des performances d'avion.

Les sections du logiciel représentées par des fenêtres sont détaillées dans les cas de figure suivant :

Calculators Screen Layout

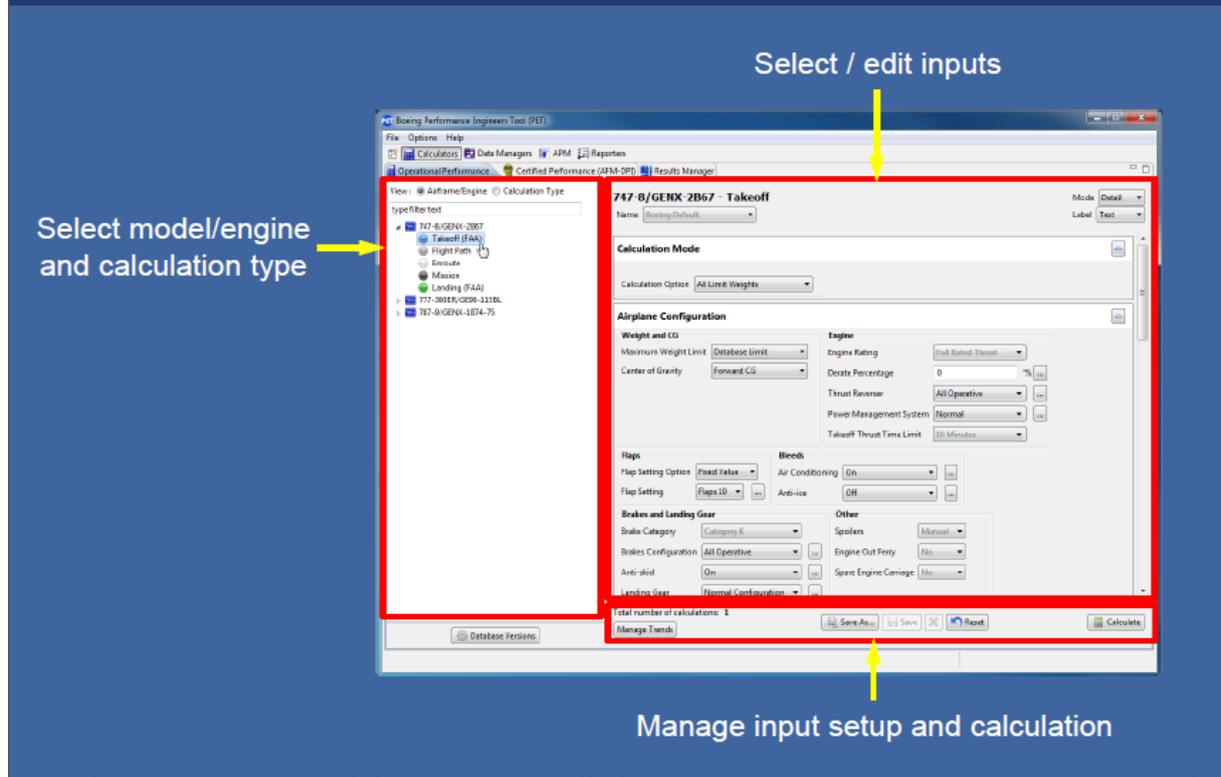


Figure C-3 : fenêtres de calcul de l’outil PET.

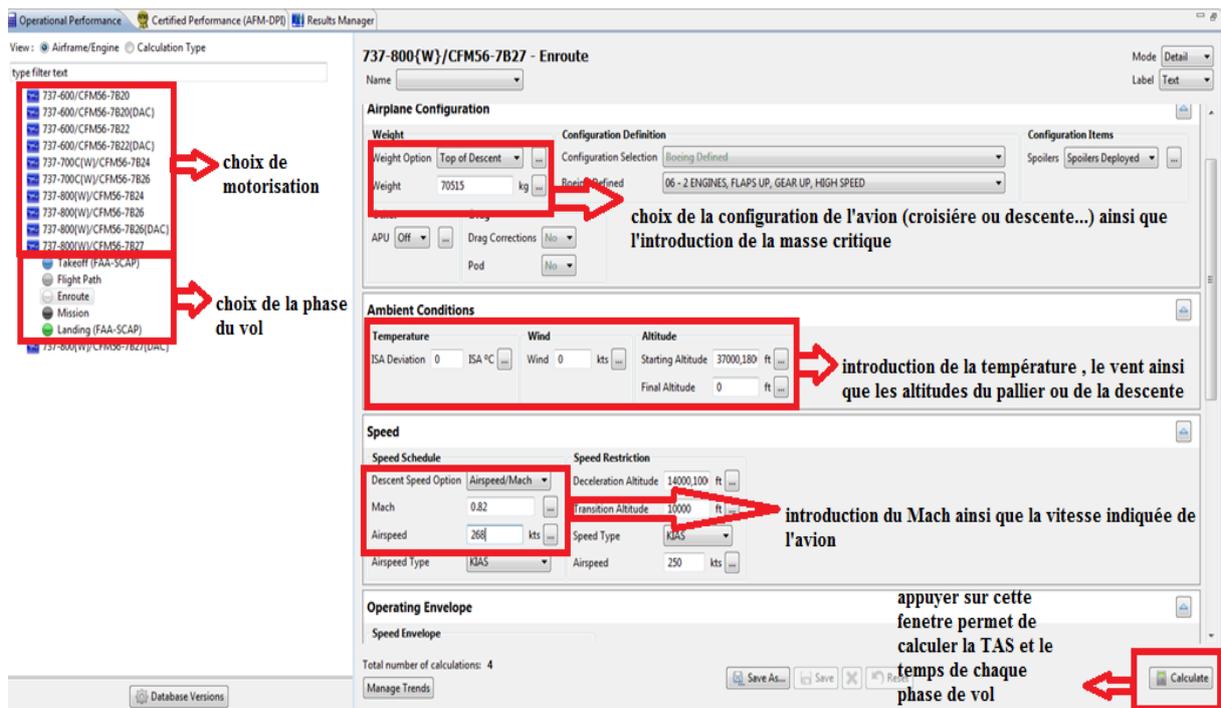


Figure C-4 : fenêtres d’insertion des données de calcul de l’outil PET. [3]

3-TIPS : Training Interface Program software

C'est un outil servant à établir un profil de descente de l'avion en cas de panne moteur et de pressurisation ainsi que de représenter les obstacles situés le long de la route .Les résultats obtenus sont représentés dans des graphes. [4]

Ce programme est composé de quatre sections de calcul qui sont :

1. Drawing option

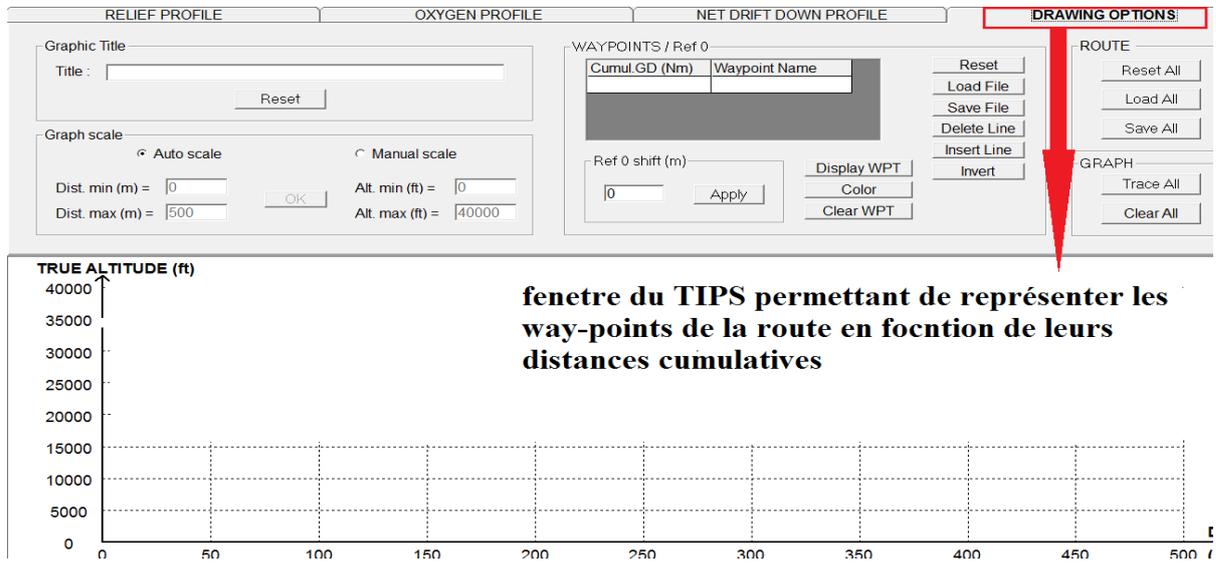


Figure C-5 : fenêtre explicative de la section drawing option de l'outil TIPS.

2. Relief profile

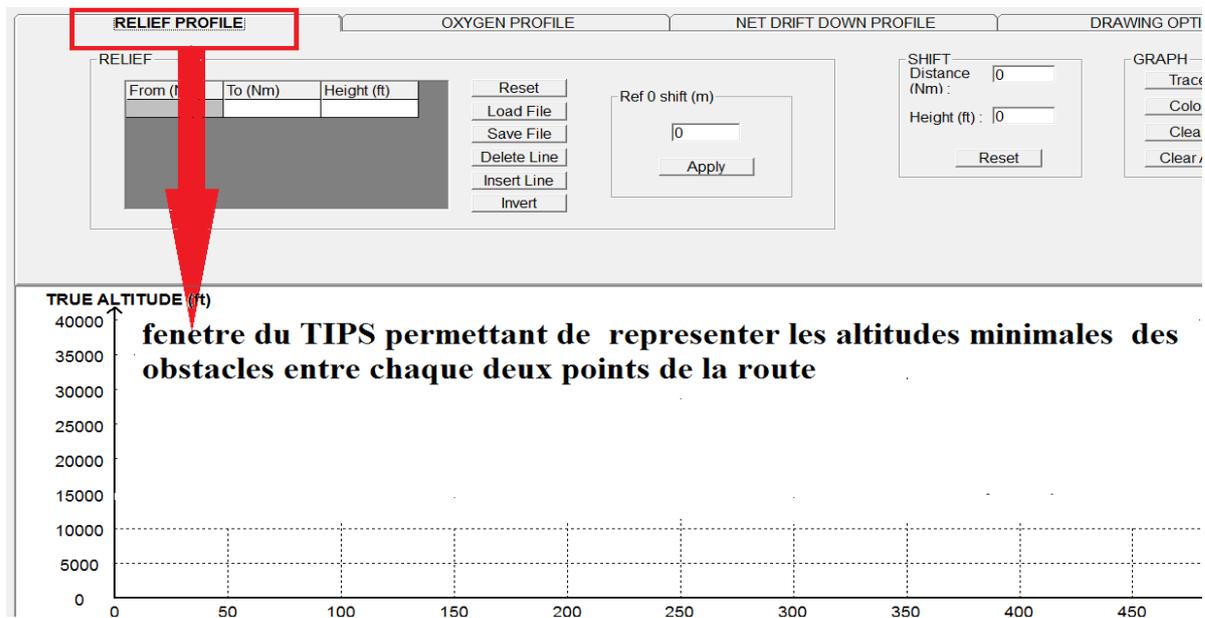


Figure C-6 : fenêtre explicative de la section relief profile de l'outil TIPS.

3. Oxygen profile

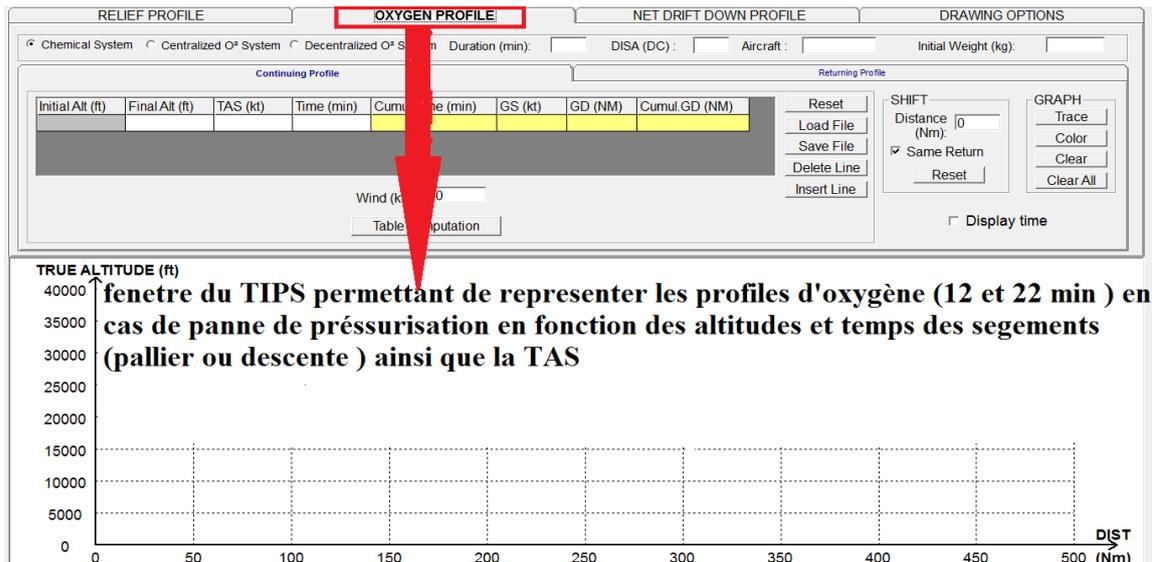


Figure C-7 : fenêtre explicative de la section oxygène profile de l'outil TIPS.

4. Net drift down profile

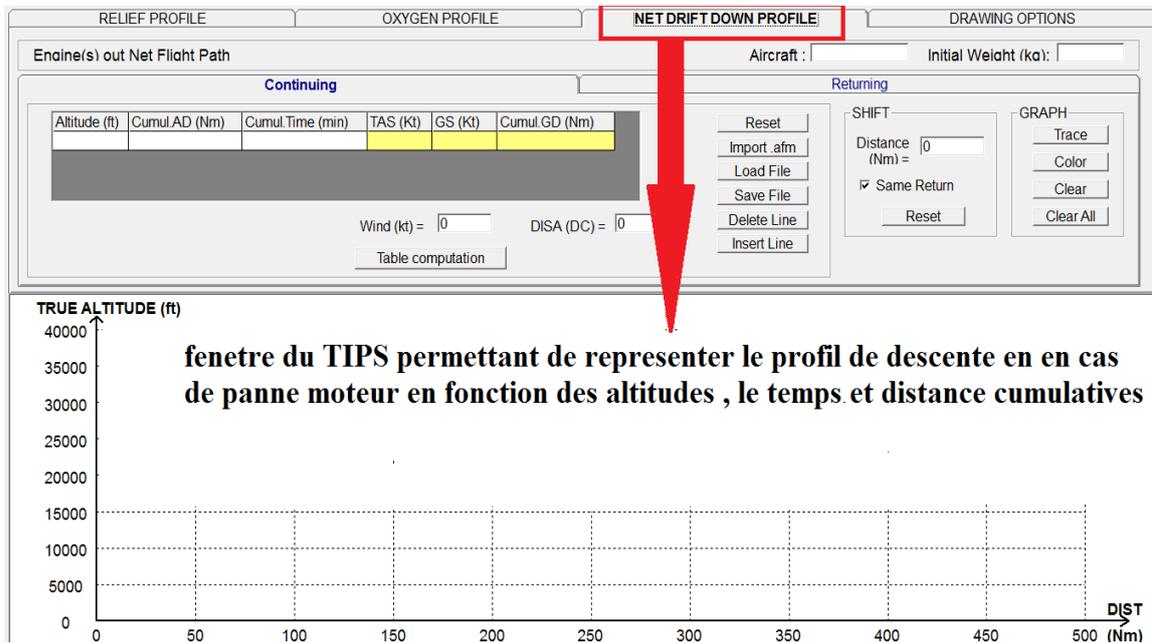


Figure C-8 : fenêtre explicative de la section net drift down profile de l'outil TIPS.

4-Flight Planning and Performance Manual

Ce manuel de planification et de performances de vol a été élaboré par Boeing Commercial Airplanes, Commercial Aviation.

Le but de ce manuel est de fournir une référence complète des données de performance opérationnelle, y compris la répartition et les données de performances en vol applicables à une cellule, à une qualification de moteur et à un organisme de réglementation spécifiques, comme indiqué sur la page de couverture du document. Ce manuel est adapté à toute configuration d'avion qui répond aux critères définis sur la page de couverture du manuel.

Les propriétaires / exploitants sont seuls responsables de s'assurer que la documentation de performance qu'ils utilisent est complète et conforme à la configuration actuelle identifiée sur la page de couverture du document. Cela inclut l'exactitude et la validité de toutes les informations fournies par le propriétaire / exploitant ou toute autre partie.

Le manuel est périodiquement révisé pour intégrer des informations de planification et de performance de vol pertinentes intégrées aux Bulletins du Manuel de planification de vol et de performances et sera diffusée dans les meilleurs délais. Dans tous les cas, ces révisions et modifications doivent rester compatibles avec l'AFM approuvé auquel l'opérateur doit se conformer.

En cas de conflit avec l'AFM, ce dernier sera remplacé supposant que l'utilisateur connaisse les performances de base des avions à réaction et les exigences réglementaires communes aux avions de ce type.

5-Jet plane (plan de vol) :

Le plan de vol est un ensemble de renseignements spécifiés au sujet d'un vol projeté, ou partie d'un vol, communiqué aux organismes des services de la circulation aérienne. Il permet d'initier le dialogue avec les contrôleurs de la navigation et, en cas d'accident, de fournir des informations destinées aux sauveteurs. Il contient des renseignements sur l'identité et les caractéristiques de l'aéronef, la description de la trajectoire, etc.

L'obligation de dépôt d'un plan de vol varie suivant les pays. Il est généralement obligatoire pour tout vol non local ou effectué hors des conditions de vol en visibilité.

DAAG ELEV 0082FT ETA 1720Z élévation de l'aéroport
temps estimé d'arrivé
 WPT AWY FL OAT WIND MCS COMP TAS ZDST ZT ETA ZFU EFR VAR
 FREQ MORA TP DEV S MH TCS G/S DSTR CT ATA CFU AFR
 LAT/LONG

WPT : point de cheminement , FREQ : fréquence , LAT /LONG : latitude/longitude , AWY :airway , MORA :altitude minimale de route , FL: niveau de vol , TP : tropopause , OAT : température extérieure , DEV : variation de température par rapport a ISA , WIND : vent , S : composantes du vent de cisaillement , MCS : route magnétique , MH : cap magnétique , COMP : composantes du vent , TCS : route vraie , TAS : vitesse vraie , G/S : vitesse sol , ZDST : distance par segment de route , DSTR : distance restante avant arrivée à destination , ZT : temps de vol par segment de route , ZT : temps de vol cumulé , CT : temps de vol cumulé , ETA : temps estimé d'arrivé , ATA : temps réel d'arrivé , ZFU : consommation de carburant par segment de route , CFU : consommation de carburant cumulée , EFR : consommation de carburant estimé , AFR : consommation de carburant réelle , VAR : variation magnétique

Figure C-9 : explication des acronymes dans l'en- tête du jet plan. [8]

Chapitre IV : Les exigences réglementaires.

LIMITATIONS EN ROUTE

1. CAS DE PANNE EN ROUTE

En vol, les pannes de moteur ou de pressurisation sont des problèmes potentiels qui doivent être soigneusement étudiés avant d'exploiter un nouvel itinéraire. Leur occurrence impacte sérieusement sur les altitudes de vol et, par conséquent, devient très contraignant sur les zones montagneuses. [05]

En cas de panne moteur en vol, la poussée restante n'est plus suffisante pour équilibrer la force de traînée et maintenir une vitesse de croisière adéquate. La poussée nécessaire pour voler à l'altitude initiale devient soudainement supérieure à la poussée disponible fournie par les moteurs poussés à leur poussée continue maximale (MCT). La seule solution est alors de descendre à une altitude de vol plus appropriée, où la poussée disponible peut être égale à la poussée requise, permettant ainsi l'avion de se stabiliser.

En cas de perte de pressurisation de la cabine en vol, une descente est également nécessaire. Elle n'est pas dictée par une contrainte de performance, mais par la contrainte du système d'oxygène. En effet, à l'altitude de croisière initiale, le taux d'oxygène dans l'air est insuffisant pour permettre aux membres d'équipage et aux passagers de respirer normalement. C'est pourquoi l'installation d'un système d'oxygène est nécessaire. Comme la quantité d'oxygène nécessaire doit être assez importante pour alimenter l'ensemble de la cabine, son débit est limité à une durée maximale. Il faut donc atteindre une nouvelle altitude de vol, où l'oxygène n'est plus nécessaire, avant un certain délai.

La descente ne peut pas toujours être effectuée dans les mêmes conditions, car les avions survolent parfois des zones montagneuses. C'est pourquoi, dans ces cas particuliers, une étude de route est nécessaire pour évaluer si une procédure acceptable d'évasion est possible lorsqu'une défaillance survient au plus mauvais moment en vol. Si c'est possible, il doit être clairement défini et indiqué aux pilotes. Si ce n'est pas possible, un nouvel itinéraire doit être trouvé.

Toute étude de route doit être effectuée conformément aux exigences de navigabilité, détaillées dans les sections suivantes.

2. PANNE MOTEUR

2.1. Définitions générales

2.1.1. Procédure de dérive (Drift Down) :

En cas de panne moteur sur une zone montagneuse pendant la montée ou la croisière la stratégie de dérive (Figure D-1) devrait être appliquée. Cette procédure consiste à:

- Sélection de la poussée continue maximale (MCT) sur le ou les moteurs restants.
- décélération jusqu'à la vitesse du point vert.
- Monter ou descendre à la vitesse du point vert jusqu'à atteindre le plafond de dérive (drift down)¹.

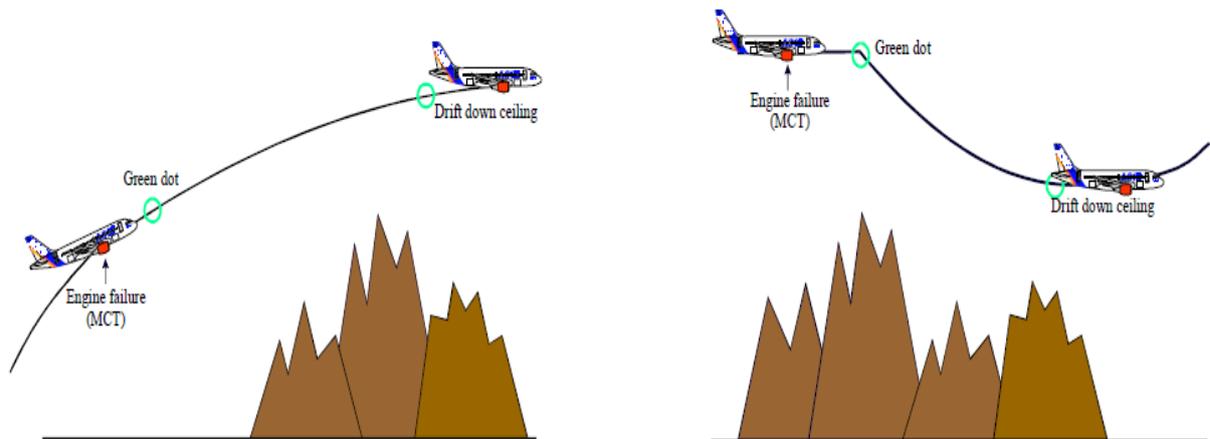


Figure D-1: Procédure de dérive (montée et descente).

Vitesse du point vert, indiquée par un cercle vert sur l'affichage du vol principal (PFD), représente la meilleure vitesse pour le rapport portance / traînée, où l'efficacité aérodynamique est au maximum. En conséquence, la stratégie de dérive est la procédure permettant à atteindre la plus haute altitude possible par rapport à la distance parcourue.

¹ Plafond de dérive = altitude maximale pouvant être survolée à la vitesse du point vert.

2.1.2. La trajectoire de vol « Drift Down »: Nette et Brute

JAR 25.123 Sous-partie B

FAR 25.123 Sous-partie B

2.1.2.1. Trajectoires de vol brutes « drift down » :

La trajectoire de vol brute en dérive est la trajectoire de vol réellement suivie par l'aéronef après une panne moteur (Figure D-2). La réglementation exige que les opérateurs doivent fournir les informations de performance drift down, comme indiqué ci-dessous:

"JAR / FAR 25.123

(a) Pour la configuration en route, la trajectoire brute [drift down] doit être déterminée à chaque poids, altitude et température ambiante [...]. Les variations de poids le long de la trajectoire de vol, prise en compte la consommation progressive de carburant [...] Par les moteurs en exploitation, peuvent être inclus dans le calcul.

Les trajectoires de vol doivent être déterminé à n'importe quelle vitesse choisie, avec:

- Le centre de gravité le plus défavorable
- Le moteur critique inopérant "

2.1.2.2. Trajectoires de vol nette « drift down » :

La trajectoire de vol nette de dérive correspond à la trajectoire de vol brute moins une réduction obligatoire (Figure D-2).

«JAR / FAR 25.123

(b) Les données de trajectoire nette avec un moteur en panne doivent représenter la Performance réelle de montée diminuée par une pente de montée de :

- 1,1% pour les avions bimoteurs
- 1,6% pour les avions quadrimoteurs. "

(c) La trajectoire nette de vol avec deux moteurs en panne doit représenter la Performance réelle de montée diminuée par une pente de montée de :

- 0,5% pour les avions quadrimoteurs. ”

$$\text{Net Gradient} = \text{Gross Gradient} - \text{Gradient Penalty}$$

| | Gradient penalty | |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|
| | Two-engine aircraft | Four-engine aircraft |
| Net flight path (one engine out) | 1.1% | 1.6% |
| Net flight path (two engines out) | - | 0.5% |

Tableau D-1: Pénalités de gradient entre les trajectoires de vol drift down brute et nette.

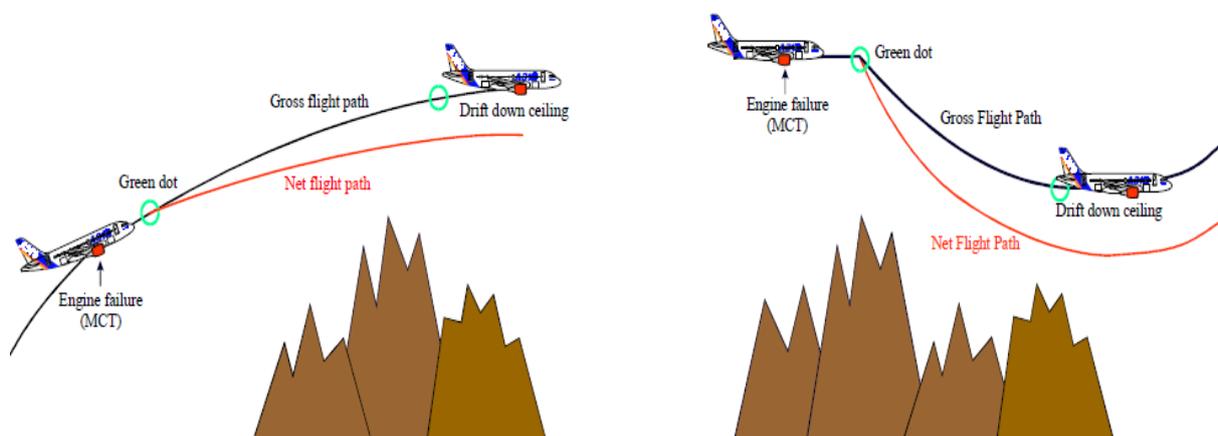


Figure D-2 : trajectoires de vol drift down nette et brute (montée et descente).

2.1.3. Aéroport de dégagement au décollage :

Si une panne moteur survient pendant la phase de décollage, l'option privilégiée est généralement faire un demi-tour et atterrir à l'aéroport de départ. Quand les exigences d'atterrissage ne sont pas remplies, pour des raisons météorologiques ou de performance, il est nécessaire de planifier un aéroport de dégagement au décollage, qui doit être situé dans:

- Une heure de vol à une vitesse de croisière avec un moteur en panne dans l'air calme pour les avions bimoteurs.

- Deux heures de vol à une vitesse de croisière avec un moteur en panne en air calme pour les avions à quatre moteurs.

Lorsqu'il n'est pas possible de revenir, le vol doit être poursuivi jusqu'à l'aéroport de décollage au décollage, et la configuration en route ² obtenue après un maximum de 10 minutes du point de l'arrêt des freins. En conséquence, la phase de montée en dérive commence à la fin de la trajectoire de décollage. Pour se rendre à l'aéroport de décollage, la marge de franchissement d'obstacles doit être assurée conformément au paragraphe suivant:

2.2. Franchissement des obstacles en route - Un moteur en panne

2.2.1. Séparation latérale :

Le franchissement d'obstacles doit être assuré tout au long du parcours, en cas de panne de moteur. Le problème consiste à identifier clairement les obstacles à éliminer. La réglementation indique quels obstacles doivent être pris en compte:

« JAR-OPS 1.500

(c) La trajectoire de vol nette doit permettre à l'avion de poursuivre son vol de l'altitude de croisière jusqu'à un aérodrome où l'atterrissage peut être effectué [...] en dégageant [...] tout terrain et obstacles situés le long du parcours à moins de 9,3 km (5 nm) de chaque côté de la voie envisagée ». (d) [...] un opérateur doit augmenter les marges de largeur [...] à 18,5 km (10 nm) si la précision de navigation ne correspond pas au niveau de confinement de 95 % ³. » (Figure D-3).

² Configuration en route = vitesse du point vert, poussée continue maximale.

³ Le niveau de confinement de 95% est généralement atteint si le système de navigation de l'aéronef a été mis à jour dans deux heures, ou si l'avion est équipé d'un GPS primaire.

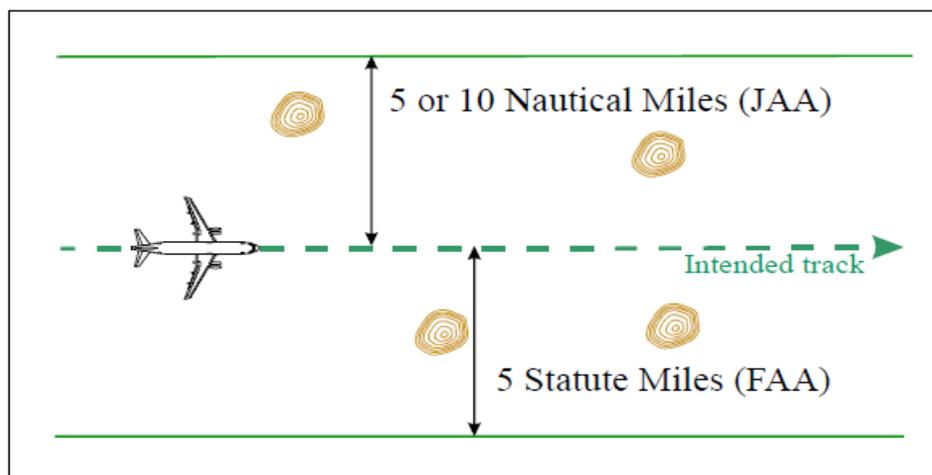


Figure D-3: séparation latérale

Notez que le règlement FAR est assez similaire, sauf qu'e cela nécessite une marge de 5 milles terrestres de chaque côté de la voie envisagée.

Pour réaliser une étude d'itinéraire détaillée (cas de panne moteur), une carte topographique doit être utilisée et les obstacles les plus hauts à l'intérieur de la largeur de couloir requise sont déterminés.

Une autre méthode, moins longue, mais moins précise, consiste à utiliser les altitudes minimales de vol publiées qui représentent déjà une marge de 2 000 pieds obstacles (reportez-vous à la section «Altitude minimale de vol» de ce chapitre).

2.2.2. Séparation verticale :

La séparation verticale doit toujours être comprise comme une marge entre la trajectoire de vol et les obstacles. La trajectoire nette en route doit être déterminée à partir du manuel de vol de l'avion et doit tenir compte des conditions météorologiques (vent et température) prévalant dans la zone d'opérations. De plus, si conditions de givrage peuvent être attendues au niveau de la déviation, l'effet du système antigivrage doit être considéré sur la trajectoire nette.

JAR-OPS 1.500, sous-partie G,

FAR 121.191, sous-partie I

Toute étude de route doit être réalisée en vérifiant l'une des deux conditions de séparation verticale suivantes. Lorsque la condition 1 ne peut pas être remplie ou lorsqu'elle semble trop pénalisante en termes de poids, une étude détaillée doit ensuite être réalisée à partir de la deuxième condition.

2.2.2.1. Condition 1: marge de franchissement de 1 000 pieds :

« JAR-OPS 1.500

(b) La pente de la trajectoire nette doit être positive à au moins 1 000 pieds avant tout terrains et obstacles le long de la route.» (Figure D-4)

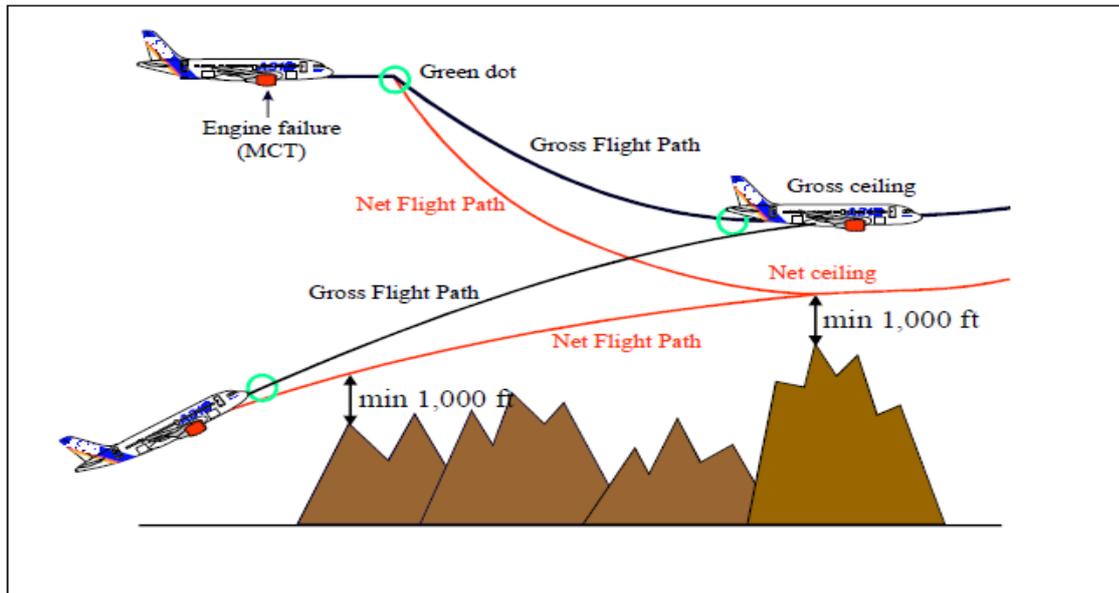


Figure D-4 : Séparation verticale (1, 000 ft)

A- Méthodologie, en cas de panne moteur en montée :

- Déterminez l'emplacement du début de la trajectoire de vol en route dans les pires conditions.
- Sur une carte topographique, sélectionnez dans le couloir réglementaire tous les obstacles contraignants à franchir pendant la phase de montée. Représenter ces obstacles sur un graphique, avec leur distance depuis le début de la trajectoire de vol en route (axe horizontal) et leur hauteur (axe vertical).
- À partir de l'AFM, déterminez la trajectoire de vol de montée pour un poids conservateur (par exemple, utilisez la masse maximale certifiée au décollage), et pour des conditions météorologiques conservatives. Tracez-la sur le graphique précédent.

- Conclusion:
- Si la trajectoire nette franchit chaque obstacle avec une marge d'au moins 1 000 pieds, l'étude de la route est terminée et le franchissement des obstacles est assuré à tout moment pendant la montée.
- Si la trajectoire nette ne franchit pas au moins un des obstacles par 1 000 pieds, réduire la masse au décollage et recalculer la trajectoire nette jusqu'à ce que l'état précédent est vérifié. Si ce n'est pas possible, établissez une nouvelle procédure de déroutement⁴.

B- Méthodologie en cas de panne moteur au niveau de la croisière :

- À partir d'une carte topographique, déterminez l'obstacle le plus élevé dans le couloir réglementaire et ajoutez 1 000 pieds pour obtenir une hauteur H1.
- À partir de l'AFM, déterminez la trajectoire nette vers le bas (H2) à un poids conservateur. Par exemple, choisissez le poids de l'avion le plus lourd possible à l'entrée de la zone de contrainte.
- Conclusion:
 - Si H2 est supérieur à H1, l'étude de la route est terminée et le franchissement de l'obstacle est assuré à tout moment.
 - Si H2 est inférieur à H1, une étude plus détaillée basée sur la condition 2 doit être effectuée, ou une limitation de poids au décollage doit être établie, ou un nouvel itinéraire doit être trouvé.

2.2.2.2. Condition 2: marge de franchissement de 2 000 pieds :

La condition 2 concerne le cas d'une panne de moteur pendant la phase de croisière.

Lorsque la condition 1 n'est pas remplie ou lorsqu'elle est trop restrictive en termes de poids, une procédure de dérive vers le bas doit être élaborée, comme indiqué ci-dessous:

⁴ Cette étude concerne principalement le cas d'un déroutement vers un aéroport de dégivrage.

« JAR-OPS 1.500

(c) La trajectoire de vol nette doit permettre à l'avion de poursuivre son vol de croisière jusqu'à un aéroport où un atterrissage peut être effectué, [...] se dégageant verticalement, au moins de 2 000 pieds tout terrain et obstacles le long du parcours dans les [limites prescrites du couloir]. » (Figure D-5).

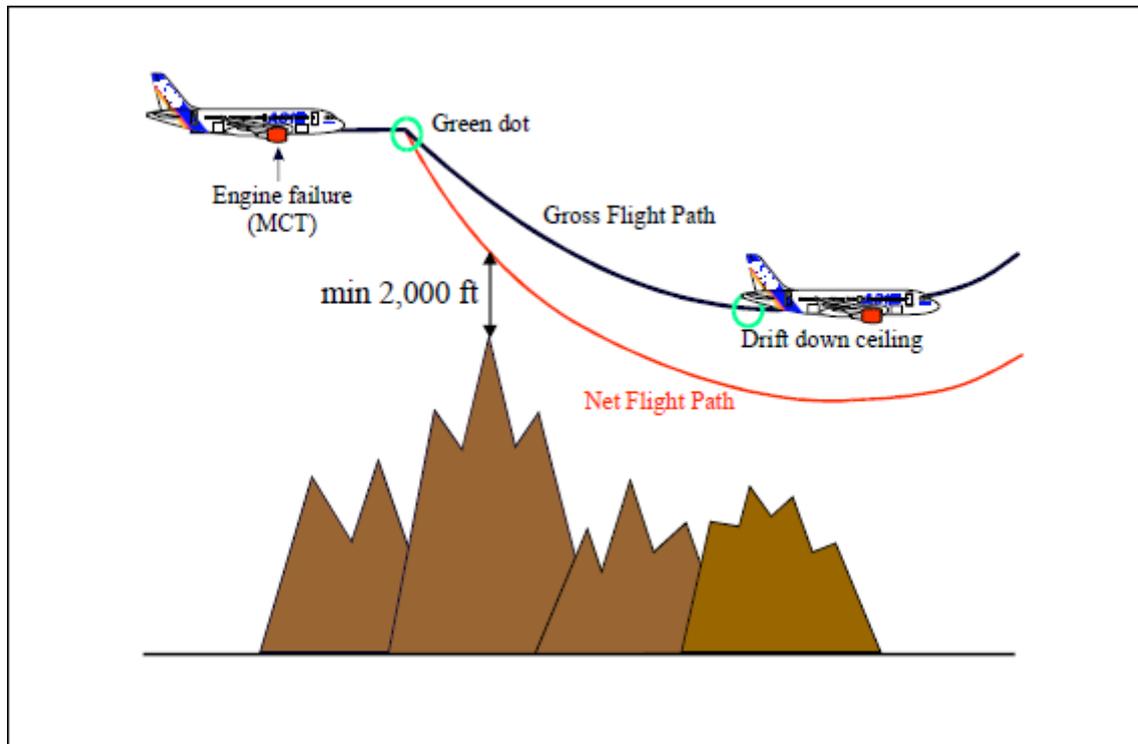


Figure D-5 : Séparation verticale (2,000 ft)

Méthodologie en cas de panne moteur au niveau de la croisière :

- Identifiez les points critiques de la route: un point critique est un point auquel, si une panne moteur se produit et si l'aéronef amorce une descente, la trajectoire de vol nette franchit l'obstacle le plus pénalisant par la marge minimale de 2 000 pieds.

La masse de l'avion à chaque point critique est supposée être le plus élevé poids possible qui peut être attendu à ce point dans les conditions météorologiques les plus pénalisantes. Un point critique peut être:

- Un point de non retour (A): Point après lequel il n'est pas possible de faire un demi-tour, sinon, la marge de franchissement d'obstacles de 2 000 pieds sur la trajectoire nette ne serait pas respectée.
 - Un point continu (B): Point après lequel il est possible de continuer l'itinéraire car la marge de franchissement d'obstacles de 2 000 pieds sur la trajectoire de vol nette est assurée.
- Sélectionner, dans le couloir réglementaire, tous les obstacles contraignants qui doivent être franchis pendant la descente et tracer ces obstacles sur un graphique, avec la distance en tant qu'axe horizontal et la hauteur en tant qu'axe vertical.
 - À partir du manuel de vol, déterminez la trajectoire de vol nette du retour ⁵ et la trajectoire nette continue, en tenant compte des vents les plus défavorables. Pour ce faire, utilisez un poids initial conservateur (par exemple, choisissez poids de l'aéronef le plus lourd possible à l'entrée de la zone de contrainte). Tracez les trajectoires nettes sur le graphique précédent de sorte que les obstacles les plus pénalisants sont simplement franchis avec une marge minimale de 2 000 pieds.
 - Conclusion:
 - Si le **point de non retour (A)** est obtenu **après le point continu (B)** (Figure D-6), la procédure doit être la suivante, sauf si une autre procédure semble plus appropriée (aéroport de déroutement plus proche, procédures de dégagement plus sûres...). Si la panne moteur survient:
 - ✓ Avant B: Retour
 - ✓ Après A: Continuer
 - ✓ Entre A et B: soit revenir ou continuer
 - Si le point de non retour (A) est obtenu avant le point continu (B) (Figure D-7), la procédure devrait être la suivante, sauf si une autre procédure se trouve plus appropriée.
- Si la panne moteur survient:
- ✓ Avant A: Retour

⁵ La trajectoire nette du vol de retour prend en compte l'altitude et le temps perdu pour faire demi-tour.

- ✓ Après B: continuer
- ✓ Entre A et B: Établir une procédure de dégagement, garantissant la marge de franchissement d'obstacles pertinente. Si ce n'est pas possible, envisager une réduction de poids au décollage. Si la réduction de poids est trop pénalisante, envisager une autre route.

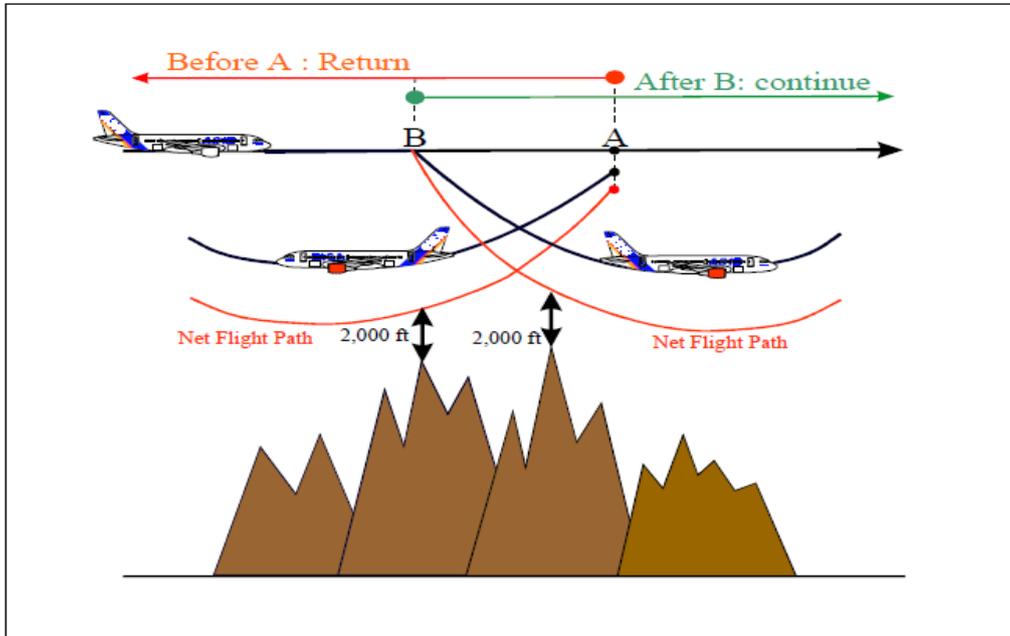


Figure D-6 : le point continu (B) avant le point de non retour (A).

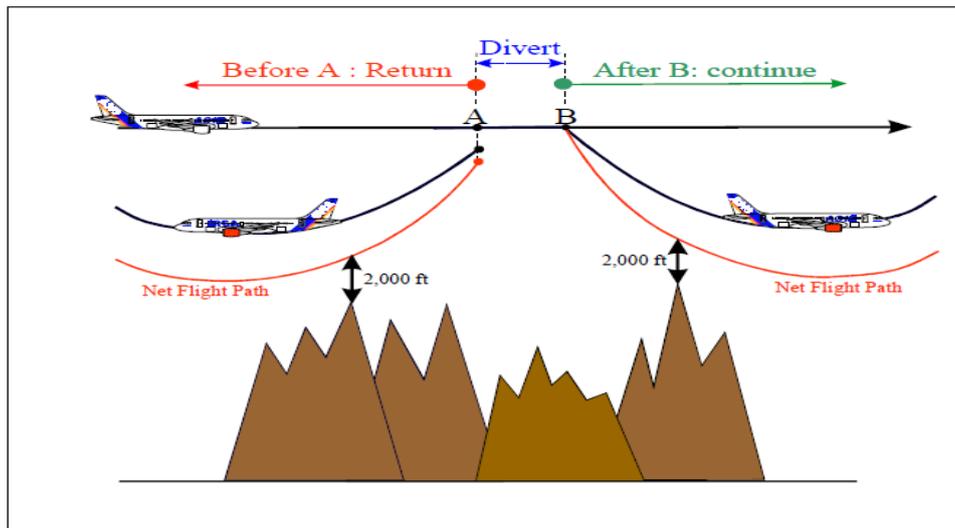


Figure D-7 : le point continu (B) après le point de non retour (A).

2.2.3. Aérodrome de déroutement :

JAR-OPS 1.500, sous-partie G,

FAR 121.191, sous-partie I

“JAR-OPS 1.500

(a) La trajectoire nette de vol doit avoir une pente positive à 1 500 ft au-dessus de l'aérodrome où l'atterrissage est supposé être effectué après une panne de moteur. "(Figure D-8)

L'étude de route doit indiquer les différents aérodromes de déroutement en route possibles associés aux divers scénarios de déroutement. La pente de la trajectoire nette de vol devrait être positive à au moins 1 500 pieds au-dessus de l'aéroport où l'atterrissage est supposé être fait. À cette, une vidange de carburant peut être envisagée, lorsque le système est disponible.

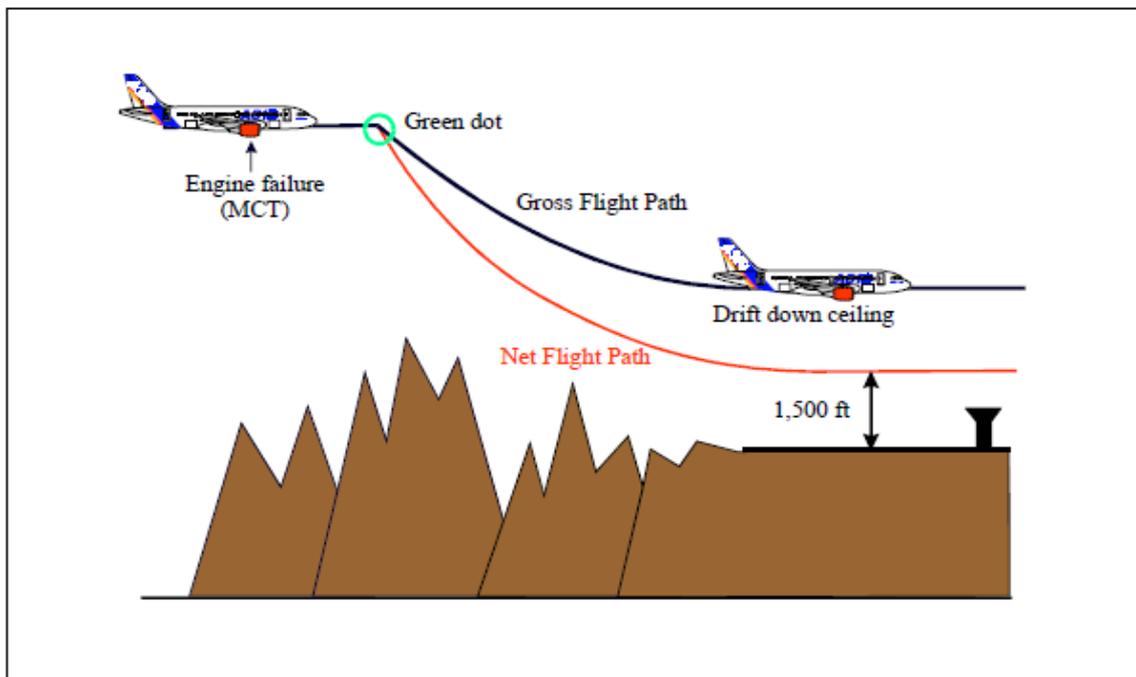


Figure D-8 : Exigences de performance au dessus de l'aéroport de détournement.

En outre:

“JAR-OPS 1.500

(c) (4) L'aérodrome où l'avion est supposé atterrir après une panne moteur doit répondre aux critères suivants:

- Les exigences de performance à la masse d'atterrissage prévue sont respectées.

- Les bulletins ou prévisions météorologiques, ou toute combinaison de ceux-ci, et les rapports de l'état du terrain indiquent qu'un atterrissage en toute sécurité peut être effectué à la heure estimée d'atterrissage "

Les aéroports de dégagement doivent être clairement spécifiés, et doit respecter les minimums météorologiques prescrits pour la catégorie d'approche. Si ces minimums ne sont pas atteints, les procédures de déroutement associées ne sont plus possible.

2.3. Avion bimoteur

* Règle de 60 minutes :

JAR-OPS 1.245 Sous-partie D

FAR 121.161, sous-partie H

JAR-OPS 1.246 Sous-partie D

AC 120-42A

JAA Notice d'information 20

« JAR-OPS 1.245

a) Sauf autorisation expresse de l'Autorité [...], un exploitant ne doit pas exploiter un avion bimoteur sur une route qui contient un point plus éloigné d'une distance adéquate l'aérodrome que la distance parcourue en 60 minutes à l'aéroport monomode [approuvé] vitesse de croisière. »

Quand au moins un secteur de route est à plus de 60 minutes de vol, avec un moteur en panne d'un éventuel aérodrome de déroutement en route (Figure D-9), la compagnie aérienne a besoin d'une approbation spécifique, appelée approbation ETOPS.

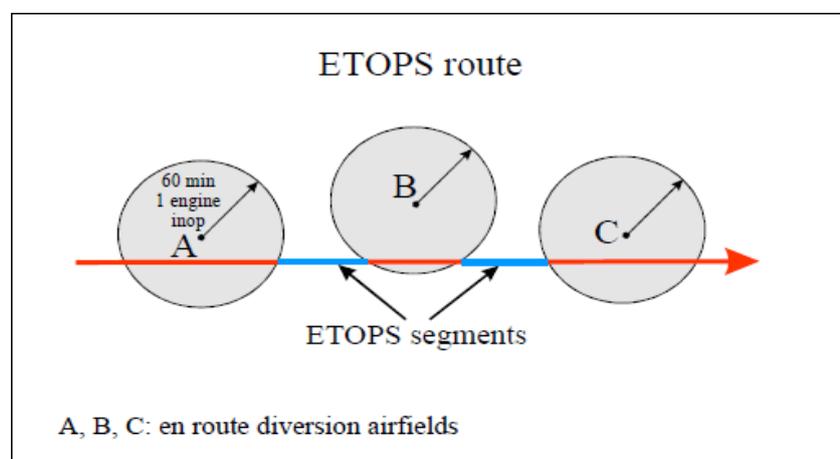


Figure D-9 : règle de 60 minutes.

3. PANNE DE PRESSURISATION DANS LA CABINE EN VOL

JAR-OPS 1.770 + Annexe 1

FAR 121.329

JAR-OPS 1.760

FAR 121.333

3.1. Systèmes d'oxygène

“JAR-OPS 1.770

(a) (1) L'exploitant ne doit pas exploiter un avion sous pression à des altitudes de pression au-dessus de 10 000 ft sauf si un équipement à oxygène supplémentaire [...] est fourni. ”

Après une panne de pressurisation de la cabine, l'oxygène est automatiquement fourni aux passagers à travers des unités de distribution individuelles, immédiatement disponibles pour chaque occupant. Ces unités sont automatiquement déployées en cas de perte de pressurisation de la cabine, mais **ils ne fournissent de l'oxygène que pour une période limitée.**

La durée d'alimentation en oxygène des passagers varie en fonction du système. Comme Il existe actuellement deux grandes catégories de systèmes d'oxygène: **les systèmes chimiques** et **systèmes gazeux.**

3.1.1. Systèmes chimiques

Un système chimique présente les caractéristiques suivantes:

- Il existe un générateur chimique indépendant, qui est déclenché lorsque le masque est tiré. Ensuite, **il n'est pas possible d'arrêter le flux d'oxygène.**
- Le débit d'oxygène et la pression d'alimentation sont indépendants de la cabine altitude.
- L'oxygène est fourni aux passagers pendant une période déterminée, ce qui peut être soit 15 ou 22 minutes.
- Un profil de vol maximal est prédéterminé pour un tel système.

3.1.2. Systèmes gazeux

Un système gazeux présente certains avantages par rapport au système chimique:

- Il est adaptable en sélectionnant le nombre de bouteilles d'oxygène à haute pression.

- Le débit d'oxygène et la pression d'alimentation dépendent de l'altitude. Le débit est contrôlé par un dispositif de régulation du débit altimétrique dans chaque conteneur de masque. Il permet d'optimiser la consommation d'oxygène des passagers: plus l'altitude diminue, le débit d'oxygène diminue.
- Le temps d'alimentation en oxygène dépend du profil de vol et du nombre de cylindres installés.
- Il n'y a pas de débit d'oxygène en dessous d'une altitude pression de cabine de 10000 pieds.

3.2. Exigence d'oxygène (passagers)

Pour aider les opérateurs à déterminer leurs besoins en oxygène supplémentaire, les réglementations fournissent la quantité minimale d'oxygène nécessaire par rapport à l'altitude de vol. Cette information est donnée pour les membres d'équipage de conduite, les membres d'équipage de cabine, ainsi que les passagers. Néanmoins, les réserves en oxygène des membres d'équipage sont toujours beaucoup plus importantes que pour les passagers et, par conséquent, le profil de descente est toujours plus limité par le système d'oxygène des passagers que par les systèmes d'oxygène de l'équipage.

JAR-OPS 1.770 + Annexe 1

FAR 121.329

JAR-OPS 1.760

FAR 121.333

« FAR 121.329

(c) (1) Pour les vols à des altitudes de pression de cabine supérieures à 10 000 pieds, jusqu'à 14 000 pieds, il doit y avoir suffisamment d'oxygène pour la partie du vol à ces altitudes c'est-à-dire d'une durée supérieure à 30 minutes, pour 10% des passagers.

(c) (2) Pour les vols à une altitude de pression cabine supérieure à 14 000 pieds, jusqu'à 15 000 pieds, il doit y avoir suffisamment d'oxygène pour la partie du vol à ces altitudes pour 30% de les passagers.

(c) (3) Pour les vols à une altitude de pression cabine supérieure à 15 000 pieds, il doit y avoir suffisamment d'oxygène pour chaque passager transporté pendant tout le vol à ces altitudes. »

« FAR 121.333

(e) (2) [...] Il ne doit pas y avoir moins de 10 minutes d'alimentation pour la cabine passager occupants.

(e) (3) [...] Pour les premiers soins des occupants [...], une réserve d'oxygène doit être fournie pour deux pour cent " 2% " des occupants pour tout le vol après la dépressurisation de la cabine à des altitudes supérieures à 8 000 pieds, mais jamais inférieure à une personne. »

La dernière condition est généralement atteinte par l'oxygène portable. En conséquence, le tableau suivant (D2) résume les exigences oxygène des passagers:

| | | |
|--|---------------------------|--|
| Altitude de vol | >15 000 ft | Fourniture à 100% des passagers |
| | >14 000 ft ≤ 15 000 ft | Fourniture à 30% des passagers |
| | >10 000 ft ≤ 14 000 ft | Fourniture à 10% des passagers (non exigée pendant les premières 30 minutes) |
| | > 8 000 ft ≤ 10 000 ft | Fourniture à 2% des passagers après une dépressurisation cabine (assurée par l'oxygène portable) |
| Avec un minimum de 10 minutes d'alimentation à 100% des passagers | | |

Tableau D-2 : Exigence d'alimentation en oxygène pour passagers.

3.3. Profil de vol

3.3.1. Limitation du système d'oxygène

Suite à une panne de pressurisation de la cabine, **l'altitude de pression de la cabine doit être considéré comme identique à l'altitude de pression de l'aéronef**, à moins que démontré qu'il est hautement improbable. Dans les études, il est toujours supposé que l'altitude pression cabine est la même que l'altitude pression de l'avion.

Par conséquent, il est possible d'établir un **profil de vol** avec lequel l'aéronef doit toujours rester, en tenant compte des exigences en oxygène susmentionnées. Ce profil dépend du système d'oxygène installé:

- Système chimique: Profil fixe (publié dans le FCOM).

- Système gazeux: profil personnalisé (dépend du nombre bouteilles d'oxygène et emplacement des obstacles).

Ce profil de vol représente le niveau maximum qui peut être volé avec respect de la capacité du système d'oxygène. À titre d'exemple, la figure suivante (D-13) montre le profil de descente d'un système à oxygène de 22 minutes.

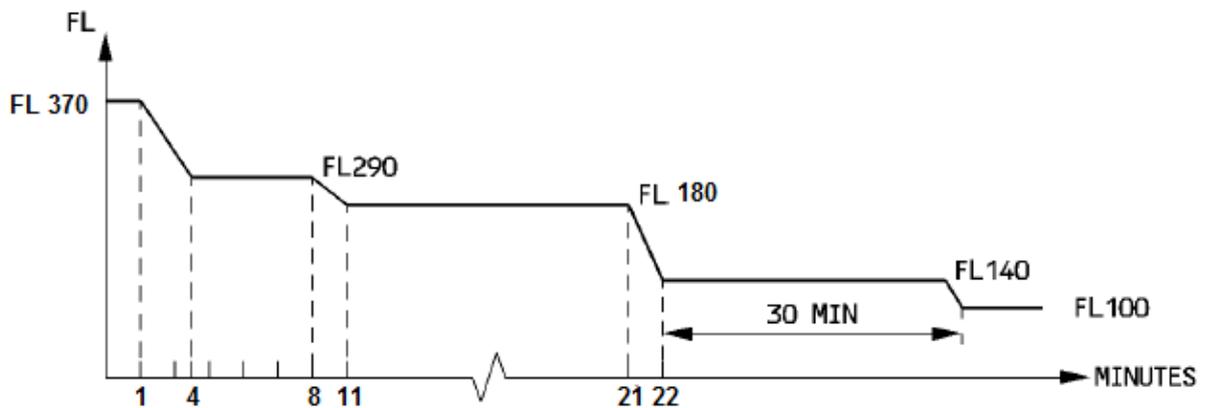


Figure D-10 : profil de descente - 22 minutes système oxygène (Boeing 737- 800).

3.3.2. Limitation de performance

Le profil de descente ci-dessus dépend uniquement de la capacité du système à oxygène, et non sur la capacité de performance de l'aéronef.

Néanmoins, cela ne signifie pas que l'avion est toujours capable de suivre le profil d'oxygène, en particulier en descente. En conséquence, le profil de performance doit être établi et ce profil doit toujours rester en dessous du profil d'oxygène.

Le calcul est basé sur les hypothèses suivantes:

- Phase de descente: Descente d'urgence à MMO / VMO.
- Phase de croisière: croisière à vitesse maximale (limitée par VMO).

En conséquence, pour un poids initial et un niveau de vol donnés, le profil d'oxygène, la fonction du temps, est transformé en un profil de performance, fonction de la distance (Figure D-11).

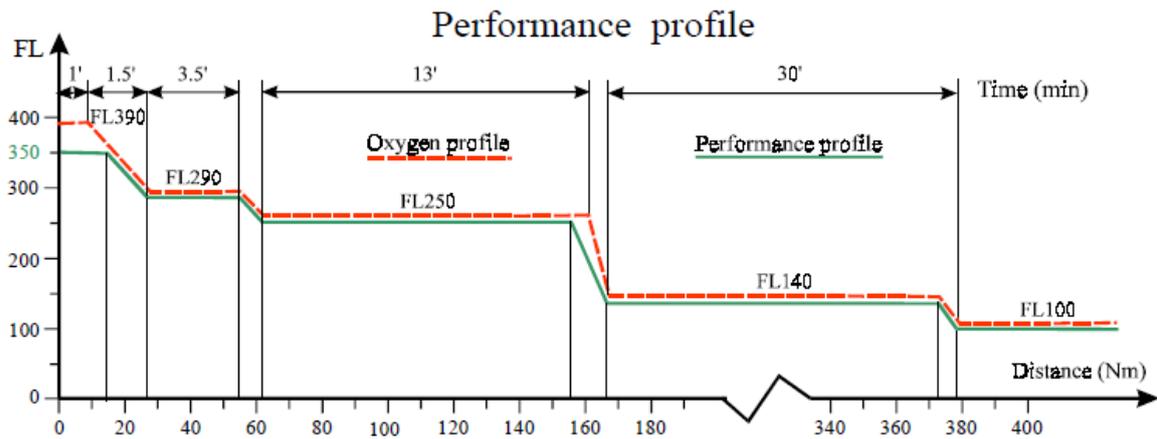


Figure D-11: Profil de performance A319 - Système d'oxygène (22 minutes).

Remarque:

Lors de l'établissement de ce profil de performance, **il est toujours supposé que l'avion est capable de voler à MMO / VMO.**

3.4. Altitudes minimales de vol

| | |
|---------------|-------------|
| JAR-OPS 1.250 | FAR 121.657 |
| IEM OPS 1.250 | |

Les altitudes minimales de vol doivent être sélectionnées comme suit:

«121.657 FAR

(c) Personne ne peut exploiter un aéronef en IFR, [...] dans des zones montagneuses désignées, à une altitude inférieure à 2 000 pieds au-dessus de l'obstacle le plus élevé dans une zone définie par une distance horizontale de cinq « 5 » Nm du part et d'autre de la route prévue. »

« JAR-OPS 1.250

a) L'exploitant doit établir les altitudes minimales de vol et les méthodes pour déterminer ces altitudes pour tous les segments de route à voler [...].

b) Toute méthode permettant d'établir des altitudes minimales de vol doit être approuvée par l'autorité. »

Pour aider les opérateurs JAA dans leur choix, des éléments indicatifs sont fournis dans IEM OPS 1.250 «Matériel interprétatif / explicatif», où les définitions les plus courantes des altitudes minimales de vol publiées sont rappelées :

• **MOCA** (Altitude Minimale de Franchissement d'Obstacles) et **MORA** (Altitude Minimale de Route). Ils correspondent à l'élévation maximale du terrain ou d'obstacle, plus:

- 1 000 pieds pour une élévation inférieure ou égale à 5 000 pieds⁶.
- 2 000 pieds pour une élévation supérieure à 5 000 pieds arrondie jusqu'aux 100 pieds suivants.

• **MEA** (altitude minimale de sécurité en route). Elle correspond à l'élévation maximale du terrain ou de l'obstacle, plus:

- 1 500 pieds pour une élévation inférieure ou égale à 5 000 pieds.
- 2 000 pieds pour une élévation supérieure à 5 000 pieds et inférieure à 10 000 pieds.
- 10% de l'élévation plus 1 000 pieds au-dessus de 10 000 pieds.

En conséquence, **l'altitude minimale de vol** au-dessus de 10 000 pieds est considérée acceptable pour effectuer des études, est égale à **l'élévation de l'obstacle le plus haut plus 2 000 pieds**.

3.5. Franchissement des Obstacles - Panne de Pressurisation Cabine

Une trajectoire nette de vol n'est pas nécessaire dans le cas de panne de pressurisation cabine. La trajectoire nette de vol doit être comprise comme une marge de sécurité, lorsqu'il y a un risque que le l'aéronef ne peut pas maintenir la performance de descente prévue (cas de panne moteur).

En cas de dépressurisation cabine, toute altitude inférieure à l'altitude de vol initiale peut être volée sans problème lorsque tous les moteurs sont en marche. Par conséquent, la norme des altitudes minimales de vol s'applique et le profil de descente doit, donc, franchir tout obstacle avec une marge de 2 000 pieds (Figure D-12).

⁶ Dépend de la méthode: Jeppesen (5 000 pieds).

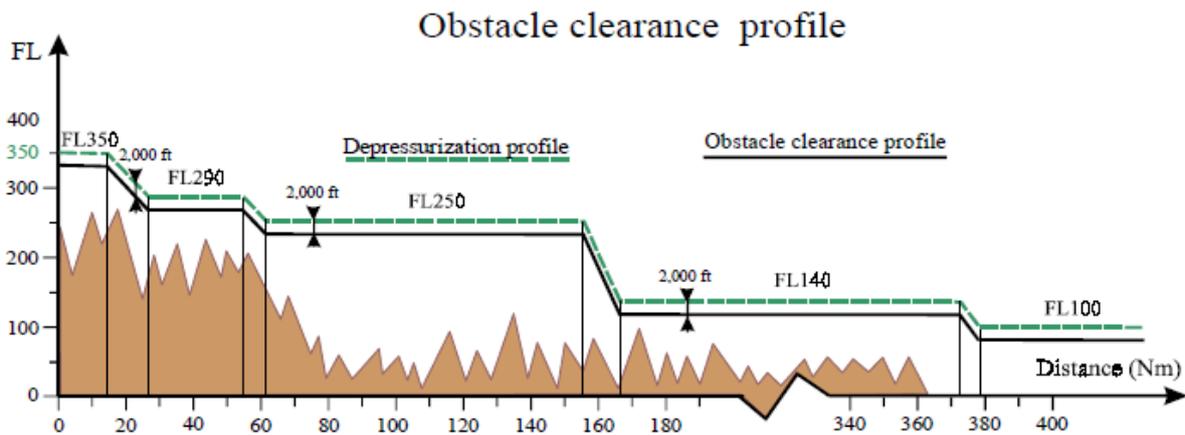


Figure D-12 : profil de franchissement d'obstacle A319- panne de pressurisation.

4. PANNE DE PRESSURISATION DANS LA CABINE ET PANNE MOTEUR SIMULTANÉES

En règle générale, il faut toujours s'attendre à des pannes (moteur ou pressurisation) se produire aux points les plus critiques de la route prévue. Néanmoins, comme les profils de descente diffèrent, les points critiques peuvent différer entre les deux cas de panne. Il est important de noter que la réglementation n'exige pas de prendre en compte la performance pour faire face aux deux pannes simultanément.

Lorsque les deux cas de panne sont traités séparément, le nombre de points critiques et les escape routes spécifiques augmentent également. En conséquence, la complexité peut engendrer une charge de travail supplémentaire pour les équipages de conduite et un risque d'erreur subséquent.

C'est pourquoi, chaque fois que cela est possible, il faut préférer définir les mêmes points critiques et les mêmes escape routes, quel que soit la panne. Ainsi, le temps de réaction et le risque d'erreur sont réduits. Dans un tel cas, l'étude de la route devrait être basée sur le profil de descente le plus pénalisant (Figure D-13).

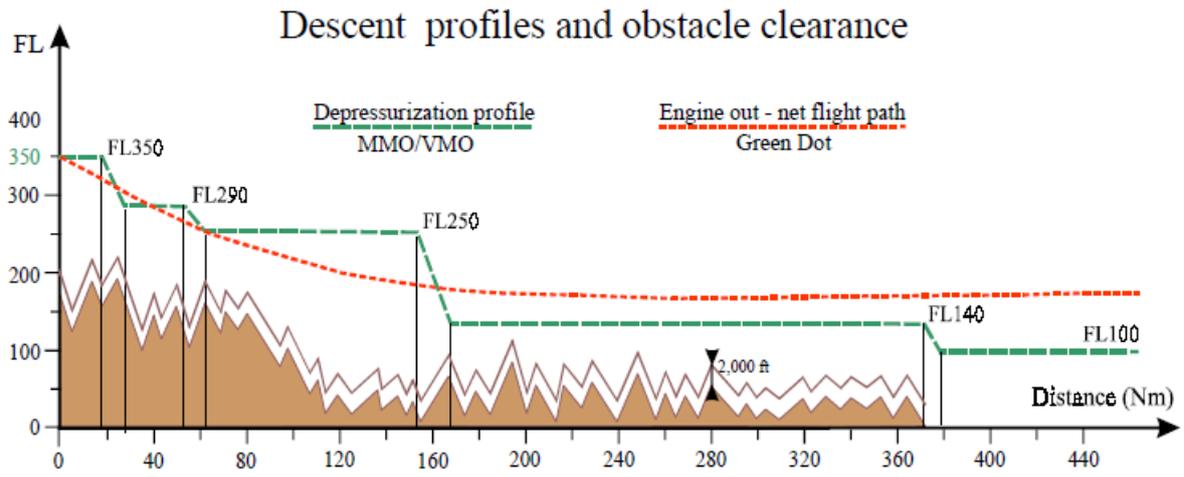


Figure D-13 : profil de descente A319 (panne moteur + panne de pressurisation).

Chapitre V : Etude opérationnelle de la ligne.

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons appliquer nos connaissances théoriques à fin d'étudier la faisabilité opérationnelle de la nouvelle ligne **Alger - Téhéran - Alger** avec le B737-800NG (contraintes opérationnelles, performance avion, adéquations des aéroports, NOTAM, les zones de conflit, panne moteur, panne de dépressurisation) conformément à la réglementation aéronautique.

I. ETUDE DE PERFORMANCE

1) Aéroport international d'Alger « Houari Boumediene », Algérie

Hypothèse de calcul :

- Température : 42°C.
- Flaps 05.
- Vent nul.
- Conditionnement d'air : Automatique.
- Antigivrage off.
- Elévation : 82 ft.

| QFU | Dimension (m) | MTOW (Kg) | V1 (kt) | VR (kt) | V2 (kt) |
|-----|---------------|-----------|---------|---------|---------|
| 05 | 3500*60 | 79015 | 520 | 540 | 580 |
| 09 | 3500*45 | 79015 | 520 | 540 | 580 |
| 23 | 3500*60 | 79015 | 520 | 540 | 580 |
| 27 | 3500*45 | 79015 | 520 | 540 | 580 |

Tableau E-1: les vitesses de décollage aéroport d'Alger (DAAG). [6]

Remarque :

- La masse maximale au décollage sur les deux pistes 09 / 27 et 05/23 n'est pas limitée (voir annexe 01).

2) Aéroport international de Téhéran « Mehrabad », Iran

Hypothèse de calcul :

- Température : 28°C.
- Flaps 05.
- Vent nul.
- Conditionnement d'air : Automatique.
- Antigivrage off.
- Elévation : 3965 ft.

| QFU | Dimension (m) | MTOW (Kg) | V1 (kt) | VR (kt) | V2 (kt) |
|------|---------------|-----------|---------|---------|---------|
| 11 L | 3796*45 | 77600 | 490 | 530 | 570 |
| 29 R | 3796*45 | 66400 | 370 | 380 | 460 |
| 11 R | 4041*60 | 77600 | 490 | 530 | 570 |
| 29 L | 4041*60 | 66400 | 400 | 410 | 480 |

Tableau E-2: les vitesses de décollage aéroport de Téhéran (OIII). [6]

Cas de décollage sur la piste 11R ou 11L :

- La masse maximale au décollage est limitée à 77600 kg.

Cas de décollage sur la piste 29R ou 29L :

- La masse maximale au décollage est limitée à 66400 kg. (voir annexe 01)

Vu que la masse de décollage sur les pistes 29R, 29L est très pénalisée (66400 Kg), un vol de retour direct est non faisable. Alors, l'avion doit faire un ETF (escale technique facultative) à « Antalya » pour le refueling.

Remarque :

ETF : Escale Technique Facultative.

- ➔ Utilisée sur étapes longues :
 - Limitation décollage.
 - Limitation capacité réservoirs.
- ➔ But :
 - Réduire le carburant embarqué pour augmenter la charge offerte.
- ➔ Méthode :
 - Choix d'un aérodrome plus proche (ETF) pour réduire la quantité de carburant embarqué.

✚ Les scénarios possibles :

Scénarios 1: décollage prévu sur la piste 11R ou 11L.

- ✓ Aller : vol direct.
- ✓ Retour : vol direct.

Scénarios 2: décollage prévu sur la piste 29R ou 29L.

- ✓ Aller : vol direct.
- ✓ Retour : vol avec escale technique facultative à Antalya.

3) L'aéroport international d'Antalya, Turquie

Hypothèse de calcul :

- Température : 44°C.
- Flaps 05.
- Vent nul.
- Conditionnement d'air : Automatique.
- Antigivrage off.
- Elévation : 177 ft.

| QFU | Dimension (m) | MTOW (Kg) | V1 (kt) | VR (kt) | V2 (kt) |
|------|---------------|-----------|---------|---------|---------|
| 18 C | 3400*45 | 78200 | 520 | 530 | 580 |
| 36 C | 3400*45 | 78000 | 510 | 530 | 570 |
| 18 L | 3400*45 | 78200 | 510 | 530 | 580 |
| 36 R | 3400*45 | 77900 | 520 | 530 | 570 |
| 18 R | 2990*45 | 76300 | 500 | 510 | 560 |
| 36 L | 2990*45 | 75100 | 480 | 500 | 550 |

Tableau E-3: les vitesses de décollage aéroport d'Antalya (LTAI). [6]

Remarque :

- La masse maximale au décollage sur les pistes 18 C/36 C, 18 L/36 R et 18 R/36 L n'est pas limitée. (voir annexe 1)

Le tableau ci-dessous regroupe toutes les informations liées au plan de vol. (voir annexe 2).

| | Temps de vol | C/O _{max} (Kg) | Délestage (Kg) | Block fuel (Kg) | ETOW (Kg) |
|---|---|-------------------------|----------------|-----------------|--------------|
| Vol direct | | | | | |
| ALG-THR | 05 h 20 min | 17339 | 13977 | 17785 | 79015 |
| THR-ALG | Vol retour direct (décollage prévu sur la piste 11R ou 11L) | | | | |
| | 06 h 20 min | 13710 | 15964 | 19999 | 77600 |
| THR-ALG | Vol retour direct non faisable (décollage prévu sur la piste 29R ou 29L) | | | | |
| Vol retour avec escale via Antalya | | | | | |
| THR-AYT | 02 h 51 min | 12439 | 6657 | 10080 | 66400 |
| AYT-ALG | 03 h 44 min | 12439 | 9651 | 12999 | 69478 |
| Totale : vol direct | 11 h 20 min | 31049 | 29941 | 37784 | |
| Totale : vol avec escale | 11 h 54 min | 29778 | 30285 | 40864 | |

Tableau E-4: les données de plan de vol (aller – retour). [7]

II. ETUDE D'ADEQUATION DES AEROPORTS

1. Présentation des aéroports :

- Algérie :

| | | |
|---|------------------|-----------------|
| Aéroport international de Oran « Ahmed Ben Bella » | | |
| Informations générales : | | |
| Localisation : Oran (DZA) | | |
| Code OACI/IATA : DAOO/ORN | | |
| Coordonnées géographiques : N35° 37.6', W000° 36.7' | | |
| Elévation : 299 ft | | |
| Usage de l'aéroport : public | | |
| Type d'aéroport : IFR | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | | |
| Caractéristiques de la piste : | | |
| Piste | Piste 07 R /25 L | Piste 07 L/25 R |
| Longueur× largeur | 3000 m x 45 m | 3599 m x 45 m |
| Type de surface | Béton | Béton |
| PCN | 62/ F/B/W/T | 113/F/A/W/T |

Tableau E-5 : Aéroport international de Oran « Ahmed Ben Bella » Algérie. [8]

| | | |
|--|---------------|---------------|
| Aéroport international d'Alger « Houari Boumediene » | | |
| Informations générales : | | |
| Localisation : Alger (DZA) | | |
| Code OACI/IATA : DAAG/ALG | | |
| Coordonnées géographiques : N36° 41.7', E003° 13.0' | | |
| Elévation : 82 ft | | |
| Usage de l'aéroport : public | | |
| Type d'aéroport : IFR | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | | |
| Caractéristiques de la piste : | | |
| Piste | Piste 09/27 | Piste 05/23 |
| Longueur× largeur | 3500 m x 45 m | 3500 m x 60 m |
| Type de surface | Asphalte | Béton |
| PCN | 78/F/D/W/T | 75/F/D/W/T |

Tableau E-6 : Aéroport international d'Alger « Houari Boumediene » Algérie. [8]

| Aéroport international de Constantine « Mohamed Boudiaf » | | |
|---|---------------|---------------|
| Informations générales : | | |
| Localisation : Constantine (DZA) | | |
| Code OACI/IATA : DABC/CZL | | |
| Coordonnées géographiques : N36° 17.1', E006° 37.1' | | |
| Elévation : 2316 ft | | |
| Usage de l'aéroport : public | | |
| Type d'aéroport : IFR | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 8 | | |
| Caractéristiques de la piste : | | |
| Piste | Piste 13/31 | Piste 16/34 |
| Longueur× largeur | 2399 m x 45 m | 3000 m x 60 m |
| Type de surface | Asphalte | Béton |
| PCN | 54/F/C/W/T | 54/F/C/W/T |

Tableau E-7 : Aéroport international de Constantine « Mohamed Boudiaf » Algérie. [8]

- **Iran :**

| Aéroport international Imam Khomaini | | |
|---|---------------|---------------|
| Informations générales : | | |
| Localisation : Téhéran (Iran) | | |
| Code OACI/IATA : OIIE/IKA | | |
| Coordonnées géographiques : N35° 25.0', E051° 09.1' | | |
| Elévation : 3305 Ft | | |
| Usage de l'aéroport : public | | |
| Type d'aéroport : IFR | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | | |
| Caractéristiques de la piste : | | |
| Piste | Piste 11R/29L | Piste 11L/29R |
| Longueur× largeur | 4091 m x 45 m | 4198 m x 45 m |
| Type de surface | Asphalte | asphalte |
| PCN | PCN80/F/C/W/T | PCN80/F/C/W/T |

Tableau E-8 : Aéroport international Imam Khomaini Iran. [8]

| Aéroport international Mehrabad | | |
|--|---------------|---------------|
| Informations générales : | | |
| Localisation : Téhéran (Iran) | | |
| Code OACI/IATA : OIII/THR | | |
| Coordonnées géographiques : N35° 41.3' E051° 18.9' | | |
| Elévation : 3965 Ft | | |
| Usage de l'aéroport : public | | |
| Type d'aéroport : IFR | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | | |
| Caractéristiques de la piste : | | |
| Piste | Piste 11R/29L | Piste 11L/29R |
| Longueur× largeur | 4041 m × 60 m | 4000 m x 45 m |
| Type de surface | Asphalte | Béton |
| PCN | PCN72/R/A/W/T | PCN50/F/A/X/T |

Tableau E-9 : Aéroport international Mehrabad Iran. [8]

| Aéroport international Shahid Beheshti | | |
|---|---------------|---------------|
| Informations générales : | | |
| Localisation : Esfahan (Iran) | | |
| Code OACI/IATA : OIFM/IFN | | |
| Coordonnées géographiques : N32° 45.0', E051° 51.8' | | |
| Elévation : 5059 ft | | |
| Usage de l'aéroport : public | | |
| Type d'aéroport : IFR | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 8 | | |
| Caractéristiques de la piste : | | |
| Piste | Piste 08L/26R | Piste 08R/26L |
| Longueur× largeur | 4397 m x 45 m | 4397 m x 45 m |
| Type de surface | Asphalte | Asphalte |
| PCN | PCN65/F/C/X/T | PCN65/F/C/X/T |

Tableau E-10 : Aéroport international Shahid Beheshti Iran. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Shahid Sadooghi | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Yazd (Iran) | |
| Code OACI/IATA : OIYY/AZD | |
| Coordonnées géographiques : N31°54.4' E054° 16.6' | |
| Elévation : 4054 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 7 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 13/31 |
| Longueur× largeur | 4099 m x 45 m |
| Type de surface | Asphalte |
| PCN | PCN60/F/B/X/T |

Tableau E-11 : Aéroport international Shahid Sadooghi Iran. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Sardar-E-Jangal | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Rasht (Iran) | |
| Code OACI/IATA : OIGG/RAS | |
| Coordonnées géographiques : N37° 19.4', E049° 37.1' | |
| Elévation : 37 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 7 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 09 / 27 |
| Longueur× largeur | 2917 m × 45 m |
| Type de surface | Asphalte |
| PCN | 60/F/C/X/T |

Tableau E-12 : Aéroport international Sardar-E-Jangal Iran. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Uromiyeh | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Uromiyeh (Iran) | |
| Code OACI/IATA : OITR/OMH | |
| Coordonnées géographiques : N37° 40.3', E045° 04.1' | |
| Elévation : 4342 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 7 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 03 / 21 |
| Longueur× largeur | 3252 m × 45 m |
| Type de surface | Asphalte |
| PCN | 58/F/C/X/T |

Tableau E-13 : Aéroport international Uromiyeh Iran. [8]

- **Turquie :**

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international d'Adana | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Adana (Turquie) | |
| Code OACI/IATA : LTAF/ADA | |
| Coordonnées géographiques : N36° 58.9 ', E035 ° 16.8' | |
| Elévation : 65 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 05 / 23 |
| Longueur× largeur | 2750 m × 45 m |
| Type de surface | Asphalte |
| PCN | 115/F/A/X/T |

Tableau E-14 : Aéroport international d'Adana Turquie. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Alanya | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Gazipasa (Turquie) | |
| Code OACI/IATA : LTFG/GZP | |
| Coordonnées géographiques : N36° 18.0 ', E032 ° 18.1' | |
| Elévation : 126 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 7 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 08 / 28 |
| Longueur× largeur | 2350 m × 45 m |
| Type de surface | Béton |
| PCN | 77/R/C/X/T |

Tableau E-15 : Aéroport international Alanya Turquie. [8]

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Aéroport international d'Antalya | | | |
| Informations générales : | | | |
| Localisation : Antalya (Turquie) | | | |
| Code OACI/IATA : LTAI/AYT | | | |
| Coordonnées géographiques : N36° 54.0 ', E030 ° 47.6' | | | |
| Elévation : 177 ft | | | |
| Usage de l'aéroport : public | | | |
| Type d'aéroport : IFR | | | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | | | |
| Caractéristiques de la piste : | | | |
| Piste | Piste 18 C / 36 C | Piste 18 L / 36 R | Piste 18 R / 36 L |
| Longueur× largeur | 3400 m× 45 m | 3400 m × 45 m | 2990 m × 45 m |
| Type de surface | Béton | Béton | Asphalte |
| PCN | 82/R/A/W/T | 82/R/A/W/T | 80/F/B/X/T |

Tableau E-16 : Aéroport international d'Antalya Turquie. [8]

| | |
|--|---------------|
| Aéroport international Dalaman | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Mugla (Turquie) | |
| Code OACI/IATA : LTBS/DLM | |
| Coordonnées géographiques : N36° 42.7', E028 ° 47.5' | |
| Elévation : 20 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 01 / 19 |
| Longueur× largeur | 3000 m × 45 m |
| Type de surface | Béton |
| PCN | 100/R/A/W/T |

Tableau E-17 : Aéroport international Dalaman Turquie. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Ferit Melen | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Van (Turquie) | |
| Code OACI/IATA : LTCI/VAN | |
| Coordonnées géographiques : N36° 28.1', E043° 19.9' | |
| Elévation : 5473ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 8 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 03 / 21 |
| Longueur× largeur | 2750 m × 45 m |
| Type de surface | Asphalte |
| PCN | 95/F/C/W/T |

Tableau E-18 : Aéroport international Ferit Melen Turquie. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Gap | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Sanliurfa (Turquie) | |
| Code OACI/IATA : LTCS/GNY | |
| Coordonnées géographiques : N36° 27.4 ', E038 ° 54.5' | |
| Elévation : 2708 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 04 / 22 |
| Longueur× largeur | 4000 m × 45 m |
| Type de surface | Béton |
| PCN | 110/R/A/W/T |

Tableau E-19 : Aéroport international Gap Turquie. [8]

| | |
|---|---------------|
| Aéroport international Gaziantep | |
| Informations générales : | |
| Localisation : Gaziantep (Turquie) | |
| Code OACI/IATA : LTAJ/GZT | |
| Coordonnées géographiques : N36° 56.9 ', E037 ° 28.7' | |
| Elévation : 2305 ft | |
| Usage de l'aéroport : public | |
| Type d'aéroport : IFR | |
| Niveau de protection du SSLIA : 9 | |
| Caractéristiques de la piste : | |
| Piste | Piste 10 / 28 |
| Longueur× largeur | 3000 m × 48 m |
| Type de surface | Béton |
| PCN | 110/R/A/W/T |

Tableau E-20 : Aéroport international Gaziantep Turquie. [8]

2. Méthode ACN/PCN :

La méthode ACN/PCN est un système international normalisé et élaboré par l'Organisation de l'Aviation Civile International (OACI) qui vise à fournir des renseignements sur la résistance des chaussées aéronautiques et qui permet de ce fait de juger de l'admissibilité de chaque aéronef en fonction de sa charge et de la résistance des chaussées. Cette méthode est applicable depuis 1983 par l'ensemble des états membres de l'OACI. [9]

Le principe de cette méthode est relativement simple puisque l'on associe à chaque zone homogène –section de chaussée dont les caractéristique technique sont identiques ou du moins suffisamment proches pour être assimilées d'une plateforme, un PCN qui reflète la capacité portante de la chaussée .cette information est publiée de la manière suivante conformément à la spécification de l'annexe 14 de l'OACI :

Le nombre est le numéro de classification de chaussée arrondi à un nombre entier

La première lettre correspond à la nature de la chaussée :

- ✓ F : pour les chaussée souple (Flexible en anglais), c'est-à-dire composées essentiellement d'enrobés bitumineux ;
- ✓ R : pour chaussée rigides composées essentiellement de béton de ciment.

Pour les chaussée atypiques composées à la fois de béton de ciment et d'enrobés bitumineux, on utilise la publication qui correspond le mieux au comportement mécanique de la chaussée.

La deuxième lettre désigne la catégorie de résistance du sol support soit encore le sol « naturel » sous la chaussée :

- ✓ A : résistance élevé ;
- ✓ B : résistance moyenne ;
- ✓ C : résistance faible ;
- ✓ D : résistance ultra faible.

La troisième lettre fait référence à la limite de pression de gonflage des pneumatiques :

- ✓ W : pas de limite de pression ;
- ✓ X : pression limitée à 1.5MPa ;
- ✓ Y : pression limitée à 1MPa ;
- ✓ Z : pression limitée à 0.5MPa.

Remarque :

Les limitations en pressions de gonflage sont relativement rares. Lorsqu'elles existent, elles sont plupart liées à l'état de couche de roulement (limite de cisaillement des matériaux).c'est pour cette raison qu'il n'en sera pas fait mention ultérieurement .mais bien entendu pour tout accueil d'aéronef, il convient de vérifier que les pressions de gonflage respectent lorsque des limitations sont indiquées au niveau de la chaussée.

La dernière lettre indique la base ou méthode d'évaluation du PCN :

- ✓ T : évaluation technique c'est-à-dire basée essentiellement sur les caractéristiques mécaniques de la chaussée ;
- ✓ U : évaluation « par expérience» basé essentiellement sur le trafic existant que la chaussée supporte sans dommage significatif.

Cet autre paramètre représente « l'agressivité » d'un aéronef sur une chaussée.il est déterminé, conformément à certaines procédures normalisées, par les constructeurs aéronautiques .cet ACN est publié sous une forme simplifiée.

➤ **Principe générale de la méthode ACN\PCN**

- Pour que la piste supporte l'avion, il faut qu'on vérifié cette équation :
 $ACN \leq PCN$;
- L'équation (1) de l'ACN définit comme suit :

$$ACN = ACN_{min} - \frac{(MTOW - M_{min})}{(M_{max} - M_{min})} \times (ACN_{max} - ACN_{min})$$

Sachant que M_{min} et M_{max} respectivement la masse à vide opérationnelle et la masse maximale au roulage, ACN_{min} et ACN_{max} représentant les ACN correspondants.

Pour qu'il est adéquation des aéroports aux appareils par rapport au paramètre ACN/PCN il faut que : $PCN_{max} \geq ACN_{max}$. [9]

| | | CLASSES (catégorie de résistance du sol support) | | | | | | | |
|----------|----------------------|--|----|----|----|-------------------|----|----|----|
| | | Chaussées rigides | | | | Chaussées souples | | | |
| aéronef | Masse de calcul (kg) | A | B | C | D | A | B | C | D |
| B737-800 | 79333 | 49 | 52 | 54 | 56 | 43 | 45 | 50 | 55 |
| | 41413 | 23 | 24 | 25 | 27 | 20 | 21 | 22 | 26 |

Tableau E-21 : les valeurs de l'ACN du B737-800. (Voir annexe 06)

| aéroport | Piste | PCN _{max} | ACN _{max} | Adéquation |
|----------|------------------------|--------------------|--------------------|------------|
| DAAG | 05/23 | 75 | 55 | Adéquat |
| | 09/27 | 78 | 55 | |
| DABC | 13/31 | 54 | 50 | Adéquat |
| | 16/34 | 93 | 55 | |
| DAOO | 07L/ 25R | 62 | 45 | Adéquat |
| | 07R / 25L | 113 | 43 | |
| LTAJ | 05 / 23 | 115 | 43 | Adéquat |
| LTAI | 18C / 36C | 82 | 49 | Adéquat |
| | 18L / 36R | 82 | 49 | |
| | 18R / 36L | 80 | 52 | |
| LTBS | 01 / 19 | 100 | 49 | Adéquat |
| LTCI | 03 / 21 | 95 | 50 | Adéquat |
| LTCS | 04 / 22 | 110 | 49 | |
| LTFG | 08 / 28 | 77 | 54 | Adéquat |
| OIFM | 08L / 26R 08R / 26L | 65 | 50 | Adéquat |
| OIIE | 11L / 29R 11R / 29L | 80 | 50 | Adéquat |
| OIGG | 09 / 27 | 60 | 50 | Adéquat |
| OIII | 11L / 29R | 72 | 49 | Adéquat |
| | 11R / 29L | 50 | 42 | |
| OITR | 03 / 21 | 58 | 50 | Adéquat |
| OIYY | 13/31 | 60 | 45 | Adéquat |

Tableau E-22 : comparaison des valeurs du PCN/ACN pour les pistes des aéroports.

3. Service SSLIA :

Le service de sauvetage et lutte contre l'Incendie des aéronefs a pour objet principale de sauver les vies humaines en cas d'accident ou d'incident d'aéronefs survenant sur l'aérodrome ou à son voisinage, par la mise en place sur les plates formes aéroportuaires des moyens et d'une organisation adaptés au niveau de protection requis déterminé selon la classes d'aéronefs desservant l'aéroport. Il peut être appelé à participer à la lutte contre les incendies ou autres catastrophes survenant dans les services et installations de l'aérodrome et à son voisinage. [9]

Le tableau suivant montre la catégorie d'aérodrome et les démentions de l'avion qui exigent le niveau SSLI :

| Catégorie d'aérodrome | Longueur de l'avion | Largeur du fuselage de l'avion |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1 | 0-9 m | 2 m |
| 2 | 9-12 m | 2 m |
| 3 | 12-18 m | 3 m |
| 4 | 18-24 m | 4 m |
| 5 | 24-28 m | 4 m |
| 6 | 28-39 m | 5 m |
| 7 | 39-49 m | 5 m |
| 8 | 49-61 m | 7 m |
| 9 | 61-76 m | 7 m |
| 10 | 76-90 m | 8 m |

Tableau E-23 : Catégorie d'aérodrome pour le sauvetage et lutte contre l'incendie.

| Niveau SSLIA | Nombre de véhicule | Nombre de conducteurs |
|--------------|--------------------|--|
| 10 | 3 | 3 agents SSLIA + 3 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 9 | 3 | 3 agents SSLIA + 3 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 8 | 3 | 3 agents SSLIA + 3 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 7 | 2 | 2 agents SSLIA + 2 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 6 | 2 | 2 agents SSLIA + 2 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 5 | 1 | 1 agent SSLIA + 2 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 4 | 1 | 1 agent SSLIA + 2 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 3 | 1 | 1 agent SSLIA + 2 conducteurs + 1 chef d'équipe |
| 2 | 1 | 1 conducteur |
| 1 | / | 1 agent SSLIA |

Tableau E-24 : Nombre minimale de véhicules et personnels SSLI sur un aérodrome.

Note :

Selon le tableau précédent on constate que le niveau SSLIA requis pour un appareil tel que le B737-800 est du niveau 7 (selon la longueur et largeur du fuselage).

| aéroport | Piste | PCN _{max} | ACN _{max} | SSLIA | Adéquation |
|----------|-----------|--------------------|--------------------|-------|------------|
| DAAG | 05/23 | 75 | 55 | 9 | Adéquat |
| | 09/27 | 78 | 55 | | |
| DABC | 13/31 | 54 | 50 | 8 | Adéquat |
| | 16/34 | 93 | 55 | | |
| DAOO | 07L/ 25R | 62 | 45 | 9 | Adéquat |
| | 07R / 25L | 113 | 43 | | |
| LTAF | 05 / 23 | 115 | 43 | 9 | Adéquat |
| LAI | 18C / 36C | 82 | 49 | 9 | Adéquat |
| | 18L / 36R | 82 | 49 | | |
| | 18R / 36L | 80 | 52 | | |
| LTAJ | 10 / 28 | 115 | 43 | 9 | Adéquat |
| LTBS | 01 / 19 | 100 | 49 | 9 | Adéquat |

| aéroport | Piste | PCN _{max} | ACN _{max} | SSLIA | Adéquation |
|----------|------------------------|--------------------|--------------------|-------|------------|
| LTCI | 03 / 21 | 95 | 50 | 8 | Adéquat |
| LTCS | 04 / 22 | 110 | 49 | 9 | Adéquat |
| LTFG | 08 / 28 | 77 | 54 | 7 | Adéquat |
| OIIE | 11L / 29R 11R / 29L | 80 | 50 | 9 | Adéquat |
| OIFM | 08L / 26R 08R / 26L | 65 | 50 | 8 | Adéquat |
| OIGG | 09 / 27 | 60 | 50 | 7 | Adéquat |
| OIII | 11L / 29R | 72 | 49 | 9 | Adéquat |
| | 11R / 29L | 50 | 42 | | |
| OITR | 03 / 21 | 58 | 50 | 7 | Adéquat |
| OIYY | 13/31 | 60 | 45 | 7 | Adéquat |

Tableau E-25 : valeurs PCN/ACN et niveau SSLIA pour les aéroports.

Remarque :

- ✚ l'ACN_{max} de l'aéronef est nettement moins inférieur au PCN_{max} de chacun des pistes des aéroports.
- ✚ les services SSLIA des aéroports ont un niveau de protection nettement supérieur à celui requis pour un B737-800NG.
- ✚ Donc tous les aéroports sont adéquats.

III. CHOIX DE LA ROUTE

➤ Route aller :

DAAG BJA1B BJA UA411 MORJA UM978SONAK DINUX NUPMA DOBIX KOLEX NIBLO MADIR UPLIT SOPIR EKOLA SUSOM DIRKA LORED SUBOK VENIM NIMAN ROTAS UN45 MONUV UP32 MIL UM601 RDS UN136 DAL UW79 AYT UR55 MUT UW74 GAZ UW716 DYB UW73 BAYIR UT368 VAN UL124 ZAJ T215MIVAK MIVA1R OIII

➤ Route retour (cas de retour direct) :

OIII PARO3A PAROT G208 ZAJ UL124 BONAM UT367 VAN UT368 BAYIR UW73 DYB UW716 GAZ UW74 MUT UR55 AYT UW79 DAL UN136 RDS UL99 KEA UL52 KOR UN604 RUTOM ROXOM RCA ENEPA PIVOPTUPAL UL869 CBN ATS TUC UM978 MORJA UA411 DAAG

➤ Route retour (cas de retour avec escale) :

- OIII -LTAI :

OIII PARO3A PAROT G208 ZAJ UL124 BONAM UT367 VAN UT368 BAYIR UW73 DYB UW716 GAZ UW74 MUT UR55 AYT LTAI

- LTAI-DAAG :

LTAI ALPA1T ALPAY UW79 DAL UN136 RDS UM601 MIL UP32 MONUV UN45 ROTAS DINUX M979 SONAK UM978 MORJA UA411 ALR DAAG

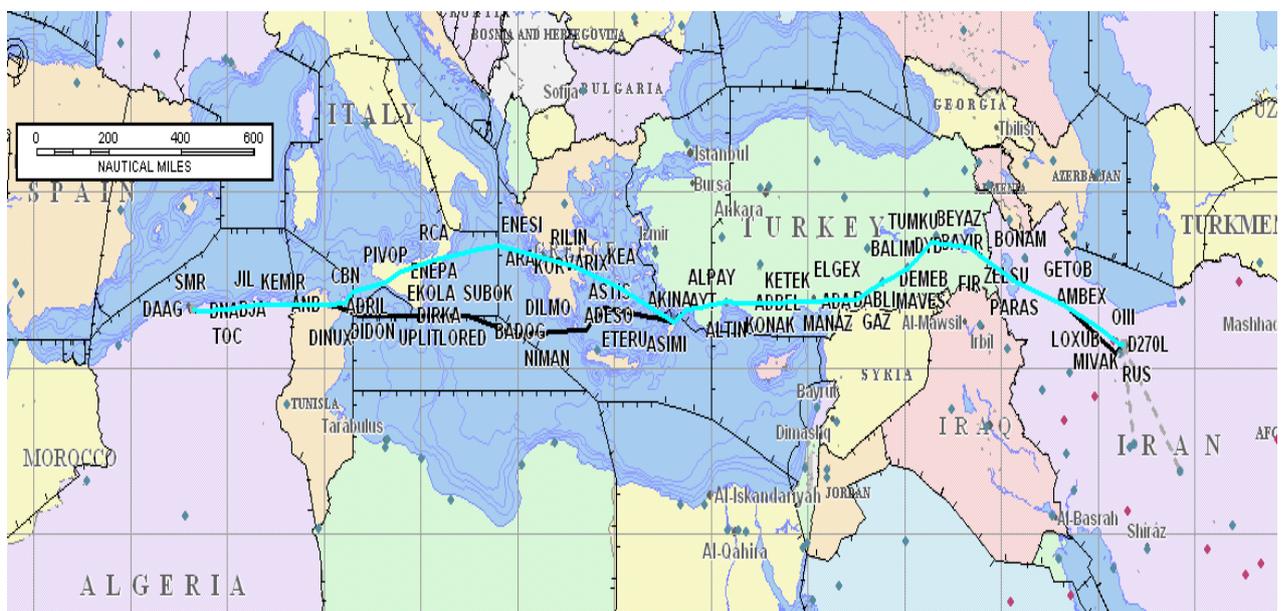


Figure E-1: représentation de la route (aller - retour) sur une carte Atlas.

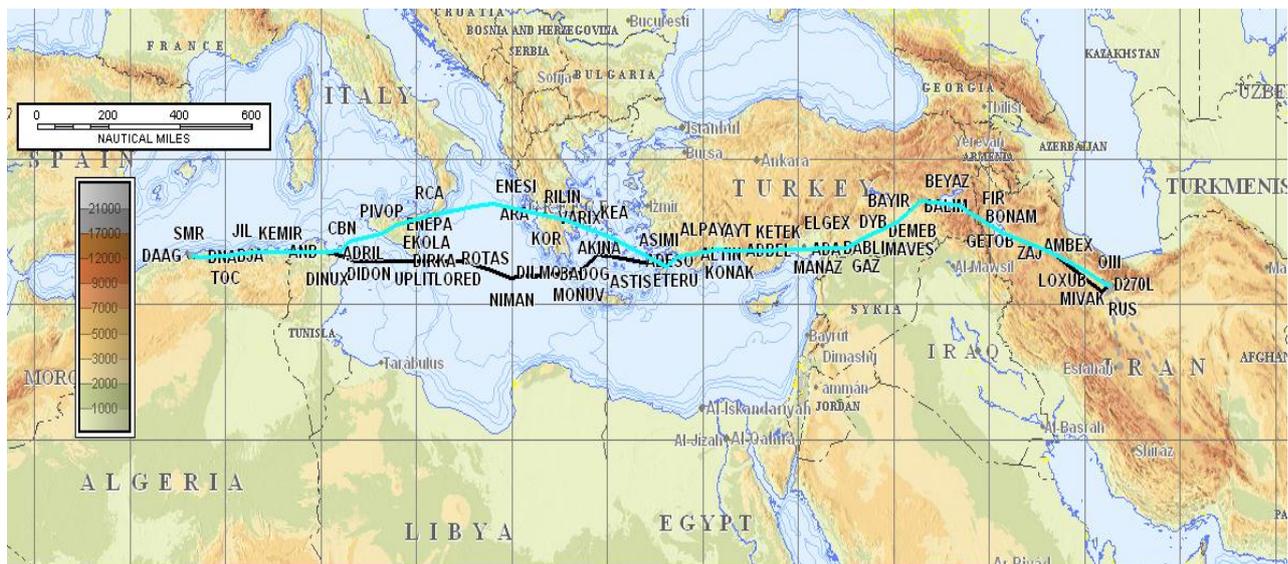


Figure E-2: représentation de la route (aller – retour) sur une carte en topographique.

Après avoir défini la route pour la ligne **Alger- Téhéran** sur la carte Jeppesen (de telle façon à éviter les zones interdites, à statut particuliers et les zones de conflit), on utilise le logiciel JET PLANNER. Ce logiciel choisit le niveau de vol optimal (moins de consommation du carburant) selon les performances de l'appareil B737- 800 NG et les conditions météorologiques.

➤ **Remarque :**

Une approbation ETOPS n'est pas nécessaire car tout point de la route envisagée se trouve à moins de 60 minutes de vol à la vitesse monomoteur d'un aéroport adéquat.

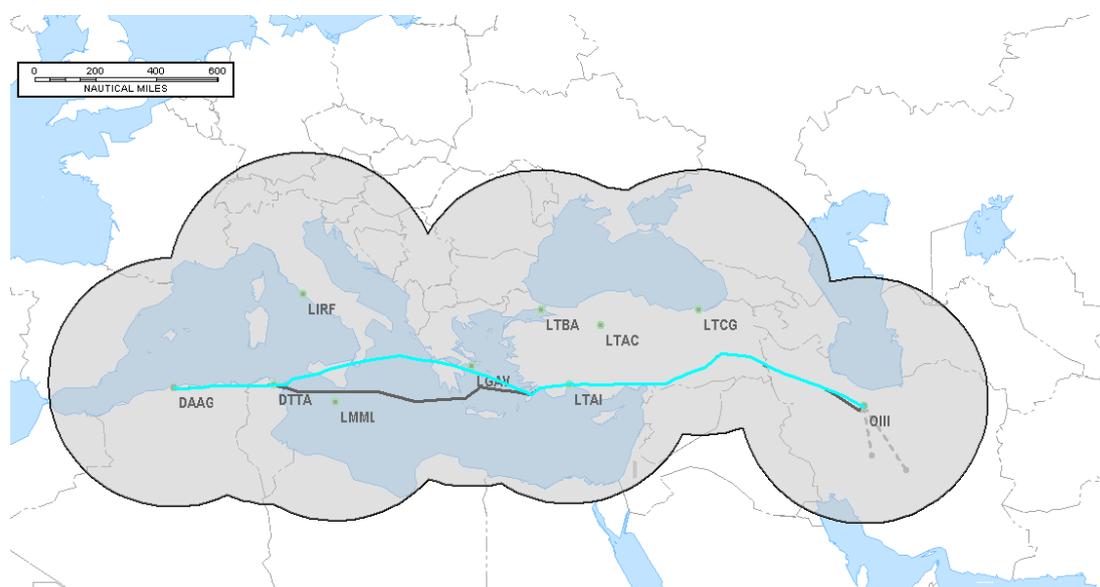


Figure E-3: les cercles de 60 min sur une carte Atlas.

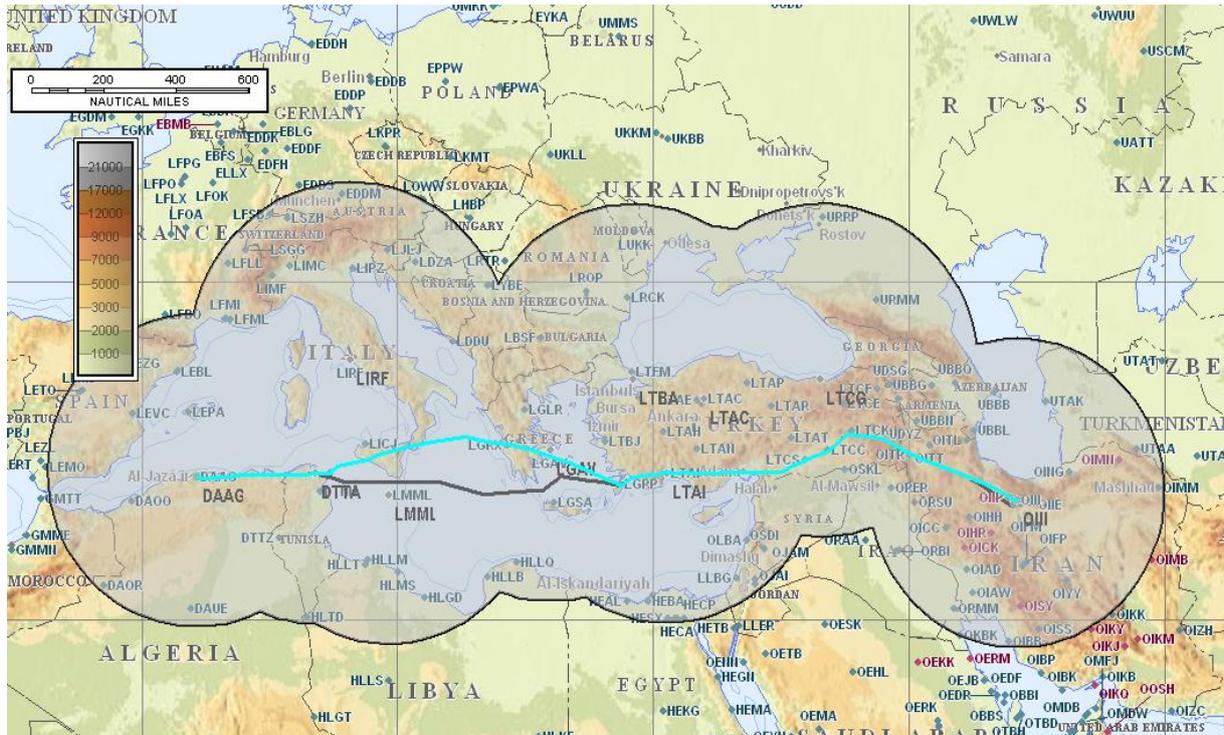


Figure E-4: les cercles de 60 min sur une carte topographique.

IV. ETUDE DE ROUTE

CONDITIONS : L'étude sera effectuée dans le scénario le plus critique :

- ✓ Décollage avec limitation structurale.
- ✓ Température ISA.
- ✓ Vent: continuing -60 kt, returning 0 kt.
- ✓ Les obstacles considérés sont localisés dans un couloir de 10NM du part et d'autre de la route envisagée (selon la réglementation européenne).
- ✓ Marge de franchissement d'obstacle de 2 000 ft.
- ✓ La descente après la panne de pressurisation est effectué à VMO / MMO.
- ✓ En cas de retour (à fin d'effectuer une descente d'urgence), 2 minutes sont perdues pour effectuer un virage.

i. La phase ALLER (DAAG – OIII) :

- ETOW = 079015 kg
- FL = 370

➤ la zone montagneuse est comprise entre les deux points [DAL](#) et [SUTBU](#) :

Remarque :

Cette zone a été définie de telle façon à considérer seulement les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.

Le tableau ci-dessous résume les données du plan de vol de la zone montagneuse.

| Way-point | Coordonnées géographiques | Airway | MORA | FL |
|-----------|---------------------------|--------|-------|-----|
| DAL | N36414 E028469 | UN136 | 8000 | 370 |
| ALTIN | N36459 E029246 | UW79 | 13400 | 370 |
| LORKO | N36484 E029459 | UW79 | 13400 | 370 |
| ALPAY | N36499 E030000 | UW79 | 13600 | 370 |
| EDISI | N36510 E030088 | UW79 | 13600 | 370 |
| AYT | N36552 E030477 | UW79 | 13600 | 370 |
| KONAK | N36537 E031250 | UR55 | 13600 | 370 |
| ADBEL | N36543 E031448 | UR55 | 13200 | 370 |
| KETEK | N36533 E032287 | UR55 | 13300 | 370 |
| MUT | N36518 E033175 | UR55 | 13300 | 370 |
| MANAZ | N36549 E034247 | UW74 | 15000 | 380 |
| ADA | N36564 E035126 | UW74 | 15800 | 380 |
| MILBA | N36571 E036288 | UW74 | 15800 | 370 |
| BABLI | N36572 E036518 | UW74 | 13100 | 370 |
| KOZAN | N36573 E037093 | UW74 | 13100 | 370 |
| GAZ | N36571 E037284 | UW74 | 12700 | 370 |
| SUGAT | N37031 E037451 | UW716 | 12700 | 370 |
| ELGEX | N37108 E038068 | UW716 | 12700 | 370 |
| LUTAM | N37195 E038314 | UW716 | 11800 | 370 |
| GAP | N35275 E038543 | UW716 | 11800 | 370 |
| MAVES | N37338 E039137 | UW716 | 13100 | 370 |
| DYB | N37524 E040125 | UW716 | 13100 | 370 |

| | | | | |
|-------|----------------|-------|-------|-----|
| TAMER | N38144 E040490 | UW73 | 13100 | 370 |
| EKMIN | N38171 E040531 | UW73 | 13200 | 370 |
| BALIM | N38258 E041075 | UW73 | 13200 | 370 |
| BAYIR | N38357 E041242 | UW73 | 13200 | 370 |
| TUMKU | N38331 E042064 | UT368 | 16800 | 370 |
| BEYAZ | N38303 E042473 | UT368 | 16800 | 370 |
| VAN | N38280 E043195 | UT368 | 16800 | 370 |
| ZELSU | N38159 E043470 | UL124 | 15500 | 370 |
| BONAM | N38029 E044180 | UL124 | 17000 | 370 |
| FIR | N38025 E044192 | UL124 | 17000 | 370 |
| TUDNU | N37530 E044448 | UL124 | 17000 | 370 |
| PARAS | N37316 E045416 | UL124 | 17000 | 370 |
| GETOB | N37125 E046515 | UL124 | 14500 | 370 |
| AMBEX | N37039 E047217 | UL124 | 14500 | 370 |
| ZAJ | N36468 E048212 | UL124 | 13400 | 370 |
| SUTBU | N36334 E048475 | T215 | 11800 | 370 |

Tableau E-26: données des way-points selon le jet plan(ALLER). [8]

➤ L'élaboration du profil de descente en cas d'urgence :

Après avoir défini le début et la fin de la zone critique, on doit la représenter sur un graphe avec son profil d'obstacles. Pour cette raison, on utilise le programme 'TIPS'.

Les deux tableaux ci-dessous contiennent les distances de chaque way-point par rapport au premier point critique '**DAL**' ainsi que les altitudes minimales de vol (**MORA**) pour chaque segment de route (voir annexe 02).

| Way point | Distance(Nm) |
|-----------|--------------|
| DAL | 0 |
| ALTIN | 31 |
| LORKO | 48 |
| ALPAY | 59 |
| EDISI | 66 |
| AYT | 97 |
| KONAK | 127 |
| ADBEL | 143 |
| KETEK | 178 |
| MUT | 217 |
| MANAZ | 271 |
| ADA | 309 |
| MILBA | 370 |
| BABLI | 388 |
| KOZAN | 402 |
| GAZ | 417 |
| SUGAT | 432 |
| ELGEX | 451 |
| LUTAM | 472 |
| GAP | 492 |
| MAVES | 509 |
| DYB | 559 |
| TAMER | 595 |
| EKMIN | 599 |
| BALIM | 613 |
| BAYIR | 629 |
| TUMKU | 662 |
| BEYAZ | 694 |
| VAN | 719 |
| ZELSU | 744 |
| BONAM | 772 |
| FIR | 773 |
| TUDNU | 795 |
| PARAS | 845 |
| GETOB | 904 |
| AMBEX | 930 |
| ZAJ | 981 |
| SUTBU | 1006 |

Tableau E-27: les distances sol de chaque way-point par rapport au point **DAL**.

| From (Nm) | To (Nm) | Altitudes (ft) |
|-----------|---------|----------------|
| 0 | 31 | 13400 |
| 31 | 48 | 13400 |
| 48 | 59 | 13600 |
| 59 | 66 | 13600 |
| 66 | 97 | 13600 |
| 97 | 127 | 13600 |
| 127 | 143 | 13600 |
| 143 | 178 | 13300 |
| 178 | 217 | 15000 |
| 217 | 271 | 15800 |
| 271 | 309 | 15800 |
| 309 | 370 | 15800 |
| 370 | 388 | 15800 |
| 388 | 402 | 13100 |
| 402 | 417 | 13100 |
| 417 | 432 | 12700 |
| 432 | 451 | 12700 |
| 451 | 472 | 12700 |
| 472 | 492 | 11800 |
| 492 | 509 | 11800 |
| 509 | 559 | 13100 |
| 559 | 595 | 13100 |
| 595 | 599 | 13200 |
| 599 | 613 | 13200 |
| 613 | 629 | 13200 |
| 629 | 662 | 16800 |
| 662 | 694 | 16800 |
| 694 | 719 | 16800 |
| 719 | 744 | 16800 |
| 744 | 772 | 17000 |
| 772 | 773 | 17000 |
| 773 | 795 | 17000 |
| 795 | 845 | 17000 |
| 845 | 904 | 17000 |
| 904 | 930 | 14500 |
| 930 | 981 | 14500 |
| 981 | 1006 | 13400 |

Tableau E-28: Les altitudes minimales de vol de chaque segment de la route.

- On entre les données citées ci-dessus dans la fenêtre «DRAWING OPTIONS» et «RELIEF PROFILE» du programme TIPS. On obtient le graphe suivant.

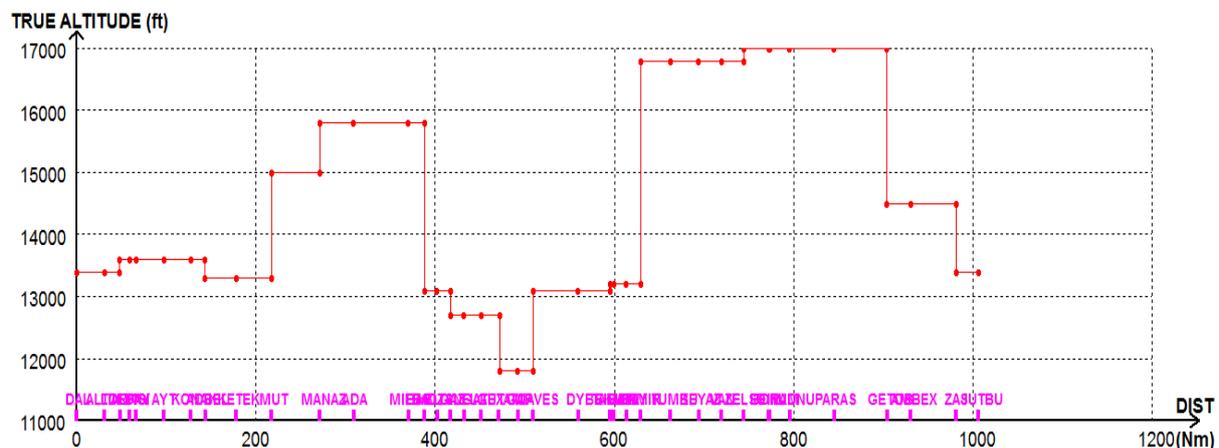


Figure E-5: Profil relief DAL-SUTBU.

- A fin de vérifier le franchissement d'obstacles lors de la descente d'urgence, on doit convertir le profil d'oxygène (de 12min et 22 min) en profil de descente (par la fenêtre «OXYGEN PROFILE»). le profil de descente sera représenté dans un graphe. Pour tracer le graphe, on a besoin des informations suivantes : TAS et le temps pour chaque phase.
- Le temps et TAS sont calculés à partir d'un autre logiciel appelé «PET».
- Calculs PET :
 - ✚ Inputs: Gross Weight, FL initial, IAS.
 - ✚ Outputs : TAS, temps.

Remarque :

Gross Weight = ETOW- CFU, CFU correspond au premier point critique **DAL**.

Alors: Gross Weight= 79015 – 8500 = 70515 Kg.

Profil de descente de 12min:

- La descente se fait en 3 étapes:
 - Du FL 370 au FL180.
 - Du FL 180 au FL 140.
 - Du FL 140 au FL 100.
- La vitesse indiquée pour chaque FL initial est définie à partir du graphe des limites maximales des vitesses air (manuel de vol du B737-800) (voir annexe 03). Alors :
 - IAS(FL370)= 268 kt.
 - IAS(FL180)= VMO= 340 kt.
 - IAS(FL140)= 340 kt.

Les figures suivantes représentent un exemple de calcul pour une descente du FL370 au FL180.

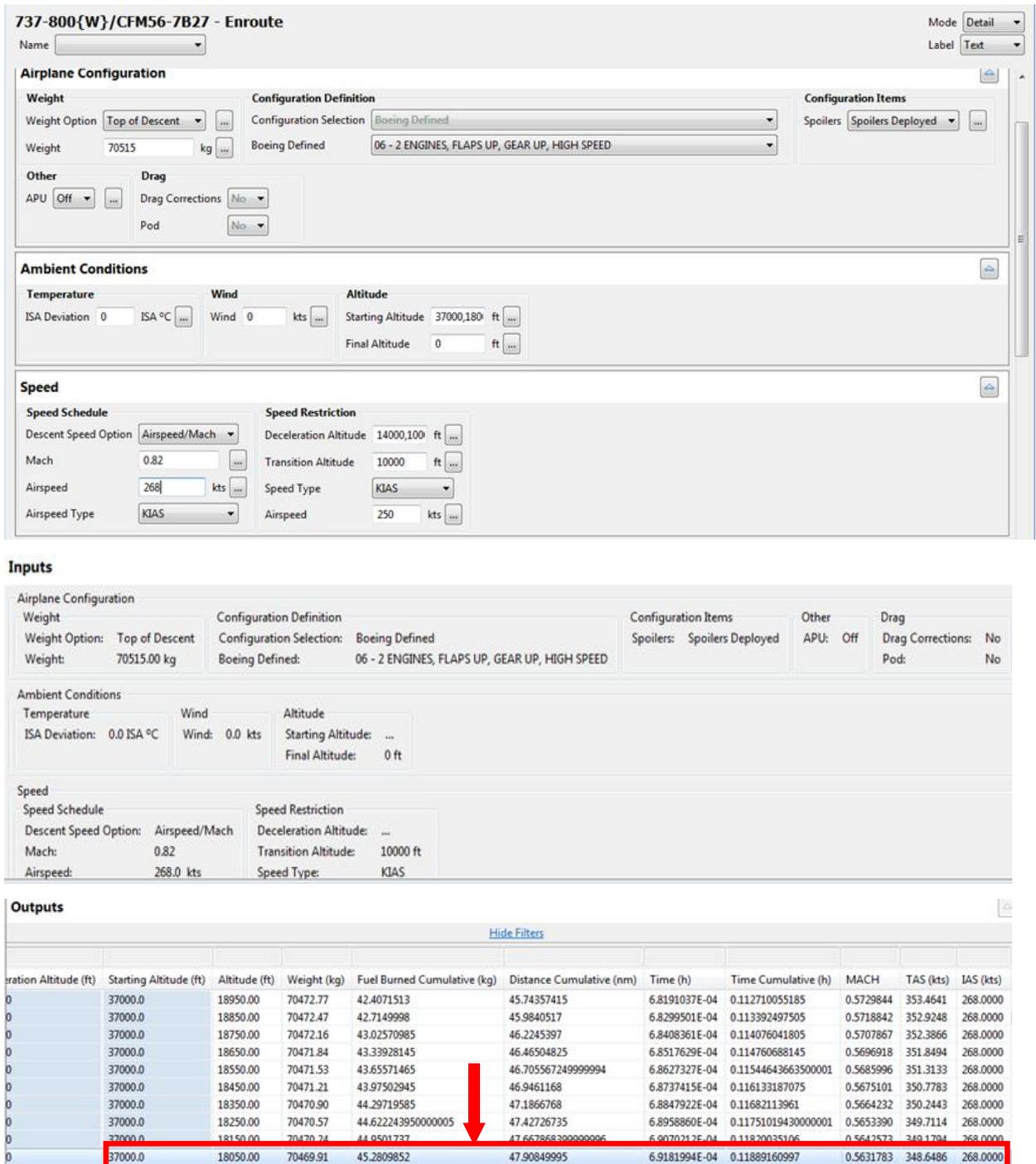


Figure E-6: résultats de calcul d'une descente du FL370 au FL180.

- La vitesse de croisière pour chaque palier (FL370, 180, 140,100) est calculée une seule fois, comme il est indiqué ci-dessous.

Inputs

| | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------|--------------------------|---|----------------|--------|------|-----|-------------------|----|
| Airplane Configuration | | Configuration Definition | | Engine | Other | Drag | | | |
| Weight: | 70515.00 kg | Configuration Selection: | Boeing Defined | Power Setting: | Cruise | APU: | Off | Drag Corrections: | No |
| | | Boeing Defined: | 06 - 2 ENGINES, FLAPS UP, GEAR UP, HIGH SPEED | | | Pod: | | | No |
| Ambient Conditions | | | | | | | | | |
| Temperature | | Wind | Altitude | | | | | | |
| Temperature Type: | ISA | Wind: | 0.0 kts | Altitude: | ... | | | | |
| ISA Deviation: | 0.0 ISA °C | | | | | | | | |
| Speed | | | | | | | | | |
| Speed Schedule | | | | | | | | | |
| Cruise Speed Option: | LRC | | | | | | | | |
| Cruise Speed: | LRC | | | | | | | | |
| Calculation Option: | Database Table (FMC) | | | | | | | | |

Outputs

| Info | No | Altitude (ft) | Weight (kg) | Fuel Mileage at TAS | MACH | TAS (kts) | IAS (kts) | FN/delta (lb) | Thrust Required |
|------|----|---------------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
| 1 | | 37000.0 | 70515.00 | 0.1809748 | 0.7920226 | 454.2798 | 256.8038 | 45850.05 | 89.72339 |
| 2 | | 18000.0 | 70515.00 | 0.1402969 | 0.6027034 | 373.1907 | 287.8344 | 35057.77 | 75.89943 |
| 3 | | 14000.0 | 70515.00 | 0.1289389 | 0.5665791 | 356.2858 | 291.7682 | 32775.62 | 73.40899 |
| 4 | | 10000.0 | 70515.00 | 0.1209177 | 0.5245565 | 334.8419 | 290.6767 | 30528.44 | 70.25761 |

Figure E-7: résultats de calcul des vitesses de croisière pour le profil de 12min.

Remarque :

- ◆ Le temps de croisière pour chaque palier est connu et donné.
- ◆ Le B737-800NG fournit une quantité d'oxygène supplémentaire pour une durée maximale de 30min au FL140.

Tous les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

| Altitudes (ft) | TAS (kt) | Time (min) |
|----------------|----------|------------|
| 37000-37000 | 454,28 | 1 |
| 37000-18000 | 348,65 | 7 |
| 18000-18000 | 373,19 | 3 |
| 18000-14000 | 413,42 | 1 |
| 14000-14000 | 356,28 | 28 |
| 14000-10000 | 290,25 | 2 |
| 10000-10000 | 334,84 | / |

Tableau E-29: le temps et les vitesses de croisière et de descente pour un profil de 12min.

- En utilisant le programme TIPS, on crée le profil oxygène (12min) en cas de retour ou de poursuite de vol.

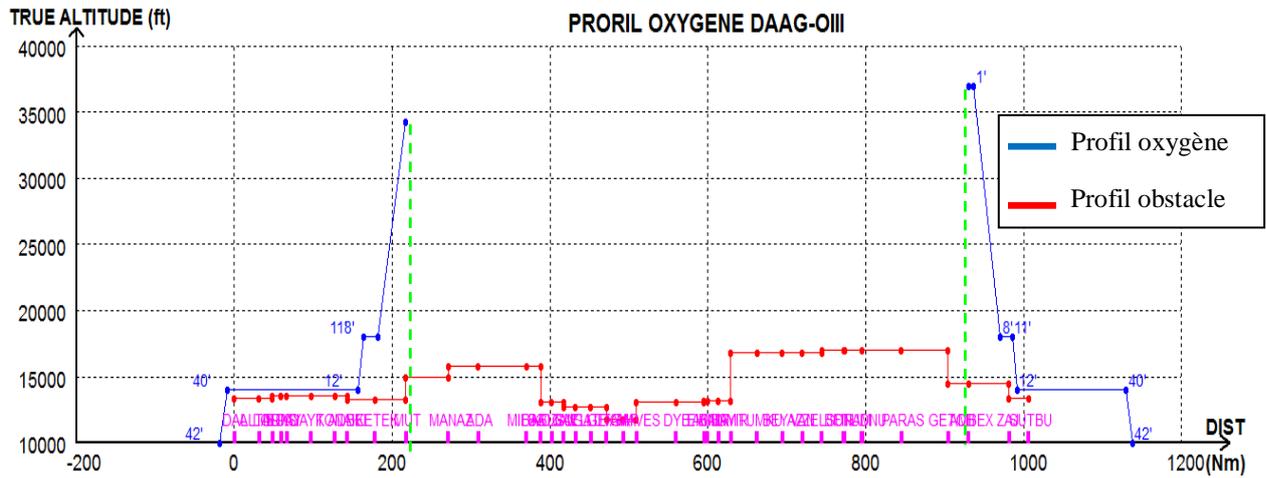


Figure E-8: points de retour et non retour (Alger – Téhéran).

Remarque:

Vu que la zone montagneuse s'étend à plus de 1 000 NM, la division en secteurs devient nécessaire. Cette division est basée sur un profil de 12min. Pour faciliter le travail, on commence à couper l'intervalle en deux secteurs principaux qui sont :

✚ Secteur I : [DAL-GAP]

| Way point | Distance(Nm) | Secteur I | From (Nm) | To (Nm) | MORA (ft) |
|-----------|--------------|------------------|-----------|---------|-----------|
| DAL | 0 | | 0 | 31 | 13400 |
| ALTIN | 31 | | 31 | 48 | 13400 |
| LORKO | 48 | | 48 | 59 | 13600 |
| ALPAY | 59 | | 59 | 66 | 13600 |
| EDISI | 66 | | 66 | 97 | 13600 |
| AYT | 97 | | 97 | 127 | 13600 |
| KONAK | 127 | | 127 | 143 | 13600 |
| ADBEL | 143 | | 143 | 178 | 13300 |
| KETEK | 178 | | 178 | 217 | 15000 |
| MUT | 217 | | 217 | 271 | 15800 |
| MANAZ | 271 | | 271 | 309 | 15800 |
| ADA | 309 | | 309 | 370 | 15800 |
| MILBA | 370 | | 370 | 388 | 15800 |
| BABLI | 388 | | 388 | 402 | 13100 |
| KOZAN | 402 | | 402 | 417 | 13100 |
| GAZ | 417 | | 417 | 432 | 12700 |
| SUGAT | 432 | | 432 | 451 | 12700 |
| ELGEX | 451 | | 451 | 472 | 12700 |
| LUTAM | 472 | | 472 | 492 | 11800 |
| GAP | 492 | | | | |

Tableau E-30: les distances et les altitudes minimales de vol secteur I [DAL-GAP].

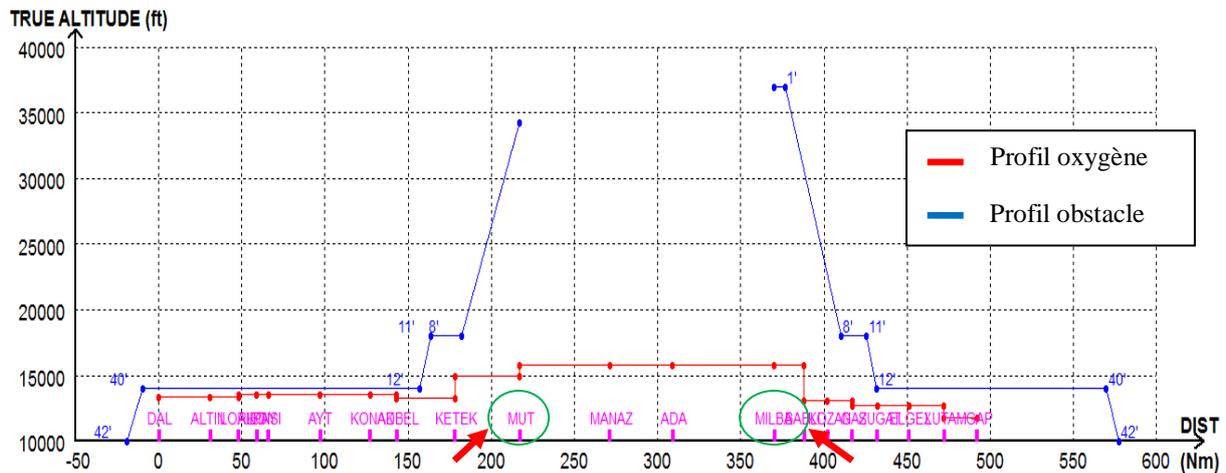


Figure E-9: S I [DAL-GAP].

- Maintenant, on détermine les procédures d'urgence avant le point MUT, entre MUT et MILBA et après le point MILBA de la façon suivante :

a) Secteur 1 : [DAL- AYT] : dégagement vers LTAL.

Avant de définir les procédures, on retourne vers la carte jeppesen, on identifie les aérodromes les plus proches. Après, on vérifie à chaque fois la possibilité de dégagement vers ces aérodromes de telle façon que le profil de descente n'intercepte pas le profil relief (le profil de descente doit toujours être en dessus du profil relief). Cette vérification est valable pour tous les secteurs.

La route suivie : DAL UW73 AYT LTAL.



Figure E-10: S1 : route sur carte jeppesen [DAL -AYT].

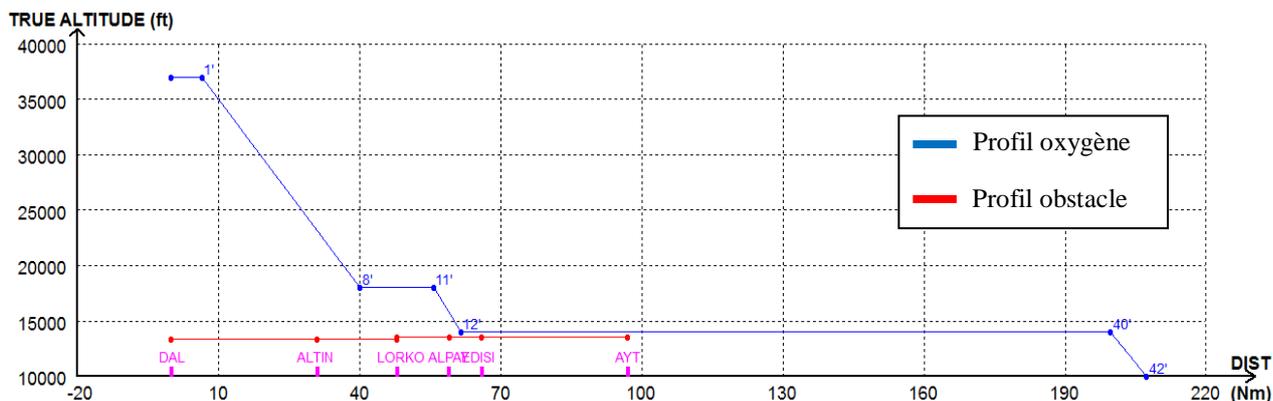


Figure E-11: profil de descente (12min) en cas de panne de pressurisation avant AYT.

Remarque :

Le profil de descente en cas de panne de pressurisation sera toujours le même pour tous les secteurs dans la phase aller car le Gross Weight au premier point critique DAL sera toujours supérieur à ceux des autres points critiques.

- Le profil de descente en cas de panne moteur est calculé à partir du graphe ENGINE INOP (Drift down Profiles Net Flight Path : 35 000 ft to 37000 ft) qui se trouve dans le FPPM (Flight Planning and Performance Manual) du B737 – 800. (voir annexe 04)

Conditions de calculs :

- Gross Weight = 70515 Kg.
- FL 370.
- Conditions ISA.
- Vent : - 45 kt.

| Altitudes (ft) | Distances (Nm) | Time (min) |
|----------------|----------------|------------|
| 37 000 | 7 | 2 |
| 30 000 | 40 | 6 |
| 25 000 | 85 | 13 |
| 20 000 | 205 | 32 |

Tableau E-31: profil de descente en cas de panne moteur (ALLER).

Si l'avion subit une panne moteur seulement, l'avion doit descendre à une altitude de rétablissement qui est toujours supérieure à 10 000 ft.

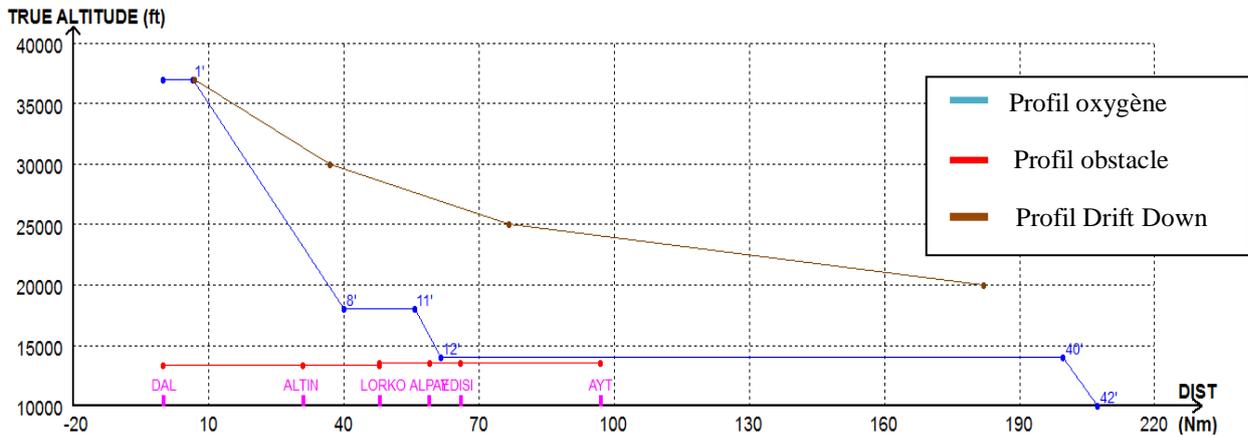


Figure E-12: (S1= DAL- AYT) BEFORE AYT DIVERT TO LTAI (12min profile).

Remarque :

- ✓ Le profil de descente en cas de panne moteur est valable quelque soit le secteur dans la phase aller car la masse de référence (Gross Weight) au premier point critique DAL est toujours supérieure à celles des autres points critiques.

Vu que le profil de descente en cas de panne de pressurisation est plus pénalisant que le profil de descente en cas de panne moteur, l'avion doit suivre celui de la panne de pressurisation si l'avion subit les deux pannes en même temps.

b) Secteur 2 : [MANAZ - AYT]: dégagement vers LTAI.

La route suivie : MANAZ **UW74** MUT **UR55** AYT **LTAI**.

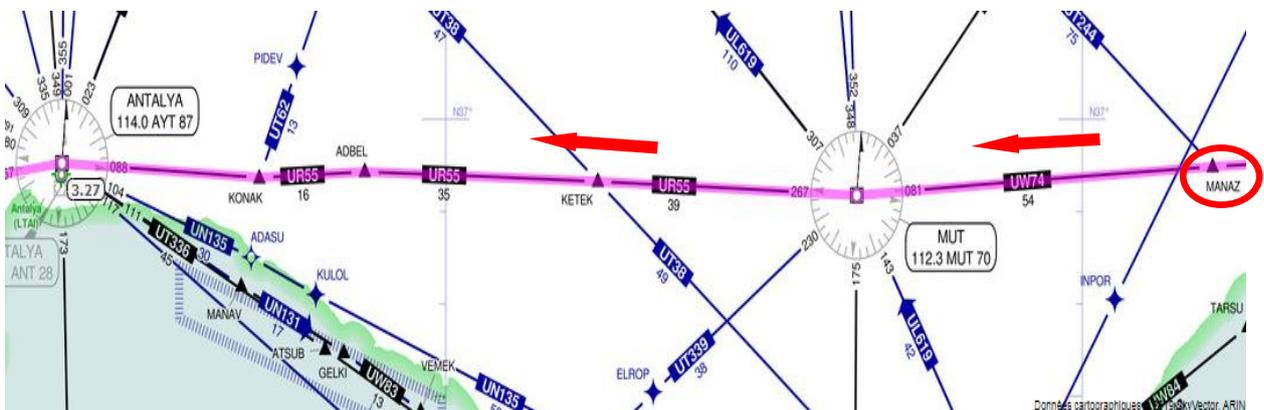


Figure E-13: S2 : route sur carte jeppesen [MANAZ - AYT].

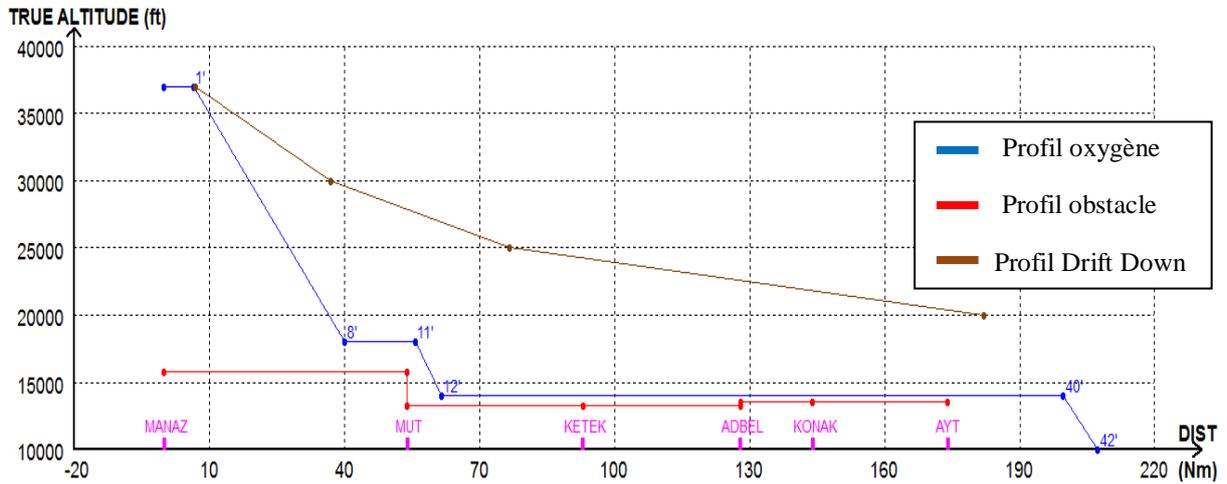


Figure E-14: (S2= MANAZ- AYT) AFTER AYT DIVERT TO LTAI (12min profile).

c) **Secteur 3 : [MANAZ - ADA] : dégagement vers LTAF.**

La route suivie : MANAZ **UW74** ADA **LTAF**.

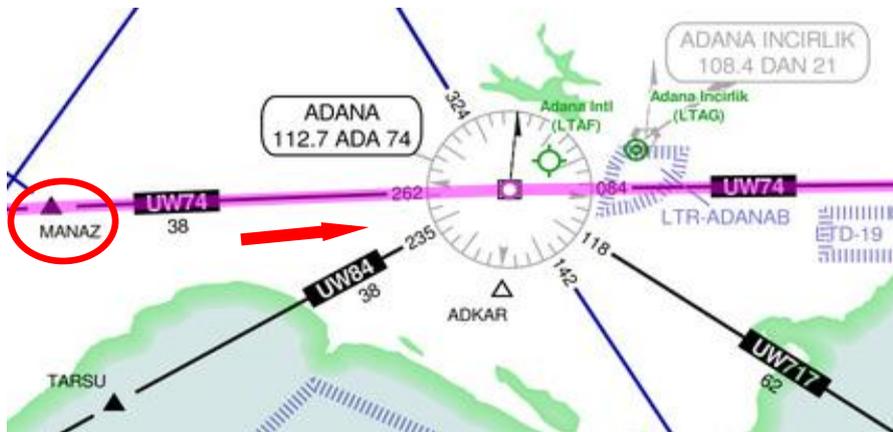


Figure E-15 : S3 : route sur carte jeppesen [MANAZ - ADA].

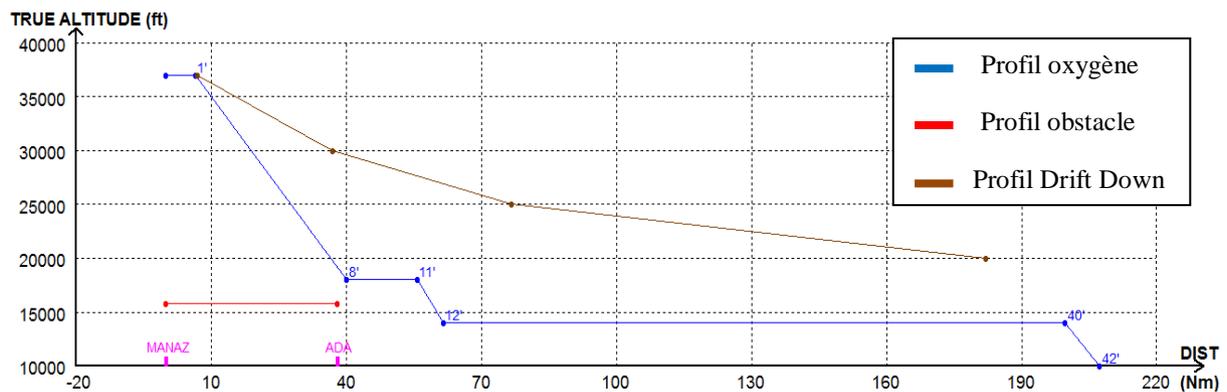


Figure E-16: (S3= MANAZ- ADA) BEFORE ADA DIVERT TO LTAF (12min profile).

d) Secteur 4 : [MILBA- ADA] : dégagement vers LTAF.

La route suivie : MILBA UW74 ADA LTAF.



Figure E-17: S4 : route sur carte jeppesen [MILBA- ADA].

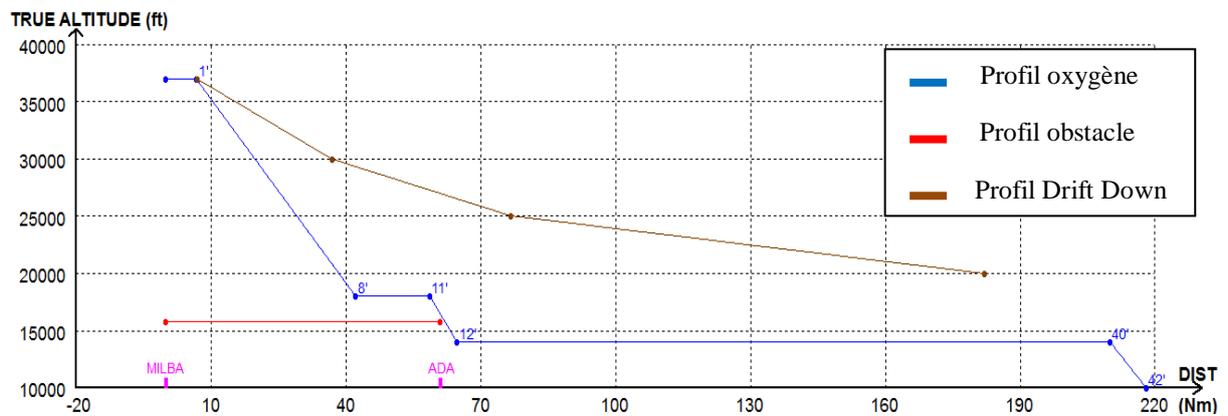


Figure E-18: (S4= MILBA- ADA) AFTER ADA DIVERT TO LTAF (12min profile).

e) Secteur 5 : [MILBA - GAZ] : dégagement vers LTAJ.

La route suivie : MILBA UW74 GAZ LTAJ.



Figure E-19: S5 : route sur carte jeppesen [MILBA - GAZ].

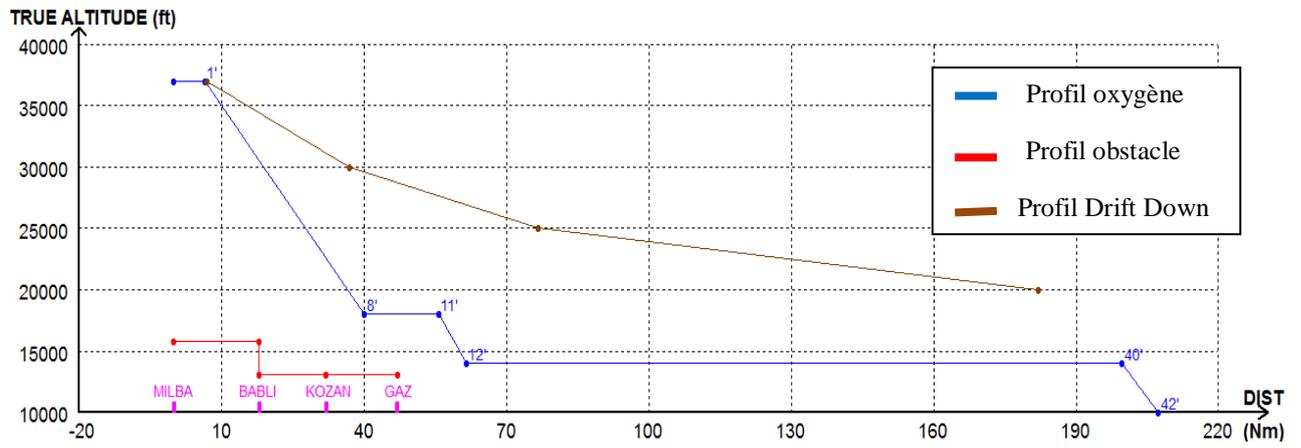


Figure E-20: (S5= MILBA- GAZ) BEFORE GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile).

f) Secteur 6 : [GAP- GAZ] : dégagement vers LTAJ.

La route suivie : **GAP UW716 GAZ LTAJ.**

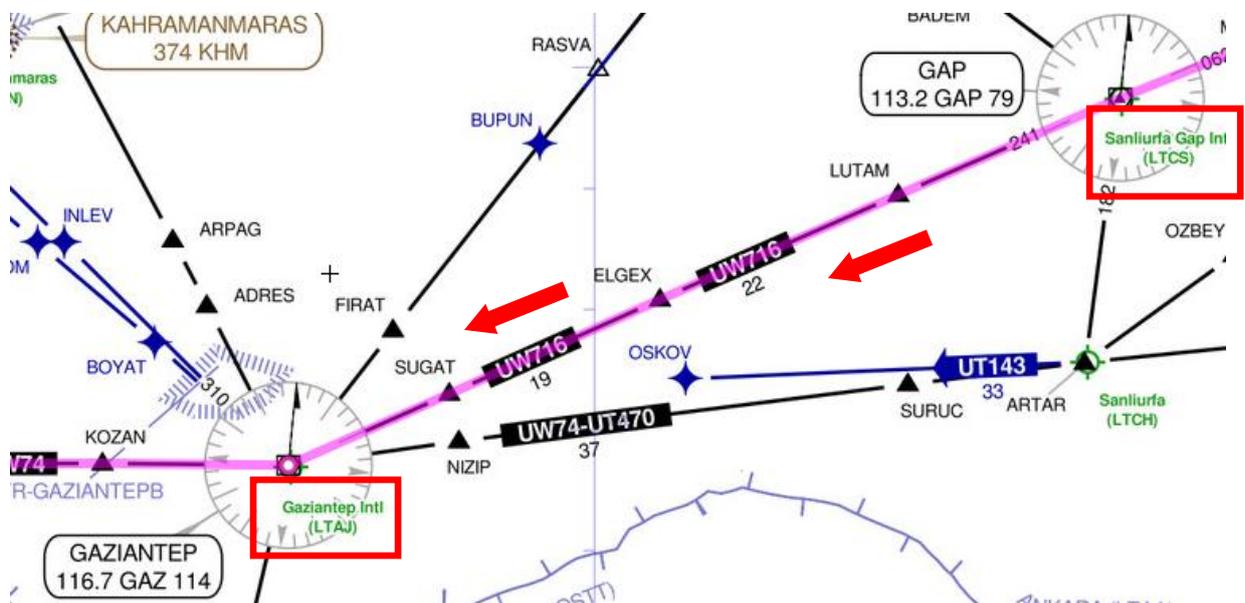
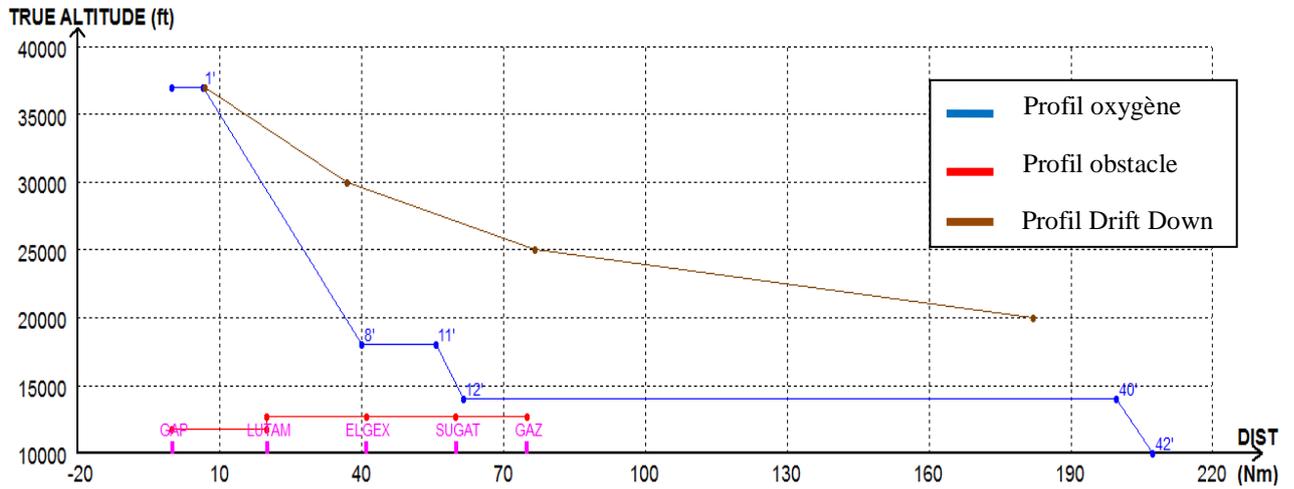


Figure E-21: S6 : route sur carte jeppesen [GAP- GAZ].



FigureE-22: (S6= GAP- GAZ) AFTER GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile).

✚ Secteur II : [GAP- SUTBU]

| Way point | Distance(Nm) | Secteur II | From (Nm) | To (Nm) | MORA (ft) |
|-----------|--------------|-------------------|-----------|---------|-----------|
| GAP | 0 | | 0 | 17 | 11800 |
| MAVES | 17 | | 17 | 67 | 13100 |
| DYB | 67 | | 67 | 103 | 13100 |
| TAMER | 103 | | 103 | 107 | 13200 |
| EKMIN | 107 | | 107 | 121 | 13200 |
| BALIM | 121 | | 121 | 137 | 13200 |
| BAYIR | 137 | | 137 | 170 | 16800 |
| TUMKU | 170 | | 170 | 202 | 16800 |
| BEYAZ | 202 | | 202 | 227 | 16800 |
| VAN | 227 | | 227 | 252 | 16800 |
| ZELSU | 252 | | 252 | 280 | 17000 |
| BONAM | 280 | | 280 | 281 | 17000 |
| FIR | 281 | | 281 | 303 | 17000 |
| TUDNU | 303 | | 303 | 353 | 17000 |
| PARAS | 353 | | 353 | 412 | 17000 |
| GETOB | 412 | | 412 | 438 | 14500 |
| AMBEX | 438 | 438 | 489 | 14500 | |
| ZAJ | 489 | 489 | 514 | 13400 | |
| SUTBU | 514 | | | | |

Tableau E-32 : les distances et les altitudes minimales de vol secteur II [GAP- SUTBU].

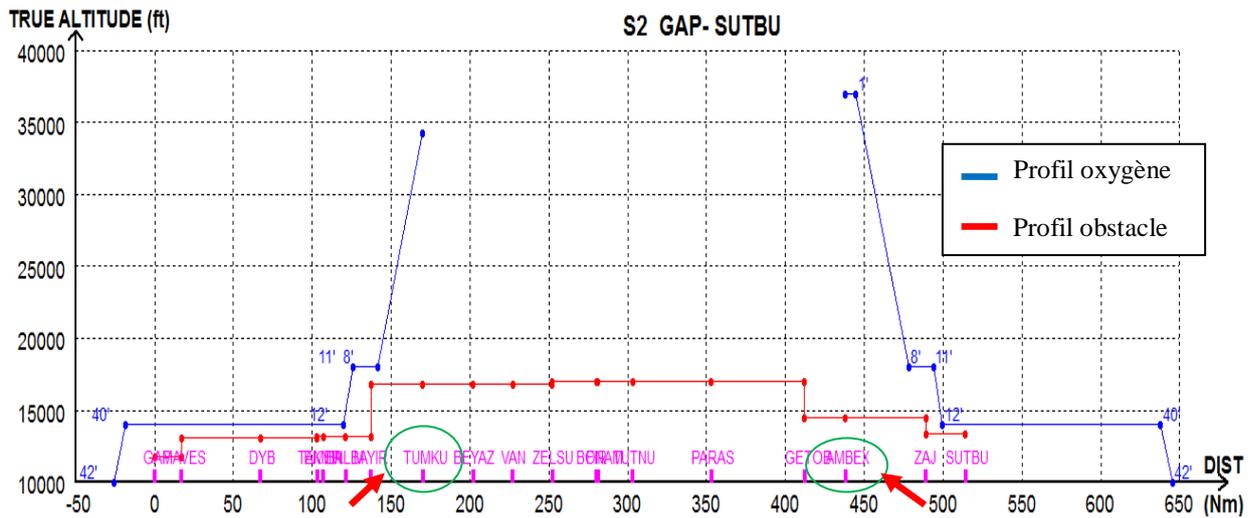


Figure E-23: profil oxygène S II [GAP - SUTBU].

- On détermine les procédures d'urgence avant le point **TUMKU**, entre **TUMKU** et **AMBEX** et après le point **AMBEX** avec la même méthode utilisée dans le secteur « I ».

g) Secteur 7 : [TUMKU - GAP] : dégagement vers LTCS.

La route suivie : **TUMKU T368 BAYIR UW73 DYB UW716 GAP LTCS.**

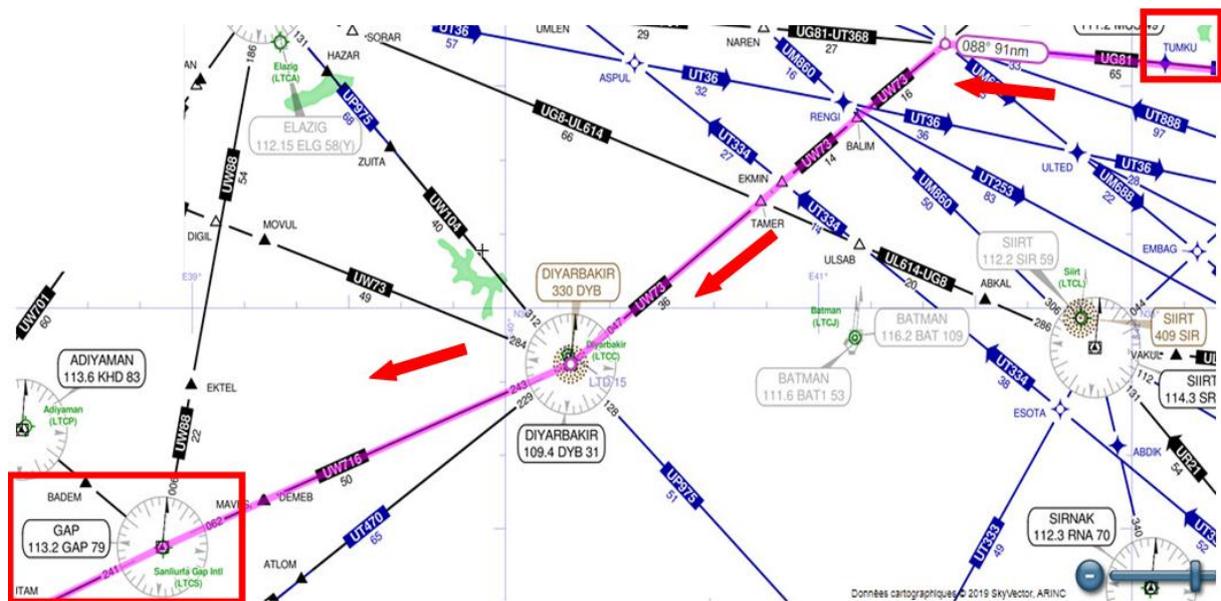


Figure E-24: S7 : route sur carte jepsesen [TUMKU- GAP].

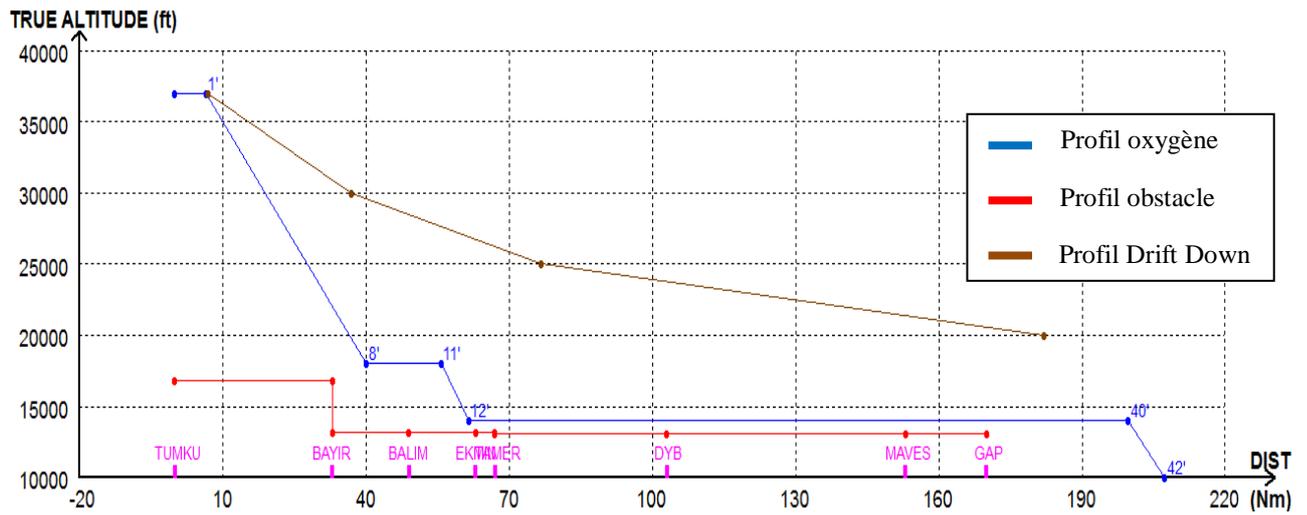


Figure E-25: (S7= TUMKU- GAP) AFTER GAP DIVERT TO LTCS (12min profile).

h) Secteur 8 : [TUMKU- VAN] : dégagement vers LTCS.

La route suivie : TUMKU T368 VAN LTCL.



Figure E-26: S8 : route sur carte jeppesen [TUMKU- VAN].

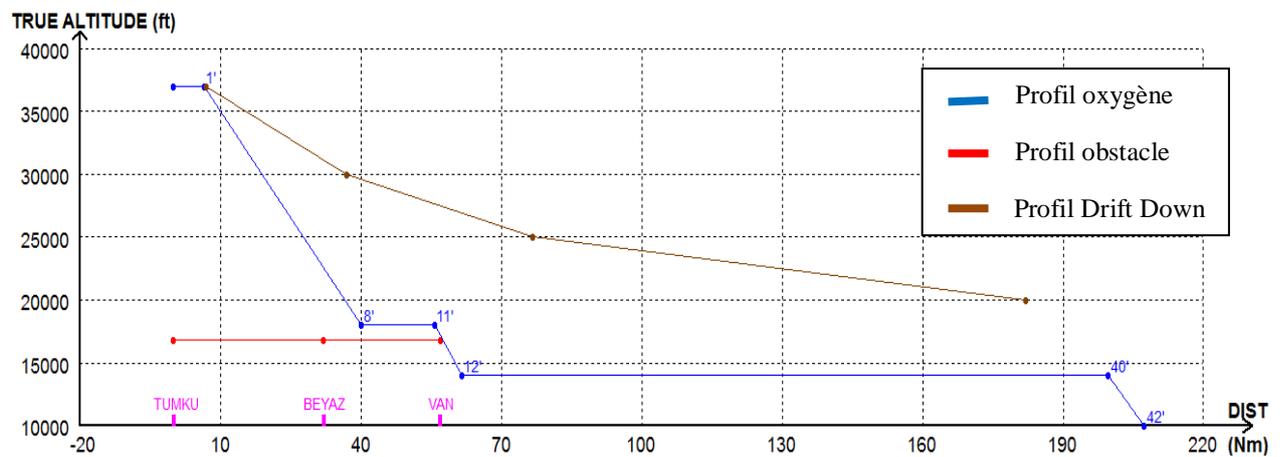


Figure E-27: (S8= TUMKU- VAN) BEFORE VAN DIVERT TO LTCL (12min profile).

i) **Secteur 9 : [BONAM- VAN] : dégagement vers LTCI.**

La route suivie : **BONAM UL124 VAN LTCI.**



Figure E-28: S9 : route sur carte jeppesen [BONAM- VAN].

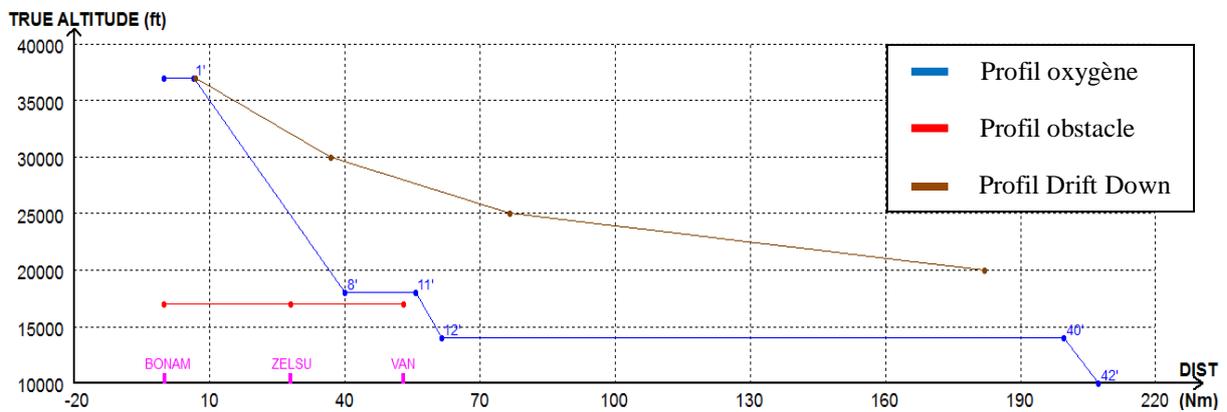


Figure E-29: (S9= BONAM -VAN) AFTER VAN DIVERT TO LTCI (12min profile).

j) **Secteur 10 : [BONAM- UMH] : dégagement vers OITR.**

La route suivie : **BONAM UL124 TUDNU G781 UMH OITR.**



Figure E-30: S10 : route sur carte jeppesen [BONAM- UMH].

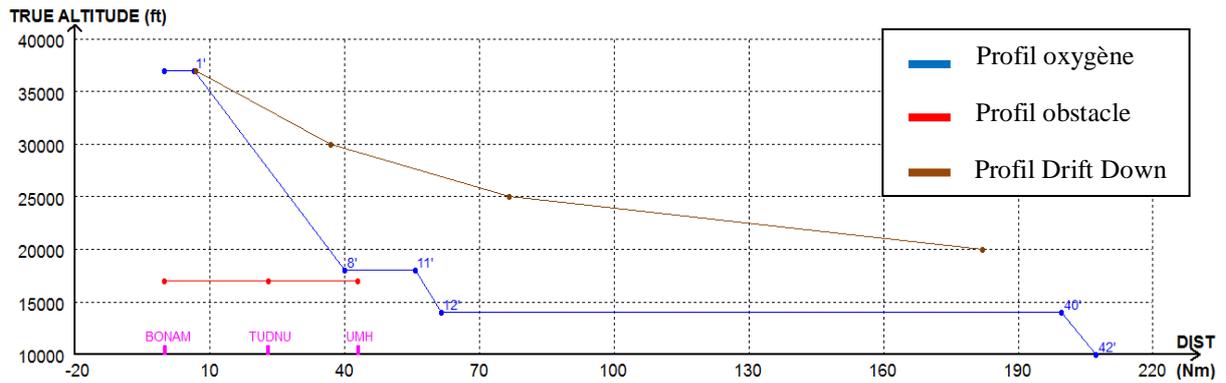


Figure E-31: (S10=BONAM- UMH) AFTER BONAM DIVERT TO OITR (12min profile).

Remarque :

Les altitudes minimales de vol des aéroports de dégagements qui ne se trouvent pas sur la route suivie sont définies à partir de la carte jeppesen.

k) Secteur 11 : [GETOB- UMH] : dégagement vers OITR.

La route suivie : GETOB UL124 PARAS G208 UMH OITR.



Figure E-32: S11 : route sur carte jeppesen [GETOB- UMH].

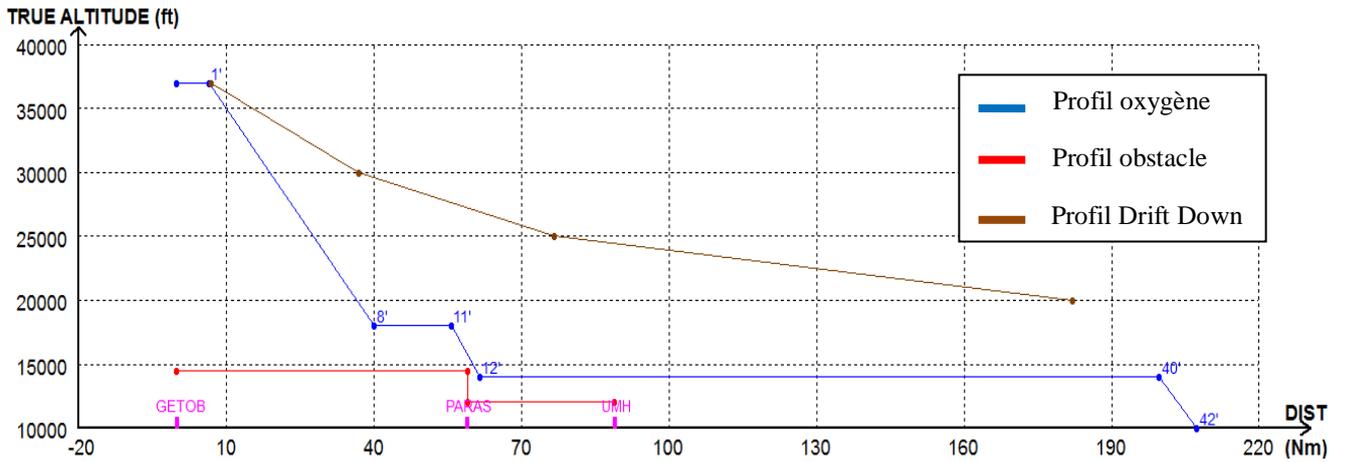


Figure E-33: (S11= GETOB- UMH) BEFORE GETOB DIVERT TO OITR (12min profile).

1) **Secteur 12 : [GETOB- RST] : dégagement vers OIGG.**

La route suivie : **GETOB UL124 ZAJ W9 RST OIGG.**

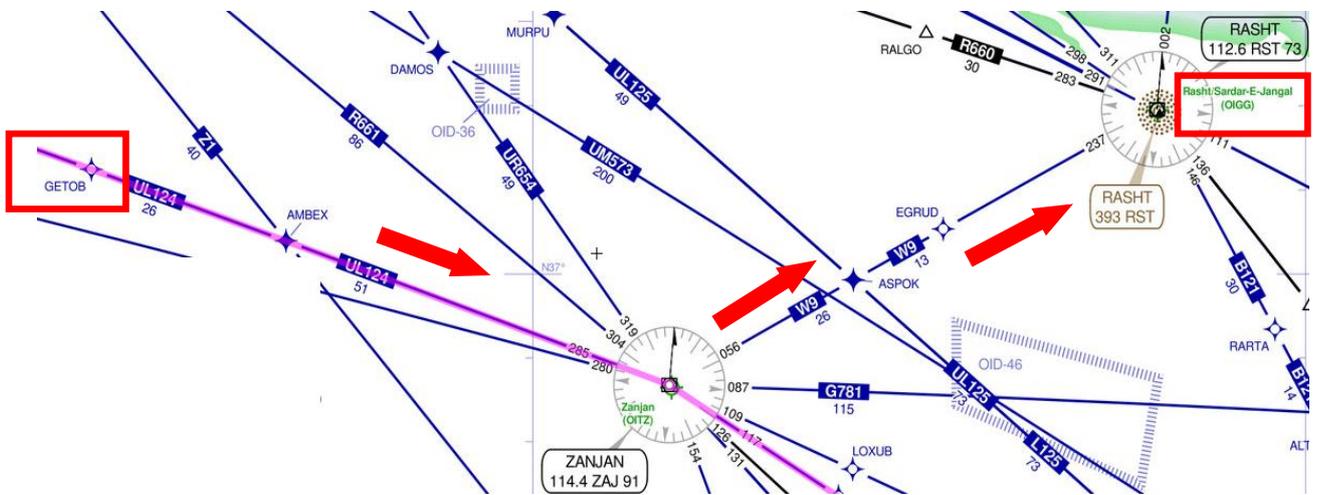


Figure E-34: S12 : route sur carte jeppesen [GETOB- ZAJ].

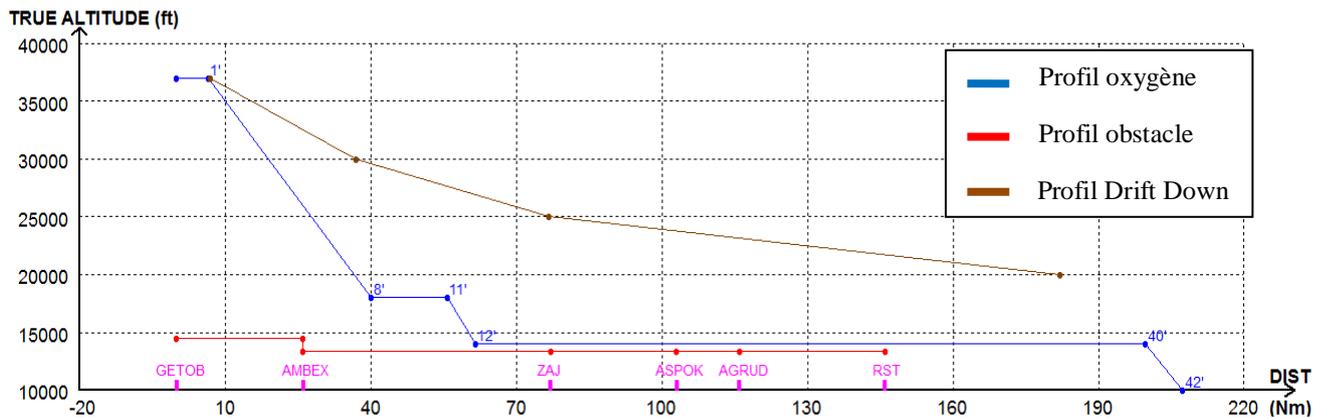


Figure E-35: (S12=GETOB- ZAJ) BEFORE ZAJ DIVERT TO OIGG (12min profile).

m) Secteur 13 : [ZAJ- MIVAK] : dégagement vers OIII.

La route suivie : ZAJ T215 MIVAK MIVA1R OIII

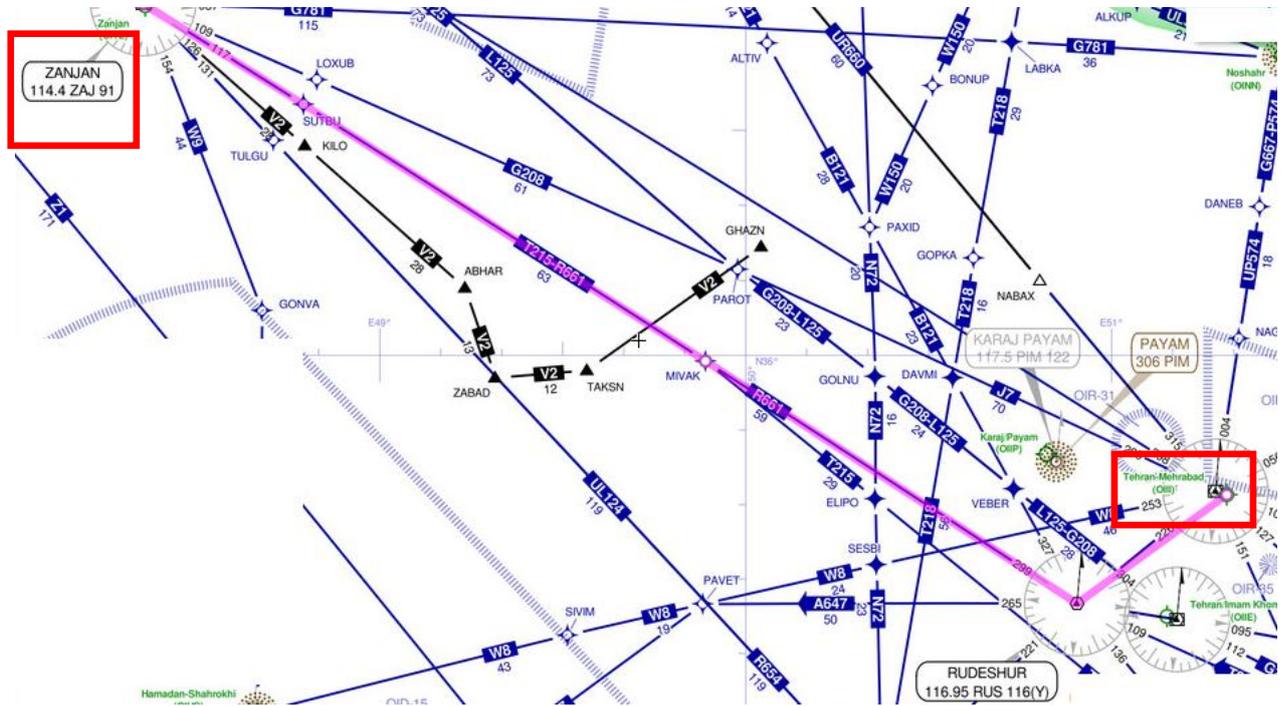


Figure E-36: S13 : route sur carte jeppesen [ZAJ- SUTBU].

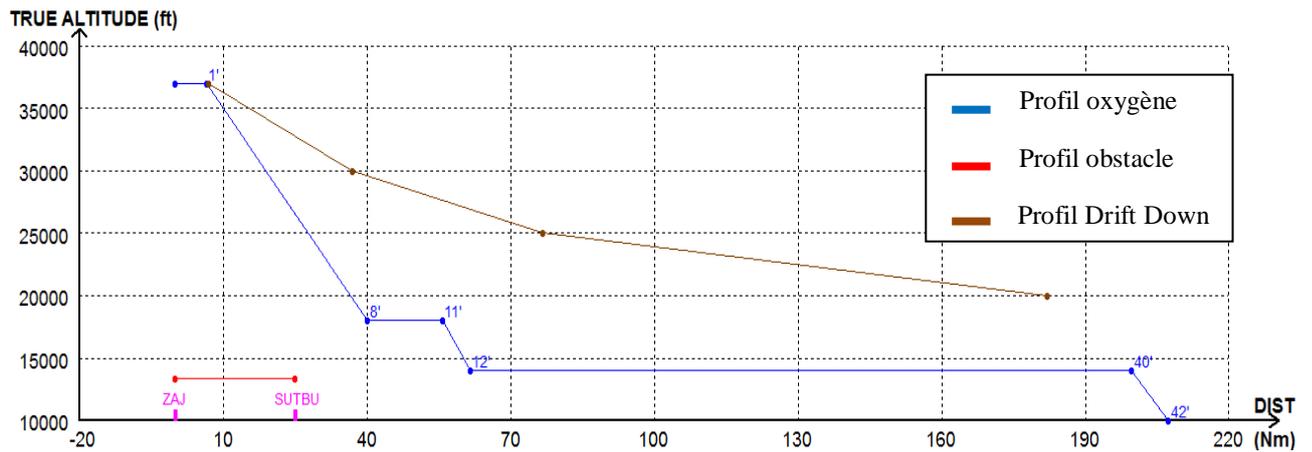


Figure E-37: (S13=ZAJ- SUTBU) AFTER ZAJ DIVERT TO OIII (12min profile).

II. La phase RETOUR (OIII - DAAG) :

- ETOW = 077694 kg
- FL = 340 (de référence)
- la zone montagneuse est comprise entre les deux points TOC et TUPAL :

Le tableau ci-dessous résume les données du plan de vol de la zone montagneuse.

| Way-point | Coordonnées géographiques | Airway | MORA | FL |
|-----------|---------------------------|--------|-------|-------|
| TOC | N36282E049138 | / | 17600 | / |
| LOXUB | N36367E048497 | G208 | 17600 | 340 |
| ZAJ | N36468E048212 | G209 | 11800 | 340 |
| AMBEX | N37039E047217 | UL124 | 13400 | 340 |
| GETOB | N37125E046515 | UL124 | 14500 | 340 |
| PARAS | N37316E045416 | UL124 | 14500 | 340 |
| TUDNU | N37530E044448 | UL124 | 17000 | 340 |
| BONAM | N38029E044180 | UL125 | 17000 | 340 |
| VAN | N38280E043195 | UT367 | 17000 | 340 |
| BEYAZ | N38303E042473 | UT368 | 16800 | 340 |
| TUMKU | N38331E042064 | UT368 | 16800 | 340 |
| BAYIR | N38357E041242 | UT368 | 16800 | 340 |
| BALIM | N38258E041075 | UW73 | 13200 | 340 |
| EKMIN | N38171E040531 | UW73 | 13200 | 340 |
| TAMER | N38144E040490 | / | 13200 | Climb |
| DYB | N37524E040125 | UW73 | 13100 | 360 |
| DEMEB | N37338E039139 | UW716 | 13100 | 360 |
| GAP | N37275E038543 | UW716 | 11800 | 360 |
| LUTAM | N37195E038314 | UW716 | 11800 | 360 |
| ELGEX | N37108E038068 | UW716 | 11800 | 360 |
| SUGAT | N37031E037451 | UW716 | 12700 | 360 |
| GAZ | N36571E037284 | UW716 | 12700 | 360 |
| KOZAN | N36573E037093 | UW74 | 12700 | 360 |
| BABLI | N36572E036518 | UW74 | 13100 | 360 |
| MILBA | N36571E036288 | UW74 | 13100 | 360 |
| ADA | N36564E035126 | UW74 | 15800 | 360 |
| MANAZ | N36549E034247 | UW74 | 15000 | 350 |
| MUT | N36518E033175 | UW74 | 15000 | 370 |
| KETEK | N36533E032287 | UR55 | 13300 | 360 |
| ADBEL | N36543E031448 | UR55 | 13300 | 360 |
| KONAK | N36537E031250 | UR55 | 13200 | 360 |
| AYT | N36552E030477 | UR55 | 13600 | 360 |
| EDISI | N36510E030088 | UW79 | 13600 | 380 |
| ALPAY | N36499E030000 | UW79 | 13600 | 380 |
| LORKO | N36484E029459 | UW79 | 13600 | 380 |

| | | | | |
|-------|---------------|-------|-------|-----|
| ALTIN | N36459E029246 | UW79 | 13400 | 380 |
| DAL | N36414E028469 | UW79 | 13400 | 380 |
| SOTIV | N36330E028290 | UN136 | 8000 | 380 |
| FIR | N36297E028227 | UN136 | 8000 | 380 |
| RDS | N36204E028049 | UN136 | 8000 | 380 |
| ASIMI | N36279E027439 | UL995 | 8000 | 380 |
| USINI | N36406E027079 | UL995 | 7400 | 380 |
| KOPAR | N36498E026413 | UL995 | 7400 | 380 |
| LURUS | N36534E026310 | UL995 | 7000 | 380 |
| AKINA | N36588E026149 | UL995 | 7000 | 380 |
| PIDAX | N37137E025307 | UL995 | 7000 | 380 |
| RIPLI | N37166E025218 | UL995 | 4600 | 380 |
| VARIX | N37218E025021 | UL995 | 4600 | 380 |
| KEA | N37334E024179 | UL995 | 4600 | 380 |
| KOR | N37558E022562 | UL52 | 10100 | 380 |
| RILIN | N37579E022400 | UN604 | 10500 | 380 |
| ARA | N38095E021258 | UN604 | 10500 | 380 |
| ENESI | N38188E020152 | UN604 | 9900 | 380 |
| RUTOM | N38311E019000 | UN604 | 7800 | 380 |
| ROXOM | N38168E017054 | / | 2200 | 370 |
| RCA | N38046E015387 | / | 13300 | 370 |
| ANEPA | N37464E014000 | / | 13300 | 370 |
| PIVOP | N37294E013113 | / | 13300 | 370 |
| TUPAL | N37114E011300 | / | 8900 | 370 |

Tableau E-33 : données des way-points selon le jet plan(RETOUR). [8]

➤ L'élaboration du profil de descente en cas d'urgence :

- A fin d'élaborer les procédures d'urgence dans cette phase, on utilise les mêmes étapes suivie dans la phase aller.

 **Profil Relief :**

Les deux tableaux ci-dessous contiennent les distances de chaque way-point par rapport au premier point critique ' **TOC**'(**Top Of Climb**) ainsi que les altitudes minimales de vol (**MORA**) pour chaque segment de route (voir annexe 02).

| Way-point | Distance (Nm) |
|-----------|---------------|
| TOC | 0 |
| LOXUB | 21 |
| ZAT | 46 |
| AMBEX | 97 |
| GETOB | 123 |
| PARAS | 182 |
| TUDNU | 232 |
| BONAM | 255 |
| VAN | 307 |
| BEYAZ | 332 |
| TUMKU | 364 |
| BAYIR | 397 |
| BALIM | 413 |
| EKMIN | 427 |
| TAMER | 431 |
| DYB | 467 |
| DEMEB | 517 |
| GAP | 534 |
| LUTAM | 554 |
| ELGEX | 575 |
| SUGAT | 594 |
| GAZ | 609 |
| KOZAN | 624 |
| BABLI | 638 |
| MILBA | 656 |
| ADA | 717 |
| MANAZ | 755 |
| MUT | 809 |
| KETEK | 848 |
| ADBEL | 883 |
| KONAK | 899 |
| AYT | 929 |
| EDISI | 960 |
| ALPAY | 967 |
| LORKO | 978 |
| ALTIN | 995 |
| DAL | 1026 |
| SOTIV | 1043 |
| FIR | 1049 |
| RDS | 1066 |
| ASIMI | 1085 |
| USINI | 1117 |

| From (Nm) | To (Nm) | Altitudes (ft) |
|-----------|---------|----------------|
| 0 | 21 | 17600 |
| 21 | 46 | 17600 |
| 46 | 97 | 13400 |
| 97 | 123 | 14500 |
| 123 | 182 | 14500 |
| 182 | 232 | 17000 |
| 232 | 255 | 17000 |
| 255 | 307 | 17000 |
| 307 | 332 | 17000 |
| 332 | 364 | 16800 |
| 364 | 397 | 16800 |
| 397 | 413 | 16800 |
| 413 | 427 | 13200 |
| 427 | 431 | 13200 |
| 431 | 467 | 13200 |
| 467 | 517 | 13100 |
| 517 | 534 | 13100 |
| 534 | 554 | 11800 |
| 554 | 575 | 11800 |
| 575 | 594 | 12700 |
| 594 | 609 | 12700 |
| 609 | 624 | 12700 |
| 624 | 638 | 13100 |
| 638 | 656 | 13100 |
| 656 | 717 | 15800 |
| 717 | 755 | 15800 |
| 755 | 809 | 15800 |
| 809 | 848 | 15000 |
| 848 | 883 | 13300 |
| 883 | 899 | 13300 |
| 899 | 929 | 13600 |
| 929 | 960 | 13600 |
| 960 | 967 | 13600 |
| 967 | 978 | 13600 |
| 978 | 995 | 13600 |
| 995 | 1026 | 13400 |
| 1026 | 1043 | 13400 |
| 1043 | 1049 | 8000 |
| 1049 | 1066 | 8000 |
| 1066 | 1085 | 8000 |
| 1085 | 1117 | 8000 |

| | |
|-------|------|
| KOPAR | 1140 |
| LURUS | 1149 |
| AKINA | 1163 |
| PIDAX | 1201 |
| RIPLI | 1209 |
| VARIX | 1226 |
| KEA | 1263 |
| KOR | 1332 |
| RILIN | 1345 |
| ARA | 1405 |
| ENESI | 1461 |
| RUTOM | 1521 |
| ROXOM | 1612 |
| RCA | 1681 |
| ENEPA | 1761 |
| PIVOP | 1803 |
| TUPAL | 1886 |

| | | |
|------|------|-------|
| 1117 | 1140 | 7400 |
| 1140 | 1149 | 7400 |
| 1149 | 1163 | 7000 |
| 1163 | 1201 | 7000 |
| 1201 | 1209 | 7000 |
| 1209 | 1226 | 4600 |
| 1226 | 1263 | 4600 |
| 1263 | 1332 | 10100 |
| 1332 | 1345 | 10500 |
| 1345 | 1405 | 10500 |
| 1405 | 1461 | 10500 |
| 1461 | 1521 | 9900 |
| 1521 | 1612 | 7800 |
| 1612 | 1681 | 13300 |
| 1681 | 1761 | 13300 |
| 1761 | 1803 | 13300 |
| 1803 | 1886 | 13300 |

Tableau E-34: les distances sol cumulatives de chaque way-point par rapport au point **TOC** et les altitudes minimales de vol pour chaque segment.

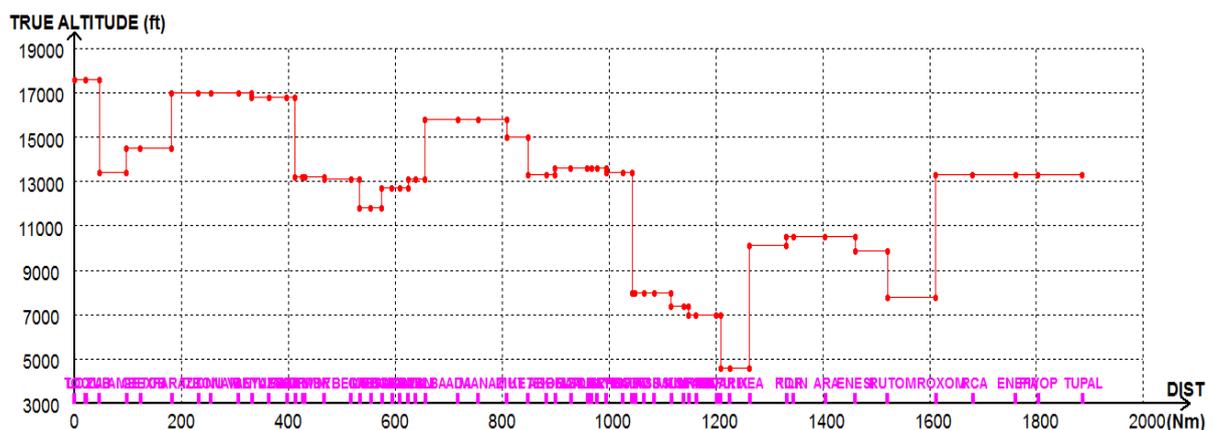


Figure E-38: Profil relief TOC-TUPAL.

✚ Profil de descente (12 min):

- Calculs PET :

Gross Weight = ETOW- CFU, CFU correspond au premier point critique **TOC**.

Alors: Gross Weight= 77694 – 1600 = 76094 Kg.

Profil de descente de 12min:

- La descente se fait en 3 étapes:
 - Du FL 340 au FL180.
 - Du FL 180 au FL 140.
 - Du FL 140 au FL 100.

- La vitesse indiquée pour chaque FL initial est définie à partir du graphe des limites maximales des vitesses air (manuel de vol du B737-800) (voir annexe 03). Alors :
 - IAS(FL340)= 285 kt.
 - IAS(FL180)= VMO= 340 kt.
 - IAS(FL140)= 340 kt.

La figure suivante représente un exemple de calcul pour une descente du FL340 au FL180.

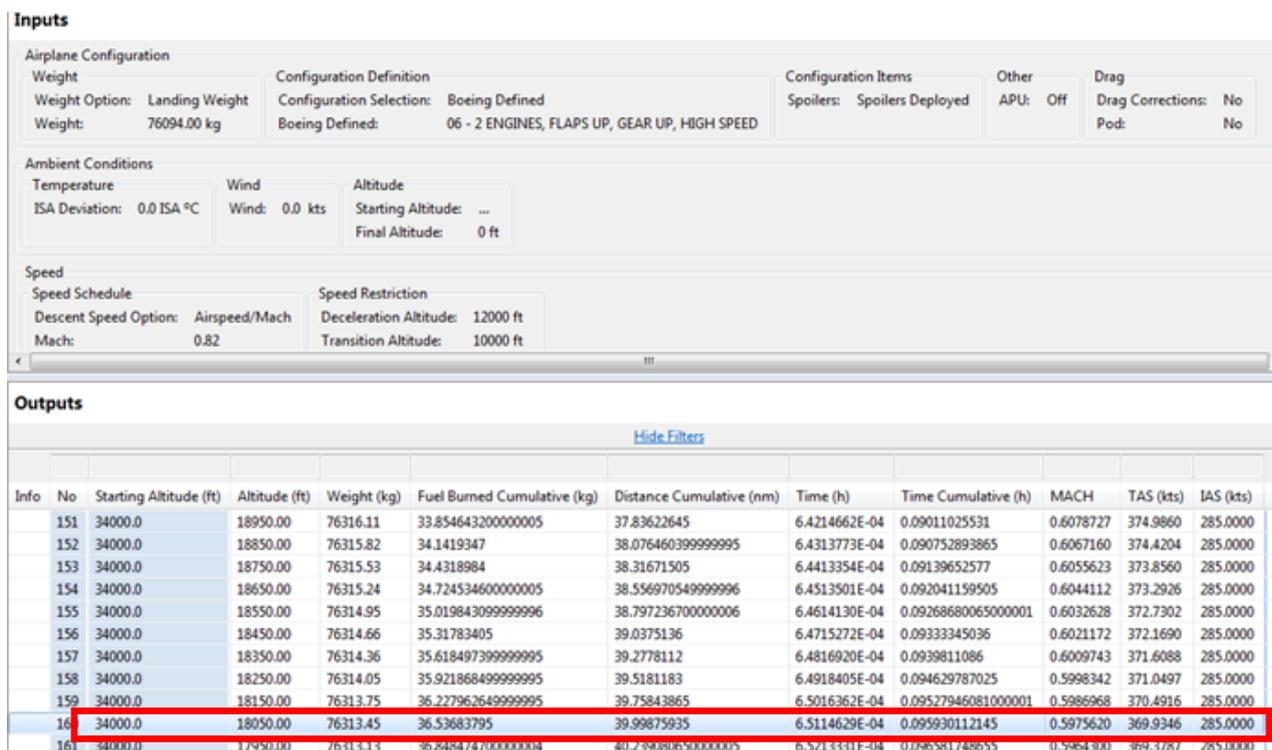


Figure E-39: résultats de calcul d'une descente du FL340 au FL180.

- La vitesse de croisière pour chaque palier (FL340, 180, 140,100) est calculée une seule fois, comme il est indiqué ci-dessous.

| No | Altitude (ft) | Weight (kg) | Fuel Mileage at TAS | MACH | TAS (kts) | IAS (kts) | FN/delta (lb) | Thrust Required |
|----|---------------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
| 1 | 34000.0 | 76094.00 | 0.1701256 | 0.7900950 | 457.4827 | 274.3719 | 44505.11 | 88.46945 |
| 2 | 18000.0 | 76094.00 | 0.1358075 | 0.6158040 | 381.3025 | 294.3509 | 34794.97 | 77.30354 |
| 3 | 14000.0 | 76094.00 | 0.1246900 | 0.5857415 | 368.3358 | 301.9395 | 32332.29 | 75.06297 |
| 4 | 10000.0 | 76094.00 | 0.1165631 | 0.5447453 | 347.7291 | 302.0894 | 30144.05 | 72.17627 |

Figure E-40: résultats de calcul des vitesses de croisière pour le profil de 12min.

Remarque :

- ◆ Le temps de croisière pour chaque palier est connu et donné.

Tous les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

| Altitudes (ft) | TAS (kt) | Time (min) |
|----------------|----------|------------|
| 34000-34000 | 457,48 | 1 |
| 34000-18000 | 369,94 | 7 |
| 18000-18000 | 381,30 | 3 |
| 18000-14000 | 413,42 | 1 |
| 14000-14000 | 368,33 | 28 |
| 14000-10000 | 291.52 | 2 |
| 10000-10000 | 347,72 | / |

Tableau E-35: le temps et les vitesses de croisière et de descente pour un profil de 12min.

✚ Profil « drift down » :

- Le profil de descente en cas de panne moteur est calculé à partir du graphe ENGINE INOP (Drift down Profiles Net Flight Path : 35 000 ft to 37000 ft) qui se trouve dans le FPPM (Flight Planning and Performance Manual) du B737 – 800. (voir annexe 04)

Conditions de calculs :

- Gross Weight = 76094 Kg.
- FL 340.
- Conditions ISA.
- Vent : - 45 kt.

| Altitudes (ft) | Distances (Nm) | Time (min) |
|----------------|----------------|------------|
| 37 000 | 10 | 2 |
| 30 000 | 35 | 5 |
| 25 000 | 85 | 13 |
| 20 000 | 135 | 22 |

Tableau-36 : profil de descente en cas de panne moteur (retour).

- **Remarque:**

Vu que la zone montagneuse s'étend à plus de 1 000 NM, la division en secteurs devient nécessaire. Cette division est basée sur un profil de 12min.

- **Les secteurs :**

- ❖ Le profil de descente en cas de panne de pressurisation ou de panne moteur seront toujours les mêmes quelque soit le secteur car le Gross Weight au premier point critique TOC sera toujours supérieur à ceux des autres points critiques.

- a) **Secteur 1 : [ZAJ- TOC] : dégagement vers OIII.**

La route suivie : ZAJ **G208** TOC **OIII**.

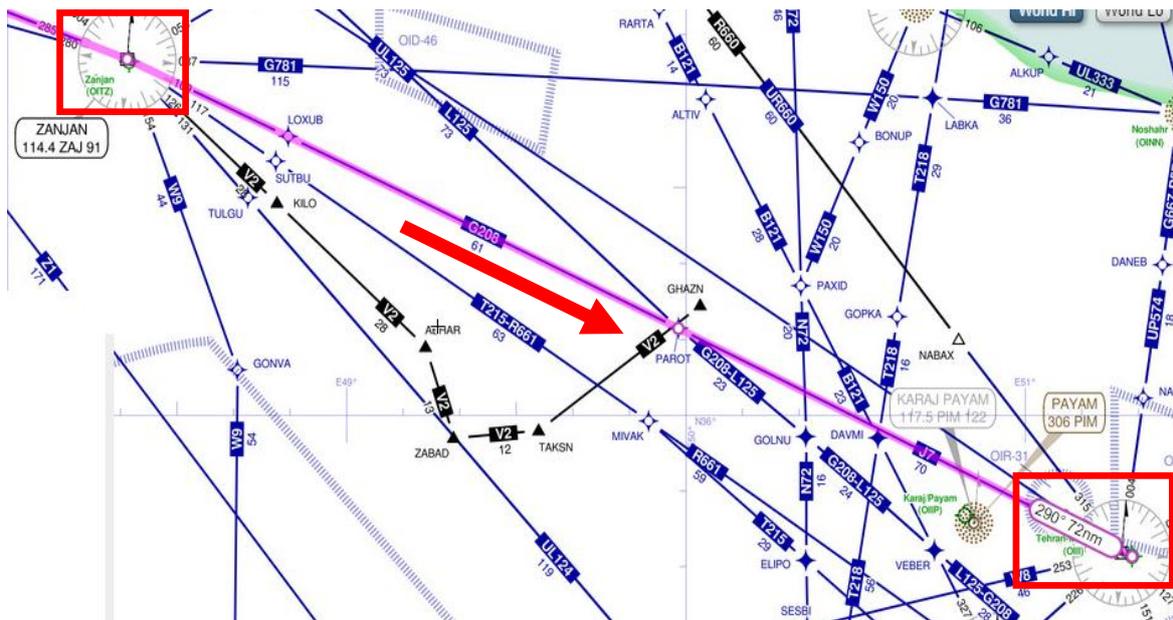


Figure E-41: S1: route sur carte jeppesen [ZAJ- TOC].

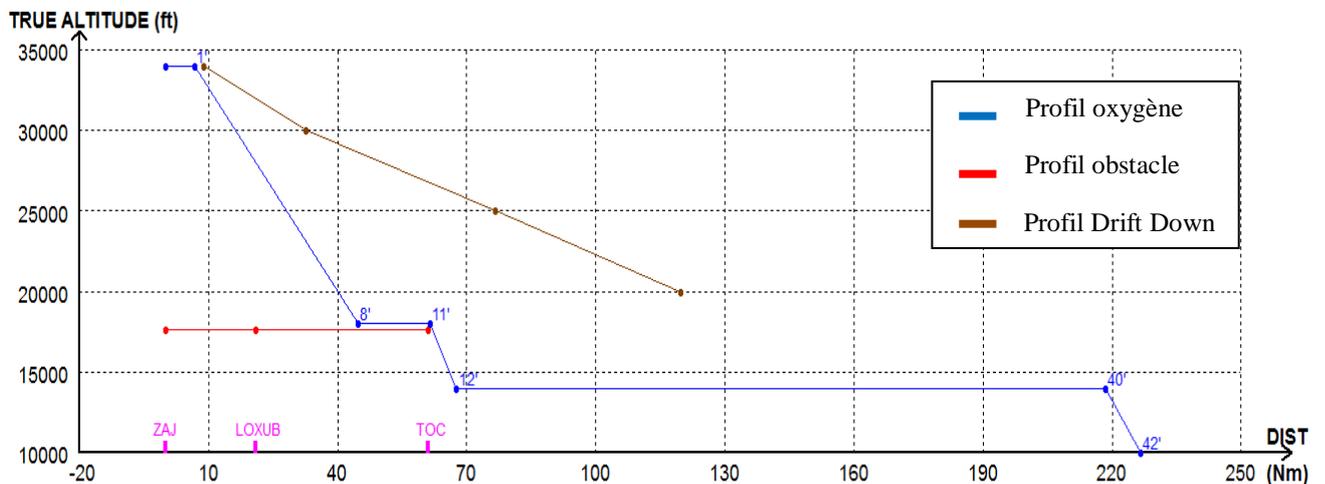


Figure E-42: (S1=ZAJ- TOC) BEFORE ZAJ DIVERT TO OIII (12min profile).

b) Secteur 2 : [GETOB- RST] : dégagement vers OIGG.

La route suivie : GETOB **UL124** ZAJ **W9** RST **OIGG**.

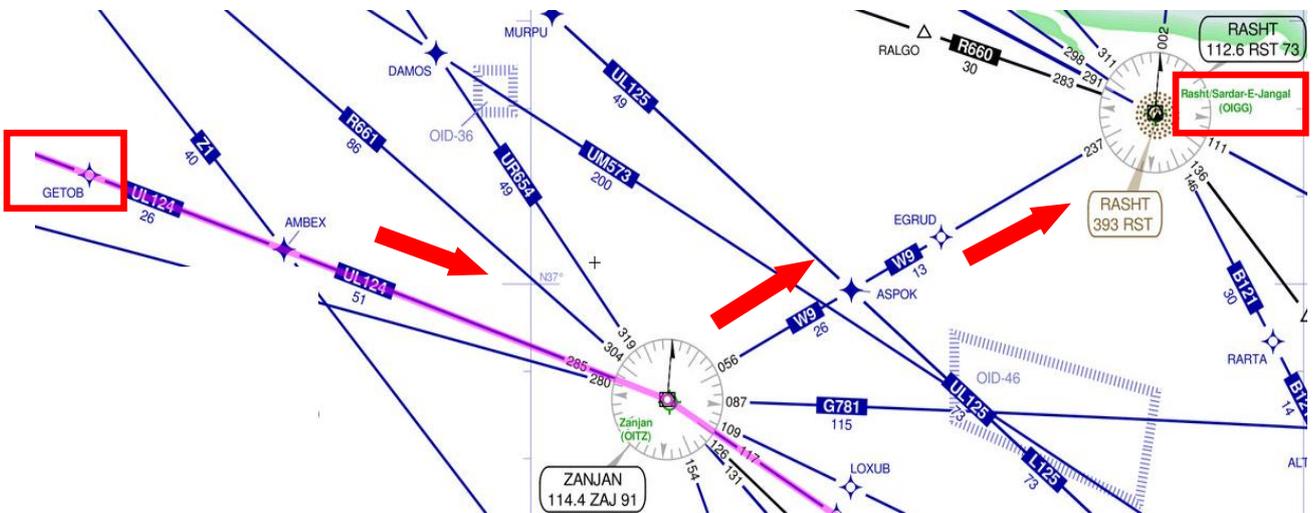


Figure E-43: S2: route sur carte jeppesen [GETOB- RST].

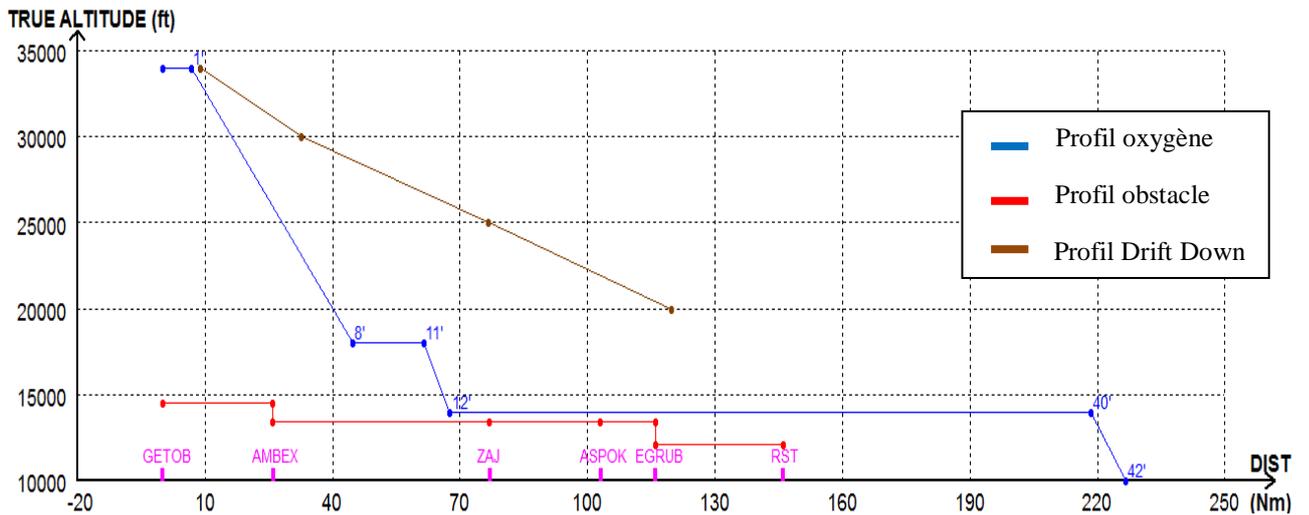


Figure E-44: (S2=GETOB- RST) AFTER ZAJ DIVERT TO OIGG (12min profile).

c) **Secteur 3 : [GETOB- UMH] : dégagement vers OITR.**

La route suivie : **GETOB UL124 PARAS G208 UMH OITR.**



Figure E-45: S3: route sur carte jeppesen [GETOB- UMH].

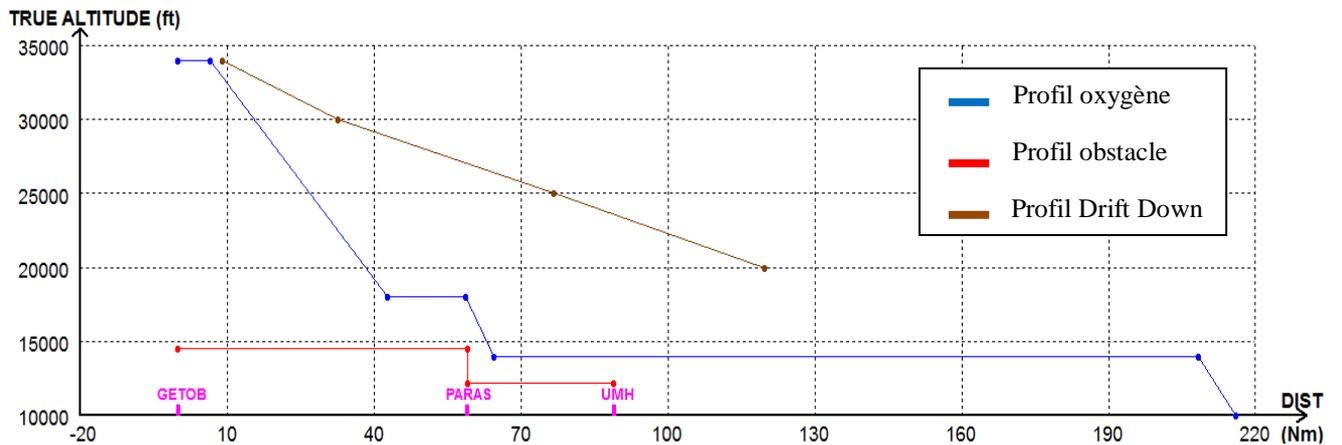


Figure E-46: (S3= GETOB- UMH) AFTER GETOB DIVERT TO OITR (12min profile).

d) **Secteur 4 : [BONAM- UMH] : dégagement vers OITR.**

La route suivie : **BONAM UL124 TUDNU G781 UMH OITR.**



Figure E-47: S4: route sur carte jeppesen [BONAM- UMH].

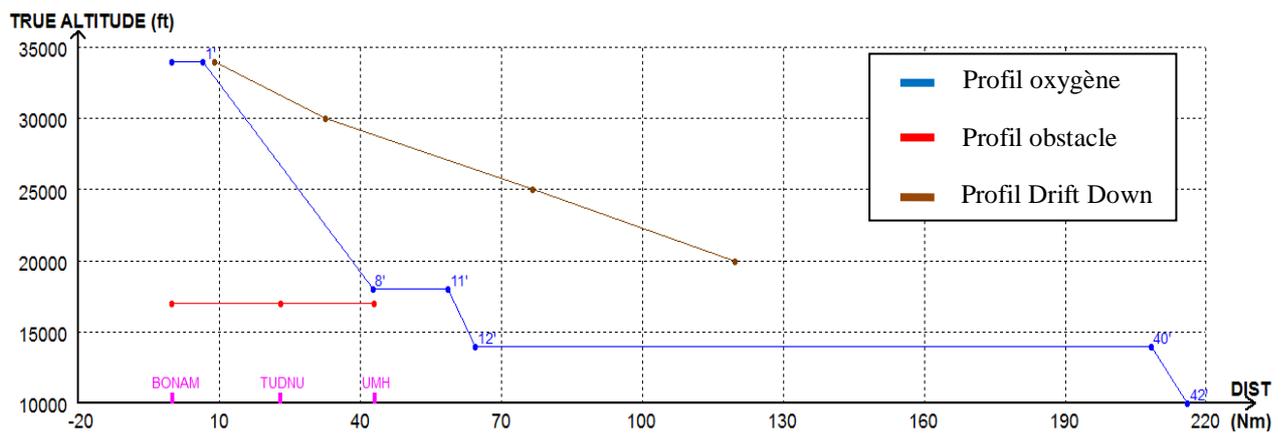


Figure E-48: (S4=BONAM- UMH) BEFORE BONAM DIVERT TO OITR (12min profile).

e) Secteur 5 : [BONAM- VAN] : dégagement vers LTCL

La route suivie : **BONAM UL124 VAN LTCL**.



Figure E-49: S5: route sur carte jeppesen [BONAM- VAN].

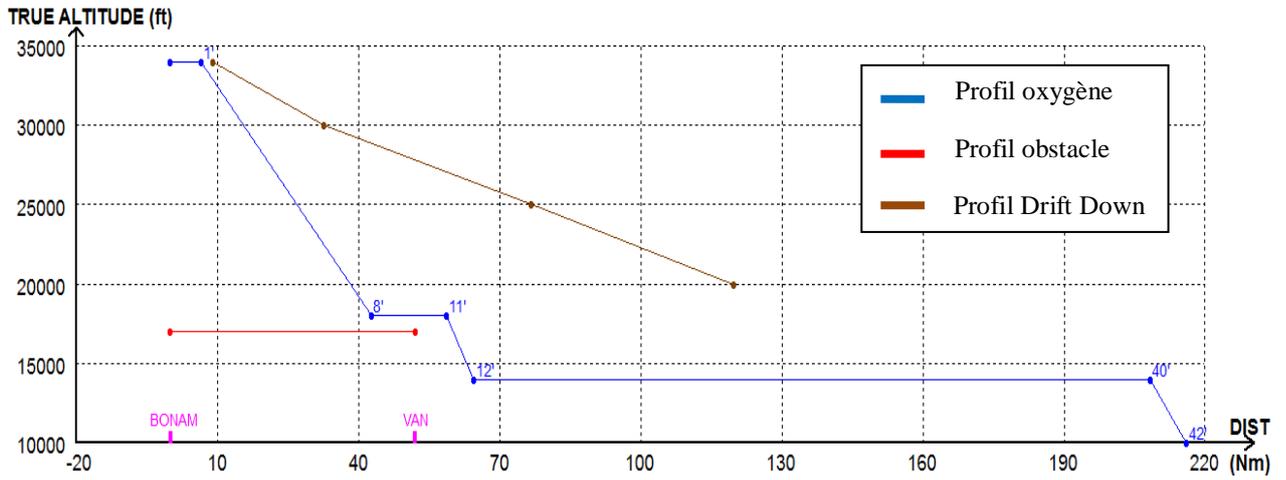


Figure E-50: (S5= BONAM -VAN) BEFORE VAN DIVERT TO LTCI (12min profile).

f) **Secteur 6 : [TUMKU- VAN] : dégagement vers LTCS.**

La route suivie : **TUMKU T368 VAN LTCI.**



Figure E-51: S6: route sur carte jeppesen [TUMKU- VAN].

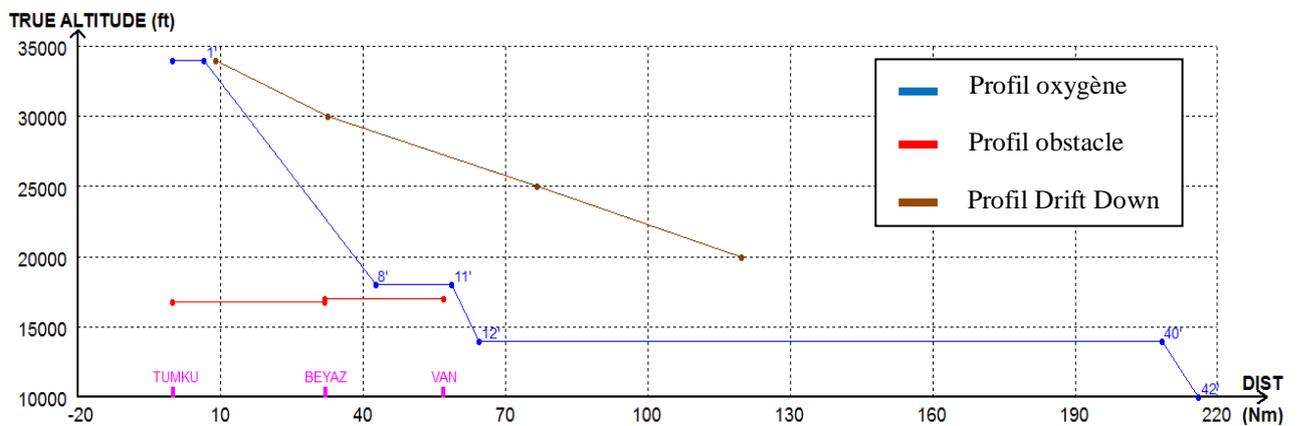


Figure E-52: (S6= TUMKU- VAN) AFTER VAN DIVERT TO LTCI (12min profile).

g) Secteur 7 : [TUMKU - GAP] : dégagement vers LTCS.

La route suivie : TUMKU T368 BAYIR UW73 DYB UW716 GAP LTCS.

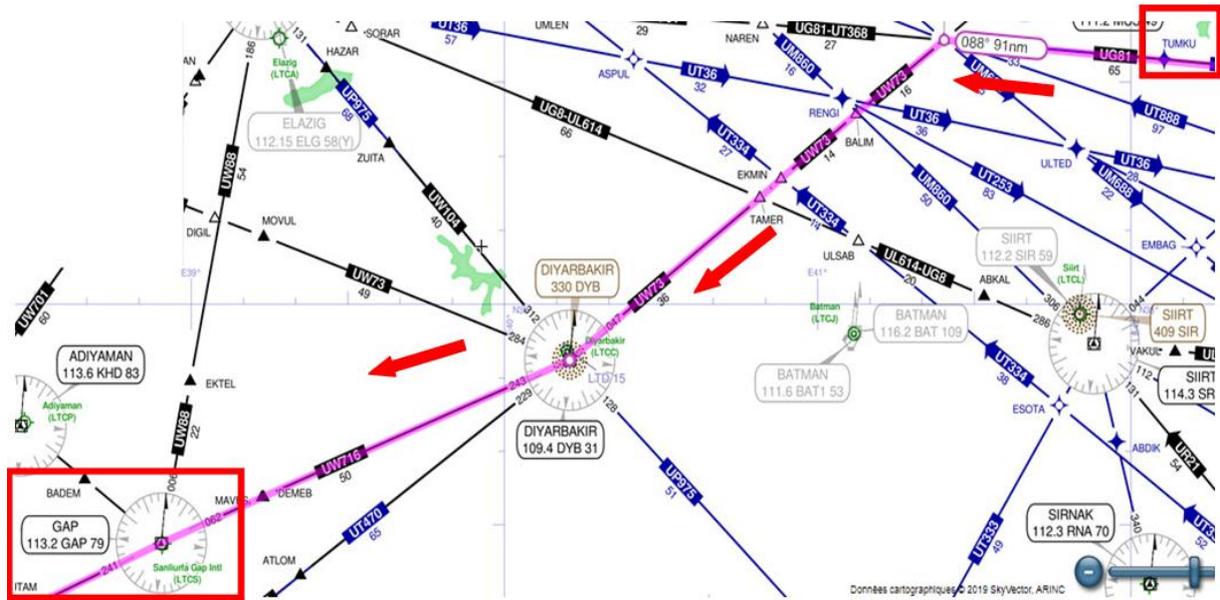


Figure E-53: S7 : route sur carte jeppesen [TUMKU- GAP].

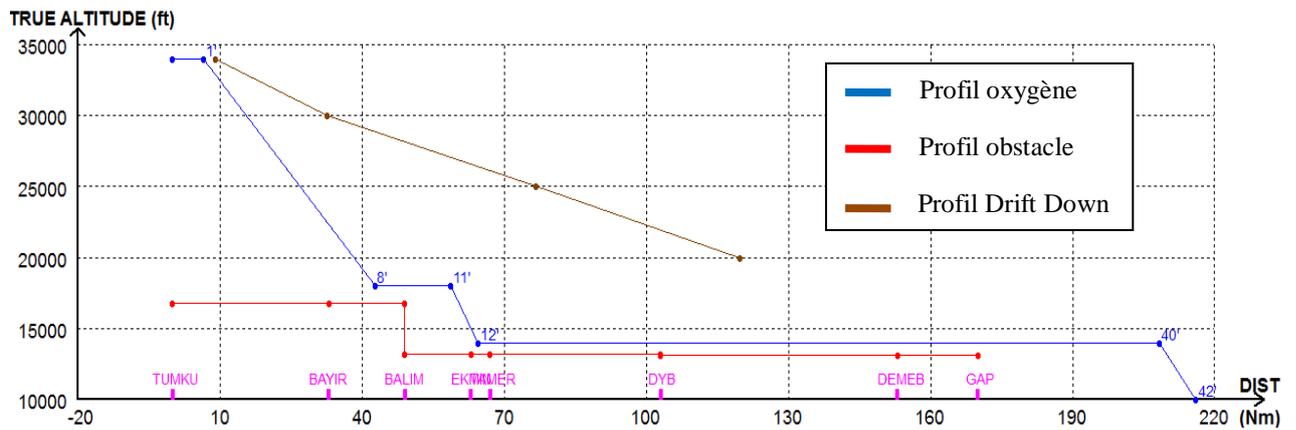


Figure E-54: (S7= TUMKU- GAP) BEFORE GAP DIVERT TO LTCS (12min profile).

h) Secteur 8 : [GAP- GAZ] : dégagement vers LTAJ.

La route suivie : GAP UW716 GAZ LTAJ.

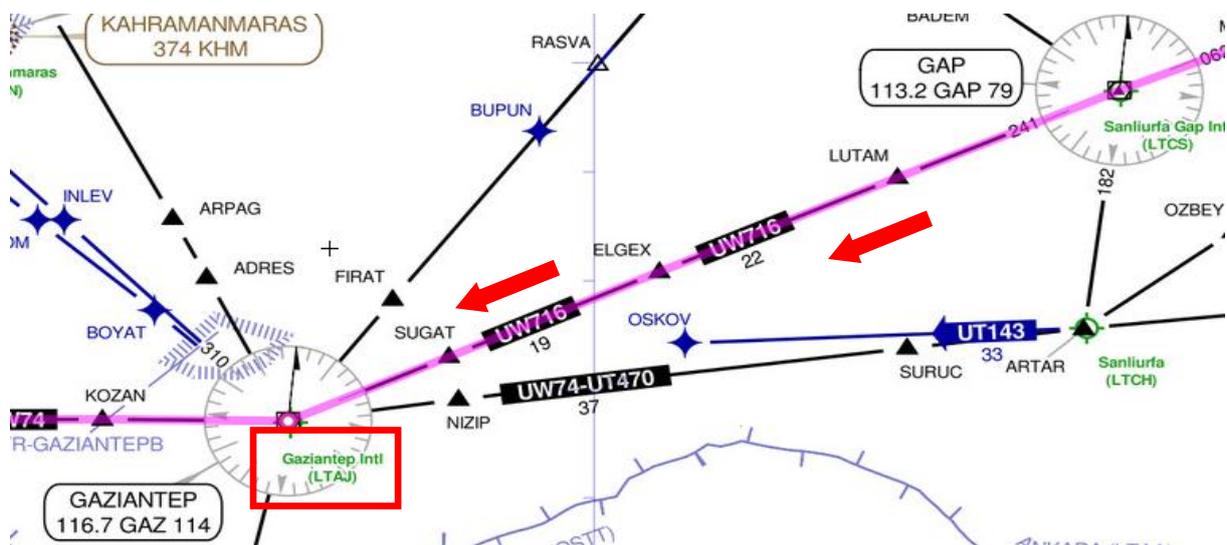


Figure E-55: S8 : route sur carte jeppesen [GAP- GAZ].

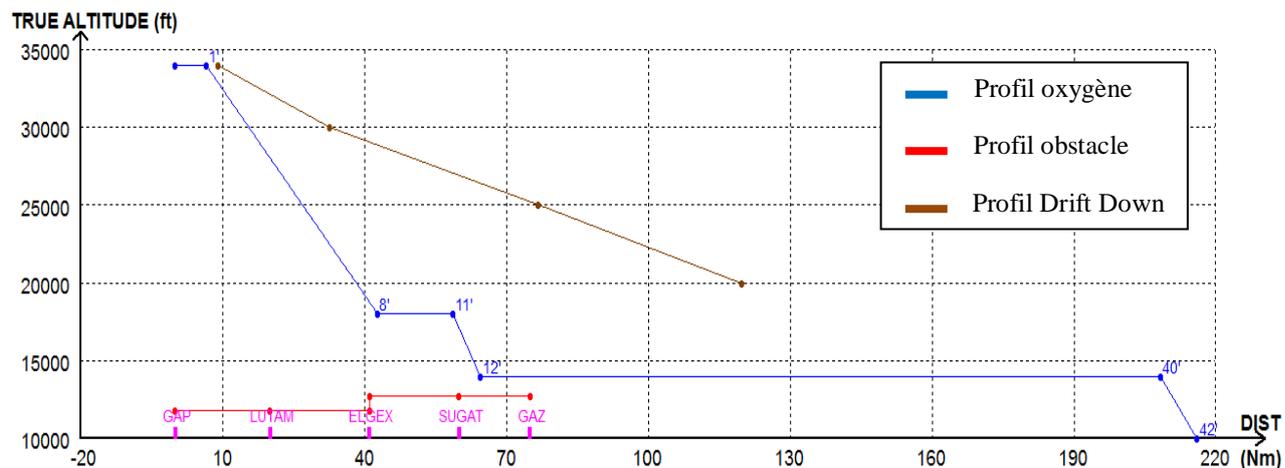


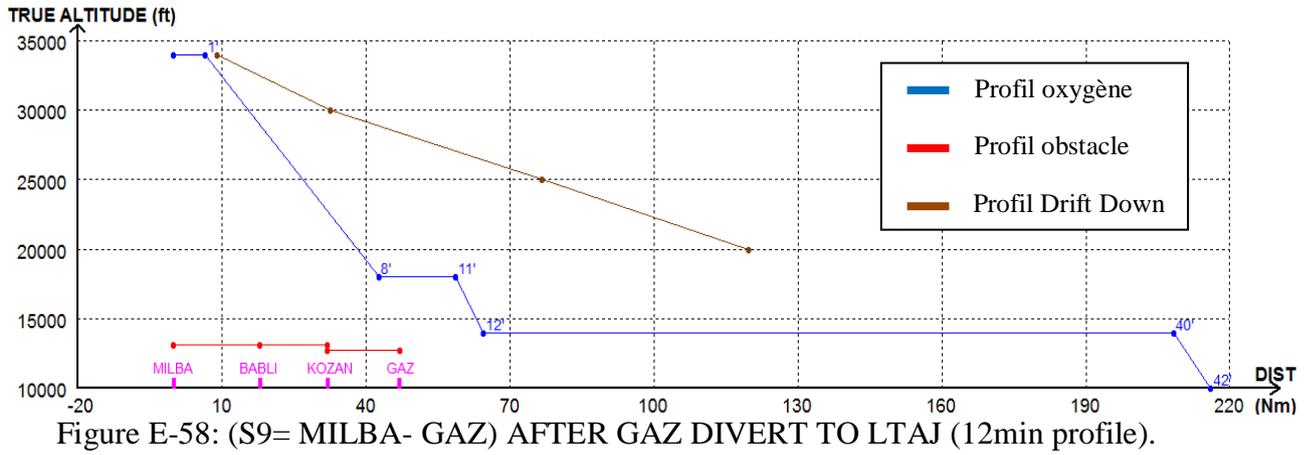
Figure E-56: (S8= GAP- GAZ) BEFORE GAZ DIVERT TO LTAJ (12min profile).

i) Secteur 9 : [MILBA - GAZ] : dégagement vers LTAJ.

La route suivie : MILBA UW74 GAZ LTAJ.

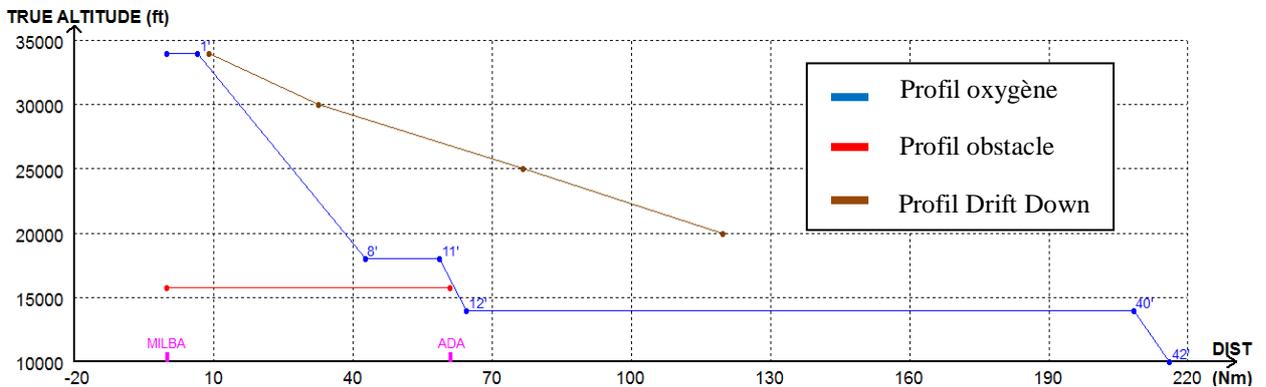


Figure E-57: S9 : route sur carte jeppesen [MILBA - GAZ].



j) Secteur 10 : [MILBA- ADA] : dégagement vers LTAF.

La route suivie : MILBA UW74 ADA LTAF.



k) Secteur 11 : [MANAZ - ADA] : dégagement vers LTAF.

La route suivie : MANAZ UW74 ADA LTAF.

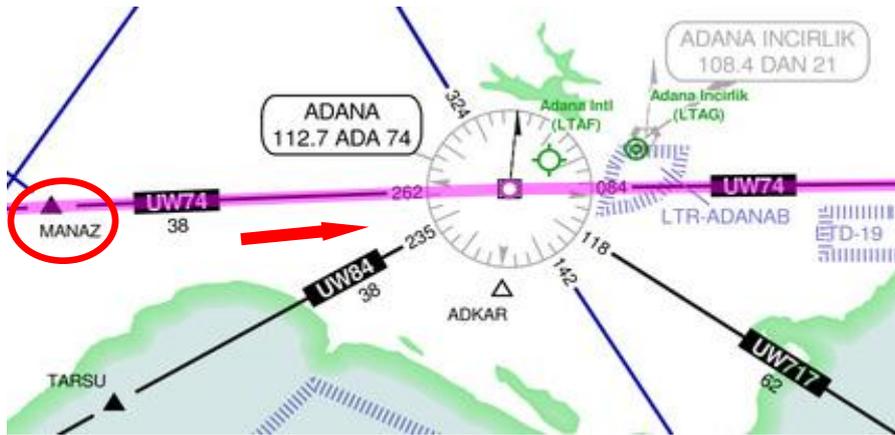


Figure E-61: S11 : route sur carte jeppesen [MANAZ - ADA].

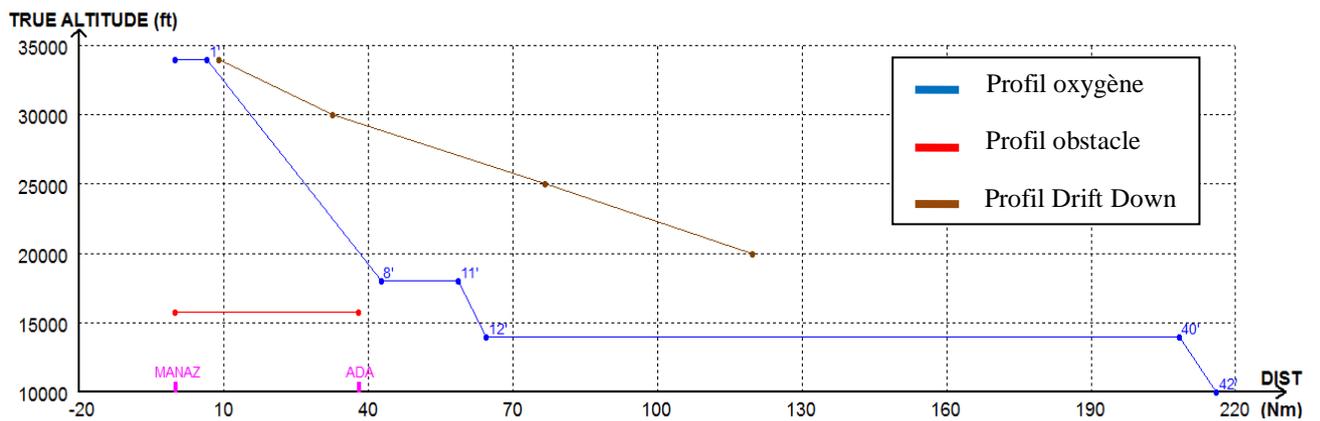


Figure E-62: (S11= MANAZ- ADA) AFTER ADA DIVERT TO LTAF (12min profile).

1) **Secteur 12 : [MANAZ - GZP] : dégagement vers LTFG.**

La route suivie : **MANAZ UW74 MUT UT339 GZP LTFG.**

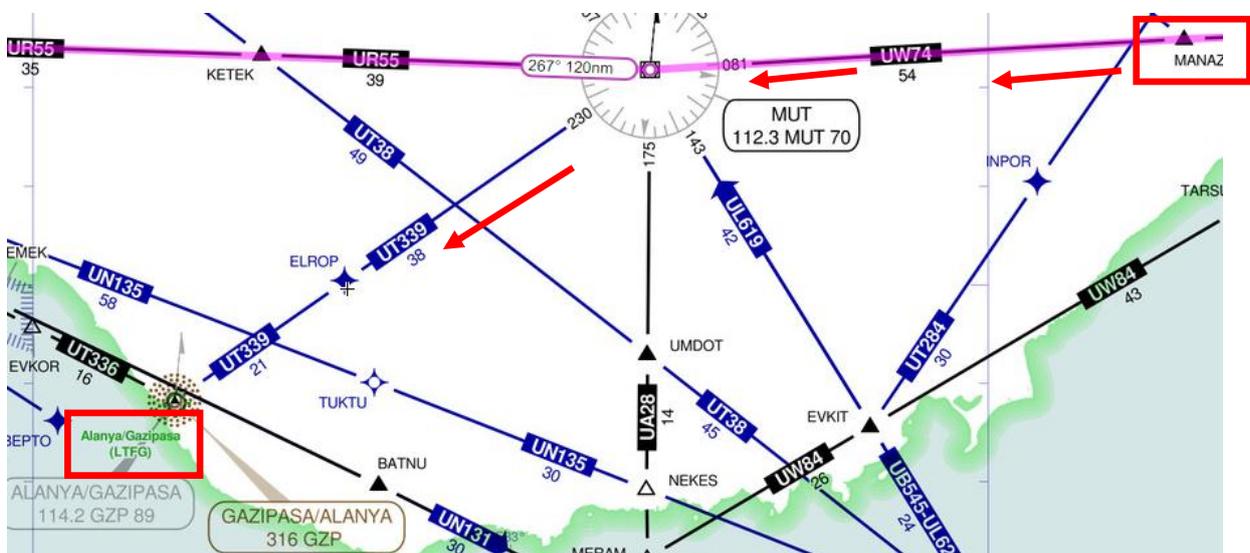


Figure E-63: S12 : route sur carte jeppesen [MANAZ - GZP].

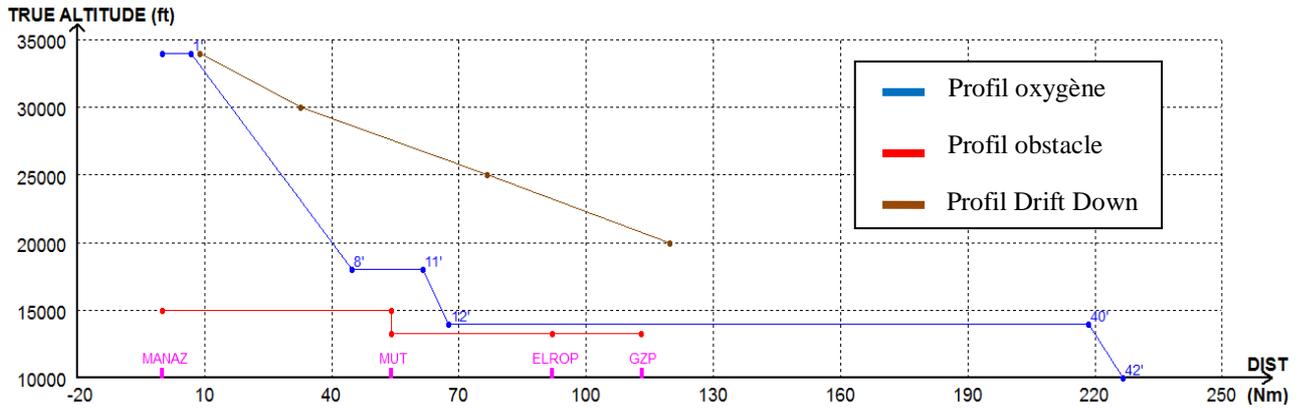


Figure E-64: (S12= MANAZ- GZP) AFTER MANAZ DIVERT TO LTFG (12min profile).

m) Secteur 13 : [MUT-AYT] : dégagement vers LTAI.

La route suivie : MUT **UR55** AYT **LTAI**.

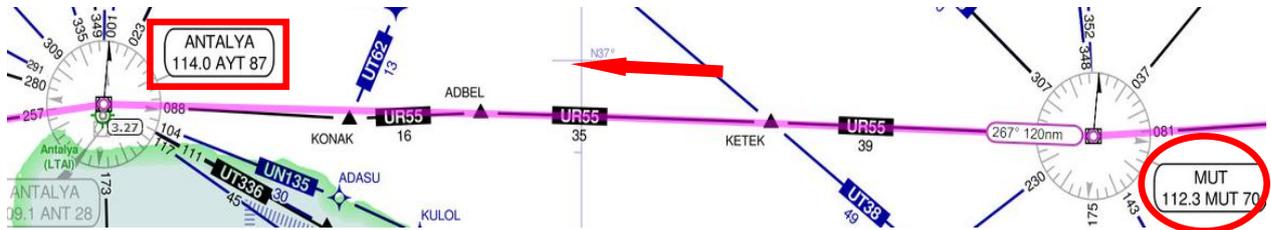


Figure E-65: S13 : route sur carte jeppesen [MUT - AYT].

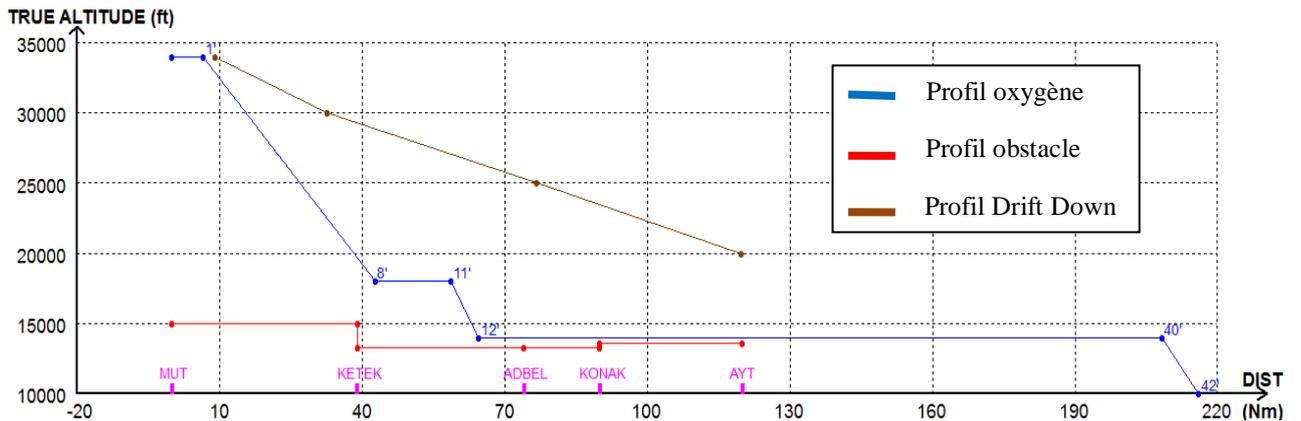


Figure E-66: (S13=MUT- AYT) BEFORE AYT DIVERT TO LTAI (12min profile).

n) Secteur 14 : [AYT- DAL] : dégagement vers LTBS.

La route suivie : AYT **UW79** DAL **LTBS**.

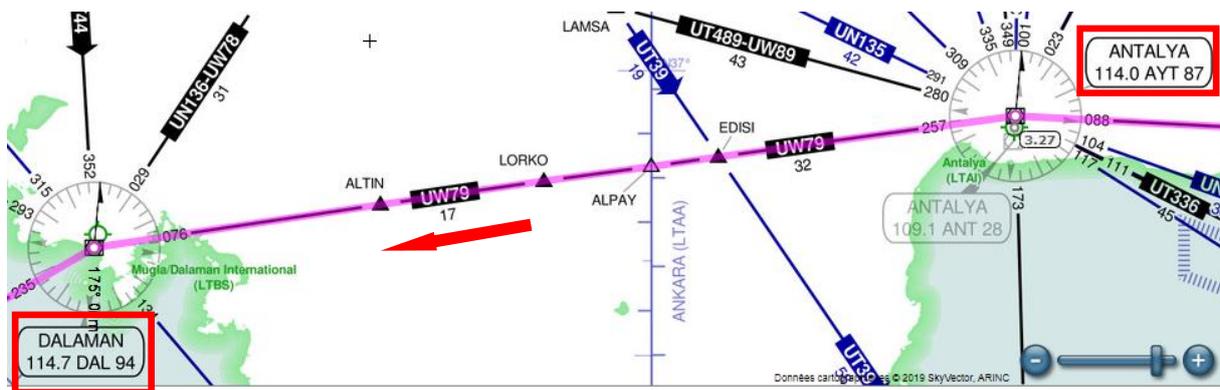


Figure E-67: S14: route sur carte jeppesen [AYT-DAL].

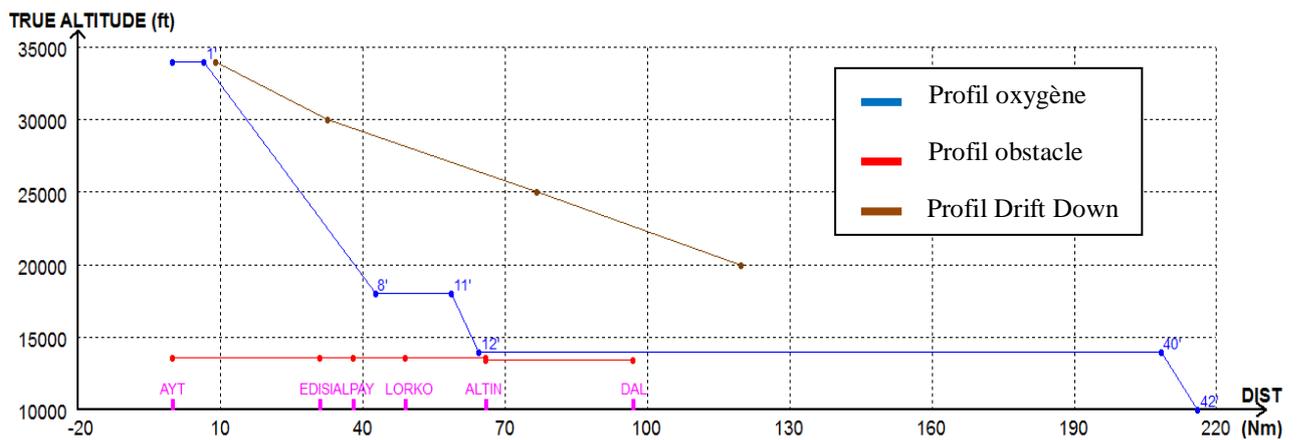


Figure E-68: (S14=AYT-DAL) AFTER AYT DIVERT TO LTBS (12min profile).

Conclusion:

Dans ce chapitre, on a pu définir les procédures d'urgence à suivre (tracer la trajectoire de descente) en cas de panne moteur et panne de pressurisation simultanées, de telle façon à assurer le franchissement des obstacles en toute sécurité jusqu'à un aéroport de dégagement adéquat. Cette étude a été précédée par une étude de performance de l'appareil B737-800 ainsi qu'une étude d'adéquation des aéroports (de départ, destination et de dégagement).

A la fin et après cette étude opérationnelle, on peut confirmer la faisabilité de la ligne (Alger-Téhéran-Alger).

Chapitre VI : Etude de rentabilité de la ligne.

Introduction :

La notion de la rentabilité implique l'idée d'une certaine relative à l'utilisation de facteurs de production, comparée selon des modalités diverses avec le résultat que l'on compte en retirer.

La rentabilité s'exprime à travers le profit que l'agent entend obtenir des capitaux qu'il a engagés dans des opérations productives.

C'est la différence entre les recettes attendues et les coûts directs par ligne, cette différence s'appelle : contribution brute de l'exploitation.

+ Aspect théorique :

1. Méthode de calcul de rentabilité d'une ligne aérienne :

Le transport aérien possède des particularités pour chacune des parties :

- ❖ l'offre (production) : l'offre représente ici la prestation de service que peut offrir la compagnie à ses clients par rapport à leurs attentes. Pour AIR ALGERIE, l'offre consiste en le nombre de sièges offert par semaine, et en la qualité de service à dispenser.
- ❖ la demande (consommation).
- ❖ Détermination du trafic: cette mission est confiée au département tarif de la compagnie. Plusieurs critères sont pris en considération notamment celui de la distance pour aboutir finalement à ce qui est connu sous le nom de recette unitaire moyenne (RUM). Cette dernière est obtenue après une réduction sur le tarif estimé pendant le lancement de cette ligne. [10]

Il s'agit d'un produit non stockable ce qui impose au producteur d'adapter son offre à la demande instantanée.

Une mauvaise adaptation implique soit :

- 1) Le mécontentement des passagers d'où la perte du marché ;
- 2) La perte du budget d'exploitation direct à la compagnie ;

Pour mesurer l'offre et la demande en transport aérien on comptabilise le nombre de passager transportés et le nombre de sièges offerts dans l'aéronef ce qui donne le coefficient de remplissage tel que :

$$0 \leq CR: \frac{\text{Nombre de passagers transportés}}{\text{nombre de sièges offerts}} \leq 1$$

2. Etude des coûts d'exploitations :

Les tendances économiques d'exploitation du transport aérien poussent les compagnies aériennes à se préoccuper de la rentabilité de leur vols et avion en premier lieu fin de retrouver un équilibre économique rentable pour cette exploitation afin de maximiser les recettes (redevances) et d'une autre part de minimiser les charges.

D'où la nécessité de mettre en œuvre une politique fondée sur deux paramètres élémentaire tel que :

- Le cout de carburant ;
- Le cout du temps de survol ;

La détermination des paramètres de vol optimales nécessite une intervention directe sur:

- La vitesse de la montée, en croisière, la descente, l'attente et les déagements, ainsi que le niveau de vol et la quantité de carburant à embarquer.

Afin de mettre en place une stratégie d'optimisation des vols ainsi que les différents paramètres (cost index, choix d'itinéraire...) et du calcul des prix de revient des sièges avion d'une autre part fixer le prix des billets passagers qui est le produit source de vente de la compagnie. [10]

❖ Les coûts d'exploitation :

1) **Coûts directs** : ce sont des coûts variables qui dépendent de l'exploitation du type d'avion et de la ligne desservie, ces coûts varient selon le programme arrêté qui sont :

- ✓ **Coûts de carburant** : est calculé à partir de deux coefficients important
 - La consommation (quantité de carburant transportée) ;
 - Prix du carburant ;
- ✓ **Coûts d'équipage (PNC, PNT)** : C'est la charge liée aux personnels techniques (PNT) et commerciale (PNC), qui est en fonction des facteurs suivants :
 - La rémunération minimale du personnel navigant (PNT, PNC) à laquelle s'ajoutent les primes liées aux heures de vol et au type de vol (domestique, international).
- ✓ **Coûts de maintenance** : regroupent les dépenses d'entretien de l'avion selon les normes imposées par l'autorité compétente, ces coûts sont :
 - Coût entretien des structures ;
 - Coût main d'œuvres ;

- ✓ Coûts d'assistance au sol (Handling) : ces charges sont perçus sous formes de rémunération accessoires pour les opérations d'escale comme :
 - Service de maintenance ;
 - Chargement ou déchargement de l'appareil ;
 - Opération d'assistance au sol au départ et à l'arrivé ;
 - Opérations de tractage ;
- ✓ Redevances de survol : Ce sont les frais liés à l'exploitation de l'avion de l'espace aérien survolé et aux différents FIR, elles sont calculées selon les paramètres suivants:
 - La masse de l'avion au décollage ;
 - La distance
 - Le taux unitaire lié à la distance survol. [10]

Les redevances de survol sont calculées à partir de la formule suivante : [11]

$$R_s = Tu \times \left(\frac{D}{100} \right) \times \sqrt{\frac{M}{50}}$$

- ✓ Redevances aéroportuaires : ces des charges des autorités aéroportuaires le calcul s'effectue en se basant sur les données suivantes:
 - La masse au décollage ;
 - Taxe de bruit (réservé au fond spécial pour améliorer les conditions de vie des riverains de l'aéroport) ;
 - Redevances d'atterrissage (elles sont en fonction de la masse maximal au décollage) ;
 - Redevances de balisage (elles dépendent de la catégorie d'exploitation de la piste et de l'intensité du balisage) ;
 - Redevances de stationnement (sur l'aire de trafic, de garage et de maintenance) ;
 - Redevances pour les prestations de services (elles sont facturées pour l'eau l'électricité, l'enlèvement des ordures, nettoyage, chauffage, réseau téléphonique) ;
 - Redevances de l'aviation civiles (destinées à financer les missions de : sureté, BEA ...) ;
 - Redevance de services terminaux de la navigation aérienne (destinées au financement des services de contrôle de route et d'approche) ;
- 2) Coûts indirectes : Ils ne sont pas liés directement à l'exploitation des avions, ils sont définis comme suit:
 - Les assurances :
 - Assurance responsabilité civile;

- Assurance risque de guerre ;
- Assurance du corps avion ;
- Amortissement de l'avion : Il est fixé par la compagnie pour le renouvellement de la flotte ;
- Les charges financières: elles sont fixées aussi par la compagnie, elles correspondent à la recette de la compagnie en cas de vente ou remplacement des équipements des avions.

✚ Aspect pratique :

1) Coûts carburant :

Les prix du carburant sont comme ceci :

1. DAAG : 0.4985\$/L
2. LTAI : 0.5655\$/L
3. OIII : 0.5389\$/L

| Phase de vol | Délestage (kg) | Prix du carburant en USD | Prix du carburant en DZA |
|--------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| Aller | 13977 | 5574.02 | 661023.03 |
| Retour | 6657 | 3011.62 | 357148.01 |
| | 9651 | 4160.73 | 493420.97 |
| | total | 12746.37 | 1511592.01 |

Tableau F-1 : Coût carburant.

2) Coûts maintenance/PN/assurance :

Le coût maintenance/PN/assurance est de 2800\$/h.

| Phase de vol | Temps de vol (TVB) | Coûts maintenance en USD | Coûts maintenance en DZA |
|--------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| Aller | 05h20min | 14924 | 1369837.16 |
| Retour | 2h51min | 7800 | 925002 |
| | 3h44min | 10444 | 1238553.96 |
| | total | 33168 | 3933393.12 |

Tableau F-2 : Coût maintenance/PN/assurance.

3) Coûts d'assistance sol et atterrissage :

a) Coûts d'atterrissage : il est en fonction de :

- Balisage calculé par utilisation et qui est de 20€/utilisation ;
- Landing calculé par tonnage 5.78€/t ;
- Stationnement calculé par heures 10.29€/h.

| Coûts | Balisage | landing | Stationnement | total |
|-----------------------------|----------|----------|---------------|-----------|
| Coûts d'atterrissage en USD | 45.6 | 520.54 | 117.30 | 683 |
| Coûts d'atterrissage en DZA | 5407.704 | 61730.83 | 13910.60 | 81049.134 |

Tableau F-3 : Coût d'atterrissage.

b) Coûts d'assistance sol :

Il faut comprendre qu'en premier lieu le calcul des coûts assistance est composé primo d'un contrat de base entre le client et le fournisseur de services secundo de plusieurs prestations fournies par l'assistant.

Ce contrat est fait selon le type d'appareil qui est pour un B737-800 de 1300 €. Concernant les prestations fournies sont de deux classes :

- Prestations aéronautiques qui sont par rapport à leurs utilisations tel que :
 - GPU est de 50€ ;
 - Push back (tractage) : 100€ ;
 - ACU : 105€ ;
 - ASU : 105€ ;
 - Nettoyage cabine : 200€ ;
 - Vide toilette : 35€.
- Prestations extra-aéronautiques qui sont par rapport à leurs utilisation et le nombre de passagers tel que :
 - Traitement bagage mais qui est inclus dans le contrat de base entre le fournisseur de service et le client ;
 - Passerelle ou bus est de 150€/utilisation;
 - WCH : 07€/nombre passagers ;
 - UM de 05€/nombre passagers ;

- Première classe : 15€/nombre passagers ;
- Medical lift : 75€/nombre passagers.

| Prestations | Coûts d'assistance en USD | Coûts d'assistance en DZA |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Assistance du contrat de base | 1482 | 175750.38 |
| GPU | 57 | 6759.63 |
| Push back | 114 | 13519.26 |
| ACU | 119.7 | 14195.22 |
| Nettoyage | 228 | 27038.52 |
| Vide toilette | 39.9 | 4731.74 |
| Bus | 342 | 40557.78 |
| WCH | 23.94 | 2839.04 |
| UM | 11.4 | 1351.92 |
| Première classe | 256.5 | 30418.33 |
| Medical lift | 85.5 | 10139.44 |
| Total | 2759.94 | 327301.26 |

Tableau F-4 : Coût d'assistance sol.

Note :

Les coûts d'assistance sol et atterrissage sont calculées pour un seul vol d'où le montant final devrait être multiplié par deux (aller-retour)

4) Coûts de survol :

Pour procéder aux coûts de survol il faut noter que :

- Les coûts de survol diffèrent d'un pays à un autre par conséquent chaque pays a sa propre formule de calcul des coûts de survol de son territoire ;
- Les coûts de survol sont en fonction de la distance parcourue dans la FIR.

➤ **Coûts de survol (vol de retour avec ETF à Antalya) :**

a) **Aller :**

| | Pays | FIR | Distance | Taux unitaire En USD | Coûts de survol en USD | Coûts de survol en DZA |
|-----------------------------------|---------|------|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Coûts de survol | Alger | DAAA | 278 | 0.029 | 0.1 | 11.96 |
| | Tunisie | DTTC | 139 | 358 | 358 | 42474.91 |
| | Malte | LMMM | 286 | 25.64 | 91.66 | 10875.36 |
| | Italie | LIRR | 140 | 88.95 | 115.66 | 18468.26 |
| | Grèce | LGEG | 414 | 34.84 | 180.27 | 21391.34 |
| | Turquie | LTBB | 82 | 20.89 | 21.41 | 2540.19 |
| | | LTAA | 713 | 20.89 | 186.18 | 22089.33 |
| Iran | OIIX | 381 | 0.004 | 120 | 1437.40 | |
| Redevances des services terminaux | Iran | OIIX | 381 | 0.004 | 0.316 | 37.49 |
| | | | | Total | 1073.39 | 119326.24 |

Tableau F-5 : Coût de survol aller (Alger-Iran).

b) **retour**

| | Pays | FIR | Distance | Taux unitaire en USD | Coûts de survol en USD | Coûts de survol en DZA |
|-----------------------------------|---------|------|----------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Coûts de survol | Iran | OIIX | 368 | 0.004 | 116.288 | 13796.99 |
| | Antalya | LTAA | 676 | 23.89 | 201.87 | 23950.87 |
| Redevances des services terminaux | Antalya | LTAA | 676 | 39.86 | 39.86 | 4726.99 |
| | | | | Total | 357.958 | 42474.85 |

Tableau F-6 : Coût de survol retour (Iran-Antalya).

| | Pays | FIR | Distance | Taux unitaire en USD | Coûts de survol en USD | Coûts de survol en DZA |
|-----------------|---------|------|----------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Coûts de survol | Antalya | LTAA | 54 | 23.89 | 9.556 | 1133.77 |
| | Grèce | LGGG | 82 | 37.84 | 38.78 | 4599.63 |
| | Italie | LIRR | 409 | 88.95 | 454.75 | 53953.81 |
| | Malte | LMMM | 415 | 25.64 | 133 | 15779.78 |
| | Tunisie | DTTC | 139 | 358 | 315 | 37373.17 |
| | Alger | DAAA | 263 | 0.029 | 0.0953 | 11.31 |
| | | | | Total | 951.18 | 112851.47 |

Tableau F-7 : Coût de survol retour (Antalya-Alger).

- D'où le coût de survol total (avec escale à Antalya) est de :

- coût de survol en USD : 2382.52 USD
- coût de survol en DZA : 282543.04 DZA

➤ **Coûts de survol (vol direct):**

a. **Aller :**

| | Pays | FIR | Distance | Taux unitaire En USD | Coûts de survol en USD | Coûts de survol en DZA |
|-----------------------------------|---------|------|----------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Coûts de survol | Alger | DAAA | 278 | 0.029 | 0.1 | 11.96 |
| | Tunisie | DTTC | 139 | 358 | 358 | 42474.91 |
| | Malte | LMMM | 286 | 25.64 | 91.66 | 10875.36 |
| | Italie | LIRR | 140 | 88.95 | 115.66 | 18468.26 |
| | Grèce | LGGG | 414 | 34.84 | 180.27 | 21391.34 |
| | Turquie | LTBB | 82 | 20.89 | 21.41 | 2540.19 |
| | | LTAA | 713 | 20.89 | 186.18 | 22089.33 |
| Iran | OIIX | 381 | 0.004 | 120 | 1437.40 | |
| Redevances des services terminaux | Iran | OIIX | 381 | 0.004 | 0.316 | 37.49 |
| | | | | Total | 1073.39 | 119326.24 |

Tableau F-5 : Coût de survol aller (Alger-Iran).

b. Retour :

| | Pays | FIR | Distance | Taux unitaire en USD | Coûts de survol en USD | Coûts de survol en DZA |
|-----------------|---------|------|--------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Coûts de survol | Iran | OIIX | 368 | 0.004 | 0.0184 | 2.18 |
| | Turquie | LTAA | 712 | 20.89 | 185.92 | 25214.60 |
| | Grèce | LGGG | 82 | 34.87 | 35.71 | 7282.61 |
| | Italie | LIRR | 472 | 88.95 | 524.80 | 62236.03 |
| | Malte | LMMM | 365 | 25.64 | 116.98 | 13872.65 |
| | Tunisie | DTTC | 143 | 358 | 639.92 | 75888.11 |
| | Alger | DAAA | 262 | 0.029 | 0.094 | 11.14 |
| | | | Total | 1503.35 | 2672476.92 | |

Tableau F-8 : Coût de survol retour sans escale.

- D'où le coût total de survol sans escale est de :

- coût de survol en USD : 2576.74 USD.
- coût de survol en DZA : 307056.78 DZA.

Notre :

D'après les calculs précédents, on remarque que le coût de survol est moins cher pour un vol (Alger - Iran - Alger) avec une escale technique à Antalya.

❖ **Calcul du nombre de passagers :**

Estimant que le poids d'un passager est de 100kg ce qui veut dire 80kg poids de la personne est 20kg le poids des bagages.

| Charge offerte | Poids PAX | Charge offerte/poids PAX |
|----------------|-----------|--------------------------|
| 12439 | 100 | 120 PAX+439Kg de fret |

Tableau F-9 : calcul des nombre de passagers.

❖ **Calcul du revient des prix des billets :**

Il faut savoir qu'un billet de vol est de 750\$:

| Nombre de passagers | Revient des prix des billets en USD | Revient des prix des billets en DZA |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 120 | 90000 | 10673100 |

Tableau F-10 : calcul du revient des prix des billets.

5) Coût d'exploitation :

1. Avec escale à Antalya :

| Coûts | Montant en USD |
|--------------------------------|----------------|
| Carburant | 12746.37 |
| Maintenance/PN/assurance | 33168 |
| Assistance sol et atterrissage | 5519.88 |
| survol | 2382.52 |
| total | 53816.77 |

Tableau F-11 : Coût d'exploitation (vol avec escale à Antalya).

2. Sans escale :

| Coûts | Montant en USD |
|--------------------------------|----------------|
| Carburant | 12746.37 |
| Maintenance/PN/assurance | 33168 |
| Assistance sol et atterrissage | 5519.88 |
| survol | 2576.74 |
| total | 54010.99 |

Tableau F-12 : Coût d'exploitation (vol sans escale).

- Afin de pouvoir vérifier si ce vol est rentable, le calcul du bénéfice et le coefficient de remplissage de l'appareil (CR) est nécessaire :

- **Vol avec escale :**

| Revient du prix des billets en USD | Coût d'exploitation en USD | Bénéfice en USD |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 90000 | 53816.77 | 36183.23 |

Tableau F-13 : calcul du bénéfice (escale à Antalya).

- **Vol sans escale :**

| Revient du prix des billets en USD | Coût d'exploitation en USD | Bénéfice en USD |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 90000 | 54010.99 | 35989.01 |

Tableau F-14 : calcul du bénéfice (vol sans escale).

| Nombre de passagers transportés | Nombre de sièges offerts | $CR: \frac{\text{Nombre de passagers transportés}}{\text{nombre de sièges offerts}}$ | Bénéfice en USD |
|---------------------------------|--------------------------|--|-----------------|
| 120 | 148 | 0.81 | 36183.23 |
| | | | 35989.01 |
| 100 | 148 | 0.67 | 21183.23 |
| | | | 20000 |

Tableau F-15 : calcul du coefficient de remplissage et bénéfice.

Explication :

Le vol (Alger-Iran-Alger) est toute a fait rentable pour un bénéfice allant de [21183.23\$ - 36183.23\$] pour un vol avec escale à Antalya et de [20000\$ - 35989.0\$] pour un vol sans escale lorsque le coefficient de remplissage varie de [0.67– 0.81] passagers.

Note :

Il est a noté que le calcul fait précédemment est une sorte de simulation pour l'étude de rentabilité et que les coûts donnés sont des chiffres approximatifs car :

1. Se sont des données confidentielles à la compagnie d'Air Algérie ;
2. C'est une étude d'une ligne qui n'est pas encore exploitée par Air Algérie (les résultats ne peuvent pas être vérifiés sur terrain).

Conclusion :

A la fin de ce chapitre et d'après les résultats obtenus, on peut dire que le vol (Alger – Téhéran – Alger) est rentable avec un bénéfice estimé qui dépasse 20 000 \$ si le coefficient de remplissage $CR \geq 0.67$.

Conclusion

Ce mémoire de fin d'études a pour objectif de rendre une route aérienne opérationnelle pour cela il était nécessaire d'étudier tous les imprévus possibles tels que la panne moteur et la panne de pressurisation par rapport aux performances de l'appareil B737-800 NG.

En premier lieu, nous avons étudié l'ensemble des moyens, outils et réglementations imposés, ainsi que les performances de l'appareil et adéquation des aéroports pour pouvoir vérifier et puis confirmer la faisabilité de la route proposée, ainsi que d'élaborer l'ensemble des procédures en cas de panne moteur et panne de pressurisation simultanées afin de concevoir cette ligne aérienne.

Par rapport à l'étude de rentabilité du vol (Alger- Téhéran-Alger) nous avons calculé les coûts d'exploitation en général, les comparer au gain obtenu des prix de billets et nous avons pu tirer un bénéfice, et déduire le taux de rentabilité de cette ligne aérienne.

Les résultats issus après cette étude sont:

- ✓ La réalisation du vol (Alger – Téhéran- Alger) suite à une éventuelle possibilité de traçage d'itinéraire de la ligne prédéfinie ;
- ✓ La rentabilité de ce vol dont un taux de bénéfice allant de [35000\$ - 36000\$] pour 120 passagers.

Nous espérons que dans un futur proche ce modeste mémoire va apporter un plus aux prochaines études de nos collègues, et que la compagnie aérienne s'intéressera à exploiter cette ligne et l'ajoutera au répertoire de ses destinations internationales.

Bibliographie :

- [1] MANEXE A de la compagnie nationale AIR ALGERIE, édition N°02, révision 13 septembre 2016 Section 01.01.00 Structures d'organisation.
 - [2] Manuel d'exploitation partie B « Boeing 737-800 », édition 03, révision 02 novembre 2018.
 - [3] APA section A Performances Engineers Tool (PET) course notes 2016-2017.
 - [4] TRAINING INTERFACE FOR PERFORMANCE (TIPS) version 4.4.1.
 - [5] Flight Operations Support and Line Assistance, getting to grip with aircraft performance, AIRBUS, janvier 2002.
 - [6] Logiciel BOEING PERFORMANCE SOFTWARE version 2.5.0, juin 2015.
 - [7] Jet planner version 5.2.2.1 copyright 2013 jeppesen.
 - [8] carte JEPPESEN de la compagnie Air Algérie.
 - [9] Thème : étude comparative entre ATR 72 et DASH8 Q400 sur le réseau court et moyen courrier d'AIR ALGERIE.
- Etudiant : Mr.Termellil Noureddine
Mr.Ali Youcef Abdellah
- Université : Saad Dahleb Blida.
- Institut : Aéronautique et des études spatiales.
- Promotion : 2015/2016.
- Consulté : 2019.
- [10] : Cours d'économie du transport aérien, de Monsieur Ben Saïd, master 2 opérations aériennes 2018-2019.
 - [11] : <http://www.iata.org>, centre de renseignements sur les redevances aéronautiques.