

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

*La République Algérienne Démocratique Et Populaire*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*



**Université Saad Dahlab Blida 1**  
**Institut d'Aéronautique et des Études Spatiales**  
**Département : Navigation Aérienne**



## **Mémoire**

De fin d'études

En vue d'obtention du Diplôme de Master en Aéronautique

**Option : Opérations Aériennes**

### **THEME**

**Étude des escapes routes dans la région montagneuse  
des Alpes avec le B737 NG pour le réseau d'Air Algérie**

Réalisé par :

M<sup>lle</sup> HADJADJ KHEDIDJA

M<sup>r</sup> HABOUCHI RABIE ABDERRAHIM

Promoteur :

M<sup>r</sup> M. DRIUCHE

**Année Universitaire : 2022/ 2023**

# *Remerciements*

*T*out d'abord, nous souhaitons exprimer notre gratitude à ALLAH, notre créateur, pour nous avoir donné la force, la volonté et le courage nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

*N*ous tenons à remercier chaleureusement Mr DRIUCHE MOULOUD, le maître des opérations aériennes, qui nous a honorés en acceptant d'être notre promoteur, pour son précieux soutien et ses orientations efficaces tout au long de ce projet.

*N*ous adressons également nos sincères remerciements à Mr TERMELLIL NOUR EDDINE pour nous avoir offert l'opportunité d'effectuer notre stage au sein de la compagnie Air Algérie. Nous sommes reconnaissants pour son encouragement constant, sa disponibilité à nous écouter, nous aider et nous guider dans la bonne direction grâce à sa sagesse et ses conseils précieux.

*E*nfin, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Leur soutien et leur contribution sont inestimables.

**Juillet 2023**

**KHEDIDJA et RABIE**



# DÉDICACE

« *Je dédie ce modeste travail ...* »

## **À MA CHÈRE MÈRE**

*Tu as toujours été ma source d'inspiration et ma plus grande admiratrice. Grâce à toi, j'ai trouvé la force et la détermination nécessaires pour surmonter les obstacles et poursuivre mes rêves.*

*Je te suis profondément reconnaissante pour tout ce que tu as sacrifié pour moi et pour tes encouragements incessants. Ce projet est dédié à toi, en témoignage de ma gratitude éternelle pour ton amour inconditionnel.*

*Je t'aime du fond du cœur.*

## **À MON PETIT FRÈRE CHAMSEDDINE**

*Tu es ma source de joie et d'inspiration constante. Ta présence dans ma vie a apporté une lumière unique et un bonheur infini. À travers cette dédicace, je souhaite te remercier pour ta patience, ton soutien inconditionnel et tes encouragements constants.*

## **À MON PÈRE ET MON FRÈRE MOUNIR**

*Merci énormément pour votre soutien plus que précieux. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie.*

## **AU RESPECTUEUX MONSIEUR JEAN BERNARD VIALIN**

*Je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude pour votre précieuse aide et vos conseils tout au long de mon parcours universitaire.*

## **À MES AMI(E)S**

*Merci **MANEL** et **ZOLLA** pour tous les moments inoubliables que j'ai partagés avec vous.*

*Merci mon binôme **RABIE** pour votre compréhension tout au long de ce projet.*

*Que **DIEU** vous accorde santé et prospérité.*

**KHEDIDJA**





# DÉDICACE

*Aujourd'hui marque une étape importante dans mon parcours en tant qu'étudiant, car je franchis les portes de l'université avec un sentiment de fierté et d'accomplissement en présentant mon projet de fin d'études en tant que futur ingénieur. À l'approche de cette soutenance. Je tiens à dédier ce projet à :*

***Ma chère maman,***

*Pour tous les sacrifices que tu as consentis, ton amour inconditionnel, ta tendresse constante, ton soutien indéfectible et tes prières tout au long de mes études. Tu as été mon roc, ma source d'inspiration et ma plus grande supportrice. Sans ton aide précieuse et ton soutien moral, je ne sais pas si j'aurais pu un jour achever mes études. Ta présence bienveillante et ton encouragement constant ont été des moteurs essentiels dans mon parcours académique. Je suis infiniment reconnaissant d'avoir une maman aussi exceptionnelle que toi.*

***Mon cher père,***

*Pour son encouragement permanent.*

***Mon cher frère,***

*"Notre futur médecin" pour son appui et leur encouragement.*

***Mon petit poussin "MA SŒUR MERIEM",***

*Qui attendait toujours mon retour de l'université.*

***Toute ma famille spécialement ma tante "LOUCHA" ET MON ONCLE  
"MOHAMED"***

*Pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

***Mon meilleur ami "Younes"***

*Qu'il n'y a personne comme lui.*





***Mon binôme "Khadidja",***

*Merci pour ta passion, ton dévouement et ton talent. Je tenais simplement à te souhaiter tous mes vœux de réussite pour l'avenir. Je sais avec certitude que tu es capable d'accomplir de grandes choses*

***Mes camarades de classe et mes collègues,***

*Avec qui j'ai partagé les hauts et les bas de cette aventure académique. Votre soutien mutuel, notre esprit de collaboration et nos échanges fructueux ont créé une atmosphère d'apprentissage dynamique et stimulante. Ensemble, nous avons surmonté des obstacles, partagé des idées novatrices et contribué à notre développement collectif.*

*Cette dédicace est un témoignage de ma reconnaissance envers chaque personne qui a joué un rôle essentiel dans mon parcours d'études. Votre présence, votre soutien et votre contribution ont été inestimables et ont façonné mon parcours.*

*Je vous remercie du fond du cœur pour votre soutien indéfectible tout au long de ce cheminement. Que cette étape marque le début d'une nouvelle aventure excitante, et que les leçons apprises et les souvenirs précieux de cette période me guident vers un avenir prometteur.*

**RABIE**



# RÉSUMÉ

Les pannes de pressurisation peuvent entraîner des conséquences graves lors de vols au-dessus des zones montagneuses. Par conséquent, il est essentiel de mener une étude approfondie pour évaluer les risques associés à ces pannes avant de mettre en place des routes opérationnelles.

En cas de dépressurisation, les passagers et l'équipage peuvent souffrir d'une hypoxie en raison de la diminution de la quantité d'oxygène dans l'air, pour éviter cela, les pilotes doivent suivre des procédures d'urgence qui impliquent une descente rapide à une altitude où la pression atmosphérique est suffisante pour permettre une respiration normale.

Lors de l'établissement des procédures d'urgence au-dessus des zones montagneuses, il est essentiel de prendre en compte les risques de collision avec les obstacles lors de la descente. Il convient également de réaliser des calculs de performances prenant en compte les exigences en oxygène et d'évaluer la topographie de la région pour assurer la sécurité de l'avion.

**Mots clés :** des zones montagneuses, Les pannes de pressurisation, des procédures d'urgence, les risques de collision, exigences en oxygène, sécurité.

## ملخص

قد ينتسبب عطل في نظام الضغط الى عواقب خطيرة أثناء الطيران فوق المناطق الجبلية. لذلك، من الضروري إجراء دراسة شاملة لتقييم المخاطر المرتبطة بهذا العطل قبل تشغيل طرق جديدة.

في حالة حدوث عطل في نظام الضغط سيعاني الركاب وطاقم الطائرة من صعوبة في التنفس بسبب النقص في كمية الأكسجين في الطائرة لتجنب ذلك يجب على الطيارين اتباع إجراءات الطوارئ التي تتضمن هبوطاً سريعاً إلى ارتفاع يكون فيه الضغط الجوي يسمح بالتنفس الطبيعي.

عند وضع إجراءات الطوارئ، من الأساسي أخذ مخاطر الاصطدام مع المرتفعات الجبلية في عين الاعتبار أثناء الهبوط كما يجب إجراء حسابات الأداء التي تأخذ في الاعتبار متطلبات الأكسجين وتقييم تضاريس المنطقة لضمان سلامة الطائرة.

**الكلمات المفتاحية:** مناطق جبلية، أعطال في نظام الضغط، إجراءات طوارئ، مخاطر الاصطدام، متطلبات الأكسجين، السلامة.

# ABSTRACT

Pressurization failures can lead to serious consequences during flights over mountainous areas. Therefore, it is essential to conduct a thorough study to assess the risks associated with these failures before implementing operational routes.

In the event of depressurization, passengers and crew may suffer from hypoxia due to the decrease in the amount of oxygen in the air. To prevent this, pilots must follow emergency procedures that involve a rapid descent to an altitude where the atmospheric pressure is sufficient to allow normal breathing.

When establishing emergency procedures above mountainous areas, it is essential to take into account the risks of collision with obstacles during descent. It is also necessary to perform performance calculations that consider oxygen requirements and evaluate the topography of the region to ensure the safety of the aircraft.

**Keywords :** mountainous areas, pressurization failures, emergency procedures, collision risks, oxygen requirements, safety.

# TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	I
DÉDICACE .....	II
RÉSUMÉ .....	V
TABLE DES MATIERES .....	VII
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	X
LISTE DES FIGURES.....	XII
LISTE DES TABLEAUX .....	XV
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1

## CHAPITRE I . LA COMPAGNIE AIR ALGÉRIE : PRÉSENTATION ET EXPÉRIENCE DE STAGE

Introduction .....	3
I.1 Partie 01 : Présentation de la compagnie Air Algérie .....	3
I.1.1 L'historique d'Air Algérie .....	4
I.1.2 La flotte de la compagnie .....	5
I.1.3 Les destinations d'Air Algérie .....	6
I.1.4 Structure de l'organisation de l'entreprise .....	7
I.2 Partie 02 : Le déroulement du stage chez Air Algérie .....	12
I.2.1 Première étape : l'observation.....	12
I.2.2 Deuxième étape : Passage au concret.....	12
Conclusion .....	13

## CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA SÉRIE B737 NG (NEXT GENERATION)

Introduction .....	14
II.1 Présentation de Constructeur aéronautique Boeing .....	14
II.2 La famille Boeing 737 .....	15
II.2.1 Les variantes de B737 construits .....	15
II.3 Description générale de la série 737 NG (Next Generation) .....	16
II.3.1 Les masses structurales .....	16
II.3.2 Les dimensions .....	17

II.3.3	Les performances .....	18
II.3.4	Les valeurs de l'ACN .....	18
II.3.5	La catégorie SSLIA .....	19
II.3.6	Cabine passager .....	19
II.3.7	Aménagements intérieurs .....	20

### **CHAPITRE III : GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION**

Introduction .....	21
III.1 La pressurisation .....	21
III.1.1 Le système de pressurisation .....	21
III.1.2 La pressurisation et le conditionnement d'air .....	24
III.1.3 Le contrôle de l'altitude cabine .....	24
III.1.4 Les instruments liés à la pressurisation .....	25
III.2 Défaillance du système de pressurisation .....	26
III.2.1 La dépressurisation .....	26
III.3 L'oxygène à bord .....	27
III.3.1 Les exigences en oxygène .....	27
III.3.2 Principaux systèmes d'oxygène .....	27
III.3.3 Oxygène passagers .....	32
III.3.4 Oxygène équipage .....	32
III.4 Règlementation en cas de panne de dépressurisation .....	33
III.4.1 Franchissement d'obstacles .....	34
III.4.2 Profil de vol .....	35
III.4.3 Accidents et incidents liés aux pannes de pressurisation de la cabine .....	39

### **CHAPITRE IV : LA MÉTHODE ET LES OUTILS DE TRAVAIL**

Introduction .....	44
IV.1 Partie 01 : Les logiciels et outils utilisés.....	44
IV.1.1 Les cartes de navigation (cartes JEPPESEN) .....	44
IV.1.2 PET (Performance Engineers Tool) .....	46
IV.1.3 TIPS (Training Interface Program software).....	48
IV.1.4 FPPM (Flight Planning and Performance Manual) .....	51
IV.1.5 Jet Plan .....	51
IV.2 Partie 02 : La méthode suivie lors du travail .....	52

## CHAPITRE V : L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

PROBLÉMATIQUE .....	54
Introduction .....	55
V.1 Étude de la zone .....	55
V.2 Étude de l'adéquation des aéroports de dégagement en routes et à destinations .....	56
V.2.1 Aérodrome adéquat .....	56
V.3 La zone 01 (Aller) .....	57
V.3.1 Profil d'obstacles .....	57
V.3.2 Calculs des performances .....	61
V.3.3 Profil Oxygène .....	64
V.3.4 Étude de franchissement d'obstacles .....	66
V.3.5 Les procédures (Phase aller) .....	74
V.4 La zone 02 (Retour) .....	77
V.4.1 Profil d'obstacles .....	77
V.4.2 Calculs des performances .....	83
V.4.3 Profil Oxygène .....	86
V.4.4 Étude de franchissement d'obstacles .....	89
V.4.5 Les procédures (Phase retour) .....	93
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>96</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>97</b>

# LISTE DES ABRÉVIATIONS

## A

ACN Aircraft Classification Number.

## B

BCA Boeing Commercial Airplanes.  
BDS Boeing Defense, Space & Security.  
BGS Boeing Global Services.  
BODS Boeing Oxygen Delivery System.

## C

CFU Cumulative Fuel.

## D

DAAG Aéroport d'Alger.  
DOA Direction des opérations aériennes.  
DOS Direction des Opérations au sol.  
DMRA Direction de la Maintenance et de la Réparation des Aéronefs.

## E

EASA European Union Aviation Safety Agency.  
EDDF Aéroport de Francfort.  
EFB Electronic Flight Bag.  
ETOW Estimated Take Off Weight.

## F

FAA Federal Aviation Administration.  
FL Flight Level.  
FMS Flight Management System.  
FPPM Flight Planning and Performance Manual.

## J

JAA Joint Aviation Authorities.

## I

IAS Indicated Airspeed.  
IATA International Air Transport Association.  
ISA International Standard Atmosphere.

## L

LFJL	Aérodrome de METZ Nancy-Lorraine.
LFLL	Aéroport de Lyon.
LFML	Aéroport de Marseille.
LFMN	Aéroport de Nice.
LFSB	Aérodrome de Bale-Mulhouse-Fribourg.
LIMF	Aéroport de Turin-Cassell Italie.
LRC	Long Range Cruise.
LSGG	Aéroport de Genève.

## M

MEA	Minimum En route Altitude.
MGA	Minimum Grid Altitude.
MLW	Maximum Landing Weight.
MMO	Maximum operating Mach number.
MOCA	Minimum Obstacle Clearance Altitude.
MORA	Minimum Off Route Altitude.
MRW	Maximum Ramp Weight.
MTOW	Maximum Takeoff Weight.
MZFW	Maximum Zero Fuel Weight.

## O

OACI	Organisation de l'aviation civile internationale.
------	---

## P

PCN	Pavement Classification Number.
PET	Performance Engineering Tool.
PNT	Personnel navigant technique.
PSI	Pound-force/Square Inch.

## S

SSLIA	Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs.
-------	--

## T

TAS	True Air Speed.
TIPS	Training Interface Program software.

## V

VMO	Maximum operating speed.
-----	--------------------------

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE I

Figure I-1 : Organigramme de l'organisation de la compagnie Air Algérie. [1].....	8
Figure I-2 : Organigramme de la direction des opérations aériennes (DOA). [1].....	9

## CHAPITRE II

Figure II-1 : Les dimensions du B737-600. [3].....	17
Figure II-2 : Les dimensions du B737-800. [4].....	17
Figure II-3 : Cabine passagers du Boeing 737-600. ....	19
Figure II-4 : Aménagements intérieurs B737-800. [4].....	20
Figure II-5 : Aménagements intérieurs B737-600. [3].....	20

## CHAPITRE III

Figure III-1 : La cabine, le poste de pilotage et les soutes sont pressurisées. ....	22
Figure III-2 : Tableau de pression atmosphérique standard. [6].....	22
Figure III-3 : Système de pressurisation d'avion à haute performance. [6].....	23
Figure III-4 : Les instruments liés à la pressurisation. [6].....	25
Figure III-5 : Le schéma d'un Système d'oxygène chimique (Boeing). [7].....	28
Figure III-6 : Profil oxygène système chimique (Boeing). [7].....	28
Figure III-7 : Profil oxygène system chimique 12mn (Boeing). [7].....	29
Figure III-8 :Cylindres (bouteilles d'oxygène). [8].....	29
Figure III-9 : Le schéma d'un Système oxygène gazeux(Boeing). [7] .....	30
Figure III-10 : La trajectoire brute et la trajectoire nette. [13] .....	33
Figure III-11 : La Séparation latéral. [10] .....	34
Figure III-12 : Profil générique de descente d'urgence. ....	35
Figure III-13 : Profil de descente- système oxygène (22 minutes). [11].....	36
Figure III-14 : Profil de performances - Système d'oxygène (22 minutes). [11].....	37
Figure III-15 : Profil de descente et profil oxygène (B737NG). [7].....	37
Figure III-16 : Profil de descente en fonction de la distance (B737 -700W). [7].....	38

## CHAPITRE IV

Figure IV-1 : Capture 1 - Carte Jeppesen. [7] .....	45
Figure IV-2 : Capture 2 - Carte Jeppesen. [7] .....	45
Figure IV-3 : schéma explicatif de l'outil PET. ....	47
Figure IV-4 : Fenêtres de calcul de l'outil PET.....	47
Figure IV-5 : Fenêtres d'insertion des données de calcul de l'outil PET.....	48
Figure IV-6 : Fenêtre explicative de la section drawing option de l'outil TIPS. ....	49
Figure IV-7 : Fenêtre explicative de la section relief profile de l'outil TIPS.....	49
Figure IV-8 : Fenêtre explicative de la section oxygène profile de l'outil TIPS.....	50
Figure IV-9 : Fenêtre explicative de la section net drift down profile de l'outil TIPS. ....	50

## CHAPITRE V

Figure V-1 : Profil obstacles ALGER vers METZ –NANCY /LORRAINE. ....	58
Figure V-2 : Profil obstacles ALGER vers BASEL-MULHOUSE. ....	59
Figure V-3 : Profil obstacles ALGER vers GENÈVE.....	61
Figure V-4 : Capture 1 des outputs PET (Résultats de calcul de temps et des distances de descente). ....	62
Figure V-5 : Capture 2 des outputs PET (résultats de calcul des vitesses de croisière).....	62
Figure V-6 : Profil d'oxygène (12 minute).....	64
Figure V-9 : Profil oxygène ALGER vers GENÈVE.....	65
Figure V-10 : Profil oxygène (L=44 ° 48' – LFML).....	67
Figure V-11 : Profil oxygène (L=44 ° 48' - LFMN).....	68
Figure V-12 : Le secteur critique entre (L=N44 ° 48') et (L=N46°26'). ....	68
Figure V-13 : Profil oxygène (L=N44 ° 48' – LFLL). ....	69
Figure V-14 : Profil oxygène (L= 45° 27.430' - LIMF).....	70
Figure V-15 : Profil oxygène (L= N45° 27.430' – LSGG). ....	71
Figure V-16 : Profil oxygène (L= N46°26' – LFJL).....	72
Figure V-17 : Profil oxygène (L= N46°26' – LFSB). ....	73
Figure V-18 : Les procédures de la zone 01 (Phase aller).....	76
Figure V-19 : Profil obstacles METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGER. ....	78
Figure V-20 : Profil obstacles BASEL-MULHOUSE vers ALGER. ....	79
Figure V-21 : Profil obstacles GENÈVE vers ALGER.....	81
Figure V-22 :Profil obstacles FRANCFORT vers ALGER. ....	82

Figure V-23 : Capture 1 des outputs PET (Résultats de calcul de temps et des distances de descente). .....	84
Figure V-24 : Capture 2 des outputs PET (résultats de calcul des vitesses de croisière). .....	84
Figure V-25 : Profil oxygène METZ -NANCY /LORRAINE vers ALGER. ....	86
Figure V-27 : Profil oxygène GENÈVE vers ALGER. ....	87
Figure V-26 : Profil oxygène BASEL-MULHOUSE vers ALGER. ....	87
Figure V-28 : Profil oxygène FRANCFORT vers ALGER (secteur 01). ....	88
Figure V-29 : Profil oxygène FRANCFORT vers ALGER (secteur 02). ....	88
Figure V-30 : Les deux secteurs critiques. ....	89
Figure V-31 : Profil oxygène (L=N46 ° 54.717' – LFSB). ....	90
Figure V-32 : Profil oxygène (L=N46 ° 54.717' – LSGG). ....	91
Figure V-33 : Profil oxygène (L=N45 ° 28.643' – LSGG). ....	92
Figure V-34 : Profil oxygène (L=N45 ° 28.643' – LFML). ....	93
Figure V-35 : Les procédures de la zone 02 (Phase retour). ....	95

# LISTE DES TABLEAUX

## CHAPITRE I

Table I-1 : Présentation de la compagnie Air Algérie. ....	3
Table I-2 : Historique de la compagnie Air Algérie. ....	4
Table I-3 : La flotte de la compagnie Air Algérie (les appareils et leurs immatriculations). ....	6

## CHAPITRE II

Table II-1 : Présentation du constructeur aéronautique Boeing. [2]. ....	15
Table II-2 : Les masses structurales des appareils de la série B737 NG. [5] ....	16
Table II-3 : Les dimensions des appareils de la série B737 NG. [3] [4] ....	17
Table II-4 : Les performances des appareils de la série B737 NG. ....	18
Table II-5 : Les ACN's des appareils de la série B737 NG. [5]. ....	18
Table II-6 : La catégorie SSLIA des appareils de la série B737. ....	19

## CHAPITRE III

Table III-1 : Une comparaison entre les deux principaux systèmes d'oxygène. [7]. ....	31
Table III-2 : Systèmes d'oxygène disponibles par Type d'avion (Boeing). [7] ....	31
Table III-3 : Oxygène requis pour les passagers en fonction de l'altitude. [11] ....	32
Table III-4 : Oxygène requis pour membres de l'équipage en fonction de l'altitude. [11]. ....	33
Table III-5 : Accidents et incidents liés aux pannes de pressurisation de la cabine. [12] ....	39

## CHAPITRE V

Table V-1 : Les aéroports de dégagement. ....	56
Table V-2 : ALGER vers METZ –NANCY /LORRAINE. ....	57
Table V-3 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point MAXIR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (ALG-ETZ). ....	57
Table V-4 : ALGER vers BASEL-MULHOUSE. ....	58
Table V-5 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point MAXIR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (ALG-BSL). ....	59
Table V-6 : ALGER vers GENÈVE. ....	60
Table V-7 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point MAXIR et l'altitude de l'obstacle présent MORA. ....	60
Table V-8 : Le temps et les vitesses de croisière et de descente (phase aller). ....	64

Table V-9 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point IEMAR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=44 ° 48' - LFML).....	66
Table V-10 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point IRMAR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=44 ° 48' - LFMN).....	67
Table V-11 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point IRMAR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N44 ° 48' - LFLL) .	69
Table V-12 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point VANAS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= 45° 27.430' - LIMF) .	70
Table V-13 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point VANAS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= N45° 27.430' - LSGG) .	71
Table V-14 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point 20 NM après UBIMA et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= N46°26' - LFJL).....	72
Table V-15 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point 38 NM après MOBLO et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= N46°26' - LFSB).....	73
Table V-16 : Procédure avant (L=N44 ° 48') (option 01).....	74
Table V-17 : Procédure avant (L=N44 ° 48') (option 02).....	74
Table V-18 : Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430') (option 01). .	74
Table V-19 : Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430') (option 02). .	74
Table V-20 : Procédure entre (L=N45°27.430') et (L=N46°26'). .	75
Table V-21 : Procédure après (L= N46°26') ( option 01).....	75
Table V-22 : Procédure après (L= N46°26') ( option 02).....	75
Table V-23 : METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGER. .	77
Table V-24 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point TORPA et l'altitude de l'obstacle présent MORA (ETZ- ALG).....	77
Table V-25 : BASEL-MULHOUSE vers ALGER. .	78
Table V-26 : Les distances sol de chaque way-point par rapport à l'aéroport LFSB et l'altitude de l'obstacle présent MORA (BSL- ALG) .	79
Table V-27 : GENÈVE vers ALGER.....	80
Table V-28 : Les distances sol de chaque way-point par rapport à l'aéroport LSGG et l'altitude de l'obstacle présent MORA (GVA-ALG).....	80
Table V-29 : FRANCFORT vers ALGER. .	81
Table V-30 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point HERBI et l'altitude de l'obstacle présent MORA (FRA-ALG). .	82

Table V-31 : Le temps et les vitesses de croisière et de descente (phase retour).....	86
Table V-32 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point NEMOS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N46 ° 54.717' - LFSB) .	90
Table V-33 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point NEMOS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N46 ° 54.717' - LSGG) .	90
Table V-34 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point BALSII et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N45 ° 28.643' - LSGG).	91
Table V-35 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point BALSII et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N45 ° 28.643' - LFML).	92
Table V-36 : Procédure avant (L=N46 ° 54.717').....	93
Table V-37 : Procédure entre (L=N46 ° 54.717') et (L=N46 ° 15.235').....	93
Table V-38 : Procédure entre (L=N46 ° 15.235') et (L=N45 ° 28.643').....	94
Table V-39 : Procédure après (L=N45 ° 28.643').....	94

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'objectif principal d'une compagnie aérienne est d'assurer la sécurité de ses vols. Pour ce faire, la compagnie doit étudier toutes les éventualités possibles afin de garantir une exploitation sûre et efficace de ses vols, y compris les problèmes de dépressurisation qui peuvent avoir une incidence sérieuse sur le niveau de vol de l'avion.

Lorsqu'un avion monte en altitude, la pression de l'air diminue. C'est pourquoi l'installation d'un système d'oxygène est nécessaire, afin de s'assurer que la quantité d'oxygène disponible est suffisante pour l'ensemble de l'avion. Cependant, le débit d'oxygène est limité par un certain temps prédéterminé par le constructeur, ce qui oblige l'avion à descendre à un niveau plus bas où le système d'oxygène ne sera plus nécessaire.

Lorsqu'un avion survole un massif montagneux, les pannes de pressurisation peuvent avoir des conséquences graves, pouvant se traduire par des incidents ou des accidents.

Pour répondre à cette problématique, nous avons mené une étude dans le but de développer des procédures à suivre en cas de panne de pressurisation. Ces procédures sont élaborées en conformité avec les normes et exigences en vigueur.

L'élaboration de ces procédures passe par différentes étapes. Tout d'abord, il est essentiel de connaître la réglementation applicable. Ensuite, il est nécessaire de disposer de cartes de navigation et de logiciels pour effectuer les calculs de performances et faciliter l'étude des différentes phases de vol, ainsi que pour effectuer divers types de calculs en route.

Enfin, nous élaborerons des procédures d'urgence appropriée que les pilotes devront suivre en cas de dépressurisation, en précisant les différentes options possibles (les aérodromes de dégagement) avec les airways et les way-points à suivre, ainsi que les différentes phases de croisière et de descente avec leurs vitesses respectives.

Le premier chapitre de notre projet de fin d'études est consacré à la présentation de la compagnie "AIR ALGERIE" ainsi qu'au déroulement de notre stage au sein de cette compagnie.

Puis un deuxième chapitre sera consacré à la série B737 NG, en mettant l'accent sur les deux modèles d'avions spécifiques : le B737-600 et le B737-800 qui sont largement utilisés par AIR ALGERIE.

Le troisième chapitre portera sur les défaillances du système de pressurisation et le fonctionnement du système d'oxygène de l'avion. Nous expliquerons les réglementations à suivre concernant le franchissement d'obstacles et les exigences en matière d'oxygène en cas de dépressurisation. De plus, nous examinerons les profils d'oxygène et les performances établis par le constructeur de l'avion.

Tandis que le quatrième chapitre sera dédié à la familiarisation avec les outils utilisés tout au long de notre travail, qui ont contribué à la finalisation de cette étude.

Le cinquième et dernier chapitre consistera en une étude opérationnelle de la zone, accompagnée de l'élaboration des procédures à suivre en cas de panne de pressurisation et de leurs routes d'évasion.

---

**CHAPITRE I**

**LA COMPAGNIE AIR ALGÉRIE :  
PRÉSENTATION ET EXPÉRIENCE DE  
STAGE**

---

## **Introduction :**

Dans le cadre de notre projet fin d'études, nous avons effectué un stage de trois mois chez Air Algérie, l'une des principales compagnies aériennes en Algérie. Ce rapport de stage a pour objectif de présenter notre expérience professionnelle en tant que stagiaires au sein de la direction des opérations aériennes de cette compagnie.

Nous allons en premier lieu réaliser une présentation générale de la compagnie aérienne Air Algérie, puis on enchaînera par l'exposition du fonctionnement de la direction des opérations aériennes. Ensuite, une description détaillée de notre stage sera présentée, mettant en évidence les tâches accomplies ainsi que les compétences acquises de cette expérience.

Enfin de ce chapitre, une conclusion synthétise le contenu des deux parties.

### **I.1 Partie 01 : Présentation de la compagnie Air Algérie :**

Air Algérie (code IATA : AH ; code OACI : DAH) est la compagnie aérienne nationale algérienne. L'aéroport de rattachement de la compagnie (Houari Boumédiène) est situé à DAR EL-BEIDA (environ 16 km à l'est d'ALGER) et c'est là où toutes les tâches assurant le bon fonctionnement sont effectuées.

Table I-1 : Présentation de la compagnie Air Algérie.

Logo	
Dénomination	Air Algérie
Capital	102 milliards de dinars
Domaine d'activité	le transport aérien
Nombre de destinations	80
Effectif	9 600 (avec les filiales Cargo, Catering, Handling et Technics)
Siege social	1, place Maurice-Audin 16000 Alger
Filiales	Air Algérie Cargo, Air Algérie Catering, Air Algérie Technics, Air Algérie Handling
Site web	<a href="http://www.airalgerie.dz">www.airalgerie.dz</a>

**I.1.1 L'historique d'Air Algérie :**

➤ **Avant l'indépendance :**

En 1947, alors que l'Algérie est encore française, la compagnie Air Algérie fut créée dans le but d'exploiter un réseau dense et régulier de lignes aériennes entre l'Algérie et la France. Elle porte alors le nom de la Compagnie Générale de Transport Aérien (C.G.T.A). Le 23 mai 1953 à la suite de la fusion de la C.G.T.A et de la Compagnie Air Transport (CAT), une filiale d'Air Franc, la compagnie de transport aérien "Air Algérie" entra officiellement en activité.

➤ **Après l'indépendance :**

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.

Table I-2 : Historique de la compagnie Air Algérie.

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 avions 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.

## CHAPITRE I. LA COMPAGNIE AIR ALGÉRIE : PRÉSENTATION ET EXPÉRIENCE DE STAGE

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 »
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	L'Ouverture de la première ligne long courrier directe Alger-Montréal.
2009	Cette année a connu : L'ouverture d'une ligne directe Alger-Pékin ; Un appel d'offres internationales d'achat de 11 avions pour une valeur de 111 millions de dollars (accord de l'Etat algérien) ; L'augmentation du capital à 43 milliards de dinars.
2010	Modification de l'organigramme de la compagnie.
2019	Air Algérie a signé un accord pour la vente de ses 3 Boeing 767-300 à une entreprise privé Américaine. Le capital d'Air Algérie est porté à 102 milliards de dinars.
2022	Plusieurs nouvelles lignes sont en cours d'étude : ALGER -KUALA LUMPUR, ALGER-NEW YORK, ALGER-SEOUL.
2023	Air Algérie a passé des commandes pour l'achat de nouveaux avions. La compagnie a commandé huit avions B737-900 MAX, deux avions A350-1000 et cinq avions A330-900.

### I.1.2 La flotte de la compagnie :

La flotte (d'un Age moyen de 11 ans) de la compagnie aérienne nationale Air Algérie se compose comme ce suit :

## CHAPITRE I. LA COMPAGNIE AIR ALGÉRIE : PRÉSENTATION ET EXPÉRIENCE DE STAGE

Table I-3 : La flotte de la compagnie Air Algérie (les appareils et leurs immatriculations).

Type d'avion	Nombre	Type d'appareil	Immatriculation
Airbus 330-202	08	A330-202	7T-VJV ; 7T-VJW ; 7T-VJX ; 7T-VJY ; 7T-VJZ ; 7T-VJA ; 7T-VJB ; 7T-VJC
Boeing 737-600	05	B737-600	7T-VJQ ; 7T-VJR ; 7T-VJS ; 7T-VJT 7T-VJU
Boeing 737-700	02	B737-700WC	7T-VKS ; 7T-VKT
Boeing 737-800	25	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
		B737-800BCF (B26) with winglet	7T-VJJ
ATR72-212A	15	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

### I.1.3 Les destinations d'Air Algérie :

Le réseau couvert par Air Algérie est de 96 400 km. La compagnie offre un vaste réseau de destinations nationales et internationales. Au niveau national, la compagnie dessert un grand nombre de villes telles que Alger, Oran, Constantine, Annaba, Tlemcen, Bejaia, Ouargla, Adrar, Tamanrasset, entre autres.

Au niveau international, Air Algérie couvre un large éventail de destinations en Europe, en Afrique, en Asie et au Moyen-Orient. En Europe, la compagnie dessert des villes telles que Paris, Marseille, Nice, Madrid, Barcelone, Londres, Rome, Francfort, Genève, Bruxelles, Amsterdam, Berlin, Istanbul, Moscou, ainsi que d'autres villes importantes.

En Afrique, Air Algérie dessert des villes telles que Tunis, Casablanca, Dakar, Nouakchott, Lagos, Abidjan, Bamako, Ouagadougou, Cotonou, Libreville, et d'autres villes importantes du continent.

La compagnie Air Algérie assure également des vols à destination de certaines villes asiatiques et du Moyen-Orient, notamment Pékin, Dubaï, Beyrouth et Doha.

#### **I.1.4 Structure de l'organisation de l'entreprise :**

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

# CHAPITRE I. LA COMPAGNIE AIR ALGÉRIE : PRÉSENTATION ET EXPÉRIENCE DE STAGE

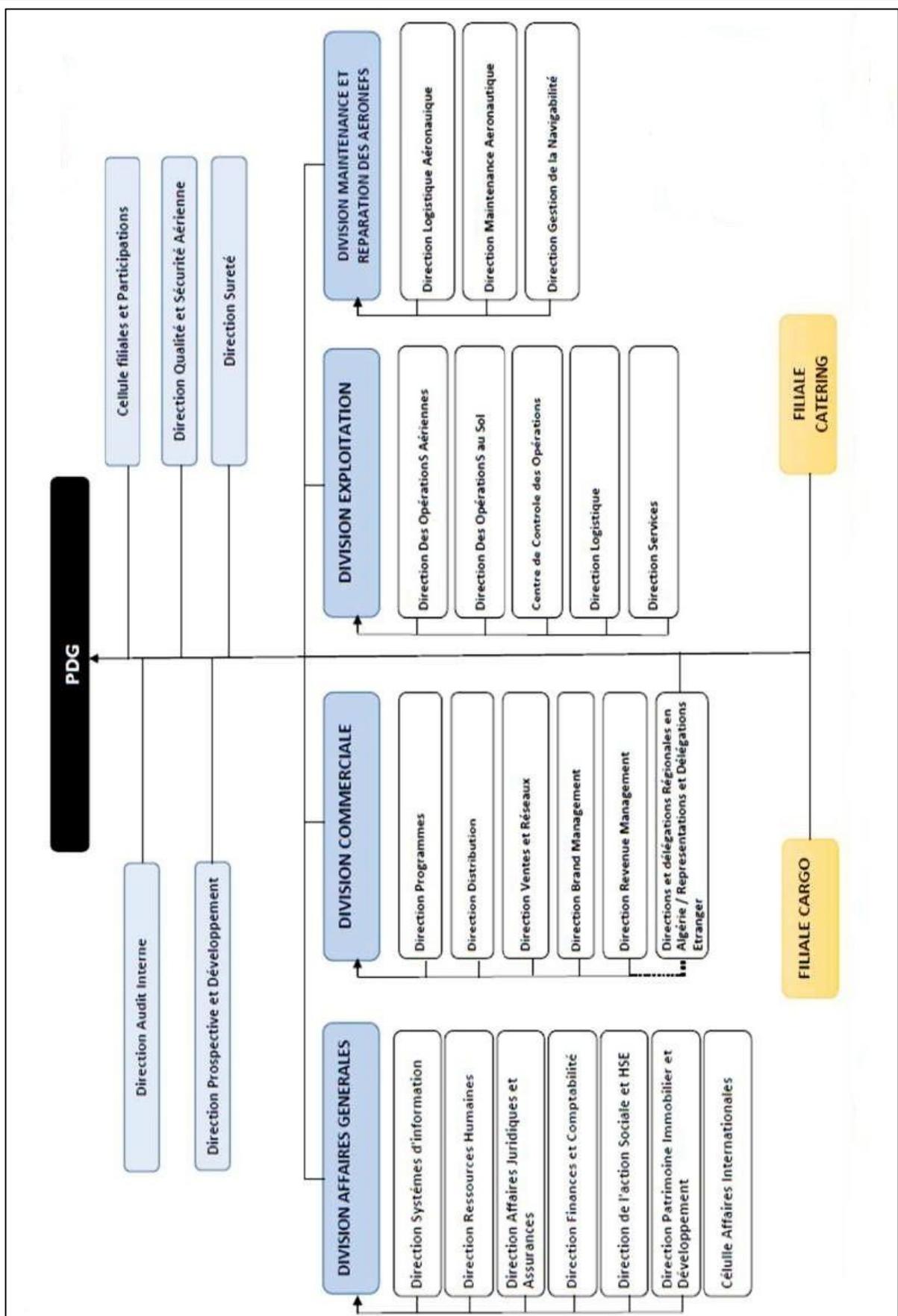


Figure I-1 : Organigramme de l'organisation de la compagnie Air Algérie. [1]

**I.1.4.1 Présentation de la direction des opérations aériennes (DOA) :**

La DOA Fait partie de la division d'exploitation aérienne, est considérée comme le moteur de la compagnie Air Algérie car elle se charge de la réalisation du programme d'exploitation dans les limites réglementaires d'utilisation du personnel navigant et des avions, ce qui représente l'équipage et l'équipement de cette compagnie. [1]

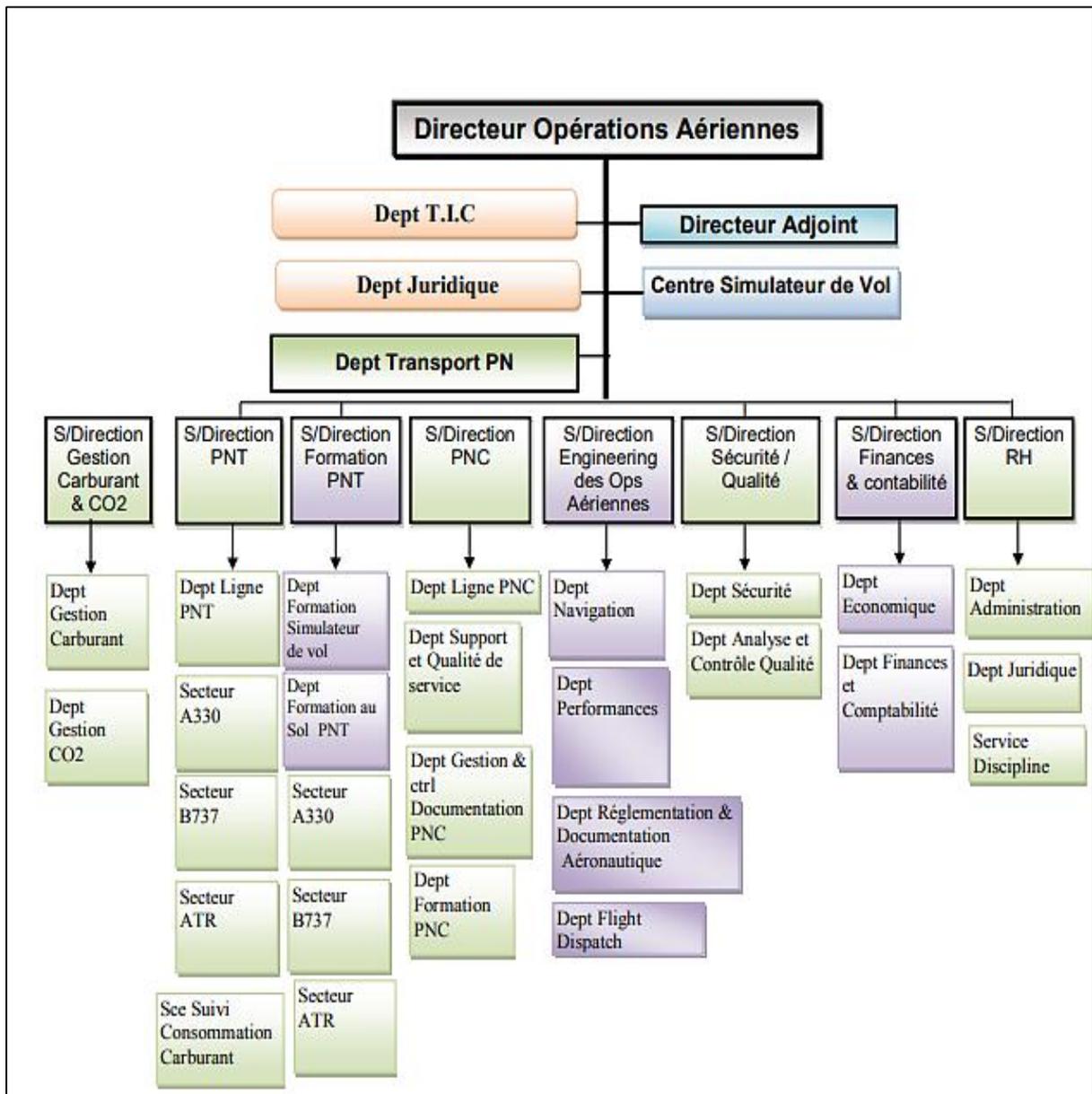


Figure I-2 : Organigramme de la direction des opérations aériennes (DOA). [1]

**I.1.4.1.1 Présentation de la sous-direction d'engineering :**

La sous-direction d'engineering d'Air Algérie fait partie de la direction des opérations aériennes (DOA) et se compose de quatre départements :

- le Département Navigation Route et Aéroport.
- le Département Performances et Monitoring.
- le Département Flight Dispatch.
- Le Département Gestion Et Contrôle Documentation.

➤ **Missions :**

- La sous-direction Engineering a pour mission essentielle d'élaborer et de mettre à jour le manuel d'exploitation de la compagnie.
- Elle procède aux études et analyses des performances des avions en exploitation, l'analyse de routes et conception des plans de vol techniques d'exploitation.
- Elle effectue des études relatives aux caractéristiques des aéroports et détermine les minimas opérationnels nécessaires à l'utilisation des aéroports par la flotte de la compagnie.
- Elle procède au recueil et à la diffusion aux équipages des informations relatives aux aérodromes en matière d'infrastructures, pistes, moyens radios, travaux et toutes autres restrictions d'utilisation.

**Le département de navigation Route et Aéroport :**

Le département Navigation relève de la sous-direction Engineering des Opérations Aériennes et exerce ses missions en étroite collaboration avec l'ensemble des pilotes (PNT), les services de la Direction des Opérations Aériennes, les services de la Direction des Opérations au sol (DOS), la Direction de la Maintenance et de la Réparation des Aéronefs (DMRA), ainsi que les constructeurs d'avions et les fournisseurs des applications spécifiques telles que l'Electronic Flight Bag (EFB).

### ➤ Missions :

Le département de navigation, Route et Aéroport, a plusieurs missions importantes. Voici quelques exemples de ces missions :

- Rédaction et mise à jour de la partie C du manuel d'exploitation : Le département est chargé de rédiger et de mettre à jour la partie C du manuel d'exploitation qui concerne la navigation routière et aéroportuaire. Cette section comprend des procédures et des directives spécifiques liées à la planification et à l'exécution des vols.
- Mise à jour du système FMS (Flight Management System) : Le département est responsable de mettre à jour le système FMS, qui est utilisé pour la gestion des données de vol, la navigation et le guidage des aéronefs. Ces mises à jour garantissent que tous les avions de la flotte d'Air Algérie disposent des informations les plus récentes et des fonctionnalités optimales du système FMS.
- Étude des nouvelles lignes (vols spéciaux, charters, etc.) : Le département effectue des études sur de nouvelles lignes aériennes, y compris les vols spéciaux et les vols charter. Cela implique de déterminer la faisabilité opérationnelle de ces nouvelles lignes, d'évaluer les contraintes et les exigences particulières, et de proposer des plans de vol appropriés.
- Étude de l'adéquation des aéroports : Le département examine l'adéquation des aéroports pour les opérations aériennes, en tenant compte de facteurs tels que les infrastructures disponibles, les installations de navigation, les restrictions de capacité, etc. Ces études garantissent que les aéroports sélectionnés sont adaptés aux opérations de la compagnie aérienne.
- Étude des escapes routes : le département effectuerait des études des itinéraires d'évacuation pour des situations d'urgence spécifiques, telles que la panne de dépressurisation au-dessus des zones montagneuses.
- Mise à jour de la base de données JetPlan : Le département est chargé de mettre à jour la base de données de JetPlan, qui contient des informations sur les routes aériennes, les aéroports et les avions. Ces mises à jour sont essentielles pour garantir l'exactitude et la fiabilité des informations utilisées dans la planification des vols.

## **I.2 Partie 02 : Le déroulement du stage chez Air Algérie**

Le déroulement de notre stage à Air Algérie a été réalisé en deux étapes.

### **I.2.1 Première étape : l'observation**

La première étape était celle de l'observation, qui consistait à observer et à collecter des informations. Au quotidien, nous avons pu vivre différentes situations et grâce aux supports fournis par notre encadreur, nous avons pu approfondir nos connaissances acquises pendant notre cursus universitaire. Nous avons ainsi pu comprendre le rôle de chaque département de la DOA, ainsi que leurs systèmes et logiciels. De plus, nous avons pu appréhender les fonctions de chaque membre du personnel et comprendre les relations entre eux. Cette phase d'observation nous a permis d'acquérir une vision globale de l'entreprise et de nous familiariser avec son environnement.

### **I.2.2 Deuxième étape : Passage au concret**

La deuxième étape de notre stage à Air Algérie était celle du passage au concret. Nous avons eu l'opportunité de participer activement à la mise à jour de la partie C du manuel d'exploitation. Cela nous a permis d'appliquer concrètement les connaissances acquises lors de la première étape d'observation. Nous avons contribué à la collecte d'informations pertinentes et à la mise à jour des procédures, tout en respectant les normes et les exigences de l'entreprise.

En parallèle, nous avons entamé le travail sur notre projet de fin d'études, qui portait sur l'étude des escapes routes pour la région montagneuse des Alpes en utilisant le B737-600 NG et le B737-800 NG pour le réseau d'Air Algérie. Ce projet nous a permis de mettre en pratique nos compétences techniques et d'approfondir notre compréhension des enjeux spécifiques liés à la sécurité et à la planification des vols dans des zones montagneuses.

Dans le cadre de ce projet, nous avons également appris à utiliser des logiciels tels que PET et TIPS, ainsi que Jet Plan, pour réaliser des analyses de performances et optimiser les escapes routes. De plus, nous avons acquis les compétences d'utilisation des cartes de navigation, indispensables pour la planification précise des itinéraires.

**Conclusion :**

En conclusion, notre stage à Air Algérie a été une occasion précieuse de renforcer notre compréhension pratique du secteur de l'aviation. Grâce aux expériences concrètes vécues, nous avons pu appliquer les connaissances théoriques acquises lors de notre cursus universitaire. Ces expériences nous ont permis de développer nos compétences et de nous familiariser avec le domaine professionnel. Nous sommes reconnaissants envers Air Algérie pour cette opportunité qui nous a permis de grandir et de nous préparer pour une carrière prometteuse dans le domaine de l'aviation.

---

**CHAPITRE II**  
**PRÉSENTATION DE LA SÉRIE B737 NG**  
**(NEXT GENERATION)**

---

### Introduction :

Le Boeing 737 NG (Next Generation) est une série d'avions commerciaux produite par le constructeur américain Boeing. Dans ce chapitre, nous allons vous présenter en détail les caractéristiques et les spécifications techniques des appareils de cette série.

### II.1 Présentation de Constructeur aéronautique Boeing :

Boeing est l'un des principaux constructeurs d'avions au monde. Fondée en 1916 à Seattle, Washington, l'entreprise est aujourd'hui basée à Chicago, Illinois. Boeing est une entreprise multinationale qui conçoit, fabrique et vend des avions commerciaux, des hélicoptères, des satellites, des missiles et des systèmes de défense.

Boeing se compose de plusieurs divisions, notamment :

- Boeing Commercial Airplanes (BCA) : est responsable de la conception, de la fabrication et de la vente d'avions commerciaux tels que le 737, le 747, le 767, le 777 et le 787 Dreamliner.
- Boeing Defense, Space & Security (BDS) : se concentre sur la défense, l'espace et la sécurité, et fabrique des avions militaires, des missiles, des satellites, des systèmes de communication et des équipements de sécurité.
- Boeing Global Services (BGS) : fournit des services de maintenance, de réparation et de révision pour les avions Boeing et d'autres marques.

Boeing est connu pour son innovation et son leadership dans l'industrie aéronautique. L'entreprise a introduit de nombreuses technologies révolutionnaires dans ses avions, telles que les ailes en matériaux composites, les cockpits en verre, les systèmes de divertissement en vol et les moteurs plus efficaces. En outre, Boeing est engagé dans la recherche et le développement de technologies de pointe telles que les avions électriques et les systèmes de propulsion alternatifs. [2]

Table II-1 : Présentation du constructeur aéronautique Boeing. [2]

Constructeur	Boeing
Secteur d'activité	Aéronautique
Année de création	1916
Siège social	Chicago, Illinois, États-Unis
Chiffre d'affaires (2021)	58,2 milliards de dollars
Divisions	Boeing Commercial Airplanes (BCA), Boeing Defense, Space & Security (BDS), Boeing Global Services (BGS)
Principaux produits	Avions commerciaux (737, 747, 767, 777, 787), avions militaires, missiles, satellites, systèmes de communication, équipements de sécurité
Marchés principaux	États-Unis, Europe, Asie-Pacifique, Moyen-Orient, Amérique latine
Problèmes récents	Problèmes de sécurité du 737 MAX, impact de la pandémie de Covid-19 sur l'industrie aéronautique
Projets futurs	Développement de nouveaux avions commerciaux, conception de véhicules aériens autonomes, projets de colonisation de Mars en collaboration avec la NASA

## **II.2 La famille Boeing 737 :**

La famille d'avions Boeing 737 est une série d'avions à fuselage étroit de Boeing Commercial Airplanes. Elle est l'une des familles d'avions les plus populaires au monde, avec plus de 10 000 avions livrés à ce jour. La famille 737 est utilisée pour les vols court et moyen-courriers et est connue pour son efficacité en carburant, sa fiabilité et sa polyvalence. [2]

### **II.2.1 Les variantes de B737 construits :**

Au fil des ans, plusieurs variantes du B737 ont été construites pour répondre aux besoins des compagnies aériennes et pour améliorer l'efficacité en carburant. Voici une liste des principales variantes du B737 :

- La série B737 originale : comprend les modèles 737-100 et 737-200 qui sont les premiers modèles de 737 produit par Boeing.
- La série B737 classique : comprend les modèles 737-300, 737-400 et 737-500. Ces avions ont été produits entre 1984 et 2000 et ont été équipés de moteurs plus puissants, d'une avionique plus avancée et de nombreuses améliorations aérodynamiques.

- La série B737 NG (Next Generation) : comprend les modèles 737-600, 737-700, 737-800 et 737-900. Ces avions ont été produits à partir de 1997 et sont équipés de nouvelles technologies, notamment des moteurs plus économes en carburant, une avionique améliorée et une conception de l'aile améliorée.
- La série B737 MAX : Cette série, qui est la plus récente, comprend les modèles 737 MAX 7, 737 MAX 8, 737 MAX 9 et 737 MAX 10. Les avions de la série MAX sont équipés de moteurs plus économes en carburant et de nouvelles technologies, telles que des écrans LCD dans le cockpit. Ces avions ont connu des problèmes avec leur système de contrôle de vol et ont été mis au sol dans le monde entier en mars 2019. Ils ont été autorisés à reprendre les vols commerciaux en novembre 2020. [2]

### II.3 Description générale de la série 737 NG (Next Generation) :

La série B737 NG (Next Generation) comprend les modèles 737-600, 737-700, 737-800 et 737-900 est la troisième génération de la famille 737 de Boeing, succédant à la série 737 classique.

La série B737 NG a été introduite en 1997 et a été conçue pour offrir des améliorations significatives par rapport à la série 737 classique, notamment une plus grande efficacité énergétique, une meilleure performance, une capacité de passagers accrue et une avionique améliorée. Les avions de la série NG sont équipés de moteurs CFM International CFM56-7, qui sont plus économes en carburant que les moteurs de la série 737 classique.

#### II.3.1 Les masses structurales :

Table II-2 : Les masses structurales des appareils de la série B737 NG. [5]

	Type d'appareil	
	B737-600	B737-800
Masse maximale de roulage (MRW)	65317 Kg	79242Kg
Masse maximale au décollage (MTOW)	65090 Kg	79015 Kg
Masse maximale à l'atterrissage (MLW)	54657 Kg	65317 Kg
Masse maximale sans carburant (MZFW)	51482 Kg	61688 Kg
Capacité réservoirs	26000 L	26000 L

## CHAPITRE II. PRÉSENTATION DE LA SÉRIE B737 NG (NEXT GENERATION)

### II.3.2 Les dimensions :

Table II-3 : Les dimensions des appareils de la série B737 NG. [3] [4]

	Type d'appareil	
	B737-600	B737-800
Envergure (m)	34.40	35.79
Hauteur (m)	12.50	12.50
Longueur totale (m)	31.20	39.50
Longueur du fuselage (m)	29.80	38.00
Empattement (m)	05.70	05.70

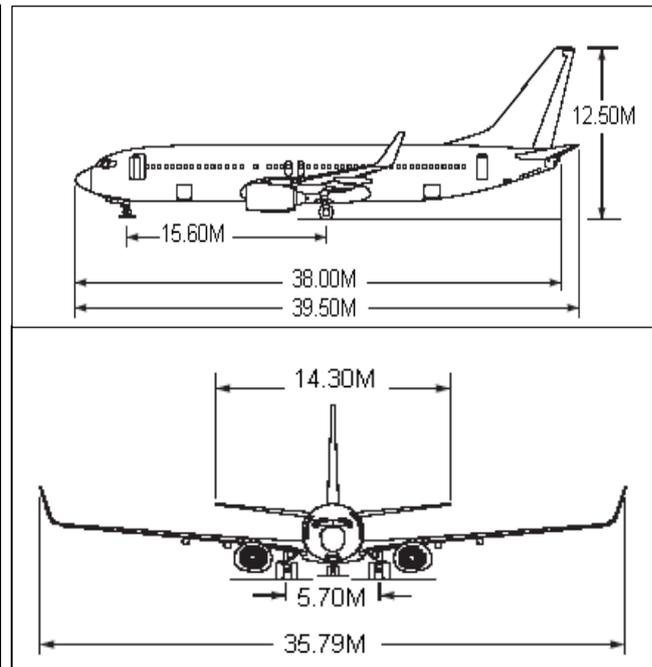
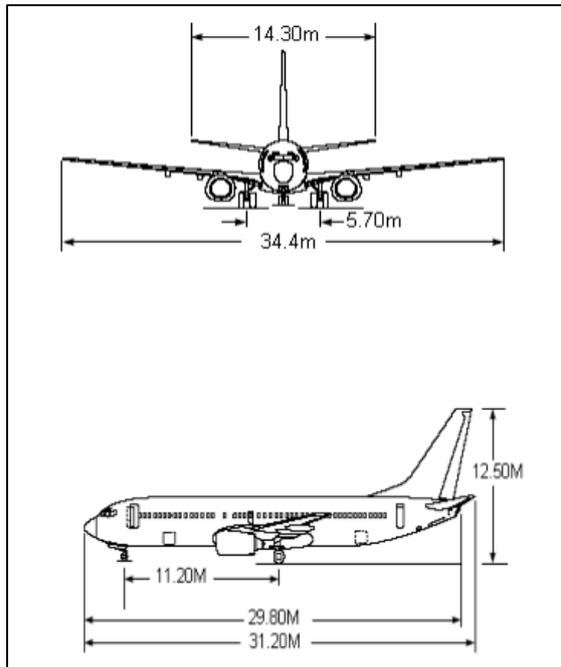


Figure II-1 : Les dimensions du B737-600. [3] Figure II-2 : Les dimensions du B737-800. [4]

## CHAPITRE II. PRÉSENTATION DE LA SÉRIE B737 NG (NEXT GENERATION)

### II.3.3 Les performances :

Table II-4 : Les performances des appareils de la série B737 NG.

Performances	
Vitesse de croisière	Mach 0.78 (828 Km/h)
Vitesse maximale	Mach 0.82 (876 Km/h)
VMO	340 knots
Plafond opérationnel	12500 m (FL 410)

### II.3.4 Les valeurs de l'ACN :

Table II-5 : Les ACN's des appareils de la série B737 NG. [5]

Aéronef	Masse de calcul		Chaussées (catégorie de résistance du sol support)							
			Chaussées Rigides				Chaussées souples			
			Haut K=150 MN/m <sup>3</sup>	Moyen K=80 MN/m <sup>3</sup>	Bas K=40 MN/m <sup>3</sup>	Ultra bas K=20 MN/m <sup>3</sup>	Haut CBR=15%	Moyen CBR=10%	Bas CBR=6%	Très bas CBR=3%
			A	B	C	D	A	B	C	D
B737-600	146000	66224	37	39	41	43	33	34	38	43
	80200	36378	18	19	21	22	17	17	18	21
B737-800	174700	79242	49	52	54	56	43	45	50	55
	91300	41413	23	24	25	27	20	21	22	26

**II.3.5 La catégorie SSLIA :**

Table II-6 : La catégorie SSLIA des appareils de la série B737.

	Type d'appareil	
	B737-600	B737-800
La catégorie SSLIA	6	7

**II.3.6 Cabine passager :**

Le plan de La cabine est divisé en deux classes :

- Une classe affaires ou première classe.
- Une classe économique.



Figure II-3 : Cabine passagers du Boeing 737-600.

II.3.7 Aménagements intérieurs :

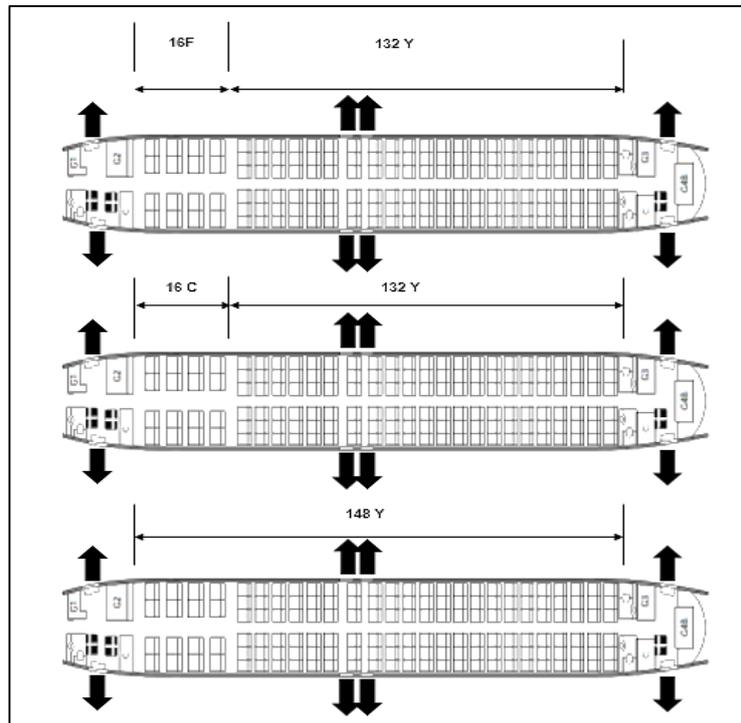


Figure II-4 : Aménagements intérieurs B737-800. [4]

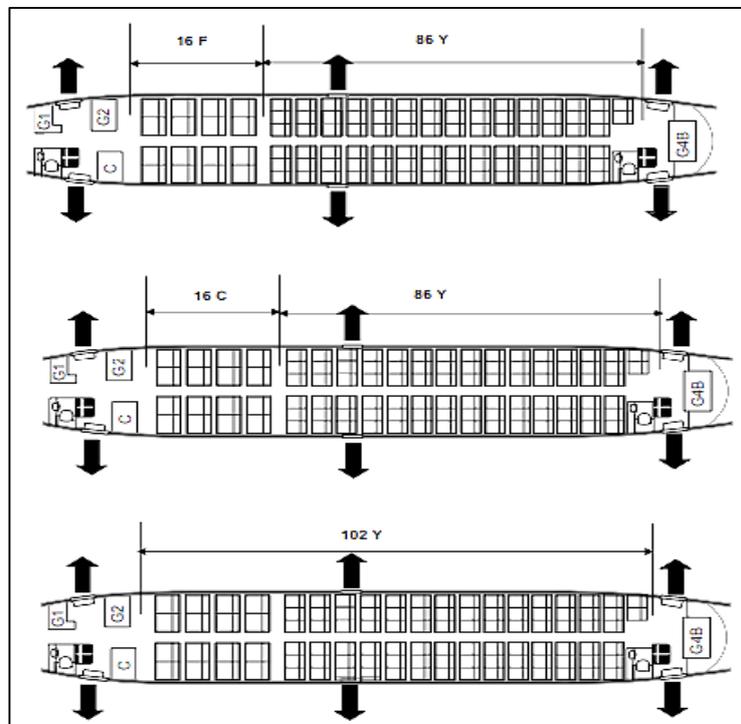


Figure II-5 : Aménagements intérieurs B737-600. [3]

---

**CHAPITRE III**  
**GÉNÉRALITÉ SUR LA**  
**PRESSURISATION**

---

### **Introduction :**

Les avions sont fréquemment exploités à des altitudes élevées pour plusieurs raisons évidentes. Tout d'abord, un avion volant à haute altitude consomme moins de carburant pour une vitesse donnée que pour la même vitesse à une altitude inférieure car il est plus efficace à haute altitude. Deuxièmement, les mauvaises conditions météorologiques et les turbulences peuvent être évitées en volant dans une atmosphère relativement stable au-dessus des tempêtes. D'autre part, l'altitude élevée entraîne une diminution de la pression atmosphérique, ce qui peut provoquer une sensation de manque d'air et une raréfaction de l'oxygène. Pour pallier cet effet, l'avion doit être pressurisé.

La pressurisation est une technique qui consiste à élever ou maintenir la pression d'un lieu clos ou quasi-clos, peu importe la pression du milieu environnant. Elle est utilisée dans l'aéronautique pour maintenir une pression satisfaisante pour l'organisme humain à l'intérieur de la cabine d'un avion volant à haute altitude.

### **III.1 La pressurisation :**

La pressurisation est un aspect essentiel de la conception des avions modernes, car elle permet aux passagers et à l'équipage de respirer normalement à des altitudes élevées. Les avions volent à des altitudes allant jusqu'à 40 000 pieds (12 192 mètres), où la pression atmosphérique extérieure est considérablement plus basse que celle au niveau de la mer. Sans un système de pressurisation, la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la cabine serait trop importante pour que les passagers et l'équipage puissent respirer normalement. En effet, la quantité d'oxygène disponible à de telles altitudes est insuffisante pour soutenir une respiration normale.

#### **III.1.1 Le système de pressurisation :**

##### **I.1.1.1 Généralité :**

Le système de pressurisation a pour but premier celui de protéger les occupants contre l'hypoxie.

### CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

Dans un système de pressurisation typique, la cabine, le poste de pilotage et les compartiments à bagages sont incorporés dans une unité scellée capable de contenir de l'air sous une pression supérieure à la pression atmosphérique extérieure. [10]

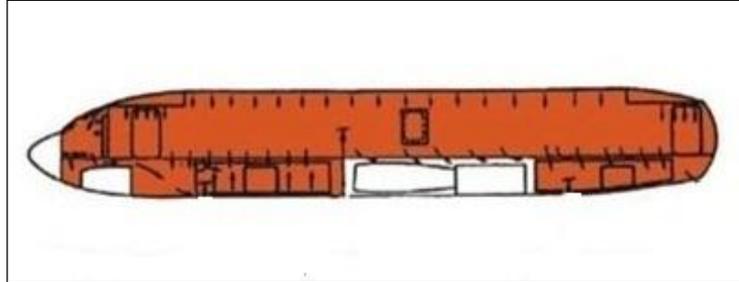


Figure III-1 : La cabine, le poste de pilotage et les soutes sont pressurisées.

Un système de pressurisation de cabine maintient généralement une altitude de pression de cabine d'environ 8 000 pieds à l'altitude de croisière maximale conçue d'un avion. Cela évite les changements rapides d'altitude de cabine qui peuvent être inconfortables ou causer des blessures aux passagers et à l'équipage. De plus, le système de pressurisation permet un échange d'air raisonnablement rapide de l'intérieur vers l'extérieur de la cabine. Cela est nécessaire pour éliminer les odeurs et renouveler l'air stagnant. [6]

Atmosphere pressure	
Altitude (ft)	Pressure (psi)
Sea level	14.7
2,000	13.7
4,000	12.7
6,000	11.8
8,000	10.9
10,000	10.1
12,000	9.4
14,000	8.6
16,000	8.0
18,000	7.3
20,000	6.8
22,000	6.2
24,000	5.7
26,000	5.2
28,000	4.8
30,000	4.4

The altitude at which the standard air pressure is equal to 10.9 psi can be found at 8,000 feet.

At an altitude of 28,000 feet, standard atmospheric pressure is 4.8 psi. By adding this pressure to the cabin pressure differential of 6.1 psi difference (psid), a total air pressure of 10.9 psi is obtained.

Figure III-2 : Tableau de pression atmosphérique standard. [6]

### III.1.1.1 Le principe de fonctionnement :

Le système de pressurisation d'un avion fonctionne en prélevant de l'air comprimé soit à partir des moteurs de l'avion, soit à partir de compresseurs d'air indépendants. Cet air est ensuite acheminé dans un réseau de tuyaux et de valves qui le distribue dans la cabine de l'avion.

Sur les aéronefs propulsés par des turbomoteurs, l'air de prélèvement du compresseur du moteur est utilisé pour pressuriser la cabine. Des compresseurs peuvent être utilisés sur les anciens modèles d'aéronefs à turbine pour pomper de l'air dans le fuselage scellé. Les avions à piston peuvent utiliser de l'air fourni par chaque turbocompresseur de moteur à travers un venturi sonique (limiteur de débit). L'air est libéré du fuselage par un dispositif appelé vanne de (outflow valve). En régulant la sortie d'air, la vanne de décharge permet un débit constant d'air vers la zone pressurisée. [6]

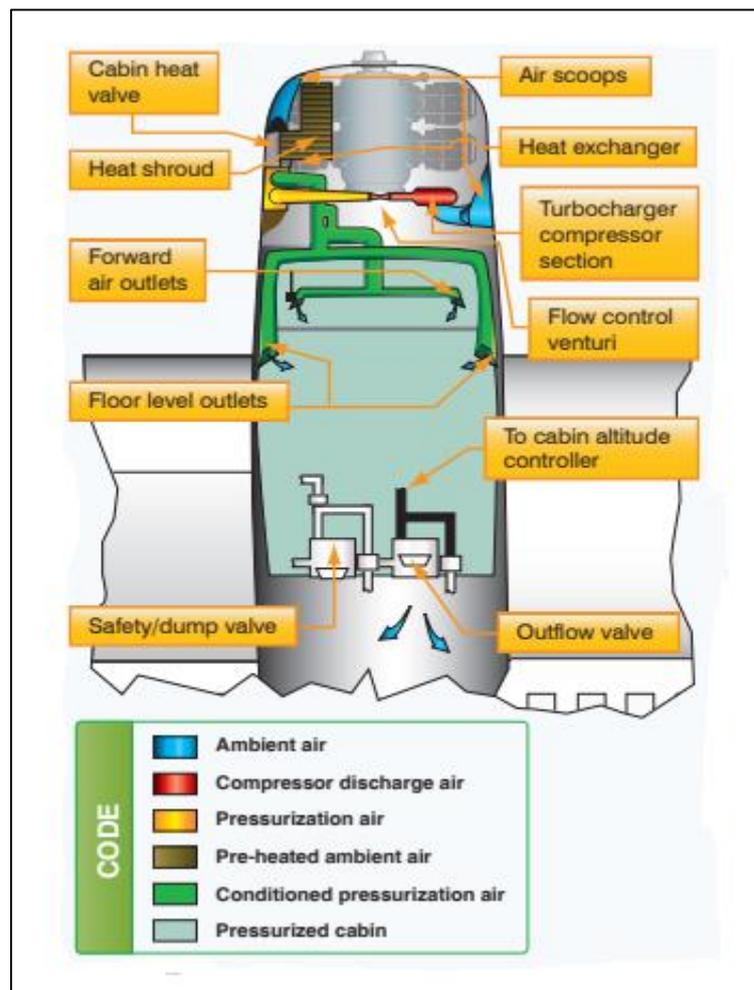


Figure III-3 : Système de pressurisation d'avion à haute performance. [6]

### III.1.2 La pressurisation et le conditionnement d'air :

La pressurisation et le conditionnement d'air sont deux concepts distincts mais étroitement liés dans le domaine de l'aéronautique.

La pressurisation concerne la pression de l'air dans la cabine, tandis que le conditionnement d'air concerne la qualité et la température de l'air dans la cabine. Ces deux concepts sont importants pour assurer le confort et la sécurité des passagers et de l'équipage pendant le vol.

Les termes suivants aideront à comprendre les principes de fonctionnement des systèmes de pressurisation et de conditionnement d'air des avions :

- Altitude de l'avion : la hauteur réelle au-dessus du niveau de la mer à laquelle l'avion vole.
- Température ambiante : la température dans la zone immédiatement environnante de l'avion.
- Pression ambiante : la pression dans la zone immédiatement environnante de l'avion.
- Altitude cabine : la pression de la cabine exprimée en altitude équivalente au-dessus du niveau de la mer.
- Pression différentielle : c'est la différence entre la pression de la cabine et la pression atmosphérique, nommée « delta P » ( $\Delta P$ ). Elle s'exprime en PSI. Selon les avions, cette valeur se situe entre 8 et 9 PSI. [6]

### III.1.3 Le contrôle de l'altitude cabine :

Le système de contrôle de pression de la cabine utilise un régulateur de pression, une vanne de décharge (outflow valve) et une vanne de sécurité (safety/dump valve). [Figure III-3]

Le régulateur de pression de cabine contrôle la pression de cabine pour une valeur sélectionnée dans la plage isobare et limite la pression de cabine à une valeur différentielle prédéfinie dans la plage différentielle. Lorsque la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur atteint la plus haute pression différentielle pour laquelle la structure du fuselage est conçue, toute augmentation supplémentaire de l'altitude de l'avion entraînera une augmentation correspondante de l'altitude de la cabine.

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

Le contrôle différentiel est utilisé pour empêcher que la pression différentielle maximale, pour laquelle le fuselage a été conçu, ne soit dépassée. Cette pression différentielle est déterminée par la résistance structurelle de la cabine et souvent par la relation entre la taille de la cabine et les zones probables de rupture, telles que les zones de fenêtres et de portes.

La vanne de sécurité prévient les surpressions et les décompressions en limitant la pression différentielle. La vanne de décharge évacue l'air de la cabine vers l'atmosphère sur commande du poste de pilotage.

Le degré de pressurisation et l'altitude de fonctionnement de l'aéronef sont limités par plusieurs facteurs critiques de conception. Principalement, le fuselage est conçu pour résister à une pression différentielle maximale de cabine particulière. [6]

### III.1.4 Les instruments liés à la pressurisation :

Plusieurs instruments sont utilisés en conjonction avec le régulateur de pressurisation.

Le manomètre de pression différentielle de cabine indique la différence entre la pression intérieure et extérieure. Ce manomètre doit être surveillé pour s'assurer que la cabine ne dépasse pas la pression différentielle maximale autorisée. Un altimètre de cabine est également fourni pour vérifier la performance du système. Dans certains cas, ces deux instruments sont combinés en un seul. Un troisième instrument indique le taux de montée ou de descente de la cabine, Par analogie avec l'avion :

-si la pression dans la cabine décroît, on dit que la cabine monte.

-si la pression dans la cabine augmente, on dit que la cabine descend.

Un instrument de taux de montée de la cabine et un altimètre de cabine sont illustrés dans la [Figure III-4]. [6]



Figure III-4 : Les instruments liés à la pressurisation. [6]

### III.2 Défaillance du système de pressurisation :

Une défaillance du système de pressurisation se produit lorsque le système qui maintient la pression d'air à l'intérieur d'un avion ne fonctionne pas correctement. Cela peut entraîner une baisse de la pression d'air et une diminution de la quantité d'oxygène disponible, ce qui peut entraîner une perte de conscience, des étourdissements, des nausées et d'autres symptômes chez les passagers et l'équipage. Des systèmes d'avertissement visuels et sonores automatiques sont inclus dans l'équipement de tous les avions pressurisés.

#### III.2.1 La dépressurisation :

La dépressurisation est la diminution de la pression d'air dans la cabine d'un avion. Une dépressurisation peut résulter d'une défaillance du système de pressurisation, d'une défaillance structurelle ou peut être initiée délibérément par un membre d'équipage de l'aéronef.

##### III.2.1.1 Types de dépressurisation :

Il existe deux types de dépressurisation :

###### III.2.1.1.1 Dépressurisation lente :

La décompression lente est une diminution progressive de la pression cabine, souvent causée par une défaillance du système de pressurisation (une fuite d'un joint de pression, une soupape de décharge de pression qui n'est pas complètement fermée). Les changements physiologiques sont souvent la première indication d'un problème et les passagers et l'équipage peuvent ressentir une gêne physique. Dans les cas extrêmes, une décompression lente peut entraîner de graves dommages corporels s'il n'est pas possible d'égaliser la pression différentielle.

###### III.2.1.1.2 Dépressurisation rapide ou explosive :

La décompression rapide ou est une diminution rapide de la pression cabine, qui peut être causée par des défaillances structurelles telles qu'une étanchéité incomplète ou défectueuse des portes, des fenêtres ou des parois de la cabine s'ensuivent. Les passagers et l'équipage peuvent ressentir une douleur intense aux oreilles, une sensation de vertige, une difficulté à respirer, des maux de tête et une confusion. Ces symptômes peuvent s'aggraver si l'hypoxie n'est pas traitée rapidement.

En toutes circonstances, la décompression d'une cabine pressurisée nécessite que l'avion effectue une descente à un minimum de 10 000 pieds.

### III.3 L'oxygène à bord :

Compte-tenu de la baisse de pression atmosphérique régnant en altitude dans la cabine d'un avion, et donc de la diminution de la pression partielle en oxygène (O<sub>2</sub>), il était normal que, très tôt dans l'essor de l'aviation commerciale, de l'O<sub>2</sub> soit embarqué à bord des avions, pour assurer le confort ou la sécurité des passagers et des équipages.

Au quotidien, la pressurisation de la cabine (initialement à une altitude-cabine maximale de 8 000 pieds) permet de s'assurer que la baisse de pression partielle en O<sub>2</sub> reste compatible avec le confort et la bonne santé des passagers. Il est cependant nécessaire d'emmener à bord de l'O<sub>2</sub> supplémentaire, afin de pallier un éventuel incident médical ou une dépressurisation inattendue.

#### III.3.1 Les exigences en oxygène :

Il existe deux types d'exigences :

➤ Oxygène supplémentaire :

- Protège contre l'hypoxie en cas de dépressurisation ou de perte d'altitude de la cabine.
- L'oxygène requis dépend de l'altitude (un débit/concentration d'oxygène plus élevé est requis à des altitudes plus élevées).
- Requis pour les équipages de vol, les équipages de cabine et les passagers.

➤ Oxygène de protection :

- Protège contre la fumée et l'inhalation de gaz nocifs en cas d'incendie, etc.
- Requis pour les membres d'équipages de vol seulement, non requis pour les passagers. [7]

#### III.3.2 Principaux systèmes d'oxygène :

##### III.3.2.1 Système d'oxygène chimique :

Le générateur autonome d'oxygène chimique est connecté à une configuration de 2 à 5 masques et est conçu pour se déclencher automatiquement lorsqu'un seul masque est tiré.

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

Le débit d'oxygène et La pression de fourniture sont indépendants par rapport à l'altitude cabine. Il convient de noter que le flux d'oxygène ne peut pas être interrompu une fois que le générateur est en marche. Tous les masques connectés au générateur reçoivent de l'oxygène, même s'ils ne sont pas utilisés.

La quantité d'oxygène disponible dépend du type de générateur d'oxygène chimique utilisé et peut varier entre 12 et 22 minutes. [8]

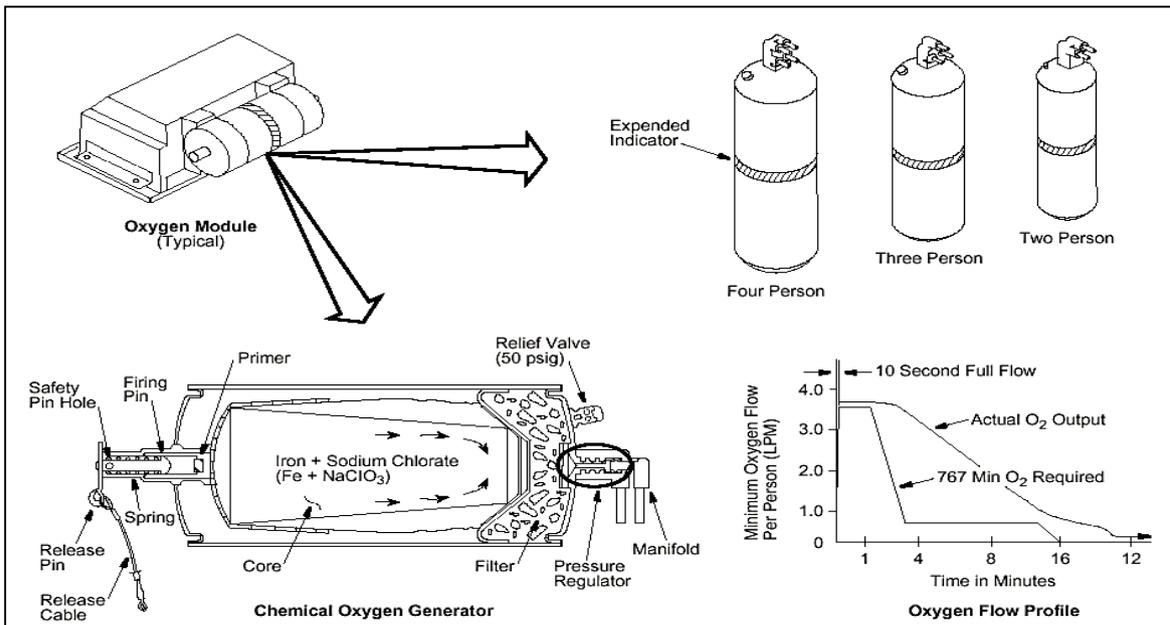


Figure III-5 : Le schéma d'un Système d'oxygène chimique (Boeing). [7]

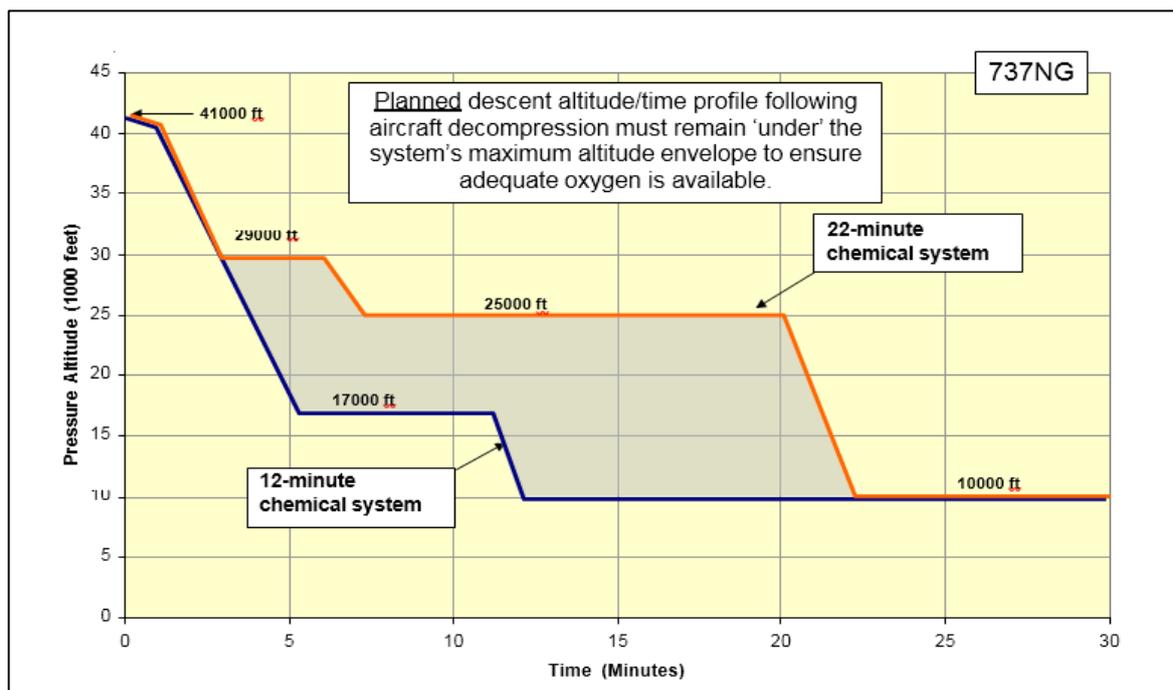


Figure III-6 : Profil oxygène système chimique (Boeing). [7]

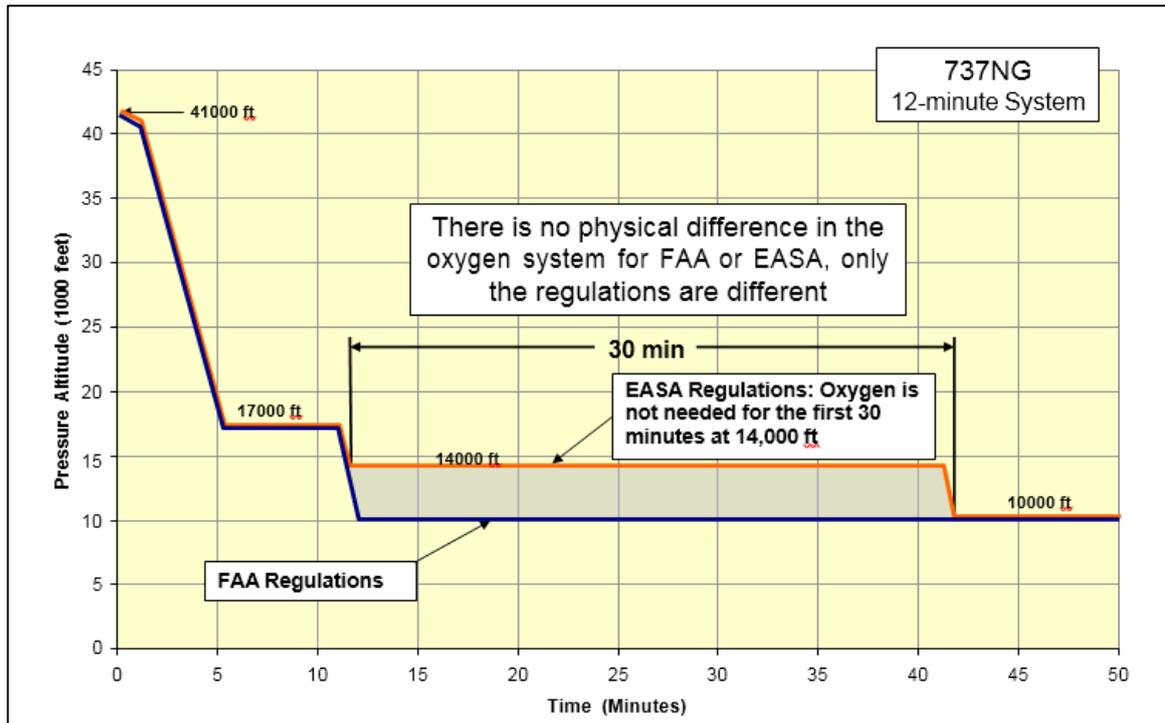


Figure III-7 : Profil oxygène system chimique 12mn (Boeing). [7]

### III.3.2.2 Système d'oxygène gazeux :

Cylindres (bouteilles d'oxygène) qui se trouvent dans la soute et se propagent vers les récipients de masques qui se trouve au-dessus des sièges passagers par deux principaux supplément tuyaux. La capacité du système peut être ajustée en fonction du nombre de bouteilles d'oxygène à haute pression sélectionnées. [8]



Figure III-8 :Cylindres (bouteilles d'oxygène). [8]

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

- Le débit est contrôlé par un altimètre de régulation de débit central en fonction de l'altitude pression cabine.
- Chaque contenant d'oxygène dans la cabine est connecté à un ensemble de masques (généralement de 2 à 6).
- Le temps de propagation dépend du nombre de cylindre installé, le nombre de masque et le profil de l'avion suivis.
- Avant 10000ft le système ne se déclenche pas.
- Le nombre de masques à considérer dans une étude d'oxygène est alors la somme du :
  - Nombre de sièges passager +10%.
  - Nombre des sièges des membres de la cabine.

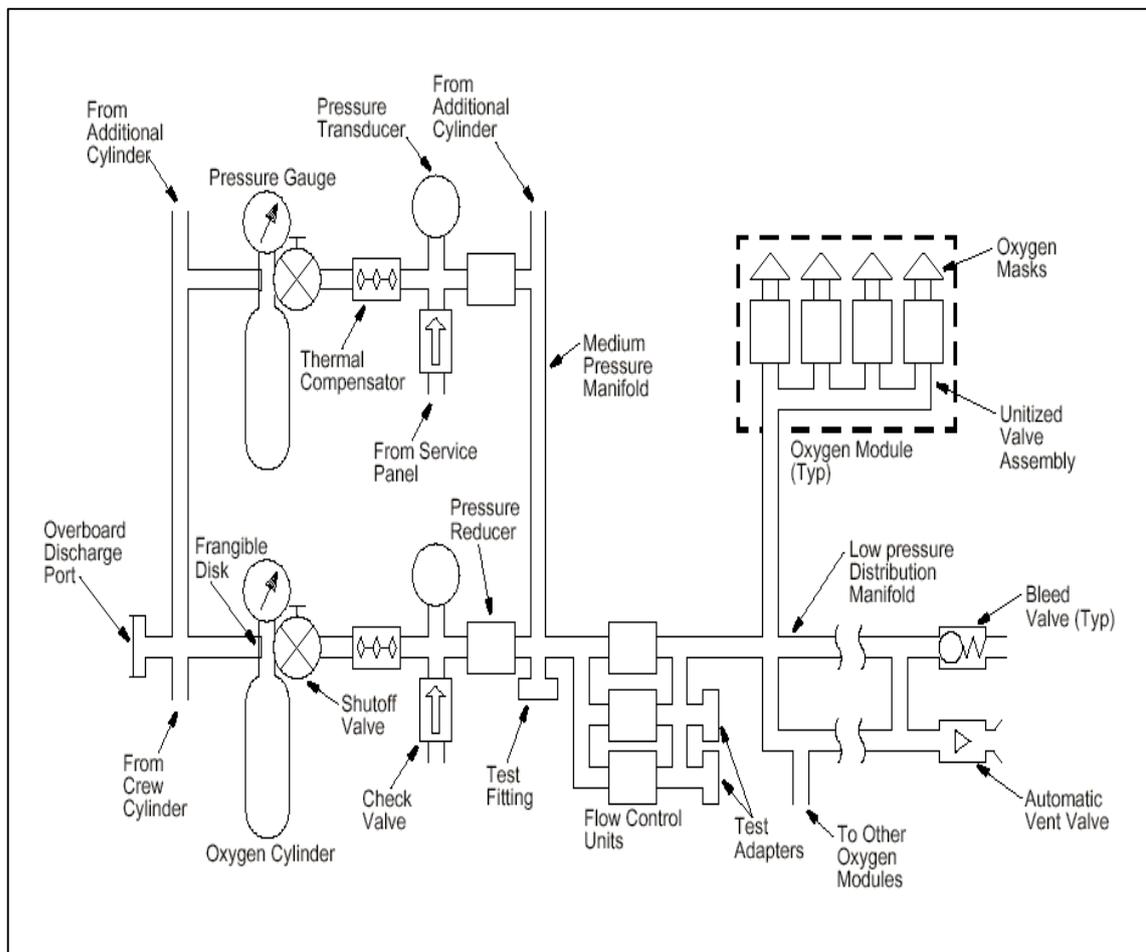


Figure III-9 : Le schéma d'un Système oxygène gazeux(Boeing). [7]

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

### III.3.2.3 Une comparaison entre les deux systèmes d'oxygène :

Table III-1 : Une comparaison entre les deux principaux systèmes d'oxygène. [7]

Système d'oxygène chimique	Système d'oxygène gazeux
Le profil de descente est limité par l'enveloppe du système d'oxygène	Fournit des profils de descente flexibles
Poids plus léger, maintenance moindre	Poids important et maintenance accrue
Flexibilité et capacité limitées pour les terrains à haute altitude	Plus grande capacité et flexibilité pour les opérations en haute altitude

### III.3.2.4 Systèmes d'oxygène disponibles par type d'avion (Boeing) :

Table III-2 : Systèmes d'oxygène disponibles par Type d'avion (Boeing). [7]

	Système chimique (12 MIN)	Système chimique (22 MIN)	Système gazeux
<b>737 Classic</b>	Tous les modèles mineurs	Non disponible	Non disponible
<b>737NG/MAX</b>	Tous les modèles mineurs	Tous les modèles mineurs	Disponible sur tous les modèles mineurs. Standard sur 737-700C.
<b>747</b>	Non disponible	Non disponible	Tous les modèles mineurs
<b>757</b>	Tous les modèles mineurs	Tous les modèles mineurs	Uniquement pour le 757-200, et seulement pour quelques compagnies aériennes spécifiques
<b>767</b>	Tous les modèles mineurs	Tous les modèles mineurs	Non disponible
<b>777</b>	Tous les modèles mineurs	Tous les modèles mineurs	Tous les modèles mineurs
<b>787</b>	Non disponible	Non disponible	Système BODS O2 *

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

### III.3.3 Oxygène passagers :

Le système d'alimentation en oxygène pour les passagers peut être un système chimique ou un système gazeux. [11]

Le système d'oxygène pour les passagers doit fournir suffisamment d'oxygène aux passagers conformément aux exigences suivantes :

Table III-3 : Oxygène requis pour les passagers en fonction de l'altitude. [11]

Flight Altitude	> 15,000 FT	Supply to 100% of passengers.
	> 14,000 FT <=15,000 FT	Supply to 30% of passengers.
	> 10,000 FT <=14,000 FT	to 10% of passengers (not required during the first 30 minutes(EASA))
	> 8,000 FT <=10,000 FT	Supply to 2% of passengers after cabin de-pressurization (achieved by portable oxygen).
With a minimum of 10 minute supply for 100% of passengers		

### III.3.4 Oxygène équipage :

Le système d'alimentation en oxygène pour l'équipage est toujours alimenté par un système gazeux.

Les masques à oxygène des membres d'équipage de conduite des avions pressurisés doivent être des masques à pose rapide. C'est-à-dire :

- être placé sur le visage ;
- attaché correctement d'une seule main en moins de 5 secondes ;
- fournir de l'oxygène sur demande ;
- rester ensuite en position, laissant libre l'usage des deux mains.

Le masque permet, après sa pose, une communication immédiate entre l'équipage de conduite et les autres membres de l'équipage. [11]

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

Le système d'oxygène pour l'équipage de vol doit fournir suffisamment d'oxygène aux membres de l'équipage conformément aux conditions suivantes :

Table III-4 : Oxygène requis pour membres de l'équipage en fonction de l'altitude. [11]

Flight Altitude	Above 13,000 Ft. (for FAA it is 12,000 Ft.)	Oxygen Required for Entire Time
	Between 10,000 and 13,000 FT	Oxygen Required After 30-minutes (100% of the time if on flight deck duty)
	Bellow 10,000 FT	No Crew Oxygen Required

### III.4 Règlementation en cas de panne de dépressurisation :

En cas de dépressurisation, il serait nécessaire d'effectuer une descente rapide vers une altitude inférieure à l'altitude minimale en route déterminée afin de garantir la disponibilité en oxygène adéquate pour les passagers.

Une trajectoire de vol nette n'est pas requise dans le cas d'une panne de dépressurisation. La trajectoire nette de vol doit être comprise comme une marge de sécurité, lorsqu'il existe un risque que l'aéronef ne puisse pas maintenir les performances de descente attendues (cas de panne moteur).

- Trajectoire brute : La trajectoire suivit par l'avion.
- Trajectoire nette : La trajectoire Brute - une pente (pénalisation : dépend du nombre de moteur).

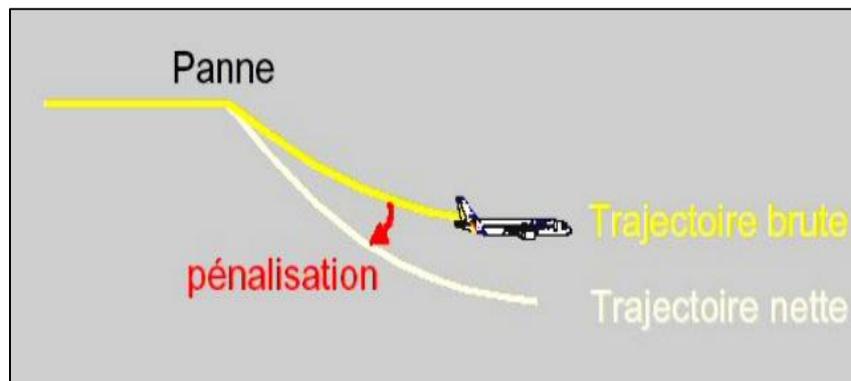


Figure III-10 : La trajectoire brute et la trajectoire nette. [13]

### III.4.1 Franchissement d'obstacles :

#### III.4.1.1 Séparation latéral :

Il est nécessaire de prévoir une marge de séparation par rapport à l'obstacle le long de la trajectoire de vol en cas de panne de la pressurisation.

- La réglementation indique quel obstacle doit être pris en compte.

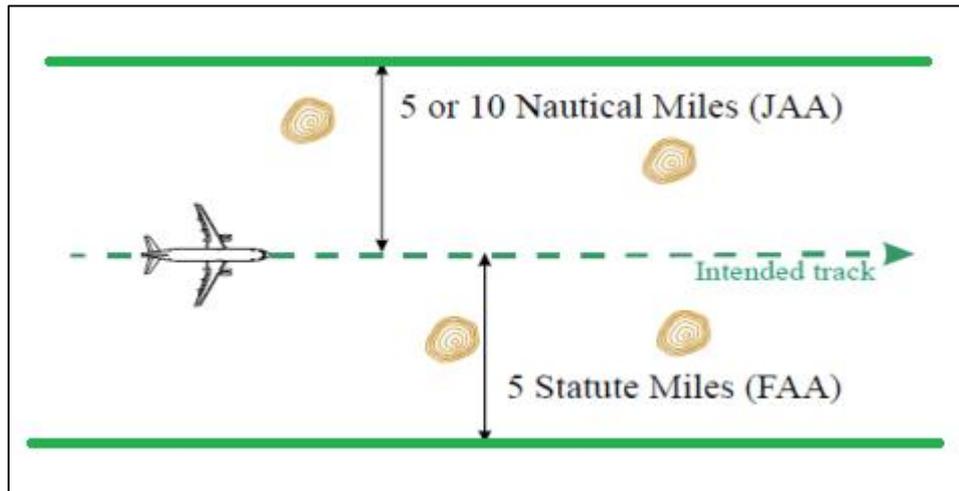


Figure III-11 : La Séparation latéral. [10]

#### III.4.1.2 Séparation vertical :

En cas de dépressurisation de la cabine, toute altitude inférieure à l'altitude de vol initiale peut être volée sans problème car tous les moteurs tournent. Par conséquent, les altitudes de vol minimales standard s'appliquent et le profil de descente doit donc franchir tout obstacle de 2 000 pieds.

##### III.4.1.2.1 Les altitudes de vol minimales :

MOCA et MORA correspondent à l'élévation maximale du relief ou des obstacles, plus :

- 1 000 pieds pour une élévation inférieure ou égal à 5 000 pieds.
- 2 000 pieds pour une élévation supérieure à 5 000 pieds, arrondie à la centaine supérieure.

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

MEA et MGA correspondent à l'élévation maximale du relief ou des obstacles, plus :

- 1 500 pieds pour une élévation inférieure ou égal 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 considérée comme acceptable pour effectuer des études est égale à l'élévation maximale des obstacles plus 2 000 pieds. [11]

### III.4.2 Profil de vol :

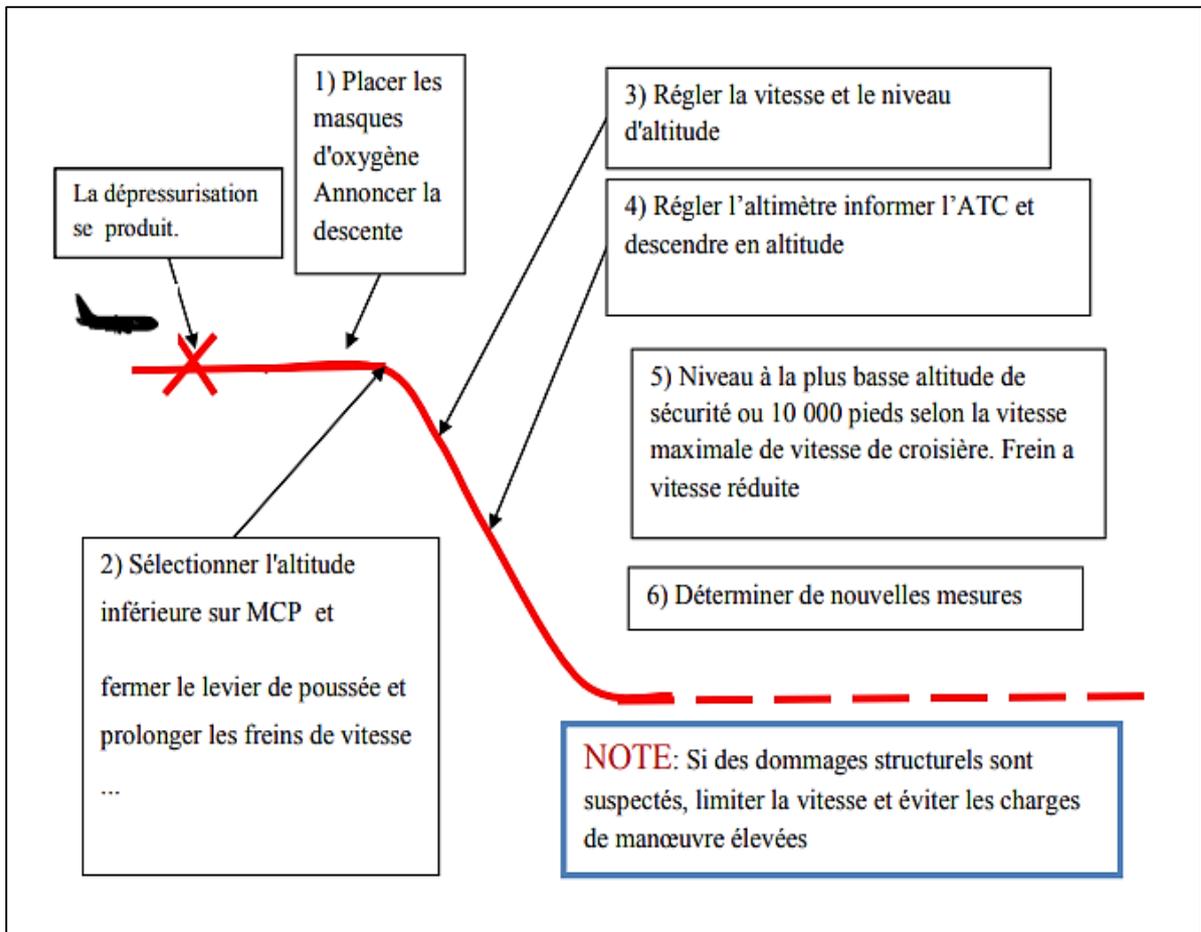


Figure III-12 : Profil générique de descente d'urgence.

### III.4.2.1 Limitation du système d'oxygène :

Suite à une panne de dépressurisation, 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 : fixer un profil en fonction du temps puis le convertir en distance pour les séparations d'obstacles.
- Système gazeux : profil personnalisé (dépend du nombre bouteilles d'oxygène et emplacement des obstacles).

Ce profil de vol représente le niveau maximum auquel l'on peut voler en fonction des capacités du système d'oxygène.

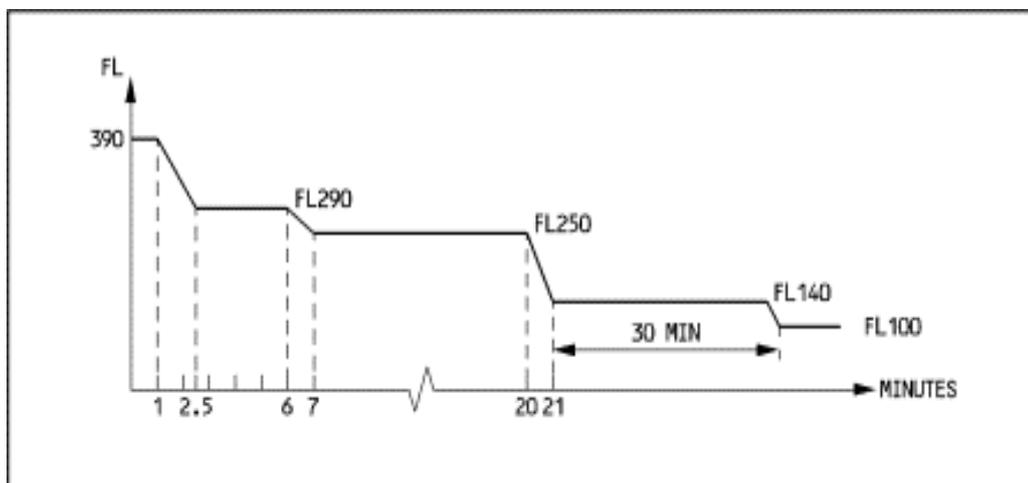


Figure III-13 : Profil de descente- système oxygène (22 minutes). [11]

### III.4.2.2 Limitation des performances :

Le profil de descente ci-dessus, en fonction du temps, doit être converti en un profil de descente de performances, en fonction de la distance. [11]

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

Pour cela on prend en considération :

- La phase de descente : descente d'urgence MMO/VMO. Les freins aérodynamiques peuvent être déployés pour augmenter la vitesse de descente, si nécessaire.
- La phase de croisière : une croisière à vitesse max limité par VMO.

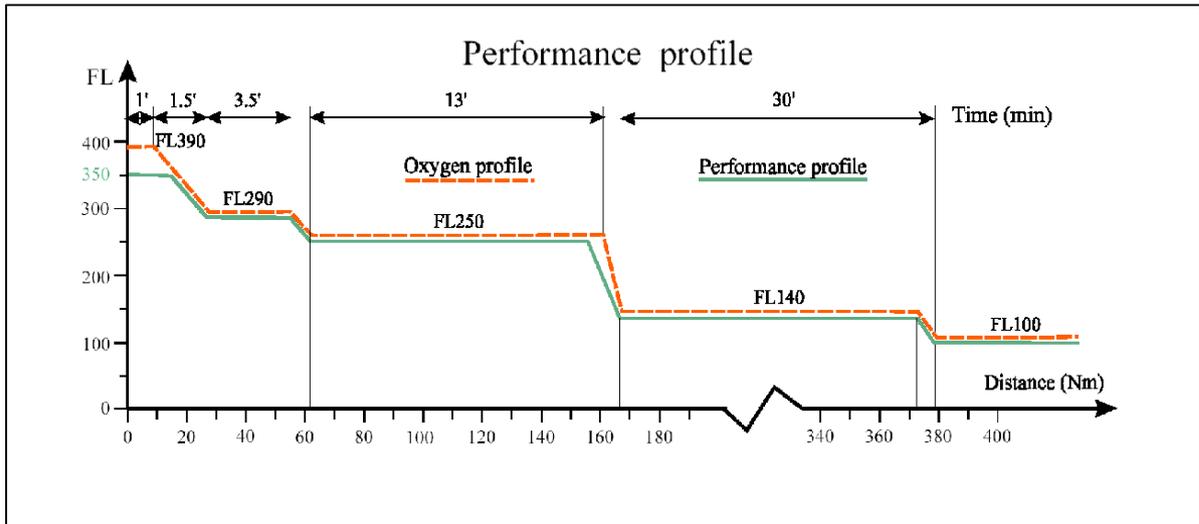


Figure III-14 : Profil de performances - Système d'oxygène (22 minutes). [11]

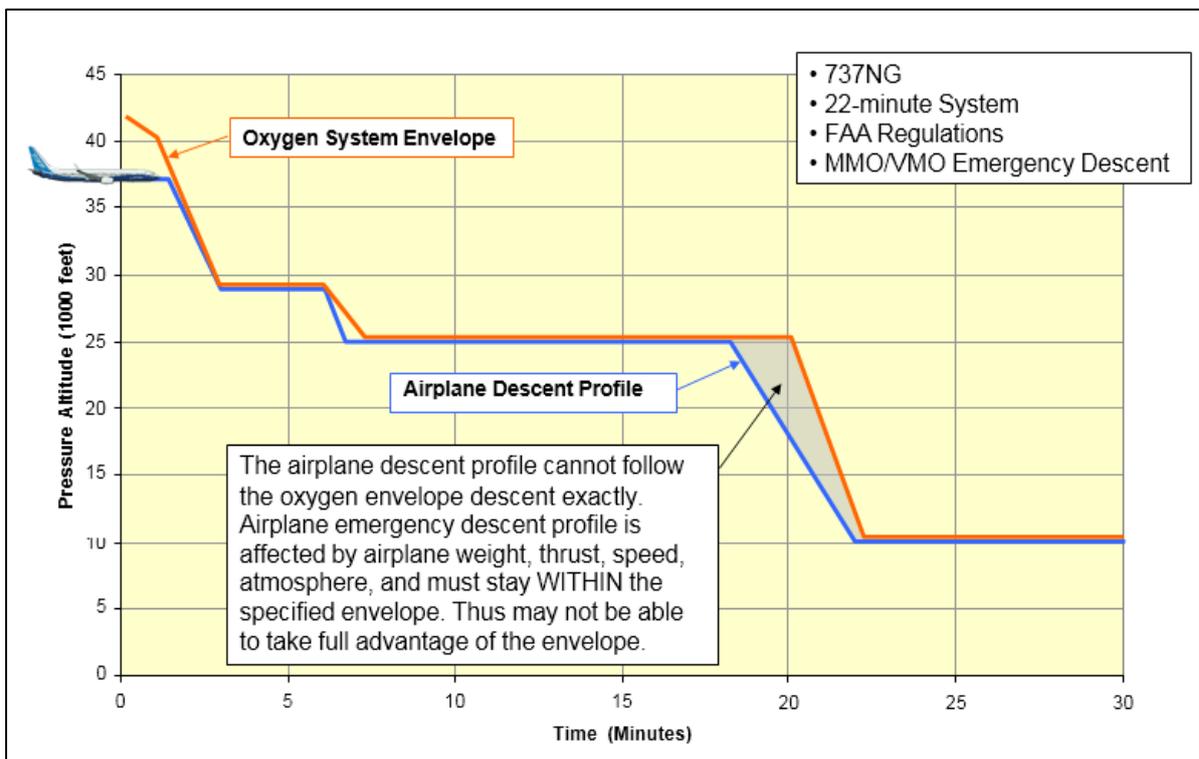


Figure III-15 : Profil de descente et profil oxygène (B737NG). [7]

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

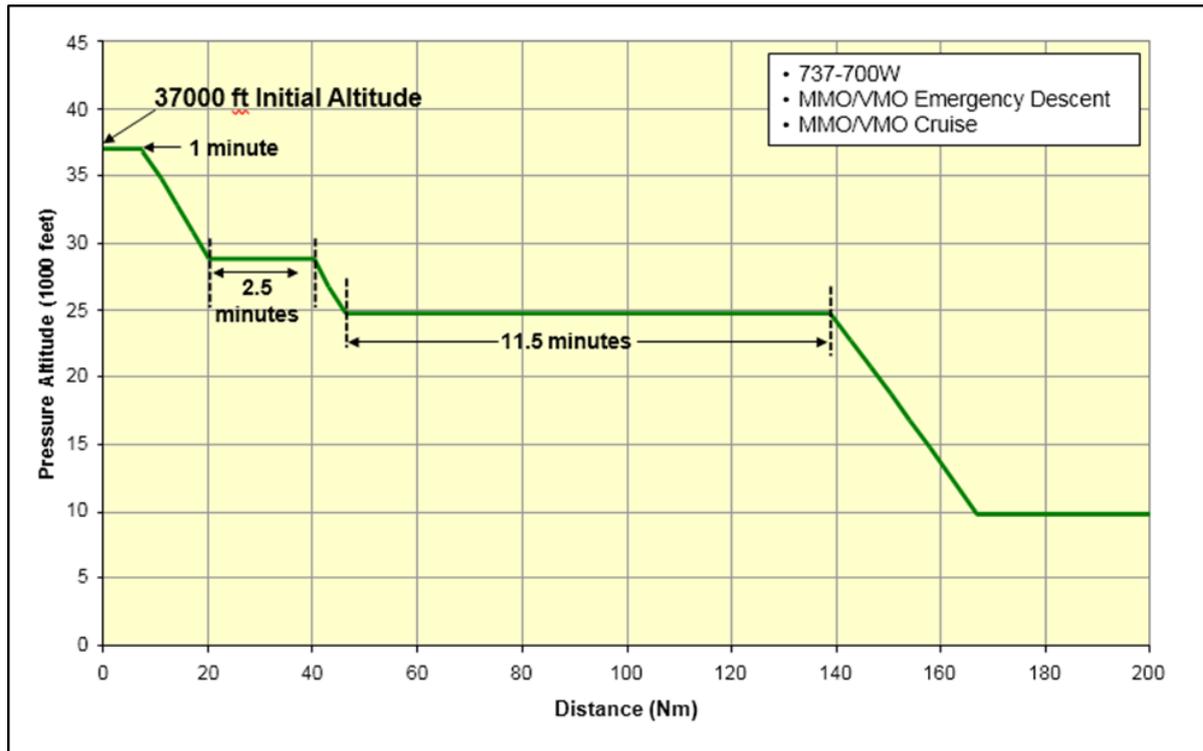


Figure III-16 : Profil de descente en fonction de la distance (B737 -700W). [7]

### NOTE :

En cas de panne de pressurisation en tout point de la route prévue et des itinéraires de dégagement la quantité de carburant embarqué doit permettre de rejoindre un aéroport accessible et y attendre 15mn à 1500ft au-dessus de l'aéroport.

- Lors du survol des zones montagneuses d'altitudes supérieurs à 10000 FT, des escapes route doivent être impérativement élaborés et publiés dans le MANEX PART C.

-Lors d'une dépressurisation la descente se fait en Emergency Descente limitée par VMO/MMO (Sauf dans le cas d'endommagement de fuselage, la vitesse initiale doit être maintenue).

## CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

### III.4.3 Accidents et incidents liés aux pannes de pressurisation de la cabine :

Les pannes de pressurisation dans l'aviation sont des événements graves qui peuvent avoir des conséquences dévastatrices. Au fil des années, plusieurs accidents et incidents tragiques ont été causés par des pannes de pressurisation, mettant en évidence l'importance cruciale de maintenir et de surveiller en permanence ces systèmes vitaux. Voici une liste d'exemples d'accidents et d'incidents causés par des pannes de pressurisation, illustrant les dangers associés à ces défaillances. [12]

Table III-5 : Accidents et incidents liés aux pannes de pressurisation de la cabine. [12]

Date	Lieu	Type d'avion	Domages à l'avion	Blessures
5 janvier 1995	Isfahan, Iran	Lockheed Jetstar	détruit	12 mortelles
L'avion, exploité par l'armée de l'air iranienne, était en phase de montée à travers 2 000 pieds lorsque le pilote a signalé un problème avec le système de pressurisation et a demandé l'autorisation de retourner à la base. Peu de temps après, l'avion a heurté le terrain.				
9 juillet 1995	Chicago	ATR 72-200	léger	1 légère
Une porte de cabine principale récemment installée, avec une poignée qui se déplaçait dans la direction opposée, s'est ouverte peu après le décollage et s'est séparée de l'avion alors que l'équipage de conduite revenait pour l'atterrissage. Une hôtesse de l'air assise près de la porte lorsqu'elle s'est ouverte s'est blessée au bras en tombant en s'éloignant de la porte.				
9 août 1995	Cordoba, Argentine	CASA CN-235-200	léger	1 mortelle
L'avion était en phase de montée à travers 6 000 pieds lorsque la porte principale de la cabine s'est ouverte. Une hôtesse de l'air debout près de la porte a été emportée par-dessus bord.				
23 août 1995	Océan Pacifique	Lockheed L-1011	important	aucune
Une décompression rapide s'est produite au niveau de vol (FL) 330. L'équipage de conduite a effectué une descente d'urgence, est retourné à Los Angeles et s'est posé sans autre incident environ deux heures plus tard. Le plancher de pression arrière s'était séparé de la partie supérieure du fuselage en raison de la défaillance des longerons mal fixés.				
25 août 1995	Budapest, Hongrie	Boeing 737-300	important	aucune
L'équipage de conduite n'était pas conscient que la queue avait heurté la piste lors du décollage. Pendant la montée, l'équipage a rencontré des problèmes de pressurisation de la cabine et a décidé de retourner à Budapest.				

### CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

---

<b>14 février 1996</b>	<b>Caracas, Venezuela</b>	<b>Douglas DC-9-50</b>	<b>important</b>	<b>aucune</b>
<p>L'avion était en phase de montée à travers 20 000 pieds lorsqu'une dépressurisation rapide s'est produite. L'équipage de conduite est retourné à Caracas. Une partie de la cloison arrière de pression avait cédé en raison de fissures de fatigue qui ont commencé près de l'évidement pour la porte de la cabine.</p>				
<b>12 mai 1996</b>	<b>Indianapolis</b>	<b>Boeing 727-200</b>	<b>aucun</b>	<b>11 légères</b>
<p>L'avion était en route de Chicago à St. Petersburg, en Floride, au niveau de vol (FL) 330 lorsque le klaxon d'avertissement d'altitude de cabine a retenti. Le commandant de bord, le pilote surveillant, a remarqué que le groupe de climatisation droit était éteint, et lui-même ainsi que l'ingénieur de vol ont tenté de le réenclencher sans utiliser de liste de vérification. L'ingénieur de vol a involontairement ouvert la soupape de sortie d'air, provoquant une dépressurisation complète de la cabine. Le commandant de bord, l'ingénieur de vol et l'agent de bord en chef ont perdu connaissance. Les masques à oxygène se sont déployés dans la cabine et ont été utilisés par les autres agents de bord et les passagers. Le copilote, qui avait enfilé son masque à oxygène lors du premier avertissement, a effectué une descente d'urgence. Les autres membres de l'équipage ont repris connaissance pendant la descente et l'avion a été posé à Indianapolis sans autre incident.</p>				
<b>13 février 1997</b>	<b>Atlanta</b>	<b>Boeing 727-200</b>	<b>léger</b>	<b>aucune</b>
<p>L'équipage de conduite a poursuivi le décollage après l'allumage du voyant d'avertissement de la porte cargo arrière. L'équipage a entendu un "pop" et la cabine s'est dépressurisée alors que l'avion était en phase de montée à travers 900 pieds. Le personnel de service au sol n'avait pas correctement fermé la porte.</p>				
<b>30 juillet 1997</b>	<b>Berlin</b>	<b>Lockheed Electra</b>	<b>important</b>	<b>aucune</b>
<p>L'avion était en phase de montée à travers 11 500 pieds lorsque la porte principale de la soute à bagages s'est ouverte. L'équipage de conduite est retourné à Berlin et s'est posé sans autre incident. La porte de la soute à bagages n'avait pas été correctement sécurisée avant le décollage, et le voyant d'avertissement du poste de pilotage avait été réglé si bas qu'il ne pouvait pas être vu.</p>				
<b>8 août 1998</b>	<b>Baker, Nevada, États-Unis</b>	<b>Piper Cheyenne</b>	<b>détruit</b>	<b>3 mortelles</b>
<p>Peu de temps après que le pilote a signalé une perte de pressurisation à FL 270, l'avion a rapidement descendu et s'est écrasé au sol. L'avion avait été limité à une altitude de fonctionnement maximale de 12 500 pieds après qu'une inspection effectuée 10 mois plus tôt ait révélé que le système d'oxygène nécessitait une maintenance.</p>				

### CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

---

<b>25 octobre 1999</b>	<b>Aberdeen, Dakota du Sud, US</b>	<b>Gates Learjet 35</b>	<b>détruit</b>	<b>6 mortelles</b>
<p>L'avion effectuait un vol charter d'Orlando, en Floride, à Dallas. La communication radio a été perdue peu de temps après que l'équipage de conduite a signalé une montée à travers FL 230 et a été autorisé à monter jusqu'à FL 390. L'avion a continué à voler vers le nord-ouest pendant 3,7 heures et a atteint une altitude de 40 600 pieds. L'avion a commencé à descendre après que le moteur gauche ait calé.</p>				
<b>13 juin 2000</b>	<b>Rio de Janeiro, Brésil</b>	<b>Boeing 737-200</b>	<b>important</b>	<b>aucune</b>
<p>Une dépressurisation rapide s'est produite à FL 290. Une fissure de 28 pouces (71 cm) a été trouvée dans la structure au-dessus de la porte de service avant.</p>				
<b>15 septembre 2001</b>	<b>Belo Horizonte, Brésil</b>	<b>Fokker 100</b>	<b>important</b>	<b>1 mortelle</b>
<p>L'avion était en route de Recife à São Paulo lorsqu'une défaillance non contenue du moteur s'est produite. Des débris ont pénétré dans la cabine, tuant un passager. L'équipage de conduite a effectué un atterrissage d'urgence à Belo Horizonte.</p>				
<b>17 février 2002</b>	<b>San Juan, Argentine</b>	<b>Boeing 737-200</b>	<b>non disponible</b>	<b>non disponible</b>
<p>L'équipage de conduite a effectué un atterrissage d'urgence suite à une dépressurisation de la cabine. Une petite fissure a été trouvée dans la structure de l'avion à l'arrière de la porte avant gauche.</p>				
<b>23 août 2003</b>	<b>Denver</b>	<b>Beech 1900D</b>	<b>léger</b>	<b>aucune</b>
<p>L'avion était en phase de montée à travers 8 000 pieds lorsque la porte de la cabine s'est ouverte. L'équipage de conduite est retourné à Denver. Le rapport indique que le copilote n'a pas vérifié que la porte de la cabine était correctement fermée avant le décollage.</p>				
<b>5 décembre 2004</b>	<b>Anchorage, Alaska, États-Unis</b>	<b>Boeing 747-100SR</b>	<b>léger</b>	<b>aucune</b>
<p>Après qu'une dépressurisation rapide se soit produite en croisière à FL 300, l'équipage de conduite est retourné à Anchorage. Une déchirure de 12 pouces (30 cm) a été trouvée le long d'une ligne de rivets entre le puits de train d'atterrissage avant et la baie de service électronique.</p>				
<b>13 mai 2005</b>	<b>Denver</b>	<b>McDonnell Douglas MD-88</b>	<b>important</b>	<b>aucune</b>
<p>Une tige d'actionneur de train d'atterrissage avant cassée a perforé la cloison avant de pressurisation pendant la montée initiale. Après avoir confirmé avec les contrôleurs de la tour que le train d'atterrissage semblait être sorti et verrouillé, l'équipage de conduite a atterri sans autre incident.</p>				

### CHAPITRE III. GÉNÉRALITÉ SUR LA PRESSURISATION

---

<b>14 août 2005</b>	<b>Grammatikos, Grèce</b>	<b>Boeing 737-300</b>	<b>détruit</b>	<b>121 mortelles</b>
<p>Le signal d'alarme d'altitude de cabine a retenti lorsque l'avion était en montée à travers 12 000 pieds lors d'un vol de Larnaka, Chypre, à Athènes. Un rapport préliminaire indique que le commandant de bord était en communication radio avec le personnel d'entretien de la compagnie aérienne jusqu'à ce que l'avion passe à travers 28 900 pieds. L'avion, apparemment piloté en pilote automatique, est entré dans une attente près d'Athènes à FL 340. Les deux moteurs se sont éteints plus d'une heure plus tard et l'avion est descendu jusqu'au sol.</p>				
<b>24 août 2005</b>	<b>Shanghai, Chine</b>	<b>Airbus A340-310</b>	<b>léger</b>	<b>aucune</b>
<p>L'équipage de conduite n'était pas conscient d'une friction de la queue qui s'était produite, causant des dommages importants lors du décollage de Shanghai. Des indications d'un problème de pressurisation de la cabine sont apparues lorsque l'avion a atteint 9 900 pieds. L'équipage est retourné à Shanghai.</p>				
<b>9 novembre 2005</b>	<b>Tanta, Australie</b>	<b>Boeing 737-700</b>	<b>aucun</b>	<b>aucune</b>
<p>Environ 11 minutes après que l'avion a atteint FL 400, le commandant de bord a ressenti un malaise à l'estomac et des douleurs aux oreilles, et a remarqué que l'altitude de pression de la cabine augmentait à une vitesse de 4 000 pieds par minute. Le signal d'alarme d'altitude de cabine a retenti environ 44 secondes après que l'équipage ait commencé une descente d'urgence jusqu'à 10 000 pieds. L'avion a été atterri à la destination, Melbourne. Les deux soupapes de décompression positive avaient échoué.</p>				
<b>26 décembre 2005</b>	<b>Seattle</b>	<b>McDonnell Douglas MD-83</b>	<b>important</b>	<b>aucune</b>
<p>L'avion était en phase de montée à travers 24 000 pieds lorsque l'équipage de conduite a entendu un bruit fort et que la cabine s'est rapidement dépressurisée. L'équipage est retourné à Seattle et a atterri sans autre incident. Un trou de six par 12 pouces (15 par 30 cm) a été trouvé dans la fuselage droit, entre les portes de chargement avant et centrale. Un agent de service au sol a déclaré qu'il avait heurté l'avion avec un tracteur ; il n'avait pas signalé l'incident avant le départ de l'avion.</p>				

### **III.4.3.1 L'influence de ces accidents et incidents sur l'évolution du système de pressurisation :**

Ces accidents et incidents ont eu une influence significative sur l'évolution des systèmes de pressurisation dans l'aviation. Les leçons tirées de ces événements ont conduit à des améliorations et à des changements dans la conception, la maintenance et les procédures de contrôle des systèmes de pressurisation des avions.

- Années 1980-1990 : Les incidents liés à la pressurisation, tels que les défaillances des portes de cabine ou les problèmes de maintenance, conduisent à une attention accrue portée aux normes de sécurité et à des procédures de contrôle plus rigoureuses. Les systèmes de pressurisation deviennent plus fiables et mieux intégrés dans la conception des avions.
- Années 2000 à aujourd'hui : Les normes de sécurité continuent d'évoluer, et les systèmes de pressurisation sont soumis à des réglementations strictes pour garantir leur fiabilité et leur performance. Les avancées technologiques permettent de développer des systèmes de pressurisation plus efficace et de mieux contrôler les conditions de pressurisation à différentes altitudes.

---

**CHAPITRE IV**

**LA MÉTHODE ET LES OUTILS DE  
TRAVAIL**

---

### **Introduction :**

Ce chapitre nous permettra de comprendre les logiciels, les outils utilisés et leurs fonctionnements, ainsi que la méthodologie de travail.

### **IV.1 Partie 01 : Les logiciels et outils utilisés**

#### **IV.1.1 Les cartes de navigation (cartes JEPPESEN) :**

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

Les cartes Jeppesen présentent, de façon harmonisée au niveau mondial, des données qui sont disponibles dans chaque pays, fournies par les administrations locales, de façon hétérogène. On les surnomme les "Jepp".

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

Jeppesen édite ces 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 de vol.

Les informations représentées sur ces cartes définissent :

- Les MORA, les GRID 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.

Ainsi que d'autres informations, utilisées lors des vols et leurs planifications. [14]

# CHAPITRE IV. LA MÉTHODE ET LES OUTILS DE TRAVAIL

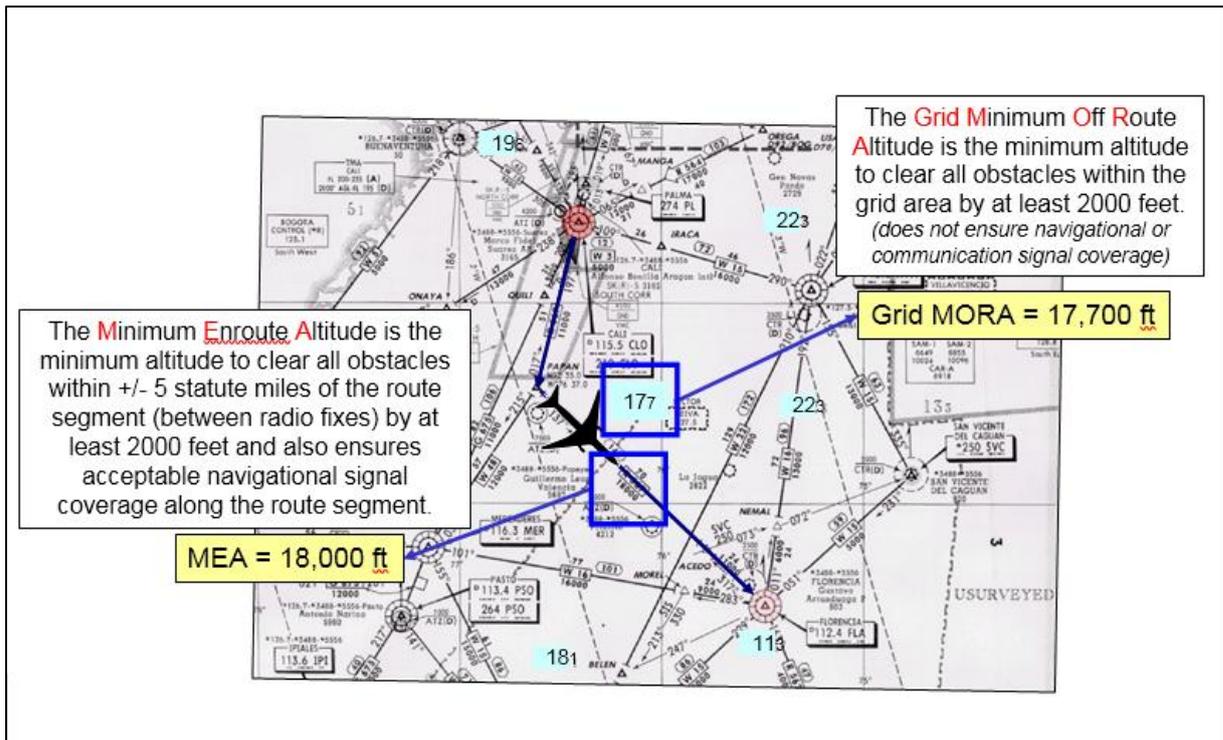


Figure IV-1 : Capture 1 - Carte Jeppesen. [7]

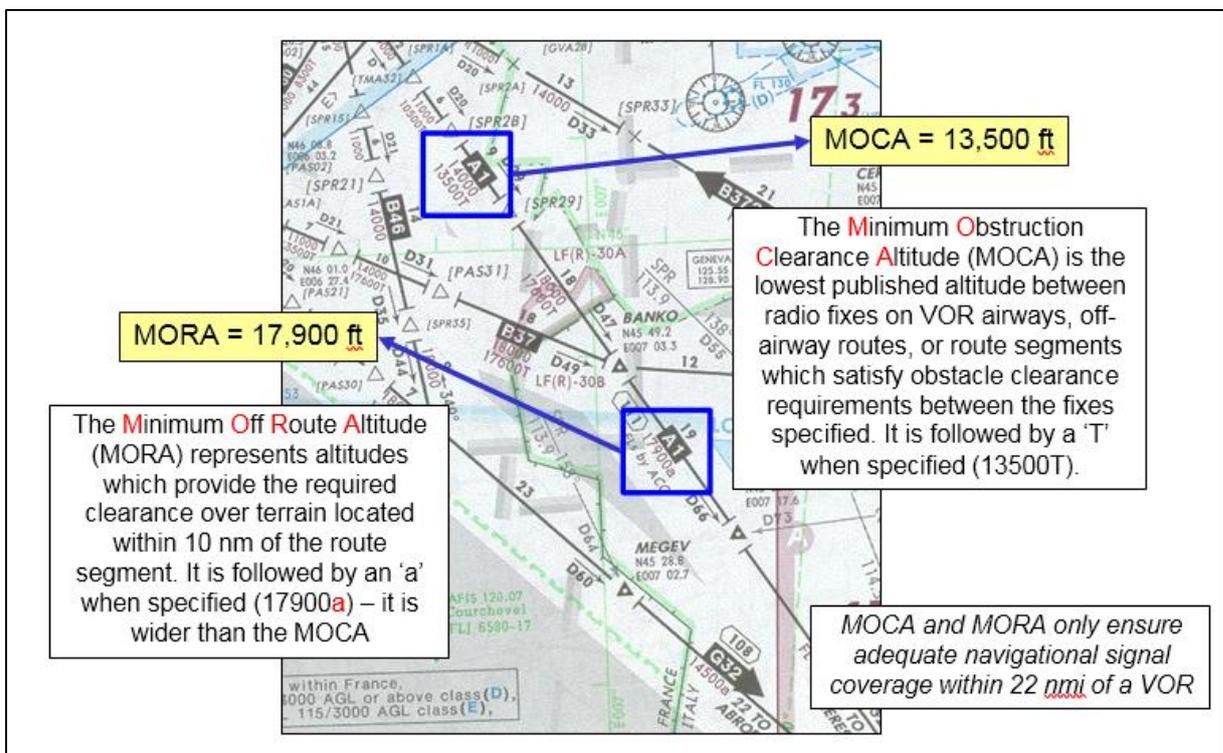


Figure IV-2 : Capture 2 - Carte Jeppesen. [7]

### 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 faciles 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.

### **IV.1.2 PET (Performance Engineers Tool) :**

C'est un logiciel mis en œuvre par Boeing conçu pour calculer et rapporter toutes les informations sur les performances de toutes les catégories d'avions Boeing pendant toutes les phases de vol ; il est également certifié dans l'AFM (Aircraft Flight Manual) pour les modèles les plus récents d'avions Boeing, tels que le (B787, 747-8, 737).

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

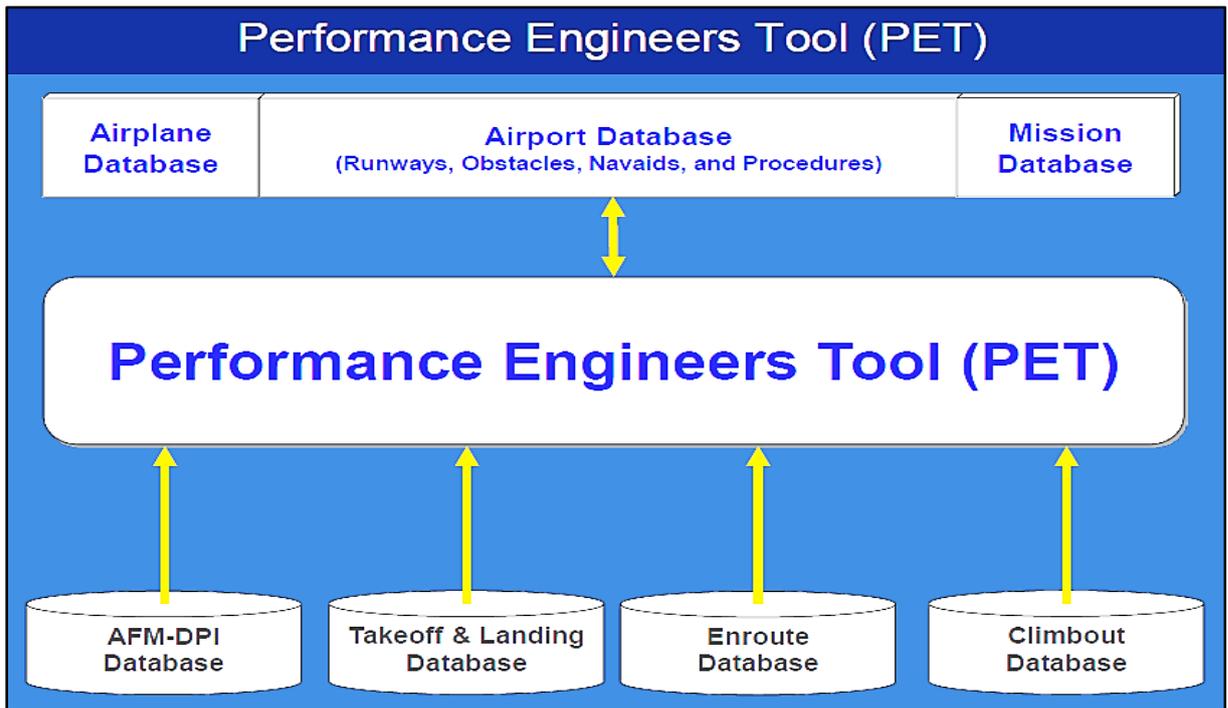


Figure IV-3 : schéma explicatif de l’outil PET.

L’outil PET permet le calcul des performances : Atterrissage, Décollage, Trajectoire de vol, Suivi des performances de l’avion.

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

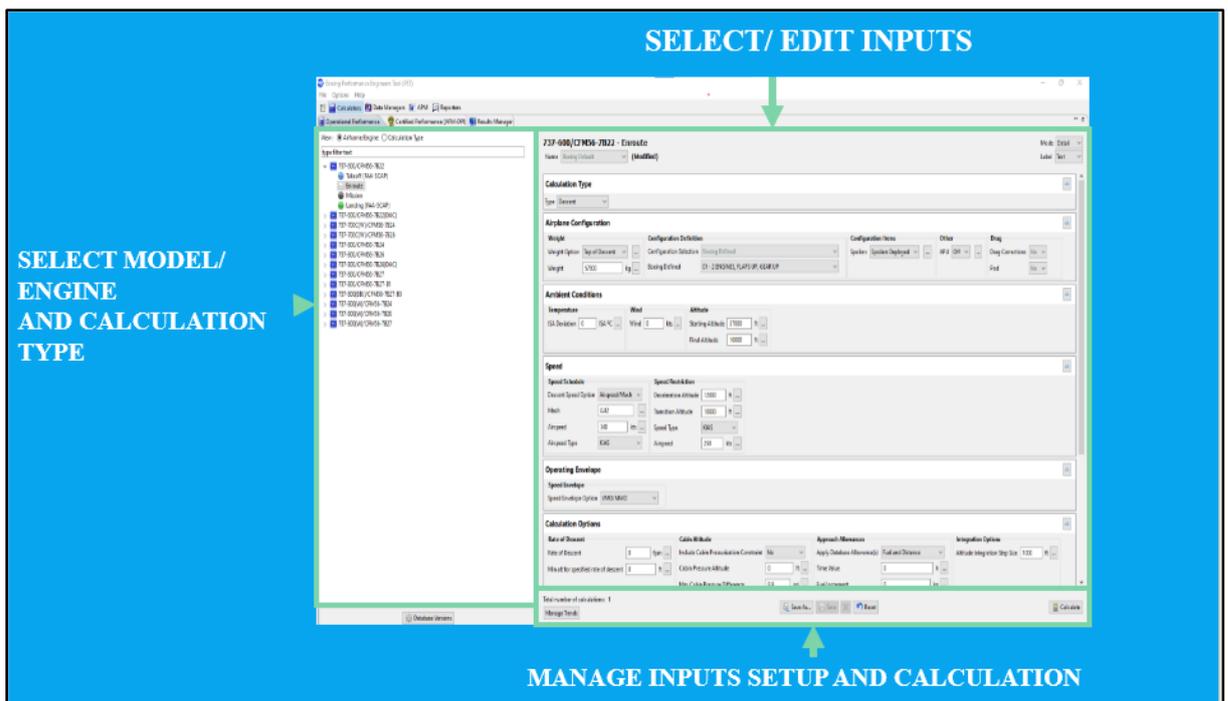


Figure IV-4 : Fenêtres de calcul de l’outil PET.

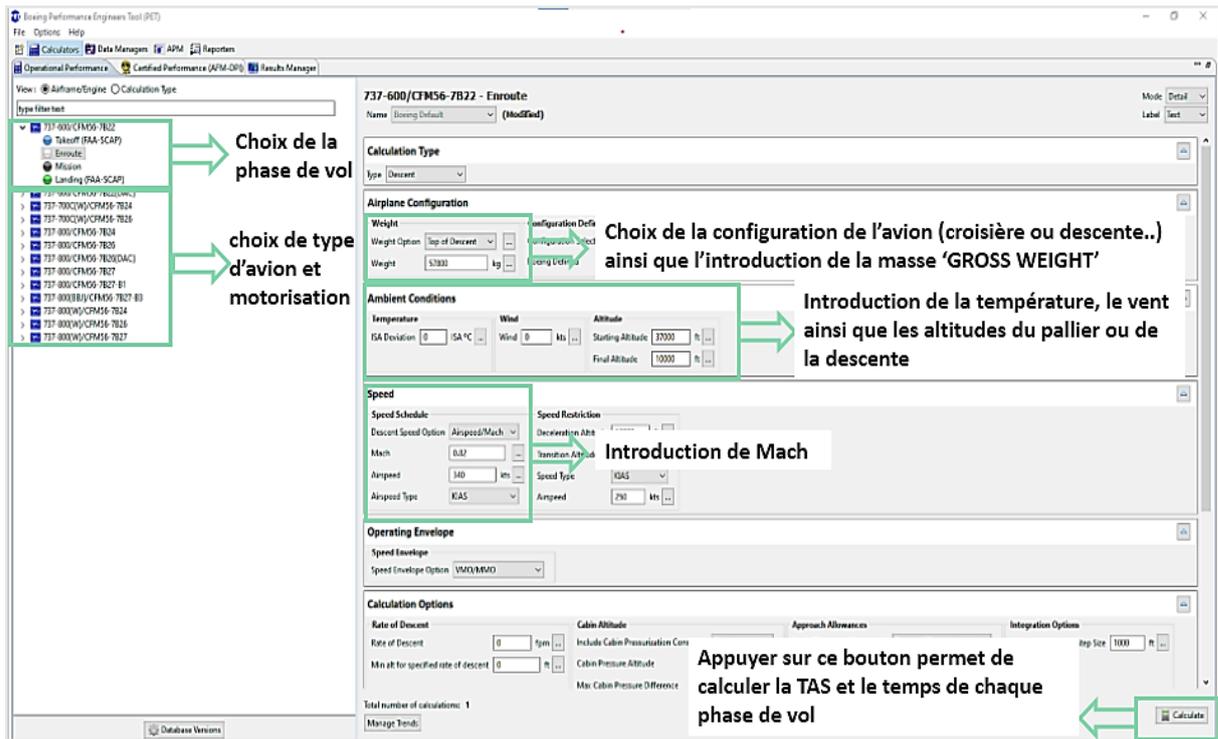


Figure IV-5 : Fenêtres d'insertion des données de calcul de l'outil PET.

### IV.1.3 TIPS (Training Interface Program software):

C'est un outil mis en œuvre par AIRBUS, ce programme utilise une base de données saisie ou téléchargée concernant les informations de distance, d'obstacles situés le long de la route, ce logiciel nous établit un profil de descente de l'avion en fonction de notre cas de panne moteur ou de pressurisation. Les résultats obtenus sont représentés sous forme de graphiques.

Cet outil dispose de 4 options représentées par :

## IV.1.3.1 Drawing options :

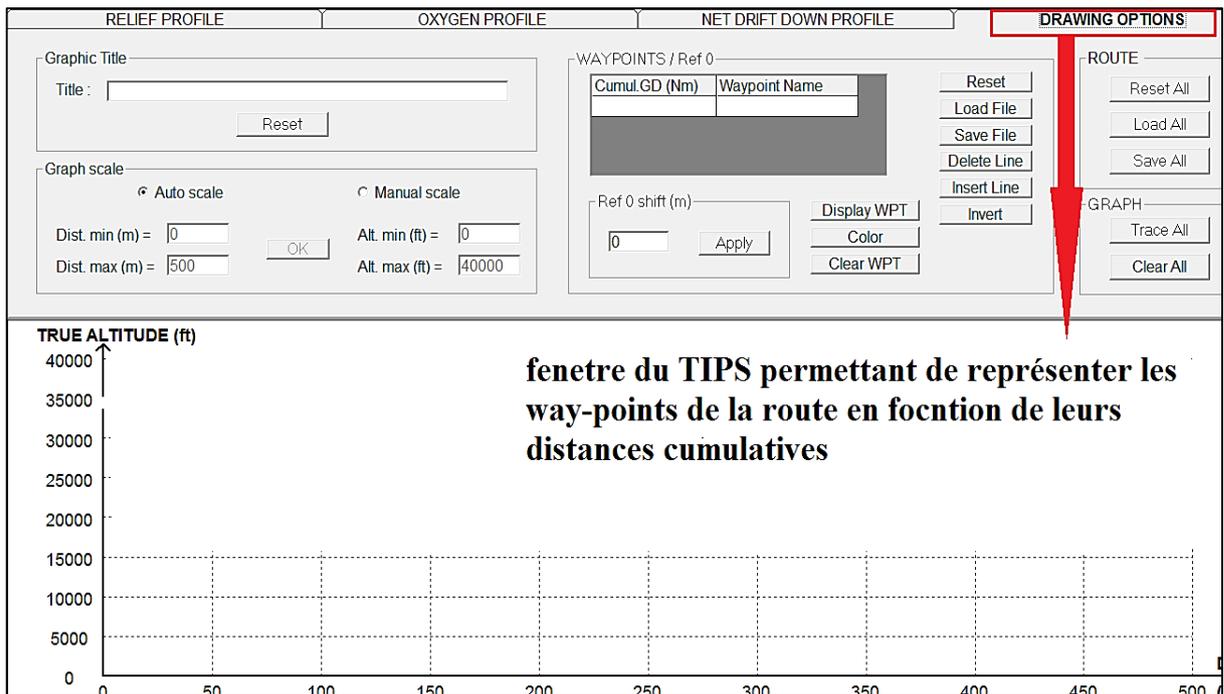


Figure IV-6 : Fenêtre explicative de la section drawing option de l'outil TIPS.

## IV.1.3.2 Relief profile :

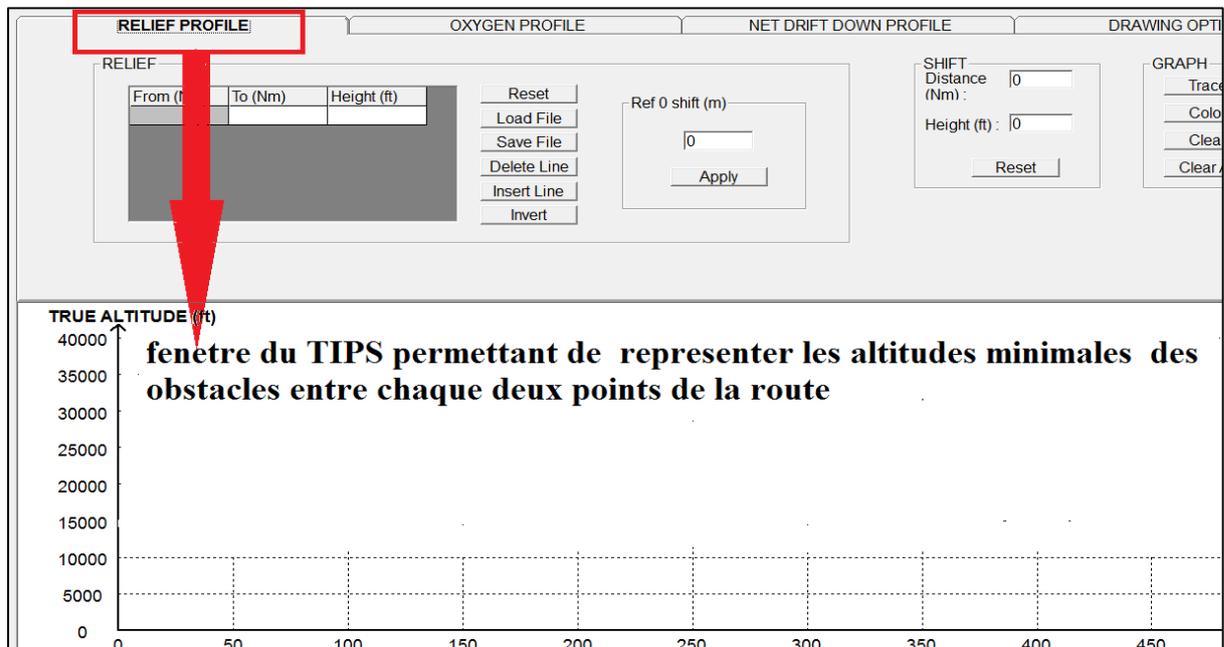
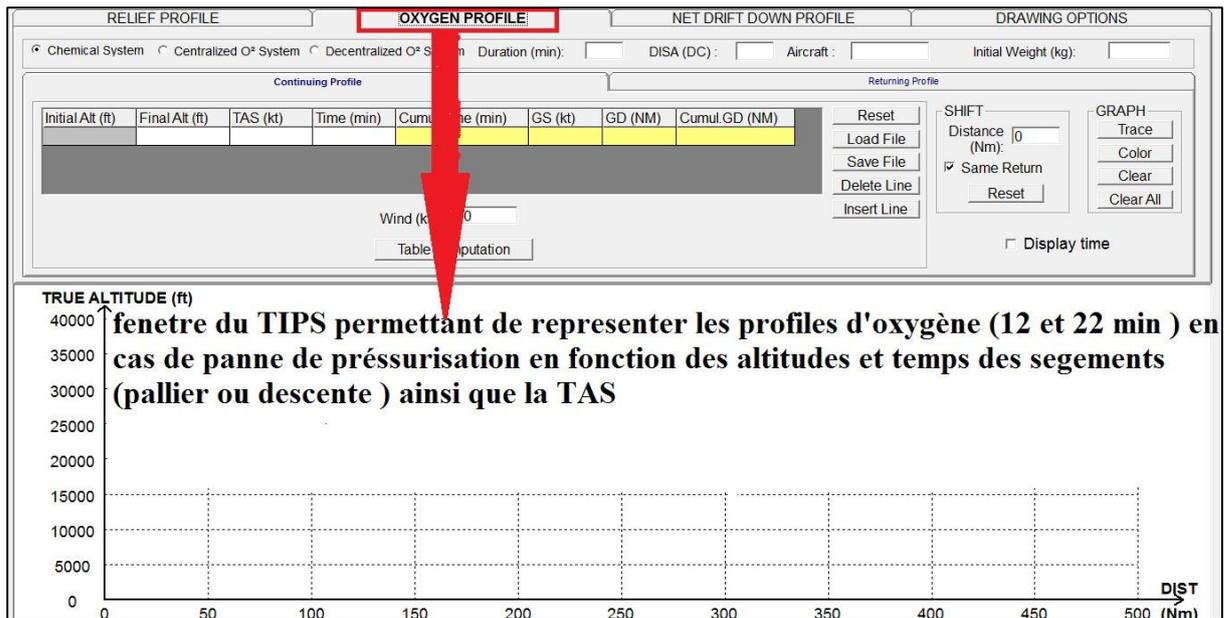


Figure IV-7 : Fenêtre explicative de la section relief profile de l'outil TIPS.

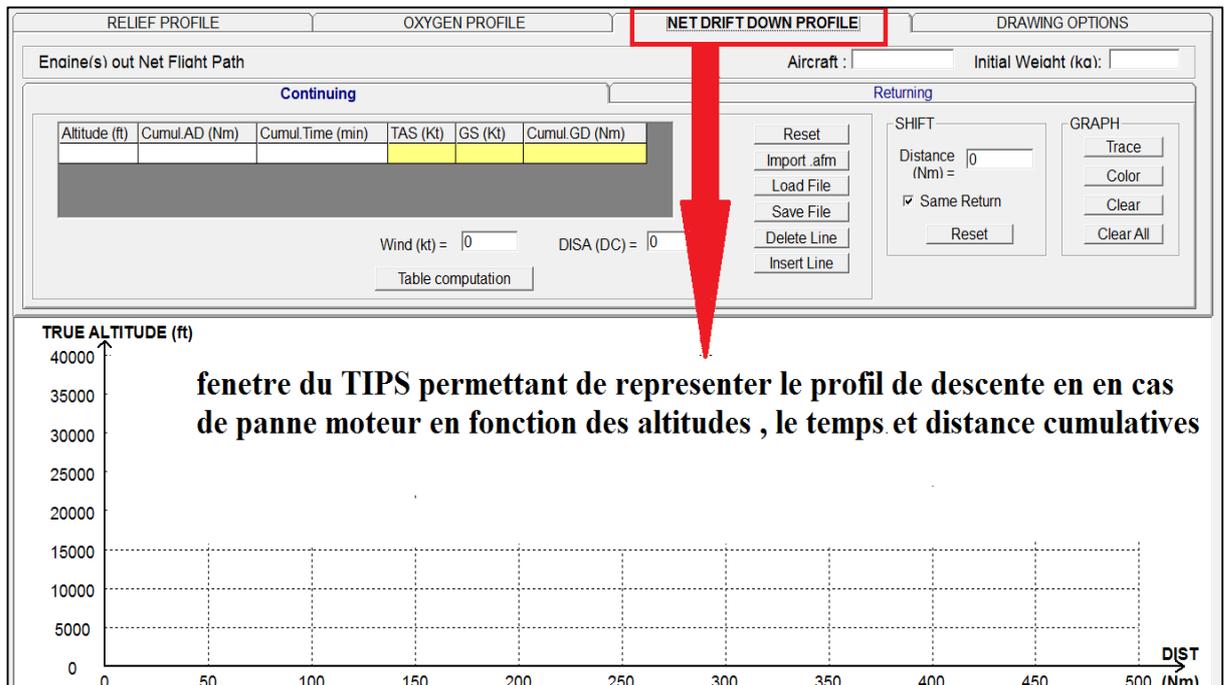
IV.1.3.3 Oxygen profile:



fenêtre du TIPS permettant de représenter les profils d'oxygène (12 et 22 min) en cas de panne de pressurisation en fonction des altitudes et temps des segments (pallier ou descente) ainsi que la TAS

Figure IV-8 : Fenêtre explicative de la section oxygène profile de l'outil TIPS.

IV.1.3.4 Net drift down profile :



fenêtre du TIPS permettant de représenter le profil de descente en cas de panne moteur en fonction des altitudes, le temps et distance cumulatives

Figure IV-9 : Fenêtre explicative de la section net drift down profile de l'outil TIPS.

### IV.1.4 FPPM (Flight Planning and Performance Manual):

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

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 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. [9]

### IV.1.5 Jet Plan :

Un plan de vol est un ensemble d'informations spécifiques sur un vol ou une partie de vol planifié qui est communiqué aux organismes de contrôle du trafic aérien. Il est utilisé pour initier la communication avec les contrôleurs aériens et pour fournir des informations aux sauveteurs en cas d'accident. Il contient des informations sur l'identité et les caractéristiques de l'avion, ainsi qu'une description de la trajectoire. L'obligation de déposer un plan de vol varie selon les pays. Il est généralement exigé pour tous les vols non locaux ou les vols qui ont lieu lorsque la visibilité est mauvaise.

Le plan de vol est un document crucial dans l'aéronautique, contenant des informations essentielles pour la conduite d'un vol. Il comprend des détails tels que le point de départ, la destination, l'itinéraire prévu, les niveaux de vol, les vitesses, les points de cheminement, les temps estimés, les quantités de carburant requises et d'autres données pertinentes. Ce document est préparé par le service de planification de vol, puis soumis aux autorités compétentes pour des raisons de sécurité et de coordination du trafic aérien.

### IV.2 Partie 02 : La méthode suivie lors du travail :

Pendant notre travail visant à déterminer les procédures opérationnelles à suivre lors du survol de la zone montagneuse des Alpes, nous avons suivi plusieurs étapes.

Tout d'abord, nous avons créé les plans de vol qui identifient les trajectoires à suivre pour les vols aller d'Alger vers Metz-Nancy/Lorraine, Alger vers Basel-Mulhouse et Alger vers Genève, en déterminant également les niveaux de vol. Ensuite, nous avons utilisé la fonctionnalité "Terrain Reports" de JetPlanner pour obtenir le profil du terrain, y compris tous les obstacles, dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de chaque route. Les informations collectées nous ont permis de définir les tableaux présentés dans le chapitre V, dans ces tableaux, nous avons calculé, pour chaque route, la distance parcourue (en NM) entre chaque point de la route et le point suivant, ainsi que la hauteur de l'obstacle présent (MORA).

Puis nous avons utilisé un programme appelé PET dans lequel nous avons introduit des entrées telles que la 'gross weight' afin de recevoir des sorties telles que la distance air, TAS et le temps. Après nous avons effectué les calculs mentionnés ci-dessous (chapitre V) afin d'obtenir le temps et les vitesses de croisière et de descente.

Ensuite, nous sommes passés à un autre logiciel appelé TIPS pour tracer les profils d'oxygène en utilisant toutes les informations collectées précédemment dans le but de déduire les parallèles importants de notre étude :

- Le parallèle de non continuité NCP, toute panne de pressurisation qui se produit avant d'atteindre ce parallèle le commandant de bord doit immédiatement retourner à l'aéroport de départ ou vers un aéroport de dégagement plus proche en fonction de la situation critique en suivant les procédures étudiées.

## CHAPITRE IV. LA MÉTHODE ET LES OUTILS DE TRAVAIL

---

- Le parallèle de non-retour NRP, qui est à l'opposé du NCP ; pour chaque panne de pressurisation, le commandant de bord doit continuer vers l'aéroport de destination ou vers un aéroport de dégagement plus proche en fonction de la situation critique et de sa position, en suivant les procédures étudiées.

A l'aide des cartes JEPPESEN, nous traçons les nouvelles routes à suivre et déterminons les aérodromes de dégagement disponibles les plus proches, en vérifiant toujours les hauteurs des obstacles.

Enfin, le logiciel TIPS nous permet de finaliser notre étude et d'avoir toutes les procédures d'urgence lors d'une dépressurisation à appliquer par le commandant de bord. Lors de la phase retour (METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGE, BASEL-MULHOUSE vers ALGER, GENÈVE vers ALGER et FRANCFORT vers ALGER) nous avons dû refaire toutes ces étapes de travail mentionnées ci-dessous avec toutes les nouvelles routes, valeurs, calculs, points, obstacles et destinations.

---

**CHAPITRE V**

**L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES**

---

## **PROBLÉMATIQUE :**

Comme nous l'avons mentionné précédemment, il est nécessaire de mener une étude visant à développer des procédures à suivre en cas de panne de pressurisation lors des vols dans des zones montagneuses. Cependant, le problème se pose lors de l'élaboration de procédures spécifiques pour chaque route aérienne. Le jour du vol, lorsque nous transmettons le plan de vol à l'Eurocontrol, il est possible qu'ils nous demandent d'apporter des modifications à la route ou de changer complètement le trajet en fonction du trafic du jour. Dans ce cas, nos procédures spécifiques deviendraient inutiles.

Afin de résoudre cette problématique, nous proposons d'élaborer des procédures par zone plutôt que par route, comme cela sera présenté dans ce chapitre.

### **Introduction :**

Dans ce chapitre nous allons faire l'étude d'élaboration des escapes routes, en utilisant les cartes jeppesen pour le traçage des routes et les deux logiciels, PET pour les calculs de performance en route, et le TIPS pour le traçage des deux profils obstacle et oxygène.

### **V.1 Étude de la zone :**

#### Conditions :

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

- 12 minutes B737-600 NG, B737-800 NG.
- Décollage avec limite structural.
- Température ISA, vent M50KT.
- Tout obstacle localisé dans un couloir de 30NM de part et d'autres de la route sera pris en compte.
- Marge de franchissement d'obstacles 2000 ft.
- Le vol après la panne de dépressurisation est effectué à MMO/VMO.
- En cas en vol de retour, 2 minutes sont perdues après un virage (phase de descente).

#### Les vols inclus dans chaque zone :

- Pour la zone ALLER sont les suivantes :

ALGER vers METZ –NANCY /LORRAINE

ALGER vers BASEL-MULHOUSE

ALGER vers GENÈVE

- Pour la zone RETOUR sont les suivantes :

METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGER

BASEL-MULHOUSE vers ALGER

GENÈVE vers ALGER

FRANCFORT vers ALGER

**V.2 Étude de l'adéquation des aéroports de dégagement en routes et à destinations :**

**V.2.1 Aérodrome adéquat :**

- Les performances exigées à l'atterrissage sont compatibles avec l'avion considéré.
- L'aérodrome est utilisable et équipé des moyens et équipements nécessaires :  
Services CA, éclairage suffisant, systèmes de communication, bulletins MTO, aides à la navigation aérienne, services de secours.

On regroupe les caractéristiques (pistes : PCN et dimension des pistes) des aéroports de dégagement en routes et à destinations qu'on a choisi dans le tableau ci-dessous :

Table V-1 : Les aéroports de dégagement.

Aéroports	Pistes	PCN	Dimensions (M)	SSLIA	adéquation	
					B737-600	B737-800
Alger DAAG/ALG	09/27 05/23	78/F/D/W/T 100/F/D/W/T	3500*45 3500*60	9	Adéquat	Adéquat
Marseille LFML/MRS	13L/31R 13R/31L	58/R/B/W/T 70/F/C/W/T	3440*45 2370*45	9	Adéquat	Adéquat
Nice LFMN/NCE	04L/22R 04R/22L	77/F/A/W/T 76/F/B/W/T	2628*45 2963*45	9	Adéquat	Adéquat
Lyon LFLL/LYS	17L/35R 17R/35L	119/F/A/W/T 101/F/A/W/T	2670*45 4000*45	9	Adéquat	Adéquat
Torino LIMF/TRN	18/36	107/F/A/W/T	3300*60	9	Adéquat	Adéquat
Genève LSGG/GVA	04/22	81/R/B/W/T	3900*50	9	Adéquat	Adéquat
Basel-Mulhouse LFSB/BSL	07/25 15/33	75/R/A/W/T 90/R/B/W/T	1715*60 3900*60	9	Adéquat	Adéquat
Metz-Nancy LFJL/ETZ	04/22	69/F/C/W/T	3050*45	7	Adéquat	Adéquat
Francfort EDDF/FRA	07C/25C 07L/25R 07R/25L	74/F/A/W/T 74/R/A/W/T 74/F/A/W/T	4000*60 2800*45 4000*45	10	Adéquat	Adéquat

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### V.3 La zone 01 (Aller) :

#### V.3.1 Profil d'obstacles :

##### V.3.1.1 ALGER vers METZ –NANCY /LORRAINE :

Table V-2 : ALGER vers METZ –NANCY /LORRAINE.

<b>La route :</b> DAAG PECES UN853 IRMAR FIR FIR VANAS MOBLO UBIMA FIR FIR GILIR UN853 PENDU UL47 GIVOR G21 MONCE MONC3A RWY ALL LFJL		
<b>Distance :</b>	<b>La zone montagneuse :</b>	<b>Au point LUSOL :</b>
0821 NM	La zone montagneuse (ALG-ETZ) est comprise entre les deux points LUSOL (L=N43°46') et GILIR (L=N47°03').  (Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FL 360</b></li> <li>• <b>Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :</b>   <b>M B737-600 NG = 56362kg</b>  <b>M B737-800 NG = 66797kg</b> </li> </ul>

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

Table V-3 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point MAXIR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (ALG-ETZ).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
MAXIR	0	0	23	7778
LUSOL	23	23	52	14060
BODRU	52	52	71	14060
OKTET	71	71	92	14861
IRMAR	92	92	131	14648
VANAS	131	131	152	17781
MOBLO	152	152	171	17781
UBIMA	171	171	230	16911
GILIR	230	230	249	7472
PENDU	249	249	272	6557
IXILU	272	272	281	6646
DIBEX	281	281	292	3473
DANAR	292	292	307	6446
EPL	307	307	331	5622
GIVOR	331	331	334	3227
MONCE	334	334	352	4060
LFJL	352			

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

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

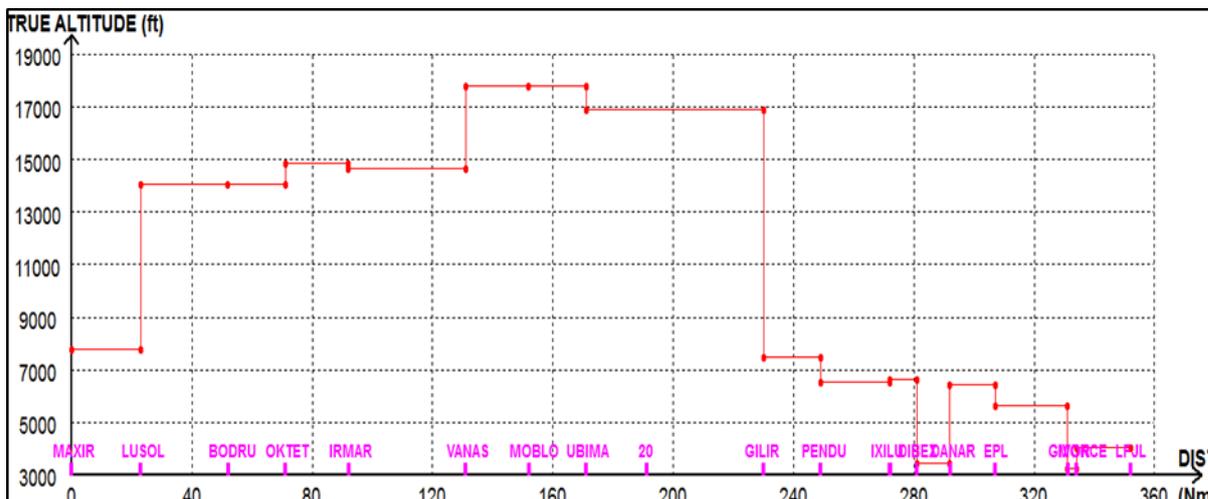


Figure V-1 : Profil obstacles ALGER vers METZ –NANCY /LORRAINE.

### V.3.1.2 ALGER vers BASEL-MULHOUSE :

Table V-4 : ALGER vers BASEL-MULHOUSE.

<b>La route :</b> DAAG PECE1A PECES UN853 ELTAN MHN MEROS UN853 IRMAR FIR FIR VANAS MOBLO FIR LAMUR Z67 KORED N871 KONOL Z59 LUMEL FIR. LFSB		
<b>Distance :</b>	<b>La zone montagneuse :</b>	<b>Au point LUSOL :</b>
0720 NM	La zone montagneuse (ALG-BSL) est comprise entre le point LUSOL (L=N43°46') et l'aéroport LFSB (L=N47°35').  (Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FL 360</b></li> <li>• <b>Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :</b>  <b>M<sub>B737-600 NG</sub> = 55396kg</b> <b>M<sub>B737-800 NG</sub> = 65773kg</b></li> </ul>

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Table V-5 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point MAXIR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (ALG-BSL).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
MAXIR	0	0	23	7778
LUSOL	23	23	52	14060
BODRU	52	52	71	14060
OKTET	71	71	92	14861
IRMAR	92	92	131	14648
VANAS	131	131	152	17781
MOBLO	152	152	203	17781
LAMUR	203	203	221	16108
KORED	221	221	235	16783
KONOL	235	235	260	16783
BALIR	260	260	268	11875
LUMEL	268	268	287	11505
LFSB	287			

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

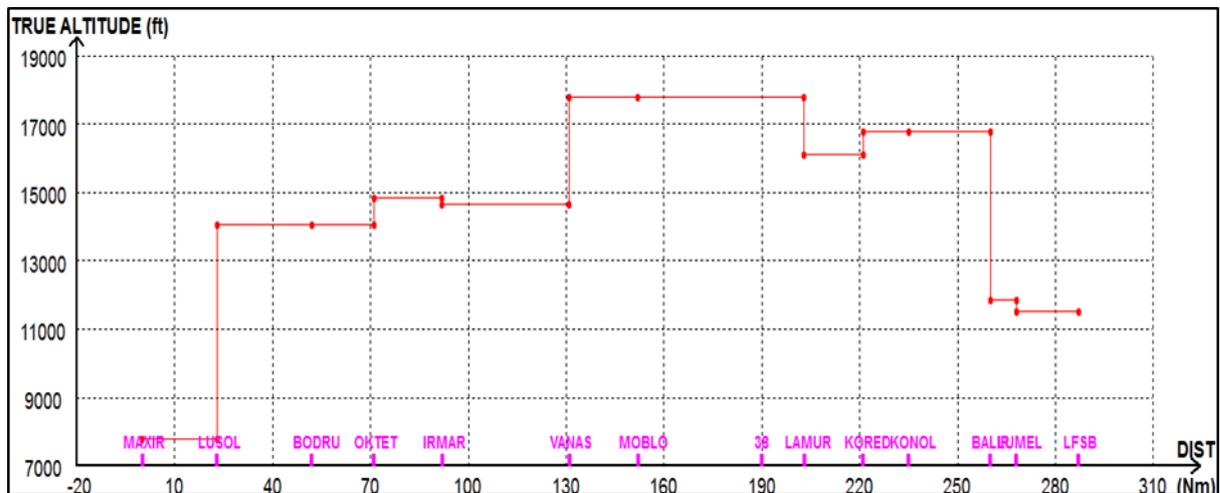


Figure V-2 : Profil obstacles ALGER vers BASEL-MULHOUSE.

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### V.3.1.3 ALGER vers GENÈVE :

Table V-6 : ALGER vers GENÈVE.

<b>La route :</b> DAAG RWY 23 PECE1A PECES UN853 IRMAR FIR FIR KINES KINE2R RWY 22 LSGG		
<b>Distance :</b>  0665 NM	<b>La zone montagneuse :</b>  La zone montagneuse (ALG-GVA) est comprise entre les deux points LUSOL (L=N43°46') et SUVEL (L=N46°09').  (Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)	<b>Au point LUSOL :</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FL 360</b></li> <li>• <b>Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :</b>   <div style="text-align: center;"> <b>M B737-600 NG = 54583kg</b>  <b>M B737-800 NG = 65810kg</b> </div> </li> </ul>

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

Table V-7 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point MAXIR et l'altitude de l'obstacle présent MORA.

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
MAXIR	0	0	23	7778
LUSOL	23	23	52	14060
BODRU	52	52	71	14060
OKTET	71	71	92	14861
IRMAR	92	92	124	14060
KINES	124	124	136	16200
GG519	136	136	149.5	14200
ROCCA	149.5	149.5	168.2	13100
GOLEB	168.2	168.2	171.9	10000
VALBU	171.9	171.9	178.9	10000
SUVEL	178.9	178.9	183.8	9000
BIVLO	183.8	183.8	192.5	8000
GG525	192.5	192.5	201.3	6200
GG512	201.3			

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

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

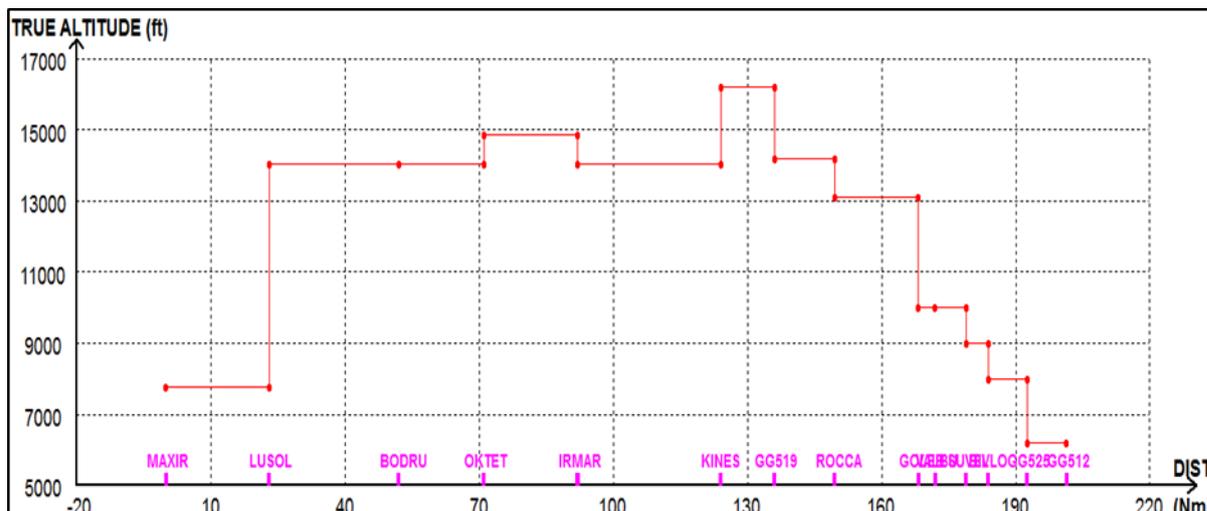


Figure V-3 : Profil obstacles ALGER vers GENÈVE.

### V.3.2 Calculs des performances :

Afin de vérifier le franchissement d'obstacles lors de la descente d'urgence, on doit convertir le profil d'oxygène de 12min 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 de logiciel « PET ».

#### V.3.2.1 Calculs PET:

**Inputs:** Gross Weight, FL initial, IAS.

#### Profil de descente de 12 min :

La descente se fait en 3 étapes :

- Du FL 360 au FL190.
- Du FL 190 au FL 140.
- Du FL 140 au FL 100.

**Outputs :** TAS, distance, temps.

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

On obtient les résultats suivants :

Outputs								
<a href="#">Hide Filters</a>								
Info	No	Altitude (ft)	Weight (kg)	Distance Cumulative (nm)	Time Cumulative (h)	MACH	TAS (kts)	IAS (kts)
	1	35500.00	65772.44	0.797648	0.0017003708	0.8199999	471.5922	276.3130
	2	34500.00	65771.32	2.379492	0.0050651885	0.8200000	473.7321	282.6817
	3	33500.00	65770.24	3.932129	0.0083537054	0.8200000	475.8624	289.1253
	4	32500.00	65769.18	5.4503835	0.01155589985	0.8200000	477.9831	295.6433
	5	31500.00	65768.14	6.930210499999999	0.014664212349999999	0.8199999	480.0945	302.2351
	6	30500.00	65767.13	8.370296	0.01767683885	0.8200000	482.1966	308.9000
	7	29500.00	65766.17	9.770574	0.02059455575	0.8200000	484.2896	315.6372
	8	28500.00	65765.22	11.129973999999999	0.023416084150000002	0.8200000	486.3737	322.4460
	9	27500.00	65764.76	12.4471595	0.0261396347	0.8200000	488.4488	329.3257
	10	26500.00	65763.86	13.722384	0.0287665998	0.8199999	490.5151	336.2754
	11	25500.00	65762.36	15.2516465	0.0319114943	0.8127722	488.2310	340.0000
	12	24500.00	65761.09	17.0612675	0.035660952450000005	0.7975822	481.0995	340.0000
	13	23500.00	65759.75	18.875203499999998	0.03947480815	0.7827268	474.0867	340.0000
	14	22500.00	65758.34	20.6828425	0.04333163605	0.7681987	467.1912	340.0000
	15	21500.00	65756.90	22.4791435	0.04722097425	0.7539913	460.4119	340.0000
	16	20500.00	65755.39	24.26228	0.051138797599999994	0.7400975	453.7473	340.0000
	17	19500.00	65753.80	26.0333405	0.055087430800000003	0.7265108	447.1964	340.0000
	18	18500.00	65752.07	27.796133	0.05907531925	0.7132243	440.7575	340.0000
	19	17500.00	65750.14	29.5526855	0.06310717175	0.7002315	434.4293	340.0000
	20	16500.00	65748.04	31.303686	0.0671848694	0.6875260	428.2104	340.0000
	21	15500.00	65745.76	33.050132	0.07131103855000001	0.6751012	422.0992	340.0000
	22	14500.00	65743.34	34.790413	0.0754821535	0.6629509	416.0943	339.9999
	23	13500.00	65740.80	36.5207755	0.0796894578	0.6510691	410.1942	340.0000
	24	12500.00	65738.20	38.239719	0.0839292609	0.6394494	404.3973	340.0000
	25	11500.00	65735.53	39.94784	0.08820289785	0.6280859	398.7019	340.0000
	26	10500.00	65732.79	41.645513	0.09251121355	0.6169727	393.1067	340.0000
	27	10000.0	65731.39	42.49178	0.094674125	0.6169727	393.1067	340.0000
	28	10000.0	65731.39	42.49178	0.094674125	0.6169727	393.1067	340.0000

Figure V-4 : Capture 1 des outputs PET (Résultats de calcul de temps et des distances de descente).

Outputs									
<a href="#">Show Filters</a>									
Info	No	Altitude (ft)	Weight (kg)	Fuel Mileage at TAS	MACH	TAS (kts)	IAS (kts)	FN/delta (lb)	Thrust Required
	1	36000.0	67000.00	0.1601363	0.8200000	470.5186	273.1570	45785.66	92.66844
	2	19000.0	67000.00	0.1307773	0.7198304	443.9630	340.0000	33473.21	82.09454
	3	15000.0	67000.00	0.1222268	0.6689922	419.0836	340.0000	31470.20	79.29202
	4	14000.0	67000.00	0.1200939	0.6569769	413.1313	340.0000	30950.83	78.61051
	5	13000.0	67000.00	0.1179741	0.6452269	407.2829	340.0000	30431.23	77.92582
	6	10000.0	67000.00	0.1119170	0.6115082	390.3461	340.0000	28870.58	75.94180

Figure V-5 : Capture 2 des outputs PET (résultats de calcul des vitesses de croisière).

### NOTE :

Lorsque nous avons modifié la masse (gross weight) dans le PET, nous avons constaté que son influence sur le profil de descente était si faible qu'aucune différence visible n'était apparente, étant donné que les masses étaient très similaires. Par conséquent, nous avons pris la masse la plus grande entre eux pour notre étude.

#### V.3.2.2 Les vitesses de croisière et de descente :

➤ **Les vitesses de croisière :**

On les prend directement des outputs de PET.

➤ **Les vitesses de descente :**

A partir des outputs PET on calcule la TAS en descente :

$$TAS = \frac{D(\text{air})}{T}$$

D (air) : la distance air.

T : le temps.

TAS : vitesse propre (vitesse par rapport à l'air).

#### V.3.2.3 Le temps de descente :

A partir des outputs PET on calcule le temps pour descendre d'un FL à un autre.

#### V.3.2.4 Le temps de croisière :

Le temps de croisière pour chaque palier est connu et donné, on va le prélever à partir du graphe (FPPM) ci-dessous :

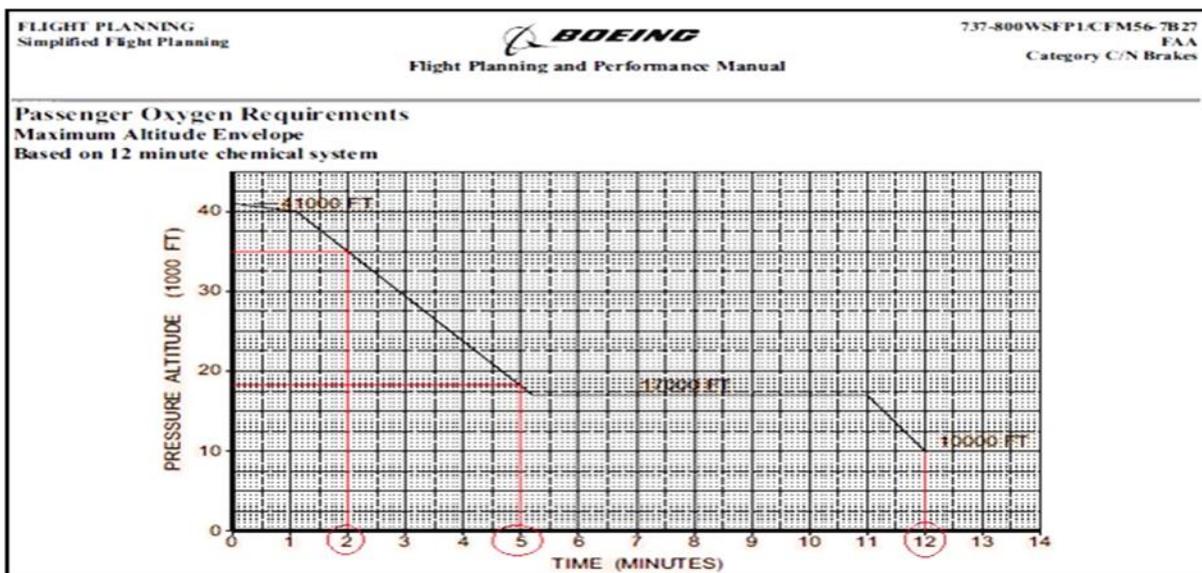


Figure V-6 : Profil d'oxygène (12 minute).

**Remarque :**

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 :

Table V-8 : Le temps et les vitesses de croisière et de descente (phase aller).

FROM FL	TO FL	TAS (MM0/VMO)	TIME(MINUTE )
FL360		470.51	1
FL360	FL190	472.12	3.468
FL190		443.96	6
FL190	FL140	425.19	1.254
FL140		413.13	5
FL140	FL100	399.35	1.044

**V.3.3 Profil Oxygène :**

En utilisant le programme de route (TIPS) et en rentrant le tableau précédent (données du PET), on crée le profil oxygène de descente en cas de retour ou de poursuite du vol pour les trois destinations.

# CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

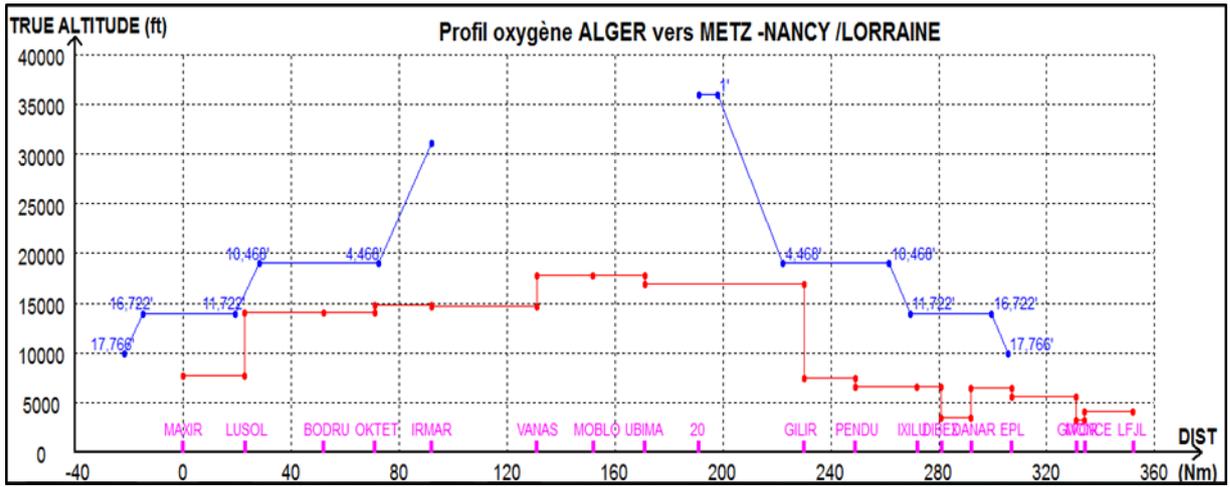


Figure V-7 : Profil oxygène ALGER vers METZ -NANCY /LORRAINE.

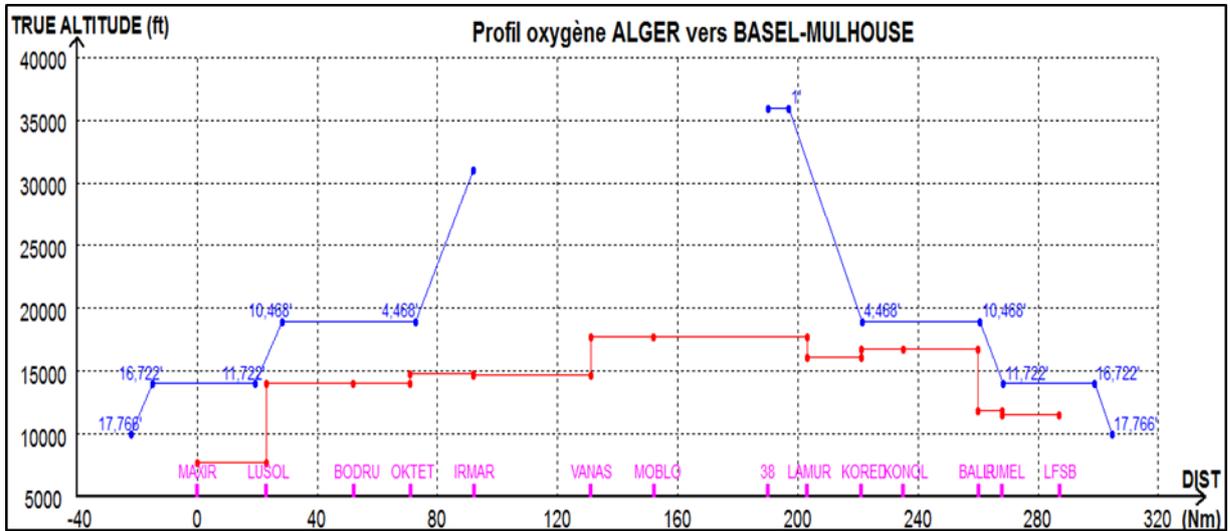


Figure V-8 : Profil oxygène ALGER vers BASEL-MULHOUSE.

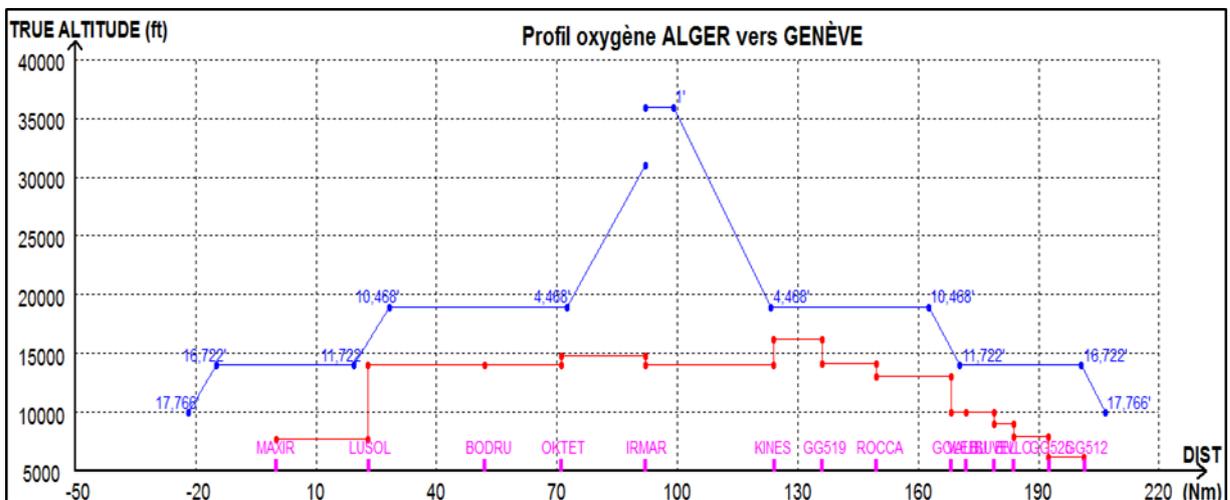


Figure V-7 : Profil oxygène ALGER vers GENÈVE.

### **On détermine deux parallèles critiques :**

- Un parallèle non continu (L=N44 ° 48') qui passe par le point IRMAR.
- Un parallèle non-retour (L=N46°26') qui passe par les deux points (20 NM après le point UBIMA et 38 NM après le point MOBLO).

### **V.3.4 Étude de franchissement d'obstacles :**

On retourne vers la carte et on identifie les aérodromes les plus proches sur la carte de navigation et on vérifie à chaque fois la possibilité d'atterrissage sur 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), pour cela on devra effectuer la même étude.

#### **V.3.4.1 Procédure avant (L=N44 ° 48') :**

##### **Option 01 : Aérodrome de Marseille (LFML)**

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-9 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point IEMAR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=44 ° 48' - LFML).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
IRMAR	0	0	21	14861
OKTET	21	21	40	14060
BODRU	40	40	69	14060
LUSOL	69	69	92	7778
MAXIR	92			

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

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

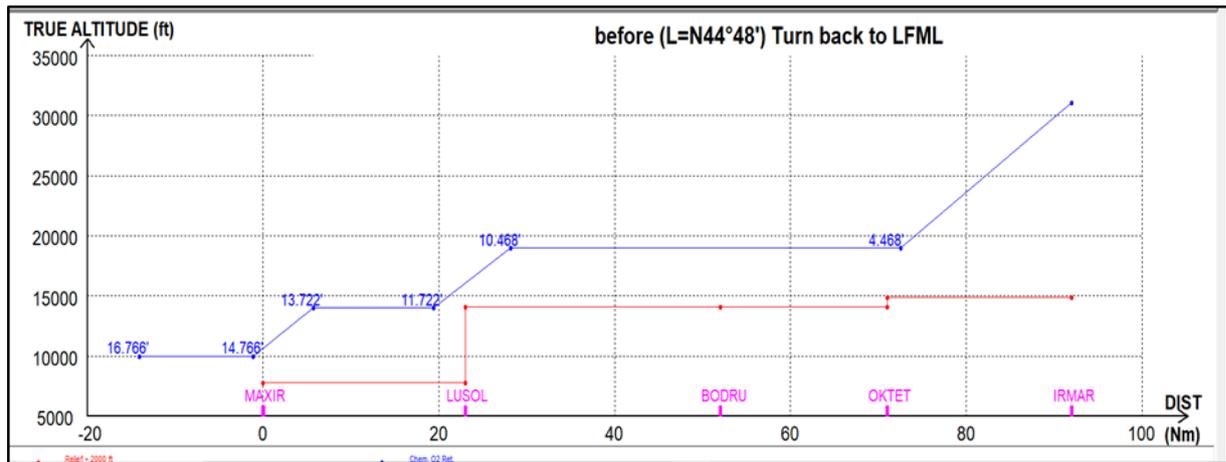


Figure V-8 : Profil oxygène (L=44 ° 48' – LFML).

### Option 02 : Aéroport de Nice (LFMN)

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-10 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point IRMAR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=44 ° 48' – LFMN).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
IRMAR	0	0	9	16781
VEVAR	9	9	45	13296
GAPDO	45	45	72	12089
NIZ	72	72	79	7778
LFMN	79			

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

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

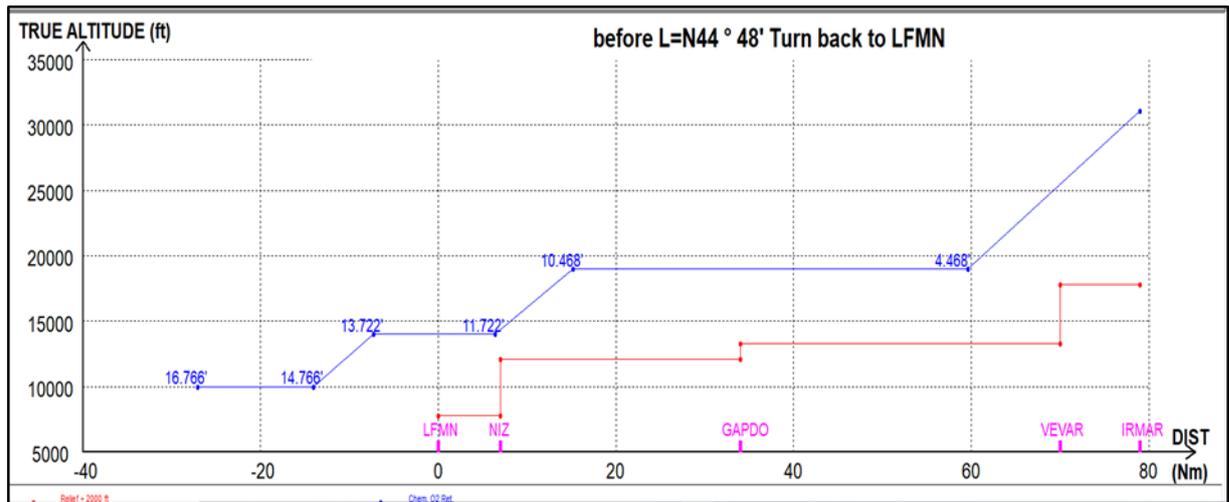


Figure V-9 : Profil oxygène (L=N44 ° 48' - LFMN).

### V.3.4.2 Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N46°26') :

Nous avons divisé ce secteur en deux :

- Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430').
- Procédure entre (L=N45°27.430') et (L=N46°26').

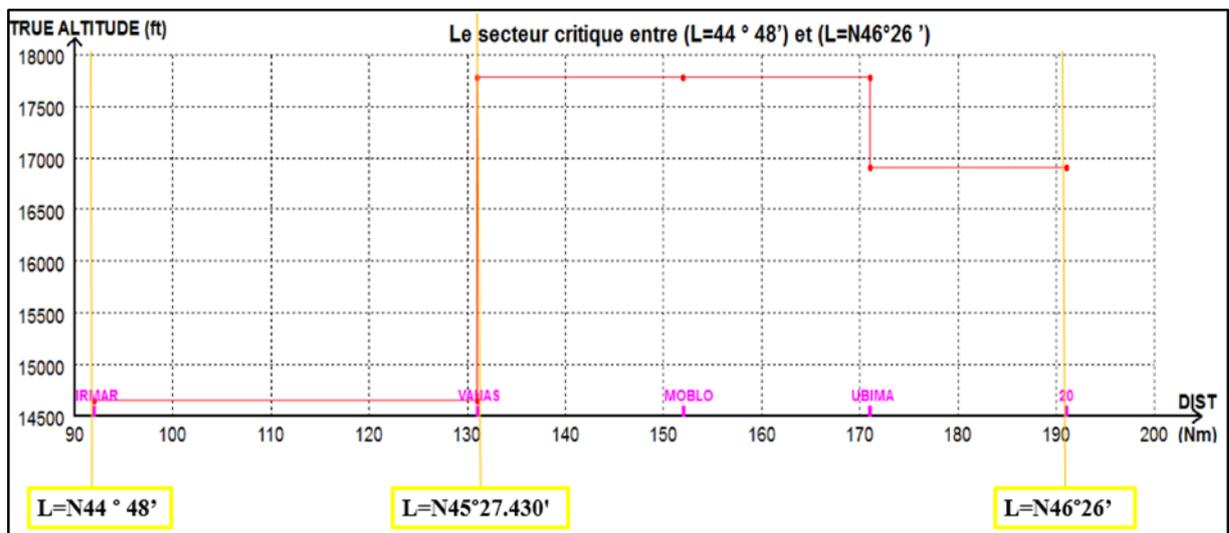


Figure V-10 : Le secteur critique entre (L=N44 ° 48') et (L=N46°26').

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### V.3.4.2.1 Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430') :

#### Option 01 : Aéroport de Lyon (LFL)

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-11 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point IRMAR et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N44 ° 48' - LFL) .

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
IRMAR	0	0	38	14648
GIGUS	38	38	60	14060
AMVAR	60	60	69	11350
LL101	69	69	72	8158
LL102	72	72	78	8158
OSMAS	78	78	83	7640
GOMET	83			
LFL	111			

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

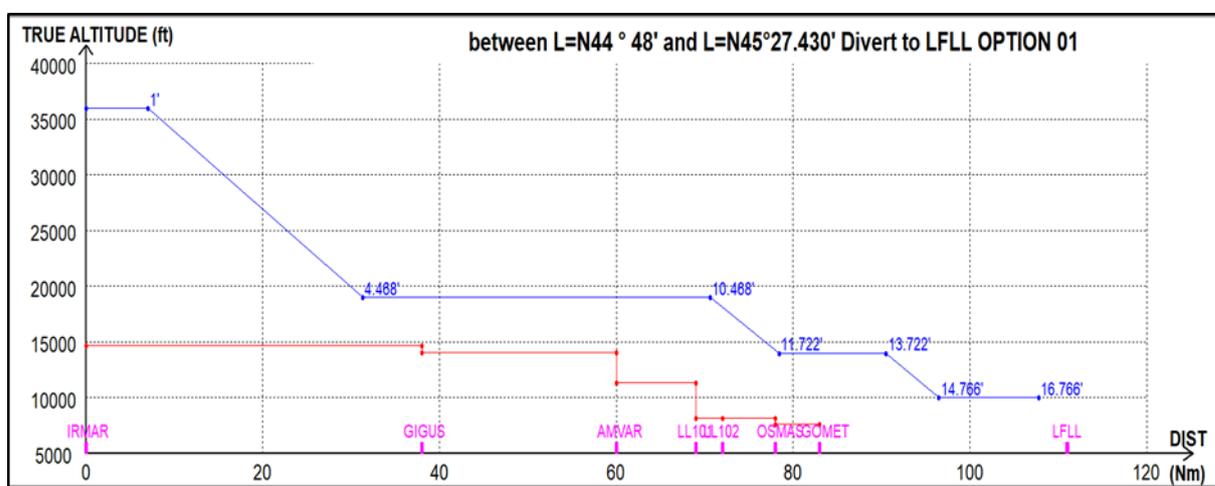


Figure V-11 : Profil oxygène (L=N44 ° 48' – LFL).

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### Option 02 : Aéroport de Torino (LIMF)

- On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-12 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point VANAS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= 45° 27.430' - LIMF) .

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
VANAS	0	0	39	17781
KUMIN	39	39	49	13000
LADUS	49	49	61	6000
TOP	61	61	80	3800
LIMF	80			

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

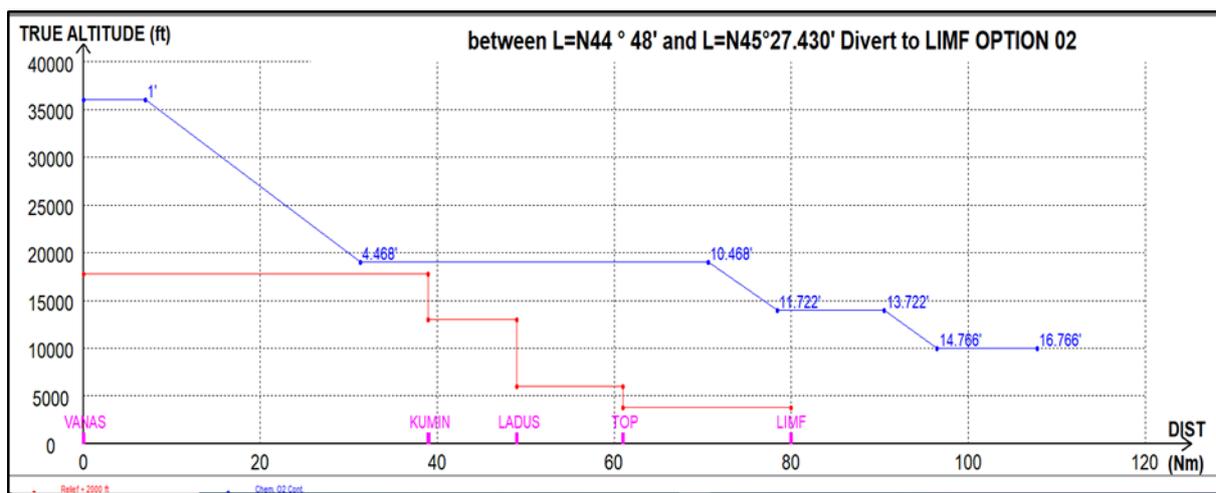


Figure V-12 : Profil oxygène (L= 45° 27.430' - LIMF).

### V.3.4.2.2 Procédure entre (L=N45°27.430') et (L=N46°26') :

#### Aéroport de Genève (LSGG) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Table V-13 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point VANAS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= N45° 27.430' – LSGG).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
VANAS	0	0	21	17781
MOBLO	21	21	40	17781
UBIMA	40	40	63	16911
SPR	63	63	81	8000
GVA	81	81	82	7295
LSGG	82			

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

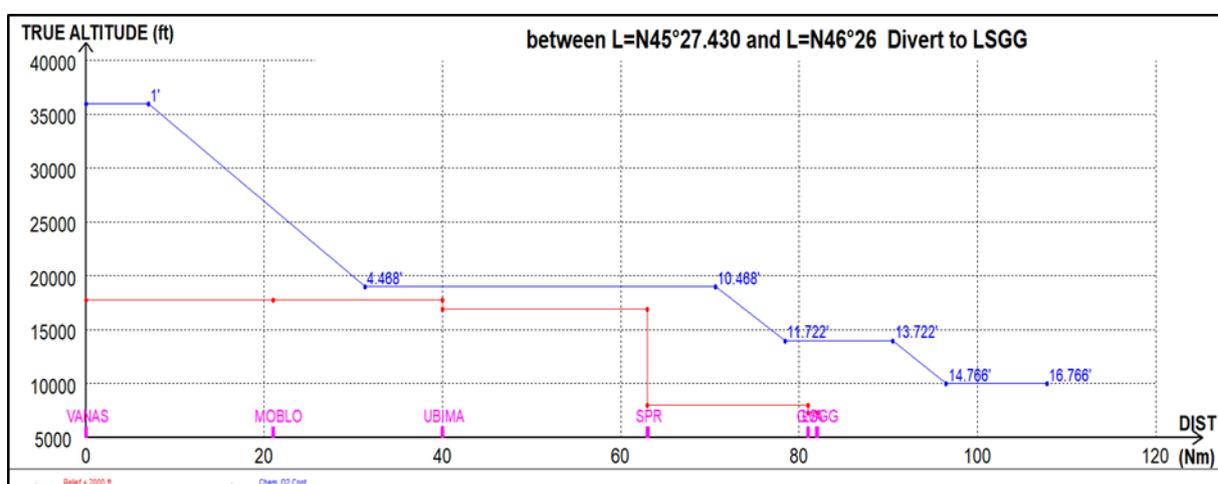


Figure V-13 : Profil oxygène (L= N45° 27.430' – LSGG).

### V.3.4.3 Procédure après (L= N46°26') :

#### Option 01 : Aéroport de Metz-Nancy (LFJL) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Table V-14 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point 20 NM après UBIMA et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= N46°26' – LFJL).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
20 NM après UBIMA	0	0	39	16911
GILIR	39	39	58	7472
PENDU	58	58	81	6557
IXILU	81	81	90	6646
DIBEX	90	90	101	3473
DANAR	101	101	116	6446
EPL	116	116	140	5622
GIVOR	140	140	143	3227
MONCE	143	143	161	4060
LFJL	161			

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

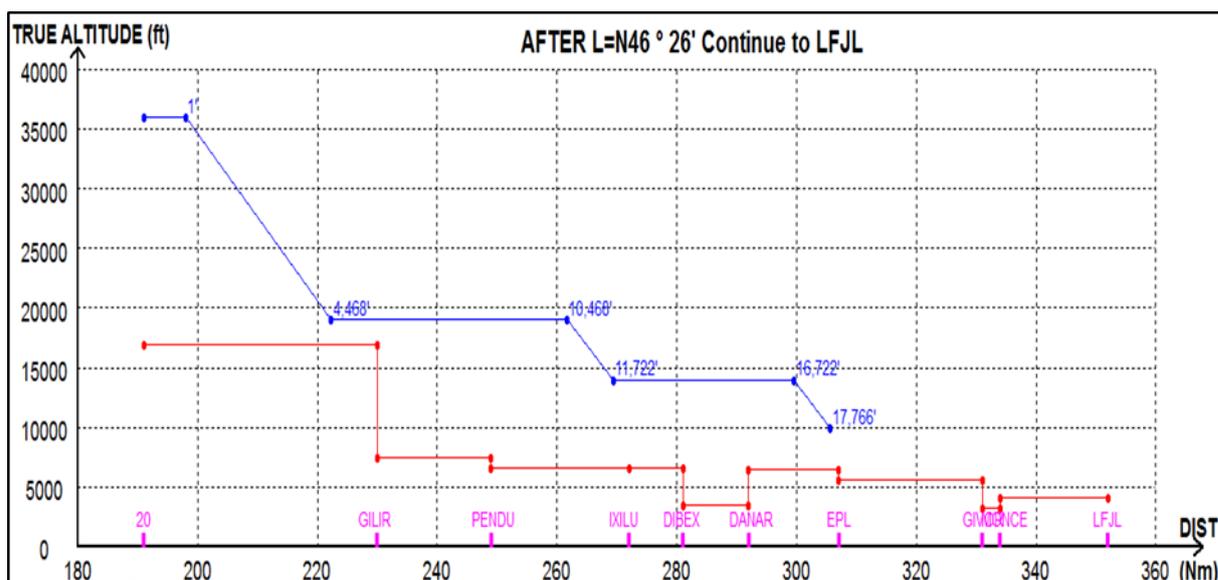


Figure V-14 : Profil oxygène (L= N46°26' – LFJL).

### Option 02 : Aéroport de Basel-Mulhouse (LFSB) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Table V-15 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point 38 NM après MOBLO et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L= N46°26' – LFSB).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
38 NM après MOBLO	0	0	13	17781
LAMUR	13	13	31	16108
KORED	31	31	45	16783
KONOL	45	45	70	16783
BALIR	70	70	78	11875
LUMEL	78	78	97	11505
LFSB	97			

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

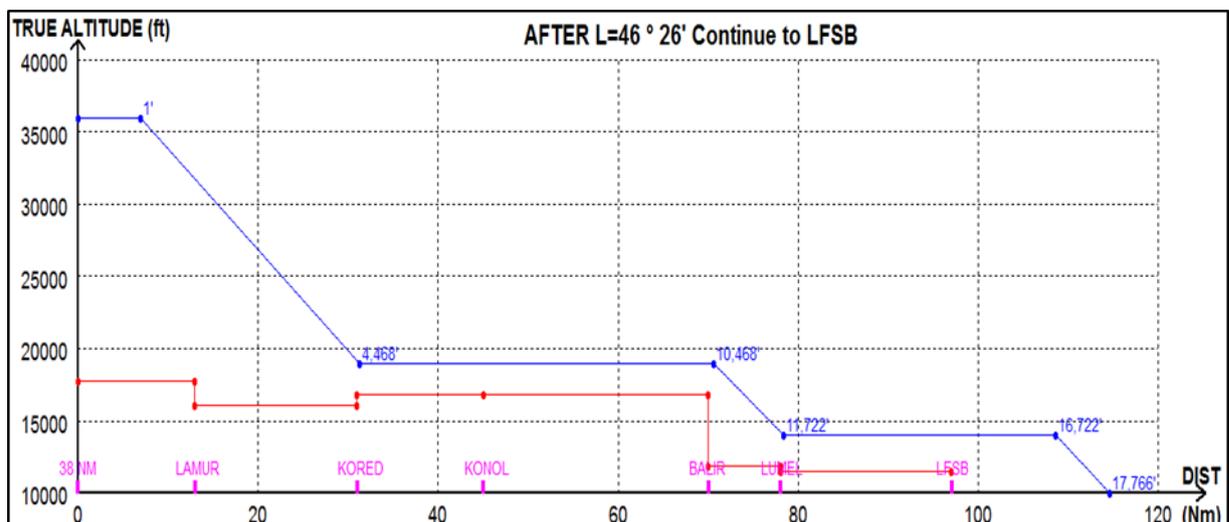


Figure V-15 : Profil oxygène (L= N46°26' – LFSB).

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### V.3.5 Les procédures de la zone 01 (Phase aller) :

La procédure d'urgence adéquate que devra suivre le pilote en cas de dépressurisation :

#### V.3.5.1 Avant (L=N44 ° 48') :

Table V-16 : Procédure avant (L=N44 ° 48') (option 01).

<b>Before (L=N44° 48') turn back to LFML (option 01)</b>	
Lateral procedure	-Route: OKTET BODRU LUSOL MAXIR TURIL G7 MTG LFML -Turn back to LUSOL and continue on direct to TURIL then turn right and continue on direct to MTG then proceed LFML
Vertical procedure	-descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to 24NM after BODRU then descent to FL100 / VMO and proceed LFML/LRC

Table V-17 : Procédure avant (L=N44 ° 48') (option 02).

<b>Before =(N44° 48') turn back to LFMN (option 02)</b>	
Lateral procedure	-Route : VEVAR Y24 GAPDO UY24 NIZ LFMN -Turn back to VEVAR and continue to GAPDO on Y24 then on UY24 to NIZ and proceed LFMN
Vertical procedure	- descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to 19NM after GAPDO then descent to FL100 / VMO and proceed LFMN/LRC

#### V.3.5.2 Entre (L=N44 ° 48') et (L=N46°26') :

##### V.3.5.2.1 Entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430') :

Table V-18 : Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430') (option 01).

<b>Between (L= N44° 48') and (L= N45° 27.430') divert to LFLL(option 01)</b>	
Lateral procedure	-Route: GIGUS Z40 AMVAR AMVA7N LFLL -Divert to GIGUS and continue to AMVAR onZ40 and proceed LFLL
Vertical procedure	- descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to 10 NM after AMVAR then descent to FL100 /VMO and proceed LFLL/LRC

Table V-19 : Procédure entre (L=N44 ° 48') et (L=N45°27.430') (option 02).

<b>Between (L= N44° 48') and (L= N45° 27.430') divert to LIMF(option 02)</b>	
Lateral procedure	-Route: KUMIN KUMI4A LIMF -Divert to KUMIN and proceed LIMF
Vertical procedure	- descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to LADUS then descent to FL100 /VMO and proceed LIMF/LRC

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

---

### V.3.5.2.2 Entre (L=N45°27.430') et (L=N46°26') :

Table V-20 : Procédure entre (L=N45°27.430') et (L=N46°26').

<b>Between (L= N45° 27.430') and (L= N46°26') divert to LSGG</b>	
Lateral procedure	- Route: SPR Y58 GVA LSGG -Divert to SPR then continue to GVA on Y58 and proceed LSGG
Vertical procedure	- descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to SPR then descent to FL100 /VMO and proceed LSGG/LRC

### V.3.5.3 Après (L= N46°26') :

Table V-21 : Procédure après (L= N46°26') ( option 01).

<b>PROCEDURES AFTER (L= N46°26') CONTINUE TO LFJL ( option 01)</b>	
Lateral procedure	- Route : GILIR UN853 PENDU UL47 GIVOR G21 MONCE MONC3A - continue to GILIR then to PENDU on UN853 and continue to GIVOR on UL47 then to MONCE on G21 and proceed LFJL
Vertical procedure	- descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to GILIR then descent to FL100 /VMO and proceed LFJL/LRC

Table V-22 : Procédure après (L= N46°26') ( option 02).

<b>PROCEDURES AFTER (L= N46°26') CONTINUE TO LFSB (option 02)</b>	
Lateral procedure	-Route: LAMUR Z67 KORED N871 KONOL Z59 LUMEL LFSB - continue to LAMUR then continue to KORED on Z67 and continue to KONOL on N871 then turn left to LUMEL on Z59 and proceed LFSB
Vertical procedure	- descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to BALIR then descent to FL120 and maintain to BLM and proceed LFSB/LRC

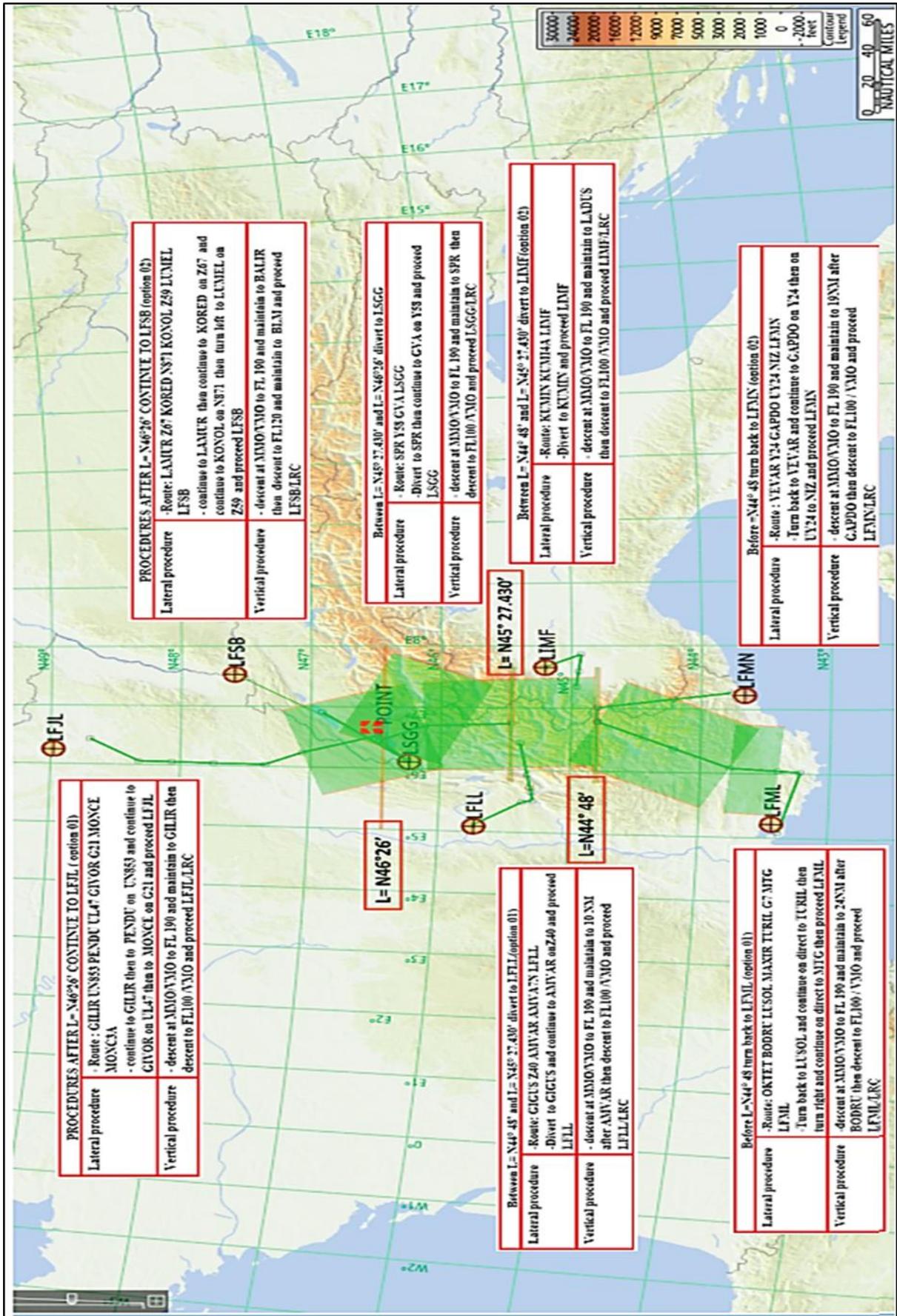


Figure V-16 : Les procédures de la zone 01 (Phase aller).

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### V.4 La zone 02 (Retour) :

#### V.4.1 Profil d'obstacles :

##### V.4.1.1 METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGER :

Table V-23 : METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGER.

<b>La route :</b> LFJL RWY 22 MONC6S MONCE T131 POGOL A242 TIRSO UN852 GILIR FIR FIR FIR GVA FIR INCUS BALSU UN852 PIVUS UZ237 SISMO UN855 BUYAH DAAG		
<b>Distance :</b>	<b>La zone montagneuse :</b>	<b>Au point GILIR :</b>
0783 NM	La zone montagneuse (ETZ-ALG) est comprise entre les deux points GILIR (L=N47°03') et DOTIG (L=N44°09').  (Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FL 370</b></li> <li>• <b>Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :</b>   <b>M<sub>B737-600</sub> NG = 57600kg</b>  <b>M<sub>B737-800</sub> NG = 66800kg</b> </li> </ul>

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

Table V-24 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point TORPA et l'altitude de l'obstacle présent MORA (ETZ- ALG).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
TORPA	0	0	5	4835
MOROK	5	5	31	8158
GILIR	31	31	80	13329
GVA	80	80	104	13565
INCUS	104	104	127	17781
BALSU	127	127	181	14648
KOTIT	181	181	195	13296
RETNO	195	195	209	11885
DOTIG	209	209	214	7190
GIROL	214	214	220	7581
TUPOX	220	220	258	8322
MTG	258			

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

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

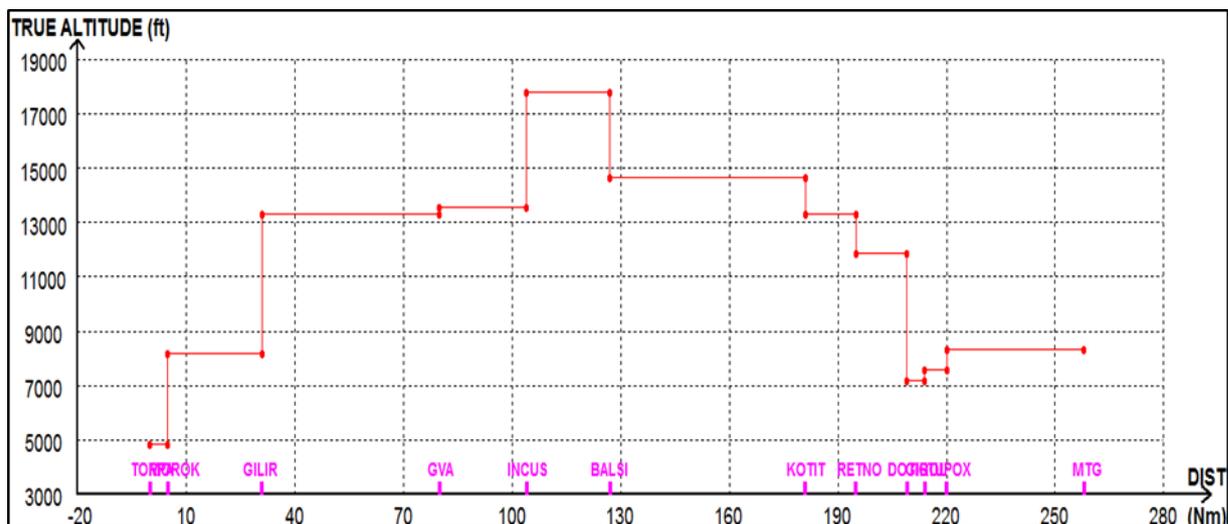


Figure V-17 : Profil obstacles METZ –NANCY /LORRAINE vers ALGER.

### V.4.1.2 BASEL-MULHOUSE vers ALGER :

Table V-25 : BASEL-MULHOUSE vers ALGER.

**La route :** LFSB RWY 15 MORO7T MOROK UN852 GILIR TUROM MILPA ONNOF UN852 GENIO UN855 ALR DAAG

<b>Distance :</b>	<b>La zone montagneuse :</b>	<b>Au point TOC :</b>
0717 NM	<p>La zone montagneuse (BSL-ALG) est comprise entre l'aéroport LFSB (L=N47°35') et le point DOTIG (L=N44°09').</p> <p>(Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FL 360</b></li> <li>• <b>Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>M B737-600 NG = 57423kg</b></p> <p style="text-align: center;"><b>M B737-800 NG = 67200kg</b></p>

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

Table V-26 : Les distances sol de chaque way-point par rapport à l'aéroport LFSB et l'altitude de l'obstacle présent MORA (BSL- ALG) .

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
LFSB	0	0	37	10780
MOROK	37	37	63	8158
GILIR	63	63	80	5661
TUROM	80	80	113	12545
MILPA	113	113	134	13565
ONNOF	134	134	163	17781
BALSI	163	163	217	14648
KOTIT	217	217	231	13296
RETNO	231	231	245	11885
DOTIG	245	245	250	7190
GIROL	250	250	256	7581
TUPOX	256	256	294	8322
MTG	294			

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

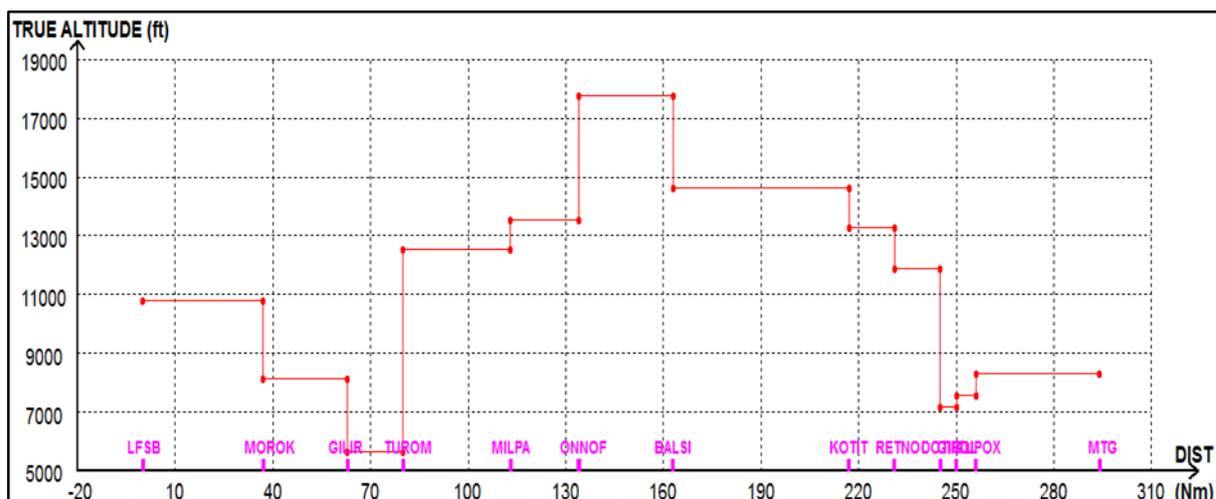


Figure V-18 : Profil obstacles BASEL-MULHOUSE vers ALGER.

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

### V.4.1.3 GENÈVE vers ALGER :

Table V-27 : GENÈVE vers ALGER.

<b>La route :</b> LSGG RWY 22 BALS7A BALS UN852 GENIO UN855 BUYAH UA27 ALR DAAG		
<b>Distance :</b>	<b>La zone montagneuse :</b>	<b>Au point TOC :</b>
0599 NM	La zone montagneuse (GVA-ALG) est comprise entre l'aéroport LSGG (L=N46°09') et le point DOTIG (L=N44°09').  (Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FL 370</b></li> <li>• <b>Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :</b>  <b>M B737-600 NG = 56864kg</b> <b>M B737-800 NG = 67100kg</b></li> </ul>

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

Table V-28 : Les distances sol de chaque way-point par rapport à l'aéroport LSGG et l'altitude de l'obstacle présent MORA (GVA-ALG).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
LSGG	0	0	46	17781
BALSI	46	46	100	14648
KOTIT	100	100	114	13296
RETNO	114	114	128	11885
DOTIG	128	128	133	7190
GIROL	133	133	139	7581
TUPOX	139	139	177	6322
MTG	177			

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

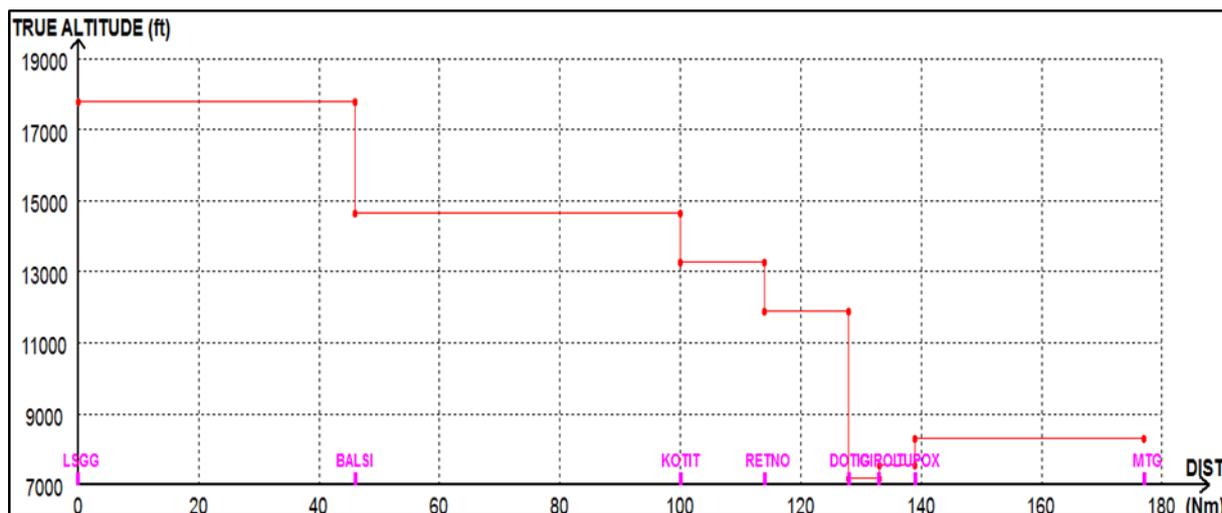


Figure V-19 : Profil obstacles GENÈVE vers ALGER.

### V.4.1.4 FRANCFORT vers ALGER :

Table V-29 : FRANCFORT vers ALGER.

**La route :** EDDF RWY 25C ANEK1F ANEKI Y163 HERBI Y164 MOPAN FIR LUTIX BENOT NEMOS GVA FIR INCUS BALSJ UN852 GENIO UN855 BUYAH DAAG

**Distance :**

0854 NM

**La zone montagneuse :**

À partir du plan de vol, la zone montagneuse (FRA-ALG) entre les deux points MOPAN (L=N48°14') et DOTIG (L=N44°09').

(Les obstacles dont leurs altitudes dépassent les 10 000 ft.)

**Au point MOPAN :**

- **FL 370**
- **Gross Weight (Le poids brut) = ETOW- CFU (CFU correspond au premier point critique) :**

**M B737-600 NG = 58065kg**  
**M B737-800 NG = 68600kg**

La fenêtre "Terrain Reports" de JetPlanner nous permet d'obtenir le profil du terrain, incluant tous les obstacles, qui se trouve dans un couloir de 30 NM de part et d'autre de la route, présenté dans le tableau ci-dessous :

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Table V-30 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point HERBI et l'altitude de l'obstacle présent MORA (FRA-ALG).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
HERBI	0	0	15	6009
MOPAN	15	15	87	13329
LUTIX	87	87	97	12545
BENOT	97	97	111	12741
NEMOS	111	111	162	17781
GVA	162	162	186	13565
INCUS	186	186	209	17781
BALSI	209	209	263	14648
KOTIT	263	263	277	13296
RETNO	277	277	291	11885
DOTIG	291	291	296	7190
GIROL	296	296	302	7581
TUPOX	302	302	340	8322
MTG	340			

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

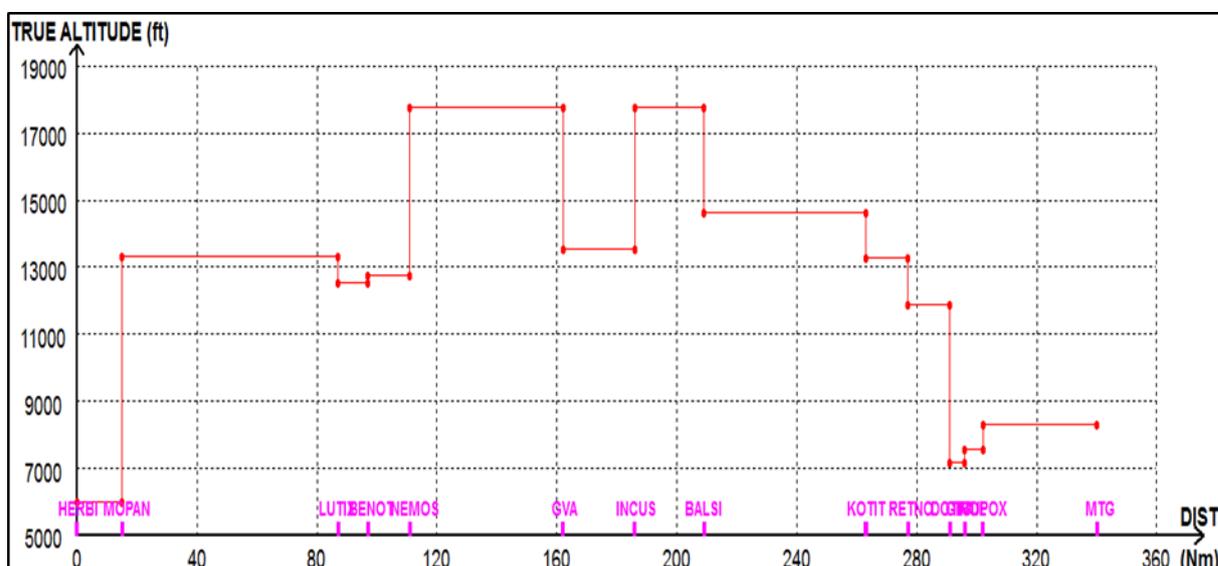


Figure V-20 : Profil obstacles FRANCFORT vers ALGER.

### V.4.2 Calculs des performances :

Afin de vérifier le franchissement d'obstacles lors de la descente d'urgence, on doit convertir le profil d'oxygène de 12min 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 de logiciel « PET ».

#### V.4.2.1 Calculs PET:

**Inputs:** Gross Weight, FL initial, IAS.

#### **Profil de descente de 12 min :**

La descente se fait en 3 étapes :

- Du FL 370 au FL180.
- Du FL 180 au FL 140.
- Du FL 140 au FL 100.

**Outputs :** TAS, distance, temps.

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

On obtient les résultats suivants :

Info	No	Altitude (ft)	Weight (kg)	Distance Cumulative (nm)	Time Cumulative (h)	TAS (kts)	IAS (kts)
	1	36544.62	57800.00	0.774158	0.00165369585	470.3268	269.7468
	2	36044.62	57799.16	1.6166654	0.00345352148	470.4227	272.8763
	3	35500.00	57799.09	2.4412279999999997	0.00521264895	471.5922	276.3130
	4	34500.00	57798.29	3.9350445	0.008392311749999999	473.7321	282.6817
	5	33500.00	57797.50	5.3910975	0.0114786326	475.8624	289.1253
	6	32500.00	57796.72	6.807684500000001	0.01446898815	477.9831	295.6433
	7	31500.00	57795.94	8.1831325	0.0173608504	480.0945	302.2351
	8	30500.00	57795.17	9.517009499999999	0.0201542788	482.1966	308.9000
	9	29500.00	57794.41	10.809854	0.0228513168	484.2896	315.6372
	10	28500.00	57793.66	12.061674	0.025452946350000002	486.3737	322.4460
	11	27500.00	57792.93	13.2723055	0.02795969425	488.4488	329.3257
	12	26500.00	57792.21	14.4424335	0.030373873750000002	490.5151	336.2754
	13	25500.00	57791.00	15.8464735	0.0326444085	488.2310	340.0000
	14	24500.00	57789.94	17.513148	0.036720294699999996	481.0995	340.0000
	15	23500.00	57788.81	19.190130999999997	0.0402487123	474.0867	340.0000
	16	22500.00	57787.61	20.868233	0.04383157025	467.1912	340.0000
	17	21500.00	57786.36	22.543407	0.047460962599999997	460.4119	340.0000
	18	20500.00	57785.04	24.212975	0.051131482049999996	453.7473	340.0000
	19	19500.00	57783.66	25.874907	0.0548389903	447.1964	340.0000
	20	18500.00	57782.18	27.5275805	0.05857993855	440.7575	340.0000
	21	17500.00	57780.55	29.169832	0.0623517617	434.4293	340.0000
	22	16500.00	57778.76	30.8010965	0.06615310625	428.2104	340.0000
	23	15500.00	57776.79	32.421393	0.06998387585	422.0992	340.0000
	24	14500.00	57774.64	34.030729	0.0738440363	416.0943	339.9999
	25	13500.00	57772.36	35.629434	0.0777341981	410.1942	340.0000
	26	12500.00	57769.98	37.2176745	0.08165465905	404.3973	340.0000
	27	11500.00	57767.53	38.795405	0.08560518915	398.7019	340.0000
	28	10500.00	57765.02	40.362644499999995	0.08958569585	393.1067	340.0000
	29	10000.0	57763.75	41.14366	0.091583468	393.1067	340.0000
	30	10000.0	57763.75	41.14366	0.091583468	393.1067	340.0000

Figure V-21 : Capture 1 des outputs PET (Résultats de calcul de temps et des distances de descente).

Outputs									
Info	No	Altitude (ft)	Weight (kg)	Fuel Mileage at TAS	MACH	TAS (kts)	IAS (kts)	FN/delta (lb)	Thrust Required
	1	37000.0	57800.00	0.1888560	0.8200001	470.3268	266.9254	46228.80	89.25911
	2	18000.0	57800.00	0.1376654	0.7066916	437.5796	340.0000	31665.69	79.70393
	3	17000.0	57800.00	0.1354266	0.6938432	431.3063	340.0000	31025.50	78.98290
	4	15000.0	57800.00	0.1308045	0.6689922	419.0836	340.0000	29695.60	77.57879
	5	14000.0	57800.00	0.1284294	0.6569769	413.1313	340.0000	29257.27	76.90699
	6	10000.0	57800.00	0.1197742	0.6115082	390.3461	340.0000	27449.07	74.30802

Figure V-22 : Capture 2 des outputs PET (résultats de calcul des vitesses de croisière).

### NOTE :

Lorsque nous avons modifié la masse (gross weight) dans le PET, nous avons constaté que son influence sur le profil de descente était si faible qu'aucune différence visible n'était apparente, étant donné que les masses étaient très similaires. Par conséquent, nous avons pris la masse la plus grande entre eux pour notre étude.

#### V.4.2.2 Les vitesses de croisière et de descente :

##### ➤ Les vitesses de croisière :

On les prend directement des outputs de PET.

##### ➤ Les vitesses de descente :

A partir des outputs PET on calcule la TAS en descente :

$$TAS = \frac{D(\text{air})}{T}$$

D (air) : la distance air.

T : le temps.

TAS : vitesse propre (vitesse par rapport à l'air).

#### V.4.2.3 Le temps de descente :

A partir des outputs PET on calcule le temps pour descendre d'un FL à un autre.

#### V.4.2.4 Le temps de croisière :

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

### Remarque :

Le B737-800NG fournit une quantité d'oxygène supplémentaire pour une durée maximale de 30min au FL140.

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Tous les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

Table V-31 : Le temps et les vitesses de croisière et de descente (phase retour).

FROM FL	TO FL	TAS (MM0/VMO)	TIME(MINUTE )
FL370		470.3268	1
FL370	FL180	469.3493377	3.624
FL180		437.5796	5
FL180	FL140	420.8701299	0.924
FL140		413.1313	6
FL140	FL100	399.5886076	0.948

### V.4.3 Profil Oxygène :

En utilisant le programme de route (TIPS) et en rentrant le tableau précédent (données du PET), on crée le profil oxygène de descente en cas de retour ou de poursuite du vol pour les trois destinations.

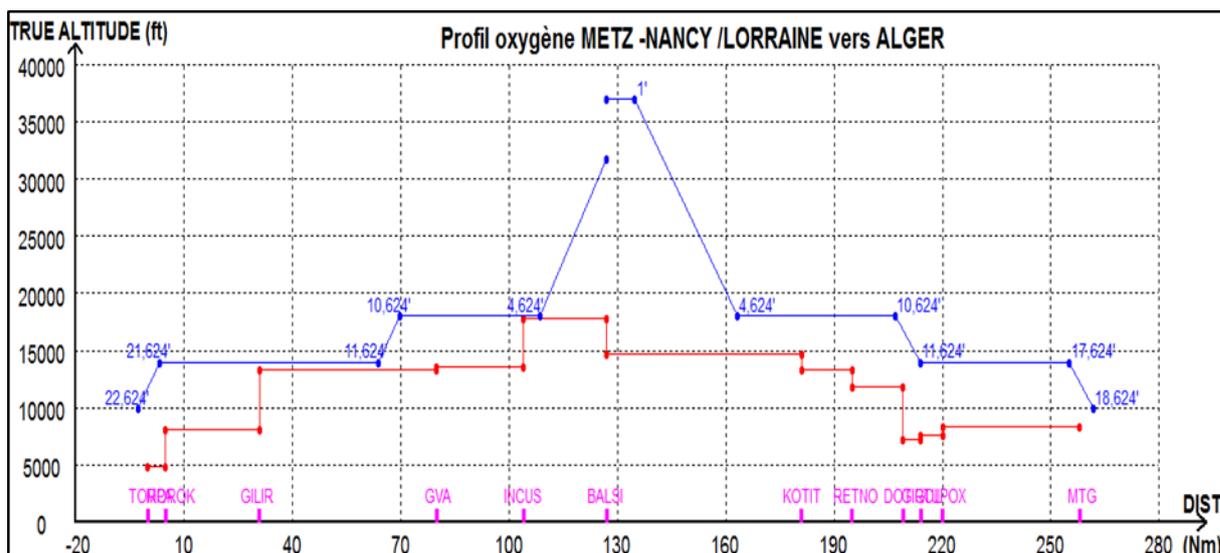


Figure V-23 : Profil oxygène METZ -NANCY /LORRAINE vers ALGER.

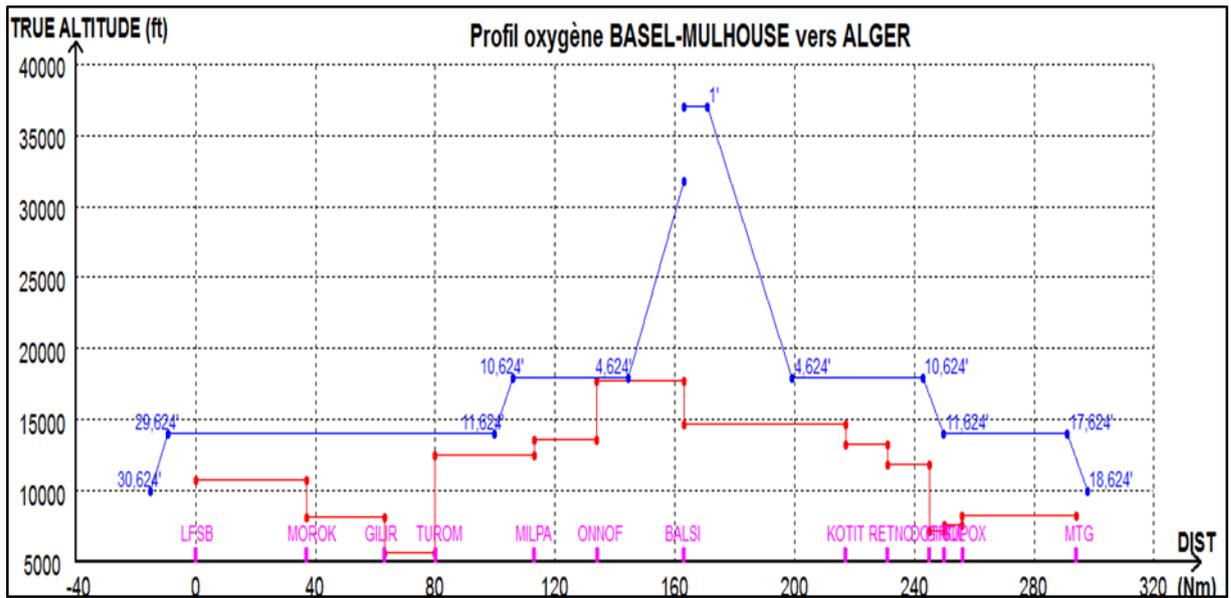


Figure V-25 : Profil oxygène BASEL-MULHOUSE vers ALGER.

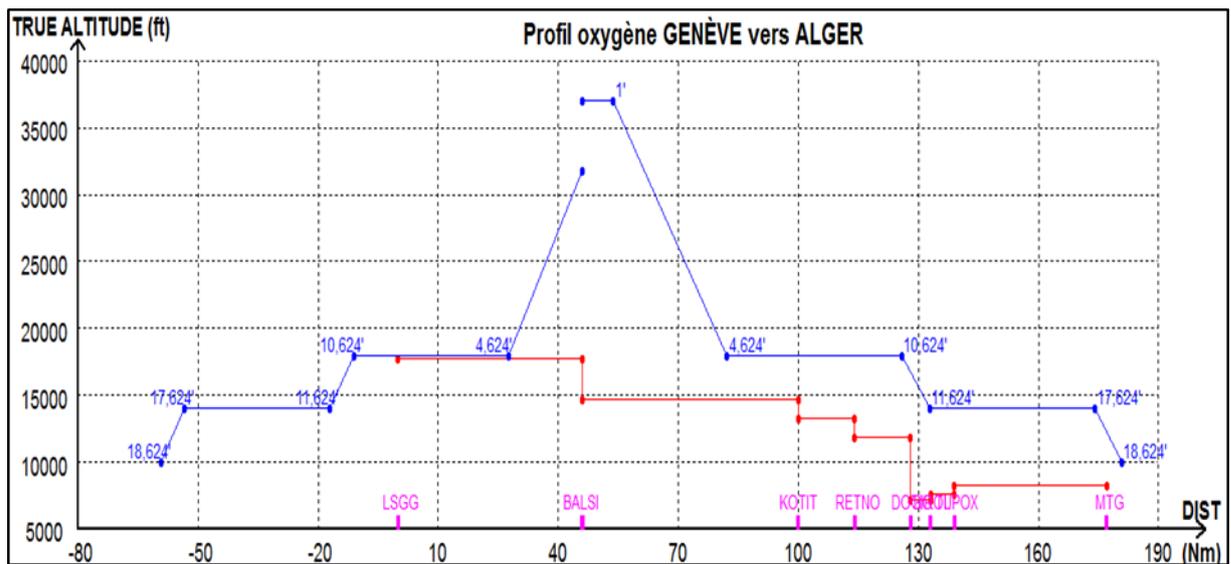


Figure V-24 : Profil oxygène GENÈVE vers ALGER.

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

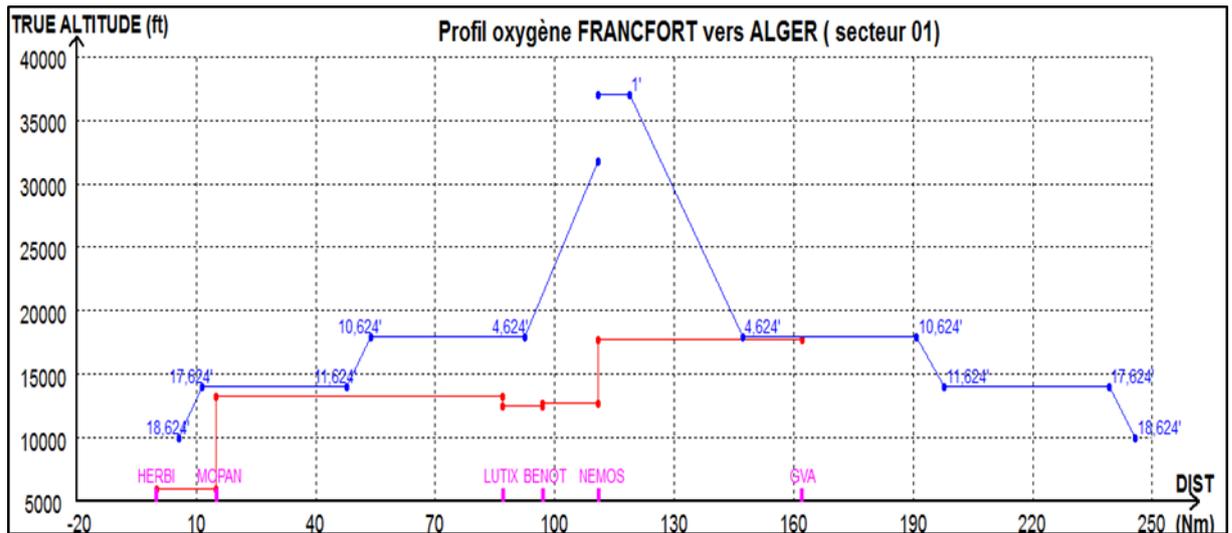


Figure V-26 : Profil oxygène FRANCFORT vers ALGER (secteur 01).

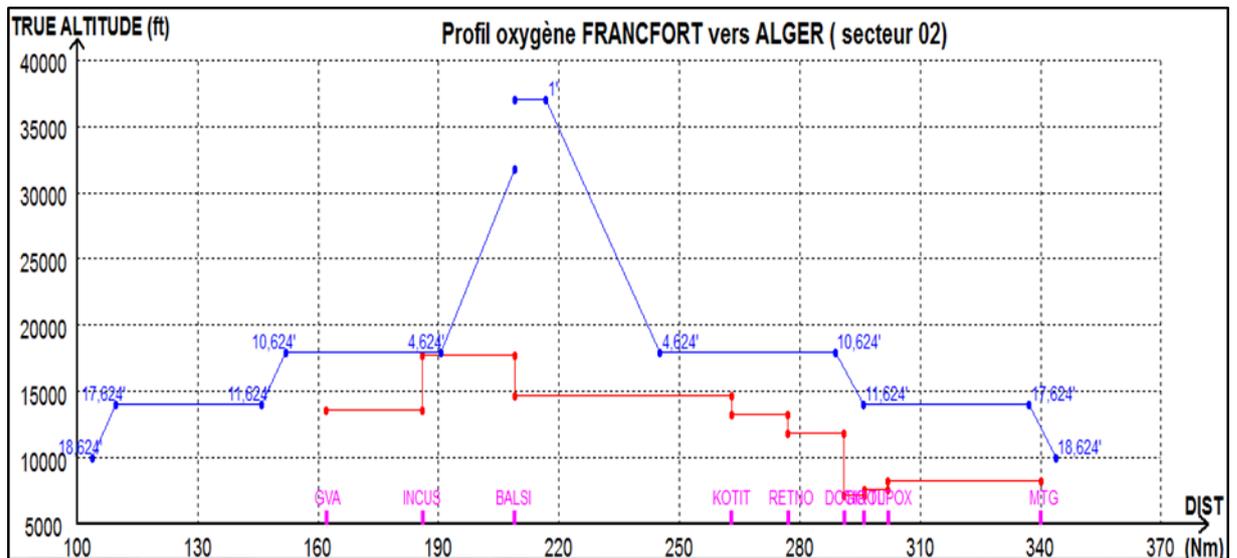


Figure V-27 : Profil oxygène FRANCFORT vers ALGER (secteur 02).

### On détermine deux secteurs critiques :

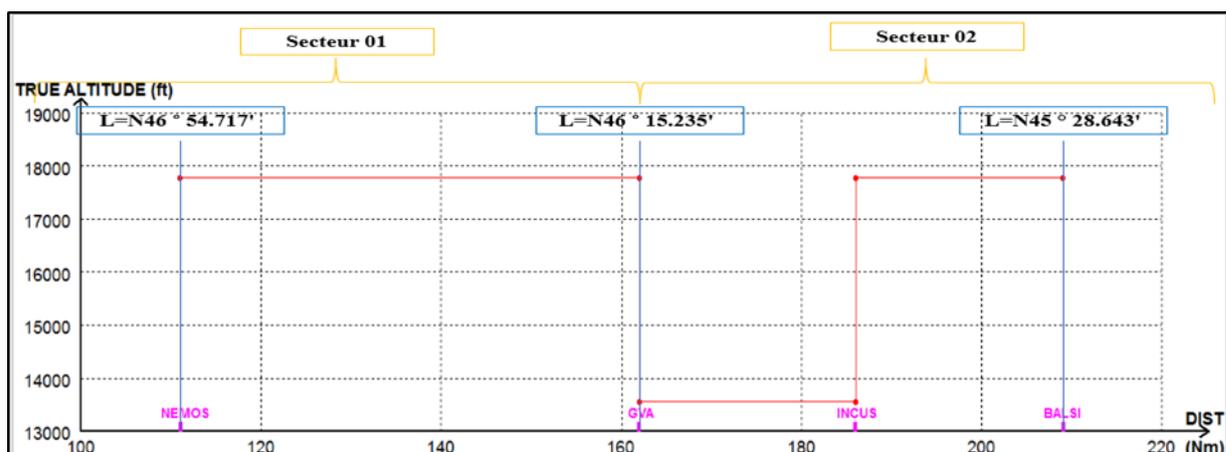


Figure V-28 : Les deux secteurs critiques.

- Secteur 01 : avant le parallèle ( $L=N46^{\circ} 15.235'$ ) qui passe par le point GVA.
  - On a un parallèle de discision ( $L=N46^{\circ} 54.717'$ ) qui passe par le point NEMOS.
- Secteur 02 : après le parallèle ( $L=N46^{\circ} 15.235'$ ) qui passe par le point GVA.
  - On a un parallèle de discision ( $L=N45^{\circ} 28.643'$ ) qui passe par le point BALSI.

#### V.4.4 Étude de franchissement d'obstacles :

On retourne vers la carte et on identifie les aérodromes les plus proches sur la carte de navigation et on vérifie à chaque fois la possibilité d'atterrissage sur 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), pour cela on devra effectuer la même étude.

##### V.4.4.1 Secteur 01

##### V.4.4.1.1 Procédures avant ( $L=N46^{\circ} 54.717'$ ) :

##### Aérodrome de Basel-Mulhouse (LFSB) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

Table V-32 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point NEMOS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N46 ° 54.717' - LFSB) .

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
NEMOS	0	0	40	12741
LASUN	40	40	46	6344
HOC	46	46	58	13329
BLM	58	58	61	4874
LFSB	61			

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

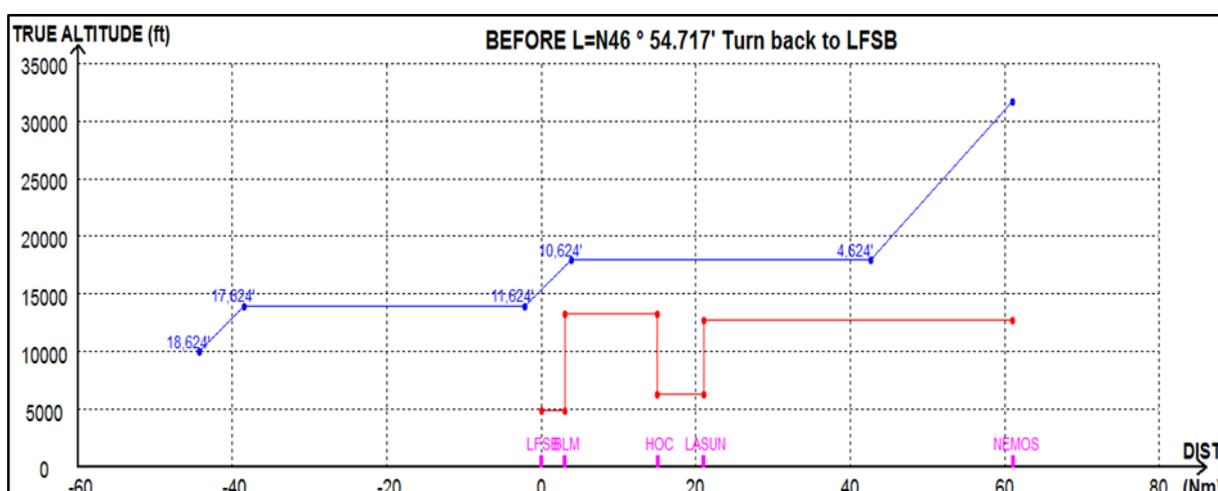


Figure V-29 : Profil oxygène (L=N46 ° 54.717' – LFSB).

### V.4.4.1.2 Procédure entre (L=N46 ° 54.717') et (L=N46 ° 15.235') :

#### Aérodrome de Genève (LSGG) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-33 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point NEMOS et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N46 ° 54.717' - LSGG) .

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
NEMOS	0	0	18	17781
VEROX	18	18	56	14136
MILPA	56	56	67	7607
GVA	67	67	68	7295
LSGG	68			

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

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

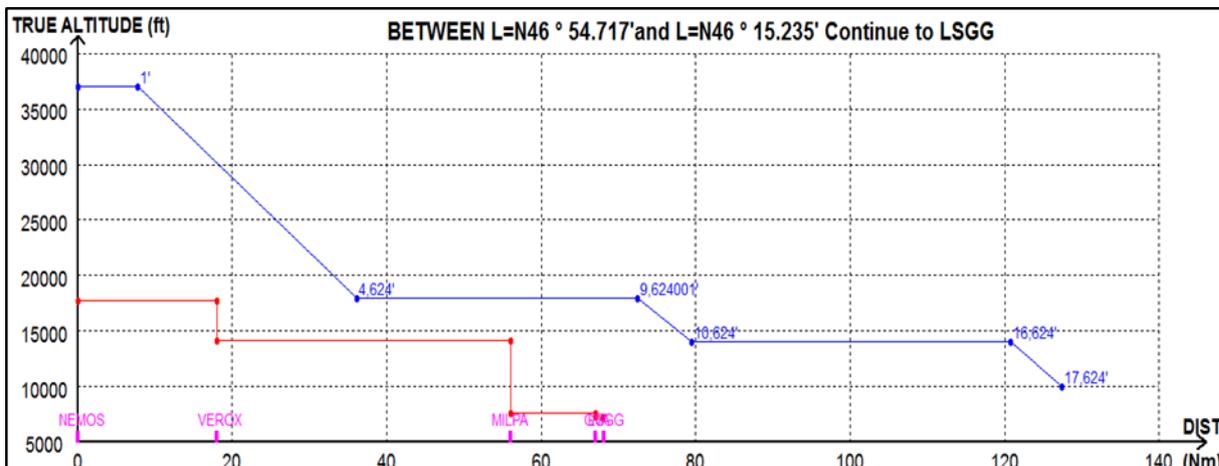


Figure V-30 : Profil oxygène (L=N46 ° 54.717' – LSGG).

### V.4.4.2 Secteur 02

#### V.4.4.2.1 Procédure entre (L=N46 ° 15.235') et (L=N45 ° 28.643') :

##### Aérodrome de Genève (LSGG) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-34 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point BALSI et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N45 ° 28.643' - LSGG).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
BALSI	0	0	23	17781
INCUS	23	23	36	7541
SALEV	36	36	42	17781
PAS	42	42	48	7295
LSGG	48			

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

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

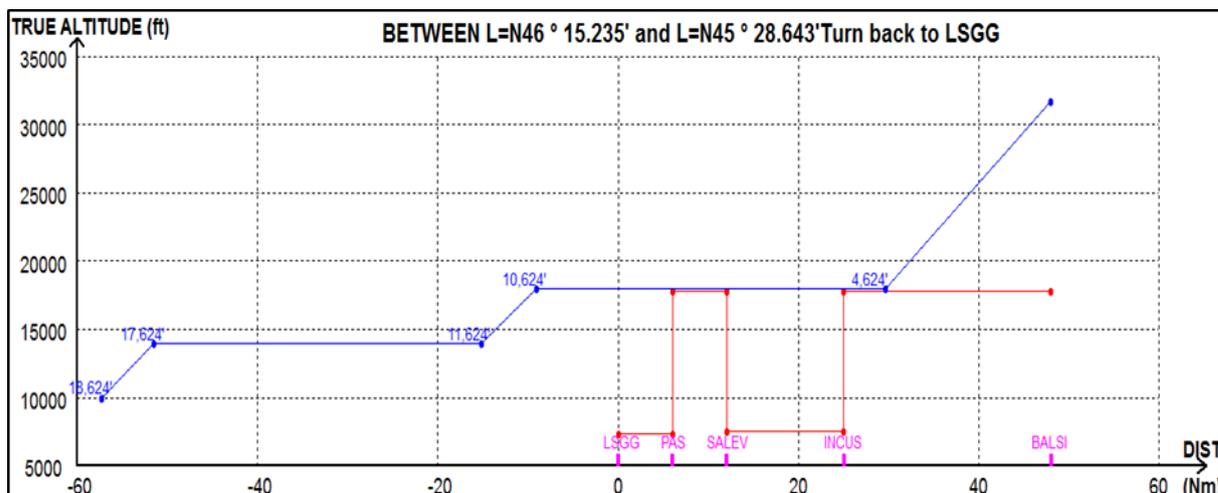


Figure V-31 : Profil oxygène (L=N45 ° 28.643' – LSGG).

### V.4.4.2.2 Procédure après (L=N45 ° 28.643') :

#### Aérodrome de Marseille (LFML) :

On trace la route sur la carte jeppesen pour obtenir le profil du terrain, puis on regroupe les données dans le tableau ci-dessous :

Table V-35 : Les distances sol de chaque way-point par rapport au point BALSII et l'altitude de l'obstacle présent MORA (L=N45 ° 28.643' - LFML).

Way point	Distance(Nm)	From (Nm)	To (Nm)	Altitudes (ft)
BALSII	0	0	54	14648
KOTIT	54	54	68	13296
RETNO	68	68	82	11885
DOTIG	82	82	87	7190
GIROL	87	87	93	7581
TUPOX	93	93	131	8322
MTG	131	131	137	3014
LFML	137			

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

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

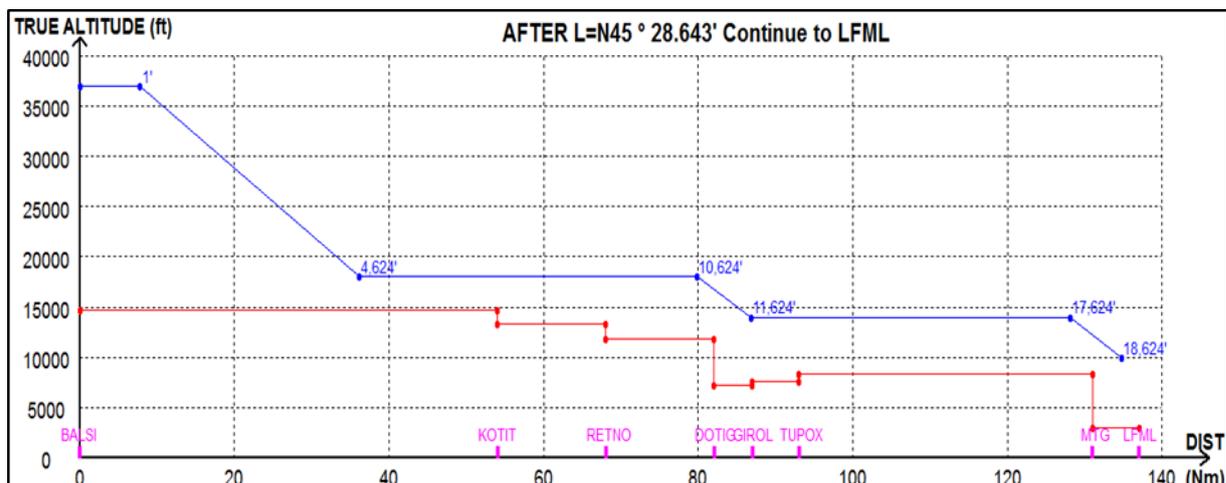


Figure V-32 : Profil oxygène (L=N45 ° 28.643' – LFML).

### V.4.5 Les procédures de la zone 02 (Phase retour) :

La procédure d'urgence adéquate que devra suivre le pilote en cas de dépressurisation :

#### V.4.5.1 Avant (L=N46 ° 54.717') :

Table V-36 : Procédure avant (L=N46 ° 54.717').

<b>BEFORE (L=N46 ° 54.717') Turn back to LFSB</b>	
Lateral procedure	-Route: NEMOS LASUN HOC BLM LFSB -Turn back to LASUN and continue on direct to HOC then turn left and continue on direct to BLM then proceed LFSB
Vertical procedure	-descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to 11NM after HOC then descent to FL100 / VMO and proceed LFSB/LRC

#### V.4.5.2 Entre (L=N46 ° 54.717') et (L=N46 ° 15.235') :

Table V-37 : Procédure entre (L=N46 ° 54.717') et (L=N46 ° 15.235').

<b>BETWEEN (L=N46 ° 54.717') and (L=N46 ° 15.235') Continue to LSGG</b>	
Lateral procedure	-Route : NEMOS N869 MILPA Y1 GVA LSGG - continue to MILPA on N869 then turn left and continue on Y1 to GVA then proceed LSGG
Vertical procedure	-descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to MILPA then descent to FL100 / VMO and proceed LSGG/LRC

## CHAPITRE V. L'ÉLABORATION DES PROCÉDURES

---

### V.4.5.3 Entre (L=N46 ° 15.235') et (L=N45 ° 28.643') :

Table V-38 : Procédure entre (L=N46 ° 15.235') et (L=N45 ° 28.643').

<b>BETWEEN (L=N46 ° 15.235') and (L=N45 ° 28.643') Turn back to LSGG</b>	
Lateral procedure	-Route : BALSU INCUS SALEV PAS LSGG -Turn back to INCUS then turn left and continue on direct to PAS then proceed LSGG
Vertical procedure	-descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to PAS then descent to FL100 / VMO and proceed LSGG/LRC

### V.4.5.4 Procédure après (L=N45 ° 28.643') :

Table V-39 : Procédure après (L=N45 ° 28.643').

<b>AFTER (L=N45 ° 28.643') Continue to LFML</b>	
Lateral procedure	-Route: BALSU UN852 MTG LFML - continue to MTG on UN852 then proceed LFML
Vertical procedure	-descent at MMO/VMO to FL 190 and maintain to 12 NM after RETNO then descent to FL100 / VMO and proceed LFML /LRC

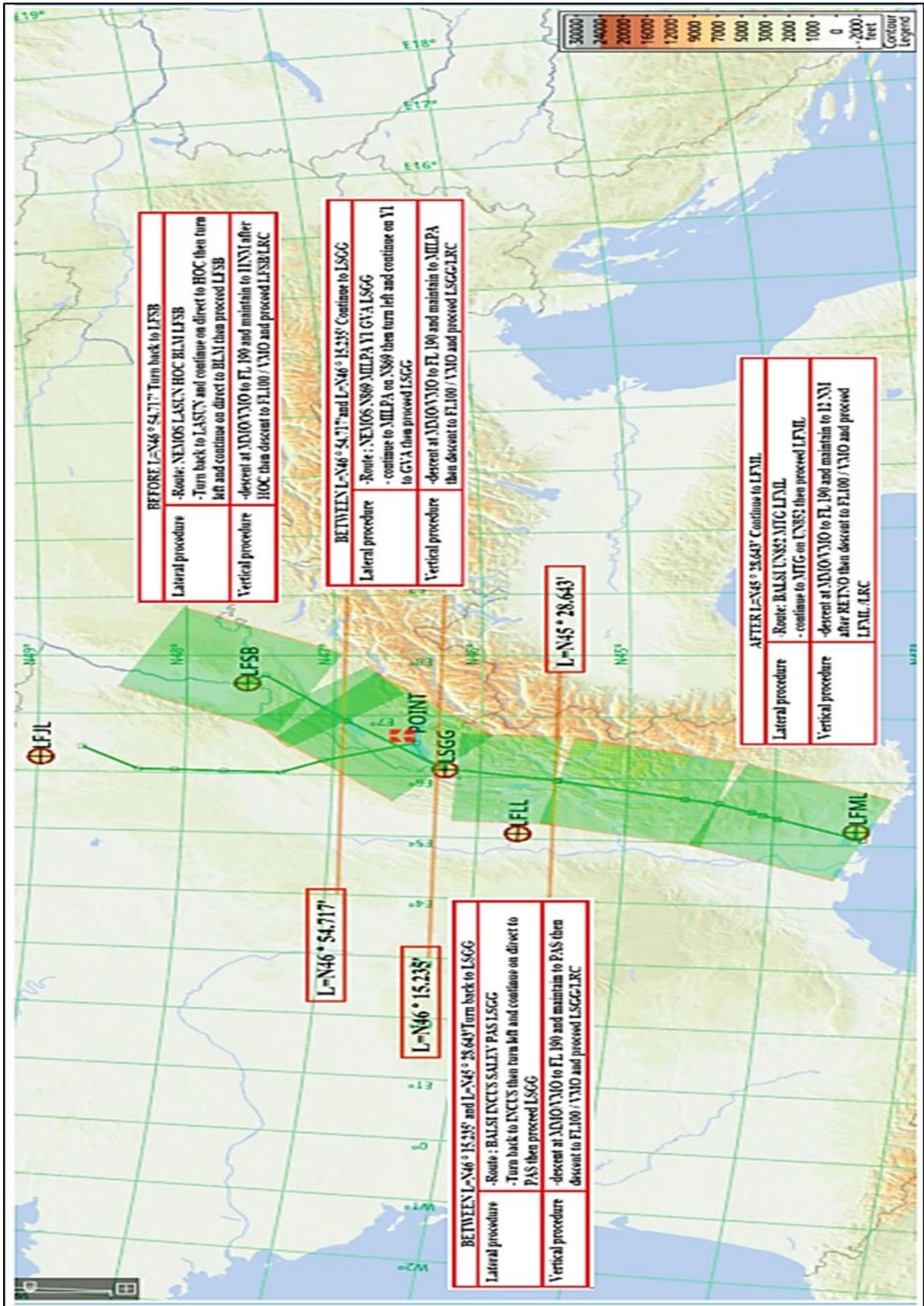


Figure V-33 : Les procédures de la zone 02 (Phase retour).

# CONCLUSION GÉNÉRALE

Notre étude porte sur le développement et la conception de procédures nécessaires en cas de dépressurisation dans les avions B737-600NG et B737-800NG au-dessus de la zone montagneuse des Alpes.

Ces procédures ont été soigneusement élaborées afin d'être immédiatement mises en œuvre par le commandant de bord dès le début de la panne, tout en respectant les réglementations internationales relatives au franchissement d'obstacles et en assurant un approvisionnement suffisant en oxygène pour garantir la sécurité du vol.

Pour mener à bien notre étude, nous avons utilisé différentes ressources telles que des cartes de navigation, des logiciels appropriés et des documents publiés. Tout au long de notre travail, nous avons effectué des vérifications régulières pour nous assurer de la validité des voies aériennes, compte tenu des mises à jour du JetPlan.

Nous avons également étudié la zone montagneuse qui comprend plusieurs routes pour les deux phases aller-retour afin de résoudre le problème de modification et de changement de route le jour du vol.

Nous espérons pouvoir aider AIR ALGERIE à résoudre le problème de changement de procédures le jour du vol souhaité et que ce projet sera bénéfique à nos collègues. Nous souhaitons atteindre l'objectif que nous nous sommes fixé en choisissant ce sujet, à savoir le développement et la conception de procédures en cas de panne de pressurisation.

# Bibliographie

- [1] Manex A de la compagnie nationale AIR ALGERIE, Edition N°2 Révision ,29 SEP 2022 Section 01.01.00 Structures d'organisation.
- [2] Site Boeing.com, « General information ».
- [3] OPERATING MANUAL PART B, BOEING 737-600, « General information and units of measurement », JAN 2018.
- [4] OPERATING MANUAL PART B, BOEING 737-800, « General information and units of measurement », JAN 2018.
- [5] Manex C de la compagnie nationale AIR ALGERIE, Edition N°3 Révision 2, « Instructions and information network », 17 NOV 2022.
- [6] John S. Duncan, « Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge » published by the United States Department of Transportation, Federal Aviation Administration, 2016.
- [7] Cours Operations in mountainous areas, operational performance and technical methods, section 09 terrain clearance and oxygen, AVR 2022 (BOEING).
- [8] Cours Operations\_In\_Mountainous\_Areas, Terrain Clearance and oxygen requirements NOV 2002 (AIR BUS).
- [9] Thèse, GHENNAM.R, GUERNICHE.A, « L'élaboration des procédures d'urgence en cas de dépressurisation pour quelques destinations desservies par Air Algérie », 2017.
- [10] Thèse, BOUTELDJA.N, BOUHAOUITA GUERMECH.A, « Établissement des procédures d'urgence en cas de panne de pressurisation pour le réseau de Tassili Airlines », 2022.
- [11] «Getting to Grips with Aircraft Performance», JAN 2002, AIRBUS, In-flight cabin pressurization failure, En route limitations and Passenger Oxygen Requirement.
- [12] MARK LACAGNINA, «LOSING THE CABIN» Insights on civil aircraft depressurization, OCT 2006.
- [13] Cours opérations aériennes « limitations croisière », institut d'aéronautique blida.
- [14] JEPPESEN, «Introduction to Jeppesen navigation charts (Jeppesen)».