

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLAB de Blida

Institut d'Aéronautique et des études Spatiales

**Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Master
en Aéronautique**

Spécialité : Opérations Aériennes

Thème

***Analyse du centre de gravité des avions B737-800 exploités par TASSILI
AIRLINES et détermination d'une nouvelle limite CG avant alternative
« alternate forward CG »***

Présenté par :

BENBOUAZIZ Meriem.

Encadré par :

Mr. DRIUCHE Mouloud.

Blida, octobre 2014

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la patience et le courage d'accomplir ce Modeste travail.

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

Mes remerciements les plus sincères vont à Monsieur **Mouloud Driouche**, mon promoteur et enseignant à l'université de Blida, pour ses encouragements, ses conseils, son assistance, ainsi que son aide précieuse, qui m'ont guidés tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Monsieur **Farid Bouamrani**, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce mémoire.....du fond du cœur merci.

J'adresse mes sincères remerciements à l'ensemble du corps enseignant et toutes les personnes qui par leurs efforts, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie enfin tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réussite de ce travail.

Merci 

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À MES TRÈS CHERS PARENTS,

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

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

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

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

À MES CHERS ET ADORABLE FRÈRES ET SOEURS,

À MES CHÈRES GRANDE MÈRES,

Qui m'ont accompagné par leurs prières, leurs douceur, puisse Dieu leur prêter une longue vie et beaucoup de santé et du bonheur.

À LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE,

J'aurais tant aimé que tu sois présent. Que Dieu ait ton âme dans sa sainte miséricorde.

À MES CHERS ONCLES, TANTES, LEURS EPOUX ET EPOUSES,

À MES CHERS COUSINS ET COUSINES,

Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux, plein de bonheur et de succès.

À TOUTE MA FAMILLE,

À MES CHERS AMIS,

En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments. En souvenir de tout ce qu'on a vécu ensemble. J'espère de tout mon cœur que notre amitié durera éternellement.

À MES PROFESSEURS,

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

Une spéciale dédicace à mon encadreur Mr BOUAMRANI FARID,

À tous ce que j'ai connu, et qui mon soutenu et qui me sont chers

Meriem Benbouaziz

TABLE DE MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	
INTRODUCTION GENERALE.....	1

Chapitre I

I.1. INTRODUCTION.....	2
I.2. Présentation de Tassili Airlines	2
I.3. Présentation de l'appareil B 737 - 800	13

Chapitre II

II.1. Définitions	22
II.2. Les exigences des performances au décollage	24
II.3. Vitesses associées au décollage	25
II.4. Facteurs déterminant les limites du centre de gravité	28
II.5. Calcul de base du centrage	30
II.6. Influence du centrage sur la stabilité d'un aéronef	32
II.7. L'influence du centrage sur la consommation de carburant	33
II.8. Masses maximales réglementaires	33
II.9. Composition de la masse d'un avion	34
II.10. Détermination de la masse de base d'un avion	38
II.11. Carburant réglementaire.....	40

II.12. Devis de masse	41
II.13. Calcul de devis de masse	42
II.14. Evolution de la charge offerte en fonction de la distance d'étape	44
II.15. La feuille du centrage	47
II.16. Méthode de l'Index	49
II.17. Les différentes parties de la feuille du centrage	52
II.18. Instructions générales pour la vérification de la feuille de chargement	54
II.19. Enveloppe opérationnelle du centrage	55
II.20. Limites certifiées du centre de gravité (CG)	56
II.21. Limites opérationnelles du centrage	57
II.22. Conséquences d'un centrage hors limite	57
II.23. Effets d'une surcharge	59

Chapitre III

III.1. INTRODUCTION.....	62
III.2. Description du Boeing Performance Software « BPS ».....	62
III.3. Limites avant alternatives du centre de gravité (Alternate Forward CG limits).....	66
III.4. Analyse du chargement de B737-800.....	70
III.5 Analyse des performances au décollage	108

Chapitre IV

IV.1. Création des nouvelles limites de la loadsheet	119
IV.2. comparaison entre les masses calculées par le BPS et celles du RAM ...	122

LISTE DES FIGURES :

Chapitre I

<i>Figure 1.1</i> : organigramme de l'ensemble de la compagnie aérienne Tassili Airlines.....	4
<i>Figure 1.2</i> : Organigramme de l'organisation de l'ensemble de la compagnie aérienne TAL.....	5
<i>Figure 1.3</i> : <i>Organigramme général de la direction d'Exploitation</i>	6
<i>Figure 1.4</i> : hangar du centre de maintenance de Tassili Airlines.....	8
<i>Figure 1.5</i> : le centre d'exploitation de Tassili Airlines.....	8
<i>Figure 1.6</i> : production des B737 nouvelles générations.....	14
<i>Figure 1.7</i> : le Boeing 737-800 de la compagnie Tassili Airlines.....	15
<i>Figure 1.8</i> : Vue en coupe du moteur CFM56-7B.....	16
<i>Figure 1.9</i> : la cabine des passagers.....	17
<i>Figure 1.10</i> : plan à trois vue du B737-800.....	18

Chapitre II

<i>Figure 2.1</i> : Moment d'une force.....	22
<i>Figure 2.2</i> : Corde aérodynamique moyenne « MAC ».....	23
<i>Figure 2.3</i> : représentation du centre de poussée.....	24
<i>Figure 2.4</i> : Exigences des performances au décollage.....	25
<i>Figure 2.5</i> : vitesses associées au décollage.....	25
<i>Figure 2.6</i> : vitesse minimale de contrôle au sol.....	26
<i>Figure 2.7</i> : Inclinaison maximale pour reprendre le contrôle en cas de panne.....	27
<i>Figure 2.8</i> : Récapitulatif des vitesses.....	28

Figure 2.9 : Effet de la consommation sur la position du CG.....	30
Figure 2.10 : Point de référence fixé par le constructeur.....	30
Figure 2.11 : Position du centre de gravité par rapport au point de référence.....	31
Figure 2.12 : Influence du centrage sur la stabilité d'un aéronef.....	32
Figure 2.13 : Composition de la masse d'un avion.....	35
Figure 2.14 : moment de flexion au niveau de l'emplanture.....	37
Figure 2.15 : Pesée d'un avion.....	39
Figure 2.16 : Carburant réglementaire pour un vol.....	41
Figure 2.17 : Évolution de la C/O en fonction de la distance d'étape.....	46
Figure 2.18 : Feuille du centrage du B737-800.....	48
Figure 2.19 : Moment d'un article.....	49
Figure 2.20 : Moment de l'ensemble d'articles.....	50
Figure 2.21 : Représentation du ΔI sur la feuille du centrage.....	53
Figure 2.22 : Détermination de $I_{\text{sans carburant}}$ sur la feuille du centrage.....	53
Figure 2.23 : Compensateur de profondeur (Trim).....	55
Figure 2.24 : Enveloppe opérationnelle limitative du B737-800.....	56
Figure 2.25 : Les limites certifiées et opérationnelles du centrage.....	57

Chapitre III

Figure 3.1 : La structure de l'interface du BPS.....	62
Figure 3.2 : ouverture d'une nouvelle session.....	63
Figure 3.3 : Importation des informations d'avion.....	64
Figure 3.4 : Importation des informations concernant les aéroports.....	64
Figure 3.5 : choix et introduction de la température et le vent spécifiés.....	65
Figure 3.6 : Régénération de la MMD pour déterminer la nature de limitation.....	65
Figure 3.7 : Détermination de la MMD, les vitesses associées et le type de limitation.....	66
Figure 3.8 : Exemple d'une limite avant alternative du centre de gravité.....	67

Figure 3.9 : Le gain dans la distance d'étape.....	68
Figure 3.10 : Réduction d'angle d'attaque.....	68
Figure 3.11 : Réduction de l'angle d'attaque.....	69
Figure 3.12 : Réduction de la trainée.....	69
Figure 3.13 : Amélioration de l'inclinaison de la montée.....	70

Chapitre IV

Figure 4.1 : le traçage de l'enveloppe opérationnelle.....	121
Figure 4.2 : l'enveloppe opérationnelle finale avec les nouvelles limites.....	122
Figure 4.3 : Gain de masse pour chaque nouvelle limite du centrage.....	126

LISTE DES TABLEAUX :

Chapitre I

<i>Tableau 1.1</i> : composition de la flotte de Tassili Airlines.....	11
<i>Tableau 1.2</i> : caractéristiques et performances du moteur CFM56-7B 24.....	16
<i>Tableau 1.3</i> : tableau représentatif des principaux caractéristiques du B737-800 SFW....	19

Chapitre II

<i>Tableau 2.1</i> : L'influence du centrage sur la stabilité, la manœuvrabilité et la consommation.....	33
<i>Tableau 2.2</i> : Les différentes masses maximales structurales du B737-800.....	37
<i>Tableau 2.3</i> : Nombre d'avions à peser.....	38
<i>Tableau 2.4</i> : Calcul de la charge offerte.....	43

Chapitre III

<i>Tableau 3.1</i> : Tableau représentatif de l'analyse de chargement du B737-800.....	71
<i>Tableau 3.2</i> : Détermination des nouvelles limites alternatives du centre de gravité	90
<i>Tableau 3.3</i> : Tableau des nouvelles limites obtenues	108
<i>Tableau 3.4</i> : Analyse des performances au décollage	109
<i>Tableau 3.5</i> : Liste des QFU limitatifs pour la 24K	113
<i>Tableau 3.6</i> : Comparaison entre les masses obtenues du RAM et celles calculés par le BPS avec les nouvelles limites	116

Chapitre IV

<i>Tableau 4.1:</i> Structural Weight and Center of Gravity Limits.....	120
<i>Tableau 4.2 :</i> Comparaison des masses et gain de masse.....	123
<i>Tableau 4.3 :</i> Exemple de perte.....	127

Liste des abréviations

a	Célérité du son
Add	Carburant Additionnel
AHM	Airport Handling Manual
BPS	Boeing Performance Software
C	First Class
CG	Centre de gravité
C_L	Lift Coefficient
C_m	Coefficient du moment
CMA	Corde moyenne aérodynamique
C/O	Charge offerte
CR	Capacité des réservoirs
Csp	Consommation Spécifique
d	Délestage
DACM	Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie
Dair	Distance air
DOI	Dry Operating Index
DOW	Dry Operating Weight
f	Finesse
FAA	Federal Aviation Administration
FSB	Flight Safety Bureau
H_{arm}	Bras de levier
HSE	Hygiène Santé Sécurité et Environnement
I	Index
IATA	International Air Transport Association

IOSA	IATA Operational Safety Audit
g	Gravité
GRH	Gestion des Ressources Humaines
K=C	Constantes
LEMAC	Horizontal distance from the station zero (Leading Edge of MAC)
LMC	Last Minute Changes
LDW	Landing Weight
L/U	Limitation utile
M	Nombre du Mach
MAC	Mean aerodynamic chord
m_{att}	Masse atterrissage
$m_{déc}$	Masse au décollage
m_{ops}	Masse en opération
MMD	Masse maximale au décollage
MMSA	Masse maximale de structure à l'atterrissage
MMSC	Masse maximale de structure sans carburant
MMSD	Masse maximale de structure au décollage
MMSR	Masse maximale de structure au roulage
N	Newton
NG	Next Generation
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OEW	Operating Empty Weight
Q_{att}	Quantité de carburant à l'atterrissage
$Q_{déc}$	Quantité de carburant au décollage
QLF	Quantité de carburant au lacher des freins
Q_{park}	Quantité de carburant au parking
r	Quantité de carburant pour le roulage

QMS	Quality Management System
RAM	Runway Analysis Manual
RC	Reference chord
RD	Réserve de dégagement
RF	Réserve finale
RR	Réserve de route
RLM	Regulated Landing Mass
RTOM	Regulated Takeoff-Mass
Ref.Sta	Reference station/axis
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
Supp	Carburant Supplémentaire
TOCG	Takeoff Center of Gravity
TOW	Takeoff Weight
V1	Vitesse de décision au décollage
V_{EF}	Engine Failure Speed
V_{MCG}	Minimum Control on Ground Speed
VR	Vitesse de Rotation
V_{MCA}	Minimum Control Airborne Speed
V_{LOF}	Lift Off Speed
VMU	Minimum unstick Speed
V2	Vitesse de sécurité au décollage
Vs	Stall speed
W	Weight
WBM	Weight and Balance Manual
Y	Classe Economique
ZFCG	Zero Fuel Center of Gravity
ZFW	Zero Fuel Weight

Résumé :

Le centrage d'un avion à un impact direct sur les performances au décollage notamment la masse maximale au décollage, lors de certification des avions l'hypothèse d'un centrage avant est considérée dans les calculs, notre travail consiste à créer des nouvelles limites de centrage avant en fonction de chargement et étudier l'impact sur les performances au décollage.

Mots Clés : Centrage, Limite Avant, Performances au décollage.

Abstract:

The weight and balance in aircraft has a direct impact in takeoff performances, especially in Maximum allowable Takeoff Weight , in certification process the Most Forward CG position is considered in Performances computation ,our project consist to create new alternates forward CGs in accordance with aircraft loading and analyzing the impact on Takeoff performances.

Key Words: Weight and balance, Forward CG limit, takeoff performances.

ملخص

إن للوزن والتوازن تأثير مباشر في مميزات الإقلاع في الطائرة ، خاصة في تحديد الوزن الأقصى للإقلاع المسموح به ، أثناء عملية المصادقة يفترض موضع مركز الثقل في أقصى الأمام، مشروعنا أمامية جديدة بناء على تحميلها ودراسة أثر ذلك على خصائص .يتمثل في إيجاد مواضع مركز ثقل الإقلاع

الكلمات الدالة: مميزات الإقلاع، الوزن والتوازن، مركز ثقل أمامية

Introduction Générale :

Un avion a besoin d'être équilibré pour voler correctement, sans cela il serait tout simplement impossible de piloter. La gestion de la masse et du centrage des aéronefs est une opération relativement importante lors de la préparation d'un vol car un avion mal chargé et mal centré ne peut pas réussir à décoller. Et pour cela là, le pilote devra s'assurer avant le décollage que l'avion est chargé dans les limites prescrites. A cet effet, La position du centre de gravité des avions a un impact considérable sur les performances au décollage.

Lors de la certification des avions, le constructeur prend comme hypothèse une limite de centrage très en avant (la plus contraignante). En réalité lors du chargement des avions, un centrage voisinant la limite avant est rare.

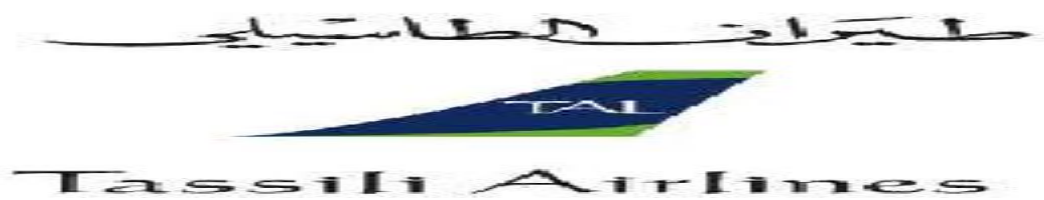
L'augmentation de la charge offerte est l'un des premières préoccupations des compagnies aériennes après la sécurité des vols.

Et pour ce faire, mon travail consiste à évaluer la possibilité d'améliorer les performances au décollage (la masse au décollage) donc la charge offerte en créant des nouvelles limites avant du centrage.

Le présent mémoire est le résultat du travail effectuée durant mon stage à l'aéroport « Houari Boumediene » à la compagnie Tassili Airlines, j'ai organisé ce dernier en quatre chapitres :

- Mon étude débute par la présentation de la compagnie Tassili Airlines et de l'avion B737-800 ;
- Le deuxième chapitre sera consacré aux notions et rappels sur masse et centrage ;
- Le troisième chapitre sera dédié à la partie pratique ou il y a eu une analyse du chargement des avions B737-800 ;
- Le dernier chapitre sera réservé pour la création et la validation des résultats.

Chapitre I : présentation de la compagnie et l'avion B737-800.



I.1. INTRODUCTION :

La concrétisation du présent projet s'est observée au niveau de la compagnie aérienne algérienne TASSILI AIRLINES dont je décris dans la première partie de ce chapitre ses aspects fondamentaux. La deuxième partie sera dédiée à une description détaillée de l'avion B737-800 tout en référant au manuel d'exploitation de la compagnie et le manuel de vol de B737-800.

I.2. Présentation de Tassili Airlines :

Tassili Airlines est une compagnie aérienne algérienne parapétrolière, sous l'action de l'entreprise Sonatrach, elle assure les services du travail aérien ainsi que le transport du personnel Sonatrach et ses partenaires des sociétés étrangères.

I.2.1. Historique de la compagnie :

Tassili Airlines a été créée le 30 mars 1998, à l'origine il s'agissait d'une alliance entre le groupe pétrolier algérien Sonatrach (51% du capital social) et la compagnie aérienne Air Algérie (49% du capital social). Sa mission principale était de réaliser des services aériens pour le compte de sociétés pétrolières et parapétrolières en Algérie.

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

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

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

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

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

I.2.2. Les différentes missions de Tassili Airlines :

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

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

Toutes autres opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à son objet social.

I.2.3. Structure de l'organisation :

La compagnie aérienne Tassili Airlines englobe quatre départements généraux qui sont :

- **S/**Direction Qualité.
- **S/**Direction d'Informatique et Télécommunications.
- Bureau Sûreté Aérienne.
- Bureau Sécurité des vols.

Ainsi que six directions qui sont les suivantes :

- Direction Etudes Planification.
- Direction des Ressources Humaines.
- Direction Finances et Comptabilité.
- Direction Commerciale.
- Direction technique.
- Direction Exploitation.

Le tout étant sous le patronat du Président directeur Général.

La compagnie Tassili Airlines est caractérisée par deux organigrammes bien spécifiques qui sont illustrés dans les figures suivantes.

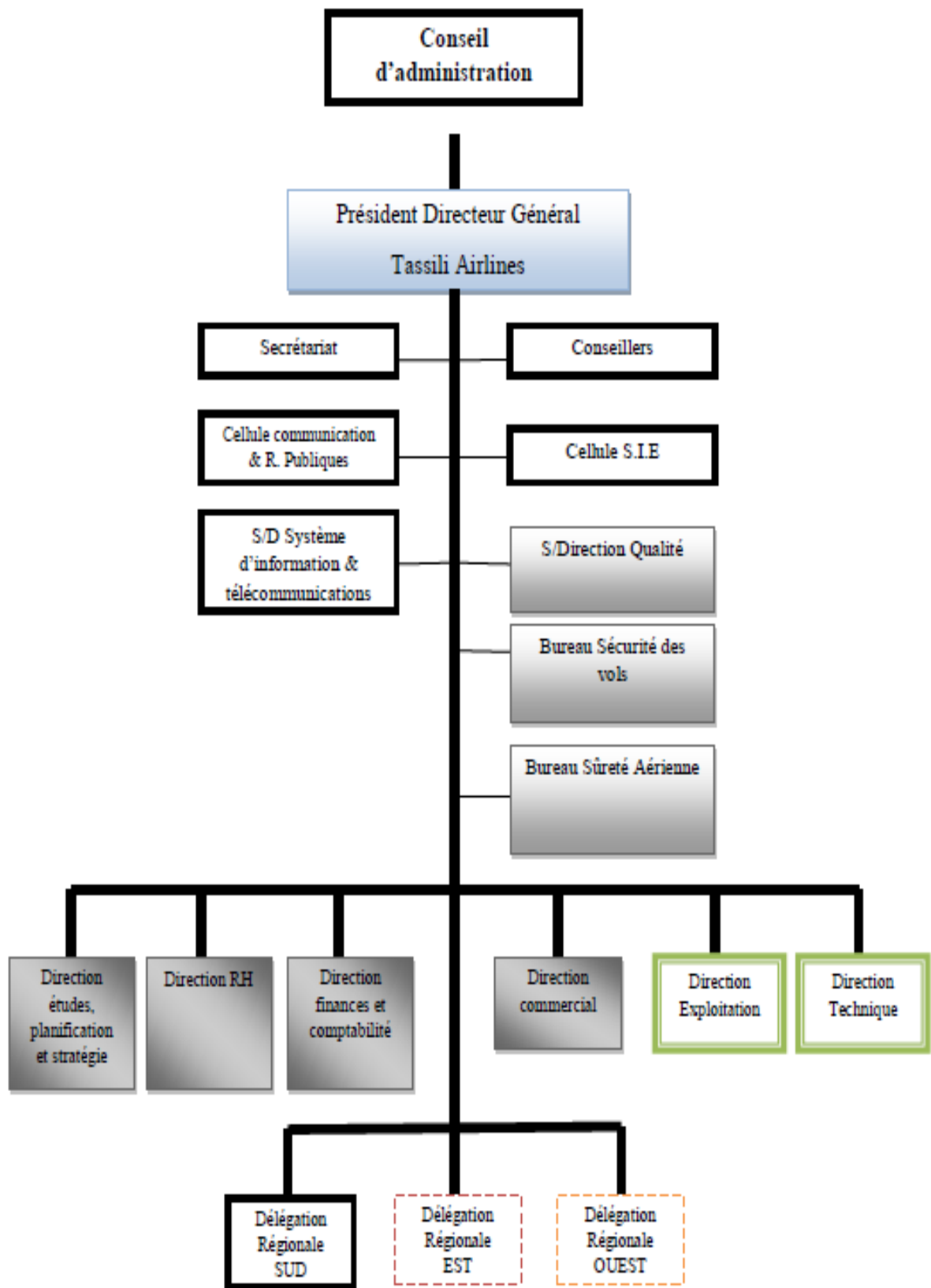


Figure 1.1 : organigramme de l'ensemble de la compagnie aérienne Tassili Airlines.

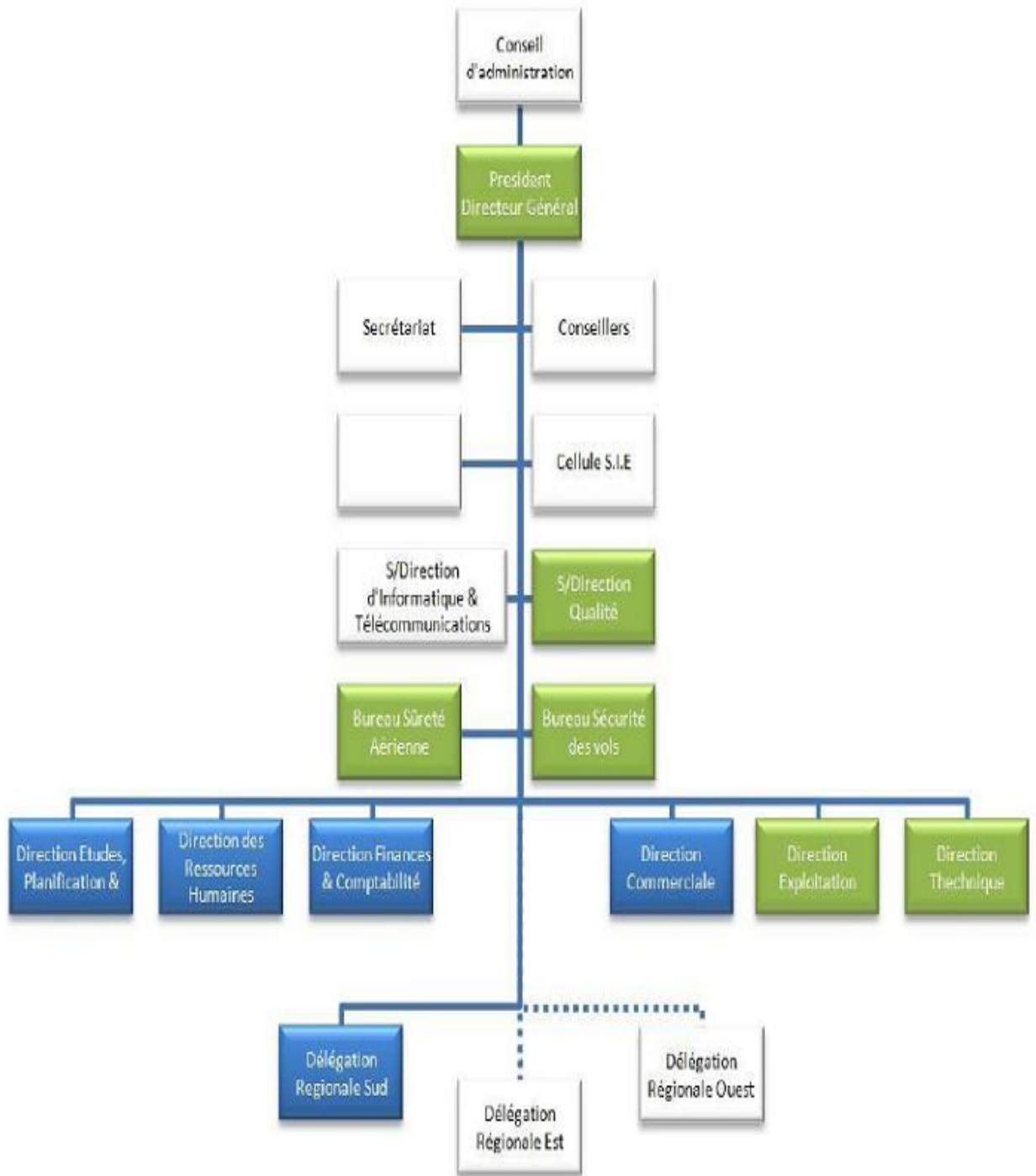


Figure 1.2 : Organigramme de l'organisation de l'ensemble de la compagnie aérienne TAL.

I.2.4. Organigramme général de la direction d'exploitation :

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

Sous l'autorité du Président Directeur Général, il a pour missions d'Exécuter le programme d'exploitation arrêté par la compagnie dans des conditions de sécurité, de sûreté, de régularité, de qualité et de rentabilité économique conformément à la réglementation aéronautique nationale et internationale et aux procédures de la compagnie; ainsi que de mettre en œuvre, coordonner et contrôler la bonne exécution de l'ensemble des activités qui ont pour but la préparation, l'exécution, le suivi et le contrôle des vols programmés. Mais tout cela ne peut être effectué qu'avec toute une équipe ou un groupe de personnes qui sont désignées dans l'organigramme suivant :

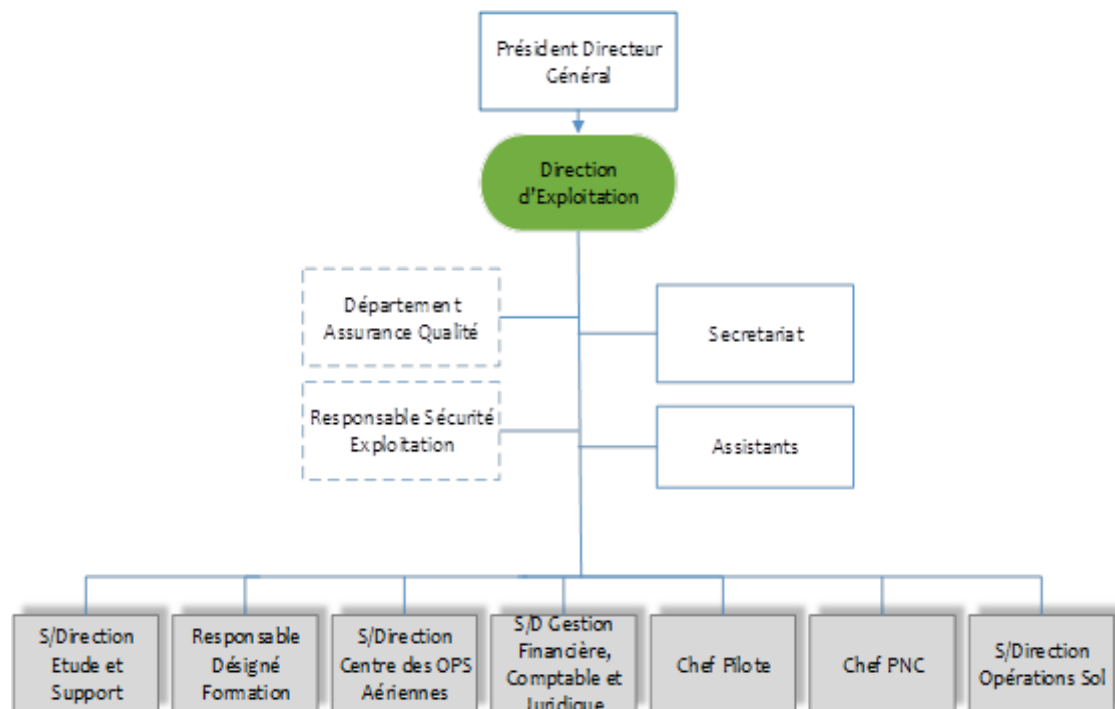


Figure 1.3 : Organigramme général de la direction d'Exploitation.

1.2.5. Politique de Tassili Airlines :

La politique de la compagnie aérienne Tassili Airlines est axée sur les engagements suivants :

→ Sécurité des vols :

La mise en œuvre d'un Système de Gestion de la Sécurité (SGS) comme prescrit par l'OACI.

- ✓ Création de la structure chargée du suivi, de l'analyse et de la sécurité des vols (Flight Safety Bureau/ FSB).
- ✓ Mise en place d'un Comité de Sécurité des vols pour l'identification des dangers et la gestion des risques.

- ✓ Mise en place d'une Cellule de Traitement des Incidents et prise en considération du retour d'expérience (recommandations).
- ✓ Mise en place d'un Plan d'Urgence qui décrit et précise les tâches, responsabilités et actions à entreprendre face aux conséquences d'un accident.

➔ **Sûreté aérienne :**

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

➔ **Qualité :**

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

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

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

➔ **IOSA :**

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

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

(Sensibilisation et harmonisation des process).

I.2.6. Infrastructure :

Conformément à la réglementation en matière d'infrastructure, qu'une compagnie aérienne est sensée occuper et suite aux différents audits dont a fait l'objet Tassili Airlines ; aussi bien de la part de la direction de l'aviation civile algérienne, que de celle de l'IATA

et des clients potentiels, il avait été décidé de mettre en œuvre le projet de construction des centres, de maintenance et d'exploitation au sein de l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene ». Ces derniers permettront à notre personnel de pouvoir travailler dans des conditions plus appropriées et en adéquation avec les standards internationaux; car ces deux bâtiments, de part leurs conceptions, répondent aux normes internationales en matière de sécurité, de confort et d'espace vital.

➤ **Centre de maintenance :**



Figure 1.4 : hangar du centre de maintenance de Tassili Airlines.

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

➤ **Centre d'exploitation :**



Figure 1.5 : le centre d'exploitation de Tassili Airlines.

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

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

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

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

I.2.7. Ressources humaines :

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

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

I.2.8. Stratégie :

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

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

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

I.2.9. Les services de Tassili Airlines :

➔ Vols charters pétrolier :

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

➔ Vols à la demande :

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

➔ **Travail aérien :**

Une multitude de services aériens :

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

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

I.2.10. La flotte de la compagnie :






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

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

➔ **Les types d'avion de la flotte de Tassili Airlines:**

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

Tableau 1.1 : composition de la flotte de Tassili Airlines.

	<p>Bombardier Q400 : Avion bi turbopropulseurs dont la capacité est de 74 sièges avec un rayon d'action de 2415 Km (1304 NM) et une vitesse de croisière de 667 Km/h (360Kt).</p>
	<p>Bombardier Q200 : Avion bi turbopropulseurs dont la capacité est de 37 sièges avec un rayon d'action de 1802 Km (973 NM) et une vitesse de croisière de 537 Km/h (309Kt).</p>
	<p>Beechcraft 1900D : Avion bi turbopropulseurs dont la capacité est de 18 sièges avec un rayon d'action de 2000 Km (1080 NM) et une vitesse de croisière de 480 Km/h (259Kt).</p>
	<p>Cessna 208 G/C : Avion monomoteur turbopropulseur dont la capacité est de 9 passagers avec une autonomie de 5h00 et une vitesse de croisière de 280 Km/h (151Kt). La version Evasan possède 2 civières et 2 accompagnateurs.</p>
	<p>Pilatus PC6 : Avion mono moteur turbopropulseur de type STOL dont la capacité est de 7 passagers avec une autonomie de 7h40 et une Vitesse de croisière de 220 Km/h (118.8Kt). La version Evasan possède 2 civières et un accompagnateur.</p>



Bell 206 LR :

Hélicoptère mono turbine Bell 206 Long Ranger dont la capacité est de 5 passagers avec une autonomie de 3h00 et une vitesse de croisière de 200 Km/h (108Kt).

La version Evasan possède 1 civière et 1 accompagnateur.



Boeing 737-800 :

Avion biréacteur dont la capacité est de 155 sièges avec un rayon d'action de 5000 Km (2700 NM) et une vitesse de croisière de 900 Km/h (486Kt).

➔ **Bombardier Q400 :**

Le Q400 fabriqué par Bombardier aéronautique, est un avion destiné au transport des personnes. Appelé initialement DHC-8-400 lorsque fabriqué par de Havilland Canada (DHC), il a été renommé Q400 après l'acquisition de DHC par Bombardier, le Dash 8-Q400 ressemble particulièrement à l'ATR 42, à l'ATR 72 et au Fokker F50.

La lettre « Q » dans Q400 est pour quiet « silencieux », l'utilisation de six pales réduisant l'émission sonore. Le Q400 possède aussi le Noise and Vibration Suppression « NVS », un système réduisant les vibrations et le son. Il consomme moins de carburant et émet moins de gaz polluant. Il est aussi l'un des plus rapides avions turbopropulsés avec sa vitesse de croisière moyenne de 670 km/h.

➔ **Bombardier Q200 :**

L'appareil de type série 200 est équipé de moteurs Pratt & Whitney Canada PW123 plus puissants que ceux de la première série 100.

→ **Beechcraft 1900D :**

Le Beechcraft 1900D est un avion de transport régional à turbopropulseurs de 18 places. La version initiale A n'a été produite qu'à trois exemplaires, dont un seul est encore en service au sein de l'Escadron de Ejecutivos 310 bolivien. À fuselage agrandi, permettant la station debout des passagers, le Beechliner est également apparenté au Beech King Air. Fabriqué à plus de 450 exemplaires par Raytheon Aircraft, le 1900D a été commercialisé à partir de 1991.

→ **Cessna C208 :**

Le Cessna 208 Caravan est un avion de transport de fabrication américaine conçu en vue de remplacer les avions de Brousse Beaver et Otter et les premiers Cessna, le C208 caravan est un appareil économique bénéficiant d'une grande capacité d'emport de charge et ne nécessitant qu'une maintenance très légère. Il est aussi d'une catégorie ADAC (avion à décollage et atterrissage court).

→ **Pilatus PC-6 :**

Le Pilatus PC-6 est un avion utilitaire ADAC (avion à décollage et atterrissage court) à ailes hautes construit par la société suisse Pilatus Aircraft.

Parfois surnommé la Jeep des airs, il a réalisé son premier vol le 4 mai 1959 avec un moteur à pistons Lycoming. Face à des performances remarquables de maniabilité, le prototype est engagé dans une expédition vers l'Himalaya en mars 1960. On peut encore y voir l'avion resté « là-haut ».

Il démontre son utilité dans la région et est amené à atteindre des plateaux à 5700 m d'altitude où les limites de la motorisation se font sentir.

→ **Bell 206 LR :**

La version allongée six passagers du populaire Jet Ranger. Cet hélicoptère intermédiaire confortable et efficace offre une faible consommation de carburant tout en déplaçant six passagers ou 545 kg de chargement externe. Le Long Ranger excelle dans des situations pour lesquelles il faut transporter de grandes équipes ou il faut faire du transport à avec une élingue de plus grande capacité.

I.3. Présentation de l'appareil B 737 - 800 :

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

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

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

I.3.1. Description de l'avion B737 – 800 :

La nouvelle génération de Boeing 737NG (737-600, 737-700, 737-700ER, 737-800, 737-900ER), est équipée de réacteurs CFM56-7B et d'un cockpit ultramoderne entièrement numérique, déjà plus de 4000 appareils de cette génération ont été produits.



Figure 1.6 : production des B737 nouvelles générations.

Le Boeing 737-800 est la version la plus vendue de la famille 737 Next-Génération, connu par sa fiabilité, l'efficacité énergétique et sa performance économique. Le B737-800 est sélectionné par les transporteurs de premier plan à travers le monde, car il fournit aux opérateurs la flexibilité nécessaire pour desservir un large éventail de marchés. Le jet des monocouloirs qui peut accueillir entre 162 à 189 passagers, peut voler 260 NM plus loin et consommer 7 % moins de carburant tout en transportant 12 passagers de plus que le modèle concurrent.

Le 737-800 a été lancé le 5 septembre 1994, avec des engagements de clients pour plus de 40 avions. La première livraison était destinée pour le transporteur Allemand Hapag-Lloyd en 1998. Le 13 Mars 1998, le B737-800 a

obtenu la certification type de la Federal Aviation Administration Américaine FAA suivi d'une validation de type JAA le 9 Avril 1998.



Figure 1.7 : le Boeing 737-800 de la compagnie Tassili Airlines.

➔ Motorisation du B737-800 :

Le B737-800 est motorisé par deux turbo fans (CFM56-7B 24-27), Le CFM56-7B est un turbo fan, double corps à flux axial à haut taux de dilution, court et léger et d'une conception entièrement modulaire pour faciliter sa maintenance. Il délivre une poussée à l'avion et assure la puissance des circuits de bord.

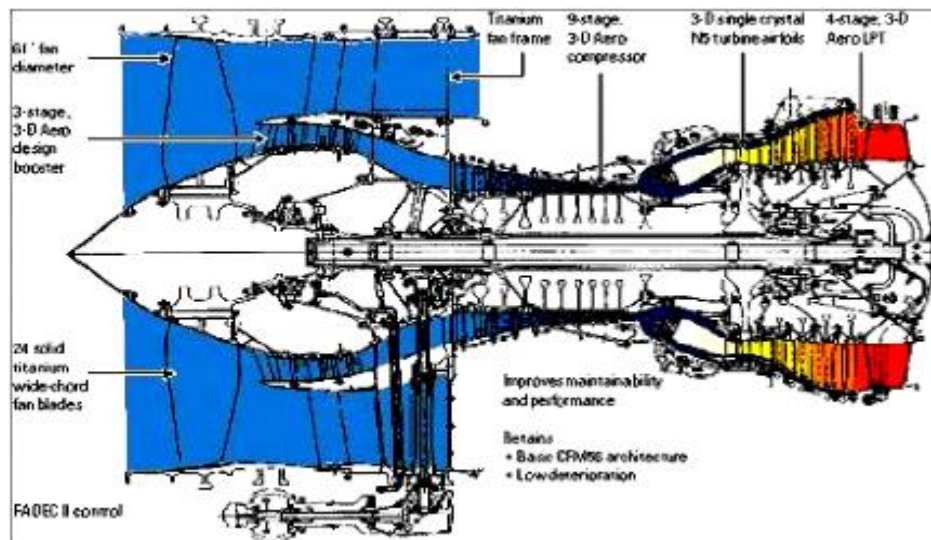


Figure 1.8 : Vue en coupe du moteur CFM56-7B.

➔ **Caractéristiques et performances du moteur CFM56-7B 24 :**

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques et performances du moteur CFM56-7B 24.

Tableau 1.2 : caractéristiques et performances du moteur CFM56-7B 24.

Poussée	24000 lb
Diamètre du fan	1.55 m
Poids du moteur à vide	2358 kg
Masse de la nacelle avec moteur	3300 kg
Longueur	2.629 m
Taux de compression	32
Taux de dilution	5.3
Mach	0.8
Débit d'air au décollage	385 kg/h
N1 max	(104%) 5380tr/mn
N2 max	(105%) 15183tr/mn
Vitesse moyenne d'éjection des gaz (décollage)	295m/s
Consommation spécifique	0.59 kg/h/n
Générateur électrique	90 kva
EGT max	950 c°

→ **Cabine des passagers :**

Le plan de la cabine est divisé en deux classes : 20C pour la première classe et 135Y pour la classe économique.



Figure 1.9: la cabine des passagers.

I.3.2. Plan technique du B737-800 :

La figure ci-dessous illustre plus en détails les spécificités techniques et les dimensions primaires pour une configuration avec winglets :

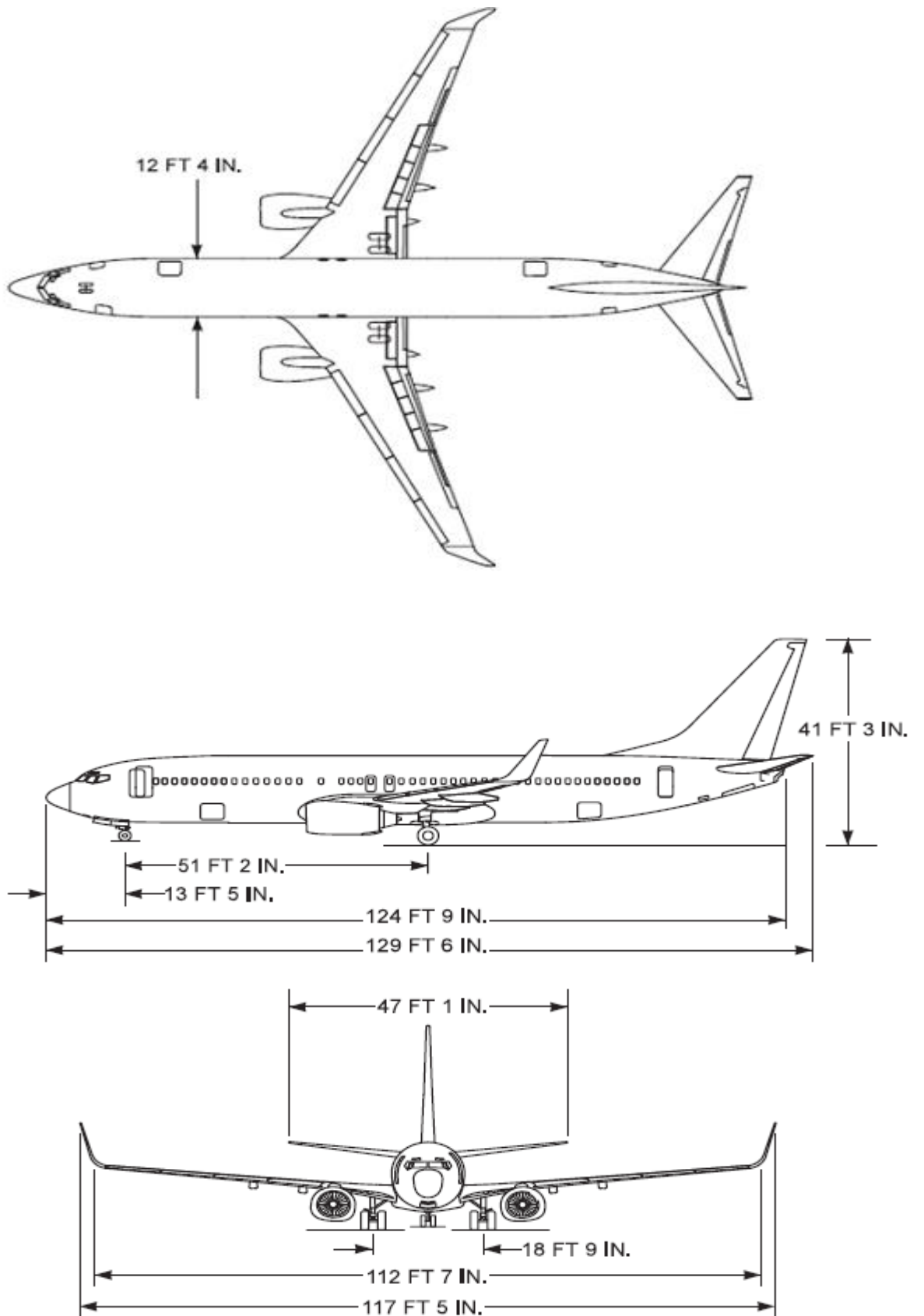


Figure 1.10 : plan à trois vue du B737-800.

I.3.4. Performances et caractéristiques généraux du B737 – 800 SFW :

Le tableau suivant liste les principales caractéristiques du B737-800 SFW.

Tableau 1.3 : tableau représentatif des principaux caractéristiques du B737-800 SFW.

INFORMATIONS GENERALES	
Constructeur	Boeing
Type	Avion de ligne moyen-courrier
Statut	En production
Compagnie de lancement	Hapag Lloyd Flub (TUIfly)
Coût unitaire	US\$ 80.8 millions
Nombre de commandes	3892
Nombre de livraisons	2332
SPECIFICITES	
Equipage	Deux pilotes
Passagers	189 (classe haute densité)/ 175 (classe traditionnelle) / 162 (deux classes)
Fret	44 m ³
Longueur	39.5 m
Envergure	35.79 m
Surface alaire	125 m ²
Dièdre	25.02 ⁰
Hauteur maximale	12.55 m
Largeur cabine	3.54 m
Largeur fuselage	3.76 m
Hauteur fuselage	4.01 m
Hauteur cabine	2.20 m
Atterrisseur	Type tricycle Amortisseurs : AV/AR oléopneumatique
Masse de base	42951 kg
Charge utile	41.41 t
PERFORMANCES	
Vitesse de croisière	Mach 0.78 (828 km/h)
Vitesse maximale	Mach 0.82 (876 km/h)
Autonomie à pleine charge	3115 NM (5765 km)
Distance de décollage à pleine	2400 m (au niveau de la mer)
Plafond opérationnel	12500 m (FL 410)
MOTORISATION	
Nombre	2
Moteur	CFM International CFM56-7B27
Poussée (x2)	121.4 KN
Diamètre turbine	1.55 m
LIMITES D'EMPLOI	
Poids maximum décollage	79015 kg
Poids maximum atterrissage	65317 kg
Poids maximum sans carburant	62731 kg
Capacité réservoirs	26020 l
VMO	340 knots
Vitesse maximale avec volet ouvert	185 kts avec 40 ⁰

Conclusion :

Durant ce premier chapitre, j'ai commencé par une représentation de la compagnie aérienne Tassili Airlines qui est une jeune compagnie qui se renforce petit à petit avec du personnel qualifié et des avions adaptés à tous les types de missions.

Aussi j'ai présenté les avions qui constituent la flotte de la compagnie, avec une description détaillée des performances et des caractéristiques de l'un des appareils de sa flotte qui est le B737-800 concerné par ce projet.

Le second chapitre sera réservé pour un rappel général et complet des notions de masse et centrage.

Chapitre II : Notions et rappels sur masse et centrage.

Introduction :

Ce chapitre sera entièrement dédié aux notions de masse et centrage. En premier lieu, il y aura un rappel général sur le centre de gravité, la manière de l'exprimer par rapport à la corde de référence (RC) et les forces appliquées sur l'avion. Il sera aussi question de sensibiliser l'utilisateur aux dangers que peut représenter une surcharge ou bien un centrage qui se trouve hors limite.

II.1. Définitions :

Masse :

Une mesure de la quantité de matière dans un objet. Dans le système métrique, elle est mesurée en kilogrammes.

La masse est constante, c'est-à-dire, elle ne varie pas avec l'endroit dans l'espace.

Poids :

C'est la force exercée sur un objet par l'accélération de la gravité. Le poids est le produit de l'accélération et de la masse de la gravité.

Le poids est donné par la relation suivante : $P=m*g$, il est exprimé en newton (N), la masse m est en kilogrammes (kg), et g représente l'accélération de la gravité qui vaut 9.8 kg*s^{-2} au niveau de la mer.

A la différence de la masse, Le poids varie avec l'endroit en raison des variations de l'accélération de la gravité « g ».

Moment d'une force :

C'est le produit d'une force appliquée par la distance entre son point d'application et l'axe de rotation. Un moment s'exprime donc en "newton mètres".

Le moment est donné par la relation suivante :

$$M_t \text{ (N*m)} = F \text{ (N)} * d \text{ (m)}.$$

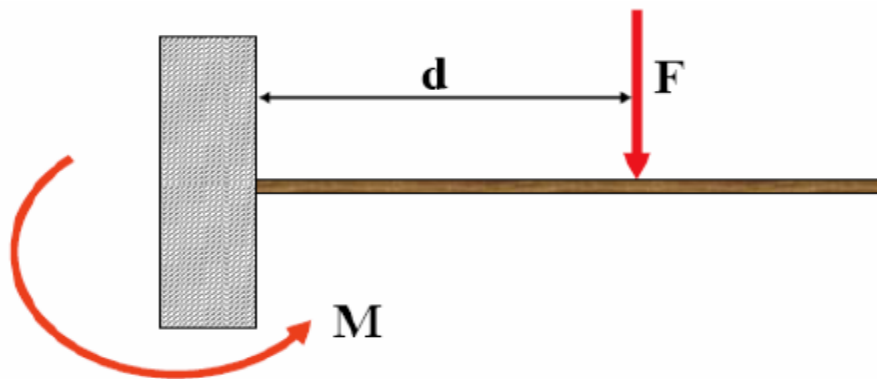


Figure 2.1 : Moment d'une force.

Corde aérodynamique moyenne « MAC » :

Toutes les limitations et les définitions qui ont une relation avec les aspects de la pesée et la balance (weight and balance aspects) utilisent ce qui appelle la corde moyenne aérodynamique (MAC) ou la corde de référence (RC).

La MAC est une ligne de référence définie par le constructeur. La position et les dimensions de cette ligne de référence sont mentionnées dans le Manuel Weight and Balance (**WBM**. Chapitre 1.00.05. page2).

Le centre de gravité (CG) est exprimé habituellement en pourcentage de cette corde de référence.

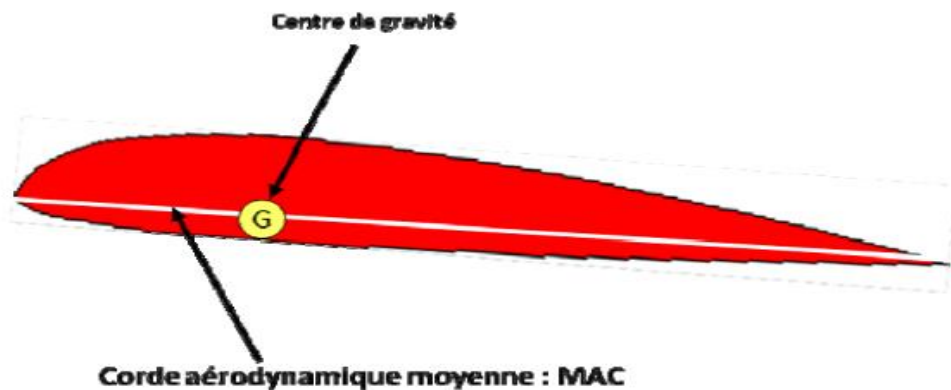


Figure 2.2 : Corde aérodynamique moyenne « MAC ».

Centre de gravité :

Le Centre de Gravité ou le CG est le point où le poids de l'avion est appliqué. D'une autre façon c'est le point de l'équilibre de la masse entière.

La position du centre de gravité CG doit rester dans certaines limites pour assurer la manœuvrabilité et la stabilité de l'avion et aussi l'intégrité de la structure de l'avion.

La limite arrière du centrage est fixée par la limite de stabilité tandis que la limite avant est déterminée par la limite de maniabilité.

Si le centre de gravité est confondu avec le centre d'inertie, le centre de gravité représente alors le point d'équilibre de l'avion, et toute force appliquée à l'avion qui ne passe pas par le centre de gravité aura tendance à faire pivoter l'avion autour de son centre de gravité.

Exemple : si la portance de la voilure s'applique en un point différent du centre de gravité et en avant de ce dernier, elle provoque un moment cabreur, le contraire provoquera un moment piqueur.

Centre de poussée:

Assimilable au Centre de gravité qui regroupe l'ensemble des masses d'un corps en un seul point, le centre de poussée représente le point d'application de la résultante de toutes les forces de portance.

Il est également le point d'application de la résultante aérodynamique et a pour particularité qu'il se déplace en fonction de l'incidence.

La position du centre de poussée varie selon les éléments suivants :

- ✓ Le type du profil.
- ✓ L'angle d'incidence et le coefficient du moment.

- $C_m > 0$, il avance lorsque l'angle d'incidence augmente.
 - $C_m = 0$, il est invariant.
 - $C_m < 0$, il s'éloigne du bord d'attaque lorsque l'angle d'incidence augmente.
- ✓ L'allongement : quel que soit l'incidence, si l'allongement augmente, le centre de poussée se rapproche du bord d'attaque.

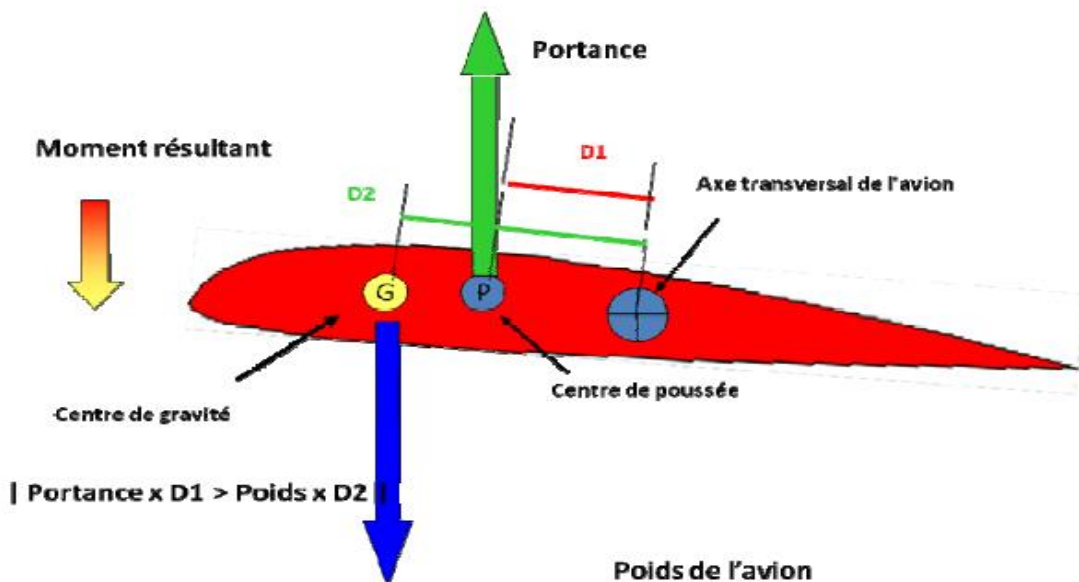


Figure 2.3 : représentation du centre de poussée.

Le moment résultant dépend de la position du centre de gravité CG par rapport au centre de poussée. Plus cette distance est importante, plus le moment résultant est important et mieux l'écart en incidence sera amorti

Foyer :

Le foyer est le point d'application des variations de portance dues aux turbulences, ascendances.....etc.
Sa position est fixe et déterminée en soufflerie. Il se situe près de la limite arrière du centre de gravité.

II.2. Les exigences des performances au décollage :

Il existe 5 catégories fondamentales d'exigences des performances au décollage :

- a. Exigences à la distance d'étape ;
- b. exigences en montée ;
- c. vitesse des pneus ;
- d. énergie des freins ;
- e. et élimination d'obstacle.

① **Field Length Requirement**

- 35 feet with engine failure at 1 second prior to V_1
- 35 feet all engine distance plus 15%
- Stop with event recognized and the stopping maneuver started at V_1

② **Climb Requirement**

- 1st Segment Gross Gradient:
 - Positive (2-engine airplanes)
 - 0.3% (3-engine airplanes)
 - 0.5% (4-engine airplanes)
- 2nd Segment Gross Gradient:
 - 2.4% (2-engine airplanes)
 - 2.7% (3-engine airplanes)
 - 3.0% (4-engine airplanes)
- Final Segment Gross Gradient:
 - 1.2% (2-eng airplanes)
 - 1.5% (3-eng airplanes)
 - 1.7% (4-eng airplanes)

③ **Obstacle clearance**

- Net flight path must clear obstacle by 35 feet.
- Net gross reduced by:
 - 0.8% (2-engine airplanes)
 - 0.9% (3-engine airplanes)
 - 1.0% (4-engine airplanes)

④ **Tire speed**

- The ground speed at the lift-off speed (V_{LOF}) must not exceed the tire speed limit.

⑤ **Brake energy**

- V_1 must be less than or equal to V_{MBE} .

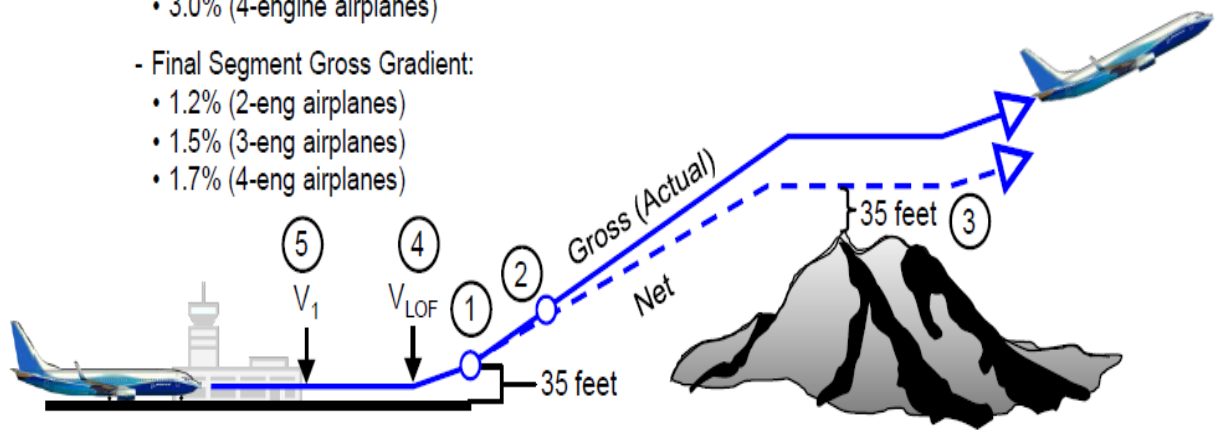


Figure 2.4 : Exigences des performances au décollage.

II.3. Vitesses associées au décollage :



Figure 2.5 : vitesses associées au décollage.

II.3.1. La vitesse de décision ou vitesse critique au décollage « V1 » :

Vitesse utilisée comme moyen de décision en cas de panne survenant au cours de la manœuvre de décollage.

Il y aura un arrêt du décollage en cas de panne reconnue avant V1, mais s'il y a une panne après V1, le pilote poursuit le décollage.

Conditions sur V1 :

- ✓ $V1 \geq VEF$; $VEF \geq VMCG$.
- ✓ $V1 \leq VR$.

II.3.2. La vitesse à la panne moteur « VEF : engine failure » :

C'est la vitesse à laquelle le moteur critique est supposé tomber en panne pour la valeur de V1 retenue.

Aux essais, c'est la vitesse à laquelle le moteur critique est mis en panne, de telle sorte que :

- $V1 = VEF + \Delta V$.

ΔV : le temps nécessaire pour reconnaître la panne et être prêt à actionner le premier moyen de freinage.

- $VEF \geq VMCG$.

II.3.3. La vitesse minimale de contrôle au sol « VMCG » :

VMCG: minimum control on ground.

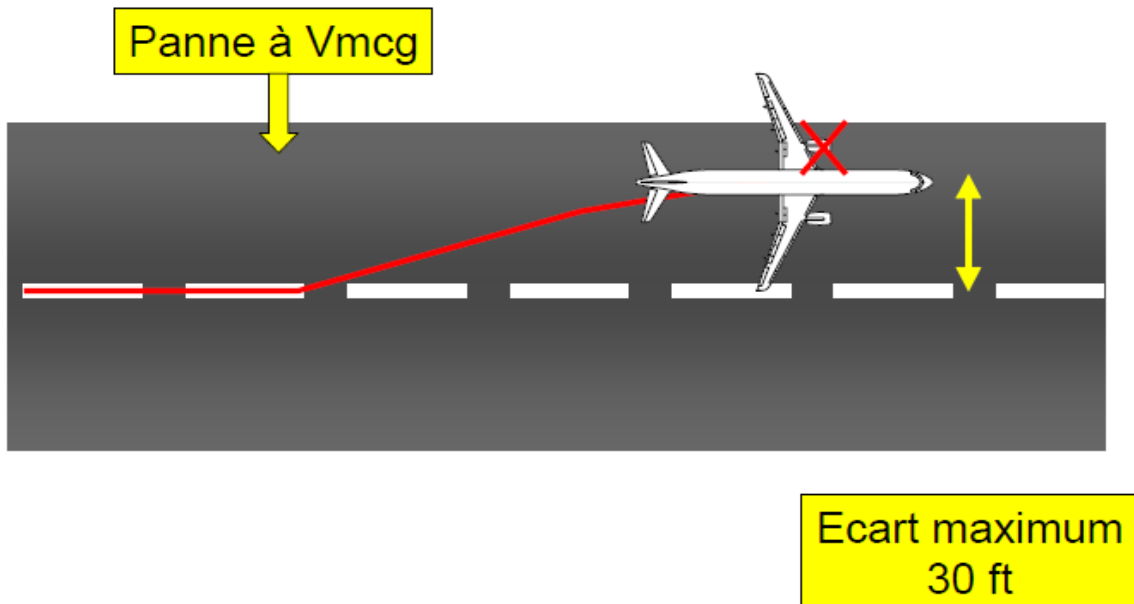


Figure 2.6 : vitesse minimale de contrôle au sol.

II.3.4. La vitesse de rotation « VR » :

C'est la vitesse à laquelle le pilote agit en cabré pour afficher l'assiette de décollage.

- $VR \geq 1,05 VMCA$.

II.3.5. La vitesse minimale de contrôle en montée initiale « VMCA » :

Vitesse-air à laquelle, en cas de panne brutale du moteur critique, il est possible de reprendre le contrôle de l'avion et de le maintenir en vol rectiligne avec une inclinaison $\leq 5^\circ$.

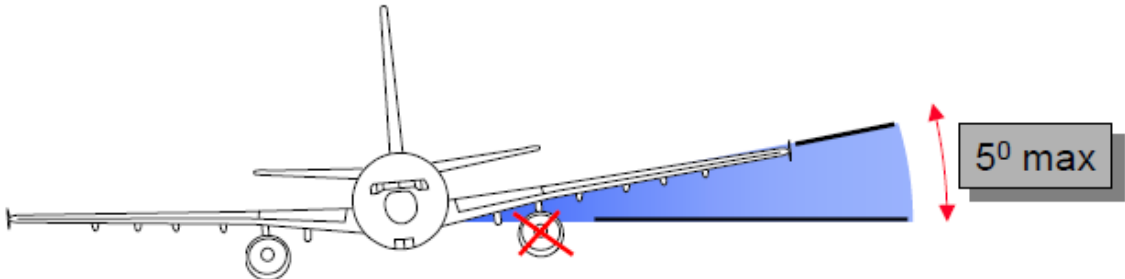


Figure 2.7 : Inclinaison maximale pour reprendre le contrôle en cas de panne.

II.3.6. La vitesse de décollage « VLOF » :

C'est la vitesse à laquelle l'avion quitte le sol, la sustentation étant assurée.

Conditions sur VLOF :

- ✓ $VLOF \geq 1,05 VMU(N-1)$.
- ✓ $VLOF \geq 1,10 VMU(N)$.

II.3.7. Vitesse minimale de sustentation au décollage « VMU » :

Vitesse minimale de sustentation à laquelle et au-delà de laquelle l'avion peut quitter le sol et poursuivre le décollage sans que celui-ci ne présente de caractéristiques dangereuses :

- ✓ assiette trop élevée \Rightarrow arrière du fuselage touchant le sol.
- ✓ contrôle latéral insuffisant \Rightarrow extrémité de l'aile ou réacteur touchant le sol.

VMU est déterminée tous moteurs en fonctionnement et moteur critique en panne.

II.3.8. La vitesse de sécurité au décollage « V2 » :

Vitesse air conventionnelle à laquelle le décollage est assuré. Elle doit être atteinte au plus tard à 35 ft, et dans le cas d'un décollage avec moteur critique en panne, elle doit être maintenue au moins jusqu'à 400 ft.

Conditions sur V2 :

- $V2 \geq V2_{\text{mini}}$, $V2_{\text{mini}} = \sup (1,2 V_s ; 1,1 VMCA)$.

Ou :

- $V2_{\text{mini}} = \sup (1,13 Vs1g ; 1,1 VMCA)$.

(Pour quadri turbopropulseurs : 1,15Vs au lieu de 1,2Vs).

II.3.9. vitesse de décrochage « Vs » :

C'est la vitesse la plus grande des deux vitesses suivantes :

- La vitesse air conventionnelle à laquelle l'avion est décroché (ou vitesse de vol stabilisée minimale à laquelle l'avion est contrôlable avec la commande longitudinale en butée).
- $0,94 Vs1g$ (avec Vs1g : vitesse minimale à laquelle $R_z = mg$ avec $\alpha \leq \alpha_{Cz \text{ max}}$).

L'alarme de décrochage doit déclencher dès que la vitesse est inférieure à :

- $V_s + 5kt$ ou $1.05 V_s$ (la plus grande des 2).

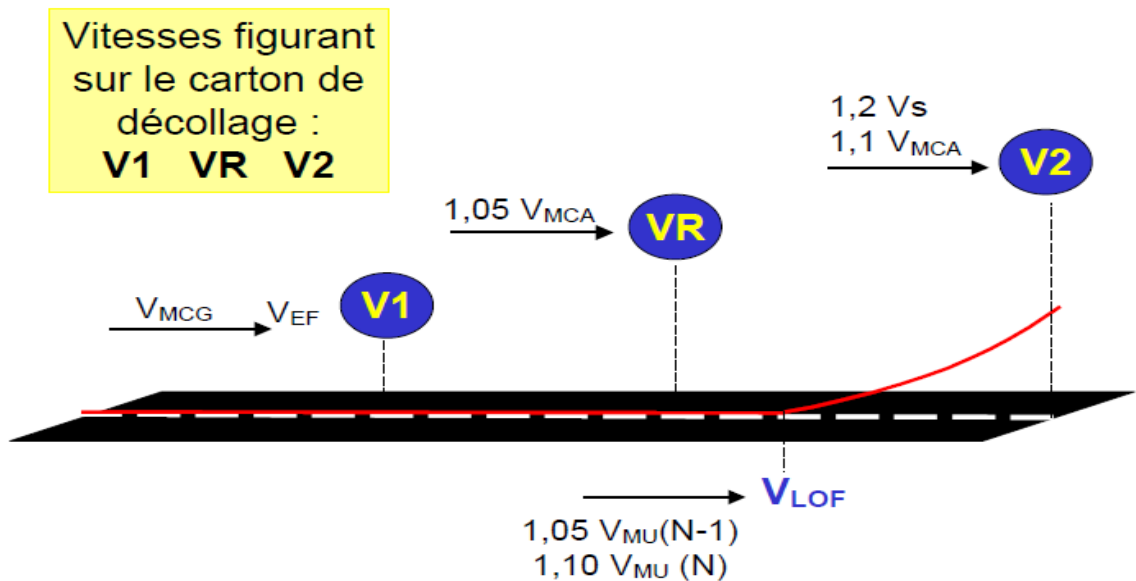


Figure 2.8 : Récapitulatif des vitesses.

II.4. Facteurs déterminant les limites du centre de gravité :

II.4.1. Au sol :

Plus le centre de gravité est arrière, plus le poids de l'avion est concentré sur le train principal. A l'opposé, plus le centre de gravité avance, plus le poids de l'avion concentre sur le train avant.

C'est pourquoi, pour les masses importantes. La résistance du train principal fixe la limite arrière du centrage, et celle du train avant fixe la limite avant.

II.4.2. Au décollage :

Au début de l'accélération au décollage, le contrôle de l'avion sur la piste doit être assuré par le train avant (tant que la vitesse est insuffisante pour que la gouverne de direction ne soit aérodynamiquement efficace). L'adhérence du train avant, qui diminue lorsque le centrage recule, limite donc la position arrière du centrage à basse vitesse.

La position du centre de gravité a également influencé la capacité de rotation au décollage : en centrage trop avant, la rotation est difficile, voire impossible, en centrage trop arrière, la rotation devient trop rapide avec le risque que l'extrémité du fuselage touche la piste.

De plus, à forte masse, les charges sur la voilure (résistance structurale) imposent des limitations en centrages avant et arrière.

II.4.3. En croisière :

Stabilité statique longitudinale : en vol, le centre de gravité se trouve en général en avant du point d'application de la portance de la voilure principale. Dans cette configuration apparaît un moment piqueur.

Pour équilibrer l'avion en tangage, on utilise la gouverne de profondeur (ou le plan horizontal, s'il est réglable) pour compenser le moment à piquer de la voilure. Le braquage de l'empennage crée localement une force dirigée vers le bas (déportance).

Plus le centre de gravité avance, plus le moment piqueur augmente, et plus la déportance de l'empennage horizontal doit être accentuée.

C'est pourquoi un centrage trop avant entraîne une diminution sensible de la maniabilité due à la trop grande déflexion de la profondeur jusqu'au point où l'avion ne répond plus aux sollicitations à cabrer.

II.4.4. En approche et remise des gaz :

Plus la configuration de l'avion est hyper sustentée, plus le moment piqueur est important en raison du déplacement vers l'arrière de la portance. Le braquage du plan horizontal doit être accentué, ce qui peut entraîner un risque de décrochage de ce dernier. Ceci limite donc la position avant du centrage.

De plus, il faut tenir compte des effets de sortie et de rentrée du train d'atterrissage sur la position du centre de gravité ; selon la cinématique dont est doté le train (en fonction de l'avion) le centrage peut se déplacer soit vers l'avant, soit vers l'arrière.

En cas de remise des gaz, un avion ayant les réacteurs en nacelle sous les ailes subit un moment à cabrer important ; cette fois, c'est la position arrière du centre de gravité qui peut être limitée par cette phase.

II.4.5. Effet de la consommation du carburant :

Au fur et à mesure que le carburant est consommé, le centre de gravité se déplace et le sens du déplacement dépend de la position du réservoir utilisé.

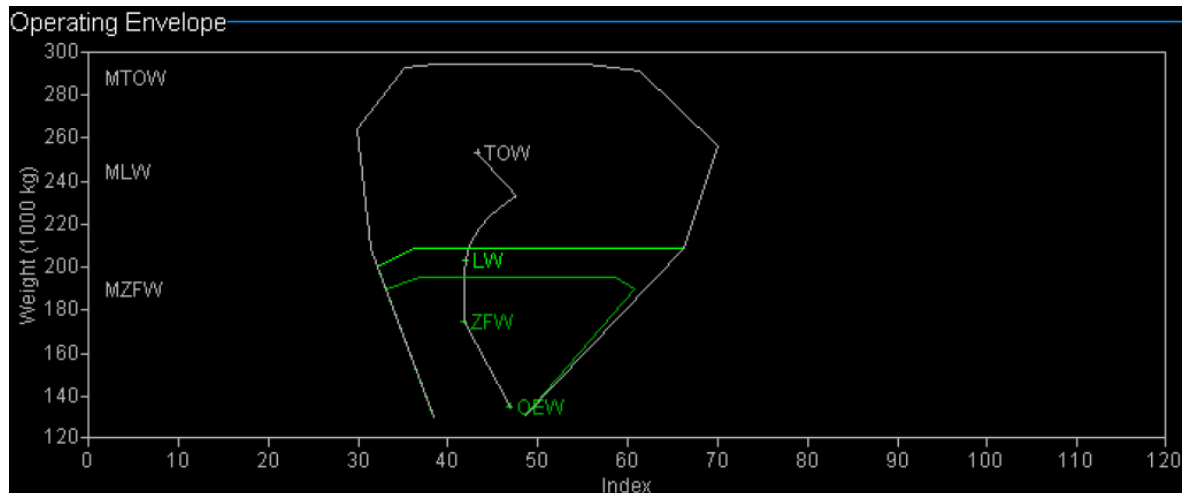


Figure 2.9 : Effet de la consommation sur la position du CG.

II.5. Calcul de base du centrage :

Le constructeur définit un point de référence qui peut être fixé au niveau de la cloison pare-feu, ou au niveau du nez de l'avion, ou en avant du nez de l'avion, c'est au choix du constructeur.

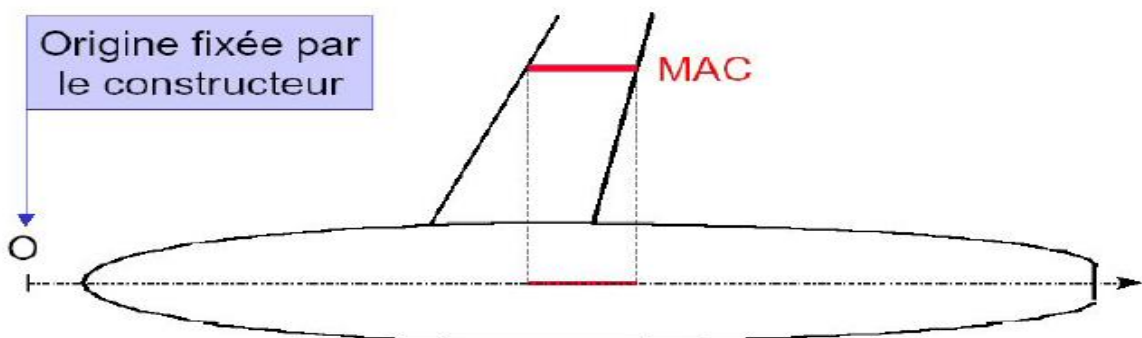


Figure 2.10 : Point de référence fixé par le constructeur.

Après avoir fixé le point de référence, toute charge placée dans l'avion a une position donnée qui sera repérée horizontalement par rapport à celui-ci. La distance mesurée entre le point de référence et le centre de gravité de la charge sera comptée positivement vers l'arrière de l'avion, cette distance au point de référence est en général nommée bras de levier (H-arm, or arm).

Toute charge placée dans l'avion crée un moment égal au produit du bras de levier par le poids de cette charge.

Le constructeur définit aussi sur l'aile de l'avion une corde de référence (reference chord RC).

Si le centre de gravité se trouve à la position du bord d'attaque de cette corde, il vaut 0 %, et s'il se trouve à la position du bord de fuite de cette corde, il vaut 100 %.

La corde de référence RC est caractérisée par deux constantes :

- ✓ Sa longueur MAC.
- ✓ La position du bord d'attaque LEMAC.

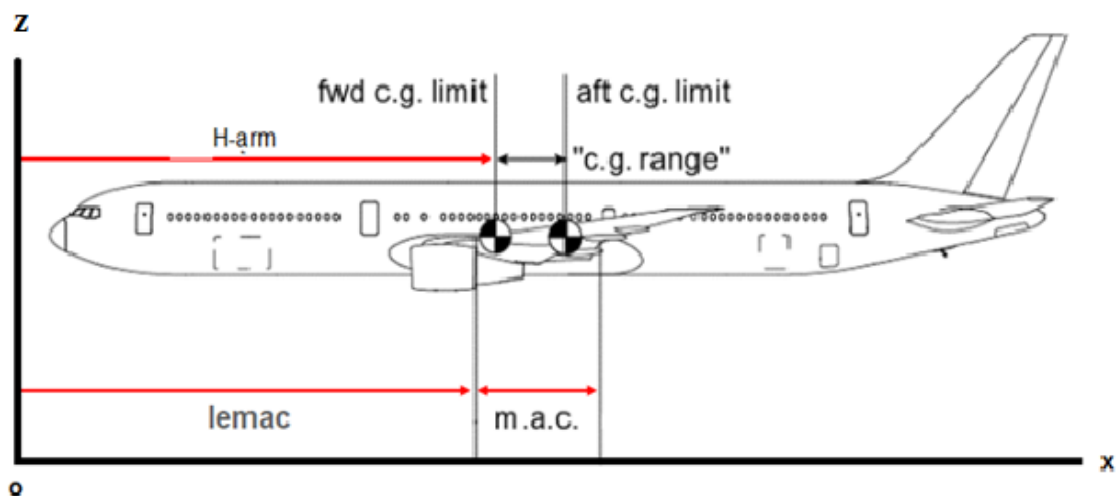


Figure 2.11 : Position du centre de gravité par rapport au point de référence.

Le centrage donc est donné par la relation suivante :

$$\text{MAC \%} = 100 \times \frac{H_{\text{arm}} - \text{LEMAC}}{\text{MAC}}$$

Pour le B737-800 :

- ✓ MAC = 155.8 inches.
- ✓ LEMAC = 627.1 inches.

II.6. Influence du centrage sur la stabilité d'un aéronef :

L'un des objectifs de la sécurité de vol est la stabilité. Certains avions sont équipés de commandes automatiques du vol servent à stabiliser l'avion latéralement et longitudinalement, ce qui existant depuis longtemps à travers les stabilisateurs de lacet et de tangage.

Un avion est dit stable si, sollicité par un élément extérieur, il revient de lui-même à son régime de vol antérieur.

La maniabilité d'un avion est sa capacité à changer de trajectoire, sans de gros effort aérodynamique. On peut dire que la maniabilité est l'inverse de la stabilité.

La distance qui sépare le foyer du centre de gravité est appelée la marge statique.

Le centre de gravité d'un avion n'est pas fixe, il dépend notamment du plan de chargement de l'avion : passagers, charges en soutes, carburant.

La position du centre de gravité par rapport au foyer de l'avion a un impact très important sur la stabilité et la maniabilité de l'avion en vol.

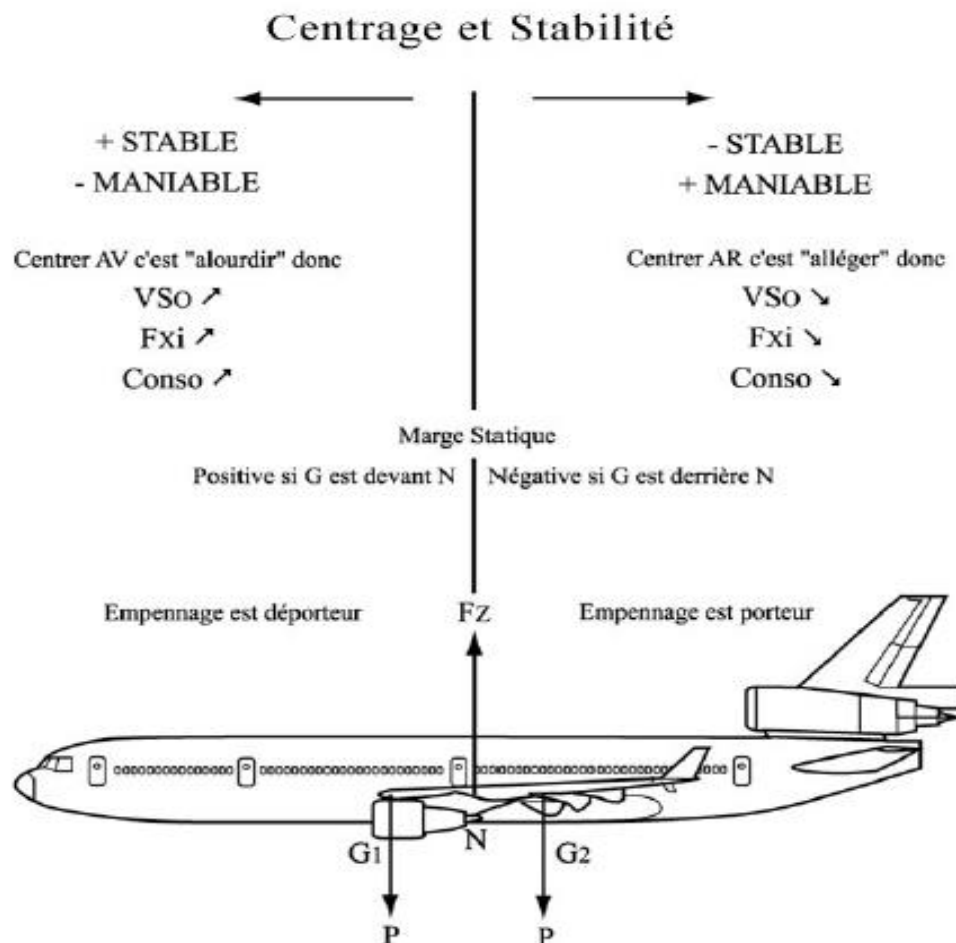


Figure 2.12 : Influence du centrage sur la stabilité d'un aéronef.

Pour cela, Le constructeur certifie une plage utilisable pour le centre de gravité avec une limite avant (forward limit) qui permet de garantir une maniabilité acceptable, et une limite arrière (after limit) pour éviter l'instabilité.

Et pour que l'avion soit stable, il faut que le centre de gravité soit en avant du foyer.

II.7. L'influence du centrage sur la consommation de carburant :

Avec un centrage très en avant, le moment résultant des forces aérodynamiques (Portance) et massiques (Poids) par rapport à l'axe de tangage de l'avion (Point neutre) est fortement piqueur. C'est à que le « nez » de l'avion a tendance à descendre. Pour équilibrer cette tendance, il faut rendre l'empennage horizontal fortement « sous porteur ». Tout revient de fait à rajouter du poids sur l'avion, donc à augmenter sa consommation de carburant.

Pour résumer l'importance du centre de gravité vis à vis de la stabilité, la manœuvrabilité et la consommation, on considère que dans la plage utilisable :

Tableau 2.1 : L'influence du centrage sur la stabilité, la manœuvrabilité et la consommation.

	Centrage avant	Centrage arrière
Stabilité	Augmente	diminue
Manœuvrabilité	diminue	augmente
Braquage gouverne de profondeur	Plus important	Moins important
consommation	augmente	diminue

II.8. Masses maximales réglementaires :

II.8.1. La masse maximale réglementaire au décollage (regulated take OFF-mass RTOM) :

Est la plus petite entre :

- ✓ La masse maximale de structure au roulage diminuée de la masse de carburant prévu pour la mise en route et le roulage ;
- ✓ La masse maximale de structure au décollage ;
- ✓ La masse maximale au décollage limitée par la longueur de piste ;
- ✓ La masse maximale au décollage limitée par les performances ascensionnelles, masse maximales au décollage garantissant le survol des obstacles avec les marges réglementaires, tous les moteurs en fonctionnement ou moteur critique en panne ;

- ✓ La masse maximale au décollage limitée par l'énergie frein ou la vitesse de rotation maximale des pneumatiques.

II.8.2. La masse maximale réglementaire à l'atterrissage (regulated landing mass RLM) :

Est la plus petite entre :

- ✓ La masse maximale de structure à l'atterrissage ;
- ✓ La masse maximale à l'atterrissage limitée par la longueur de piste ;
- ✓ La masse maximale à l'atterrissage limitée par les performances ascensionnelles exigées en cas de remise des gaz, tous moteurs en fonctionnement et moteur critique en panne.

II.9. Composition de la masse d'un avion :

Certain nombre de masses sont associées à l'avion et apparaissent dans le calcul des limitations et de la charge offerte. Ces masses sont définies par les règlements.

II.9.1. Masses non structurales :

1. Masse à vide :

Avion nu comprenant les fluides non utilisables (huile dans circuits, carburant non utilisable).

2. Masse à vide équipée :

C'est la masse à vide à laquelle s'ajoute la quantité normale d'huile, les fluides vidangeables autres que le carburant, l'armement commercial (sièges, rideaux, moquettes, etc.), le matériel de sécurité et de sauvetage permanent, le lot de bord permanent et des unités de chargement vides.

3. Masse de base ou Masse à vide en ordre d'exploitation (DOW):

C'est la masse totale de l'avion en ordre de marche pour une exploitation spécifique déterminée, à l'exclusion du carburant utilisable et de la charge marchande. Cette masse de base comprend :

- ✓ L'équipage et ses bagages ;
- ✓ Le commissariat et les équipements mobiles du service passagers ;
- ✓ L'eau potable et les produits chimiques pour les toilettes ;
- ✓ Les équipements de secours spécifiques tels qu'ils sont imposés pour la route prévue ;
- ✓ Le commissariat spécifique tel que Journaux, oreillers, couvertures, etc.

4. Masse en opération :

La masse en opération = masse de base + masse de carburant au décollage.

5. Masse sans carburant :

La masse totale de l'avion, à l'exclusion de tout carburant utilisable :

Masse sans carburant = masse de base + charge marchande.

6. Masse à l'atterrissage :

La masse à l'atterrissage = masse sans carburant + réserve.

7. Masse au décollage :

La masse au décollage = masse sans carburant + carburant au décollage.

8. Masse à la mise en route :

La masse à la mise en route = masse sans carburant + carburant embarqué.

Composition de la Masse avion

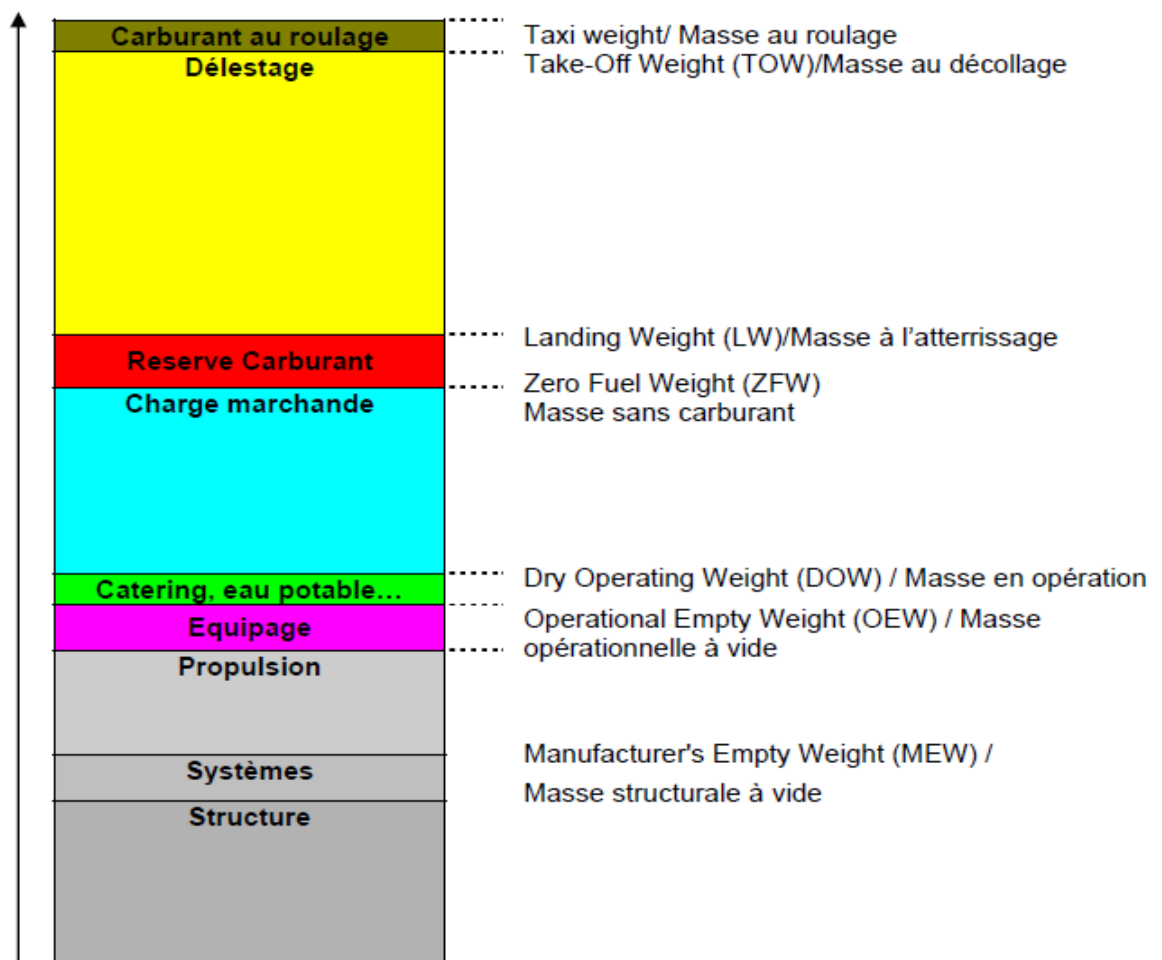


Figure 2.13 : Composition de la masse d'un avion.

II.9.2. Masses structurales d'un avion :

Au sol, et pendant le vol, la structure d'un avion est soumise à différents efforts. Les masses maximales de la structure sont définies par le constructeur qui prend en compte les efforts subis dans la conception de la structure et va la soumettre à différents essais, l'exploitant a l'obligation de rester à l'intérieur du domaine de résistance calculé. Les maximales de structure pour un avion type sont certifiées par l'autorité.

1. Masse maximale structurale au roulage (MMSR) :

Masse maximale certifiée par l'avionneur, à laquelle l'avion peut évoluer au sol, de son aire de stationnement jusqu'au point de début de la manœuvre de décollage.

2. Masse maximale de structure au décollage (MMSD) :

La MMSD ou MSTOM (maximum structural take off mass), est la masse maximale totale de l'avion de telle sorte que la structure de l'avion et du train d'atterrissage puisse supporter les efforts résultant d'un atterrissage à cette masse avec une vitesse limite de descente de -360 ft/mn (-1.83 m/s), ceci pour garantir la structure en cas d'atterrissage en surcharge.

Dans tous les cas on devra donc avoir :

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

3. Masse maximale de structure à l'atterrissage (MMSA) :

La MMSA ou MSLM (maximum structural landing mass), est la masse totale de l'avion autorisée à l'atterrissage dans les conditions normales, elle est calculée pour les gros avions de telle sorte que la structure de l'avion et du train d'atterrissage puisse supporter les efforts résultant d'un atterrissage à cette masse avec une vitesse limite de descente de -600 ft/mn (-3.05 m/s).

Dans tous les cas on devra donc avoir :

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

4. Masse maximale de structure sans carburant (MMSC) :

La MMSC ou MZFM (maximum zero fuel mass), est la masse maximale certifiée admissible de l'avion, les réservoirs ne contenant pas de carburant et d'huile utilisables. Elle est déterminée en fonction de la résistance à la flexion de l'emplanture de l'aile.

En effet, pendant le vol, la portance s'applique au niveau de chaque demi-voilure alors que la masse de l'avion est concentrée au niveau du fuselage. Dans ces conditions, apparaît à l'emplanture de l'aile un moment de flexion qui a tendance à rapprocher les deux ailes vers le haut. Lorsqu'il y a du carburant dans la voilure, la masse de celui-ci va venir soulager l'emplanture en diminuant le moment de flexion.

Pour une masse avion m donnée, le moment est plus élevé lorsqu'il n'y a plus de carburant dans la voilure.

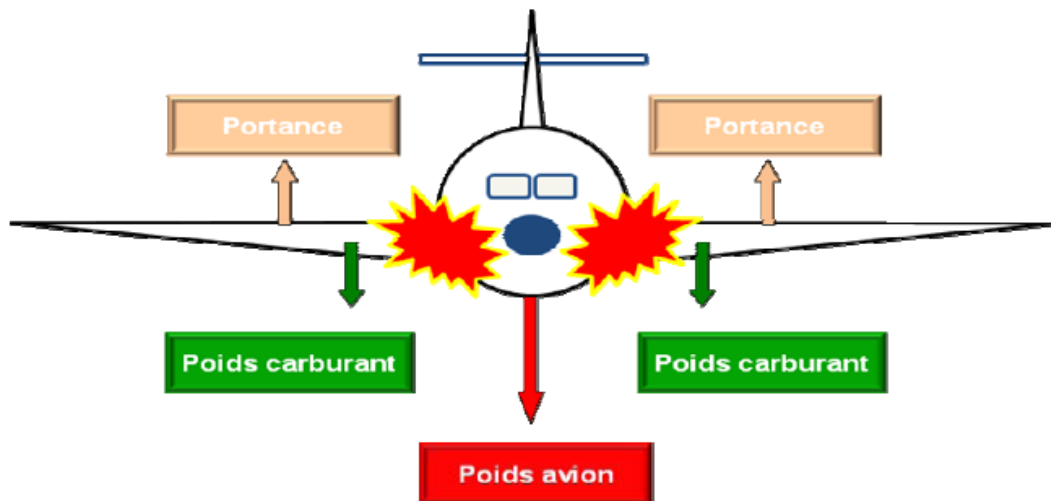


Figure 2.14 : moment de flexion au niveau de l'emplanture.

Par conséquent, il faut limiter la valeur de m lorsqu'il n'y a pas de carburant dans la voilure, cette valeur est appelée masse maximale sans carburant.

Dans tous les cas, on devra donc avoir :

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

Nous avons : $m_{\text{déc}} = m_{sc} + Q_{LF}$ \iff $m_{sc} = m_{\text{déc}} - Q_{LF}$
 D'où la relation :

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

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

Tableau 2.2 : Les différentes masses maximales structurales du B737-800.

MMSD	79.015t
MMSA	65.31t
MMSC	62.73t
MMSR	79.24t

- ✓ **Charge marchande (Traffic Load) :**
C'est la masse totale des passagers bagages, et fret, courrier y compris toute charge non commerciale.
- ✓ **Charge commerciale ou Payload (PL)**
C'est la masse totale de charge payante (pax, fret, courrier postal).

II.10. Détermination de la masse de base d'un avion :

a. Pesée d'un avion :

Au moment de la livraison, les avions neufs sont en général pesés en usine, ils peuvent être mis en service sans qu'une nouvelle pesée soit nécessaire. L'intervalle maximal est défini par l'exploitant, mais ne doit pas dépassé un certain délai.

L'enlèvement ou l'addition ou les modifications effectuées sur l'avion peuvent affecter sur la masse de base à vide et le centre de gravité.

Si on considère que n est le nombre d'avions au sein de la flotte, l'exploitant doit peser au moins un certain nombre d'avions défini dans le tableau ci-après :

Tableau 2.3 : Nombre d'avions à peser.

<i>Nombre d'avions de la flotte</i>	<i>Nombre minimal d'avions à peser</i>
<i>2 ou 3</i>	<i>n</i>
<i>4 à 9</i>	<i>$(n + 3) / 2$</i>
<i>10 ou plus</i>	<i>$(n + 51) / 10$</i>

Lors du choix des avions à peser, les avions de la flotte qui n'ont pas été pesés pendant la période la plus longue devraient être sélectionnés.

Lors de la pesée, il faut :

- ✓ S'assurer que tous les articles figurant sur la liste des équipements de l'avion se trouvent à l'endroit approprié dans l'avion ;
- ✓ Enlever les dépôts excessifs de saleté, de grasse, d'humidité, les éléments étrangers tels que chiffons et outils avant d'effectuer la pesée.
- ✓ Vider les réservoirs de l'avion, ouvrir ensuite tous les orifices de purge de carburant jusqu'à ce que le carburant restant soit vidangé. Faire

fonctionner le moteur sur chaque réservoir jusqu'à ce que le carburant soit utilisé et que le moteur s'arrête ;

- ✓ Faire le plein d'huile ;
- ✓ Placer le siège du pilote et du Co-pilote, placer les volets en position totalement rentrée et les gouvernes en position neutre, toutes les portes d'entrée et de soutes à bagages doivent être fermées.
- ✓ La pesée se fait à l'intérieur d'un endroit fermé pour éviter toutes les erreurs de lecture sur la bascule dues au vent.

b. Techniques de pesée :

L'avion est pesé soit par l'utilisation de bascules séparées placées sous chaque train d'atterrissage, soit en soulevant l'avion sur vérins.

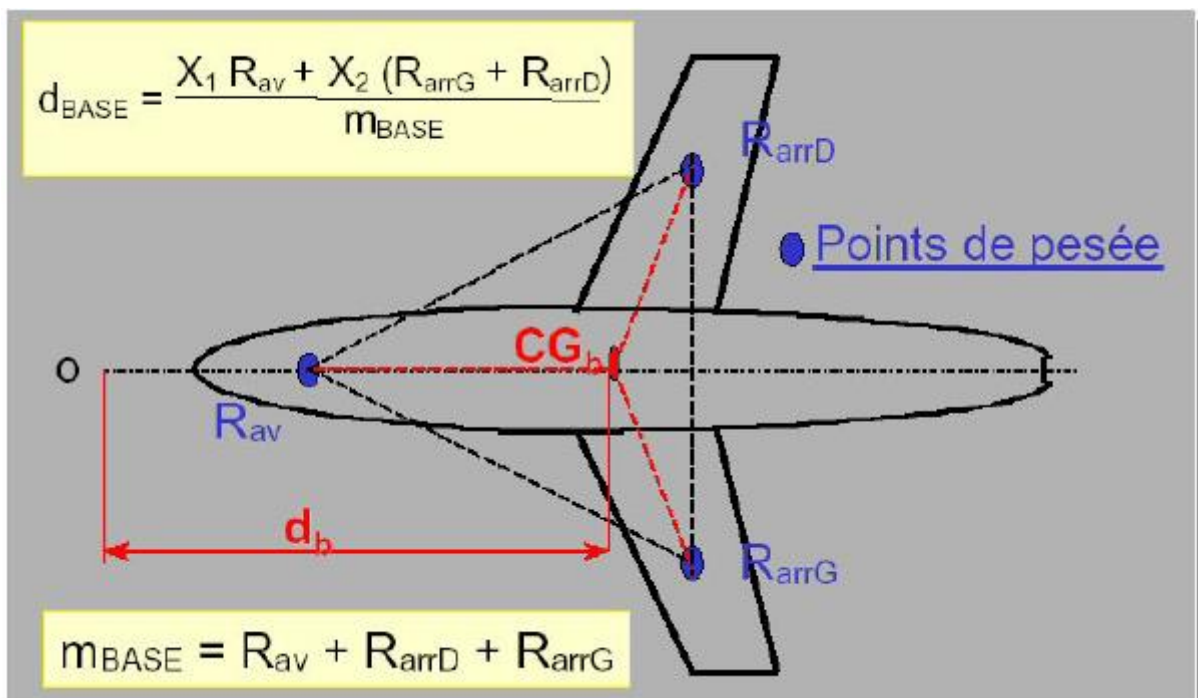


Figure 2.15 : Pesée d'un avion.

Quelle que soit la technique utilisée, une fois les valeurs des réactions mesurées, on obtient :

- ✓ La masse de l'avion en sommant les trois réactions ;
- ✓ La position du centre de gravité en calculant le barycentre des charges s'appliquant aux points de mesure, dont les positions sont définies avec précisions.

$$M_{BASE} = R_{AV} + R_{ARRD} + R_{ARRG}$$

$$d_{BASE} = H_{arm} \text{ Base} = \frac{X_1 * R_{AV} + X_2 * (R_{arrG} + R_{arrD})}{M_{base}}$$

II.11. Carburant réglementaire:

→ Carburant au décollage :

Il se compose des différents postes suivants (OPS 1.255) :

- a. La consommation d'étape (trip fuel), parfois dénommée **délestage d**, qui inclut le carburant nécessaire pour accomplir le vol dans les conditions prévues depuis le lâcher des freins à l'aérodrome de départ jusqu'à l'atterrissage sur l'aérodrome de destination.
- b. La réserve de route (en route reserve fuel or contingency fuel), la valeur de la réserve de route **RR** doit être la plus élevée entre :
 - ✓ 5 mn de vol à la vitesse d'attente à 1500 ft en ISA au-dessus de l'aérodrome de destination.
 - ✓ 5% c ou quantité soumise à conditions particulières et nécessitant éventuellement l'approbation de l'Autorité.
- c. La réserve de dégagement (alternate fuel), est le carburant suffisant pour effectuer une approche interrompue à la MDH/DH à destination, puis montée, croisière, descente, procédure d'arrivée, approche et atterrissage sur l'aérodrome de dégagement (si deux aérodromes de dégagement sont nécessaires, **RD** est calculée sur le plus éloigné).
- d. La réserve finale (final reserve fuel or holding fuel), notée **RF**, quantité de carburant permettant un vol de 30 mn à la vitesse d'attente en ISA à 1500ft au-dessus de l'aérodrome de dégagement, ou de l'aérodrome de destination si le dégagement n'est pas exigé.
- e. Le carburant additionnel (additional fuel), noté **Add**, si le type d'exploitation l'exige.
- f. Le carburant supplémentaire (extra fuel), noté **Supp**, laissé à la discrétion du commandant de bord.

A la fin on aura :

$$Q_{\text{déc}} = d + RR + RD + RF + \text{Add} + \text{Supp}$$

Et pour le carburant embarqué à bord de l'avion. C'est la somme du carburant au décollage et du carburant qu'il est prévu de consommer pour la mise en route et le roulage (start and taxi fuel), noté r.

Alors :

$$Q_{\text{bark}} = r + Q_{\text{déc}}$$

Le carburant à l'atterrissage est égal au carburant au décollage diminué seulement de la consommation d'étape (délestage), on considère qu'aucune des réserves n'est consommée en vol :

$$Q_{\text{att}} = RR + RD + RF + \text{Add} + \text{Supp}$$

La masse de carburant doit être déterminée sur la base de la densité réelle. Si la densité réelle du carburant n'est pas connue, l'exploitant peut utiliser les valeurs standards de densité du carburant spécifiées dans le manuel d'exploitation. Les valeurs typiques de la densité carburant sont (OPS1. 605(e)) :

- ✓ Carburant JET A/A1 : 0.79 ;
- ✓ Carburant JETB, JP4 : 0.76 ;
- ✓ Huile : 0.88.

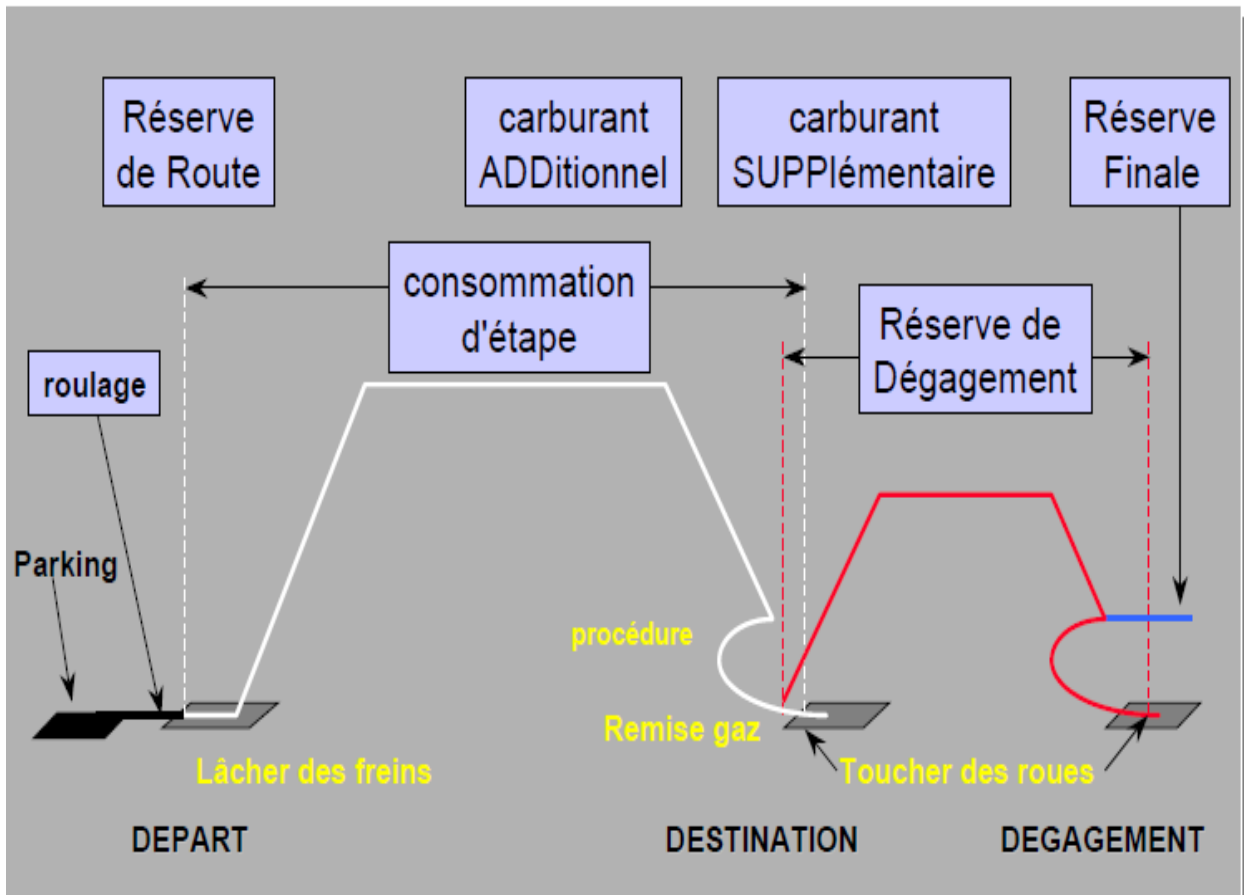


Figure 2.16 : Carburant réglementaire pour un vol.

II.12. Devis de masse :

Document résumant tous les éléments de la préparation du vol pour les avions de transport. Il fait partie du dossier de voyage, il doit être rempli au minimum en deux exemplaires avant chaque vol.

- ✓ un exemplaire dans la sacoche de bord.
- ✓ Un exemplaire conservé au sol pendant toute la durée du vol, et archivé pendant 6 mois.

Ce document comporte :

- ✓ le contrôle des limitations ;
- ✓ Le décompte des passagers et leur répartition (pour le calcul de la masse des passagers, des masses forfaitaires sont utilisées) ;
- ✓ La répartition des charges en soute et leur nature (bagage(B), fret ou cargo (C), et sacs postaux (M), charges en transit (Tr).) ;
- ✓ Le calcul de la charge transportée et des masses réelles de l'avion (décollage, atterrissage et sans carburant) ;
- ✓ Le centrage de l'avion ;
- ✓ Rectification de dernière minute ;
- ✓ Emargements de l'agent de trafic et du commandant de bord.

II.13. Calcul de devis de masse :

L'objectif principal du devis de masse est de vérifier le respect des différentes limitations en masse.

On définit alors la limitation utile, notre L/U, comme étant la plus petite des trois valeurs :

- Masse maximale réglementaire au décollage ;
- Masse maximale réglementaire à l'atterrissage, augmentée de la consommation d'étape ;
- Masse maximale sans carburant augmentée de la masse de carburant au décollage.

La limitation utile est donc la masse maximale à laquelle l'avion peut décoller pour l'étape envisagée.

La charge marchande transportable est nommée charge offerte (allowed traffic load) noté C/O.

Cette charge se déduira de la limitation utile L/U en lui retranchant la masse de base et le carburant au lâcher des freins telle que :

$$C/O = L/U - \text{Masse en opérations}$$

L'ensemble des calculs est présenté sous la forme pratique suivante :

Tableau 2.4 : Calcul de la charge offerte.

m_{BASE}		MZFM			RLM
QLF	+	QLF	+		d
m_{OPS}	=			RTOM	
			=		=
			m_{OPS}	-	-
		C/O	=	=	=

Limitation utile : la plus petite des 3

→ **Changements de dernière minute (LMC) :**

Toute modification de dernière minute qui implique un changement dans la masse de l'avion doit figurer sur le devis de masse, on précise qu'il s'agit d'un ajout ou bien d'un retrait, en spécifiant la nature de cette charge, l'emplacement concerné et la variation correspondante du centrage.

Mais ces changements de dernière minute (LMC) ne doivent pas dépasser la charge résiduelle.

$$\text{Charge résiduelle} = \text{Charge offerte} - \text{Charge transportée}$$

Comme en la déjà vue :

$$\text{Charge offerte} = \text{limitation utile} - \text{masse en opérations}$$

Avec :

$$\text{Masse en opérations} = \text{masse de base} + \text{carburant au décollage}$$

Donc la charge offerte est liée à la limitation utile et la quantité de carburant, qui dépend elle-même de la distance d'étape.

II.14. Evolution de la charge offerte en fonction de la distance d'étape :

Avant de commencer l'étude de l'évolution de la charge offerte en fonction de la distance d'étape, il convient de fixer les hypothèses suivantes :

- Existence de limitations structurales : MMSD, MMSA et MMSC ;
- Le délestage est pour un régime de marche économique, et le vol s'effectue à une altitude optimale ;
- La réserve de route est égale à 5% du délestage, $RR = 0.05d$;
- La réserve de dégagement RD sera calculée sur une distance de dégagement fixée (200 ou 250 NM) ;
- La réserve finale RF sera également fixée à une valeur permettant d'effectuer une attente de 30 minutes à 1500 ft en ISA au-dessus de l'aérodrome de dégagement ;
- Le carburant additionnel ainsi que le carburant supplémentaire seront nuls :
 $Add = Supp = 0$;
- le carburant nécessaire au roulage sera fixé à une valeur forfaitaire ;

On a:

$$Q_{\text{park}} = r + Q_{\text{déc}}$$

$$Q_{\text{déc}} = d + RR + RD + RF + Add + Supp$$

En respectant les hypothèses ci-dessus on aura :

$$Q_{\text{déc}} = d + RR + RD + RF$$

Le carburant au décollage dépend de la consommation qui dépend elle-même de la distance d'étape. La formule de Breguet-Leduc relie la distance et la consommation d'étape :

$$D_{\text{air}} = \frac{aMf}{C_{sp} g} \ln\left(\frac{m_{\text{déc}}}{m_{\text{att}}}\right)$$

Avec:

- a : célérité du son;
- M : nombre du mach;
- f : finesse;
- C_{sp} : consommation spécifique.

A niveau de vol et mach fixé, on peut considérer que les quatre valeurs a, M, f, C_{sp} sont constantes.

Donc la relation devient :

$$D_{\text{air}} = K \ln\left(\frac{m_{\text{déc}}}{m_{\text{att}}}\right)$$

K: constante.

→ **Contrôle de limitation:**

Il convient de vérifier simultanément que:

- ✓ masse au décollage \leq MMSD
- ✓ masse à l'atterrissage \leq MMSA
- ✓ masse sans carburant \leq MMSC
- ✓ carburant embarqué \leq CR

En développant les premiers membres de chaque inégalité pour faire apparaître la charge offerte, on obtient :

- ✓ $m_{\text{déc}} = m_{\text{base}} + \text{charge offerte} + \text{carburant} \leq \text{MMSD}$
- ✓ $m_{\text{att}} = m_{\text{base}} + \text{charge offerte} + (\text{carburant} - \text{délestage}) \leq \text{MMSA}$
- ✓ $m_{\text{sc}} = m_{\text{base}} + \text{charge offerte} \leq \text{MMSC}$
- ✓ $\text{carburant} = r + d + \text{RR} + \text{RD} + \text{RF} \leq \text{CR}$

Ou encore :

- ✓ $\text{charge offerte} \leq \text{MMSD} - m_{\text{base}} - \text{RD} - \text{RF} - 1,05 d$;
- ✓ $\text{charge offerte} \leq \text{MMSA} - m_{\text{base}} - \text{RD} - \text{RF} - 0,05 d$;
- ✓ $\text{charge offerte} \leq \text{MMSC} - m_{\text{base}}$;
- ✓ $1,05 d \leq \text{CR} - \text{RD} - \text{RF} - r$.

Les trois premières relations limitent la charge offerte, tandis que la quatrième exprime que la consommation d'étape est limitée par la capacité des réservoirs.

→ **Tracé de la courbe :**

La charge offerte représente le maximum de charge marchande transportable sur l'étape, et pour faire apparaître la charge offerte correspondante à chaque limitation, on peut écrire :

- (1) $C/O = (\text{MMSD} - m_{\text{base}} - \text{RD} - \text{RF}) - 1,05 d \longrightarrow$ pour la limitation MMSD
- (2) $C/O = (\text{MMSA} - m_{\text{base}} - \text{RD} - \text{RF}) - 0,05 d \longrightarrow$ pour la limitation MMSA
- (3) $C/O = (\text{MMSC} - m_{\text{base}}) \longrightarrow$ pour la limitation MMSC
- (4) $d_{\text{max}} = (\text{CR} - \text{RD} - \text{RF} - r) / 1,05 \longrightarrow$ pour la limitation CR

Au final, le tracé des quatre limites dans le plan (distance ; charge offerte) a l'allure suivante :

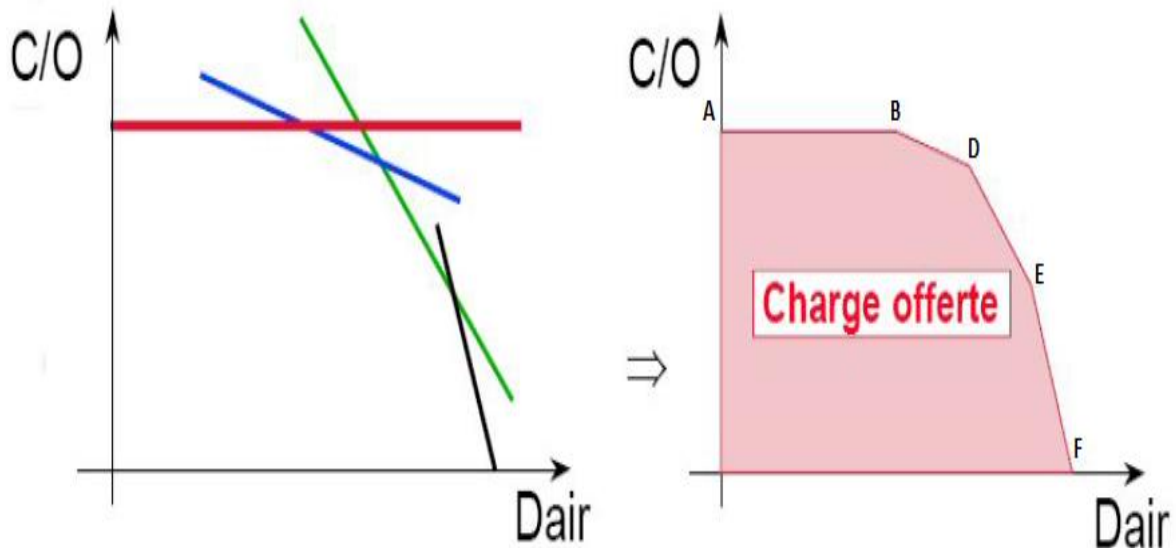


Figure 2.17 : Évolution de la C/O en fonction de la distance d'étape.

1. Segment (AB) :

Les étapes concernées par cette limitation sont les étapes courtes, les masses au décollage et à l'atterrissage sont inférieures aux masses maximales structurales respectives, en B l'avion atterrit à MMSA. Il y a peu de carburant dans les réservoirs. Il est possible de transporter une charge offerte maximale (MMSC – mbase).

2. Segment (BD) :

Pour la limitation MMSA, la distance d'étape augmente, l'avion atterrit à la masse maximale de structure à l'atterrissage, et il décolle à une masse inférieure à la masse maximale de structure au décollage, sauf en E où il atterrit à la masse maximale de structure au décollage.

La charge offerte diminue et le carburant embarqué augmente sans atteindre le plein réservoir.

3. Segment (DE):

Les étapes concernées sont plutôt longues, l'avion décolle à la masse maximale de structure au décollage, il atterrit à une masse inférieure à la masse maximale de structure à l'atterrissage.

Avec l'augmentation de la distance d'étape, la charge offerte diminue rapidement, la quantité de carburant embarquée est très importante elle atteint même la capacité du réservoir au point E.

4. Segment (EF) :

Les étapes concernées sont très longues, l'avion décolle à une masse inférieure à la masse maximale de structure au décollage, et atterrit à une masse inférieure à la masse maximale de structure à l'atterrissage.

Le plein du réservoir est atteint et la charge offerte est réduite pour diminuer la masse au décollage.

II.15. La feuille du centrage :

La détermination du centrage est plus simple, plus rapide, et de peu de risques d'erreurs, elle est basée sur la méthode de l'Index ou de l'Indice.

Pour cette méthode, l'exploitant se choisit une nouvelle origine des moments au milieu de l'avion, c'est-à-dire proche du centre de gravité de l'avion chargé, afin de diminuer les bras de levier.

Le moment obtenu est donc plus petit, mais si sa valeur absolue est encore trop grande, on la diminue par une division par une constante choisie.

Le choix de la nouvelle origine peut parfois conduire à ajouter une autre constante pour éviter une valeur d'Index négative.

II.16. Méthode de l'Index :

a. Le moment d'un article :

Moment = poids × distance du centre de gravité de l'article par rapport à la référence.

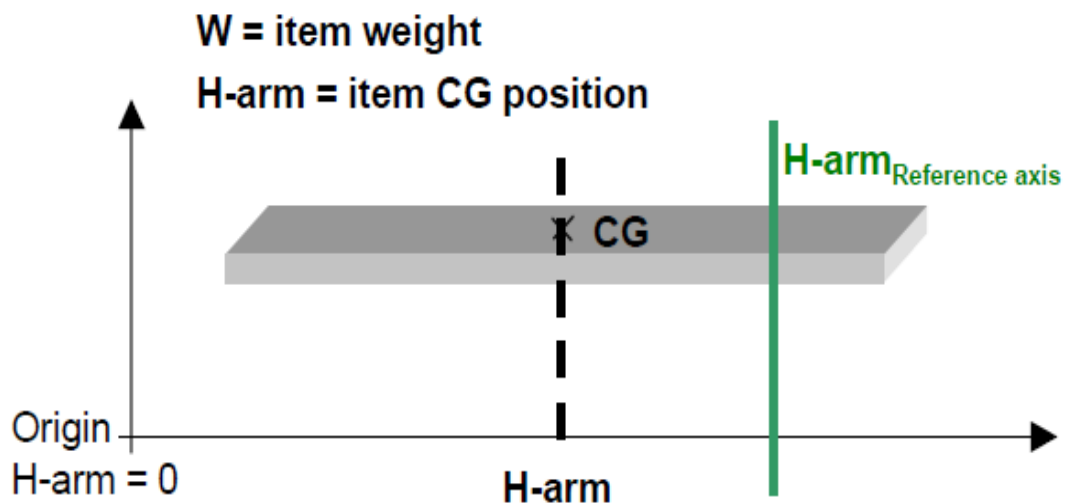


Figure 2.19 : Moment d'un article.

b. Le moment de deux articles :

$$\text{Moment}_{\text{article1} + \text{article2}} = \text{Moment}_{\text{article1}} + \text{Moment}_{\text{article2}}$$

c. Détermination de la position du CG de l'ensemble (Article + Article Additionnel) :

La position du CG de l'ensemble sera donnée par la relation suivante :

$$H_{\text{arm}} (\text{Article} + \text{Article Additionnel}) = \frac{W \times H_{\text{armArticle}} + W' \times H_{\text{arm Article Additionnel}}}{W + W'}$$

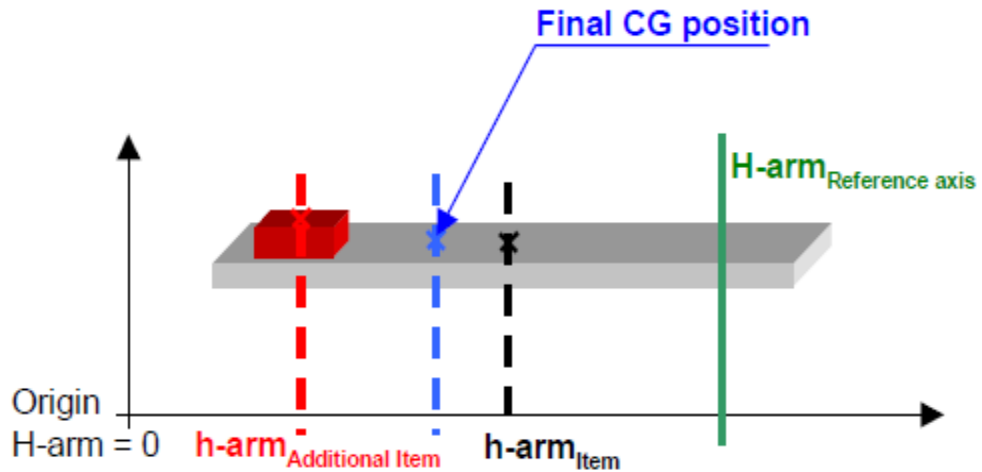


Figure 2.20 : Moment de l'ensemble d'articles.

d. Détermination de ZFCG et TOCG :

Pour déterminer la ZFW, TOW et la position du CG pendant le vol, on est besoin de savoir:

- ✓ la position du CG et poids d'avion avant de charger tout article.
- ✓ poids et position de chaque article chargé sur l'avion (cargo, pax, fuel, et tout article supplémentaire).
- ✓ Les mouvements possibles du CG dus aux mouvements d'articles pendant vol.

Pour déterminer le centre de gravité au zéro fuel et au décollage, on utilisera ce qui suit :

$$\text{ZFCG} = \frac{\text{Moment masse à vide} + \text{Moment passagers} + \text{Moment chargement des soutes}}{\text{Weight zero fuel}}$$

$$\text{TOCG} = \frac{\text{Moment masse à vide} + \text{Moment passagers} + \text{Moment chargement des soutes} + \text{Moment fuel}}{\text{Weight au décollage}}$$

Pour calculer chaque moment individuellement, un axe commun de référence doit être fixé :

$$\text{Le moment d'un article} = \text{poids de l'article (W)} \times (\text{H_arm article} - \text{H_arm référence axe}).$$

II.16.1. Définition de l'Index :

Moment calculé par rapport à une origine choisie à proximité de la position finale du centre de gravité, et ramené après combinaison linéaire et modifications au calcul du moment à un nombre compris entre zéro et cent.

II.16.2. Formule générale de l'Index :

La formule générale de l'Index est obtenue en suivant les étapes suivantes :

- ✓ Le choix d'une nouvelle origine O' placée à une distance D du point de référence de telle sorte qu'elle soit située à un emplacement proche de la position finale du centre de gravité de l'avion au décollage ;
- ✓ Le moment par rapport à cette nouvelle origine = $W \times (H_arm - Ref.sta)$;
- ✓ Ce moment est ensuite divisé par une constante C judicieusement choisie ;
- ✓ En fonction du choix de la nouvelle origine, on peut éventuellement être amené à ajouter une constante k pour éviter une valeur d'Index négative.

Alors, la formule d'Index est la suivante :

$$I = \frac{W}{C} \times (H_arm - Ref.sta) + k$$

Note :

La valeur de ces constantes dépend du type d'avion et de la politique de la ligne aérienne.

II.16.3. Variation d'Index pour tout article additionnel chargé :

Pour n'importe quel article chargé à bord des avions, la variation d'Index due à ce chargement spécifique peut être déterminée :

$$\Delta Index_{\text{Article additionnel}} = \frac{\text{Moment Article additionnel}}{C}$$

II.16.4. Détermination de l'Index ZF et TO :

Pour déterminer l'index zéro fuel et l'index au décollage, on utilise les relations suivantes :

ZF Index = Index_{masse à vide} + Index_{passagers} + Index_{chargement des soutes}

TO Index = Index_{masse à vide} + Index_{passagers} + Index_{chargement des soutes} + Index_{fuel}

Dans le paragraphe suivant, la méthode de déterminer la Δ d'Index pour tout article chargé sur l'avion est détaillé (passagers, cargo, fuel, catering supplémentaire.).

II.16.5. Calcul de la variation d'index (Δ Index) :

Le calcul de la variation d'index est utilisé pour remplir le document AHM560 et concevoir la feuille du centrage.

→ Δ Index pour un article :

A partir de la valeur de la masse de base m_0 et de la position du centre de gravité de base d_0 , on calcule la valeur de l'index de I_0 , en appliquant la formule précédente.

A cet index de base s'ajouteront algébriquement les variations d'index ΔI_i , due à l'ajout des différentes masses m_i aux positions d_i dans l'avion :

$$\Delta I_i = \frac{W}{C} * (H_{armi} - Ref.Sta)$$

Comme l'origine des index se trouve située au centre de l'avion, ces variations d'index pourront être soit positives, soit négatives selon l'emplacement de la zone considérée.

- ✓ Toute masse placée dans une zone située en avant de l'origine des index crée une variation d'index négative.
- ✓ Toute masse placée dans une zone située en arrière de l'origine des index crée une variation d'index positive.

Ces valeurs pré calculées sont ensuite reportées linéairement, zone après zone, par rapport à un axe gradué en valeur d'index.

II.17. Les différentes parties de la feuille du centrage :

a. Partie centrage des passagers :

On entre dans cette partie l'index de base corrigé et on fait évoluer l'index en fonction du nombre de passagers dans chacune des sections cabine en respectant la valeur et le sens du pas.

Par exemple, si la variation d'index pour 1000 kg vaut $\Delta I_i = -50$ pour la soute avant, on trace sur la ligne correspondante à cette zone des graduations régulièrement espacées de 50 points d'index et on précise par une flèche vers la gauche si la variation d'index est négative, et vers la droite dans le cas contraire.

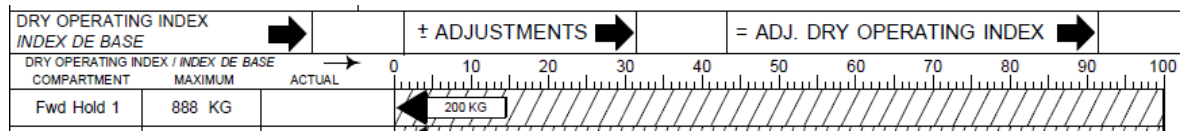


Figure 2.21 : Représentation du ΔI sur la feuille du centrage.

b. Partie centrage des soutes :

On entre dans cette partie l'index de base corrigé auquel on a appliqué la variation d'index due aux passagers, et on fait évoluer l'index en fonction du poids des charges placées dans les différents compartiments en respectant la valeur et le sens du pas.

Ceci permettra de déterminer la valeur de l'index sans carburant à partir de l'index de base, par corrections successives tenant compte du chargement de l'avion zone par zone.

c. Partie centrage du carburant :

La correction d'index due au carburant est fournie, soit sous forme de graphique, soit sous forme de tableau.

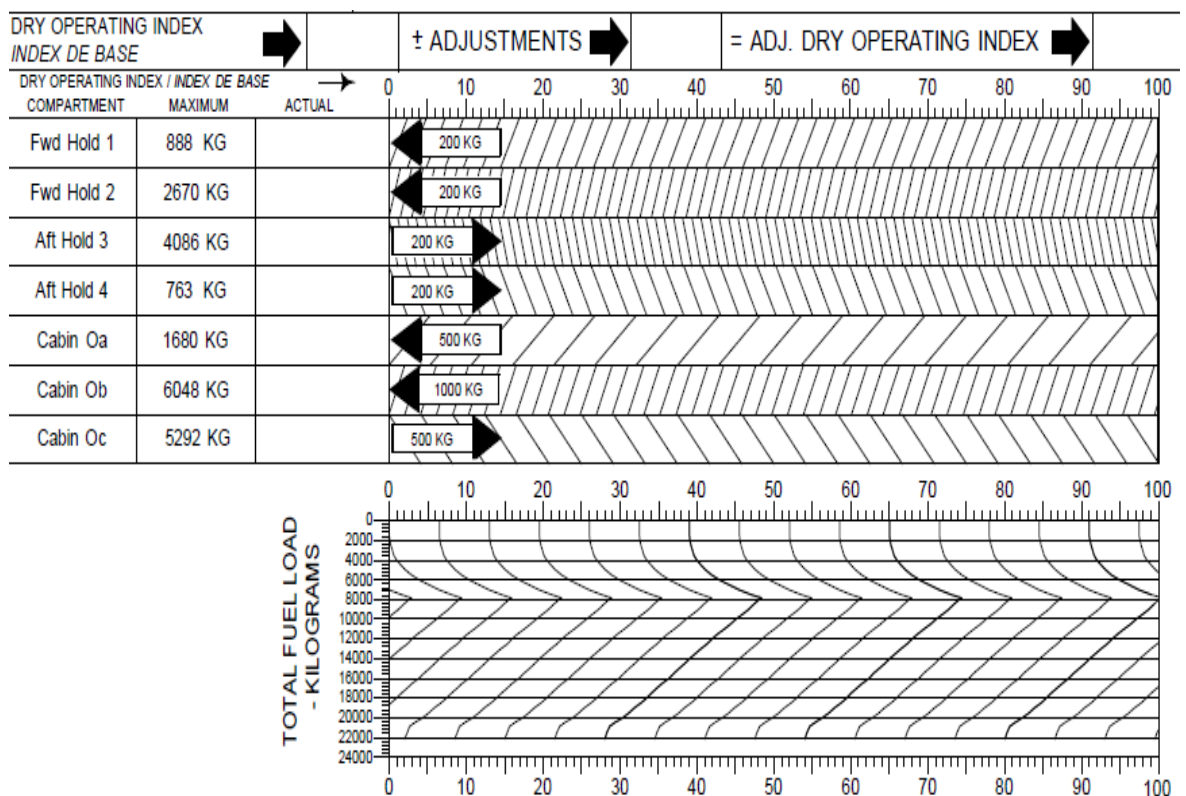


Figure 2.22 : Détermination de $I_{\text{sans carburant}}$ sur la feuille du centrage.

Une fois l'index sans carburant corrigé de la variation d'index due au carburant, on obtient alors l'index au décollage.

d. Partie détermination graphique du centrage :

On entre dans ce graphique avec l'index ZFW et on trace une ligne descendante jusqu'à intercepter la ligne horizontale correspondant au ZFW. On lit le centrage ZFW en % de MAC.

On entre avec l'index ZFW augmenté de la variation d'index due au carburant au décollage, c'est-à-dire l'index du TOW et on trace une ligne descendante jusqu'à intercepter la ligne horizontale correspondant au TOW. On lit le centrage TOW en % de MAC.

On entre avec l'index ZFW augmenté de la variation d'index due au carburant à l'atterrissage, c'est-à-dire l'index du LDW et on trace une ligne descendante jusqu'à intercepter la ligne horizontale correspondant au LDW. On lit le centrage LDW en % de MAC.

II.18. Instructions générales pour la vérification de la feuille de chargement :

Le commandant de bord recalculera la feuille de chargement et centrage en considérant le changement de dernière minute et en prêtant une attention particulière à :

- ✓ L'Immatriculation et type de l'avion;
- ✓ Numéro de vol et date;
- ✓ Identité du commandant de bord;
- ✓ Identité de la personne qui a préparé le document;
- ✓ Masse de base et centrage correspondant de l'avion;
- ✓ Masse du carburant au décollage et masse carburant d'étape;
- ✓ Masse des produits consommables autres que le carburant;
- ✓ Composition du chargement, comprenant passagers, bagages, fret et ballast;
- ✓ Masse au décollage, masse à l'atterrissage et masse sans carburant;
- ✓ Répartition du chargement;
- ✓ Positions applicables du centre de gravité de l'avion;
- ✓ Et limites des valeurs de masse et de centrage.

→ Le Commandant de bord et le centrage :

Afin que l'avion soit équilibré dès le décollage (Moment résultant), le Commandant de bord règle le compensateur de profondeur de sorte que l'empennage génère la portance nécessaire à l'équilibrage de l'avion.

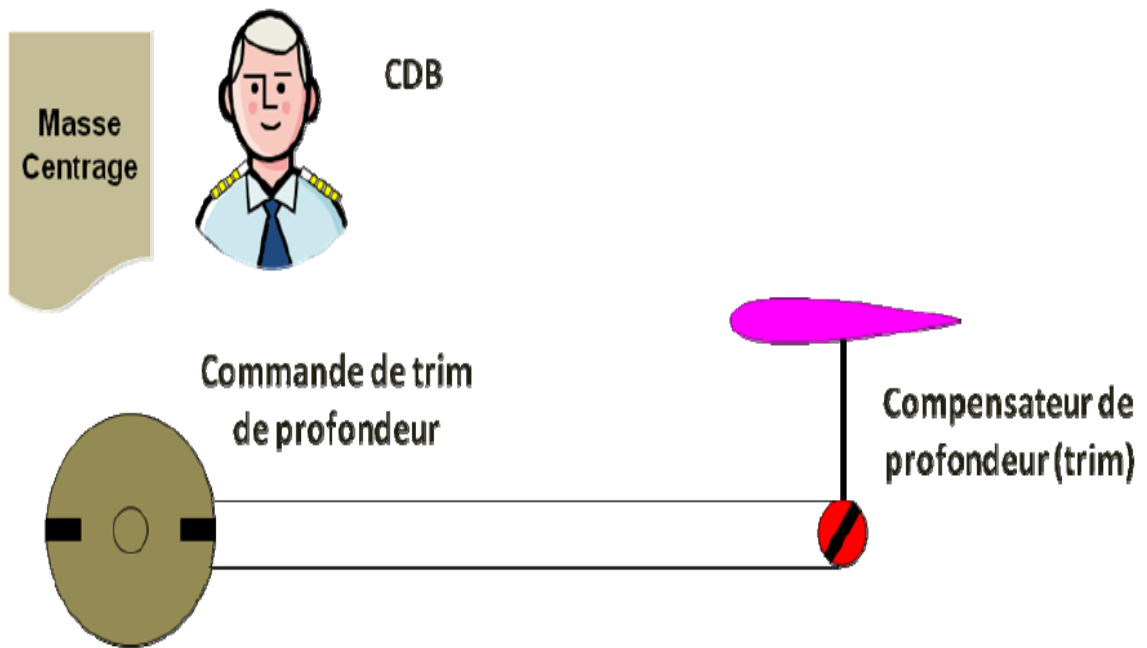


Figure 2.23 : Compensateur de profondeur (Trim).

Pour ce faire, il utilise une table qui en fonction du braquage des volets et de la position du centre de gravité, indique le nombre d'unités de « trim » à afficher.

II.19. Enveloppe opérationnelle du centrage :

C'est l'enveloppe du centrage utilisable en exploitation. Celle-ci est plus restreinte que l'enveloppe certifiée pour tenir compte et compenser les erreurs et écarts tels que :

- ✓ les différences existant entre les masses forfaitaires et les masses réelles des passagers ;
- ✓ les erreurs dues à l'utilisation du même moment de centrage pour plusieurs rangées de sièges ;
- ✓ les écarts de répartition des bagages et du fret dans les différents compartiments ;
- ✓ la méconnaissance de la masse réelle des bagages ;
- ✓ les écarts de centrage causés par la position des trains et des volets ;
- ✓ les écarts causés en vol par les déplacements de l'équipage de cabine et des équipements mobiles des galleys ;
- ✓ les écarts dus aux procédures d'utilisation du carburant, etc.

L'enveloppe opérationnelle de centrage ne doit jamais être dépassée.

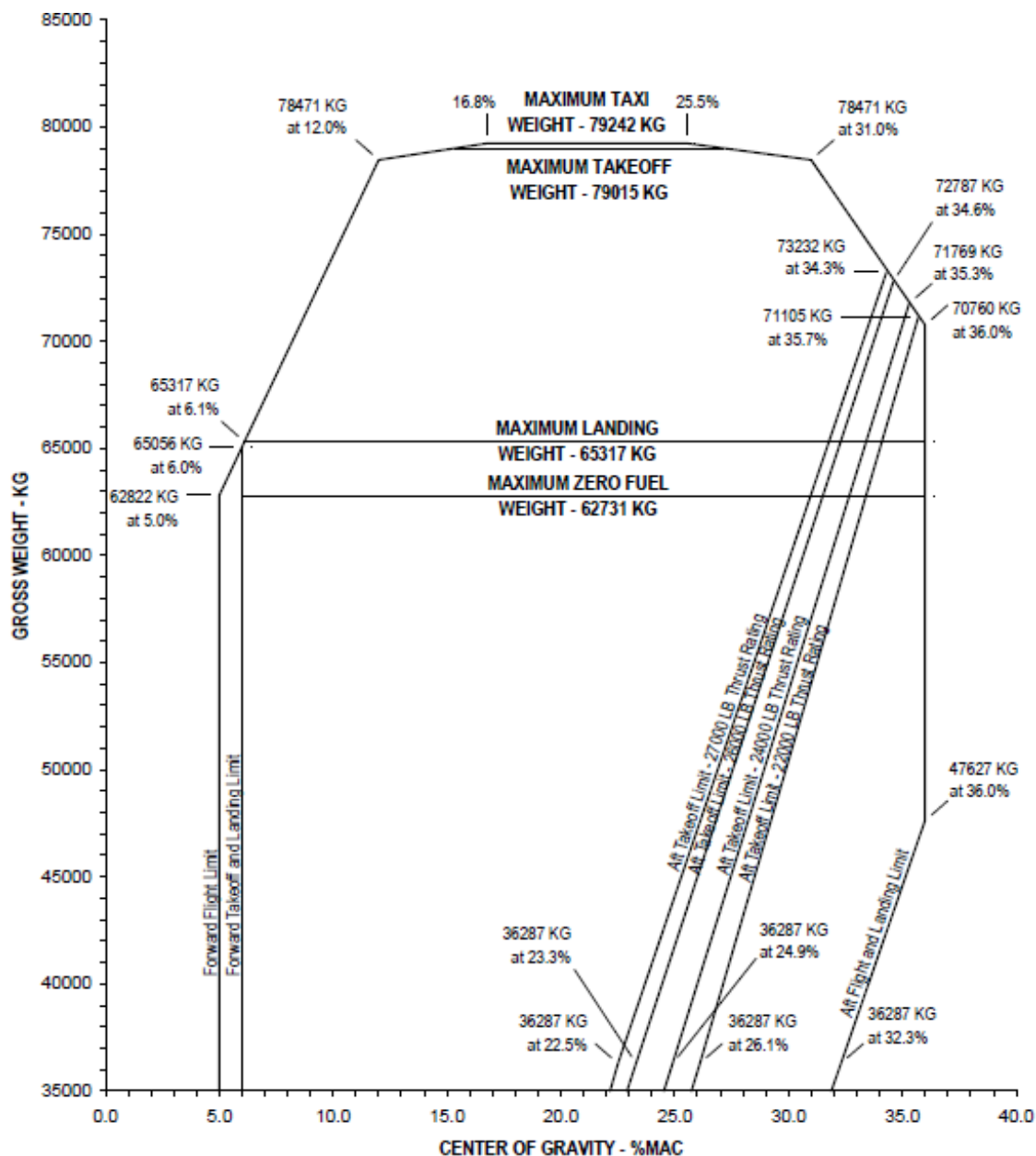


Figure 2.24 : Enveloppe opérationnelle limitative du B737-800.

II.20. Limites certifiées du centre de gravité (CG) :

Les limites entre lesquelles le centre de gravité de l'avion peut se trouver, correspondent aux positions extrêmes du centre de gravité pour lesquelles l'avion a été certifié. L'usage de la plage complète des positions possibles du centre de gravité, présume que la position du centre de gravité a été calculée sans aucune erreur.

Les limites du centrage certifiées sont données en % de RC en fonction de la masse de l'avion.

Elles apparaissent dans le manuel WBM, dans deux tableaux (un pour les limites avant, et un pour les limites arrière).

II.21. Limites opérationnelles du centrage :

La section « Limitations » du manuel de vol de l'avion spécifie les limites avant et arrière du centrage. Ces limites garantissent le respect des critères de certification relatifs à la stabilité et au contrôle tout au long du vol et le réglage de compensation approprié pour le décollage.

L'exploitant devrait s'assurer que ces limites sont respectées en définissant des procédures opérationnelles ou une enveloppe de centrage afin de pallier les erreurs et les écarts ci-après :

- ✓ Erreurs sur les conditions initiales (DOW) ;
- ✓ Erreurs sur les passagers ;
- ✓ Erreurs sur le fret ;
- ✓ Erreur sur le carburant.

Et des mouvements suivants :

- ✓ Mouvement des trains ;
- ✓ Mouvement des hypersustentateurs (becs et volets) ;
- ✓ Mouvement en cabine (passagers, équipage, trolleys) ;
- ✓ Mouvement de l'eau.

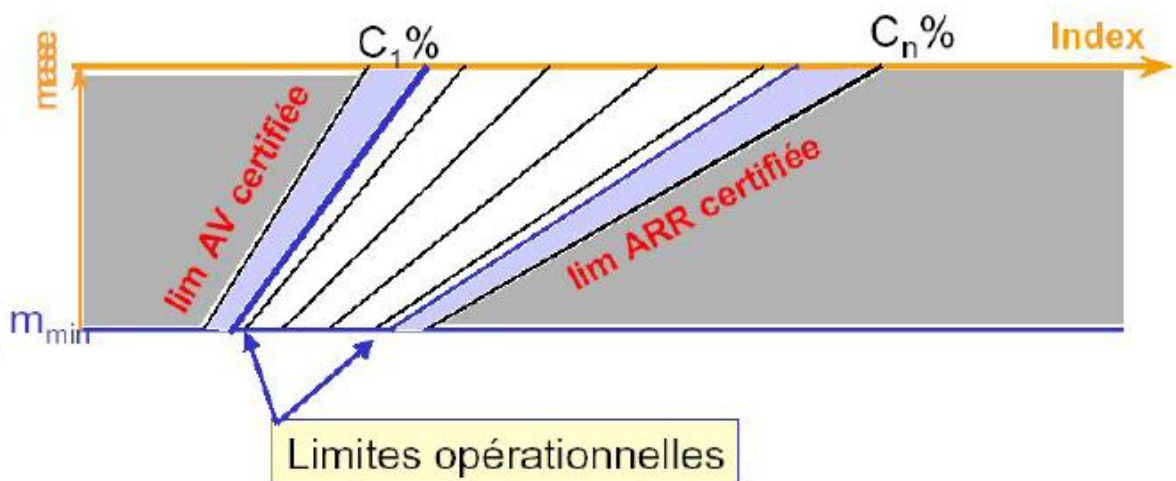


Figure 2.25 : Les limites certifiées et opérationnelles du centrage.

II.22. Conséquences d'un centrage hors limite :

Si l'avion est centré en dehors des limites autorisées, il devient inapte au vol stabilisé et les conséquences pour la sécurité de l'avion peuvent être catastrophiques. Il est donc dangereux d'entreprendre un vol dans ces conditions.

a. Le centre de gravité se trouve hors limite arrière :

- Le moindre effort sur la profondeur peut entraîner pour la structure de l'avion des facteurs de charge importants, du fait de la réaction excessive de l'avion.
- Si le manche est en butée avant, l'incidence peut croître jusqu'à l'incidence de décrochage sans que le pilote ne puisse rien y faire.
- Si le manche est en butée arrière, l'avion peut s'engager à piquer. A ce stade d'extrême instabilité longitudinale, la vigilance et la réactivité requises excèdent parfois les capacités du pilote.
- En cas de décrochage, l'avion peut facilement entrer en vrille à plat dont il est peu aisé de sortir.
- Pour un train d'atterrissage classique, il y a écrasement anormal de la béquille arrière qui rend impossible le lever de la queue et occasionne alors un décollage prématuré trois points.
- Pour un train d'atterrissage tricycle, il y a un délestage anormal de la roulette de nez, qui manque d'adhérence et qui peut poser aussi des problèmes lors du taxiage, notamment sur l'herbe.
- En vol, Il y a position inhabituelle du manche et possibilité de voir l'incidence diverger.
- Un centrage trop arrière peut entraîner au sol un "tailstrike" (toucher de queue).

b. Le centre de gravité se trouve hors limite avant :

- La déportance de l'empennage devient très importante, la trainée de l'avion est fortement augmentée, les performances sont très dégradées.
- La maniabilité est fortement diminuée, exigeant des efforts importants sur la profondeur pouvant y amener des facteurs de charge extrêmes.
- La marge vis-à-vis du décrochage est réduite du fait de l'augmentation de l'incidence.
- Pour un train d'atterrissage classique, il y a un soulagement excessif de la roulette de queue qui favorise le passage en pylône.
- Pour un train d'atterrissage tricycle, il y a un écrasement de l'amortisseur avant. En outre, il est impossible de commander la rotation à Vr, car la gouverne de profondeur est trop peu efficace pour déjauger la roulette de nez.
- Il arrive aussi que le pilote efface la piste sans parvenir à décoller.

II.23. Effets d'une surcharge :

Malgré toutes les précautions prises, des erreurs peuvent être commises sur le calcul du chargement entraînant une surestimation ou une sous-estimation de la masse de l'avion.

Le cas le plus critique étant généralement la sous-estimation de la masse : la masse calculée est inférieure à la masse réelle, et l'avion se trouve donc en surcharge par rapport à cette masse calculée.

Les conséquences vont se faire sentir sur toutes les phases du vol, et c'est pourquoi les personnels responsables du chargement de l'avion doivent être particulièrement vigilants.

1. Vitesses liées au décollage et à l'atterrissage :

Le premier effet concerne la vitesse réelle de décrochage, la masse réelle étant plus élevée que la masse calculée, la vitesse réelle de décrochage sera elle aussi plus élevée que celle calculée. Or, les vitesses utilisées au décollage ou à l'atterrissage sont déterminées en prenant une marge de sécurité par rapport à la vitesse de décrochage.

Par conséquent, les vitesses utilisées de décollage et d'atterrissage seront trop faibles compte tenu de la masse réelle de décollage, et les marges vis-à-vis du décrochage seront réduites.

2. Distances de décollage et d'atterrissage :

L'avion étant en réalité plus lourd, l'accélération diminue, et les distances associées au décollage et à l'atterrissage seront plus longues que prévu. Pour les multi moteurs, la situation peut devenir particulièrement critique en cas de panne moteur au décollage, on peut ne pas avoir atteint « V_R » avant l'extrémité de piste.

A une vitesse proche de V_1 :

- ✓ Si la panne survient juste avant V_1 , l'accélération-arrêt peut dépasser l'extrémité de piste (ou du prolongement d'arrêt s'il existe).
- ✓ Si la panne survient juste après V_1 , le point d'envol risque de s'approcher dangereusement de l'extrémité de piste.

3. Taux de montée :

La pente et le taux de montée vont se trouver dégradés par rapport aux valeurs calculées avec une masse avion plus faible que la masse réelle. La distance et le temps de montée seront donc plus longs que prévu. De plus, si des

obstacles sont limitatifs au cours de la montée initiale, les marges de survol seront réduites.

Que ce soit au décollage (pente 2^{ème} segment) ou à l'atterrissage (pente à la remise des gaz), les pentes diminuent :

$$\text{Pente \%} = 100 * \left[\frac{\text{poussée}}{\text{poids}} - \frac{1}{f} \right]$$

Si le poids augmente, la pente diminue.

4. Croisière :

Une surcharge se traduit, on risque de ne pas accrocher le niveau de vol assigné. Donc problème d'air traffic control. Les consommations horaire (Ch) et distance (Cd) vont augmenter, les réserves seront entamées et l'endurance de l'avion va diminuer.

De plus, il y aura une dégradation des performances en cas de panne moteur, car l'altitude de rétablissement est plus basse que prévue et les marges de survol des obstacles sont également réduites.

5. Dommages structuraux :

Dans les cas extrêmes, des dommages structuraux peuvent apparaître, au niveau de la résistance des planchers tout d'abord.

Les surcharges vont se répercuter au niveau des trains d'atterrissage qui devront supporter une charge qui peut dépasser les masses maximales au décollage ou à l'atterrissage. Un atterrissage trop brutal peut causer des dommages structuraux importants.

L'arrimage est très important, car s'il y eu une charge mal arrimée qui se détache et se déplace brutalement peut provoquer des dégâts structuraux importants et qui mène à modifier le centrage de l'avion jusqu'à l'amener parfois hors limite.

Les charges lourdes au niveau du plancher des avions cargo provoquent le cisaillement du fuselage (shear loads). Ou bien la création de moments de flexion (bending moment) lorsque une charge importante est placée à grande distance du centre de gravité.

En résumant tous ces effets :

- Une dégradation des performances avion ;
- Un abaissement sensible du niveau de sécurité.

Conclusion :

Au cours de ce chapitre, j'ai fait le tour de tout ce qu'il faut savoir sur le devis de masse et centrage, ainsi les méthodes de calcul du centrage et les dangers qui peuvent se produire à cause d'une surcharge ou bien d'un centrage qui se trouve hors limite.

Chapitre III : Analyse du chargement des avions B737-800.

III.1. INTRODUCTION :

Ce chapitre sera entièrement dédié à une analyse du chargement des avions B737-800. En premier lieu, il y aura une description du Boeing Performance Software BPS et la limite avant alternative du centre de gravité « alternate forward CG limit ». Il y aura aussi une comparaison entre les masses calculées par le BPS et celles retirées du RAM.

III.2. Description du Boeing Performance Software « BPS » :

Le Boeing Performance Software BPS est un logiciel permet de calculer les données de performance d'un avion pour : le décollage, l'atterrissage, et en route.

Le logiciel de BPS est une application interface de l'utilisateur graphique GUI qui permet à un utilisateur d'accéder aux programmes suivants du BPS : **APM/HISTRY** pour l'analyse de la distance en milles du combustible de la croisière, **INFLT/REPORT** pour l'analyse de la performance en vol et **STAS** pour l'analyse de décollage.

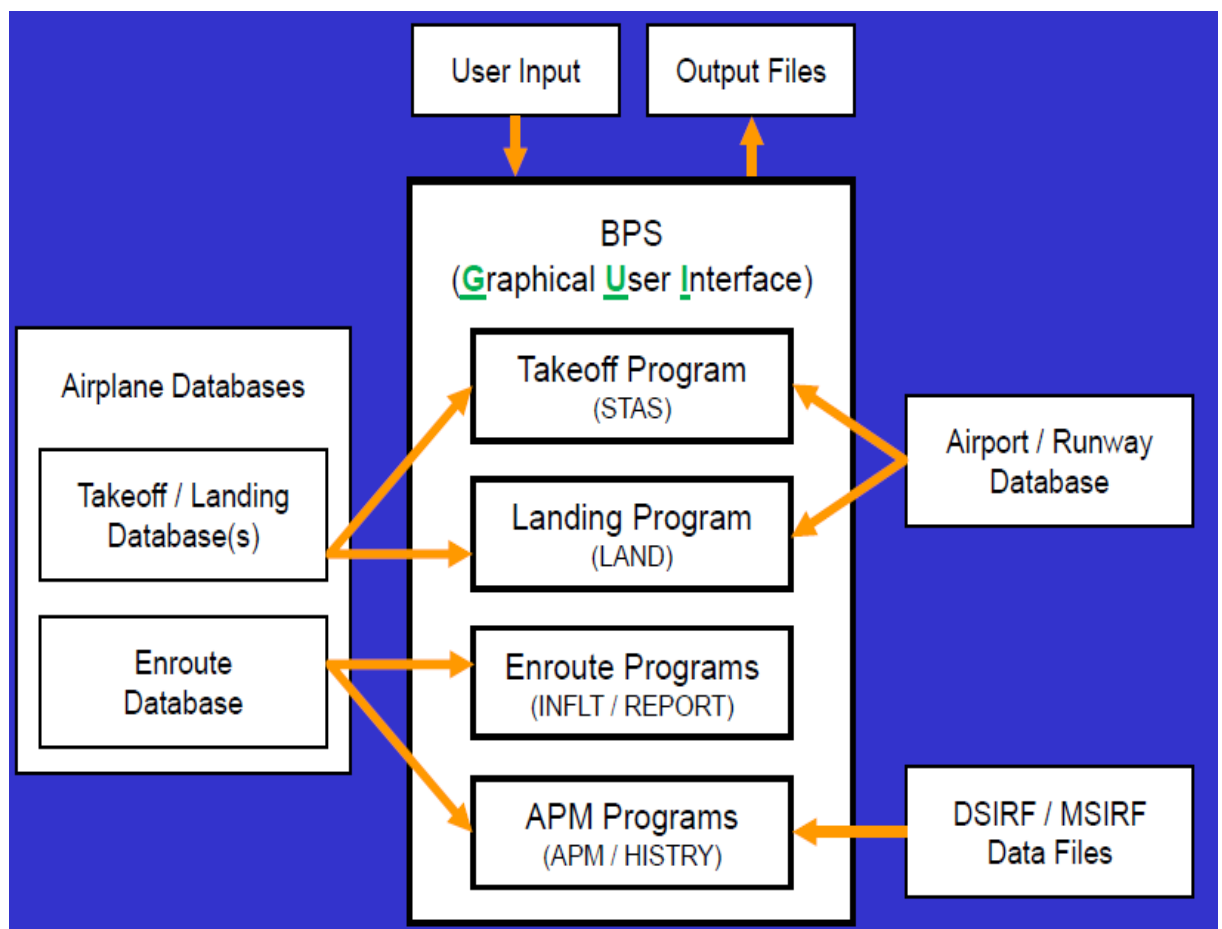


Figure 3.1 : La structure de l'interface du BPS.

Le logiciel de calcul des performances au décollage et à l'atterrissage, conçu par Boeing, a pour mission de :

- Générer les fiches de limitation au décollage et à l'atterrissage en fonction du vent, température, altitude de terrain et des obstacles.

III.2.1. Procédures suivies par le BPS pour la détermination de la MMD :

Après l'installation du BPS, tout d'abord on ouvre une nouvelle session pour le décollage comme le montre la figure suivante :

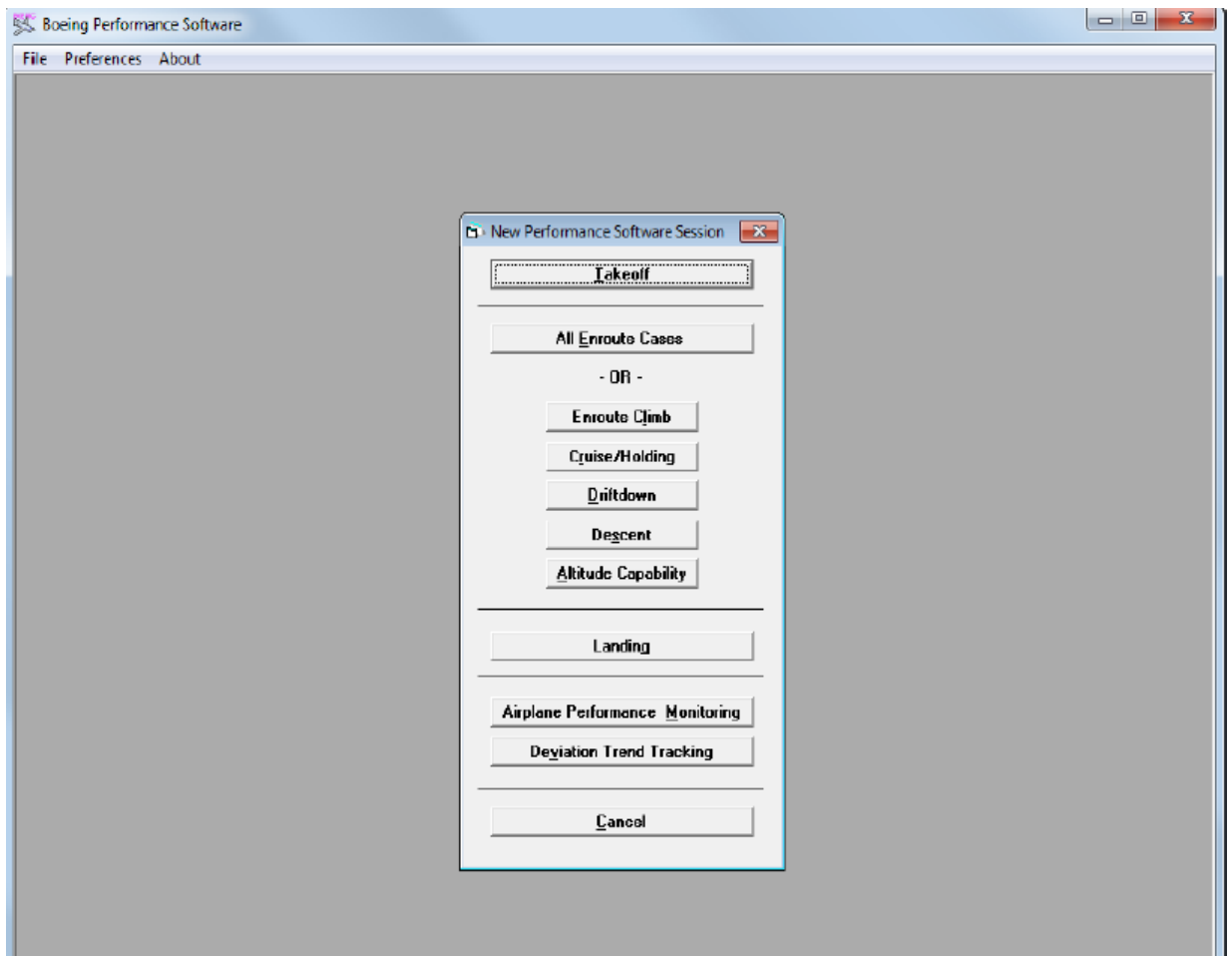


Figure 3.2 : ouverture d'une nouvelle session.

Ensuite, on copie et on importe les bases de données des avions et des aéroports comme les montrent les figures ci-après.

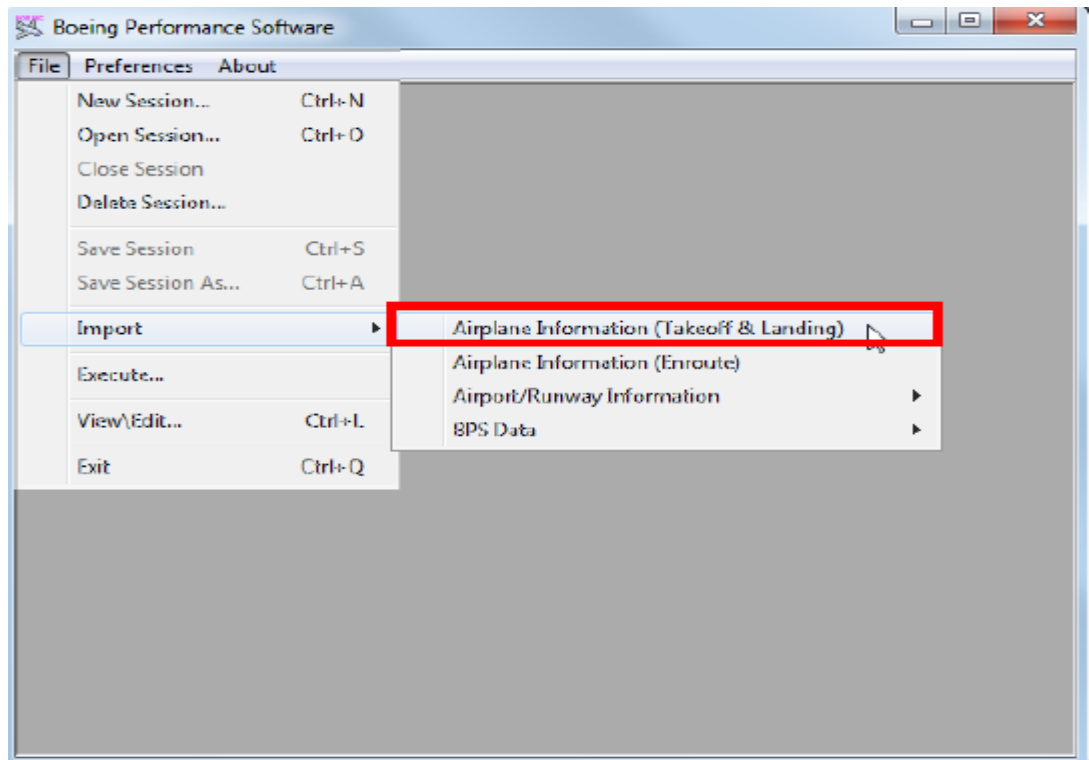


Figure 3.3 : Importation des informations d'avion.

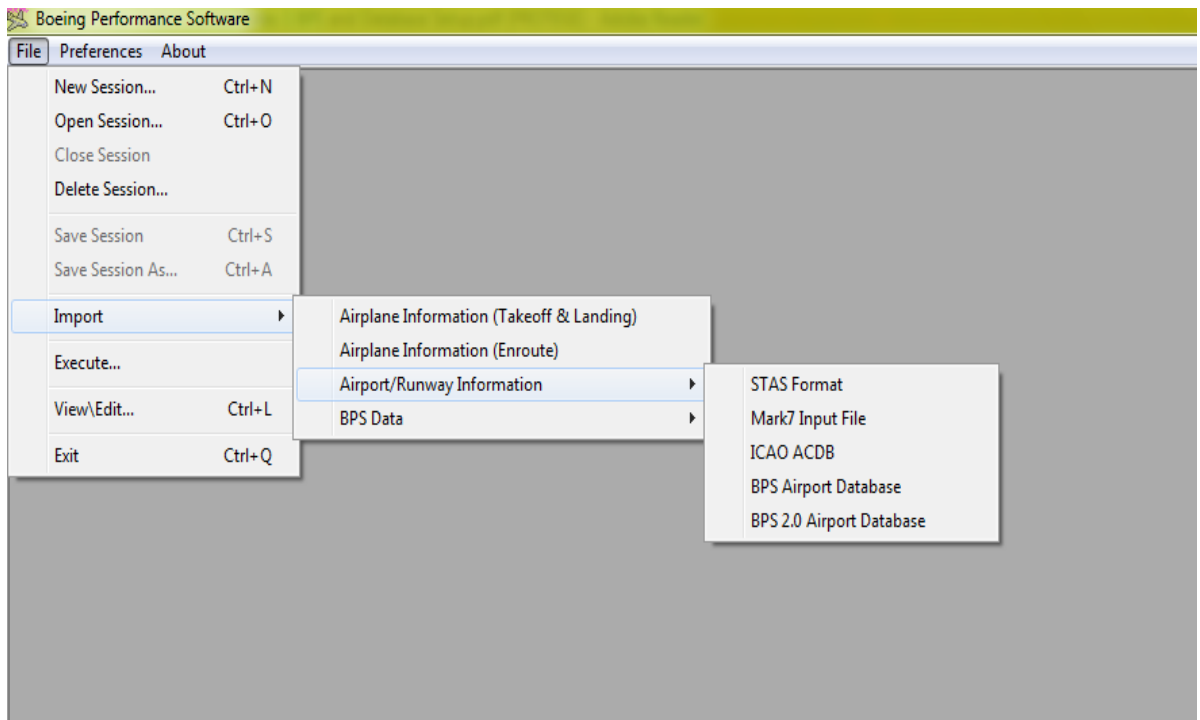


Figure 3.4 : Importation des informations concernant les aéroports.

Après, on crée une configuration qui comporte :

- ✓ Le type d'avion et du moteur. La catégorie des freins,
- ✓ la position des flaps, du CG, et des spoilers.

- ✓ Les masses et vitesses certifiées.
- ✓ Le type de poussée utilisée.
- ✓ Et l'état de piste.

De plus, on choisit un aéroport et on introduit la température et le vent spécifiés.

OAT C	CLIMB 100KG	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)			
		-10	0	10	20
50	647	657*/40-41-44	671*/41-41-44	676*/41-41-44	681*/41-41-44
		661**45-47-50	678**54-56-59	681**57-59-62	684**60-63-66
45	680	688*/43-44-48	704*/44-44-48	709*/44-44-48	714*/44-44-48
		690**47-48-52	709**55-58-61	714**58-61-64	716**61-64-67
40	712	720*/46-47-51	736*/47-47-51	742*/47-47-51	747*/47-47-51
		719**48-50-54	739**57-59-62	745**59-62-65	749**62-65-68
35	745	750F/48-50-54	768*/49-51-54	774*/49-50-54	780*/50-50-54
		747**49-51-55	769**57-60-63	775**60-63-66	780**63-65-69
30	780	774F/50-53-57	802*/52-53-57	808*/52-53-57	814*/52-53-57
25	782	781F/51-53-57	805*/52-53-57	811*/52-53-57	817*/52-53-57
20	783	787F/51-53-57	807*/52-53-57	813*/52-53-57	819*/52-53-57
15	785	792*/51-53-57	809*/52-53-57	815*/52-53-57	821*/52-53-57
10	786	794*/51-53-58	811*/52-53-58	817*/52-53-58	823*/52-53-58

Température de 35°C

Vent nul

Figure 3.5 : choix et introduction de la température et le vent spécifiés.

En outre on régénère les MMD pour déterminer la nature de la limitation.

Figure 3.6 : Régénération de la MMD pour déterminer la nature de limitation.

En introduisant la nouvelle masse limitative déterminée par le BPS pour définir les MMD associés pour chaque obstacle.

A la fin, on détermine la MMD, les vitesses associées à cette dernière et le type de limitation:

OAT C	CLIMB 100KG	WIND COMPONENT IN KNOTS (MINUS DENOTES TAILWIND)			
		-10	0	10	20
50	647	657*/40-41-44	671*/41-41-44	676*/41-41-44	681*/41-41-44
		661**45-47-50	678**54-56-59	681**57-59-62	684**60-63-66
45	680	688*/43-44-48	704*/44-44-48	709*/44-44-48	714*/44-44-48
		690**47-48-52	709**55-58-61	714**58-61-64	716**61-64-67
40	712	720*/46-47-51	736*/47-47-51	742*/47-47-51	747*/47-47-51
		719**48-50-54	739**57-59-62	745**59-62-65	749**62-65-68
35	745	750F/48-50-54	768*/49-50-54	774*/49-50-54	780*/50-50-54
		747**49-51-55	769**57-60-63	775**60-63-66	780**63-65-69
30	780	774F/50-53-57	802*/52-53-57	808*/52-53-57	814*/52-53-57
25	782	Takeoff speeds shown are for the Maximum Allowable Takeoff Weight			817*/52-53-57
20	783	787F/51-53-57	807*/52-53-57	813*/52-53-57	819*/52-53-57
15	785	792*/51-53-57	809*/52-53-57	815*/52-53-57	821*/52-53-57
10	786	794*/51-53-58	811*/52-53-58	817*/52-53-58	823*/52-53-58

MAX BRAKE RELEASE WT MUST NOT EXCEED MAX CERT TAKEOFF WT OF 78000 KG

Les trois vitesses : V1, VR et V2 respectivement

Figure 3.7 : Détermination de la MMD, les vitesses associées et le type de limitation.

III.3. Limites avant alternatives du centre de gravité (Alternate Forward CG limits) :

L'utilisation des limites avant alternatives du centre de gravité peut potentiellement :

- augmenter la masse au décollage admissible si elle est limitée par :
 - ✓ La distance d'étape,
 - ✓ la montée,
 - ✓ obstacle,
 - ✓ vitesse du pneu,
 - ✓ et énergie du frein.
- Permettre un plus grand usage de la poussée réduite. et donc :
 - ✓ augmentez la précision du moteur.
 - ✓ réduisez les coûts de l'entretien du moteur.

Les limites avant alternatives du centre de gravité simplement signifient que les calculs des performances au décollage sont basés sur un CG qui est un peu en arrière de la limite avant.

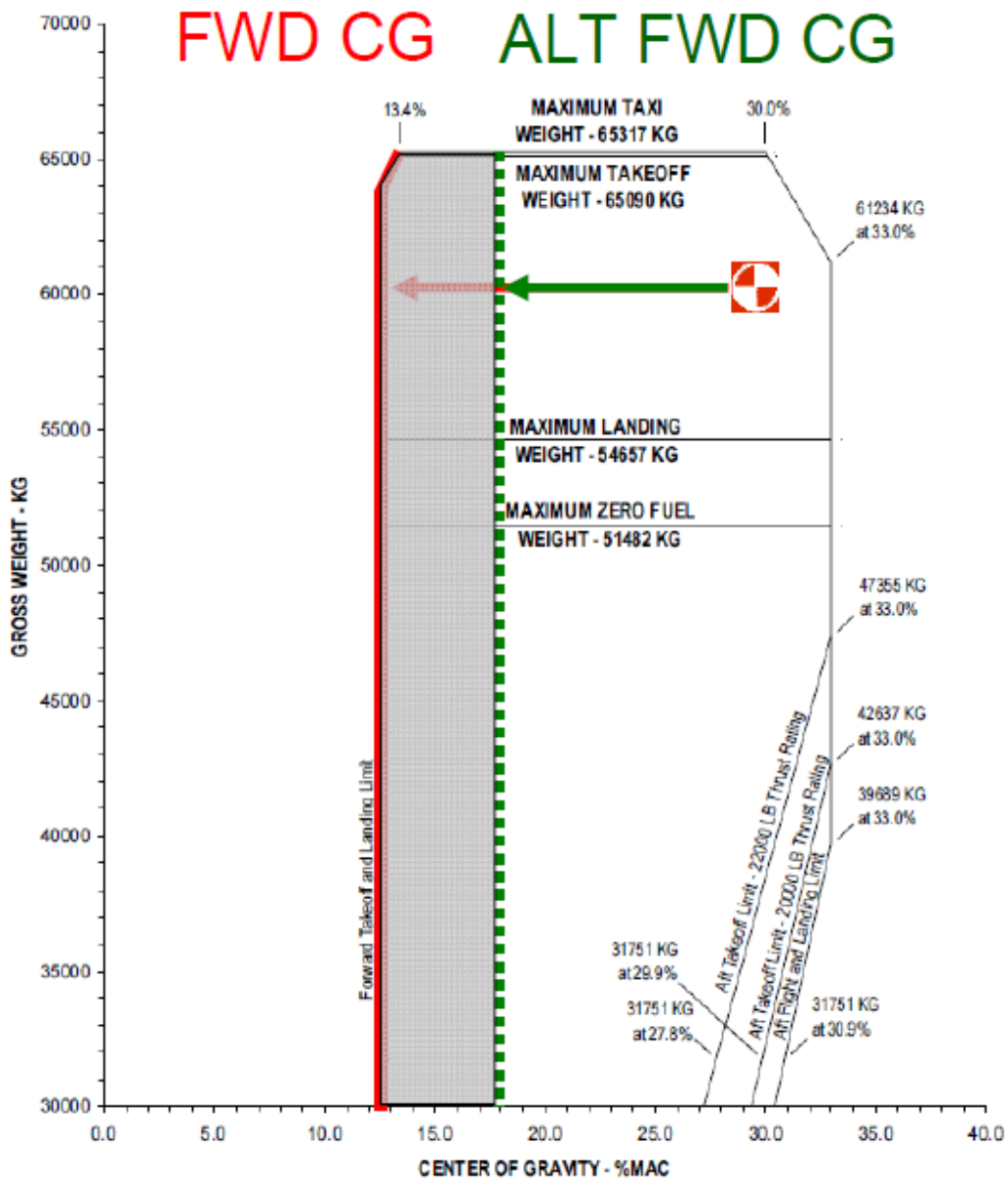


Figure 3.8 : Exemple d'une limite avant alternative du centre de gravité.

Si moins de portance est exigée de l'aile à un after CG pour produire la même portance totale de l'avion.

À un angle d'attaque constant, la portance d'avion total exigée peut être produite à une vitesse plus lente.

L'avantage : décollage sur une distance plus courte, ou avec une poussée plus réduite, ou à un poids brut augmenté pour une étape donnée.

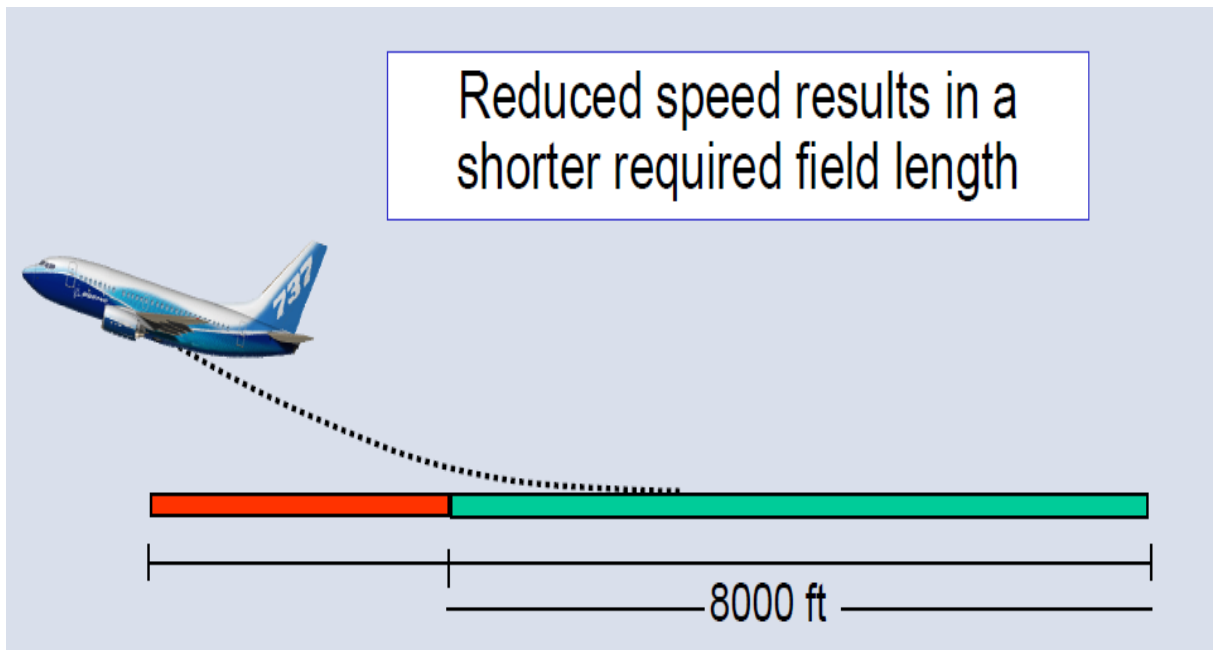


Figure 3.9 : Le gain dans la distance d'étape.

À une vitesse constante, la portance d'avion total exigée peut être produite à un angle d'attaque plus réduit.

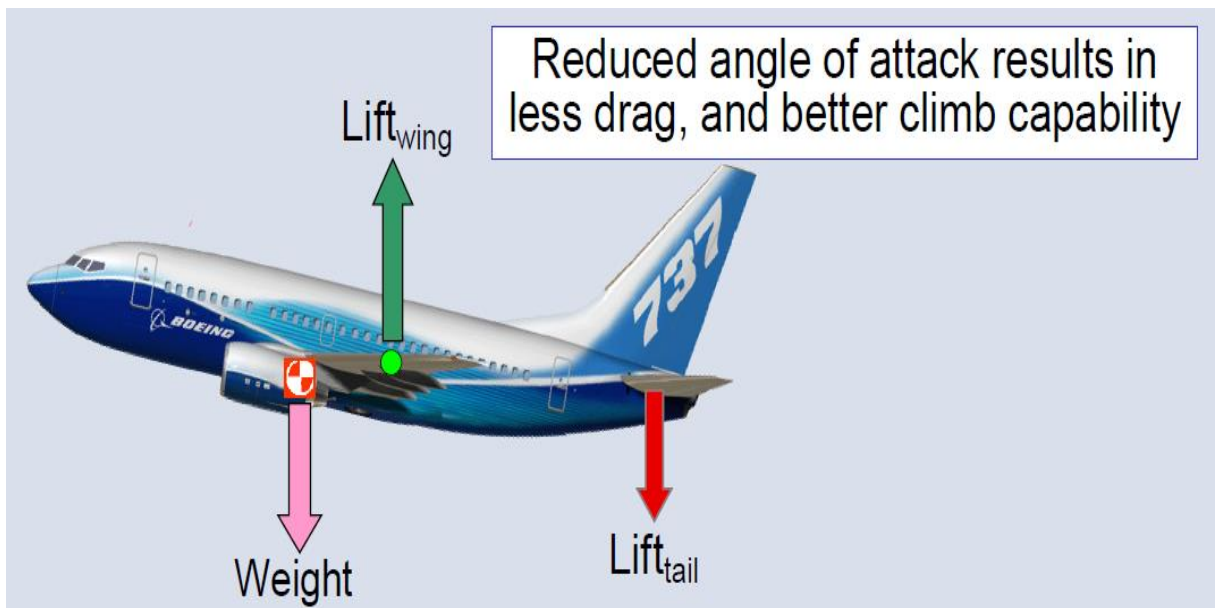


Figure 3.10 : Réduction d'angle d'attaque.

Avantage : augmentation possible de la masse au décollage quand l'obstacle et la montée sont limités.

Un autre avantage de la limite avant alternative est la réduction dans l'angle d'attaque pour produire un montant donné de la portance à une vitesse donné (i.e. C_L constant).

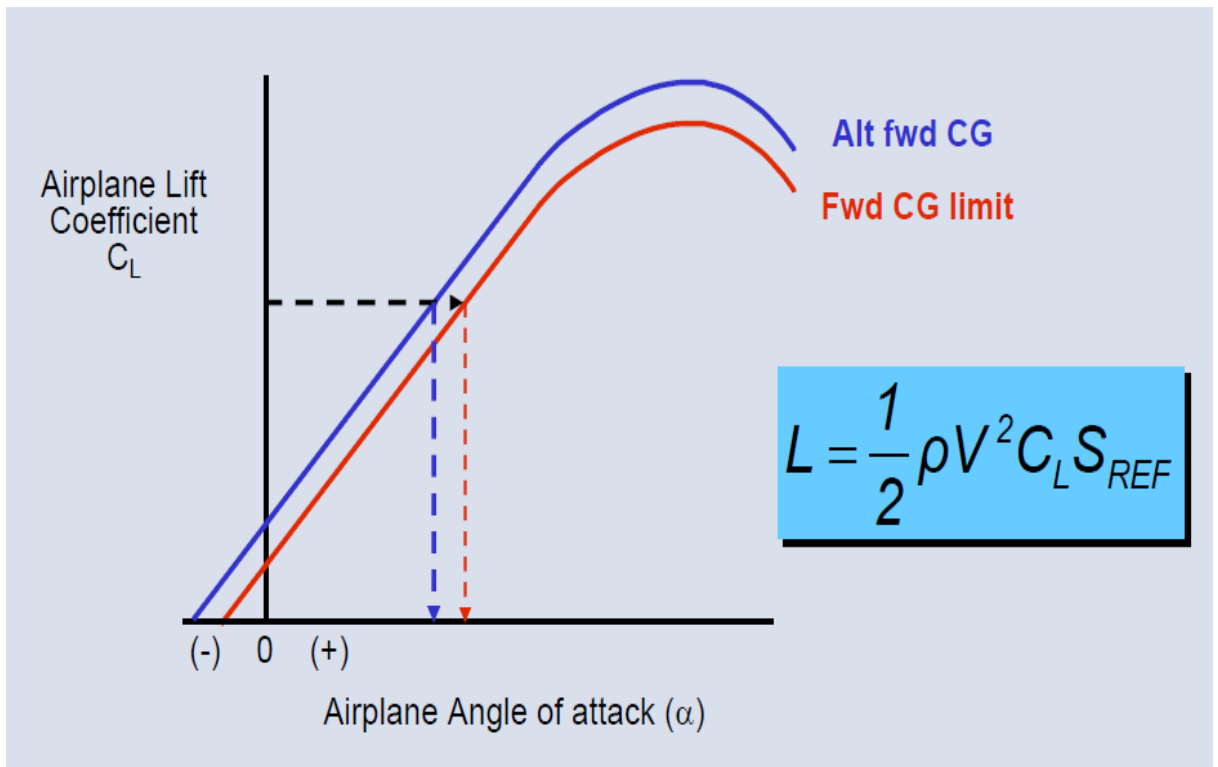


Figure 3.11 : Réduction de l'angle d'attaque.

Cette réduction dans l'angle d'attaque résulte une réduction de la traînée à un C_L constant.

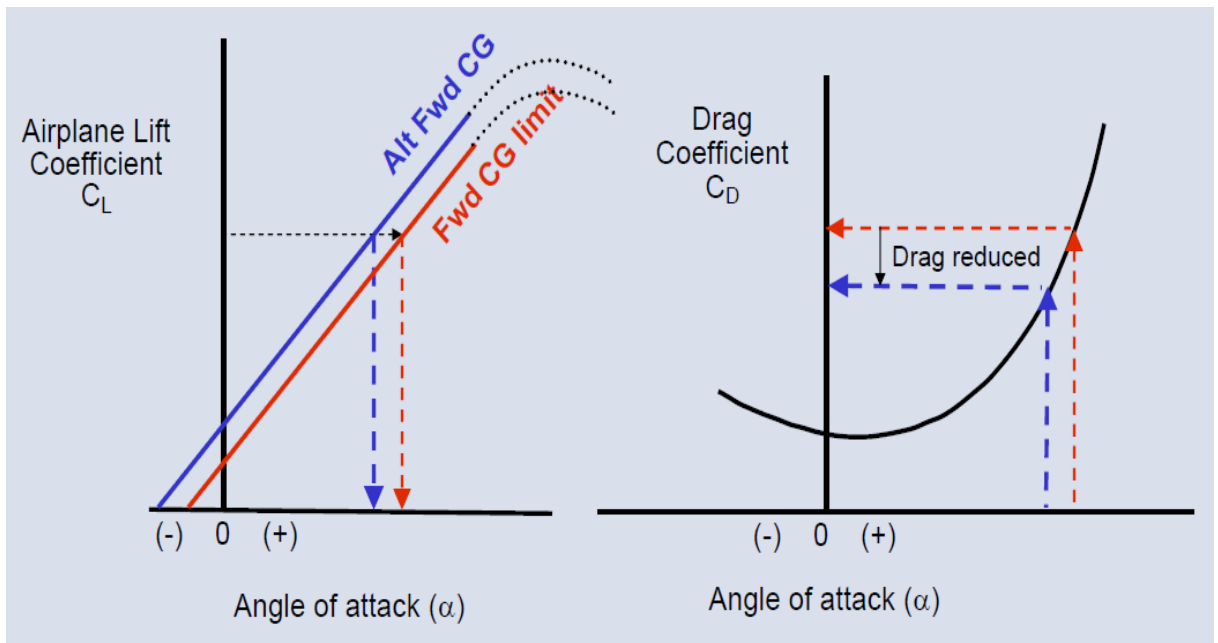


Figure 3.12 : Réduction de la traînée.

À une vitesse fixe, cette réduction de la traînée améliorera l'inclinaison de la montée.

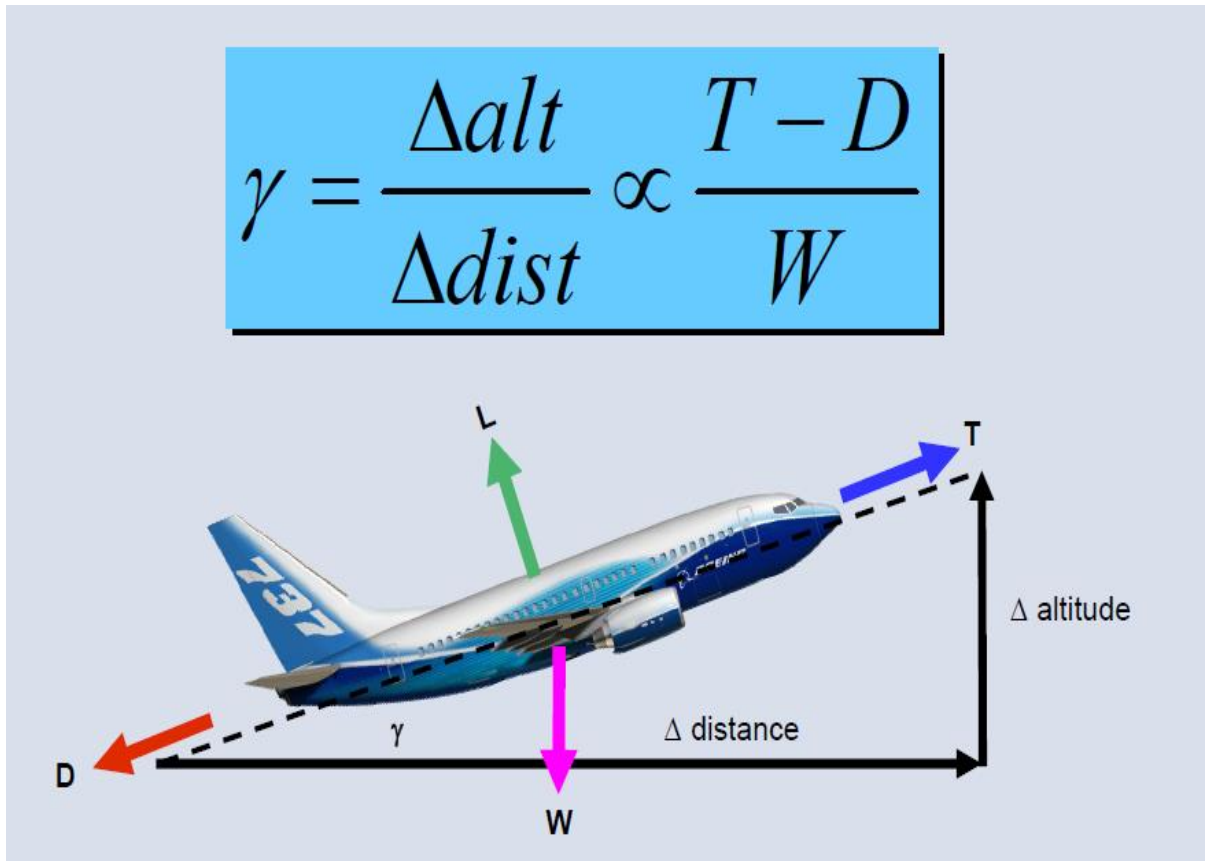


Figure 3.13 : Amélioration de l'inclinaison de la montée.

III.4. Analyse du chargement de B737-800 :

Dans cette partie, on a analysé le chargement de 460 vols de différentes destinations, dont on a pris pour chaque vol de son loadsheet, la position du centre de gravité en pourcent du MAC pour le TOW et celle du ZFW, ainsi les masses TOW et ZFW.

Cette analyse est détaillée dans le tableau suivant :

Tableau3.1 : Tableau représentatif de l'analyse de chargement du B737-800.

date	départ	Arrivée	immatriculation	nombre of PAX	fuel (Kg)	CCO/Em	CG posi ZFW	CG posi TOW	MAC % TOW	MAC % ZFW	ZFW (Kg)	TOW (Kg)
11/03/2013	ALG	HME	7TVCB	125	7850	950	44	52	19,4	22,9	54591	62441
11/04/2013	ALG	ORN	7TVCD	12	12350	150	45	49	20,1	21,5	44488	56838
11/04/2013	ORN	IAM	7TVCD	99	10150	520	46	51	20,5	22,5	52019	62169
11/04/2013	HME	ALG	7TVCB	134	6850	1000	47	56	20,8	24	55348	62198
11/05/2013	ALG	CZL	7TVCA		9850		48	54	21,5	24	43147	52997
11/05/2013	HME	CZL	7TVCA	129	8850	1000	47	55	20,9	23,4	54640	63490
11/05/2013	ALG	HME	7TVCA	128	7850	1000	44	53	19,5	23	55009	62859
11/06/2013	HME	ALG	7TVCA	83	7850	500	41	50	18,5	22	50645	58495
11/06/2013	ALG	HME	7TVCA	103	7850	700	40	50	18,1	21,9	52574	60424
11/06/2013	ALG	CZL	7TVCB	17	9850	100	43	52	19	23	44744	54594
11/06/2013	ALG	HME	7TVCC	106	8350	500	45	55	20,5	24	52620	60970
11/07/2013	HME	ALG	7TVCC	122	7850	1000	49	58	21,5	24,5	54366	62216
11/07/2013	ALG	HME	7TVCA	72	10350	600	51	55	22,5	23,5	49625	59975
11/07/2013	HME	ALG	7TVCA	63	7650	500	49	57	22,1	24,6	49014	56664
11/07/2013	HME	ALG	7TVCB	123	7850	800	51	60	22,5	25,5	62731	62146
11/07/2013	ALG	HME	7TVCB	132	7850	1200	47	53	20,5	22,5	54969	62819
11/07/2013	HME	ALG	7TVCA	132	7850	900	46	56	20,5	23,6	53400	62913
11/07/2013	IAM	ALG	7TVCC	86	9300	800	50	56	22,2	24	51178	60478

11/07/2013	ALG	IAM	7TVCC	112	10350	900	50	55	22	23,5	53109	63459
11/07/2013	HME	CZL	7TVCB	97	9850	800	51	60	22,5	25,5	51867	61717
11/07/2013	ALG	IAM	7TVCA	104	11850	650	46	49	20,2	21,4	52533	64383
11/07/2013	ORN	IAM	7TVCA	121	9800	900	42	48	19	21,7	54064	63864
11/07/2013	ALG	HME	7TVCB	107	7850	800	41	50	18,3	22	52978	60828
10/08/2013	ALG	IAM	7TVCC	89	8850	700	45	52	19,8	22,3	51294	60144
11/08/2013	ALG	HME	7TVCB	143	7850	1000	48	58	21,5	24,5	55245	63095
11/08/2013	ALG	HME	7TVCC	58	7850	550	46	55	20,5	24	48615	56465
11/08/2013	ORN	ALG	7TVCA	106	5850	1030	43	48	19,3	21	52983	58833
11/08/2013	IAM	ALG	7TVCA	135	10800	1500	46	51	20,4	22	55958	66758
11/08/2013	HME	ALG	7TVCB	88	7850	600	46	55	20,5	23,8	51035	58885
10/09/2013	IAM	ALG	7TVCC	112	8300	1300	48	56	21,5	23,9	53924	62224
10/09/2013	BSK	TBS	7TVCC	69	8300	400	42	49	18,8	21,5	49426	57726
10/09/2013	BJA	IAM	7TVCC	99	9800	950	49	55	22	23,5	52486	62286
10/09/2013	IAM	BSK	7TVCC	155	8300	1800	49	57	21,8	24,2	57938	66238
10/09/2013	TMR	ALG	7TVCC	135	10300	1100	60	65	26,5	27	55362	65662
10/09/2013	ALG	TMR	7TVCC	56	11850	900	46	51	20,2	22,1	48820	60670
10/09/2013	ALG	ORN	7TVCA	25	10850	200	43	50	19,2	21,8	45522	56372
10/09/2013	ORN	HME	7TVCA	79	9050	450	48	55	21,5	23,7	50259	59309
10/09/2013	HME	ORN	7TVCA	124	10350	1000	48	54	21,1	23,1	54393	64743
10/09/2013	ORN	ALG	7TVCA	19	6650	100	50	55	22,5	24,5	44918	51568
11/09/2013	ALG	IAM	7TVCB	56	11850	550	46	48	20,2	21	48271	60121
11/09/2013	IAM	ALG	7TVCB	114	10800	1200	46	50	20,4	22	54015	64815
11/09/2013	ALG	HME	7TVCD	155	7850	1200	52	61	23	25,4	57354	65204
11/09/2013	ALG	CZL	7TVCC	10	9850	100	46	52	20,5	23	44156	54006
11/09/2013	TMR	ALG	7TVCA	29	8300	426	42	50	18,5	22	45755	54055
11/09/2013	AZR	ALG	7TVCA	56	8050	360	48	57	21,1	24,9	48237	56287
11/09/2013	ALG	TMR	7TVCA	48	10850	600	50	55	22,7	23,8	47588	58438

11/09/2013	AZR	TMR	7TVCA	27	11350	350	41	46	18	20,5	45252	56602
07/10/2013	HME	ALG	7TVCD	107	10850	900	42	48	18,7	21,3	53084	63934
07/10/2013	AAE	ALG	7TVCD	95	7950	600	48	56	21,5	24,5	51678	59628
07/10/2013	AAE	HME	7TVCD	84	8750	600	48	55	21,5	24	50950	59700
07/10/2013	ALG	AAE	7TVCD	50	10850	400	53	59	23,8	25	47494	58344
07/10/2013	ALG	HME	7TVCB	129	7850	900	40	48	18	21	54926	62776
08/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	48	6850	100	50	55	22,5	24,3	47181	54031
08/10/2013	HME	ORN	7TVCA	126	8450	1400	35	43	15,8	19,4	55131	63581
08/10/2013	ORN	HME	7TVCA	91	11850	410	48	52	21,5	22,5	51201	63051
08/10/2013	HME	ALG	7TVCB	154	7850	1100	56	62	24	26	57429	65279
08/10/2013	ALG	HME	7TVCB	53	8350	400	45	53	20	23	47993	56343
08/10/2013	HME	ALG	7TVCB	125	8350	800	47	54	20,8	23	54539	62889
08/10/2013	ALG	HME	7TVCB	138	7850	1000	46	55	20,5	23,4	55733	63583
10/10/2013	ALG	IAM	7TVCB	98	11850	900	46	52	20,7	22,1	52247	64097
10/10/2013	ORN	IAM	7TVCB	102	9800	910	40	47	17,9	20,9	52593	62393
10/10/2013	IAM	ALG	7TVCB	155	8800	1800	48	53	21,2	22,8	57984	66784
10/10/2013	HME	ALG	7TVCC	129	8850	1000	40	48	18	21	55052	63902
10/10/2013	ALG	HME	7TVCB	74	7850	700	51	59	23	25,5	49982	57832
10/10/2013	HME	ALG	7TVCB	75	7850	600	52	60	23,4	25,8	50064	57914
11/10/2013	HME	CZL	7TVCC	85	9850	700	41	59	18	21,2	51007	60857
11/10/2013	ALG	ORN	7TVCD	28	10350	200	41	47	18,9	20,6	45784	56134
11/10/2013	ORN	HME	7TVCD	117	8650	600	43	50	19	21,7	53758	62408
11/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	46	10850	400	46	52	20,6	22,7	47431	58281
11/10/2013	ALG	HME	7TVCA	146	7800	1300	57	62	24,8	26	56711	64511
12/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	32	9350	300	50	57	22,5	25	46054	55404
12/10/2013	HME	ALG	7TVCA	153	7850	1000	53	61	23	25,4	56803	64653
13/10/2013	AAE	IAM	7TVCA	50	9800	700	48	54	21,2	23,6	48022	57822
13/10/2013	ALG	CZL	7TVCA	86	6850	1000	51	56	22,8	24,5	50979	57829

13/10/2013	ALG	ORN	7TVCD	52	9850	450	48	55	21,5	23,7	47903	57753
13/10/2013	ORN	HME	7TVCD	85	7850	670	45	54	20	23,5	50503	58353
13/10/2013	ALG	HME	7TVCB	92	7850	900	38	47	17	21	51867	59717
13/10/2013	HME	ALG	7TVCD	154	8050	1500	54	63	23,5	26	57472	65522
13/10/2013	HRM	ALG	7TVCD	49	7900	450	38	45	16,7	20	47518	55418
13/10/2013	HME	ALG	7TVCA	149	7850	1600	55	62	24	26	57338	65188
14/10/2013	IAM	CZL	7TVCA	149	8800	1500	50	57	22,2	24	57124	65924
14/10/2013	HME	ORN	7TVCD	130	9850	1000	45	50	19,9	22	54907	64757
14/10/2013	ORN	ALG	7TVCD	16	6100	200	50	54	22,5	24,3	44482	50582
14/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	50	11850	300	45	48	20	21	47598	59448
14/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	29	9600	410	40	47	17,4	20,8	45895	55495
15/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	15	6800	80	42	50	19	22	44235	51035
15/10/2013	ORN	HME	7TVCA	3	11800	30	46	50	20,3	22,1	43429	55229
15/10/2013	IAM	ORN	7TVCA	46	11800	500	31	33	13,7	15,6	47511	59311
16/10/2013	ALG	HME	7TVCC	78	7850	600	47	56	21	24,5	50443	58293
16/10/2013	HME	ALG	7TVCC	3	8600		49	57	22	25,5	43543	52143
16/10/2013	HME	CZL	7TVCC	29	8350	200	46	54	20,5	23,8	45591	53941
16/10/2013	ALG	HME	7TVCA	6	7850	300	48	57	21,2	24,5	49327	57177
16/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	16	9850	400	42	49	18,8	21,9	45074	54924
16/10/2013	ALG	HME	7TVCB	69	7850	600	42	50	18,6	22	49635	57485
16/10/2013	HME	ORN	7TVCA	18	9850	100	43	51	19	22,8	44834	54684
16/10/2013	ORN	HME	7TVCA	58	9800	250	50	54	22,2	23,8	48344	58144
16/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	1	6850	/	47	53	21	23,5	43306	50156
16/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	10	6100	50	40	47	17,5	21	44037	50137
17/10/2013	ALG	HME	7TVCB	91	7850	600	37	44	16	19,5	51483	59333
17/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	70	11850	350	39	42	17,3	19	49377	61227
17/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	103	9650	470	41	48	18,5	21	52269	61919
17/10/2013	HME	ALG	7TVCQ	55	7850	600	46	54	20,2	23,5	48171	56021

17/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	53	8800	500	41	49	18	21,4	47903	56703
17/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	112	8850	500	54	62	23,9	26	52957	61807
17/10/2013	HME	CZL	7TVCD	64	7850	600	49	59	21,9	25,5	49476	57326
17/10/2013	HME	ALG	7TVCD	55	7850	300	47	52	21	24,5	48103	55953
17/10/2013	ALG	HME	7TVCD	110	7850	500	44	52	19,8	22,5	52825	60675
18/10/2013	HME	ALG	7TVCB	47	7850	450	41	55	20,8	24,2	47539	55389
18/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	90	10800	1200	39	45	17,5	19,9	51907	62707
18/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	66	5800	950	44	48	19,6	21,7	49592	55392
18/10/2013	ALG	HME	7TVCA	154	7850	1200	51	60	22,6	25,3	56940	64790
19/10/2013	ALG	HME	7TVCA	155	7850	1000	50	58	22	24,5	56726	64576
19/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	77	10850	650	37	40	16,5	18,1	50118	60968
19/10/2013	AAE	ALG	7TVCA	134	6850	1000	52	55	23	23,8	55158	62008
19/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	140	8800	1100	57	64	25	26,8	55674	64474
19/10/2013	AAE	IAM	7TVCA	149	8850	1200	56	64	24,5	26,5	56457	65307
19/10/2013	ALG	GHA	7TVCD	58	7850	100	45	51	20	22,5	48452	56302
19/10/2013	GHA	ALG	7TVCD	129	7900	600	47	58	21	24,5	54916	62816
20/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	88	9800	1000	48	52	21,3	23	51490	61290
20/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	106	10850	800	51	55	22,5	23,5	52753	63603
20/10/2013	HME	ALG	7TVCB	51	7800	700	38	45	16,7	20	47952	55752
20/10/2013	ALG	HME	7TVCB	22	9850	200	42	47	18,5	21	45114	54964
20/10/2013	HME	ALG	7TVCA	155	7850	1100	53	63	23,2	26	57337	65187
20/10/2013	ALG	HME	7TVCA	155	7850	1200	54	63	23,5	26	57517	65367
20/10/2013	HME	CZL	7TVCB	94	8850	700	50	59	22	25	51760	60610
20/10/2013	ORN	HME	7TVCB	155	8200	1190	53	61	23,7	25,8	57276	65476
20/10/2013	ALG	ORN	7TVCB	35	10350	300	45	50	20	22	46306	56656
21/10/2013	HME	ORN	7TVCB	73	10350	800	45	52	20	22,5	49998	60348
21/10/2013	ORN	ALG	7TVCB	20	6850	100	48	55	21,5	24,5	44944	51794
21/10/2013	HME	ALG	7TVCA	133	7890	800	43	51	19,1	22	55304	63154

21/10/2013	IAM	CZL	7TVCC	113	10200	1300	54	60	23,8	25,2	53910	64110
21/10/2013	AAE	HME	7TVCA	151	7750	1500	47	54	20,8	23,2	57406	65156
21/10/2013	HME	AAE	7TVCA	81	9850	700	45	52	20	22,5	50399	60249
21/10/2013	AAE	ALG	7TVCA	34	6850	300	48	55	21,4	24,2	46280	53130
21/10/2013	ALG	HME	7TVCA	5	9850		48	54	21,5	24	43642	53492
21/10/2013	ALG	HME	7TVCA	154	7850	1300	54	63	23,6	26	57493	65343
21/10/2013	TMR	ALG	7TVCB	46	9800	390	47	51	20,7	22,5	47444	57244
21/10/2013	ALG	TMR	7TVCB	104	12850	600	57	58	25	24,5	52211	65061
21/10/2013	DJG	ALG	7TVCB	112	7350	640	44	50	19,2	21,8	53420	60770
22/10/2013	BJA	HME	7TVCB	147	10800	900	52	59	23	24,5	56442	67242
22/10/2013	ALG	HME	7TVCB	132	10850	800	52	56	22,8	24	55127	65977
22/10/2013	HME	ALG	7TVCB	7	8300	20	47	55	21	24,3	43861	52161
22/10/2013	HME	BJA	7TVCB	67	8050	700	49	59	22	25,5	49607	57657
22/10/2013	HME	ALG	7TVCA	151	8050	1100	53	61	23	25,5	56931	64981
22/10/2013	ALG	HME	7TVCA	143	10850	700	58	62	25,1	25,5	55836	66686
22/10/2013	ORN	ALG	7TVCC	25	11800	150	44	51	19,3	21	45368	57168
22/10/2013	ORN	HME	7TVCC	104	7800	500	47	55	21	23,9	52256	60056
22/10/2013	IAM	ORN	7TVCC	95	9800	1200	45	52	20	22,5	52298	62048
22/10/2013	HME	CZL	7TVCD	94	6450	800	48	55	21,8	23,8	52078	58528
22/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	7	6850	100	47	54	21	24	44168	51018
22/10/2013	ALG	IAM	7TVCC	134	9750	800	54	61	23,4	25,3	55324	65074
22/10/2013	ALG	HME	7TVCB	149	7850	1300	56	64	24,2	26,5	57055	64905
23/10/2013	ALG	HME	7TVCA	112	7850	400	45	53	20,4	23	52932	60782
23/10/2013	BJA	IAM	7TVCC	133	9800	1400	53	59	23,2	24,8	55501	65301
23/10/2013	IAM	BSK	7TVCC	125	9800	1400	55	63	24,2	25,8	55266	65066
23/10/2013	BSK	IAM	7TVCC	153	8200	1200	63	71	27,25	28,5	57119	65319
23/10/2013	IAM	ALG	7TVCC	94	9800	900	52	60	23	25,2	51940	61740
23/10/2013	HME	CZL	7TVCA	67	6850	500	45,5	53	20,2	23	49177	56027

23/10/2013	ALG	HME	7TVCA	141	10350	1000	50	55	22	23,4	56017	66367
23/10/2013	HME	ALG	7TVCA	37	7200	150	45	53	20	23	46405	53605
23/10/2013	ALG	HME	7TVCB	155	7850	850	56	64	24,5	27,2	57109	64959
23/10/2013	ALG	ORN	7TVCD	19	10350	100	52,5	55	23,5	24,5	45017	55367
23/10/2013	ORN	HME	7TVCD	155	8350	800	57	63	25	26,5	57225	65575
23/10/2013	HME	ORN	7TVCD	53	9850	550	45	51	20	22,5	48407	58257
23/10/2013	ORN	ALG	7TVCD	40	6450	120	46,5	53	21	23,5	46885	53335
23/10/2013	HME	ALG	7TVCB	106	8350	650	45	53	20	23	52744	61094
24/10/2013	ALG	HME	7TVCB	151	8050	900	52	60	22,8	25,5	56601	64651
24/10/2013	HME	CZL	7TVCB	91	7850	800	49	57	22	24,5	51412	59262
24/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	96	12850	600	44	46	19,8	20,5	51811	64661
24/10/2013	ORN	IAM	7TVCB	129	10600	850	45	48	19,6	21,7	54833	65433
24/10/2013	HME	ALG	7TVCA	110	7850	800	46	54	20,5	23,1	53262	61112
27/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	16	10850	100	44	47	19,2	21	44508	55358
27/10/2013	ORN	HME	7TVCC	154	9050	1100	54	62	23,5	25,5	57203	66253
27/10/2013	ALG	ORN	7TVCC	33	10850	280	38	42	16,5	19	46268	57118
27/10/2013	BJA	HME	7TVCB	140	9800	800	49	58	22	24	55780	65580
27/10/2013	ALG	HME	7TVCA	130	7850	900	45	52	19,9	22,8	54993	62843
28/10/2013	HME	ORN	7TVCC	102	11150	1000	45	55	21,2	23,5	51618	62768
28/10/2013	ORN	ALG	7TVCC	16	7300	200	39	48	16,9	21,7	44711	52011
28/10/2013	IAM	CZL	7TVCB	129	8800	1500	54	62	23,4	25,9	55412	64212
28/10/2013	HME	AAE	7TVCA	75	9850	800	46	53	20,5	23	50238	60088
28/10/2013	ALG	AAE	7TVCA	17	9850	200	45	50	20	22	44801	54651
28/10/2013	HME	ALG	7TVCA	137	7850	700	50	57	22	24,2	55382	63232
29/10/2013	HME	CZL	7TVCD	101	9850	700	46	53	20,5	23	52344	62194
29/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	7	9000	100	48	55	20,5	24,5	43979	52979
29/10/2013	HME	ALG	7TVCB	102	7050	600	52	58	23	25	52335	59385
29/10/2013	HME	BJA	7TVCB	88	6950	1000	46	55	20,5	24	51707	58657

29/10/2013	ALG	HME	7TVCB	117	9850	700	48	54	21,1	23,1	53767	63617
02/11/2013	ALG	HME	7TVCB	159	7850	1500	49	58	24,4	21,8	57453	65303
02/11/2013	HME	ALG	7TVCA	153	7850	1000	45	53	22,9	19,9	55921	63771
02/11/2013	ALG	IAM	7TVCA	41	12000	350	46	50	22	20,8	47016	58866
02/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	140	10800	1400	48	53	22,8	21,6	56108	66908
02/11/2013	AAE	ALG	7TVCA	109	6350	800	55	60	25,6	24	52933	59283
10/11/2013	HME	ALG	7TVCC	148	8350	1400	51	59	22,3	25,2	57025	65375
10/11/2013	ORN	ALG	7TVCB	109	6850	1020	47	54	21	23,5	53340	60190
10/11/2013	ALG	HME	7TVCC		11350		48	52	21,5	23	43216	54566
10/11/2013	ALG	HME	7TVCC	62	7850	600	51	58	23	25,5	48903	56753
11/11/2013	ALG	TMR	7TVCC	57	11850	800	44	48	21	19,8	48830	60680
11/11/2013	TMR	ALG	7TVCC	18	10300	346	46	50	22,1	20,5	44953	55253
11/11/2013	ALG	HME	7TVCB	138	7250	1200	47	55	23,5	21	55982	63232
11/11/2013	HME	ORN	7TVCD	89	8850	1000	44	52	19,3	22,6	51710	60560
11/11/2013	IAM	CZL	7TVCC	130	9800	1300	54	61	24	25,8	55446	65246
11/11/2013	HME	ALG	7TVCB	136	7850	1300	45	54	20,2	23	55816	63666
11/11/2013	HME	ALG	7TVCD	80	8850	600	52	60	23,2	25,6	50725	59575
11/11/2013	ALG	HME	7TVCD	77	8850	600	48	55	21,3	23,8	50425	59275
11/11/2013	ALG	ORN	7TVCD	25	11850	200	40	44	17,9	19,8	45630	57480
11/11/2013	ORN	IAM	7TVCD	97	9800	850	38	43	17,2	19,7	52328	62128
13/11/2013	ALG	TMR	7TVCA	56	10750	700	42	47	20,5	18,5	48426	59276
13/11/2013	TMR	ALG	7TVCA	43	10300	200	50	55	24,5	22,5	46785	57085
13/11/2013	HME	CZL	7TVCA	102	7650	600	45	54	20	23,2	52243	59893
13/11/2013	HME	ALG	7TVCA	69	7550	400	39	49	17,4	21,4	49173	56723
13/11/2013	ALG	HME	7TVCA	91	10350	700	44	48	19,5	21,3	51441	61791
13/11/2013	ALG	CZL	7TVCC	54	9850	500	50	55	22,1	23,8	48229	58079
13/11/2013	AAE	ALG	7TVCB	86	6850	1100	45	48	20	21	51416	58266
13/11/2013	HME	ALG	7TVCC	99	7850	700	44	53	19,6	22,8	52258	60108

13/11/2013	ORN	ALG	7TVCB	27	7100	80	50	56	22,2	24,8	45587	52687
13/11/2013	ALG	ORN	7TVCB	26	10850	300	45	50	20	22	45674	56524
13/11/2013	HME	ORN	7TVCB	72	10850	800	35	42	15,2	19	49842	60692
13/11/2013	ORN	HME	7TVCB	73	9000	480	45	51	20	22,7	49851	58851
13/11/2013	AAE	IAM	7TVCD	101	8850	1100	42	46	19,1	20,4	52940	61790
13/11/2013	AAE	ALG	7TVCD	93	9850	750	48	55	21,5	23,6	51967	61817
14/11/2013	ALG	HME	7TVCC	115	10850	700	40	45	18	20	53380	64230
14/11/2013	HME	ALG	7TVCC	131	8250	1000	49	58	22	24,6	55171	63421
14/11/2013	HME	CZL	7TVCC	90	8850	800	45	53	21,9	23	51429	60279
15/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	139	11300	1400	52	58	24,2	23	56233	67533
17/11/2013	ALG	CZL	7TVCC	17	11850	10	45	47	20	21	44654	56504
18/11/2013	AAE	ALG	7TVCA	34	7250	200	43	45	19	21	46255	53505
18/11/2013	AAE	HME	7TVCA	104	8050	800	42	50	19	21,9	52784	60834
18/11/2013	ALG	AAE	7TVCA	29	9850	200	49	53	22	23,4	45808	55658
18/11/2013	ALG	AAE	7TVCA	101	9850	1100	41	48	18,1	21	52734	62584
18/11/2013	IAM	CZL	7TVCC	139	10000	1800	45	51	20	22	56624	66624
18/11/2013	ORN	ALG	7TVCD	35	6750	80	45	49	20	22	46350	53100
18/11/2013	HME	ORN	7TVCD	119	10850	1100	49	54	21,7	23	54328	65178
18/11/2013	ALG	TMR	7TVCD	47	12850	600	52	60	23,5	25,5	47953	60803
18/11/2013	TMR	ALG	7TVCD	65	13300	820	45	46	20	20,5	49685	62985
18/11/2013	DJG	ALG	7TVCD	54	6800	1080	45	48	19,7	21	49021	55821
18/11/2013	VVZ	ALG	7TVCD	75	10850	866	43	49	20	21,7	50300	61150
18/11/2013	VVZ	TMR	7TVCD	24	8850	454	44	50	19,3	22	45575	54125
19/11/2013	ALG	CZL	7TVCD	6	8850	100	47	54	21	23,6	44009	52859
19/11/2013	HME	CZL	7TVCD	134	8850	1400	52	61	22,8	25	56012	64862
19/11/2013	HME	ALG	7TVCA	94	7850	900	42	50	18,9	21,9	51969	59819
19/11/2013	BJA	HME	7TVCA	98	7800	350	45	51	20	22	51710	59510
19/11/2013	HME	BJA	7TVCA	109	8150	1100	42	50	18,8	21,3	53380	61530

19/11/2013	ALG	HME	7TVCA	108	10850	600	45	49	20	21,5	52684	63534
19/11/2013	HME	ALG	7TVCC	58	7850	550	46	55	20,5	24	48713	56563
21/11/2013	HME	CZL	7TVCC	99	7850	1000	48	57	24,3	21,7	52434	60284
21/11/2013	ALG	IAM	7TVCA	96	9850	800	38	43	17	19,2	51961	61811
21/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	65	9800	700	47	53	21	23	49382	59182
21/11/2013	HME	ALG	7TVCB	69	8350	600	45	55	20,3	24	49488	57838
21/11/2013	ALG	HME	7TVCB	71	8350	500	52	61	23,3	26,2	49654	58004
21/11/2013	HME	ALG	7TVCB	88	8350	800	35	44	15,9	19,6	51431	59781
21/11/2013	ORN	IAM	7TVCB	104	10300	750	43	47	19,1	20,9	52552	62852
21/11/2013	ALG	IAM	7TVCB	75	12050	700	42	45	19	20	50066	62116
22/11/2013	ALG	HME	7TVCC		8850		49	57	22,5	25	43291	52141
22/11/2013	ALG	HME	7TVCD	136	7850	1000	41	50	18,5	22	55607	63457
23/11/2013	AZR	ALG	7TVCA	63	8350	500	45	55	20,4	24	48965	57315
23/11/2013	TMR	ALG	7TVCA	39	11800	380	45	48	20,4	21,2	46735	58535
23/11/2013	IAM	ALG	7TVCD	99	8800	1100	52	60	23	25,5	52772	61572
23/11/2013	ALG	IAM	7TVCD	34	10850	420	52	56	23,5	24,5	46632	57482
23/11/2013	HME	ALG	7TVCD	101	7850	600	48	56	21,2	24,2	52414	60264
23/11/2013	HME	ALG	7TVCC	144	8850	1100	51	60	22,7	25	56242	65092
24/11/2013	ORN	HME	7TVCC	121	7850	900	49	57	21,8	24,3	54133	61983
24/11/2013	ALG	ORN	7TVCC	31	9850	200	40	47	17,2	20,5	45971	55821
24/11/2013	ALG	CZL	7TVCB	24	10850	200	49	53	22	23,5	45331	56181
25/11/2013	IAM	CZL	7TVCB	131	10300	1400	49	53	20,8	23	55568	65868
25/11/2013	HME	ALG	7TVCC	80	6850	600	52	58	23,1	25,5	50611	57461
25/11/2013	ALG	HME	7TVCC	85	7850	700	48	59	21,5	25,5	51141	58991
25/11/2013	HME	ALG	7TVCD	153	8850	1300	51	60	22,9	25,5	57557	66407
25/11/2013	ORN	ALG	7TVCC	21	6300	25	48	53	21,9	23,7	45005	51305
25/11/2013	HME	ORN	7TVCC	127	7850	1400	45	53	20	23	55235	63085
27/11/2013	ALG	HME	7TVCD	80	8850	800	42	50	22	19	50960	59810

27/11/2013	ALG	CZL	7TVCA	27	8850	300	43	51	18,9	22,5	45762	54612
27/11/2013	HME	CZL	7TVCB	61	7850	500	42	50	18,8	22	48690	56540
27/11/2013	ALG	HME	7TVCB	101	9450	600	46	54	20,8	23,1	52164	61614
27/11/2013	HME	ALG	7TVCB	34	8450	200	43	52	19	22,7	46220	54670
28/11/2013	ALG	IAM	7TVCB	85	9850	750	44	50	21,8	19,2	50970	60820
28/11/2013	IAM	ALG	7TVCB	86	9800	800	47	53	23	21,3	51235	61035
28/11/2013	HME	ALG	7TVCD	88	8350	600	47	56	24,1	21	51299	59649
28/11/2013	ALG	HME	7TVCB	107	7850	900	40	49	17,8	21,5	53090	60940
28/11/2013	ALG	IAM	7TVCA	122	7850	900	58	67	25,5	28	54342	62192
28/11/2013	ORN	IAM	7TVCA	123	10350	1070	50	55	21,9	23,5	54547	64897
29/11/2013	HME	ALG	7TVCB	83	7850	700	46	51	20,6	23,8	50808	58658
29/11/2013	ORN	ALG	7TVCA	130	6800	1050	60	68	25,9	28	55164	61964
29/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	147	10800	1600	54	59	23,4	24,5	57142	67942
30/11/2013	ALG	CZL	7TVCB	9	9850	100	45	50	20	22,1	44067	53917
10/12/2013	ALG	IAM	7TVCA	65	11850	600	45	49	20	21,3	48762	60612
10/12/2013	IAM	ALG	7TVCA	155	8800	1600	54	61	23,8	25,5	57862	66662
10/12/2013	HME	ALG	7TVCC	118	7850	1000	58	66	25,3	27,3	54203	62053
10/12/2013	AZR	ALG	7TVCC	145	7550	1200	49	57	21,8	24,7	56031	63581
10/12/2013	TMR	ALG	7TVCB	110	10800	1100	44	47	19,4	20,6	52991	63791
10/12/2013	AZR	TMR	7TVCC	46	7850	710	50	58	22,1	25	47715	55565
10/12/2013	ALG	TMR	7TVCB	134	7850	2300	47	51	20,8	23,8	56599	64449
11/12/2013	ALG	HME	7TVCC	119	7850	1020	39	46	13,5	20,5	54258	62108
11/12/2013	BJA	HME	7TVCC	106	10800	700	43	48	19	21	52827	63627
11/12/2013	HME	ALG	7TVCC	144	8350	1100	35	44	15,8	19,6	55067	63417
11/12/2013	HME	BJA	7TVCC	91	8350	800	50	59	22,3	25,2	51721	60071
11/12/2013	ALG	HME	7TVCC	116	10850	600	45	48	20,2	21,5	53710	64560
11/12/2013	ORN	ALG	7TVCD	18	6850	100	47	55	21	24	44942	51792
11/12/2013	HME	ORN	7TVCD	83	8350	800	35	48	15,5	19	51138	59488

11/12/2013	ORN	HME	7TVCD	87	11850	400	43	46	19,2	20,3	51038	62888
11/12/2013	IAM	ORN	7TVCD	107	9800	1300	46	53	20,2	22,8	53618	63418
28/02/2014	ALG	HME	7TVCA	148	7850	1000	47	56	24	21,1	56213	64063
01/03/2014	HME	ALG	7TVCA	141	8850	800	50	59	24,8	22	55656	64506
01/03/2014	AZR	ALG	7TVCD	74	9850	536	50	56	24	22	50087	59937
01/03/2014	ALG	TMR	7TVCD	28	11850	400	48	50	22	21,5	46080	57930
01/03/2014	AZR	ORN	7TVCD	35	8850	620	43	51	22,4	19	46679	55529
01/03/2014	IAM	ALG	7TVCA	136	11000	1600	55	60	25	24	56319	67119
02/03/2014	ORN	HME	7TVCB	143	9150	1100	51	58	24,5	22,5	56225	65375
02/03/2014	ALG	ORN	7TVCB	10	10850	100	48	52	23	21,5	44151	55001
02/03/2014	ALG	HME	7TVCC	54	8600	1800	54	63	26	23,5	58074	65924
03/03/2014	ALG	AAE	7TVCC	111	9850	1100	42	47	20,7	18,7	53494	63344
03/03/2014	AAE	HME	7TVCC	108	7850	700	51	57	24,5	22,5	53136	60986
03/03/2014	HME	ORN	7TVCB	123	9350	1300	35	41	19,3	15,9	54696	64046
03/03/2014	HME	ALG	7TVCC	135	7850	900	48	54	23,8	21,2	55578	63428
03/03/2014	HME	ALG	7TVCC	135	7850	900	48	54	23,8	21,2	55578	63428
03/03/2014	ORN	ALG	7TVCB	22	5200	50	48	51	22,9	21,3	45060	50260
03/03/2014	ALG	TMR	7TVCB	11	9850	200	46	53	23,5	20,8	44335	54185
04/03/2014	ALG	IAM	7TVCB	33	9800	330	52	58	25,2	23,6	46117	55917
04/03/2014	ALG	HME	7TVCC	143	8500	1300	58	68	27,8	25,5	56650	65000
05/03/2014	ALG	ORN	7TVCD	14	9850	1000	47	54	23,5	21	44653	54503
05/03/2014	ORN	HME	7TVCD	94	7900	600	45	52	22,9	19,3	51628	59528
05/03/2014	HME	ORN	7TVCD	93	9850	900	40	47	20,8	18	51942	61792
05/03/2014	ORN	ALG	7TVCD	16	5700	100	45	50	22,8	20	44821	50521
05/03/2014	HME	ALG	7TVCC	150	6850	1200	55	63	26	24	57089	63939
05/03/2014	IAM	ALG	7TVCB	92	9800	1200	42	48	21,2	18,3	52090	61890
05/03/2014	HME	ALG	7TVCC	116	6850	800	43	49	21,4	18,8	53882	60732
05/03/2014	CZL	HME	7TVCA	83	7800	500	48	55	24,2	21,5	50816	58616

05/03/2014	HME	ALG	7TVCA	62	7850	300	40	50	21,8	17,7	48803	56653
05/03/2014	ALG	HME	7TVCA	133	7850	900	54	63	26,2	24	55367	63217
05/03/2014	HME	CZL	7TVCA	95	7850	800	37	45	19,8	18,3	51869	59719
05/03/2014	IAM	BSK	7TVCB	111	10800	1500	49	54	23	21,9	54038	64838
05/03/2014	BJA	IAM	7TVCB	87	7800	900	42	48	21	18,7	51378	59178
05/03/2014	BSK	IAM	7TVCB	90	9800	700	44	51	22,25	19,8	51280	61080
10/03/2014	ALG	HME	7TVCC	130	7850	800	46	54	23,8	20,2	55058	62908
11/03/2014	ALG	HME	7TVCA	132	9850	700	54	59	25	23,7	54933	64783
11/03/2014	HME	ALG	7TVCC	116	8000	800	45	50	22	19,9	53882	61732
11/03/2014	CZL	HME	7TVCB	108	7600	500	51	58	24,8	22,5	52783	60383
11/03/2014	HME	CZL	7TVCB	137	9850	1110	43	47	20,6	19	55672	65522
11/03/2014	CZL	ALG	7TVCB	10	6400	100	46	54	23,5	20,2	44102	50502
11/03/2014	HME	BJA	7TVCA	104	7850	1000	41	50	21,6	18,1	52966	60816
11/03/2014	BJA	HME	7TVCA	100	9800	600	51	59	25,2	22,8	53073	62873
11/03/2014	HME	ALG	7TVCA	116	7050	900	54	60	25,8	24	53776	60826
11/03/2014	ALG	CZL	7TVCB	1	9850	/	48	55	24,2	22	43295	53145
14/03/2014	ALG	HME	7TVCB	131	8350	800	43	50	21,8	19	54749	69099
15/03/2014	ALG	IAM	7TVCC	31	12350	300	41	45	19,7	18,2	46167	58517
15/03/2014	ALG	AZR	7TVCA	24	7850	164	51	56	24,6	23	45355	53205
15/03/2014	IAM	ALG	7TVCC	124	9800	1300	53	61	25,5	23,5	54587	64387
15/03/2014	AZR	ORN	7TVCA	24	7850	164	51	56	24,6	23	45359	53205
15/03/2014	AZR	ALG	7TVCA	43	8850	450	46	54	24	20,6	47119	55969
23/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	10	9850	100	43	49	19,5	21,8	44104	53954
28/10/2013	ORN	IAM	7TVCC	116	9000	575	45	51	20,2	22,7	53486	62486
28/10/2013	ALG	ORN	7TVCC	16	10850	200	44	48	19,5	21,3	44613	55463
29/10/2013	IAM	ORN	7TVCC	104	9300	1500	43	50	19,3	21,8	53280	62580
29/10/2013	ORN	HME	7TVCC	109	10850	600	50	54	22	23,5	52923	63773
29/10/2013	HME	ORN	7TVCC	95	6850	800	51	56	22,7	24	50853	57703

29/10/2013	ORN	ALG	7TVCC	43	5850	300	46	49	20,5	21,5	47030	52880
28/10/2013	ALG	TMR	7TVCB	69	12350	850	51	53	22,8	22,8	49738	62088
28/10/2013	TMR	ALG	7TVCB	34	9800	450	40	47	17,7	21	46496	56296
29/10/2013	ALG	IAM	7TVCD	136	10850	900	57	62	25	25,6	55605	66455
29/10/2013	ALG	HME	7TVCB	134	7850	1100	50	57	22	24	55546	63396
22/10/2013	HME	ALG	7TVCA	98	7850	600	51	59	22,8	25	52089	59939
21/10/2013	ORN	IAM	7TVCC	155	9850	650	59	64	25,5	26,5	56788	66638
21/10/2013	ALG	IAM	7TVCC	27	11850	160	40	43	17,8	19,1	45644	57494
20/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	5	9850	/	48	53	21,3	23,5	43636	53486
06/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	27	9850	350	41	48	18	21,3	45782	55632
19/10/2013	HME	ALG	7TVCA	155	7850	1000	48	57	21	24	55495	63345
25/10/2013	ALG	HME	7TVCA	154	7850	900	55	62	24	26	56689	64539
06/10/2013	ORN	HME	7TVCA	114	9300	850	40	45	17,8	20,4	53377	62677
06/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	37	11350	300	45	49	20	21,5	46387	57737
07/10/2013	HME	ORN	7TVCA	152	9850	1400	46	53	20,7	22,8	57266	67116
07/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	23	6050	60	43	46	19	20,5	45090	51140
01/10/2013	BJA	HME	7TVCC	82	9800	600	42	47	18,8	20,8	50708	60508
01/10/2013	HME	ALG	7TVCC	105	7850	800	55	64	24	26,6	52862	60712
01/10/2013	ALG	HME	7TVCC	103	7850	500	48	57	21,2	24,4	52443	60293
01/10/2013	HME	ALG	7TVCC	147	6850	1000	56	63	24	26	56417	63267
07/10/2013	ALG	TMR	7TVCC	61	11850	800	35	40	15,5	18,2	49068	60918
07/10/2013	TMR	ALG	7TVCC	124	10300	1350	62	68	27	27,5	54959	65259
01/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	126	8350	1000	52	61	23	26	54563	62913
05/10/2013	ALG	HME	7TVCD	155	8350	1200	47	56	21	24	57256	65606
04/10/2013	HME	ALG	7TVCC	121	7850	1000	44	54	19,8	23	54455	62305
03/10/2013	HME	ALG	7TVCA	108	7850	800	40	48	17,8	21	53094	60944
03/10/2013	IAM	ALG	7TVCD	80	8800	1000	47	55	20,8	23,5	50854	59654
02/10/2013	ALG	HME	7TVCA	84	7850	800	38	47	16,9	20,8	51092	58879

05/10/2013	AAE	IAM	7TVCA	88	8350	800	51	58	22,6	25	51391	59741
05/10/2013	AAE	ALG	7TVCA	95	5750	800	59	62	26,2	26,4	52077	57827
05/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	121	9800	1400	50	56	21,9	23,7	54861	64661
05/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	46	10350	450	50	55	22,5	23,9	47354	57704
05/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	49	8850	500	50	60	22,9	25	47832	56682
06/10/2013	ALG	HRM	7TVCC	46	9350	300	45	53	20	23	47380	56730
06/10/2013	HRM	ALG	7TVCC	33	7200	200	42	48	18,7	21,5	46139	53339
05/10/2013	AZR	TMR	7TVCB	46	9850	1000	51	57	23	24,5	48054	57904
05/10/2013	ALG	TMR	7TVCB	124	9850	2200	56	62	24,7	25,7	55855	65705
08/10/2013	ALG	HME	7TVCD	107	10850	700	50	53	22	23	52897	63747
08/10/2013	HME	BJA	7TVCA	118	7850	900	47	51	21,2	24	53972	61822
08/10/2013	BJA	HME	7TVCD	99	10800	600	50	55	22	23,5	52027	62827
08/10/2013	HME	ALG	7TVCD	80	8050	700	47	52	21	24	50398	58448
14/10/2013	DJG	TMR	7TVCD	48	10100	400	38	46	16,9	20,2	47837	57937
14/10/2013	ALG	DJG	7TVCD	51	15850	700	36	40	17,2	16,5	45291	61141
14/10/2013	TMR	ALG	7TVCD	53	10800	500	48	53	21,6	22,9	48357	59157
07/10/2013	HME	ALG	7TVCC	145	9850	1100	52	64	24,5	26	56571	66321
07/10/2013	IAM	CZL	7TVCB	140	8800	2000	46	54	20,5	23	56924	65724
02/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	113	7800	1300	47	56	20,8	24	53890	61690
02/10/2013	BSK	IAM	7TVCA	67	8100	450	42	50	18,5	22	49239	57339
02/10/2013	IAM	BSK	7TVCA	107	7800	1400	49	58	21,9	24,6	53437	61237
02/10/2013	BJA	IAM	7TVCA	90	9800	850	45	52	20	22,3	51512	61312
02/10/2013	ORN	HME	7TVCB	76	8800	650	47	53	21,2	23,4	50175	58975
02/10/2013	HME	ORN	7TVCB	79	10850	600	44	48	19,9	21,2	50328	61178
02/10/2013	ORN	ALG	7TVCB	20	7300	80	42	48	18,8	21,6	44999	52499
02/10/2013	ALG	ORN	7TVCB	2	10850	/	48	52	21,5	22,8	43407	54257
03/10/2013	ALG	IAM	7TVCD	73	9850	550	52	58	22,8	24,5	49571	59421
03/10/2013	HME	ALG	7TVCD	140	7850	1300	52	60	23	25,2	55802	63652

07/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	82	9650	450	54	61	24	26	50093	59743
07/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	45	11850	300	55	59	24,5	25,5	47227	59077
16/10/2013	HME	ALG	7TVCD	18	7850	150	43	55	19	24	45067	52917
15/10/2013	ALG	HME	7TVCD	22	7800	160	47	54	21,2	24	45413	53213
16/10/2013	IAM	BSK	7TVCB	36	14800	400	43	45	19,4	19	46549	61349
16/10/2013	IAM	ALG	7TVCB	25	8800	300	40	48	17,4	21,2	45564	54364
15/10/2013	ALG	IAM	7TVCB	12	9850	100	50	54	22,5	23,5	44272	54122
02/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	49	9850	400	49	55	21,9	23,8	47537	57387
02/10/2013	HME	CZL	7TVCD	82	7850	600	40	48	17,6	21,2	50648	58498
02/10/2013	ALG	HME	7TVCD	22	9050	400	47	53	21	23,4	45457	54507
02/10/2013	HME	ALG	7TVCD	23	7950	70	41	50	18,3	22	45358	53308
09/10/2013	ALG	CZL	7TVCA	49	9850	400	42	50	18,8	22,1	47663	57513
10/10/2013	HME	CZL	7TVCA	125	7850	1400	51	58	22,3	24,4	54900	62750
10/10/2013	HME	ALG	7TVCA	157	7850	1200	57	61	24,5	25,6	56839	64689
10/10/2013	ALG	HME	7TVCA	127	10850	700	47	51	20,8	22,2	54417	65267
09/10/2013	ALG	HME	7TVCD	156	7850	800	57	65	25	27	57185	65035
10/10/2013	IAM	ALG	7TVCD	153	9800	1800	53	58	23	24,6	57610	67410
10/10/2013	ALG	IAM	7TVCD	65	9850	500	43	48	19	21,1	49094	58944
10/10/2013	HME	ALG	7TVCD	143	7850	1200	53	62	23,3	25,8	56127	63977
08/10/2013	HME	CZL	7TVCC	135	9850	1100	45	51	20	22,2	55806	65656
08/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	28	9850	300	50	55	22,2	23,8	46018	55868
04/10/2013	ALG	HME	7TVCA	135	7850	1000	47	55	20,7	23,5	55242	63092
03/10/2013	HME	CZL	7TVCB	76	9850	800	41	48	18,2	21	50250	60100
03/10/2013	ALG	HME	7TVCC	115	7850	800	41	48	18,5	21,5	53851	61701
03/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	86	10050	850	41	48	18,5	21	51123	61173
03/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	74	12050	740	39	44	17,4	19,4	50103	62153
05/10/2013	HME	ALG	7TVCA	134	7850	1000	56	65	24,7	26,8	55354	63204
09/10/2013	HME	ALG	7TVCB	127	7850	800	40	48	18,2	21,2	54707	62557

09/10/2013	HME	ALG	7TVCB	147	6850	1000	53	60	23,2	25,2	56587	63437
09/10/2013	ALG	HME	7TVCB	102	9850	600	46	54	20,5	23,5	52358	62208
24/11/2013	ALG	HME	7TVCD	139	8850	1000	44	51	20	22	56081	64931
19/10/2013	TMR	ALG	7TVCC	56	10800	770	41	47	18,2	20,9	48791	59591
19/10/2013	AZR	TMR	7TVCC	72	7800	808	54	62	24	26,8	49853	57653
19/10/2013	ALG	TMR	7TVCC	135	12050	1500	54	58	23,5	24,2	56271	68321
20/11/2013	HME	ORN	7TVCA	82	10850	1000	38	44	16,9	19,8	50986	61836
20/11/2013	ORN	HME	7TVCA	109	9850	500	41	48	18,1	21	52677	62527
20/11/2013	ALG	ORN	7TVCA	18	11850	50	42	48	18,5	21,5	44653	56503
20/11/2013	ALG	HME	7TVCB	91	8850	800	33	42	15	19	51683	60533
13/11/2013	ALG	HME	7TVCC	53	7850	300	46	55	20,5	24	47994	55844
13/11/2013	HME	ALG	7TVCC	151	7850	1000	59	68	25,8	27,7	56926	64776
17/11/2013	HME	ALG	7TVCD	152	7850	1100	52	60	23	25	57149	64999
28/02/2013	ALG	HME	7TVCA	148	7850	1000	47	56	21,1	24	56213	64063
12/11/2013	HME	ALG	7TVCB	104	7850	600	46	55	20,3	23,4	52477	60327
01/10/2013	ALG	HME	7TVCC	152	7850	1100	40	48	18	21	57110	64960
01/10/2013	IAM	ORN	7TVCD	99	9800	1200	48	54	21	23,3	52503	62303
01/10/2013	HME	ORN	7TVCD	93	7850	900	44	52	19,4	22,5	51846	59696
01/10/2013	ORN	ALG	7TVCD	47	9850	400	48	55	21	23,5	47482	57332
01/10/2013	ORN	HME	7TVCD	73	13350	315	48	51	21	22	49532	62882
12/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	81	10350	600	49	55	22	23,7	50538	60888
15/10/2013	HME	ALG	7TVCC	21	8850	250	44	55	19,2	24	45305	54155
12/10/2013	ALG	HME	7TVCC	139	8750	1200	61	68	26,5	28	55798	64548
13/10/2013	ALG	IAM	7TVCC	42	9800	450	49	54	21,8	23,5	46760	56560
13/10/2013	IAM	ALG	7TVCC	155	9800	1600	51	57	22,2	23,8	57846	67646

Ensuite, on a regroupé ces vols par départ, on a calculé le MIN, le MAX, et la moyenne des centres de gravité de chaque départ.

Et pour obtenir les nouvelles limites du centre de gravité alternatives, on a calculé la moyenne du MIN, MAX et moyenne pré calculés.

Les nouvelles limites sont : 18% du MAC, 22% du MAC, et 25% du MAC.

Le tableau ci-après représente la méthode de détermination des nouvelles limites.

Tableau 3.2 : Détermination des nouvelles limites alternatives du centre de gravité.

date	dép	Arri	immat	nbre PAX	fuel (Kg)	CCO/Em	CG posi ZFW	CG posi TOW	MAC % TOW	MAC % ZFW	ZFW (Kg)	TOW (Kg)		
07/10/2013	AAE	ALG	7TVCD	95	7950	600	48	56	21.5	24.5	51678	59628		
07/10/2013	AAE	HME	7TVCD	84	8750	600	48	55	21.5	24	50950	59700		
13/10/2013	AAE	IAM	7TVCA	50	9800	700	48	54	21.2	23.6	48022	57822		
19/10/2013	AAE	ALG	7TVCA	134	6850	1000	52	55	23	23.8	55158	62008		
19/10/2013	AAE	IAM	7TVCA	149	8850	1200	56	64	24.5	26.5	56457	65307		
21/10/2013	AAE	HME	7TVCA	151	7750	1500	47	54	20.8	23.2	57406	65156	26.2	26.5
21/10/2013	AAE	ALG	7TVCA	34	6850	300	48	55	21.4	24.2	46280	53130	19	20.4
02/11/2013	AAE	ALG	7TVCA	109	6350	800	55	60	25.6	24	52933	59283	21.9625	23.475
13/11/2013	AAE	ALG	7TVCB	86	6850	1100	45	48	20	21	51416	58266		
13/11/2013	AAE	IAM	7TVCD	101	8850	1100	42	46	19.1	20.4	52940	61790		
13/11/2013	AAE	ALG	7TVCD	93	9850	750	48	55	21.5	23.6	51967	61817		
18/11/2013	AAE	ALG	7TVCA	34	7250	200	43	45	19	21	46255	53505		
18/11/2013	AAE	HME	7TVCA	104	8050	800	42	50	19	21.9	52784	60834		
03/03/2014	AAE	HME	7TVCC	108	7850	700	51	57	24.5	22.5	53136	60986		
05/10/2013	AAE	IAM	7TVCA	88	8350	800	51	58	22.6	25	51391	59741		
05/10/2013	AAE	ALG	7TVCA	95	5750	800	59	62	26.2	26.4	52077	57827		
11/03/2013	ALG	HME	7TVCB	125	7850	950	44	52	19.4	22.9	54591	62441		
11/04/2013	ALG	ORN	7TVCD	12	12350	150	45	49	20.1	21.5	44488	56838		
11/05/2013	ALG	CZL	7TVCA		9850		48	54	21.5	24	43147	52997		
11/05/2013	ALG	HME	7TVCA	128	7850	1000	44	53	19.5	23	55009	62859		
11/06/2013	ALG	HME	7TVCA	103	7850	700	40	50	18.1	21.9	52574	60424		

11/06/2013	ALG	CZL	7TVCB	17	9850	100	43	52	19	23	44744	54594		
11/06/2013	ALG	HME	7TVCC	106	8350	500	45	55	20.5	24	52620	60970		
11/07/2013	ALG	HME	7TVCA	72	10350	600	51	55	22.5	23.5	49625	59975		
11/07/2013	ALG	HME	7TVCB	132	7850	1200	47	53	20.5	22.5	54969	62819		
11/07/2013	ALG	IAM	7TVCC	112	10350	900	50	55	22	23.5	53109	63459		
11/07/2013	ALG	IAM	7TVCA	104	11850	650	46	49	20.2	21.4	52533	64383		
11/07/2013	ALG	HME	7TVCB	107	7850	800	41	50	18.3	22	52978	60828		
10/08/2013	ALG	IAM	7TVCC	89	8850	700	45	52	19.8	22.3	51294	60144		
11/08/2013	ALG	HME	7TVCB	143	7850	1000	48	58	21.5	24.5	55245	63095		
11/08/2013	ALG	HME	7TVCC	58	7850	550	46	55	20.5	24	48615	56465		
10/09/2013	ALG	TMR	7TVCC	56	11850	900	46	51	20.2	22.1	48820	60670		
10/09/2013	ALG	ORN	7TVCA	25	10850	200	43	50	19.2	21.8	45522	56372		
11/09/2013	ALG	IAM	7TVCB	56	11850	550	46	48	20.2	21	48271	60121		
11/09/2013	ALG	HME	7TVCD	155	7850	1200	52	61	23	25.4	57354	65204		
11/09/2013	ALG	CZL	7TVCC	10	9850	100	46	52	20.5	23	44156	54006		
11/09/2013	ALG	TMR	7TVCA	48	10850	600	50	55	22.7	23.8	47588	58438		
07/10/2013	ALG	AAE	7TVCD	50	10850	400	53	59	23.8	25	47494	58344		
07/10/2013	ALG	HME	7TVCB	129	7850	900	40	48	18	21	54926	62776		
08/10/2013	ALG	HME	7TVCB	53	8350	400	45	53	20	23	47993	56343		
08/10/2013	ALG	HME	7TVCB	138	7850	1000	46	55	20.5	23.4	55733	63583		
10/10/2013	ALG	IAM	7TVCB	98	11850	900	46	52	20.7	22.1	52247	64097		
10/10/2013	ALG	HME	7TVCB	74	7850	700	51	59	23	25.5	49982	57832		
11/10/2013	ALG	ORN	7TVCD	28	10350	200	41	47	18.9	20.6	45784	56134		
11/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	46	10850	400	46	52	20.6	22.7	47431	58281		
11/10/2013	ALG	HME	7TVCA	146	7800	1300	57	62	24.8	26	56711	64511		
12/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	32	9350	300	50	57	22.5	25	46054	55404		
13/10/2013	ALG	CZL	7TVCA	86	6850	1000	51	56	22.8	24.5	50979	57829		
13/10/2013	ALG	ORN	7TVCD	52	9850	450	48	55	21.5	23.7	47903	57753		

13/10/2013	ALG	HME	7TVCB	92	7850	900	38	47	17	21	51867	59717		
14/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	50	11850	300	45	48	20	21	47598	59448		
16/10/2013	ALG	HME	7TVCC	78	7850	600	47	56	21	24.5	50443	58293		
16/10/2013	ALG	HME	7TVCA	6	7850	300	48	57	21.2	24.5	49327	57177		
16/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	16	9850	400	42	49	18.8	21.9	45074	54924		
16/10/2013	ALG	HME	7TVCB	69	7850	600	42	50	18.6	22	49635	57485		
16/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	1	6850	/	47	53	21	23.5	43306	50156		
17/10/2013	ALG	HME	7TVCB	91	7850	600	37	44	16	19.5	51483	59333		
17/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	70	11850	350	39	42	17.3	19	49377	61227		
17/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	112	8850	500	54	62	23.9	26	52957	61807		
17/10/2013	ALG	HME	7TVCD	110	7850	500	44	52	19.8	22.5	52825	60675		
18/10/2013	ALG	HME	7TVCA	154	7850	1200	51	60	22.6	25.3	56940	64790		
19/10/2013	ALG	HME	7TVCA	155	7850	1000	50	58	22	24.5	56726	64576		
19/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	77	10850	650	37	40	16.5	18.1	50118	60968		
19/10/2013	ALG	GHA	7TVCD	58	7850	100	45	51	20	22.5	48452	56302		
20/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	106	10850	800	51	55	22.5	23.5	52753	63603		
20/10/2013	ALG	HME	7TVCB	22	9850	200	42	47	18.5	21	45114	54964		
20/10/2013	ALG	HME	7TVCA	155	7850	1200	54	63	23.5	26	57517	65367		
20/10/2013	ALG	ORN	7TVCB	35	10350	300	45	50	20	22	46306	56656		
21/10/2013	ALG	HME	7TVCA	5	9850		48	54	21.5	24	43642	53492		
21/10/2013	ALG	HME	7TVCA	154	7850	1300	54	63	23.6	26	57493	65343		
21/10/2013	ALG	TMR	7TVCB	104	12850	600	57	58	25	24.5	52211	65061		
22/10/2013	ALG	HME	7TVCB	132	10850	800	52	56	22.8	24	55127	65977		
22/10/2013	ALG	HME	7TVCA	143	10850	700	58	62	25.1	25.5	55836	66686		
22/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	7	6850	100	47	54	21	24	44168	51018		
22/10/2013	ALG	IAM	7TVCC	134	9750	800	54	61	23.4	25.3	55324	65074		
22/10/2013	ALG	HME	7TVCB	149	7850	1300	56	64	24.2	26.5	57055	64905		
23/10/2013	ALG	HME	7TVCA	112	7850	400	45	53	20.4	23	52932	60782		

23/10/2013	ALG	HME	7TVCA	141	10350	1000	50	55	22	23.4	56017	66367		
23/10/2013	ALG	HME	7TVCB	155	7850	850	56	64	24.5	27.2	57109	64959		
23/10/2013	ALG	ORN	7TVCD	19	10350	100	52.5	55	23.5	24.5	45017	55367		
24/10/2013	ALG	HME	7TVCB	151	8050	900	52	60	22.8	25.5	56601	64651		
24/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	96	12850	600	44	46	19.8	20.5	51811	64661		
27/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	16	10850	100	44	47	19.2	21	44508	55358		
27/10/2013	ALG	ORN	7TVCC	33	10850	280	38	42	16.5	19	46268	57118		
27/10/2013	ALG	HME	7TVCA	130	7850	900	45	52	19.9	22.8	54993	62843		
28/10/2013	ALG	AAE	7TVCA	17	9850	200	45	50	20	22	44801	54651		
29/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	7	9000	100	48	55	20.5	24.5	43979	52979		
29/10/2013	ALG	HME	7TVCB	117	9850	700	48	54	21.1	23.1	53767	63617		
02/11/2013	ALG	HME	7TVCB	159	7850	1500	49	58	24.4	21.8	57453	65303		
02/11/2013	ALG	IAM	7TVCA	41	12000	350	46	50	22	20.8	47016	58866		
10/11/2013	ALG	HME	7TVCC		11350		48	52	21.5	23	43216	54566		
10/11/2013	ALG	HME	7TVCC	62	7850	600	51	58	23	25.5	48903	56753		
11/11/2013	ALG	TMR	7TVCC	57	11850	800	44	48	21	19.8	48830	60680		
11/11/2013	ALG	HME	7TVCB	138	7250	1200	47	55	23.5	21	55982	63232		
11/11/2013	ALG	HME	7TVCD	77	8850	600	48	55	21.3	23.8	50425	59275		
11/11/2013	ALG	ORN	7TVCD	25	11850	200	40	44	17.9	19.8	45630	57480		
13/11/2013	ALG	TMR	7TVCA	56	10750	700	42	47	20.5	18.5	48426	59276		
13/11/2013	ALG	HME	7TVCA	91	10350	700	44	48	19.5	21.3	51441	61791		
13/11/2013	ALG	CZL	7TVCC	54	9850	500	50	55	22.1	23.8	48229	58079		
13/11/2013	ALG	ORN	7TVCB	26	10850	300	45	50	20	22	45674	56524		
14/11/2013	ALG	HME	7TVCC	115	10850	700	40	45	18	20	53380	64230		
17/11/2013	ALG	CZL	7TVCC	17	11850	10	45	47	20	21	44654	56504		
18/11/2013	ALG	AAE	7TVCA	29	9850	200	49	53	22	23.4	45808	55658		
18/11/2013	ALG	AAE	7TVCA	101	9850	1100	41	48	18.1	21	52734	62584		
18/11/2013	ALG	TMR	7TVCD	47	12850	600	52	60	23.5	25.5	47953	60803		

19/11/2013	ALG	CZL	7TVCD	6	8850	100	47	54	21	23.6	44009	52859		
19/11/2013	ALG	HME	7TVCA	108	10850	600	45	49	20	21.5	52684	63534		
21/11/2013	ALG	IAM	7TVCA	96	9850	800	38	43	17	19.2	51961	61811		
21/11/2013	ALG	HME	7TVCB	71	8350	500	52	61	23.3	26.2	49654	58004		
21/11/2013	ALG	IAM	7TVCB	75	12050	700	42	45	19	20	50066	62116		
22/11/2013	ALG	HME	7TVCC		8850		49	57	22.5	25	43291	52141		
22/11/2013	ALG	HME	7TVCD	136	7850	1000	41	50	18.5	22	55607	63457		
23/11/2013	ALG	IAM	7TVCD	34	10850	420	52	56	23.5	24.5	46632	57482		
24/11/2013	ALG	ORN	7TVCC	31	9850	200	40	47	17.2	20.5	45971	55821		
24/11/2013	ALG	CZL	7TVCB	24	10850	200	49	53	22	23.5	45331	56181		
25/11/2013	ALG	HME	7TVCC	85	7850	700	48	59	21.5	25.5	51141	58991		
27/11/2013	ALG	HME	7TVCD	80	8850	800	42	50	22	19	50960	59810		
27/11/2013	ALG	CZL	7TVCA	27	8850	300	43	51	18.9	22.5	45762	54612		
27/11/2013	ALG	HME	7TVCB	101	9450	600	46	54	20.8	23.1	52164	61614		
28/11/2013	ALG	IAM	7TVCB	85	9850	750	44	50	21.8	19.2	50970	60820		
28/11/2013	ALG	HME	7TVCB	107	7850	900	40	49	17.8	21.5	53090	60940		
28/11/2013	ALG	IAM	7TVCA	122	7850	900	58	67	25.5	28	54342	62192		
30/11/2013	ALG	CZL	7TVCB	9	9850	100	45	50	20	22.1	44067	53917		
10/12/2013	ALG	IAM	7TVCA	65	11850	600	45	49	20	21.3	48762	60612		
10/12/2013	ALG	TMR	7TVCB	134	7850	2300	47	51	20.8	23.8	56599	64449		
11/12/2013	ALG	HME	7TVCC	119	7850	1020	39	46	13.5	20.5	54258	62108		
11/12/2013	ALG	HME	7TVCC	116	10850	600	45	48	20.2	21.5	53710	64560		
28/02/2014	ALG	HME	7TVCA	148	7850	1000	47	56	24	21.1	56213	64063		
01/03/2014	ALG	TMR	7TVCD	28	11850	400	48	50	22	21.5	46080	57930		
02/03/2014	ALG	ORN	7TVCB	10	10850	100	48	52	23	21.5	44151	55001		
02/03/2014	ALG	HME	7TVCC	54	8600	1800	54	63	26	23.5	58074	65924		
03/03/2014	ALG	AAE	7TVCC	111	9850	1100	42	47	20.7	18.7	53494	63344		
03/03/2014	ALG	TMR	7TVCB	11	9850	200	46	53	23.5	20.8	44335	54185		

04/03/2014	ALG	IAM	7TVCB	33+2inf	9800	330	52	58	25.2	23.6	46117	55917		
04/03/2014	ALG	HME	7TVCC	143	8500	1300	58	68	27.8	25.5	56650	65000		
05/03/2014	ALG	ORN	7TVCD	14	9850	1000	47	54	23.5	21	44653	54503		
05/03/2014	ALG	HME	7TVCA	133	7850	900	54	63	26.2	24	55367	63217		
10/03/2014	ALG	HME	7TVCC	130	7850	800	46	54	23.8	20.2	55058	62908		
11/03/2014	ALG	HME	7TVCA	132	9850	700	54	59	25	23.7	54933	64783		
11/03/2014	ALG	CZL	7TVCB	1	9850	/	48	55	24.2	22	43295	53145		
14/03/2014	ALG	HME	7TVCB	131	8350	800	43	50	21.8	19	54749	69099		
15/03/2014	ALG	IAM	7TVCC	31	12350	300	41	45	19.7	18.2	46167	58517		
15/03/2014	ALG	AZR	7TVCA	24	7850	164	51	56	24.6	23	45355	53205		
23/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	10	9850	100	43	49	19.5	21.8	44104	53954		
28/10/2013	ALG	ORN	7TVCC	16	10850	200	44	48	19.5	21.3	44613	55463		
28/10/2013	ALG	TMR	7TVCB	69	12350	850	51	53	22.8	22.8	49738	62088		
29/10/2013	ALG	IAM	7TVCD	136	10850	900	57	62	25	25.6	55605	66455		
29/10/2013	ALG	HME	7TVCB	134	7850	1100	50	57	22	24	55546	63396		
21/10/2013	ALG	IAM	7TVCC	27	11850	160	40	43	17.8	19.1	45644	57494		
20/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	5	9850	/	48	53	21.3	23.5	43636	53486		
06/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	27	9850	350	41	48	18	21.3	45782	55632		
25/10/2013	ALG	HME	7TVCA	154	7850	900	55	62	24	26	56689	64539		
06/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	37	11350	300	45	49	20	21.5	46387	57737		
01/10/2013	ALG	HME	7TVCC	103	7850	500	48	57	21.2	24.4	52443	60293		
07/10/2013	ALG	TMR	7TVCC	61	11850	800	35	40	15.5	18.2	49068	60918		
01/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	126	8350	1000	52	61	23	26	54563	62913		
05/10/2013	ALG	HME	7TVCD	155	8350	1200	47	56	21	24	57256	65606		
02/10/2013	ALG	HME	7TVCA	84	7850	800	38	47	16.9	20.8	51092	58879		
05/10/2013	ALG	IAM	7TVCA	46	10350	450	50	55	22.5	23.9	47354	57704		
05/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	49	8850	500	50	60	22.9	25	47832	56682		
06/10/2013	ALG	HRM	7TVCC	46	9350	300	45	53	20	23	47380	56730		

05/10/2013	ALG	TMR	7TVCB	124	9850	2200	56	62	24.7	25.7	55855	65705		
08/10/2013	ALG	HME	7TVCD	107	10850	700	50	53	22	23	52897	63747		
14/10/2013	ALG	DJG	7TVCD	51	15850	700	36	40	17.2	16.5	45291	61141		
02/10/2013	ALG	ORN	7TVCB	2	10850	/	48	52	21.5	22.8	43407	54257		
03/10/2013	ALG	IAM	7TVCD	73	9850	550	52	58	22.8	24.5	49571	59421		
07/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	45	11850	300	55	59	24.5	25.5	47227	59077		
15/10/2013	ALG	HME	7TVCD	22	7800	160	47	54	21.2	24	45413	53213		
15/10/2013	ALG	IAM	7TVCB	12	9850	100	50	54	22.5	23.5	44272	54122		
02/10/2013	ALG	CZL	7TVCB	49	9850	400	49	55	21.9	23.8	47537	57387		
02/10/2013	ALG	HME	7TVCD	22	9050	400	47	53	21	23.4	45457	54507		
09/10/2013	ALG	CZL	7TVCA	49	9850	400	42	50	18.8	22.1	47663	57513		
10/10/2013	ALG	HME	7TVCA	127	10850	700	47	51	20.8	22.2	54417	65267		
09/10/2013	ALG	HME	7TVCD	156	7850	800	57	65	25	27	57185	65035		
10/10/2013	ALG	IAM	7TVCD	65	9850	500	43	48	19	21.1	49094	58944		
08/10/2013	ALG	CZL	7TVCC	28	9850	300	50	55	22.2	23.8	46018	55868		
04/10/2013	ALG	HME	7TVCA	135	7850	1000	47	55	20.7	23.5	55242	63092		
03/10/2013	ALG	HME	7TVCC	115	7850	800	41	48	18.5	21.5	53851	61701	27.8	28
03/10/2013	ALG	ORN	7TVCA	74	12050	740	39	44	17.4	19.4	50103	62153	13.5	16.5
09/10/2013	ALG	HME	7TVCB	102	9850	600	46	54	20.5	23.5	52358	62208	21.1	22.766667
24/11/2013	ALG	HME	7TVCD	139	8850	1000	44	51	20	22	56081	64931		
19/10/2013	ALG	TMR	7TVCC	135	12050	1500	54	58	23.5	24.2	56271	68321		
20/11/2013	ALG	ORN	7TVCA	18	11850	50	42	48	18.5	21.5	44653	56503		
20/11/2013	ALG	HME	7TVCB	91	8850	800	33	42	15	19	51683	60533		
13/11/2013	ALG	HME	7TVCC	53	7850	300	46	55	20.5	24	47994	55844		
28/02/2013	ALG	HME	7TVCA	148	7850	1000	47	56	21.1	24	56213	64063		
01/10/2013	ALG	HME	7TVCC	152	7850	1100	40	48	18	21	57110	64960		
12/10/2013	ALG	CZL	7TVCD	81	10350	600	49	55	22	23.7	50538	60888		
12/10/2013	ALG	HME	7TVCC	139	8750	1200	61	68	26.5	28	55798	64548		

13/10/2013	ALG	IAM	7TVCC	42	9800	450	49	54	21.8	23.5	46760	56560		
11/09/2013	AZR	ALG	7TVCA	56	8050	360	48	57	21.1	24.9	48237	56287		
11/09/2013	AZR	TMR	7TVCA	27	11350	350	41	46	18	20.5	45252	56602		
23/11/2013	AZR	ALG	7TVCA	63	8350	500	45	55	20.4	24	48965	57315		
10/12/2013	AZR	ALG	7TVCC	145	7550	1200	49	57	21.8	24.7	56031	63581	24.6	26.8
10/12/2013	AZR	TMR	7TVCC	46	7850	710	50	58	22.1	25	47715	55565	18	19
01/03/2014	AZR	ALG	7TVCD	74	9850	536	50	56	24	22	50087	59937	22.309091	23.181818
01/03/2014	AZR	ORN	7TVCD	35	8850	620	43	51	22.4	19	46679	55529		
15/03/2014	AZR	ORN	7TVCA	24	7850	164	51	56	24.6	23	45359	53205		
15/03/2014	AZR	ALG	7TVCA	43	8850	450	46	54	24	20.6	47119	55969		
05/10/2013	AZR	TMR	7TVCB	46	9850	1000	51	57	23	24.5	48054	57904		
19/10/2013	AZR	TMR	7TVCC	72	7800	808	54	62	24	26.8	49853	57653		
10/09/2013	BJA	IAM	7TVCC	99	9800	950	49	55	22	23.5	52486	62286		
22/10/2013	BJA	HME	7TVCB	147	10800	900	52	59	23	24.5	56442	67242		
23/10/2013	BJA	IAM	7TVCC	133	9800	1400	53	59	23.2	24.8	55501	65301		
27/10/2013	BJA	HME	7TVCB	140	9800	800	49	58	22	24	55780	65580	25.2	24.8
19/11/2013	BJA	HME	7TVCA	98	7800	350	45	51	20	22	51710	59510	18.8	18.7
11/12/2013	BJA	HME	7TVCC	106	10800	700	43	48	19	21	52827	63627	21.472727	22.536364
05/03/2014	BJA	IAM	7TVCB	87	7800	900	42	48	21	18.7	51378	59178		
11/03/2014	BJA	HME	7TVCA	100	9800	600	51	59	25.2	22.8	53073	62873		
01/10/2013	BJA	HME	7TVCC	82	9800	600	42	47	18.8	20.8	50708	60508		
08/10/2013	BJA	HME	7TVCD	99	10800	600	50	55	22	23.5	52027	62827		
02/10/2013	BJA	IAM	7TVCA	90	9800	850	45	52	20	22.3	51512	61312		
10/09/2013	BSK	TBS	7TVCC	69	8300	400	42	49	18.8	21.5	49426	57726	27.25	28.5
23/10/2013	BSK	IAM	7TVCC	153	8200	1200	63	71	27.25	28.5	57119	65319	18.5	19.8

05/03/2014	BSK	IAM	7TVCB	90	9800	700	44	51	22.25	19.8	51280	61080	21.7	22.95
02/10/2013	BSK	IAM	7TVCA	67	8100	450	42	50	18.5	22	49239	57339		
05/03/2014	CZL	HME	7TVCA	83	7800	500	48	55	24.2	21.5	50816	58616	24.8	22.5
11/03/2014	CZL	HME	7TVCB	108	7600	500	51	58	24.8	22.5	52783	60383	23.5	20.2
11/03/2014	CZL	ALG	7TVCB	10	6400	100	46	54	23.5	20.2	44102	50502	24.166667	21.4
21/10/2013	DJG	ALG	7TVCB	112	7350	640	44	50	19.2	21.8	53420	60770	19.7	21.8
18/11/2013	DJG	ALG	7TVCD	54	6800	1080	45	48	19.7	21	49021	55821	16.9	20.2
14/10/2013	DJG	TMR	7TVCD	48	10100	400	38	46	16.9	20.2	47837	57937	18.6	21
19/10/2013	GHA	ALG	7TVCD	129	7900	600	47	58	21	24.5	54916	62816	21	24.5
11/04/2013	HME	ALG	7TVCB	134	6850	1000	47	56	20.8	24	55348	62198		
11/05/2013	HME	CZL	7TVCA	129	8850	1000	47	55	20.9	23.4	54640	63490		
11/06/2013	HME	ALG	7TVCA	83	7850	500	41	50	18.5	22	50645	58495		
11/07/2013	HME	ALG	7TVCC	122	7850	1000	49	58	21.5	24.5	54366	62216		
11/07/2013	HME	ALG	7TVCA	63	7650	500	49	57	22.1	24.6	49014	56664		
11/07/2013	HME	ALG	7TVCB	123	7850	800	51	60	22.5	25.5	62731	62146		
11/07/2013	HME	ALG	7TVCA	132	7850	900	46	56	20.5	23.6	53400	62913		
11/07/2013	HME	CZL	7TVCB	97	9850	800	51	60	22.5	25.5	51867	61717		
11/08/2013	HME	ALG	7TVCB	88	7850	600	46	55	20.5	23.8	51035	58885		
10/09/2013	HME	ORN	7TVCA	124	10350	1000	48	54	21.1	23.1	54393	64743		
07/10/2013	HME	ALG	7TVCD	107	10850	900	42	48	18.7	21.3	53084	63934		
08/10/2013	HME	ORN	7TVCA	126	8450	1400	35	43	15.8	19.4	55131	63581		
08/10/2013	HME	ALG	7TVCB	154	7850	1100	56	62	24	26	57429	65279		
08/10/2013	HME	ALG	7TVCB	125	8350	800	47	54	20.8	23	54539	62889		
10/10/2013	HME	ALG	7TVCC	129	8850	1000	40	48	18	21	55052	63902		

10/10/2013	HME	ALG	7TVCB	75	7850	600	52	60	23.4	25.8	50064	57914		
11/10/2013	HME	CZL	7TVCC	85	9850	700	41	59	18	21.2	51007	60857		
12/10/2013	HME	ALG	7TVCA	153	7850	1000	53	61	23	25.4	56803	64653		
13/10/2013	HME	ALG	7TVCD	154	8050	1500	54	63	23.5	26	57472	65522		
13/10/2013	HME	ALG	7TVCA	149	7850	1600	55	62	24	26	57338	65188		
14/10/2013	HME	ORN	7TVCD	130	9850	1000	45	50	19.9	22	54907	64757		
16/10/2013	HME	ALG	7TVCC	3	8600		49	57	22	25.5	43543	52143		
16/10/2013	HME	CZL	7TVCC	29	8350	200	46	54	20.5	23.8	45591	53941		
16/10/2013	HME	ORN	7TVCA	18	9850	100	43	51	19	22.8	44834	54684		
17/10/2013	HME	ALG	7TVCQ	55	7850	600	46	54	20.2	23.5	48171	56021		
17/10/2013	HME	CZL	7TVCD	64	7850	600	49	59	21.9	25.5	49476	57326		
17/10/2013	HME	ALG	7TVCD	55	7850	300	47	52	21	24.5	48103	55953		
18/10/2013	HME	ALG	7TVCB	47	7850	450	41	55	20.8	24.2	47539	55389		
20/10/2013	HME	ALG	7TVCB	51	7800	700	38	45	16.7	20	47952	55752		
20/10/2013	HME	ALG	7TVCA	155	7850	1100	53	63	23.2	26	57337	65187		
20/10/2013	HME	CZL	7TVCB	94	8850	700	50	59	22	25	51760	60610		
21/10/2013	HME	ORN	7TVCB	73	10350	800	45	52	20	22.5	49998	60348		
21/10/2013	HME	ALG	7TVCA	133	7890	800	43	51	19.1	22	55304	63154		
21/10/2013	HME	AAE	7TVCA	81	9850	700	45	52	20	22.5	50399	60249		
22/10/2013	HME	ALG	7TVCB	7	8300	20	47	55	21	24.3	43861	52161		
22/10/2013	HME	BJA	7TVCB	67	8050	700	49	59	22	25.5	49607	57657		
22/10/2013	HME	ALG	7TVCA	151	8050	1100	53	61	23	25.5	56931	64981		
22/10/2013	HME	CZL	7TVCD	94	6450	800	48	55	21.8	23.8	52078	58528		
23/10/2013	HME	CZL	7TVCA	67	6850	500	45.5	53	20.2	23	49177	56027		
23/10/2013	HME	ALG	7TVCA	37	7200	150	45	53	20	23	46405	53605		
23/10/2013	HME	ORN	7TVCD	53	9850	550	45	51	20	22.5	48407	58257		
23/10/2013	HME	ALG	7TVCB	106	8350	650	45	53	20	23	52744	61094		
24/10/2013	HME	CZL	7TVCB	91	7850	800	49	57	22	24.5	51412	59262		

24/10/2013	HME	ALG	7TVCA	110	7850	800	46	54	20.5	23.1	53262	61112		
28/10/2013	HME	ORN	7TVCC	102	11150	1000	45	55	21.2	23.5	51618	62768		
28/10/2013	HME	AAE	7TVCA	75	9850	800	46	53	20.5	23	50238	60088		
28/10/2013	HME	ALG	7TVCA	137	7850	700	50	57	22	24.2	55382	63232		
29/10/2013	HME	CZL	7TVCD	101	9850	700	46	53	20.5	23	52344	62194		
29/10/2013	HME	ALG	7TVCB	102	7050	600	52	58	23	25	52335	59385		
29/10/2013	HME	BJA	7TVCB	88	6950	1000	46	55	20.5	24	51707	58657		
02/11/2013	HME	ALG	7TVCA	153	7850	1000	45	53	22.9	19.9	55921	63771		
10/11/2013	HME	ALG	7TVCC	148	8350	1400	51	59	22.3	25.2	57025	65375		
11/11/2013	HME	ORN	7TVCD	89	8850	1000	44	52	19.3	22.6	51710	60560		
11/11/2013	HME	ALG	7TVCB	136	7850	1300	45	54	20.2	23	55816	63666		
11/11/2013	HME	ALG	7TVCD	80	8850	600	52	60	23.2	25.6	50725	59575		
13/11/2013	HME	CZL	7TVCA	102	7650	600	45	54	20	23.2	52243	59893		
13/11/2013	HME	ALG	7TVCA	69	7550	400	39	49	17.4	21.4	49173	56723		
13/11/2013	HME	ALG	7TVCC	99	7850	700	44	53	19.6	22.8	52258	60108		
13/11/2013	HME	ORN	7TVCB	72	10850	800	35	42	15.2	19	49842	60692		
14/11/2013	HME	ALG	7TVCC	131	8250	1000	49	58	22	24.6	55171	63421		
14/11/2013	HME	CZL	7TVCC	90	8850	800	45	53	21.9	23	51429	60279		
18/11/2013	HME	ORN	7TVCD	119	10850	1100	49	54	21.7	23	54328	65178		
19/11/2013	HME	CZL	7TVCD	134	8850	1400	52	61	22.8	25	56012	64862		
19/11/2013	HME	ALG	7TVCA	94	7850	900	42	50	18.9	21.9	51969	59819		
19/11/2013	HME	BJA	7TVCA	109	8150	1100	42	50	18.8	21.3	53380	61530		
19/11/2013	HME	ALG	7TVCC	58	7850	550	46	55	20.5	24	48713	56563		
21/11/2013	HME	CZL	7TVCC	99	7850	1000	48	57	24.3	21.7	52434	60284		
21/11/2013	HME	ALG	7TVCB	69	8350	600	45	55	20.3	24	49488	57838		
21/11/2013	HME	ALG	7TVCB	88	8350	800	35	44	15.9	19.6	51431	59781		
23/11/2013	HME	ALG	7TVCD	101	7850	600	48	56	21.2	24.2	52414	60264		
23/11/2013	HME	ALG	7TVCC	144	8850	1100	51	60	22.7	25	56242	65092		

25/11/2013	HME	ALG	7TVCC	80	6850	600	52	58	23.1	25.5	50611	57461		
25/11/2013	HME	ALG	7TVCD	153	8850	1300	51	60	22.9	25.5	57557	66407		
25/11/2013	HME	ORN	7TVCC	127	7850	1400	45	53	20	23	55235	63085		
27/11/2013	HME	CZL	7TVCB	61	7850	500	42	50	18.8	22	48690	56540		
27/11/2013	HME	ALG	7TVCB	34	8450	200	43	52	19	22.7	46220	54670		
28/11/2013	HME	ALG	7TVCD	88	8350	600	47	56	24.1	21	51299	59649		
29/11/2013	HME	ALG	7TVCB	83	7850	700	46	51	20.6	23.8	50808	58658		
10/12/2013	HME	ALG	7TVCC	118	7850	1000	58	66	25.3	27.3	54203	62053		
11/12/2013	HME	ALG	7TVCC	144	8350	1100	35	44	15.8	19.6	55067	63417		
11/12/2013	HME	BJA	7TVCC	91	8350	800	50	59	22.3	25.2	51721	60071		
11/12/2013	HME	ORN	7TVCD	83	8350	800	35	48	15.5	19	51138	59488		
01/03/2014	HME	ALG	7TVCA	141	8850	800	50	59	24.8	22	55656	64506		
03/03/2014	HME	ORN	7TVCB	123	9350	1300	35	41	19.3	15.9	54696	64046		
03/03/2014	HME	ALG	7TVCC	135	7850	900	48	54	23.8	21.2	55578	63428		
03/03/2014	HME	ALG	7TVCC	135	7850	900	48	54	23.8	21.2	55578	63428		
05/03/2014	HME	ORN	7TVCD	93	9850	900	40	47	20.8	18	51942	61792		
05/03/2014	HME	ALG	7TVCC	150	6850	1200	55	63	26	24	57089	63939		
05/03/2014	HME	ALG	7TVCC	116	6850	800	43	49	21.4	18.8	53882	60732		
05/03/2014	HME	ALG	7TVCA	62	7850	300	40	50	21.8	17.7	48803	56653		
05/03/2014	HME	CZL	7TVCA	95	7850	800	37	45	19.8	18.3	51869	59719		
11/03/2014	HME	ALG	7TVCC	116	8000	800	45	50	22	19.9	53882	61732		
11/03/2014	HME	CZL	7TVCB	137	9850	1110	43	47	20.6	19	55672	65522		
11/03/2014	HME	BJA	7TVCA	104	7850	1000	41	50	21.6	18.1	52966	60816		
11/03/2014	HME	ALG	7TVCA	116	7050	900	54	60	25.8	24	53776	60826		
29/10/2013	HME	ORN	7TVCC	95	6850	800	51	56	22.7	24	50853	57703		
22/10/2013	HME	ALG	7TVCA	98	7850	600	51	59	22.8	25	52089	59939		
19/10/2013	HME	ALG	7TVCA	155	7850	1000	48	57	21	24	55495	63345		
07/10/2013	HME	ORN	7TVCA	152	9850	1400	46	53	20.7	22.8	57266	67116		

01/10/2013	HME	ALG	7TVCC	105	7850	800	55	64	24	26.6	52862	60712		
01/10/2013	HME	ALG	7TVCC	147	6850	1000	56	63	24	26	56417	63267		
04/10/2013	HME	ALG	7TVCC	121	7850	1000	44	54	19.8	23	54455	62305		
03/10/2013	HME	ALG	7TVCA	108	7850	800	40	48	17.8	21	53094	60944		
08/10/2013	HME	BJA	7TVCA	118	7850	900	47	51	21.2	24	53972	61822		
08/10/2013	HME	ALG	7TVCD	80	8050	700	47	52	21	24	50398	58448		
07/10/2013	HME	ALG	7TVCC	145	9850	1100	52	64	24.5	26	56571	66321		
02/10/2013	HME	ORN	7TVCB	79	10850	600	44	48	19.9	21.2	50328	61178		
03/10/2013	HME	ALG	7TVCD	140	7850	1300	52	60	23	25.2	55802	63652		
16/10/2013	HME	ALG	7TVCD	18	7850	150	43	55	19	24	45067	52917		
02/10/2013	HME	CZL	7TVCD	82	7850	600	40	48	17.6	21.2	50648	58498		
02/10/2013	HME	ALG	7TVCD	23	7950	70	41	50	18.3	22	45358	53308		
10/10/2013	HME	CZL	7TVCA	125	7850	1400	51	58	22.3	24.4	54900	62750		
10/10/2013	HME	ALG	7TVCA	157	7850	1200	57	61	24.5	25.6	56839	64689		
10/10/2013	HME	ALG	7TVCD	143	7850	1200	53	62	23.3	25.8	56127	63977		
08/10/2013	HME	CZL	7TVCC	135	9850	1100	45	51	20	22.2	55806	65656		
03/10/2013	HME	CZL	7TVCB	76	9850	800	41	48	18.2	21	50250	60100		
05/10/2013	HME	ALG	7TVCA	134	7850	1000	56	65	24.7	26.8	55354	63204	26	27.7
09/10/2013	HME	ALG	7TVCB	127	7850	800	40	48	18.2	21.2	54707	62557	15.2	15.9
09/10/2013	HME	ALG	7TVCB	147	6850	1000	53	60	23.2	25.2	56587	63437	21.0472	23.1448
20/11/2013	HME	ORN	7TVCA	82	10850	1000	38	44	16.9	19.8	50986	61836		
13/11/2013	HME	ALG	7TVCC	151	7850	1000	59	68	25.8	27.7	56926	64776		
17/11/2013	HME	ALG	7TVCD	152	7850	1100	52	60	23	25	57149	64999		
12/11/2013	HME	ALG	7TVCB	104	7850	600	46	55	20.3	23.4	52477	60327		
01/10/2013	HME	ORN	7TVCD	93	7850	900	44	52	19.4	22.5	51846	59696		
15/10/2013	HME	ALG	7TVCC	21	8850	250	44	55	19.2	24	45305	54155		
13/10/2013	HRM	ALG	7TVCD	49	7900	450	38	45	16.7	20	47518	55418	18.7	21.5

06/10/2013	HRM	ALG	7TVCC	33	7200	200	42	48	18.7	21.5	46139	53339	16.7	20
													17.7	20.75
11/07/2013	IAM	ALG	7TVCC	86	9300	800	50	56	22.2	24	51178	60478		
11/08/2013	IAM	ALG	7TVCA	135	10800	1500	46	51	20.4	22	55958	66758		
10/09/2013	IAM	ALG	7TVCC	112	8300	1300	48	56	21.5	23.9	53924	62224		
10/09/2013	IAM	BSK	7TVCC	155	8300	1800	49	57	21.8	24.2	57938	66238		
11/09/2013	IAM	ALG	7TVCB	114	10800	1200	46	50	20.4	22	54015	64815		
10/10/2013	IAM	ALG	7TVCB	155	8800	1800	48	53	21.2	22.8	57984	66784		
14/10/2013	IAM	CZL	7TVCA	149	8800	1500	50	57	22.2	24	57124	65924		
15/10/2013	IAM	ORN	7TVCA	46	11800	500	31	33	13.7	15.6	47511	59311		
17/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	53	8800	500	41	49	18	21.4	47903	56703		
18/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	90	10800	1200	39	45	17.5	19.9	51907	62707		
19/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	140	8800	1100	57	64	25	26.8	55674	64474		
20/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	88	9800	1000	48	52	21.3	23	51490	61290		
21/10/2013	IAM	CZL	7TVCC	113	10200	1300	54	60	23.8	25.2	53910	64110		
22/10/2013	IAM	ORN	7TVCC	95	9800	1200	45	52	20	22.5	52298	62048		
23/10/2013	IAM	BSK	7TVCC	125	9800	1400	55	63	24.2	25.8	55266	65066		
23/10/2013	IAM	ALG	7TVCC	94	9800	900	52	60	23	25.2	51940	61740		
28/10/2013	IAM	CZL	7TVCB	129	8800	1500	54	62	23.4	25.9	55412	64212		
02/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	140	10800	1400	48	53	22.8	21.6	56108	66908		
11/11/2013	IAM	CZL	7TVCC	130	9800	1300	54	61	24	25.8	55446	65246		
15/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	139	11300	1400	52	58	24.2	23	56233	67533		
18/11/2013	IAM	CZL	7TVCC	139	10000	1800	45	51	20	22	56624	66624		
21/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	65	9800	700	47	53	21	23	49382	59182		
23/11/2013	IAM	ALG	7TVCD	99	8800	1100	52	60	23	25.5	52772	61572		
25/11/2013	IAM	CZL	7TVCB	131	10300	1400	49	53	20.8	23	55568	65868		

28/11/2013	IAM	ALG	7TVCB	86	9800	800	47	53	23	21.3	51235	61035		
29/11/2013	IAM	ALG	7TVCA	147	10800	1600	54	59	23.4	24.5	57142	67942		
10/12/2013	IAM	ALG	7TVCA	155	8800	1600	54	61	23.8	25.5	57862	66662		
11/12/2013	IAM	ORN	7TVCD	107	9800	1300	46	53	20.2	22.8	53618	63418		
01/03/2014	IAM	ALG	7TVCA	136	11000	1600	55	60	25	24	56319	67119		
05/03/2014	IAM	ALG	7TVCB	92	9800	1200	42	48	21.2	18.3	52090	61890		
05/03/2014	IAM	BSK	7TVCB	111	10800	1500	49	54	23	21.9	54038	64838		
15/03/2014	IAM	ALG	7TVCC	124	9800	1300	53	61	25.5	23.5	54587	64387		
29/10/2013	IAM	ORN	7TVCC	104	9300	1500	43	50	19.3	21.8	53280	62580	25.5	26.8
03/10/2013	IAM	ALG	7TVCD	80	8800	1000	47	55	20.8	23.5	50854	59654	13.7	15.6
05/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	121	9800	1400	50	56	21.9	23.7	54861	64661	21.597674	23.07907
07/10/2013	IAM	CZL	7TVCB	140	8800	2000	46	54	20.5	23	56924	65724		
02/10/2013	IAM	ALG	7TVCA	113	7800	1300	47	56	20.8	24	53890	61690		
02/10/2013	IAM	BSK	7TVCA	107	7800	1400	49	58	21.9	24.6	53437	61237		
16/10/2013	IAM	BSK	7TVCB	36	14800	400	43	45	19.4	19	46549	61349		
16/10/2013	IAM	ALG	7TVCB	25	8800	300	40	48	17.4	21.2	45564	54364		
10/10/2013	IAM	ALG	7TVCD	153	9800	1800	53	58	23	24.6	57610	67410		
01/10/2013	IAM	ORN	7TVCD	99	9800	1200	48	54	21	23.3	52503	62303		
13/10/2013	IAM	ALG	7TVCC	155	9800	1600	51	57	22.2	23.8	57846	67646		
11/04/2013	ORN	IAM	7TVCD	99	10150	520	46	51	20.5	22.5	52019	62169		
11/07/2013	ORN	IAM	7TVCA	121	9800	900	42	48	19	21.7	54064	63864		
11/08/2013	ORN	ALG	7TVCA	106	5850	1030	43	48	19.3	21	52983	58833		
10/09/2013	ORN	HME	7TVCA	79	9050	450	48	55	21.5	23.7	50259	59309		
10/09/2013	ORN	ALG	7TVCA	19	6650	100	50	55	22.5	24.5	44918	51568		
08/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	48	6850	100	50	55	22.5	24.3	47181	54031		
08/10/2013	ORN	HME	7TVCA	91	11850	410	48	52	21.5	22.5	51201	63051		
10/10/2013	ORN	IAM	7TVCB	102	9800	910	40	47	17.9	20.9	52593	62393		

11/10/2013	ORN	HME	7TVCD	117	8650	600	43	50	19	21.7	53758	62408		
13/10/2013	ORN	HME	7TVCD	85	7850	670	45	54	20	23.5	50503	58353		
14/10/2013	ORN	ALG	7TVCD	16	6100	200	50	54	22.5	24.3	44482	50582		
14/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	29	9600	410	40	47	17.4	20.8	45895	55495		
15/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	15	6800	80	42	50	19	22	44235	51035		
15/10/2013	ORN	HME	7TVCA	3	11800	30	46	50	20.3	22.1	43429	55229		
16/10/2013	ORN	HME	7TVCA	58	9800	250	50	54	22.2	23.8	48344	58144		
16/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	10	6100	50	40	47	17.5	21	44037	50137		
17/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	103	9650	470	41	48	18.5	21	52269	61919		
18/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	66	5800	950	44	48	19.6	21.7	49592	55392		
20/10/2013	ORN	HME	7TVCB	155	8200	1190	53	61	23.7	25.8	57276	65476		
21/10/2013	ORN	ALG	7TVCB	20	6850	100	48	55	21.5	24.5	44944	51794		
22/10/2013	ORN	ALG	7TVCC	25	11800	150	44	51	19.3	21	45368	57168		
22/10/2013	ORN	HME	7TVCC	104	7800	500	47	55	21	23.9	52256	60056		
23/10/2013	ORN	HME	7TVCD	155	8350	800	57	63	25	26.5	57225	65575		
23/10/2013	ORN	ALG	7TVCD	40	6450	120	46.5	53	21	23.5	46885	53335		
24/10/2013	ORN	IAM	7TVCB	129	10600	850	45	48	19.6	21.7	54833	65433		
27/10/2013	ORN	HME	7TVCC	154	9050	1100	54	62	23.5	25.5	57203	66253		
28/10/2013	ORN	ALG	7TVCC	16	7300	200	39	48	16.9	21.7	44711	52011		
10/11/2013	ORN	ALG	7TVCB	109	6850	1020	47	54	21	23.5	53340	60190		
11/11/2013	ORN	IAM	7TVCD	97	9800	850	38	43	17.2	19.7	52328	62128		
13/11/2013	ORN	ALG	7TVCB	27	7100	80	50	56	22.2	24.8	45587	52687		
13/11/2013	ORN	HME	7TVCB	73	9000	480	45	51	20	22.7	49851	58851		
18/11/2013	ORN	ALG	7TVCD	35	6750	80	45	49	20	22	46350	53100		
21/11/2013	ORN	IAM	7TVCB	104	10300	750	43	47	19.1	20.9	52552	62852		
24/11/2013	ORN	HME	7TVCC	121	7850	900	49	57	21.8	24.3	54133	61983		
25/11/2013	ORN	ALG	7TVCC	21	6300	25	48	53	21.9	23.7	45005	51305		
29/11/2013	ORN	ALG	7TVCA	130	6800	1050	60	68	25.9	28	55164	61964		

11/12/2013	ORN	ALG	7TVCD	18	6850	100	47	55	21	24	44942	51792		
11/12/2013	ORN	HME	7TVCD	87	11850	400	43	46	19.2	20.3	51038	62888		
02/03/2014	ORN	HME	7TVCB	143	9150	1100	51	58	24.5	22.5	56225	65375		
03/03/2014	ORN	ALG	7TVCB	22	5200	50	48	51	22.9	21.3	45060	50260		
05/03/2014	ORN	HME	7TVCD	94	7900	600	45	52	22.9	19.3	51628	59528		
05/03/2014	ORN	ALG	7TVCD	16	5700	100	45	50	22.8	20	44821	50521		
28/10/2013	ORN	IAM	7TVCC	116	9000	575	45	51	20.2	22.7	53486	62486		
29/10/2013	ORN	HME	7TVCC	109	10850	600	50	54	22	23.5	52923	63773		
29/10/2013	ORN	ALG	7TVCC	43	5850	300	46	49	20.5	21.5	47030	52880	25.9	28
21/10/2013	ORN	IAM	7TVCC	155	9850	650	59	64	25.5	26.5	56788	66638	16.9	19.3
06/10/2013	ORN	HME	7TVCA	114	9300	850	40	45	17.8	20.4	53377	62677	20.7875	22.7
07/10/2013	ORN	ALG	7TVCA	23	6050	60	43	46	19	20.5	45090	51140		
02/10/2013	ORN	HME	7TVCB	76	8800	650	47	53	21.2	23.4	50175	58975		
02/10/2013	ORN	ALG	7TVCB	20	7300	80	42	48	18.8	21.6	44999	52499		
07/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	82	9650	450	54	61	24	26	50093	59743		
03/10/2013	ORN	IAM	7TVCA	86	10050	850	41	48	18.5	21	51123	61173		
20/11/2013	ORN	HME	7TVCA	109	9850	500	41	48	18.1	21	52677	62527		
01/10/2013	ORN	ALG	7TVCD	47	9850	400	48	55	21	23.5	47482	57332		
01/10/2013	ORN	HME	7TVCD	73	13350	315	48	51	21	22	49532	62882		
28/11/2013	ORN	IAM	7TVCA	123	10350	1070	50	55	21.9	23.5	54547	64897		
10/09/2013	TMR	ALG	7TVCC	135	10300	1100	60	65	26.5	27	55362	65662		
11/09/2013	TMR	ALG	7TVCA	29	8300	426	42	50	18.5	22	45755	54055		
21/10/2013	TMR	ALG	7TVCB	46	9800	390	47	51	20.7	22.5	47444	57244		
11/11/2013	TMR	ALG	7TVCC	18	10300	346	46	50	22.1	20.5	44953	55253	27	27.5
13/11/2013	TMR	ALG	7TVCA	43	10300	200	50	55	24.5	22.5	46785	57085	17.7	20.5
18/11/2013	TMR	ALG	7TVCD	65	13300	820	45	46	20	20.5	49685	62985	21.383333	22.425
23/11/2013	TMR	ALG	7TVCA	39	11800	380	45	48	20.4	21.2	46735	58535		

Tableau 3.3 : tableau des nouvelles limites obtenues.

	Max	Min	Moyenne
TOW	24,2607143	17,7642857	21,0340495
ZFW	25,4928571	19,45	22,5541942

III.5 : Analyse des performances au décollage :

En se référant au Runway Analysis Manual (RAM) du B737-800 du Tassili Airlines du réseau domestique, on a analysé pour chaque aéroport en sa température et altitude de référence, les performances au décollage. C'est-à-dire la masse et les vitesses associées au décollage, la masse à la montée accélérée et la nature de la limitation.

Et voici le tableau qui résume ces travaux (on prend comme exemple DERATE 02 (24K) "FLAPS 05") :

Tableau 3.4 : Analyse des performances au décollage.

Nom	n° piste	Température de référence	Altitude de référence (ft)	Flaps	Vent	DRY					WET					limitation	
						V1	VR	V2	Mops	Improved climb	V1	V2	VR	Mops	Improved climb	DRY	WET
DAUA	04	40°	908	05°	-10	140	141	145	66700	68000	131	141	145	66400	67200	*	*
					0	141	141	145	66900	70400	134	141	145	66600	69700	*	*
					10	141	141	145	66900	71100	134	141	145	66700	70400	*	*
					20	141	141	146	67000	71400	135	141	145	68800	71100	*	*
	22				-10	140	141	145	66600	68000	131	141	145	66300	67200	*	*
					0	141	141	145	66800	70400	133	141	145	66600	69700	*	*
					10	141	141	145	66900	71100	143	141	145	66600	70400	*	*
					20	141	141	145	67000	71400	135	141	145	66700	71100	*	*
DAAG	05	30.6°	82	05°	-10	146	148	153	74100	76800	138	149	154	75100	77600	*	*
					0	147	148	143	74300	79000	141	149	154	75400	79000	*	*
					10	147	148	153	74400	79000	142	149	154	75500	79000	*	*
					20	148	148	153	74400	79000	142	149	154	75600	79000	*	*
	23				-10	146	148	152	73900	76600	137	147	152	73700	76700	*	*
					0	147	148	153	74100	79000	139	148	152	73900	78800	*	*
					10	147	148	153	74200	79000	140	148	152	74000	78900	*	*
					20	147	148	153	74300	7900	141	148	152	74000	79000	*	*
	09				-10	146	148	153	74100	76800	137	148	152	73700	76600	*	*
					0	147	148	153	74300	79000	140	148	142	74000	79000	*	*
					10	147	148	153	74400	79000	140	148	153	74100	79000	*	*
					20	148	148	153	74400	79000	141	148	153	74200	79000	*	*
	27				-10	146	148	152	73900	76600	137	147	152	73600	76700	*	*
					0	147	148	153	74100	79000	139	148	152	73900	78800	*	*

					10	147	148	153	74200	79000	140	148	152	74000	78900	*	*
					20	147	148	153	74300	79000	141	148	152	74000	79000	*	*
DABB	01	31°	16	05°	-10	146	148	153	74100	75000	137	148	152	73800	74000	*	*
					0	147	148	153	74300	77600	139	148	153	74000	76800	*	*
					10	147	148	153	74400	78500	140	148	153	74100	77700	*	*
					20	148	148	153	74500	79000	141	148	153	74200	78600	*	*
	19				-10	144	146	151	72600	/	135	145	151	71800	/	*	*
					0	147	148	153	74500	76000	140	148	153	74200	75500	*	*
					10	148	148	153	74500	77000	141	148	153	74300	76500	*	*
					20	148	148	153	74600	77900	141	148	153	74300	77500	*	*
	05				-10	136	138	145	65600	/	125	137	144	64500	/	F	F
					0	143	144	149	70400	/	134	143	149	69900	/	F	F
					10	145	146	151	71900	/	137	145	151	71700	/	F	F
					20	147	147	152	73600	/	140	147	152	73600	/	F	F
	23				-10	136	138	144	64700	/	125	137	144	64500	/	F	F
					0	142	143	148	69100	/	135	143	149	69900	/	F	F
10		144	144	149	70700	/	138	145	151	71700	/	F	F				
20		146	146	151	72300	/	140	147	152	73300	/	F	F				
DABT	05	34°	2697	05°	-10	139	140	144	65700	66300	131	140	144	65300	65400	*	*
					0	140	140	144	65900	68600	133	140	144	65500	67900	*	*
					10	140	140	144	65900	69400	134	140	144	65600	68700	*	*
					20	140	140	145	66000	70100	134	140	144	65700	69400	*	*
	23				-10	138	140	144	65100	66600	128	139	143	64800	65700	*	*
					0	139	140	144	65400	68900	131	139	144	65100	68200	*	*
					10	140	140	144	65500	69700	132	140	144	65200	68900	*	*
					20	140	140	144	65500	69900	132	140	144	65300	69600	*	*
06	-10	135	136	140	61800	65600	125	135	140	61600	64700	*	*				
	0	136	136	141	62300	66200	128	136	141	62100	65900	*	*				
	10	136	136	141	62500	66400	129	136	141	62200	66100	*	*				
	20	136	136	141	62500	66400	130	136	141	62400	66300	*	*				

DAOR	24	35°	2661	05°	-10	138	139	143	64300	67500	128	138	142	64000	66400	*	*
					0	139	139	143	64500	68800	131	139	143	64200	68400	*	*
					10	139	139	143	64600	68800	132	139	143	64300	68500	*	*
					20	139	139	143	64600	68900	132	139	143	64400	68600	*	*
	18				-10	138	139	143	64400	65500	129	138	143	64100	64700	*	*
					0	139	139	143	64600	67800	131	139	143	64300	67100	*	*
					10	139	139	143	64600	68500	132	139	143	64400	67800	*	*
					20	139	139	143	64700	69000	133	139	143	64400	68500	*	*
	36				-10	138	139	143	64300	65500	129	138	143	64000	64700	*	*
					0	139	139	143	64500	67800	131	139	143	64200	67100	*	*
					10	139	139	143	64600	68500	132	139	143	64300	67800	*	*
					20	139	139	143	64600	68900	132	139	143	64400	68500	*	*

Ensuite, on a choisi les QFU limitatifs pour notre avion le B737-800, dont sa masse maximale de structure au décollage dépasse les masses au décollage spécifiées à ces pistes.

On prend comme exemple, les QFU limitatifs pour la DERATE 02 (24K) "FLAPS 05") :

Tableau 3.5 : Liste des QFU limitatifs pour la 24K.

Nom	Température de référence	Altitude de référence (ft)	Flaps	n° piste	Vent	DRY		WET		limitation	
						Mops	Improved climb	Mops	Improved climb	DRY	WET
DAUA	40°	908	05°	04	0	66900	70400	66600	69700	*	*
				22	0	66800	70400	66600	69700	*	*
DAAG	30.6°	82	05°	05	0	74300	79000	75400	79000	*	*
				23	0	74100	79000	73900	78800	*	*
				09	0	74300	79000	74000	79000	*	*
				27	0	74100	79000	73900	78800	*	*

DAOR	35°	2661	05°	24	0	64500	68800	64200	68400	*	*
				18	0	64600	67800	64300	67100	*	*
				36	0	64500	67800	64200	67100	*	*

Puis, on a créé un tableau de comparaison entre les performances au décollage (la masse au décollage) retirés de Runway Analysis Manual avec un Forward CG, et celles calculées en utilisant le BPS avec les nouvelles limites alternatives du CG (18%, 22%, 25%).

Tableau 3.6 : Comparaison entre les masses obtenues du RAM et celles calculés par le BPS avec les nouvelles limites.

Aéroport	Température de référence	Piste	TOW CG FWD%	TOW CG 18%	TOW CG 22%	TOW CG 25%
DAUA	40°	04	77200*	76900*	76400*	76600*
		22	77100*	76900*	76400*	76500*
DABB	31°	05	75800F	76800F	76700F	77400F
		23	75900F	76800F	76700F	77400F
DABT	34°	05	76400*	76200*	75700*	75800*
		23	75900*	75600*	75100*	75300*
DAOR	35°	06	72400*	73400*	73000*	73100*
		24	75000*	75300*	74800*	75000*
		18	75100*	75400*	74900*	75100*
		36	75000*	74000*	73600*	73700*
DAAE	28.6°	08	78500F	79200F	79100F	79800F
		26	78400F			
DATM	40°	08	76000*	75000*	74800*	75200*
		26	76100*	75800*	75300*	75500*
DABC	33.6°	14	71500F	72200F	71800F	72800F
		32	69800F	70500F	70100F	71100F
		16	77200*	77000*	76500*	76600*
		34	73400*	73500*	73300*	73500*
DAAJ	38°	02	65600*	65800*	65700*	65900*
		20	67100F	67900F	67600F	68400F
		13	72400*	72100*	71600*	71800*
		31	72300*	72000*	71500*	71700*
DAOI	34°	07	61500F	82000F	81600F	82000*
		25	61500F	79000*	78800*	79300*
DAOY	37°	04	64600*	69300*	68800*	69000*
		22	68600*	68900*	68400*	68600*
DAUE	37°	10	61100F	63100F	62900F	63600F
		28	61600F	59900*	59800*	60000*
		18	75900F	77900*	77300*	77500*
		36	75600F	78000*	77500*	77600*
DAUO	40°	02	66700F	67600F	67300F	68100F
		20	66900F	79000*	78500*	78600*
		12	74900*	75500*	75000*	75100*

DAUG	39°	30	69500*	70000*	69900*	70000*
		18	70500F	71700F	71200F	72300F
		36	69500F	70700F	70400F	71200F
DAFH	40°	08	72400*			
		26	72800*			
DAUH	41.8°	18	77000*	76800*	76300*	76400*
		36	77000*	76800*	76300*	76400*
DAAP	35°	09	77500*	78000*	77500*	77600*
		27	77300*	77800*	77300*	77400*
DAUZ	38°	05	76000*	75700*	75200*	75400*
		23	75900*	75700*	75200*	75300*
		14	67000F	67800F	67500F	68300F
		32	67200F	68000F	67400F	68500F
DAUI	45°	05	72900*	73300*	72800*	73000*
		23	73100*	73500*	73000*	73200*
DAAV	31.3°	17	75200*	75300*	75200*	75300*
		35	78000F	78500F	78300F	79100F
DAUL	37°	16L	74100*			
		34R	74100*			
DAUU	46°	02	73900*	73600*	73200*	73300*
		20	74400*	74100*	73600*	73800*
		18	74400*	74200*	73700*	73800*
		36	73800*	73600*	73100*	73300*
DAAS	33°	09	67800F	69600F	69000F	70100F
		27	67700F	68900F	68500F	69400F
DAAT	29°	02	72800*	73500*	73000*	73100*
		20	72600*	72700*	72200*	72400*
		08	73100*	73100*	72600*	72800*
		26	73000*	73000*	72500*	72700*
DABS	34°	11	68400*	68200*	67700*	67800*
		29	76000*	75800*	75300*	75400*
		12	69600F	70300F	69900F	70800F
		30	69900F	70600F	70300F	71200F
DAOB	34°	08	74300*	74100*	73600*	73700*
		26	75000*	74800*	74300*	74400*
DAUT	45°	06	72600*	73000*	72500*	72700*
		24	72700*	73100*	72600*	72700*
DAOF	35°	08L	78200*	78900*	78400*	78500*
		26R	78600*	78900*	78400*	78500*
		08R	78600*	78900*	78400*	78500*
		26L	78600*	78900*	78400*	78500*
DAON	34°	07	77700F	78200F	77800F	78800F
		25	76800*	76600*	76100*	76200*
DAUK	41°	01	77300*	77900*	77400*	77500*
		19	77700*	78200*	77700*	77800*

Etat de piste : sèche.

* : limitation obstacle,

F : field lenght.

Conclusion :

L'utilisation de BPS, facilite grandement la vie des ingénieurs, car les outputs (résultats obtenus) sont plus précis, et dans un très bref délai.

Le déplacement du centre de gravité après la limite avant va :

- ✓ Autorisez le chargement aux vitesses au décollage basses, qui résulte sur une distance plus courte,
- ✓ Diminuer la traînée à un poids et une vitesse donnée,
- ✓ Améliorer la performance de la montée à cette vitesse,
- ✓ augmenter la masse au décollage.

Chapitre IV : Création, analyse et validation des résultats.

Introduction :

Ce chapitre sera entièrement dédié à une création, analyse et validation des résultats. En premier lieu, il y aura une création d'une loadsheet avec les nouvelles limites. Il y aura aussi un traçage d'une enveloppe opérationnelle avec ces limites, ainsi la comparaison entre les masses de BPS et du RAM.

IV.1. Création des nouvelles limites de la loadsheet :

Afin de tracer les nouvelles limites avant de centrage, nous avons retracé l'enveloppe de masse et centrage existant en se référant aux manuels Boeing :

- ❖ Loading schedule substantiation for index type system et;
- ❖ Le Manuel Masse et centrage (Weight and balance Manual for the B737-800) de Tassili Airlines.

IV.1.1. Description de la loadsheet de Tassili Airlines:

1- Partie Chargement (loadsheets) :

Cette partie est détaillée dans le chapitre 2 de la thèse.

2- Partie Centrage (Trimsheet) :

Les calculs des limites ainsi que les variations des index ont été basées sur les hypothèses suivantes :

- Les poids Passagers (Adulte : 84 Kg, Enfant : 35 Kg, Bébé : 00 Kg), conformément à réglementation en vigueur DACM (Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie) ;
- Les règles d'ajustement sont basées sur les Normes FAA 25 de certification ;
- La présentation de la loadsheet est conforme aux recommandations IATA (AHM 516) ;

Les notations suivantes sont utilisées dans le tableau des limites ainsi que dans le traçage des graphes:

- ❖ $T(n)$ = Taxi/Takeoff Limit
- ❖ $F(n)$ = Flight Limit
- ❖ $L(n)$ = Landing Limit
- ❖ $Z(n)$ = Zero Fuel Limit
- ❖ (n) = valeur numérique pour chaque point en ordre croissant.

Tableau 4.1: Structural Weight and Center of Gravity Limits.

POINTS				WEIGHT LB	% MAC	BALANCE ARM IN.	MOMENT LB- IN. 1000	INDEX
TAXI/ TAKEOFF	FLIGHT	LANDING	ZERO FUEL					
FORWARD STRUCTURAL LIMITS								
	F 1			80000	5.0	634.9	50792	21.6
T 1		L 1	Z 1	80000	6.0	636.4	50912	23.1
			Z 2	138300	6.0	636.4	88014	7.1
	F 2			138500	5.0	634.9	87934	4.5
T 2	F 3	L 2		143425	6.0	636.4	91276	5.7
T 3	F 4	L 2		144000	6.1	636.6	91670	5.9
		L 4		146300	14.1	649.1	94963	28.2
T 4	F 5			173000	12.0	645.8	111723	18.0
T 5	F 6			174700	16.8	653.3	114132	34.1
AFT STRUCTURAL LIMITS								
T 6	F 7			174700	25.5	666.8	116490	63.6
T 7	F 8			173000	31.0	675.4	116844	82.0
T8[a]				156760	35.7	682.7	107020	92.8
	F 9			156000	36.0	683.2	106579	93.6
		L 5		146300	36.0	683.2	99952	90.5
			Z 3	138300	36.0	683.2	94487	88.0
	F 11	L 6	Z 4	105000	36.0	683.2	71736	77.7
	F 11	L 7	Z 5	80000	32.3	677.4	54192	64.1
T9[a]				80000	26.1	667.8	53424	54.5
AFT TAXI/TAKEOFF LIMIT WITH ENGINE THRUST RATING LESS THAN OR EQUAL TO 24,000 LB								
T 11				158225	35.3	682.1	107925	92.1
T 11				80000	24.9	665.9	53272	52.6
AFT TAXI/TAKEOFF LIMIT WITH ENGINE THRUST RATING LESS THAN OR EQUAL TO 26,000 LB								
T 11				160470	34.6	681.0	109280	90.5
T 11				80000	23.3	663.4	53072	50.1
AFT TAXI/TAKEOFF LIMIT WITH ENGINE THRUST RATING LESS THAN OR EQUAL TO 27,000 LB								
T 11				161450	34.3	680.5	109867	89.8
T 11				80000	22.5	662.2	52976	48.9

[a] Aft Taxi/Takeoff limit with engine thrust rating less than or equal to 22,000 LB.

En se basant sur le tableau ci-dessus pour le traçage de l'enveloppe:

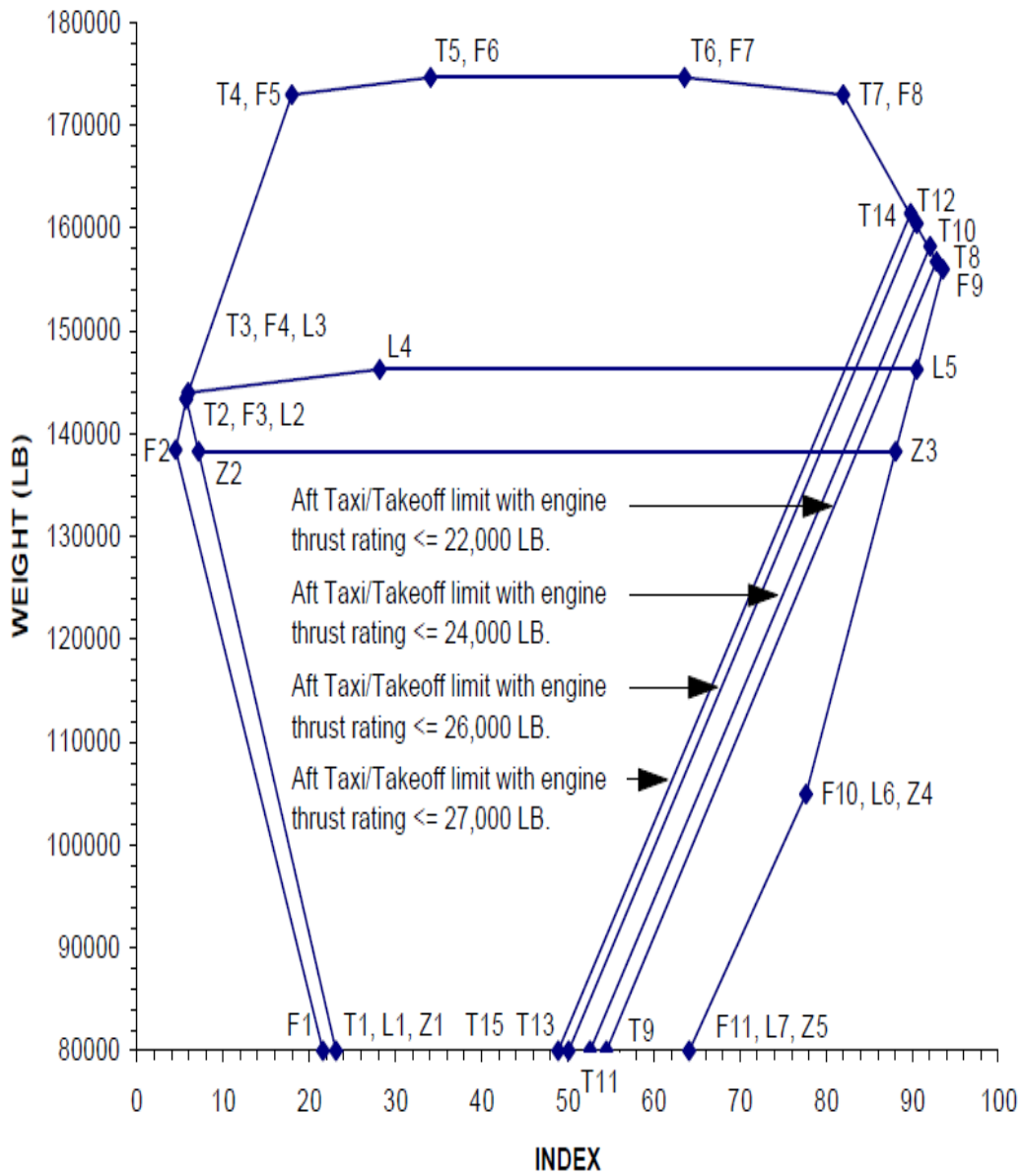


Figure 4.1 : Le traçage de l'enveloppe opérationnelle.

Les nouvelles limites MAC % avant (18%, 22 % et 25%) ont été insérées dans l'enveloppe finale :

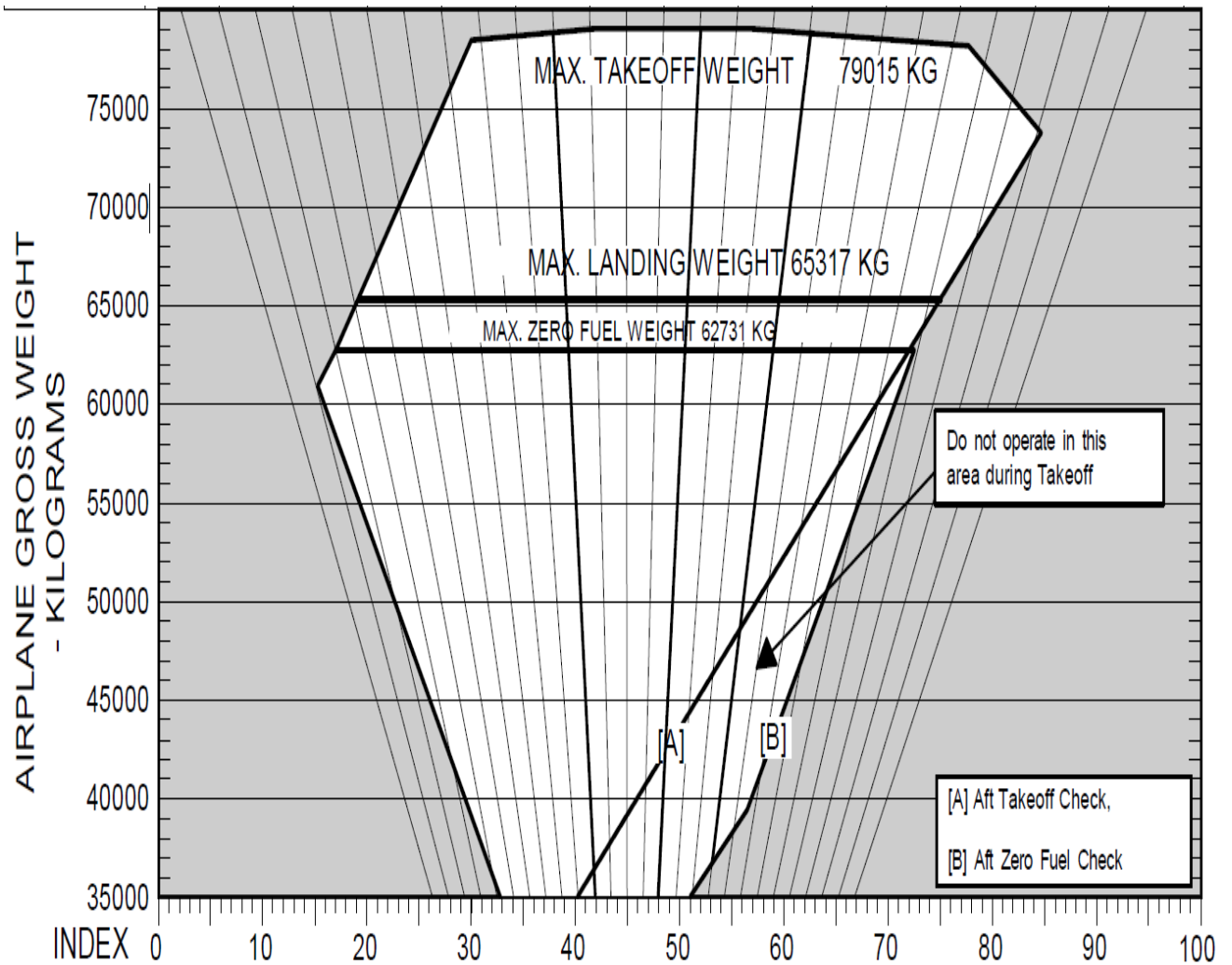


Figure 4.2 : l'enveloppe opérationnelle finale avec les nouvelles limites.

IV.2. comparaison entre les masses calculées par le BPS et celles du RAM :

Dans cette partie, on compare les masses calculées par le BPS et celles obtenues de la RAM. Aussi on a calculé le gain pour chaque aéroport.

Tableau 4.2 : Comparaison des masses et gain de masse.

Aéroport	Température de référence	Piste	TOW CG FWD%	TOW CG 18%	Δ TOW	TOW CG 22%	Δ TOW	TOW CG 25%	Δ TOW
DAUA	40°	4	77200	76900	-300	76400	-800	76600	-600
		22	77100	76900	-200	76400	-700	76500	-600
DABB	31°	5	75800	76800	1000	76700	900	77400	1600
		23	75900	76800	900	76700	800	77400	1500
DABT	34°	5	76400	76200	-200	75700	-700	75800	-600
		23	75900	75600	-300	75100	-800	75300	-600
DAOR	35°	6	72400	73400	1000	73000	600	73100	700
		24	75000	75300	300	74800	-200	75000	0
		18	75100	75400	300	74900	-200	75100	0
		36	75000	74000	-1000	73600	-1400	73700	-1300
DAAE	28.6°	8	78500	79200	700	79100	600	79800	1300
		26	78400						
DATM	40°	8	76000	75000	-1000	74800	-1200	75200	-800
		26	76100	75800	-300	75300	-800	75500	-600
DABC	33.6°	14	71500	72200	700	71800	300	72800	1300
		32	69800	70500	700	70100	300	71100	1300
		16	77200	77000	-200	76500	-700	76600	-600
		34	73400	73500	100	73300	-100	73500	100
DAAJ	38°	2	65600	65800	200	65700	100	65900	300
		20	67100	67900	800	67600	500	68400	1300
		13	72400	72100	-300	71600	-800	71800	-600
		31	72300	72000	-300	71500	-800	71700	-600

DAOI	34°	7	61500	82000	20500	81600	20100	82000	20500
		25	61500	79000	17500	78800	17300	79300	17800
DAOY	37°	4	64600	69300	4700	68800	4200	69000	4400
		22	68600	68900	300	68400	-200	68600	0
DAUE	37°	10	61100	63100	2000	62900	1800	63600	2500
		28	61600	59900	-1700	59800	-1800	60000	-1600
		18	75900	77900	2000	77300	1400	77500	1600
		36	75600	78000	2400	77500	1900	77600	2000
DAUO	40°	2	66700	67600	900	67300	600	68100	1400
		20	66900	79000	12100	78500	11600	78600	11700
DAUG	39°	12	74900	75500	600	75000	100	75100	200
		30	69500	70000	500	69900	400	70000	500
		18	70500	71700	1200	71200	700	72300	1800
		36	69500	70700	1200	70400	900	71200	1700
DAUH	41.8°	18	77000	76800	-200	76300	-700	76400	-600
		36	77000	76800	-200	76300	-700	76400	-600
DAAP	35°	9	77500	78000	500	77500	0	77600	100
		27	77300	77800	500	77300	0	77400	100
DAUZ	38°	5	76000	75700	-300	75200	-800	75400	-600
		23	75900	75700	-200	75200	-700	75300	-600
		14	67000	67800	800	67500	500	68300	1300
		32	67200	68000	800	67400	200	68500	1300
		5	72900	73300	400	72800	-100	73000	100

DAUI	45°	23	73100	73500	400	73000	-100	73200	100
DAAV	31.3°	17	75200	75300	100	75200	0	75300	100
		35	78000	78500	500	78300	300	79100	1100
DAUU	46°	2	73900	73600	-300	73200	-700	73300	-600
		20	74400	74100	-300	73600	-800	73800	-600
		18	74400	74200	-200	73700	-700	73800	-600
		36	73800	73600	-200	73100	-700	73300	-500
DAAS	33°	9	67800	69600	1800	69000	1200	70100	2300
		27	67700	68900	1200	68500	800	69400	1700
DAAT	29°	2	72800	73500	700	73000	200	73100	300
		20	72600	72700	100	72200	-400	72400	-200
		8	73100	73100	0	72600	-500	72800	-300
		26	73000	73000	0	72500	-500	72700	-300
DABS	34°	11	68400	68200	-200	67700	-700	67800	-600
		29	76000	75800	-200	75300	-700	75400	-600
		12	69600	70300	700	69900	300	70800	1200
		30	69900	70600	700	70300	400	71200	1300
DAOB	34°	8	74300	74100	-200	73600	-700	73700	-600
		26	75000	74800	-200	74300	-700	74400	-600
DAUT	45°	6	72600	73000	400	72500	-100	72700	100
		24	72700	73100	400	72600	-100	72700	0
DAOF	35°	08L	78200	78900	700	78400	200	78500	300
		26R	78600	78900	300	78400	-200	78500	-100
		08R	78600	78900	300	78400	-200	78500	-100
		26L	78600	78900	300	78400	-200	78500	-100
DAON	34°	7	77700	78200	500	77800	100	78800	1100
		25	76800	76600	-200	76100	-700	76200	-600

DAUK	41°	1	77300	77900	600	77400	100	77500	200
		19	77700	78200	500	77700	0	77800	100

État de piste : sèche.

On observe que dans la majorité des cas, il y avait une amélioration dans les performances au décollage i.e. la masse au décollage.

Et voici les histogrammes qui résument le gain de masse avec les nouvelles limites du centre de gravité (18%, 22%, 25%).

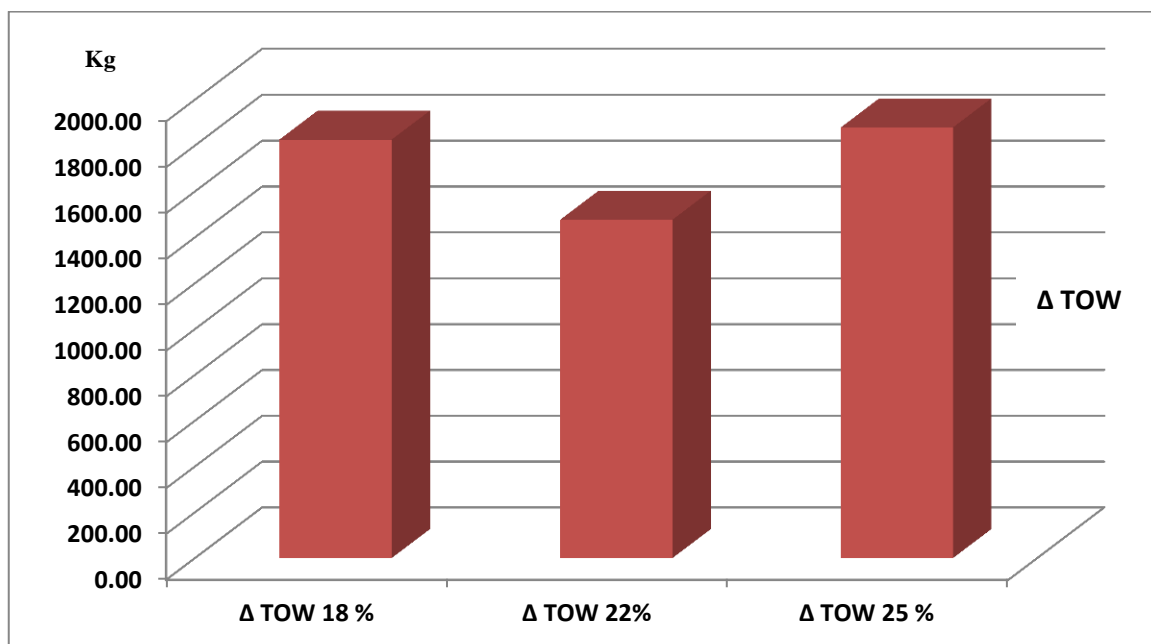


Figure 4.3 : Gain de masse pour chaque nouvelle limite du centrage.

Mais dans certains cas, il y avait une dégradation dans la masse au décollage. On prend comme exemple l'aéroport d'Adrar DAUA.

Tableau 4.3 : Exemple de perte.

Aéroport	Température de référence	Piste	TOW CG FWD%	TOW CG 18%	Δ TOW	TOW CG 22%	Δ TOW	TOW CG 25%	Δ TOW
DAUA	40°	4	77200	76900	-300	76400	-800	76600	-600
		22	77100	76900	-200	76400	-700	76500	-600

C'est important à noter, que l'usage d'une limite avant alternative du centre de gravité ne fournit pas toujours l'amélioration des performances au décollage, et peut causer même une dégradation de la masse au décollage MTOW.

Aussi, le changement de la position du centre de gravité peut changer la limitation de la performance au décollage. Dans presque tous les cas nous avons analysé, il apparaît que le décollage était limité par l'obstacle " * ".

L'usage d'une limite avant alternative du centre de gravité peut causer une diminution dans V2, en causant par conséquent une limitation dû à performance de la montée.

Et pour augmenter réellement la performance au décollage, on a utilisé autres options de la performance qui peuvent bénéficier nos opérations. Comme exemple on a couru une analyse pour l'aéroport DAUA à un alternate CG de 18%. On a aussi couru une simple analyse " Optimum Flap" en utilisant le BPS.

Airport	Temperature	Runway	Flap	CG/MTOW-kg
DAUA	40	04	5	Fwd/ 77200
			5	18%/ 76900

DAUA	40	22	5	Fwd/ 77100
			5	18%/ 76900

OPTIMUM FLAP CALCULATION

Airport	Temperature	Runway	Flap	CG/MTOW-kg
DAUA	40	04	5	Fwd/ 77200
			1	18%/ 77497

DAUA	40	22	5	Fwd/ 77100
			1	18%/ 77627

On observe ici que par un simple changement dans les flaps. On peut bénéficier de l'Alternate Forward CG disponible et augmenter la MTOW.

Conclusion :

Dans ce chapitre, notre analyse a démontré les hypothèses théoriques ; un centrage plus arrière donnera des meilleures performances au décollage (sauf dans certains cas selon la nature de limitation).

Mais lors de l'exécution, il y a eu une certaine dégradation des performances au décollage dans quelque cas. Et pour augmenter la MTOW, on a employé autres options qui peuvent améliorer les performances tels que changement de flaps.

Le choix de la limite avant (18 %,22% ou 25 %) à utiliser lors de la préparation du vol réel (Jour-J) dépendra du chargement du jour. On prendra la valeur supérieure à notre valeur du MAC de jour.

Le cas où notre centrage est supérieur à nos valeurs prédéterminées (18 %,22% ou 25 %) on choisira le centrage plus avant choisit initialement par le constructeur (Most Forward CG).

Conclusion générale :

Notre travail, nous a permis d'approfondir les connaissances théoriques acquises durant notre cursus universitaire, notamment dans les opérations aériennes et plus particulièrement dans le domaine des performances avions.

En effet dans notre projet, nous avons étudié l'impact de différentes options (configurations, centrage...Etc.) Sur les performances au décollage.

Nous avons dédié cette étude à l'aspect impact de centrage arrière sur l'amélioration des performances au décollage, donc sur la masse maximale opérationnelle et la charge offerte.

Notre étude a démontré qu'on créant des nouvelles limites avant de centrage selon la nature de chargement de la compagnie et le réseau exploité par la compagnie aérienne, on remarque une nette amélioration en performances au décollage, et même si dans certains cas une dégradation des performances a été constaté une analyse minutieuse et approfondie sur les causes des dégradations et avec des changements mineurs comme de configuration volets nous permet de palier à ces dégradations et améliorer les performances.

Aussi, notre travail a été très bénéfique et de valeur pour la compagnie aérienne vu qu'il a été validé par le constructeur et lui a donné une idée claire et pourra être utilisé comme une aide à la prise de décision sur les avantages de cette solution avec les valeurs des limites avant, sans avoir recours au constructeur pour effectuer une telle étude estimée onéreuse.

Bibliographie :

- [1] : Manuel d'exploitation de Tassili Airlines partie : Généralités /Fondements « 24/04/2012 », Révision 05.
- [2] : Manuel d'exploitation de Tassili Airlines technique utilisation B737-800, Edition 01 : 20/02/2011, Revision 01 : 03/10/2011.
- [3] : Airplane Flight Manual Boeing 737-800 « 07/21/2010 ».
- [4] : Projet de fin d'étude, exploitation 2014 (DA. Blida). Par Mohamed Lamine HANNACHI.
- [5] : Projet de fin d'étude, opérations aériennes 2014 (DA. Blida). Par Ilham DJELLALI.
- [6] : projet de fin d'étude, opérations aériennes 2013. Par ZIGHA Karim et LAIOUER Izzeddine.
- [7] : cours d'opérations aériennes ENAC « Exploitation technique des avions de transport public » « Février 2005 ».
- [8] : Mouloud DRIOUCHE, Cours Masse et Centrage « 2011 ».
- [9] : Weight and Balance Control and Loading Manual B737-800 « 23/03/2011».
- [10] : document Getting to grips with weight and balance « 2008 ».
- [11] : Yves PLYAS, Technique du vol.
- [12] : Michel MARTIN, Opérations Aériennes limites d'utilisation Tome 1, 3^{ème} édition 1987.
- [13] : JAR – FCL, Masses et Centrage.
- [14] : Group demos, masse et centrage.
- [15] : Cours Boeing, Takeoff and Landing Performance Analysis using BPS, September 2013.
- [16] : Greg HASELFELD, Operational Performance and Technical Methods, Alternate Forward CG limits for Improved Takeoff Performance, February 2011.
- [17] : document AHM 560 B737-800, REV 1 « 15/07/2012 » .
- [18] : Runway Analysis Manual B737-800 SFP, edition 02 : 22/01/2013.