



## Mémoire de Fin d'Etude

Pour l'Obtention du diplôme de

## MASTER EN AÉRONAUTIQUE

Spécialité : Opérations aériennes

---

Sujet :

Conception d'une application de calcul des performances  
pour la réalisation d'une étude comparatives entre les  
avions (A330-B767)

---

Présenté par :

Chergui Mohamed Amine  
Maafi Adel

Encadré par :

M. DRIUCHE M.  
M. LAMRI A.

## Résumé

---

Ceci est une étude comparative des avions traitant de l'aspect opérationnel et plus précisément le côté performances, pour deux avions module 250 . Elle a été réalisée par le biais d'une application développée par nos soins, incluant les bases de données bien distinctes des deux constructeurs AIRBUS et BOEING, et servant à calculer tous les paramètres nécessaires à l'étude : consommation carburant, temps de vol et charge offerte, ainsi qu'à afficher numériquement et graphiquement tous les résultats, optimisant de la sorte le choix de l'appareil le plus adéquat pour un réseau de ligne bien défini, en l'occurrence le réseau de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES.

## ملخص

---

هذه الدراسة تعالج مقارنة للطائرات من الجانب التنفيذي و على نحو أدق جانب الاداء لصنف من الطائرات وحدة 250 حيث قمنا بتطوير برنامج يتضمن قواعد البيانات التي تميز كل من الشركتين ايرباص وبوينغ, والذي يساعد في حساب جميع المعايير اللازمة لدراسة ك: استهلاك الوقود, زمن الرحلة, تكاليف الرحلة, مع عرض جميع النتائج رقميا وبيانيا. وبالتالي نستطيع تحديد الاختيار الامثل لالة (الطائرة) الاكثر ملائمة لشبكة طيران محددة , شبكة الطيران طاسيلي

## Abstract

---

This is a comparative study of airplanes dealing with the operational aspect and more precisely the performance side for two aircrafts 250 seats. It was realized through an application we have developed, including distinct databases from both manufacturers AIRBUS and BOEING and used for calculating all the parameters necessary for the study: fuel consumption, flight time and payload and has displayed both numerically and graphically all the results, thereby optimizing the choice of the most suitable machine for a network of well-defined line, in this case the network of the airline TASSILI AIRLINES.

## **Dédicaces**

---

*À La mémoire de mes grands-parents.*

*À Mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.*

*À Mes chères sœurs.*

*À Ma grand-mère Saida.*

*À Mes tantes et à mes oncles.*

*À Chaque cousins et cousines.*

*À mes meilleurs amis.*

*Je dédie ce mémoire.*

**Amine**

## Dédicaces

---

*Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire " Ya Kayoum "*

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère.*

*A la mémoire de mon très cher père.*

*A mes frères.*

*A ma femme et mon fils Anis*

*A toute ma famille.*

*A mes amies.*

*A tous ceux qui me sont chères.*

*A tous ceux qui m'aiment.*

*A tous ceux que j'aime.*

*Je dédie ce travail.*

Adel

## Remerciements

---

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et nous a inspiré les bons pas et les justes reflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

En préambule à ce mémoire, nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste travail ainsi qu'à la réussite de cette formation.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Monsieur Mouloud DRIOUCHE et Monsieur Adel LAMRI qui, en tant que Directeurs de mémoire, se sont toujours montrés à l'écoute et très disponibles tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent également à Monsieur Farid BOUAMRANI chef département performances dans la S/D Opérations Aériennes de la compagnie TASSILI AIRLINES, pour sa générosité et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges professionnelles ainsi qu'au personnel de la S/D Opérations Aérienne et de la Direction des Ressources Humaines qui ont très gentiment collaboré de près ou de loin dans la réalisation de cette tâche.

Nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui nous ont aidé quand nous étions devant une impasse. Sans oublier tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenus et encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à toutes et à tous.

Adel et Amine

# Sommaire

---

Liste des Illustrations.....	I
Liste des tableaux.....	III
Glossaire.....	V
Introduction générale.....	2
<b>1 Présentation de la compagnie.....</b>	<b>5</b>
1.1 Historique .....	5
1.2 IOSA .....	5
1.3 Les activités de Tassili Airlines .....	5
1.4 Les différentes missions de Tassili Airlines .....	6
1.5 Organisation de la compagnie.....	7
1.6 Politique de la compagnie .....	9
1.7 Ressources humaines.....	10
1.8 Stratégie.....	11
1.9 Les services de Tassili Airlines.....	11
1.10 La flotte de la compagnie.....	12
<b>2 Présentation des différents avions étudiés.....</b>	<b>15</b>
2.1 Présentation du Boeing 767-300.....	15
2.1.1 Présentation du constructeur Boeing .....	15
2.1.2 Historique de la compagnie.....	15
2.1.3 Types d'aéronefs produits .....	16
2.1.3.1 Famille 737 .....	16
2.1.3.2 Famille 747 .....	16
2.1.3.3 Famille 757 .....	17
2.1.3.4 Famille 767 .....	17
2.1.3.5 Famille 777 .....	18
2.1.3.6 Famille 787 Dreamliner .....	18
2.1.4 Présentation détaillée du 767-300.....	19
2.1.4.1 Fiche technique .....	19
2.1.4.2 Dimensions .....	19
2.1.4.3 Performances .....	21

2.2	Présentation de l'Airbus A330-200.....	22
2.2.1	Présentation du constructeur Airbus .....	22
2.2.2	Historique .....	22
2.2.3	Types d'aéronefs produits .....	23
2.2.4	Présentation détaillée de l'A319 .....	23
2.2.4.1	Fiche technique .....	23
2.2.4.2	Dimensions .....	24
2.2.4.3	Performances .....	26
3	Conception de l'application.....	28
3.1	Introduction.....	28
3.1.1	Profil de mission .....	28
3.1.2	Quantité de carburant à embarquer .....	28
3.1.2.1	Délestage de l'étape (d) .....	29
3.1.2.2	Réserve de dégagement (RD).....	29
3.1.2.3	Réserve de route (RR).....	29
3.1.2.4	Réserve finale (RF).....	29
3.1.2.5	Carburant additionnel (Add) .....	29
3.1.2.6	Carburant supplémentaire (Supp).....	29
3.1.2.7	Roulage (r) .....	29
3.1.3	Détermination de la masse maximale au lâcher des freins -limitation utile (L/U).....	29
3.1.4	Calcul de la charge offerte.....	30
3.2	Description de l'application.....	30
3.2.1	Partie 1 : Descriptions des avions.....	31
3.2.2	Partie 2 : Calculs des performances .....	31
3.2.2.1	Les entrées de l'application .....	31
3.2.2.2	Déroulement des calculs .....	31
3.2.2.3	Les sorties de l'application .....	35
3.2.3	Choix du langage de programmation et du système gestion de bases de données .....	36
3.2.3.1	Choix du langage de programmation .....	36
3.2.3.2	Choix du système gestion de bases de données .....	37
3.2.4	Logigrammes de l'application.....	38
3.2.4.1	Programme principal .....	38
3.2.4.2	Sous-programme « Masse Maxi décollage ».....	41
3.2.4.3	Sous-programme « Distance étape et cap » .....	43

3.2.4.4	Sous-programme « Distance dégagement » .....	44
3.2.4.5	Sous-programme « Effet du vent » .....	46
3.2.4.6	Sous-programme « Distance air étape » .....	47
3.2.4.7	Sous-programme « Distance air dégagement » .....	48
3.2.4.8	Sous-programme « Alternate » .....	49
3.2.4.9	Sous-programme « Holding » .....	48
3.2.4.10	Sous-programme « Quick Determination of Flight Plan » .....	49
3.2.5	Présentation des interfaces graphiques .....	50
3.3	Conclusion .....	57
4	Etude des performances appliquées sur le réseau TAL .....	58
4.1	Introduction .....	59
4.2	Etude des performances appliquées sur le réseau TAL .....	69
4.2.1	Comparaison en termes de volume de soute et de nombre de PAX transportés Module 250 .....	70
4.2.2	Comparaison en termes de performances .....	70
4.3	Conclusion .....	75
	Conclusion générale .....	76
	Bibliographie .....	VII

---

## Liste des illustrations

---

Schéma 1-1 : Organigramme de l'organisation de l'ensemble de la compagnie aérienne TAL.....	p.7
Schéma 1-2 : Organigramme de l'organisation générale de la Direction Exploitation .....	p.8
Figure 2-1 : Dimensions du B767-300 .....	p.19
Figure 2-2 : Dimensions du B330-200 .....	p.24
Figure 3-1 : Profil de mission .....	p.27
Figure 3-2 : Exemple interpolation dans une base de données .....	p.31
Figure 3-3 : Exemple double interpolation dans une base de données .....	p.31
Figure 3-4 : Exemple de calcul du cap .....	p.32
Figure 3-5 : Courbe représentative de l'interpolation linéaire .....	p.32
Schéma 3-1 : Logigramme du programme principal .....	p.37
Schéma 3-2 : Logigramme du sous-programme « Masse Maxi décollage » .....	p.40
Schéma 3-3 : Logigramme du sous-programme « Distance étape et cap » .....	p.41
Schéma 3-4 : Logigramme du sous-programme « Distance dégagement » .....	p.42
Schéma 3-5 : Logigramme du sous-programme « Effet du vent » .....	p.43
Schéma 3-6 : Logigramme du sous-programme « Distance air étape » .....	p.44
Schéma 3-7 : Logigramme du sous-programme « Distance air dégagement » .....	p.45
Schéma 3-8 : Logigramme du Sous-programme « Alternate » .....	p.46
Schéma 3-9 : Logigramme du Sous-programme « Holding » .....	p.47
Schéma 3-10 : Logigramme du sous-programme « Quick Determination of Flight Plan » .....	p.48
Figure 3-6 : Interface graphique principale .....	p.49
Figure 3-7 : Interface graphique préparation de la route .....	p.50
Figure 3-8 : Interface graphique base de données aérodromes .....	p.50
Figure 3-9 : Interface graphique base de données stations .....	p.51
Figure 3-10 : Interface graphique du choix de la route .....	p.51
Figure 3-11 : Interface graphique de données avions .....	p.52
Figure 3-12 : Interface graphique préparation de vol .....	p.53

<b>Figure 3-13</b> : Interface graphique de calcul de performances .....	p.53
<b>Figure 3-14</b> : Interface graphique affichage des résultats dans des histogrammes .....	p.54
<b>Figure 3-15</b> : Interface graphique affichage des résultats version imprimable(1) .....	p.55
<b>Figure 3-16</b> : Interface graphique affichage des résultats version imprimable(2).....	p.55
<b>Graphique 4-1</b> : Comparaison en termes de volume de soute et de nombre de PAX max transportés Modules 250 .....	p.69
<b>Graphique 4-2</b> : Trajet Alger - Djeddah (ALG-JED) .....	p.70
<b>Graphique 4-3</b> : Trajet Alger - Djeddah (ALG-JED)(Suite1) .....	p.71
<b>Graphique 4-4</b> : Trajet Hassi Messaoud – London Heathrow (HME-LHR) .....	p.72
<b>Graphique 4-5</b> : Trajet Hassi Messaoud – London Heathrow (HME-LHR)(Suite1) .....	p.72
<b>Graphique 4-6</b> : Trajet Hassi Messaoud - London Getwik (HME-LGW) .....	p.73
<b>Graphique 4-7</b> : Trajet Hassi Messaoud - London Getwik (HME-LGW)(Suite1) .....	p.69

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 1-1</b> : Immatriculation des B737/800 de TAL .....	p.12
<b>Tableau 1-2</b> : Immatriculation des Bombardier DASH 8-Q400 .....	p.13
<b>Tableau 1-3</b> : Immatriculation des Bombardier DASH 8-Q200 .....	p.13
<b>Tableau 1-4</b> : Immatriculation des Beechcraft 1900D .....	p.13
<b>Tableau 1-5</b> : Immatriculation des Cessna 208 G/C .....	p.13
<b>Tableau 1-6</b> : Immatriculation des Pilatus PC6 .....	p.13
<b>Tableau 1-7</b> : Immatriculation des Bell 206 LR .....	p.13
<b>Tableau 2-1</b> : Fiche technique du B767/300 .....	p.19
<b>Tableau 2-2</b> : Dimensions du B767/300 .....	p.19
<b>Tableau 2-3</b> : Performances du B767/300 .....	p.21
<b>Tableau 2-4</b> : Fiche technique du A330/200 .....	p.24
<b>Tableau 2-5</b> : Dimensions du A330/200 .....	p.24
<b>Tableau 2-6</b> : Performances du A330/200 .....	p.26
<b>Tableau 3-1</b> : Récapitulatif pour le calcul de la charge offerte .....	p.30
<b>Tableau 4-1</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger .....	p.60
<b>Tableau 4-2</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger (suite1).....	p.60
<b>Tableau 4-3</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger (suite2).....	p.61
<b>Tableau 4-4</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger (suite3).....	p.61
<b>Tableau 4-5</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Messaoud.....	p.61
<b>Tableau 4-6</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Messaoud(Suite1).....	p.62
<b>Tableau 4-7</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Messaoud(Suite2).....	p.62
<b>Tableau 4-8</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Messaoud(Suite3).....	p.62
<b>Tableau 4-9</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Heathrow.....	p.63
<b>Tableau 4-10</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Heathrow(Suite1).....	p.63
<b>Tableau 4-11</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Heathrow(Suite2).....	p.64
<b>Tableau 4-12</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah .....	p.64

<b>Tableau 4-13</b> : : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah (Suite1) .....	p.65
<b>Tableau 4-14</b> : : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah(Suite2).....	p.65
<b>Tableau 4-15</b> : : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah(Suite3).....	p.65
<b>Tableau 4-16</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Getwik .....	p.66
<b>Tableau 4-17</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Getwik(Suite1).....	p.66
<b>Tableau 4-18</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Getwik(Suite2).....	p.66
<b>Tableau 4-19</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Médine .....	p.67
<b>Tableau 4-20</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Médine(Suite1) .....	p.67
<b>Tableau 4-21</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Médine(Suite2) .....	p.67
<b>Tableau 4-22</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Manchester .....	p.68
<b>Tableau 4-23</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Manchester(Suite1) .....	p.68
<b>Tableau 4-24</b> : Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Manchester(Suite2) .....	p.68
<b>Tableau 4-25</b> : Comparaison en termes de volume de soute et de nombre de PAX max transportés Module 250.....	p.69
<b>Tableau 4-26</b> : Trajet Alger –Jeddah (ALG-JED).....	p.70
<b>Tableau 4-27</b> : Trajet Hassi Messaoud –London Heathrow (HME-LHR).....	p.71
<b>Tableau 4-27</b> : Trajet Hassi Messaoud –London Getwik (HME-LGW).....	p.71

## Glossaire

---

Add .....	Carburant additionnel
API .....	Application Programming Interface
C/O .....	Charge Offerte
CapRés .....	Capacité réservoirs
d .....	Délestage
Ft .....	Pieds
IAE .....	International Aero Engines
IATA .....	International Air Transport Association
IOSA .....	IATA Operational Safety Audit
JDBC .....	Java database connectivity
JDK .....	Java Development Kit
km/h .....	Kilomètres par heure
kN .....	Kilo Newton
Kts .....	Nœuds
L/U .....	Limitation utile
M .....	Mètre
Matt .....	Masse d'atterrissage
Mb .....	Masse de base
Mdec .....	Masse de décollage
MLW .....	Maximum landing weight
MMSA .....	Masse maximale de structure au décollage
MMSC .....	Masse maximale sans carburant
MMSD .....	Masse maximale de structure au décollage
Mops .....	Masse en opération
MSC .....	Masse sans carburant
MTOW .....	Maximum take of weight

MTW ..... Maximum taxi weight  
MZFW ..... Maximum zero fuel weight  
NM ..... Nautique mile  
OEW ..... Operation empty weight  
QLF ..... Quantité au lâcher de freins  
r ..... Roulage  
RD ..... Réserve de dégagement  
RF ..... Réserve finale  
RLW ..... Regulated landing weight  
RR ..... Réserve de route  
RTOW ..... Regulated take of weight  
SGBD ..... Système de gestion de base de données  
Supp ..... Carburant supplémentaire  
TAL ..... Tassili Airlines

# **Introduction générale**

## Introduction générale

---

Toute opération d'acquisition ou d'achat de nouveaux appareils pour toute compagnie de transport aérien, constitue un événement majeur dans son évolution et son histoire. Un moment fort appelant à la mobilisation de l'ensemble de sa superstructure (staff dirigeant) pour assurer et garantir la réussite de l'opération d'autant que les coûts se comptent en millions sinon en milliards, selon l'importance du marché.

Cependant et pour se situer quelque peu, au plan du cheminement ou du processus de réalisation de toute opération d'acquisition, nous dirons qu'elle est tout au début, née d'un besoin défini et arrêté par l'autorité détenant la décision au niveau de la compagnie. La définition de ce besoin serait en principe l'expression de l'aboutissement d'un débat sérieux et approfondi instauré au niveau de cette autorité. Un débat qui aurait tenu compte des indications et recommandations fournies par des études technico-économiques pointues portant dans le détail, sur l'ensemble des aspects liés au dossier. Des études qui auraient été menées bien avant et auraient dégagé et défini les grandes lignes et autres spécifications techniques utiles et propre à l'opération. Et c'est parce que ces études explicitent les questions de l'utilité, de l'intérêt et de la rentabilité de l'opération qu'elles sont d'une aide précieuse pour la dite autorité, dans la prise de décision.

Une fois, le besoin exprimé et la décision de lancement de l'opération prise, les équipes d'ingénieurs et de techniciens sont requis et actionnés pour confectionner un avis d'appel d'offres international à lancer. En parallèle, un cahier des charges définissant les spécificités techniques des appareils à acquérir et contenant des conditions sur la qualité et l'envergure du constructeur, est élaboré et établi.

La compagnie basera son choix sur des critères nombreux. Ils sont prédéfinis lors de l'élaboration des cahiers des charges et portent entre autres sur :

- l'homogénéité de la flotte : avion, équipements, moteurs, équipements au sol, programmation équipage,
- la maintenance (programme de visite, fiabilités, après vente et supports, outils d'aide à la maintenance)
- La cellule (cabine).
- la motorisation et les services (supports après vente), formation et documentation.
- les performances qui enfin, constituent du reste, le critère le plus important car il touche aux questions en rapport avec les charges et les aspects liés aux charges offertes, au temps de vol, à la consommation carburant et aux coûts directs d'exploitation ; et donc à la rentabilité de la compagnie.

Il s'en suivrait après l'ouverture des soumissions recueillies, l'intervention des experts techniciens et ingénieurs de la compagnie spécialisés dans les opérations aériennes. Un examen minutieux des offres techniques exprimées est effectué sur les spécifications de chaque appareil proposé par chaque constructeur soumissionnaire ; en focalisant sur les aspects de performance de ces appareils en rapport avec le réseau de lignes actuel ou futur exploité par la compagnie. Ce travail qui est effectué sur la base de la documentation et supports fournis et contenus dans les soumissions est couronné par la confection et la présentation d'un comparatif qui sera déterminant dans le choix des futurs appareils à acquérir.

C'est là, résumé et en gros, le cheminement que prend toute opération commerciale d'acquisition d'appareils aériens.

S'agissant précisément de notre travail, il consiste en fait à réaliser une étude comparative des performances entre deux avions module 250 de constructeurs différents pour le compte de TASSILI AIRLINES qui aurait au préalable et théoriquement exprimé le besoin. Nous avons, afin de nous simplifier et faciliter la tâche et d'optimiser par la même les résultats de l'étude, développé et mis en place une application visant à automatiser le calcul des indices de performance de sorte à donner plus de précisions utiles à l'autorité de décision en améliorant la lisibilité et la qualité de l'étude.

De toutes les études analogues menées par le passé, notre étude présente la particularité d'avoir ajouté pour davantage de précision l'étude des limitations relatives aux pistes, effet du vent en croisière en plus du calcul du cap entre les différentes stations reliant le trajet du départ à l'arrivée.

Le sujet objet de notre travail s'étale sur quatre chapitres. Les deux premiers sont consacrés à la présentation de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES et les différents constructeurs ainsi que les appareils étudiés. La manière dont est conçue l'application, ses caractéristiques et les aspects qu'elle englobe sont abordés dans le troisième chapitre. Enfin et dans le quatrième et dernier chapitre, nous présentons l'emploi de l'application développée et des résultats auxquels nous avons abouti dans le comparatif des performances et du comportement des appareils étudiés, sur le réseau actuel et/ou futur de la compagnie.

**Chapitre I :**  
**Présentation de la**  
**compagnie TASSILI**  
**AIRLINES**

# 1 Présentation de la compagnie

Ce chapitre présente la compagnie TASSILI AIRLINES dans laquelle on a fait notre étude concernant la conservation ou bien la politique carburant suivit pour économiser moins de kérosène et gagner plus d'argent et de temps.

## 1.1 Historique

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

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

En 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.

Pour les Pouvoirs Publics Souhait de voir Tassili Airlines contribuer au développement du transport régulier national et du travail aérien.

## 1.2 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.

## 1.3 Les activités de Tassili Airlines

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

## **1.4 Les différentes missions de Tassili Airlines**

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

- Réalisation des vols réguliers ;
- Réalisation des vols à la demande ;
- Affrètement d'avions ;
- Entretien technique des avions ;
- Formation du personnel technique aéronautique ;
- Activité connexe (Catering, assistance au sol, représentation,...) ;
- Toutes autres opérations industrielles, commerciales, financières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à son objet social.

## 1.5 Organisation de la compagnie

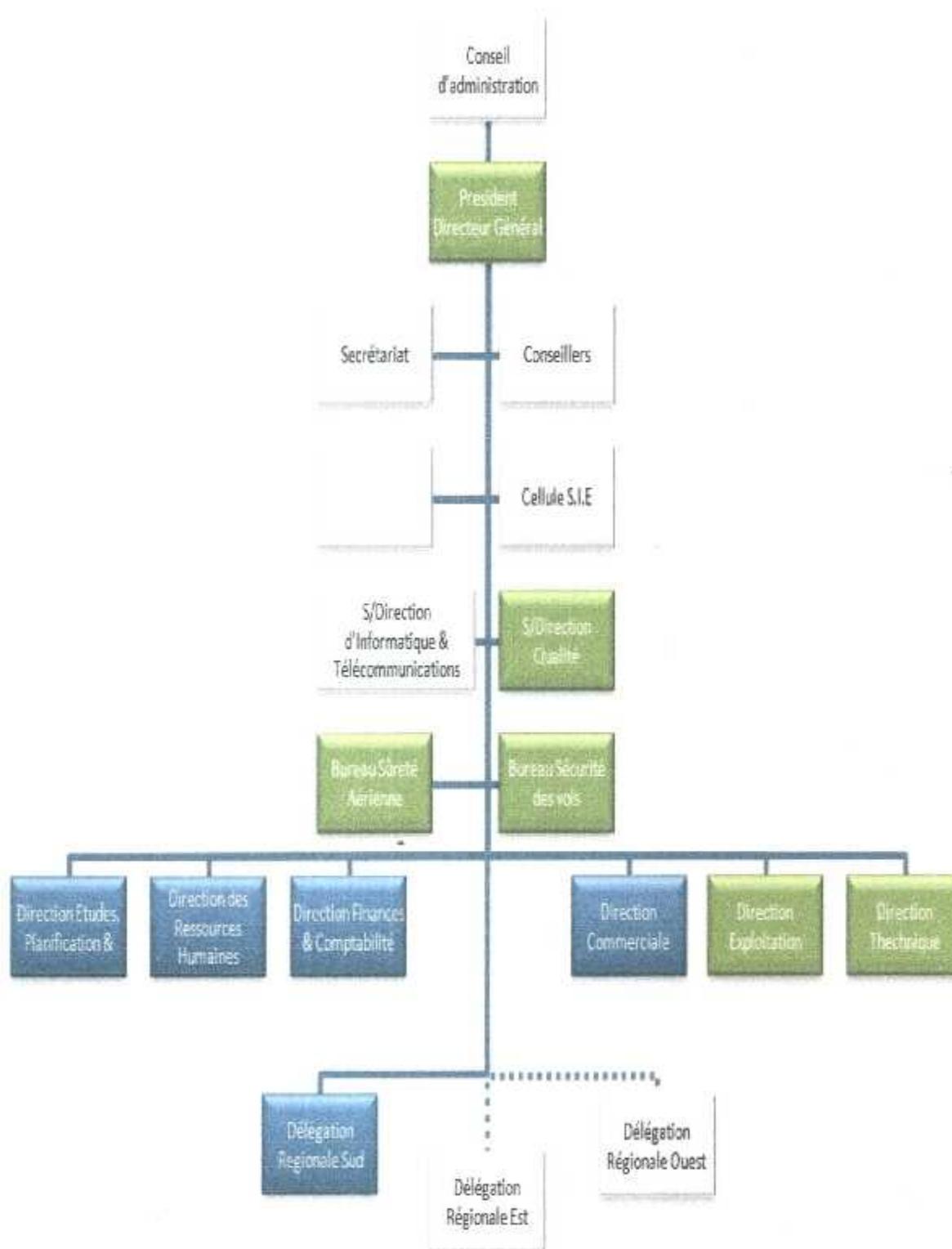


Schéma 1-1 Organigramme de l'organisation de l'ensemble de la compagnie aérienne TAL

→ Organisation générale de la Direction Exploitation

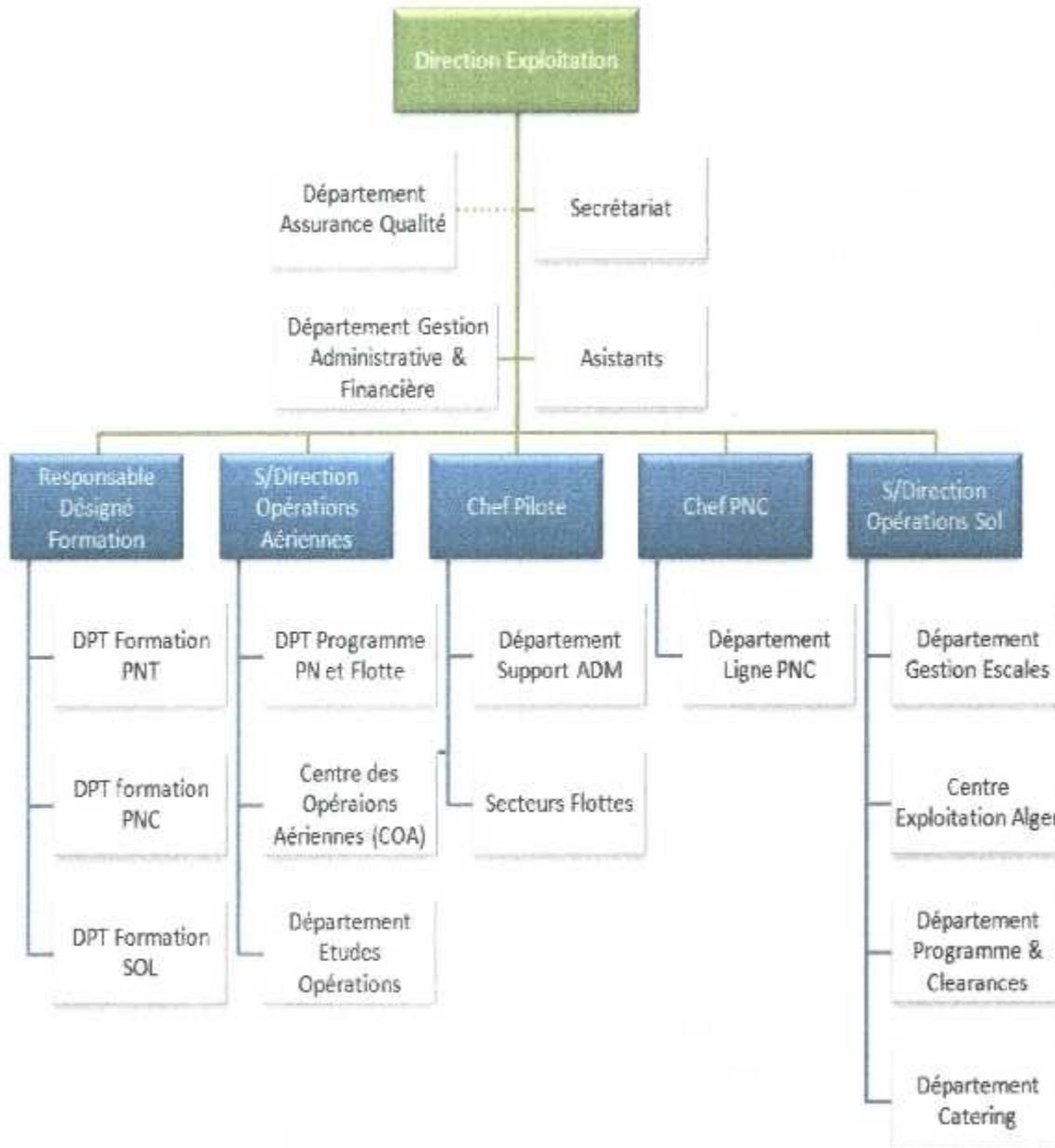


Schéma 1-2 Organigramme de l'organisation générale de la Direction Exploitation

## 1.6 Politique de TASSILI AIRLINES

Une politique articulée autour de 5 engagements fondamentaux :

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

(Sensibilisation et harmonisation des process)

### → Sécurité des vols

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

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

### → Sûreté aérienne

Le Programme de sûreté aérienne est une exigence résultant de l'Annexe 17 de l'OACI et concerne la protection des personnes et des biens contre tout acte d'intervention illicite.

Création de la structure chargée de la Sûreté Aérienne.

Élaboration du programme de sûreté de la Compagnie.

#### → **Qualité**

Implémentation du Système de Gestion Qualité (SGQ) exigé par la réglementation nationale et internationale ;

Programme d'Audit Qualité 2011 approuvé et en cours d'exécution ;

Sensibilisation du personnel de Tassili Airlines en matière de Qualité et de Facteur Humain ;

Surveillance permanente de l'application des procédures réglementaires ;

Application du principe de l'amélioration continue.

#### → **Hygiène, santé, sécurité et environnement (HSE)**

Application effective de la politique du Groupe SONATRACH en matière d'hygiène, santé, sécurité et environnement ;

Maitrise des risques professionnels en entreprise ;

Coordination des travaux en vue de l'obtention des certifications ISO 14001 et OHSAS 18001 dès 2012.

### **1.7 Ressources humaines**

#### → **Recrutement**

Une démarche de développement des Ressources Humaines est mise en œuvre en appui à la stratégie de la Compagnie:

- Plans annuels de recrutement et de formation ciblant en priorité les métiers clés (Maintenance, Exploitation et Commercial) ;
- Outils modernes de GRH (Bourse de l'Emploi pour les postes de responsabilité et sélection pour les postes clés de la Compagnie).

## → Formation

Poursuite des efforts de valorisation du potentiel humain et amélioration constante de ses performances techniques par des actions de formation et de perfectionnement

Effort focalisé sur les formations qualifiantes du Personnel Navigant et de maintenance.

## 1.8 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.

## 1.9 Les services de TASSILI AIRLINES

### → Vols charters pétrolier

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

### → Vols à la demande

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

→ Travail aérien

Une multitude de services aériens:

- Balayage laser par hélicoptère ;
- Prises de vues aériennes sur CESSNA ou PILATUS ;
- Thermographie ;
- Surveillance des Lignes à Haute Tension et Très Haute Tension sur un réseau de 27 000 km ;
- Surveillance de pipelines sur un réseau de 16 000 km extensible à 21 000 km ;
- Traitement phytosanitaires fertilisation ensemencement prospection et lutte anti acridienne lutte contre incendies de forêts en collaboration avec la protection civile algérienne.

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

## 1.10 La flotte de la compagnie

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

→ Les types d'avion de la flotte de Tassili Airlines

### 1.10.1 Boeing B737-800

Immatriculation	Capacité	Rayon d'action	Vitesse de croisière
7T-VCA	155	5000 km	900 km/h
7T-VCB			
7T-VCC			
7T-VCD			

Tableau 1-1 Immatriculation des B737/800 de TAL

### 1.10.2 Bombardier DASH 8-Q400

Immatriculation	Capacité	Rayon d'action	Vitesse de croisière
7T-VCL	74	2415 km	667 km/h
7T-VCM			
7T-VCN			
7T-VCO			

Tableau 1-2 Immatriculation des Bombardier DASH 8-Q400

### 1.10.3 Bombardier DASH 8-Q200

Immatriculation	Capacité	Rayon d'action	Vitesse de croisière
7T-VCP	37	1802 km	537 km/h
7T-VCQ			
7T-VCR			
7T-VCS			

Tableau 1-3 Immatriculation des Bombardier DASH 8-Q200

### 1.10.4 Beechcraft 1900D

Immatriculation	Capacité	Rayon d'action	Vitesse de Croisière
7T-VIO	18	2000 km	480 km/h
7T-VIP			
7T-VIQ			

Tableau 1-4 Immatriculation des Beechcraft 1900D

### 1.10.5 Cessna 208 G/C

Immatriculation	Capacité	Autonomie	Vitesse de croisière
7T-VIG	09	5h00	280 km/h
7T-VII			
7T-VIL			
7T-VIM			

Tableau 1-5 Immatriculation des Cessna 208 G/C

### 1.10.6 Pilatus PC6

Immatriculation	Capacité	Autonomie	Vitesse de croisière
7T-VCG	07	7h40	220 km/h
7T-VCH			
7T-VCI			
7T-VCJ			
7T-VCK			

Tableau 1-6 Immatriculation des Pilatus PC6

Grâce à un nouveau feu vert des autorités reçu le 28 septembre 2011; à partir du mois d'Avril TASSILI AIRLINES a commencé ses vols intérieurs grand public.

# **Chapitre II :**

# **Présentation des**

# **différents avions**

# **étudiés**

## 2 Présentation des différents avions étudiés

### 2.1 Présentation du Boeing 767-300

#### 2.1.1 Présentation du constructeur Boeing

Boeing (nom officiel en anglais The Boeing Company) dont le siège social est situé à Chicago, dans l'Illinois, compte parmi les plus grands constructeurs aéronautiques et aérospatiaux au monde. Ses deux plus grandes usines sont situées à Wichita au Kansas et à Everett, près de Seattle. Cet avionneur s'est spécialisé dans la conception et fabrication d'avions civils avant d'étendre son activité à l'aéronautique militaire, par la construction d'engins volants à décollage vertical (

hélicoptères, fusées et satellites) avec sa division Boeing Integrated Defense Systems.

#### 2.1.2 Historique de la compagnie

La compagnie qui à l'origine avait été cofondée par ses deux pères William E. Boeing et George Conrad Westervelt et est baptisée « B&W », avant de l'intituler « Pacific Aero Products », pour se donner enfin pour nom qu'elle gardera à ce jour « Boeing Airplane Company ».

Sa toute première fournée d'avions est produite en 1917 à la faveur de la participation des Etats Unis au premier conflit armé mondial. Il s'agit de 50 hydravions d'entraînement Model C, tous destinés et livrés à la Navy américaine.

A partir de 1923, Boeing se lancera dans l'activité du transport postal aérien après avoir réalisé le lancement de la ligne de fabrication de l'avion de transport postal Model 40A qui lui permit de remporter en 1927 le marché relatif au transport postal aérien notamment la liaison San Francisco-Chicago.

Par la suite et à partir de 1929, Boeing investira le champ du transport aérien des passagers en créant sa filiale « Boeing Air Transport ». Lors de sa première année d'exercice (1929), près de 2000 passagers sont transportés. C'est à partir de cette première expérience tout à fait réussie que Boeing entreprit de créer des avions spécialement conçus pour le transport de personnes. D'où sa décision de se lancer dans la production du Model 80. Il apportera par la même, un changement à son appellation pour se dénommer « United Aircraft and Transport Corporation ».

Dans les années qui suivirent, et pour réussir le lancement de la ligne de fabrication du Model 80 de transport aérien, Boeing dut procéder à l'achat de nombreuses entreprises de fabrication d'avions, de moteurs et autres compagnies aériennes.

En 1934, Boeing qui était devenu une grande entreprise fabriquant des avions, des moteurs, s'occupant et gérant des aéroports et assurant de nombreuses lignes aériennes de transport de passagers et de courrier postal, dut se résoudre en conséquence de la promulgation d'une loi anti-trust interdisant aux constructeurs d'exploiter des lignes aériennes. à scinder « United Aircraft and Transport » en trois entités :

- United Aircraft responsable de la fabrication dans l'Est du pays ;
- United Airlines responsable du transport aérien ;
- Boeing Airplane Company responsable de la fabrication dans l'Ouest du pays.

Sur ces entre faits, Boeing décroche un marché avec la compagnie aérienne Pan America World Airways portant sur le développement et la production d'un hydravion commercial capable de

transporter des passagers sur des lignes transatlantiques. Il s'agit du Boeing 314 Clipper d'une capacité allant jusqu'à 90 passagers. Son vol inaugural est effectué en Juin 1938.

A la même année, Boeing mettait en service le 307 Stratoliner, le premier avion à cabine pressurisée destiné au transport de passagers ; il pouvait voler à une altitude de croisière de 20 000 pieds, donc largement au dessus des perturbations atmosphériques. Ce qui avait fait de lui alors, l'avion le plus résistant et parfaitement fiable de la flotte de Boeing

Par la suite et avec l'entrée en guerre des USA dans le conflit mondial (1939-1945), Boeing prit une part active et importante à cette guerre. Il construit un grand nombre d'avions entre autres des bombardiers B-17 et B-29.

### *Quelques Chiffres :*

Au premier trimestre 2011, les effectifs répartis à travers le monde s'élevaient à près de 165000. Alors que son chiffre d'affaires pour l'exercice 2011 dépassait les 68 milliards US\$ .

## **2.1.3 Types d'aéronefs produits**

### **2.1.3.1 Famille 737**

De tous les modèles conçus et fabriqués par Boeing, le 737 semble être le plus mythique et celui qui a le plus duré en terme d'existence et de renouvellement.

Construit et mis en production à partir de 1965 , le 737 à l'origine un avion régional ou moyen courrier biréacteur a effectué son vol inaugural le 9 avril 1967. Très vite, il s'imposera sur le marché pour devenir en 2004 l'avion le plus vendu au monde. Il réalisera un total de vente de 4 300 unités. Il existe 9 modèles de 737 répartis en 3 générations :

- 1. Les modèles originaux :** 737-100 et 737-200.
- 2. Les modèles classiques :** 737-300 , 737-400 et 737-500.
- 3. Les modèles nouvelles générations :** 737-600, 737-700, 737-800 et 737-900.

### **2.1.3.2 Famille 747**

Construit à partir de 1968, doté de 4 turboréacteurs, il a la particularité d'offrir une capacité maximale atteignant 550 passagers grâce à sa configuration comportant un double pont partielle.

D'autres configurations courantes avec plusieurs classes sont retenues. A l'exemple de celle pouvant accueillir 380 passagers.

La particularité ; il vole à une vitesse subsonique (environ Mach 0.85, soit 912 Km /h) pour un rayon d'action intercontinental (13 450 Km) avec une autonomie suffisante en carburant qui lui permet d'effectuer des vols intercontinentaux sous escale. En Avril 2006, Boeing avait comptabilisé 1430 unités commandés toutes versions confondues.

### 2.1.3.3 **Famille 757**

Le 757 est un avion de ligne moyen courrier. Son vol inaugural, il effectuera le 19 février 1982. C'est un biréacteur dont la production a duré près de 23 ans. Le dernier avion de ce type est produit le 28 décembre 2005 et livré à Shanghai Airlines.

Boeing avait produit 4 modèles 757 : **757-200, 757 PF, 757-200 combi, 757-300** et le **757-200ER**.

### 2.1.3.4 **Famille 767**

Le 767 est un avion long-courrier. Il s'agit d'un biréacteur. Il effectua son premier vol le 26 septembre 1981. Il est alimenté par des moteurs à taux de dilution élevé de pointe. Caractéristiques uniques de la 767 sont les suivants:

- L'aérodynamique avancée
- matériaux robustes et plus légers
- systèmes de poste de pilotage numérique à deux pilotes
- moteurs à taux de dilution élevé
- sièges bi-couloirs
- étendue des opérations de gamme.

Il existe différents modèles dont :

#### **767-200,-200ER**

Le 767-200 peut transporter jusqu'à 216 passagers et des bagages plus de 3900 miles nautiques. Le 767-200ER, avec les réservoirs de carburant Center pourront aussi porter 216 passagers et des bagages sur les routes plus de 5.200 nautiquesmiles. Disposition des places varie avec l'option du transport aérien. Les deux modèles d'avion sont identiques à l'extérieur en dimensions.

#### **767-300,-300ER**

Le 767-300 et-300ER sont 21 pieds 1 pouce plus long que le 767-200. La longueur supplémentaire permet à l'avion de transporter plus de passagers. Le-300ER est également équipé de réservoirs de carburant supplémentaires pour les centres gamme. Sauf pour le fuselage plus, le -300 et-300ER ont des dimensions identiques à l'-200 Et-200ER.

Le 767-300 et-300ER peut être équipé d'une porte à mi-cabine en option pour faciliter le chargement et le déchargement des passagers. Cette disposition permet également l'hébergement des passagers substitués.

#### **767-300 Freighter**

Le 767-300 Freighter est équipé d'une porte cargo du pont principal qui lui permet de transporter des marchandises conteneurs et / ou des palettes sur le pont principal. Le pont principal peut accueillir soit un chargement manuel ou un système de transfert de puissance (General Cargo de marché) manutention. Le 767-300 Freighter n'a pas de fenêtres et de portes, à l'exception de la porte d'entrée de gauche pour l'accès de l'équipage.

## **767-400ER**

Le 767-400ER est de 21 pieds de plus que le 767-300. Le-400ER est équipé d'une nouvelle génération de conception d'aile et de nouveaux moteurs pour lui permettre de réaliser des opérations à longue distance avec autres charge utile.

### **2.1.3.5 Famille 777**

Le Boeing 777 est un avion long-courrier biréacteur. Son premier vol eu lieu le 12 juin 1994.

Concurrent de l'Airbus A340, de l'Airbus A330 pour les plus petits modèles et du futur Airbus A350, le Boeing 777 compte parmi les avions de ligne ayant la plus grande capacité d'accueil de passagers avec 550 places pour les modèles B777-300ER en version mono classe. Il se place ainsi juste derrière l'A380 et le Boeing 747.

### **2.1.3.6 Famille 787 Dreamliner**

Le Boeing 787, également connu par son surnom Dreamliner, est un avion long-courrier dont la première livraison s'est effectuée le 26 septembre 2011 au profit de la compagnie All Nippon Airways.

Cet avion, selon les versions et configurations fabriquées, transportera entre 210 et 330 passagers, et présenterait des avantages comparatifs en termes de consommation de carburant. Des gains avoisinant les 20 % en consommation de carburant sont réalisés par le 787 selon les spécifications initiales de Boeing par rapport à l'Airbus A330 ou le Boeing 777.

## 2.1.4 Présentation détaillée du 767-300

### 2.1.4.1 Fiche technique

Voir le « Tableau 2-1 »

	Unités	Model Boeing 767-300
Masse Maximum de Structure de Manœuvre au Sol (MTW)	Livres	347,000
	Kilogrammes	157,397
Masse Maximum de Structure au Décollage (MTOW)	Livres	345,000
	Kilogrammes	156,490
Masse Maximum de Structure à l'Atterrissage (MLW)	Livres	300,00
	Kilogrammes	136,078
Masse Maximum Sans Carburant (MZFW)	Livres	278,00
	Kilogrammes	126,099
Masse de Base en Opérations (OEW)	Livres	186,380
	Kilogrammes	84,541
Charge Utile Maximum	Livres	91,620
	Kilogrammes	41,558
Capacité Sièges	Bi classes	261 24 FIRST, 237 ECO
	Classe homogène	290
Volume Cargo (PLATE-FORME INFÉRIEURE)	Pieds Cube	4,030
	Mètres Cube	114,1
Capacité Réservoirs	Litres	63,216
	Kilogrammes	50,753

Tableau 2-1 Fiche technique du 8767/300

### 2.1.4.2 Dimensions

Voir « Tableau 2-2 et Figure 2-1 »

Dimensions	
Longueur hors tout	54.94M
Longueur du fuselage	54.94M
Envergure	47.57 M
Hauteur	15.80 M
Empattement	22.76 M
Largeur	5.03M
Largeur cabine	4.72 M
Surface alaire	283.3 M <sup>2</sup>
Envergure Stabilo	18.62 M

Tableau 2-2 Dimensions du 8767/300

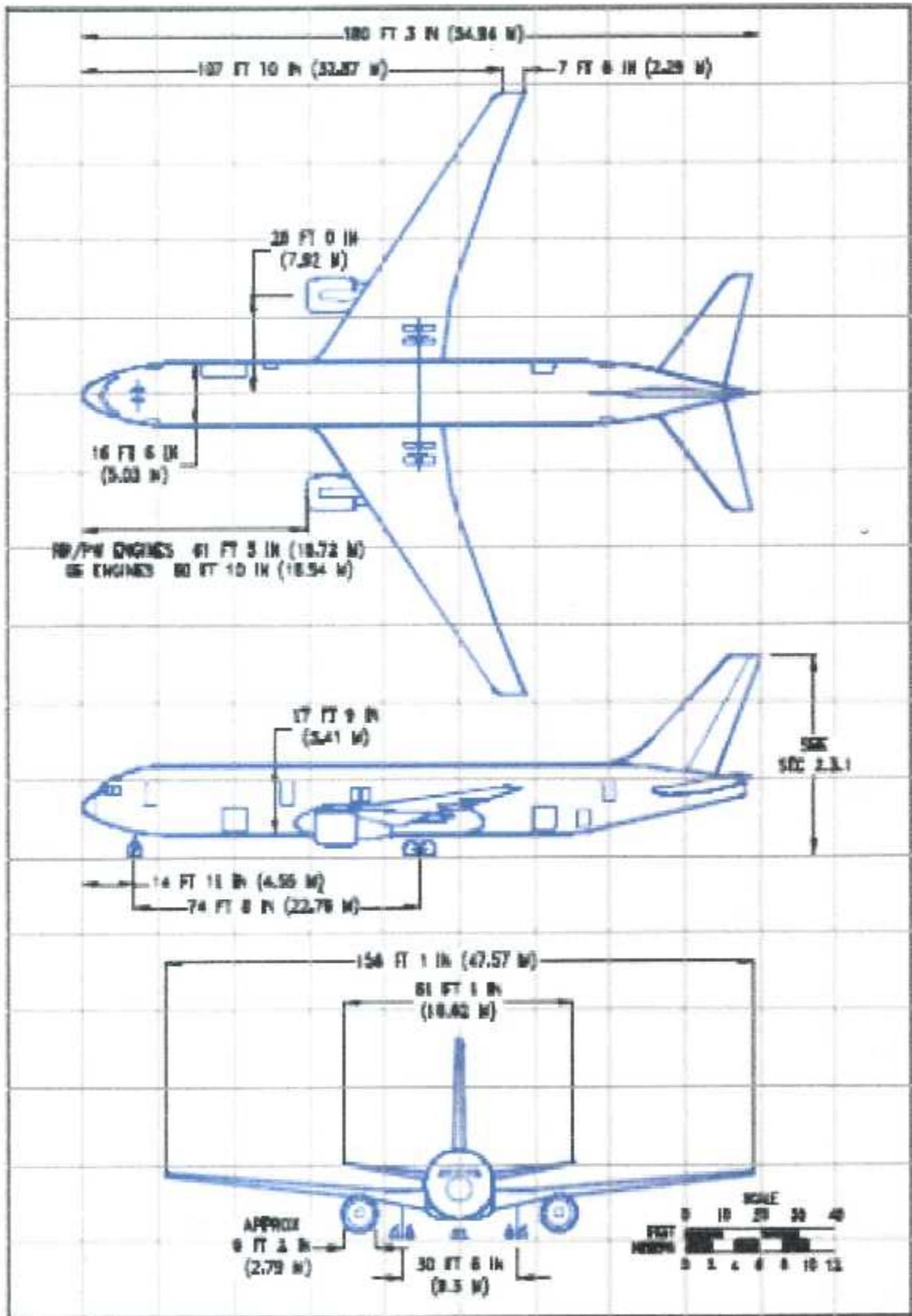


Figure 2-1 Dimension du B767/300

### 2.1.4.3 Performances

Voir « Tableau 2-3 »

Performances	
Plafond	41000 ft
Vitesse de croisière	M 0,8/ 851 km/h
Vitesse max	M 0,86 / 913 km/h
Moteur	GE CF6-80A
Poussée maxi	220.0 kN
Distance de décollage en ISA au niveau de la mer	2410 m
Rayon d'action pleine charge	4,260 NM

Tableau 2-2 Performances du B767/300

## **2.2 Présentation de l'Airbus A330-200**

### **2.2.1 Présentation du constructeur Airbus**

Airbus est un constructeur aéronautique européen et, par le fait même, un acteur majeur dans la construction aéronautique mondiale. Filiale à 100 % du groupe industriel EADS, il conçoit, développe, construit, vend et assure la maintenance des avions du même nom. Il est en concurrence directe avec l'américain Boeing. Son siège est situé à Blagnac, dans la banlieue de Toulouse.

Airbus, constructeur aéronautique européen dont le siège est basé à Blagnac près de Toulouse est un acteur majeur dans la construction aéronautique mondiale. Filiale à 100 % du groupe EADS, il conçoit, développe, construit, vend tout en assurant la maintenance de ses avions. Il compte parmi les concurrents les plus directs de l'américain Boeing.

### **2.2.2 Historique**

Le consortium de constructeurs aéronautiques européens est lancé sous forme d'un groupement d'intérêt économique le 18 décembre 1970. Il comprenait l'Aérospatiale (France) et la Deutsche Airbus (Allemagne). L'Aérospatiale résultait lui-même de la fusion récente de Sud-Aviation et de Nord-Aviation, tandis que Deutsche Airbus regroupait Messerschmitt-Bölkow-Blohm et VFW-Fokker. La Hawker-Siddeley (Grande Bretagne) conservera en dépit du retrait du Royaume-Uni, la sous-traitance de la fabrication des ailes.

En 1971, la CASA (Espagne) adhéra au G.I.E pour développer l'Airbus A300, qui vola pour la première fois le 28 octobre 1972.

En 1979, alors que Airbus ne comptait qu'une flotte de 81 avions seulement en exploitation, British Aerospace rejoignit le consortium.

La participation des Etats-membres du consortium se répartissait alors comme suit : 38 % pour les Allemands et les Français, 20 % pour les Britanniques et 4 % pour les Espagnols. Avec la participation à quelques programmes d'Airbus, de Belairbus (Belgique) et Fokker (Pays-Bas).

En 2001, suite à la consolidation de l'industrie aéronautique européenne, le consortium se transforme en une société intégrée, détenue à 80 % par EADS, premier groupe européen du secteur et par British Aerospace, deuxième groupe européen à 20 %.

En septembre 2006, la British Aerospace cède à l'EADS, les 20 % de parts qu'elle détenait dans le capital d'Airbus.

Fin janvier 2007, l'hebdomadaire "Capital" annonçait que la Russie négociait via une banque ou une société d'Etat russes, une prise de participation de 20 % dans le capital de l'avionneur européen (voir Vnechtorgbank et OAK).

### *Quelques chiffres :*

A fin 2009, les effectifs d'Airbus repartis à travers le monde s'élevaient à près de 52000 personnes ; Alors que son chiffre d'affaires tournait autour de 30 Milliards d'euros.

### 2.2.3 Types d'aéronefs produits

- Les biréacteurs monocouloirs (single aisle) : de "petite capacité" en termes de passagers transportés, 100 à 220 passagers. Il s'agit de la famille des A320 (A318, A319, A320, A321).
- Les gros porteurs dits "à fuselage large" (bi-couloirs, twin aisle ou Long Range):
  - les A300, premiers biréacteurs à fuselage large sortis en 1972 et les A310 plus petits qui en sont dérivés avec une capacité de 200 à 250 passagers, une décennie plus tard, c'est-à-dire en 1982.
  - les biréacteurs A330 et quadriréacteurs A340, 240 à 335 passagers, respectivement en 1994 et 1993.
  - le futur biréacteur A350, 270 à 350 passagers a réalisé son vol inaugural en janvier 2013,
- Et enfin, le très gros porteur quadriréacteur A380, d'une capacité de 555 passagers (et dans une version future prévue pour plus de 800 passagers) dont le vol inaugural est réalisé un 27 Avril 2005 et dont la production a largement dépassé le cap de la centaine d'exemplaires produite (108) depuis son lancement.

Entre temps Airbus avait de plus entrepris, d'élargir sa gamme de production pour l'étendre aux avions militaires de combat et de défense :

- les multi rôles: MRTT ravitailleurs, dérivés des biréacteurs A310 et des A330. Ils sont dès leur lancement sélectionnés et commandés par six pays, dont quatre non européens : Australie, Canada, Arabie saoudite et Émirats arabes unis.
- l'Airbus A400M de transport polyvalent dont la mise en service est prévue courant 2014 et conçu pour rivaliser entre autres avec, le Hercules C130, est en revanche sélectionné et commandé par près de 9 pays dont 7 européens.

### 2.2.4 Présentation détaillée de l'A330

#### 2.2.4.1 *Fiche technique*

Voir « Tableau 2-4 »

	Unités	Model Airbus A330
<b>Masse Maximum de Structure de Manœuvre au Sol (MTW)</b>	Livres	515,661
	Kilogrammes	233,900
<b>Masse Maximum de Structure au Décollage (MTOW)</b>	Livres	513,677
	Kilogrammes	233,000
<b>Masse Maximum de Structure à l'Atterrissage (MLW)</b>	Livres	412,263
	Kilogrammes	187,000
<b>Masse Maximum Sans Carburant (MZFW)</b>	Livres	385,808
	Kilogrammes	175,000
<b>Masse de Base en Opérations (OEW)</b>	Livres	240,303
	Kilogrammes	109,000
<b>Charge Utile Maximum</b>	Livres	154,323
	Kilogrammes	70,000
<b>Capacité Sièges</b>	Bi classes	239
	Classe homogène	380
<b>Volume Cargo (PLATE-FORME INFÉRIEURE)</b>	Pieds Cube	11,865
	Mètres Cube	336
<b>Capacité Réservoirs</b>	Litres	97,530
	Kilogrammes	113,500

Tableau 2-4 Fiche technique de l'A330-200

#### 2.2.4.2 Dimensions

Voir « Tableau 2-5 et Figure 2-3 »

Dimensions	
<b>Longueur hors tout</b>	58.37 M
<b>Longueur du fuselage</b>	58.37 M
<b>Envergure</b>	60.30 M
<b>Hauteur</b>	17.3 M
<b>Empattement</b>	22.18 M
<b>Largeur</b>	5.64 M
<b>Largeur cabine</b>	5.28 M
<b>Surface alaire</b>	361.6 M <sup>2</sup>
<b>Envergure stabilo</b>	19.4 M

Tableau 2-5 Dimensions du de l'A330-200

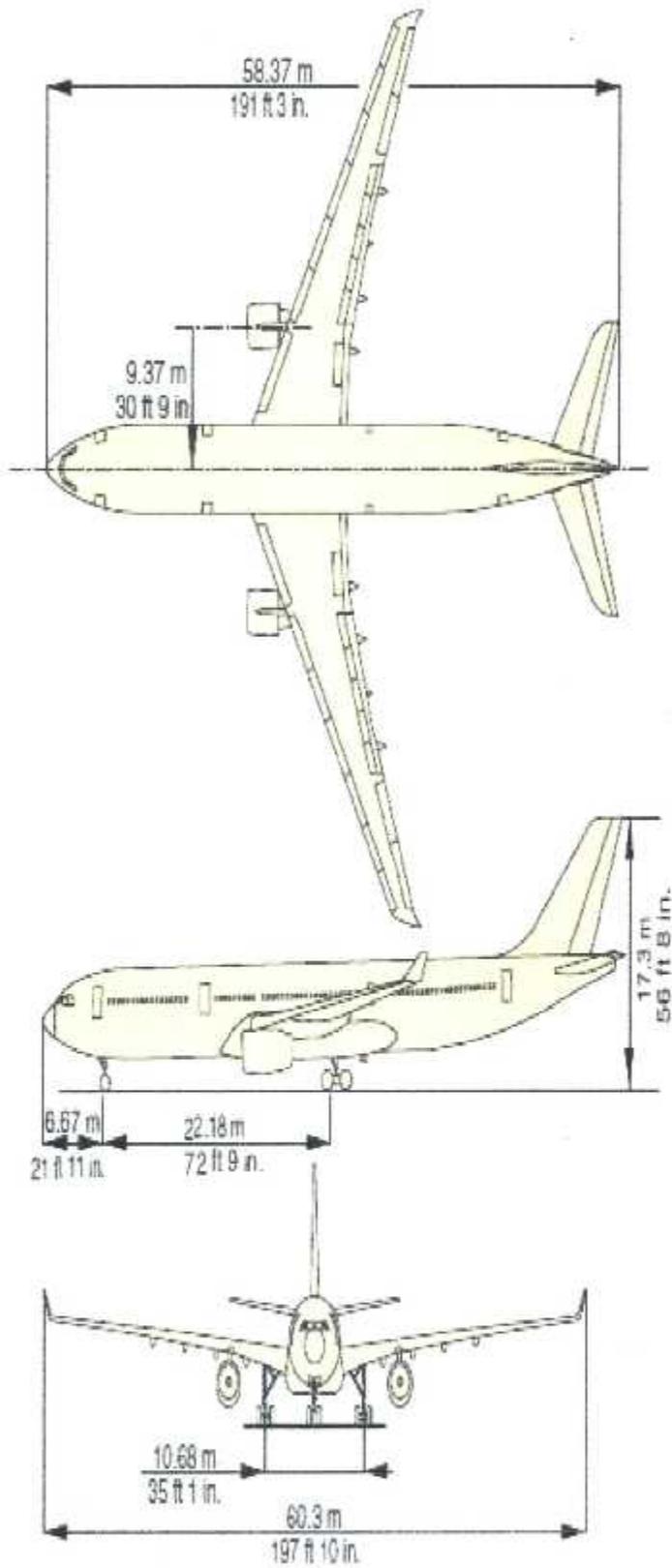


Figure 2-1 Dimensions de l'A330-200

### 2.2.4.3 Performances

Voir le « Tableau 2-6 »

Performances	
Plafond	41000 ft
Vitesse de croisière	M 0.82 / 897 km/h
Vitesse max	M 0.86 / 913 km/h
Motorisation	CF6-80E1
	RR Trent 700
Poussée maxi	303 kN
	320 kN
Distance de décollage en ISA au niveau de la mer	2,580m
Rayon d'action pleine charge	4,000 NM

Tableau 2-6 Performances de l'A330-200

# **Chapitre III :**

# **Conception de**

# **l'application**

### 3 Conception de l'application

#### 3.1 Introduction

L'exploitation d'un nouvel appareil, nécessite l'étude approfondie de toutes les performances pour le réseau de lignes des aérodromes desservis par la compagnie. Pour cela, on se base sur les paramètres suivants :

- Consommation carburant ;
- Temps de vol ;
- Charge offerte ;
- Masse de décollage ;
- Nombre de passagers ;
- Volume de soute.

Cette étude a été réalisée dans le but d'optimiser au maximum la masse de décollage en prenant comme contraintes un nombre de passagers maximum et une charge offerte maximale.

##### 3.1.1 Profil de mission

Le profil de mission est la représentation des quantités de carburants réglementaires à embarquer dans l'avion, pour effectuer un vol quelque conque. Ces quantités sont représentées dans la figure ci-dessous :

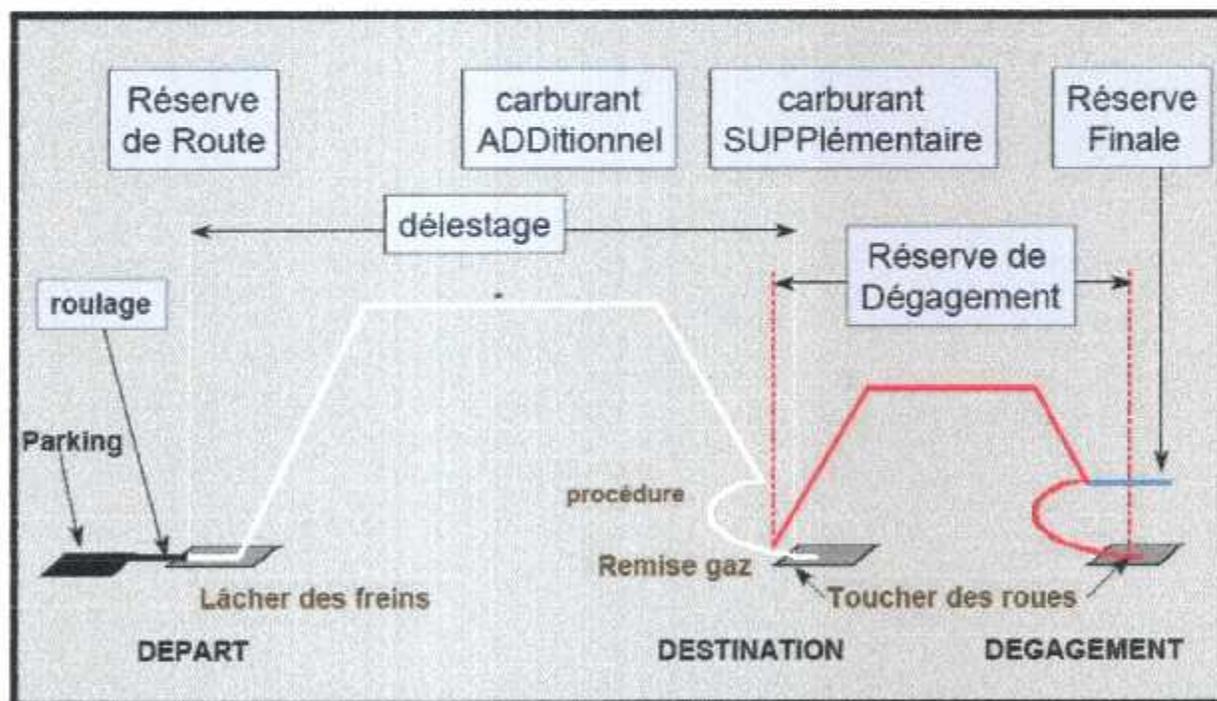


Figure 3-1 Profile de mission

##### 3.1.2 Quantité de carburant à embarquer

Le « Qlf » est la quantité de carburant au lâcher des freins qui doit être égale à la somme des quantités suivantes :

#### 3.1.2.1 **Délestage de l'étape (d)**

C'est la quantité de carburant nécessaire depuis le lâcher des freins à l'aérodrome de départ jusqu'au toucher des roues à l'aérodrome de destination.

Cette quantité est fonction des paramètres opérationnels choisis et subis du vol prévu (météorologique, circulation aérien, procédure antibruit, performance avion, etc.).

#### 3.1.2.2 **Réserve de dégagement (RD)**

C'est la quantité nécessaire pour couvrir la consommation d'une approche interrompue à la MDH/DH, puis montée, croisière, descente, procédure d'arrivée, approche et atterrissage sur l'aérodrome de dégagement (si deux aérodromes de dégagement sont nécessaires, la RD est calculée sur le plus éloigné des deux).

#### 3.1.2.3 **Réserve de route (RR)**

Elle est destinée à couvrir les écarts entre les conditions réelles du vol et les conditions prévues.

Elle est calculée en pourcentage de délestage d'étape prévue (selon l'autorité et la politique compagnie).

#### 3.1.2.4 **Réserve finale (RF)**

Elle est destinée à couvrir les besoins imprévus dans la phase de vol (phase d'attente).

C'est la quantité de carburant nécessaire à un vol de 30 mn à la vitesse d'attente, en ISA, à 1500 ft au-dessus de l'aérodrome de dégagement, ou de destination si le dégagement n'est pas exigé.

#### 3.1.2.5 **Carburant additionnel (Add)**

C'est une quantité de carburant qui est prise pour palier à des imprévus, comme une panne de pressurisation ou une panne moteur.

#### 3.1.2.6 **Carburant supplémentaire (Supp)**

C'est une quantité qui est laissée à la discrétion du commandant de bord.

Donc la quantité de carburant au lâcher des freins est

$$Q_{lf} = d + RR + RD + RF + Add + Supp$$

#### 3.1.2.7 **Roulage (r)**

C'est la quantité de carburant nécessaire pour assurer la mise en route et le roulage jusqu'au point du lâcher des freins.

Donc la quantité embarquée dans l'avion est :

$$Q_{emb} = Q_{lf} + r$$

### 3.1.3 **Détermination de la masse maximale au lâcher des freins -limitation utile (L/U)**

Pour tenir compte des limitations, nous devons vérifier le respect simultané des relations suivantes :

- Masse réelle au décollage (lâcher des freins)  $\leq$  MMSD
- Masse réelle au décollage (lâcher des freins)  $\leq$  MMSA+d

- Masse réelle au décollage (lâcher des freins)  $\leq$  MMSC+Qlf

La masse maximale au décollage qui sera la plus petite des quantités ( $MMSD, MMSA + d, MMSC + Qlf$ ) sera appelée par définition Limitation Utile (L/U).

Donc :

$$\text{Limitation Utile } L/U = \text{Inf}(MMSD, MMSA + d, MMSC + Qlf)$$

### 3.1.4 Calcul de la charge offerte

- Sachant que la masse de l'avion est constituée par :
  - Masse de base (Mb).
  - Quantité de carburant au lâcher des freins (Qlf).
  - Charge marchande.

Nous devons vérifier que :

$$L/U \leq Mb + Qlf + \text{Charge marchande}$$

- Si on appelle C/O la charge telle que l'égalité soit vérifiée, on aura :

$$C/O = L/U - (Mb + Qlf)$$

- La quantité ( $Mb + Qlf$ ) est appelée masse opérations ( $m_{ops}$ )

$$m_{ops} = Mb + Qlf$$

Les différentes masses citées plus haut sont regroupées et représentées dans le tableau ci-dessous :

$Mb$		$MZFW$			$RLW$
$Qlf$	+	$Qlf$			$d$
$m_{ops}$	=	$L/U$		$RTOW$	
		$m_{ops}$	-	-	-
		$C/O$	=	=	=

Tableau 3-1 Récapitulatif pour le calcul de la charge offerte

## 3.2 Description de l'application

Au début de notre travail nous avons été confronté à la manière par laquelle se feront les calculs de performances des avions concernés par l'étude comparative, étant donné le côté fastidieux du par le choix d'une option «manuelle» on a opté pour une option automatisée des calculs. Ceci passe par la conception d'une application.

Cette application est divisée en deux grandes parties, la première partie contient une description des avions et la deuxième partie qui représente la partie la plus importante concerne les calculs des performances. Ces parties sont plus détaillées dans les paragraphes qui suivent.

### 3.2.1 Partie 1 : Descriptions des avions

Cette partie nous donnera les informations suivantes :

- Affichage des dimensions des avions avec leurs illustrations.
- Affichage des limitations comme la MMSD, MMSC ...etc.
- Affichage des performances avions comme le plafond, la vitesse max ...etc.

### 3.2.2 Partie 2 : Calculs des performances

#### 3.2.2.1 Les entrées de l'application

Afin de calculer les performances de l'avion, la manipulation de plusieurs entrées est nécessaire et parmi ces entrées on trouve celle des aérodromes. Le choix d'un aérodrome de départ, d'un aérodrome de destination et d'un aérodrome de décollage est obligatoire. C'est pour cette raison qu'on a mis en place un élément majeur dans cette partie du calcul des performances qui est la gestion de la base de données aérodromes.

Dans ce segment on pourra consulter la base de données aérodromes, modifier les données d'un aérodrome et même l'ajout d'un nouvel aérodrome sera possible.

Les entrées de la partie performances sont :

- L'aérodrome de décollage ;
- L'aérodrome de destination ;
- Le niveau de vol étape ;
- La force et direction du vent en croisière ;
- L'aérodrome de décollage ;
- Le niveau de vol en décollage ;
- La force et direction du vent en décollage.

#### 3.2.2.2 Déroulement des calculs

##### ❖ Calcul de la distance

Quelle que soit la distance à calculer (étape ou décollage) la procédure est la même. Le calcul de cette distance entre deux aérodromes, nécessite la connaissance des coordonnées géographiques de ces derniers. Ces coordonnées sont obtenues à partir du choix des aérodromes effectué par l'utilisateur, ce qui entraîne une interrogation dans la base de données aérodromes. La distance calculée est une distance orthodromique.

##### *La distance orthodromique*

L'orthodromie est la distance la plus courte qui sépare deux points sur une sphère. Ces deux points sont repérés sur le globe par leurs coordonnées géographiques, c'est à dire leurs latitudes et leurs longitudes.

Soit  $M$  la longueur de l'orthodromie exprimée en  $NM$  entre  $A$  et  $B$ , où  $\rho$  désigne la latitude et  $\lambda$  la longitude, elles sont exprimées en  $Rad$ .

$$M = (\sin^{-1}((\sin \rho_A \times \sin \rho_B) + (\cos \lambda_A \times \cos \lambda_B \times \cos(\lambda_B - \lambda_A)))) \times \left(\frac{180}{\pi} \times 60\right)$$

**Remarque :**

Pour les prochaines étapes de calcul il y aura lieu à chaque fois à une interrogation des bases de données avions, comme il est démontré dans la Figure 3-2.

Dans cet exemple nous avons comme entrées la distance sol qui est de 800 NM et un vent de dos de 100 KTS, ce qui a comme résultat une distance air de 648 NM.

AIR DISTANCE (NM)					GROUND DISTANCE (NM)	AIR DISTANCE (NM)				
HEADWIND COMPONENT (KTS)						TAILWIND COMPONENT (KTS)				
100	80	60	40	20	200	190	181	173	166	160
279	259	241	226	212	400	382	365	349	335	322
554	515	480	450	424	600	573	548	525	504	485
829	771	720	675	636	800	764	732	701	673	648
1103	1027	958	899	847	1000	956	915	877	843	811
1376	1282	1197	1123	1059	1200	1147	1098	1053	1012	974
1649	1536	1435	1348	1270	1400	1339	1282	1229	1181	1138
1921	1791	1673	1571	1482						

Figure 3-2 Exemple interpolation dans une base de données

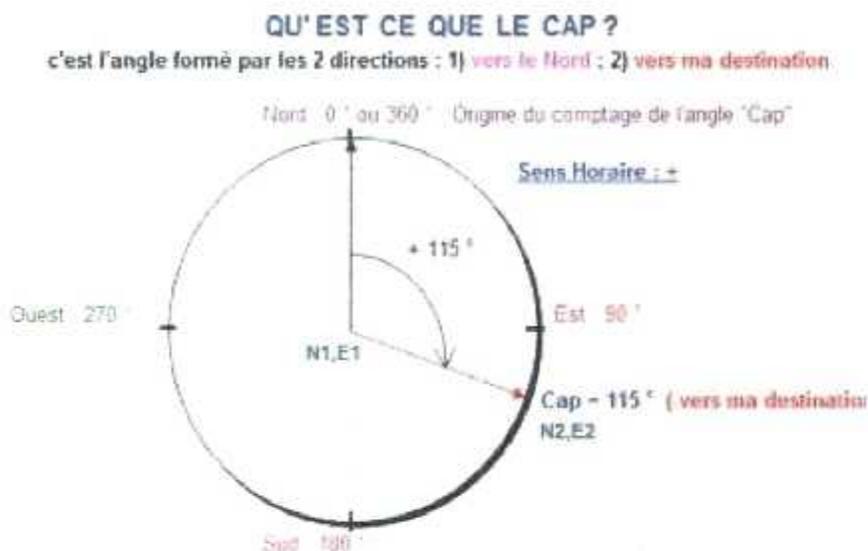
Dans le cas où une des entrées est inexistante dans la base de données, comme dans l'exemple de la Figure 3-3, où la distance sol est égale à 453 NM et le vent est un vent arrière de 20 KTS. Il y aura lieu de faire une interpolation linéaire entre la borne supérieure et la borne inférieure de la distance sol.

GROUND DISTANCE (NM)	AIR DISTANCE		
	TAILWIND COMPONENT		
	20	40	60
200	190	181	173
→ 400	382	365	349
→ 453	?		
→ 600	573	548	525
800	764	732	701
1000	956	915	877

Figure 3-3 Exemple double interpolation dans une base de données

## Calcul du cap

Le cap est la direction à suivre pour effectuer un trajet, qui nous conduira d'un point de départ, vers notre destination. Le cap correspond à l'angle formé entre le nord et la direction de notre destination.

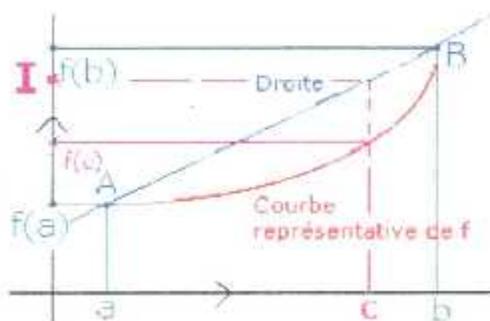


## Interpolation linéaire

L'interpolation linéaire est une méthode utilisée pour calculer la valeur d'un point inconnu sur une courbe, en calculant une moyenne pondérée des valeurs de deux points connus qui l'entourent.

Soit  $f$  une fonction définie sur  $R$ ,  $[a; b]$  un intervalle de  $R$  et  $c$  un nombre réel. Quand il n'est pas possible de calculer l'image de  $c$  par  $f$ , on utilise une interpolation linéaire, cela consiste à remplacer  $f(c)$  par  $g(c)$  ou  $g$  est la fonction affine telle que  $g(a) = f(a)$  et  $g(b) = f(b)$ .

Cela consiste à remplacer la courbe représentative de  $f$  sur  $[a; b]$  par la droite  $(AB)$  (On dit que l'on a déterminé  $f(c)$  par interpolation linéaire).



$$f(c) \approx f(a) + (c - a) \frac{(f(b) - f(a))}{(b - a)}$$

Donc en utilisant l'interpolation linéaire pour l'exemple précédent, on aura une distance air égale à 435.95 NM.

#### ❖ *Calcul de la distance air*

Identique au calcul de la distance sol, la procédure est exactement la même pour la distance air étape et la distance air décollage. Les entrées sont la distance sol, la direction et la force du vent. Après interrogation de la base de données avions et interpolation linéaire (si il y a lieu de la faire), la sortie sera la distance air étape ou bien la distance air décollage.

#### ❖ *Calcul de la masse maximum au décollage*

Les entrées sont l'aérodrome de départ, la piste de décollage, l'intensité et la direction du vent. Après interrogation de la base de données avions et interpolation linéaire (si il y a lieu de la faire), la sortie sera masse maxi décollage (RTOW).

#### ❖ *Calcul de la réserve de décollage et du temps de vol décollage*

Les entrées sont la distance air décollage, le niveau de vol décollage et la masse d'atterrissage prévue en décollage, qui est MSC et qui sera elle-même initialisée à la MMSC. Après interrogation de la base de données et interpolation (si il y a lieu de la faire) il y a lieu de procéder à une correction de la consommation carburant qui est facteur de la masse d'atterrissage. Les sorties seront la réserve de décollage et le temps de vol décollage.

#### ❖ *Calcul de réserve finale*

Pour la réserve finale nous allons considérer une attente à 1500 ft verticale décollage pendant 30 mn. Il y aura qu'une seule entrée qui sera la masse d'atterrissage et qui sera égale à MSC, celle-ci sera initialisée à la MMSC. Après interrogation de la base de données et interpolation linéaire (si il y a lieu de la faire), la sortie sera la réserve finale.

A présent tous les éléments sont disponibles pour le calcul de la masse d'atterrissage à destination :

$$M_{att} = MSC + RD + RF$$

#### ❖ *Calcul du délestage et du temps de vol étape*

Les entrées seront la distance air étape, le niveau de vol et la masse d'atterrissage à destination. Après interrogation de la base de données et interpolation (si il y a lieu de la faire), une correction de la consommation carburant (qui est facteur de la masse d'atterrissage) est nécessaire. Les sorties seront le délestage et le temps de vol étape.

#### ❖ *Calcul de la réserve de route*

La réserve de route est égale à 5% du délestage :

$$RR = (D * 5)/100$$

La quantité de carburant pour le roulage est égale à :  $r = 150 \text{ Kg}$

Donc la quantité de carburant au lâcher des freins est :

$$QLF = RR + RF + RD + D + r$$

La masse décollage :  $M_{dec} = QLF + MSC$

La charge offerte :  $C/O = MSC - M_{base}$

#### ❖ *Vérification des limitations*

Vérifier si :

- $M_{dec} < MMSD$
- $M_{att} < MMSA$
- $QLF < CapRès$

Si non :

- $C/O = C/O - 50$
- $MSC = C/O + M_{base}$
- Recommencer l'opération dès le début.

#### 3.2.2.3 *Les sorties de l'application*

À la fin des calculs il y aura affichage des résultats dans une interface graphique, les sorties seront les suivantes :

- Distance étape ;
- Distance air étape ;
- Distance dégagement ;
- Distance air dégagement ;
- Temps de vol étape ;
- Temps de vol dégagement ;
- Réserve dégagement ;
- Réserve finale ;
- Réserve route ;
- Délestage ;
- Charge offerte ;
- Masse actuelle de décollage.

### 3.2.3 Choix du langage de programmation et du système gestion de bases de données

Pour concevoir cette application nous avons choisi comme IDE de Delphi et comme système de gestion de bases de données MySQL, pour les raisons suivantes :

#### 3.2.3.1 Choix du langage de programmation

##### ❖ *Qu'est-ce que Delphi*

Delphi est un environnement d'exécution et un langage de programmation orienté objet. Ce qui permet d'avoir une application bien structurée, modulable, maintenable beaucoup plus facilement et efficace faisant de lui un langage de programmation très puissant permettant de presque tout faire ce qui augmente la productivité.

##### ❖ *La richesse de l'API*

Delphi permet également de créer des applications autonomes contrairement à la plupart des autres langages, car il met à la disposition du développeur une API (interface de programmation) simple et très riche lui permettant de faire de très nombreuses choses, contrairement à des langages comme le C, où il faudrait coder par nous-même des fonctionnalités basiques comme le chargement d'images, ou bien d'avoir recours pour quasiment n'importe quoi à une librairie de code tierce, et cette application s'exécutera sur tout système en utilisant l'aspect visuel de ce système.

##### ❖ *Bibliothèques de composants très riche*

Delphi nous propose à peu près tout ce dont vous avez besoin directement d'un ensemble de bibliothèques logicielles de base du langage de programmation Pascal objet, ainsi que l'environnement dans lequel le code Pascal objet est compilé pour être transformé en bytecode afin que la machine puisse l'interpréter. Ceci est un énorme avantage, qui augmente encore une fois grandement notre productivité de développement.

De plus il existe énormément d'API tierces de très bonnes qualités, pour des fonctionnalités qui viendraient à manquer aux composants d'origine.

##### ❖ *Base de données accessible*

La totalité des bases de données actuelles sont accessibles depuis un module développé spécialement. De plus, l'interface d'accès est standard : quelle que soit la phase de développement, changer de base de données n'est plus un problème et n'impacte en aucune façon les développements applicatifs.

##### ❖ *En résumé*

Nous avons opté pour Delphi comme IDE de programmation en vue des nombreux avantages qui nous sont offerts :

- Excellente portabilité ;
- Langage puissant ;
- Langage orienté objet ;
- Langage de haut niveau ;
- Bibliothèques composants très riche ;

- Nombreuses librairies tierces ;
- Très grande productivité ;
- Accès à des bases de données facile ;
- Applications plus sûres et stables.

### 3.2.3.2 *Choix du système gestion de bases de données*

MySQL est un système de gestion de base de données (SGBD)

C'est la base de données open source (gratuit) la plus populaire au monde grâce à sa haute performance, sa fiabilité et sa simplicité d'utilisation, elle est aussi devenue le choix privilégié pour la nouvelle génération d'applications. Les bases de données sont accessibles en utilisant presque tout les langages de programmation incluant Java.

Et il est devenu officieusement la base de données à utiliser conjointement avec le langage de programmation Java, depuis le rachat de MySQL AB par Sun Microsystems ce qui donne une notoriété supplémentaire au SGBD auprès des utilisateurs Java.

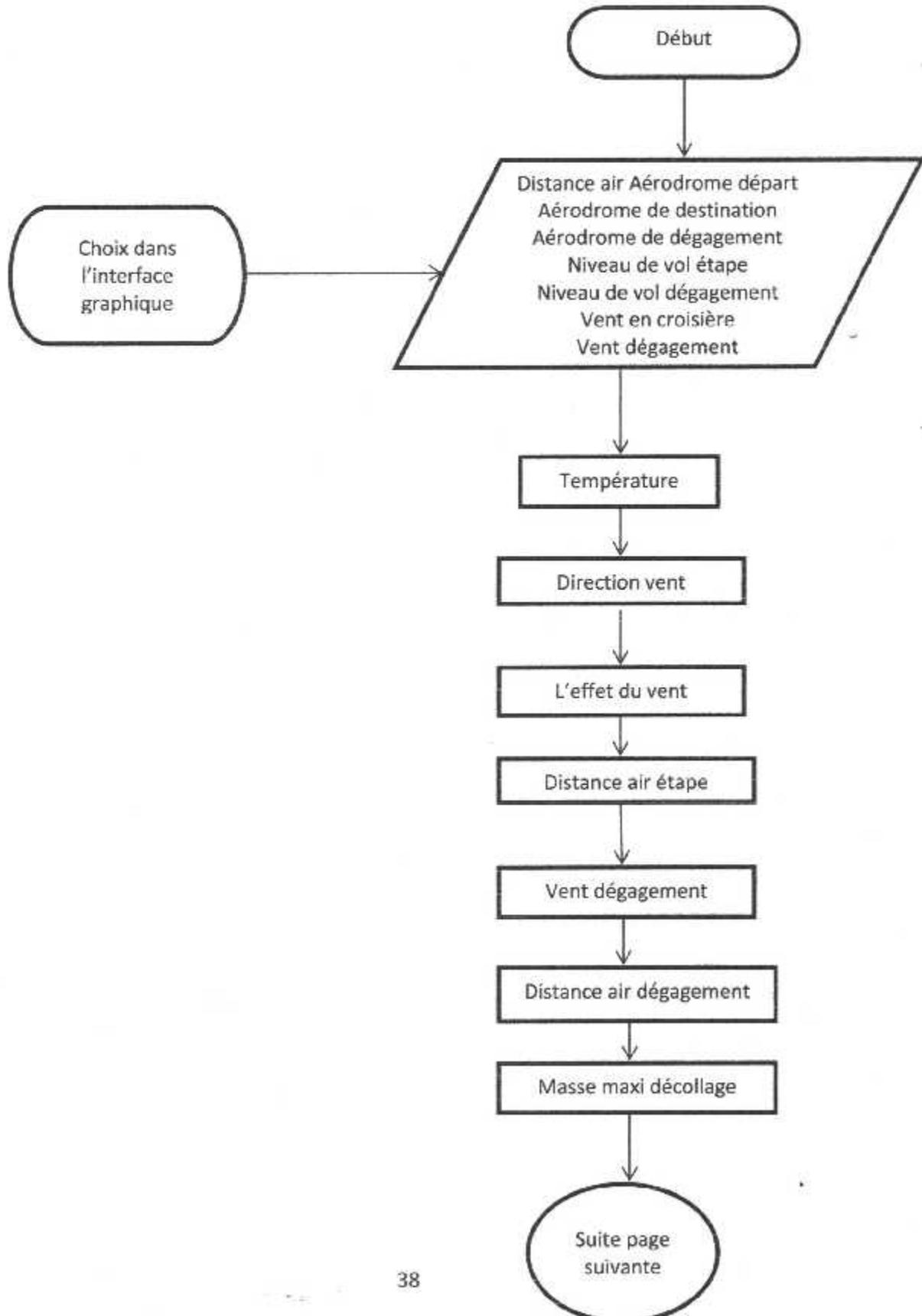
Ainsi les principaux avantages de MySQL sont sa rapidité, sa robustesse et sa facilité d'utilisation et d'administration et une grande flexibilité vu qu'il fonctionne sur de nombreux systèmes d'exploitation différents IBM , Linux, Mac OS X, Windows (2000, XP, Vista et 7).

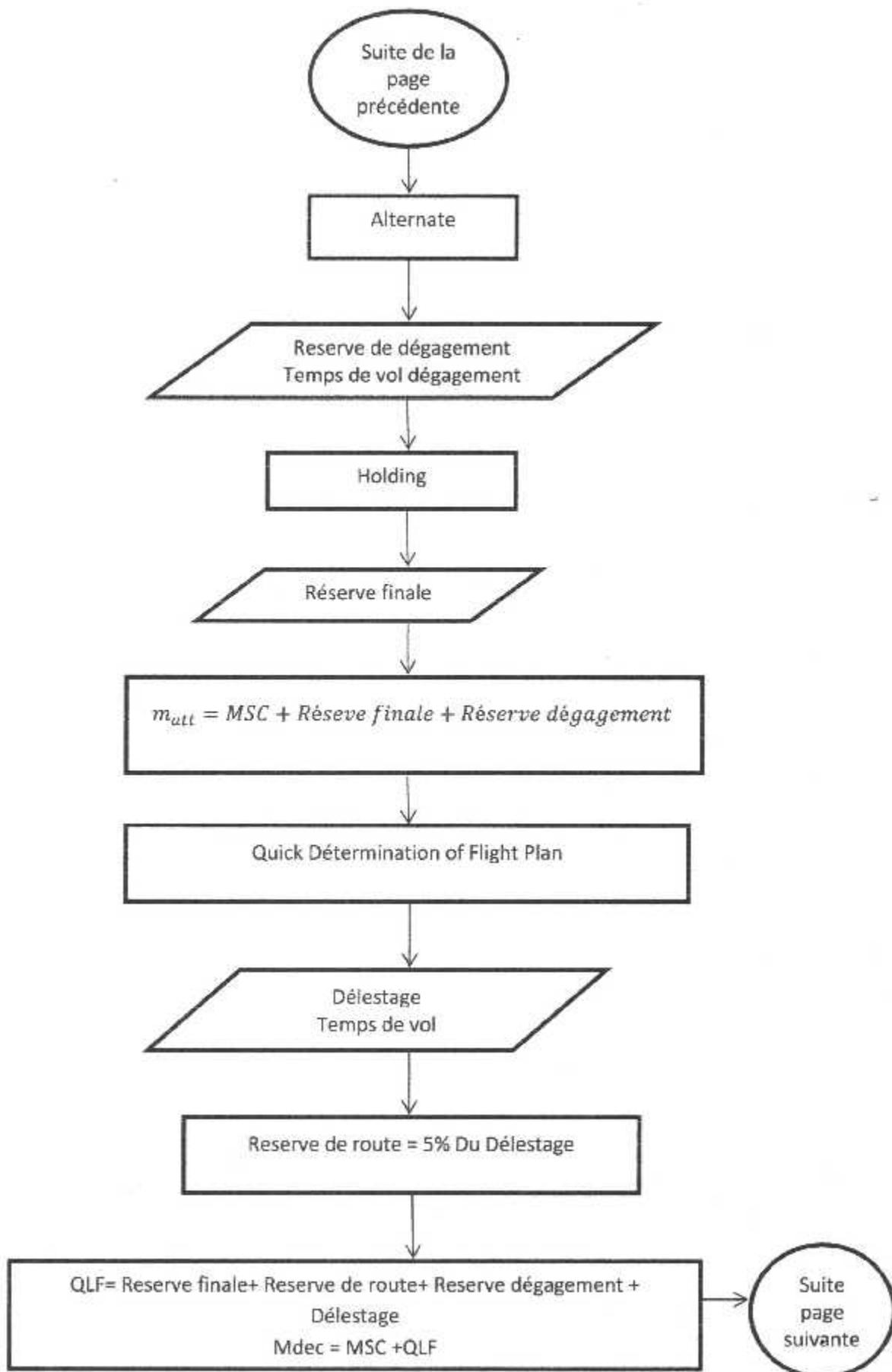
### 3.2.4 Logigrammes de l'application

Pour faciliter la compréhension du déroulement de l'application, on a mis en place les logigrammes du programme principal et des sous-programmes de la partie calcul des performances :

#### 3.2.4.1 Programme principal

Le logigramme du programme principal est représenté dans le Schema 3-1 :





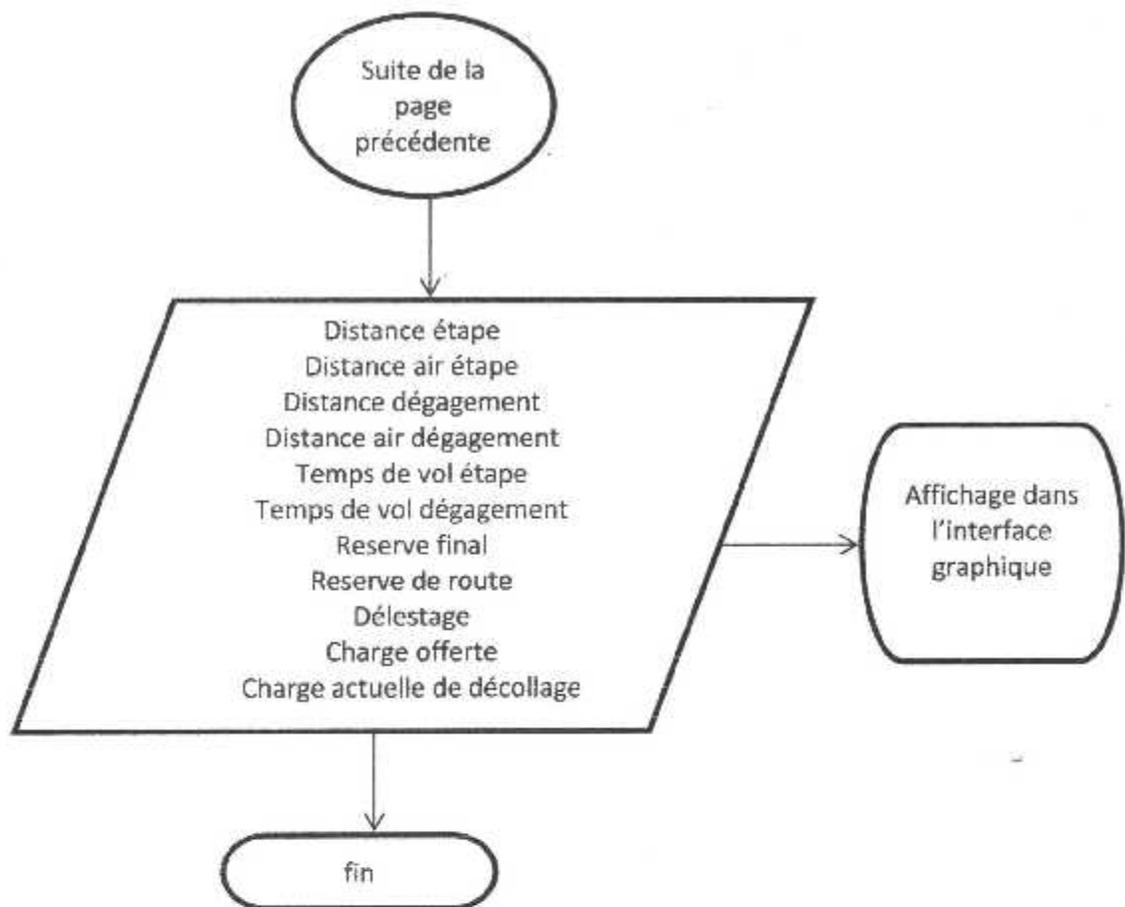


Schéma 3-1 Logigramme du programme principal

3.2.4.2 Sous-programme « Masse maxi décollage »

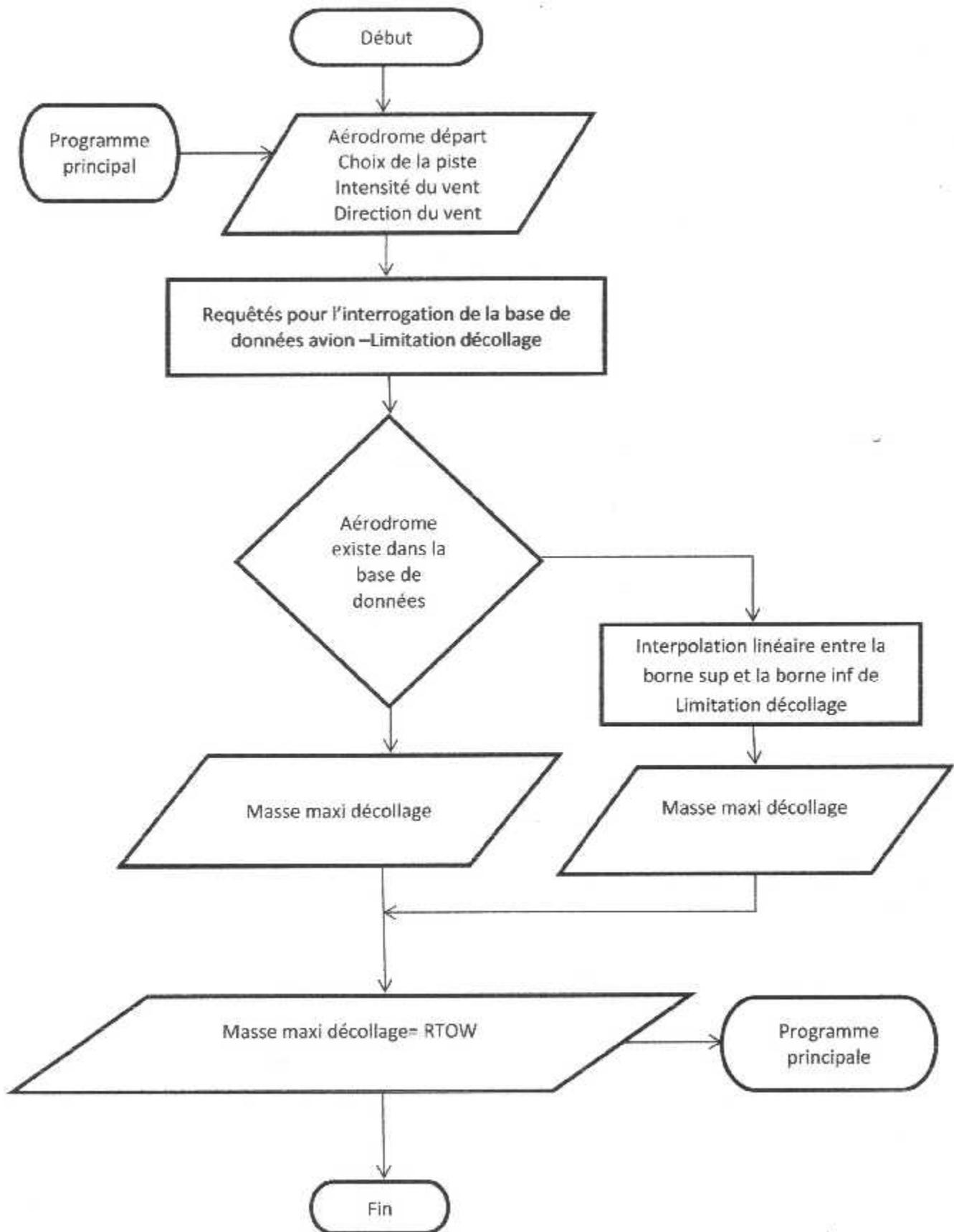


Schéma 3-2 Logigramme du sous-programme « Masse maxi décollage »

### 3.2.4.3 Sous-programme « Distance étape et cap »

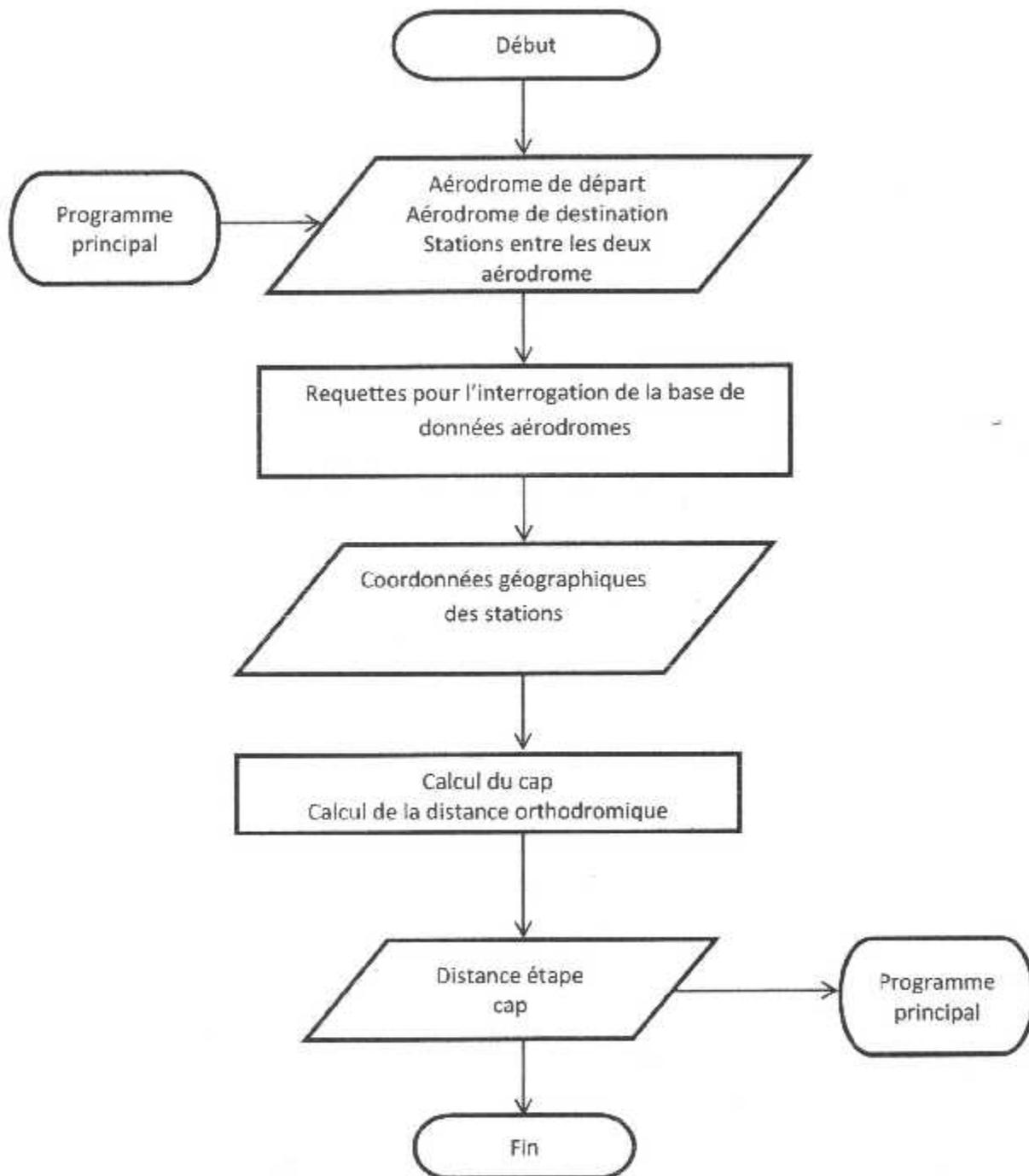


Schéma 3-3 Logigramme du sous-programme « Distance étape et cap »

### 3.2.4.4 Sous-programme « Distance dégagement »

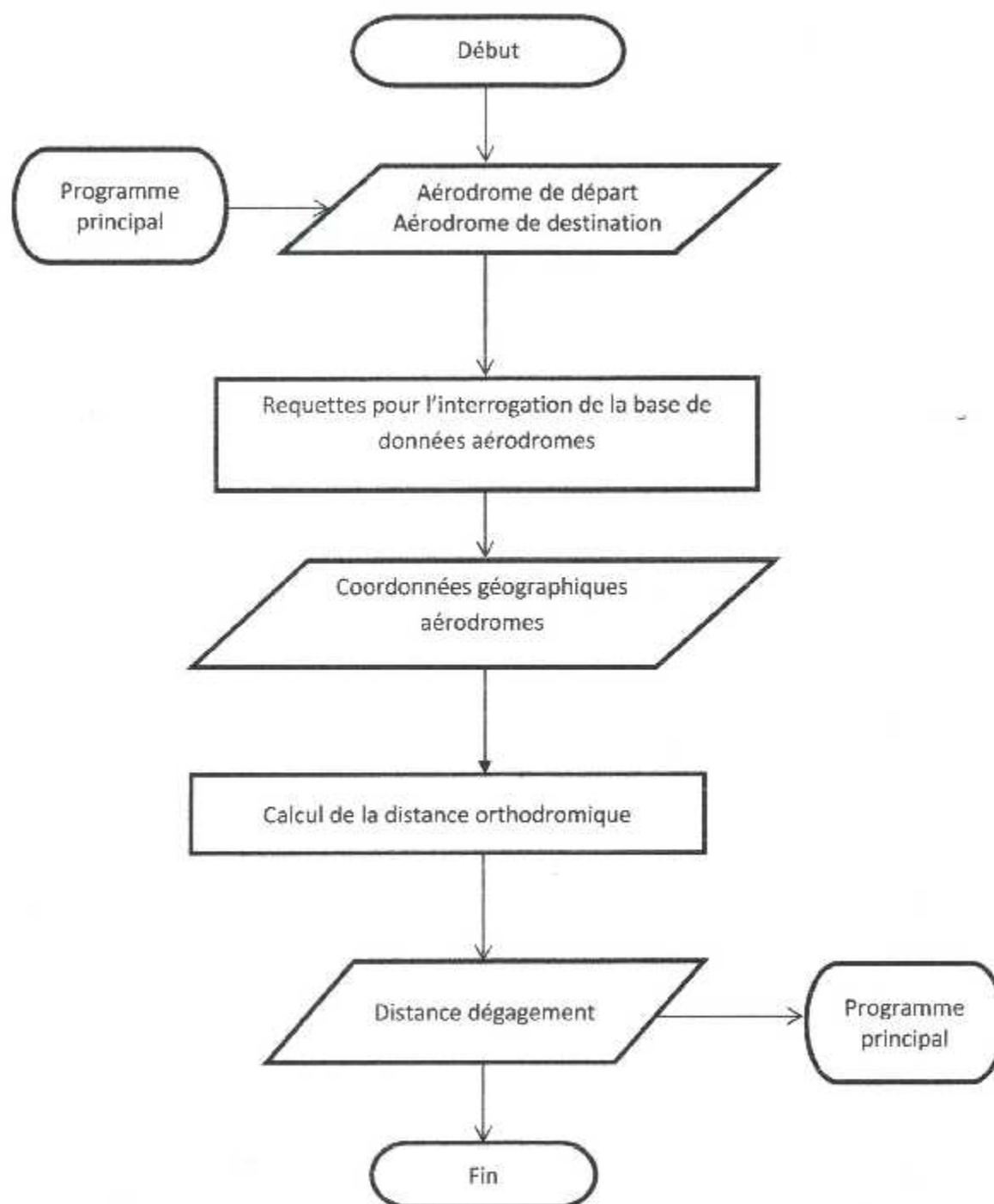


Schéma 3-4 Logigramme du sous-programme « Distance dégagement »

### 3.2.4.5 Sous-programme « Effet du vent »

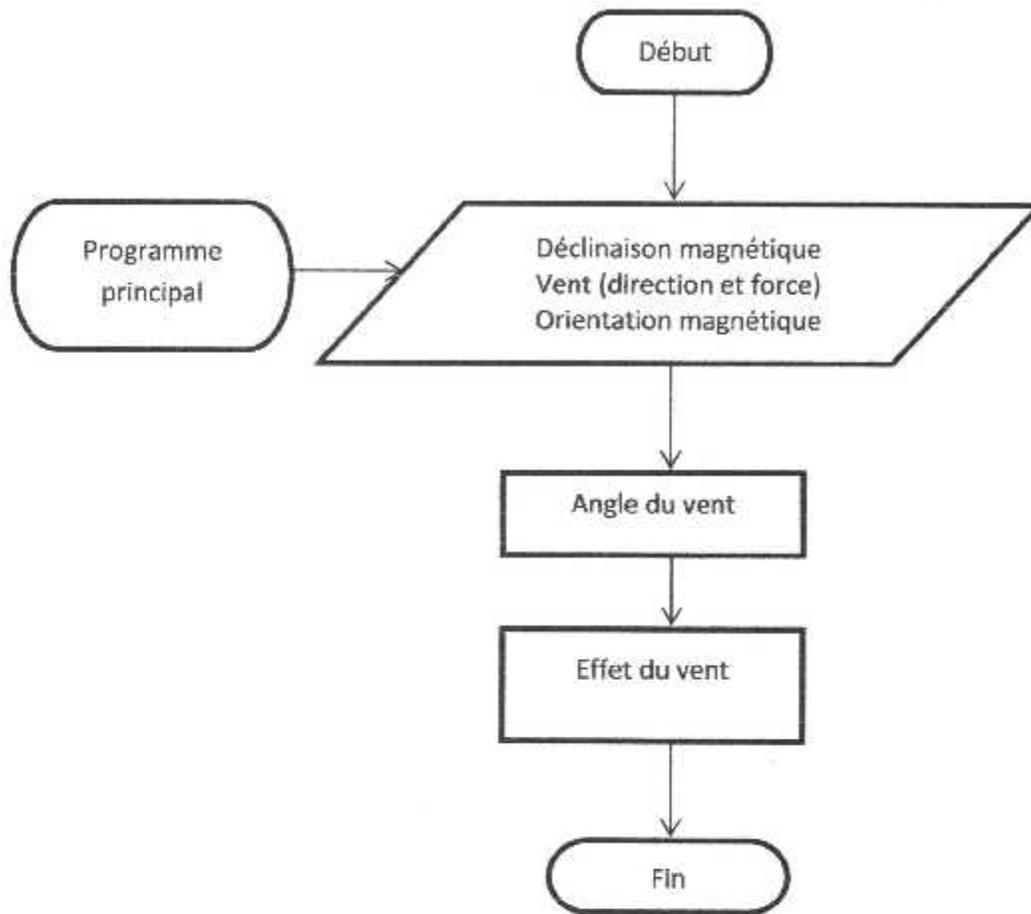


Schéma 3-5 Logigramme du sous-programme « Effet du vent »

3.2.4.6 Sous-programme « Distance air étape »

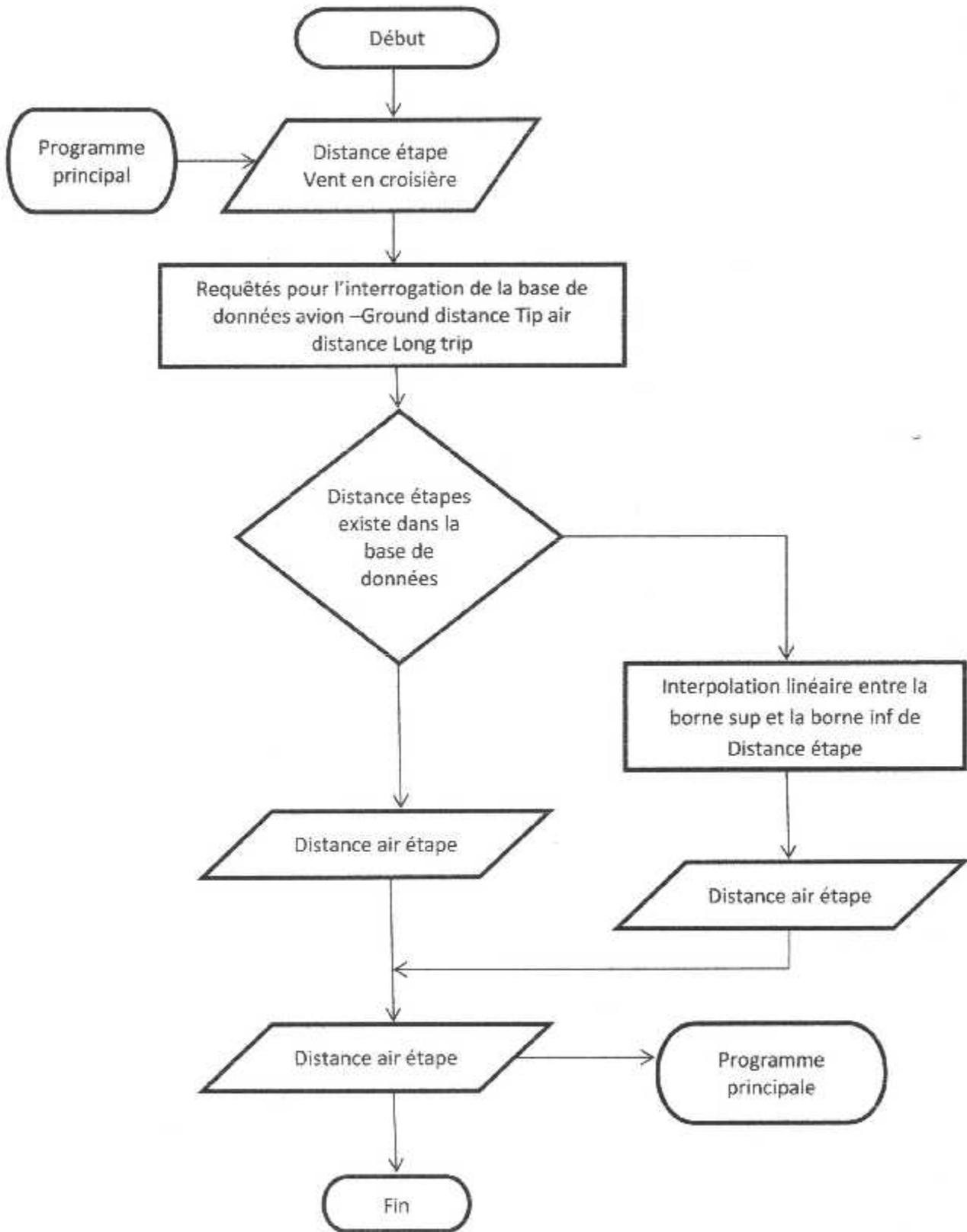


Schéma 3-6 Logigramme du sous-programme « Distance air étape »

3.2.4.7 *Sous-programme « Distance air dégagement »*

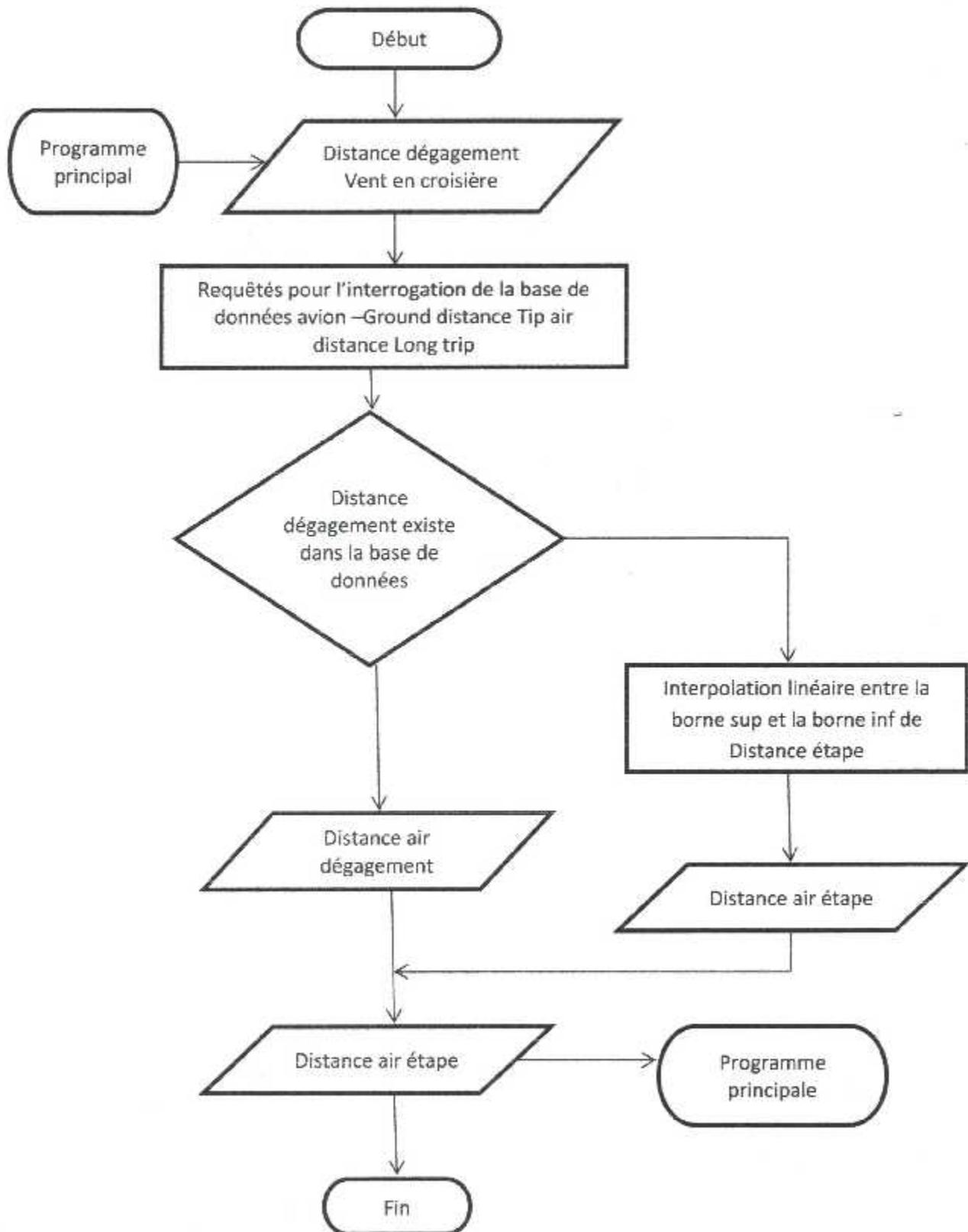


Schéma 3-7 Logigramme du sous-programme « Distance air dégagement »

### 3.2.4.8 Sous-programme « Alternate »

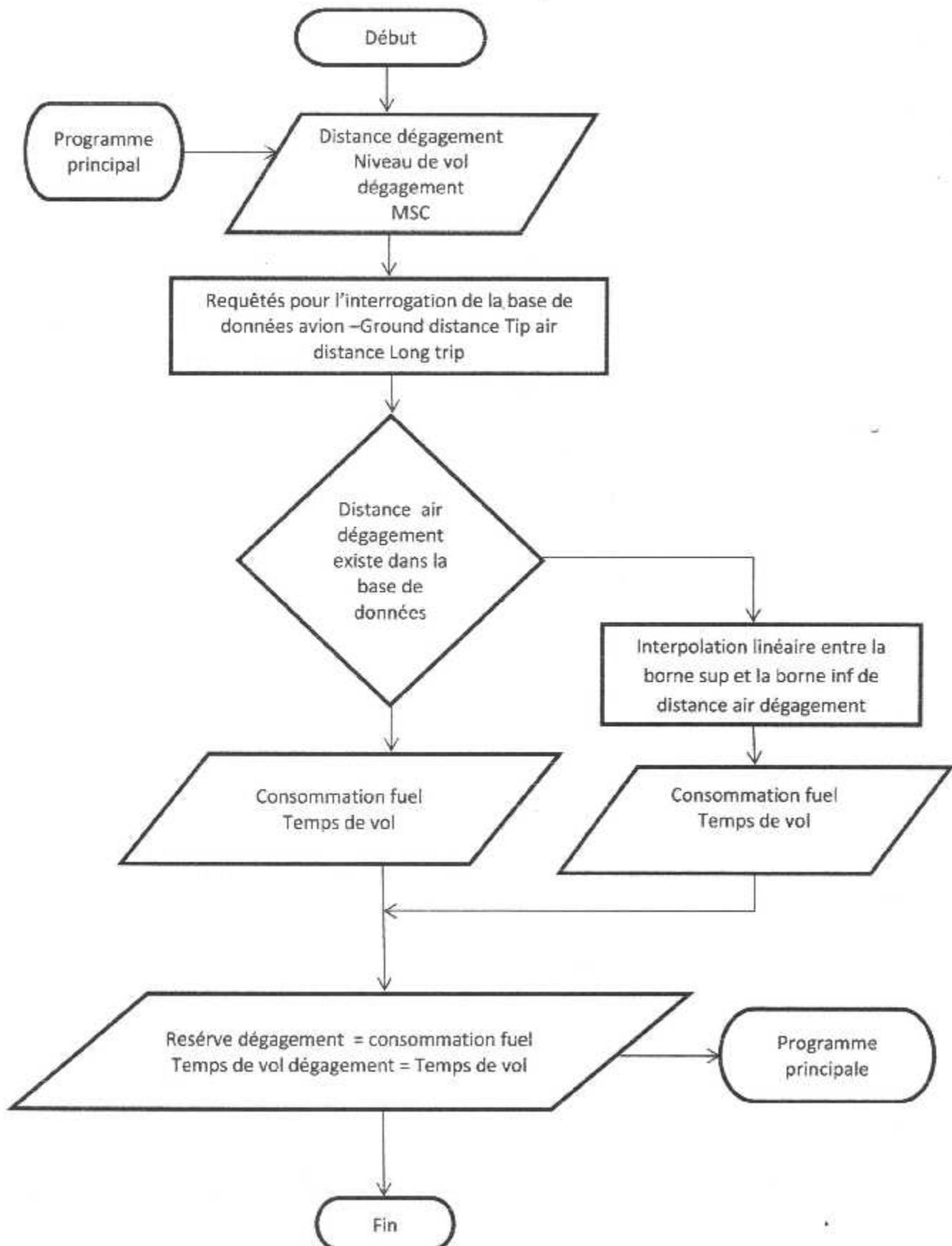


Schéma 3-8 : Logigramme du sous-programme « Alternate »

3.2.4.9 Sous-programme « Holding »

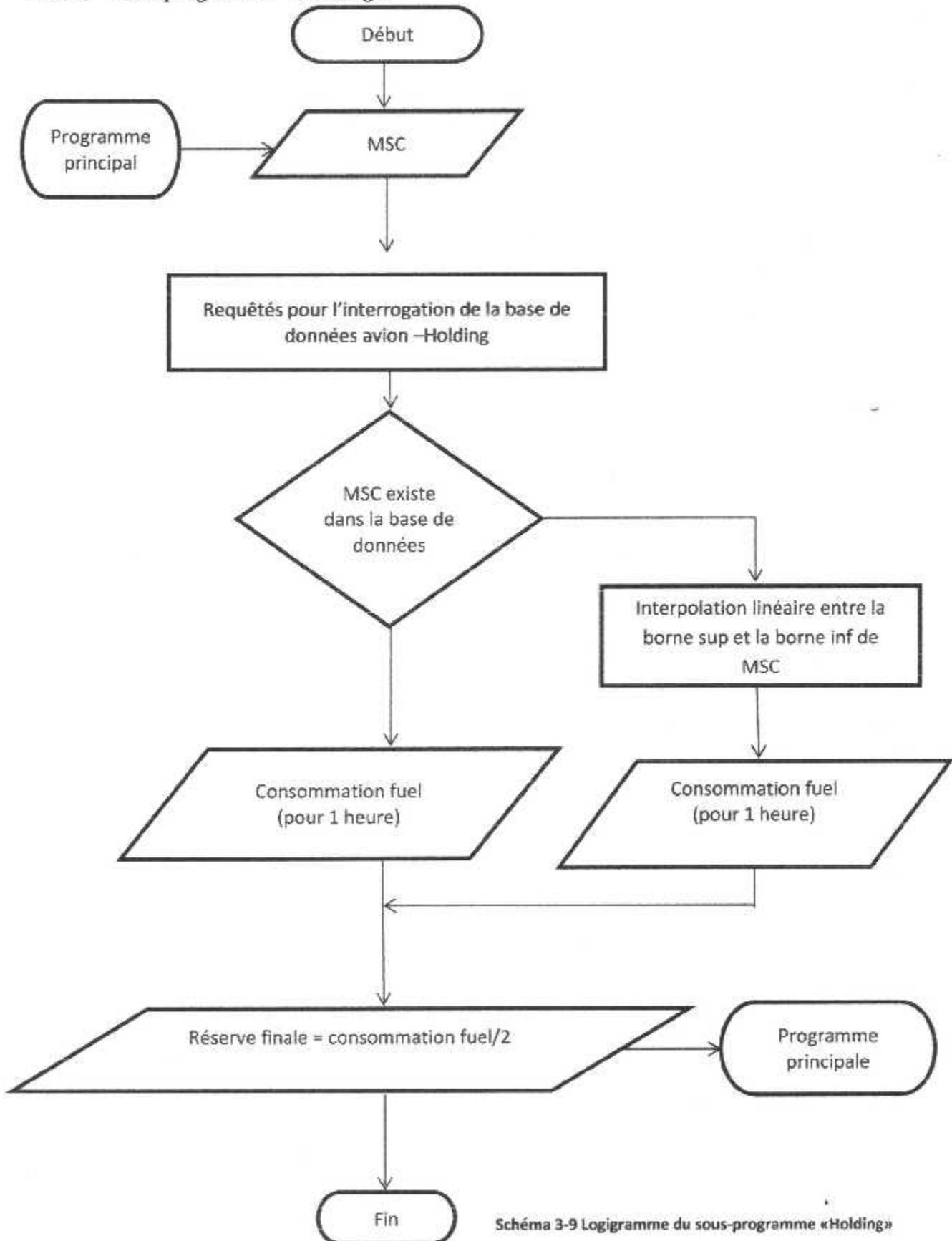


Schéma 3-9 Logigramme du sous-programme « Holding »

3.2.4.10 Sous-programme « Quick Determination of Flight Plan »

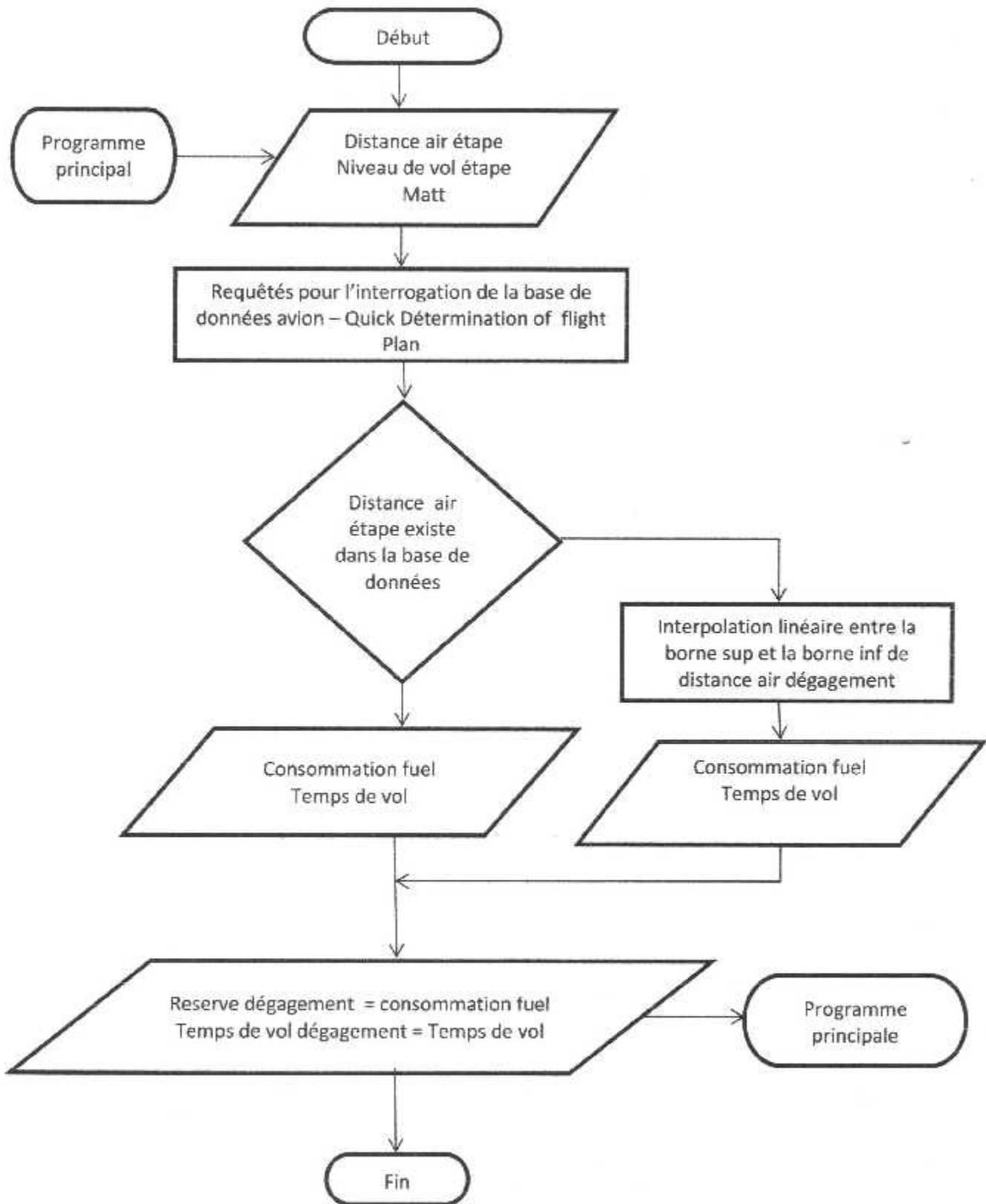


Schéma 3-10 Logigramme du Sous-programme « Quick Determination of Flight Plan »

### 3.2.5 Présentation des interfaces graphiques

#### ❖ *Interface principale*

Dans l'interface principale on a le choix d'accéder à deux grands titres (Figure 3-6) :

- Les Données (Routes , Avions) ;
- Préparation du vol .

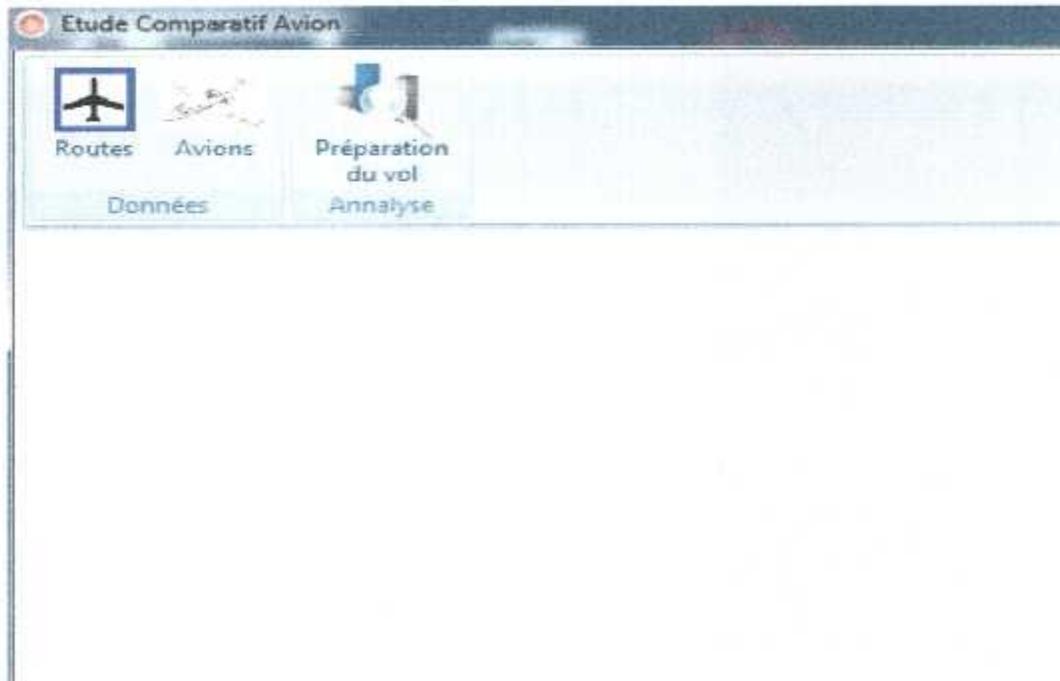


Figure 3-6 Interface graphique principale

#### ❖ *Interface préparation de la route*

Dans cet interface on peut manipuler les données suivantes (Figure 3-7):

- Les aérodomes
- Les stations
- La route
- Les passages

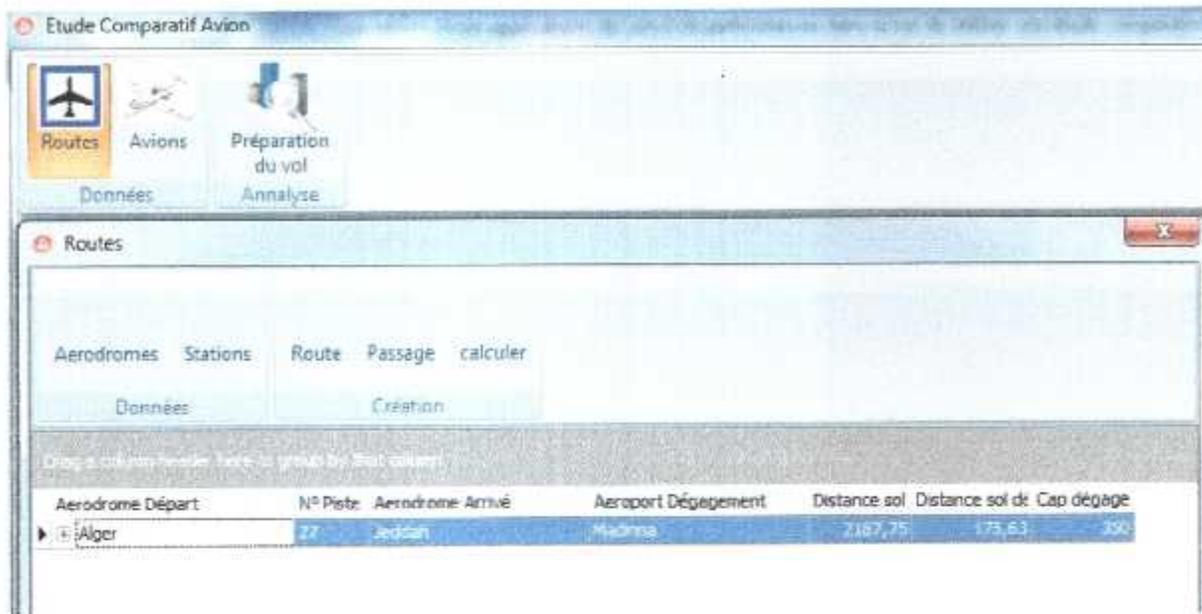


Figure 3-7 Interface graphique préparation de la route

❖ *Interface base de données aérodromes*

Dans cette interface on peut manipuler les aérodromes en effectuant les opérations suivantes (Figure 3-8):

- Consultation ;
- Modification ;
- Ajout d'un nouvel aérodrome.

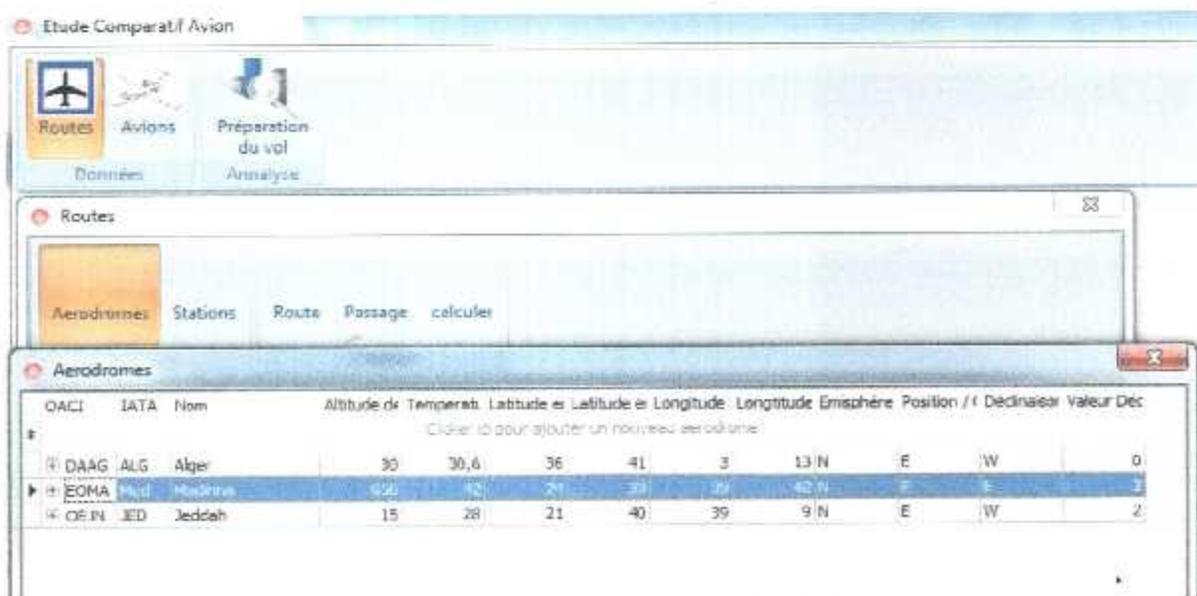


Figure 3-8 Interface graphique base de données aérodromes

### ❖ Interface de données de stations

Cet interface donne le choix de la consultation de la station ou l'ajout d'une autre station (Figure 3-9) :

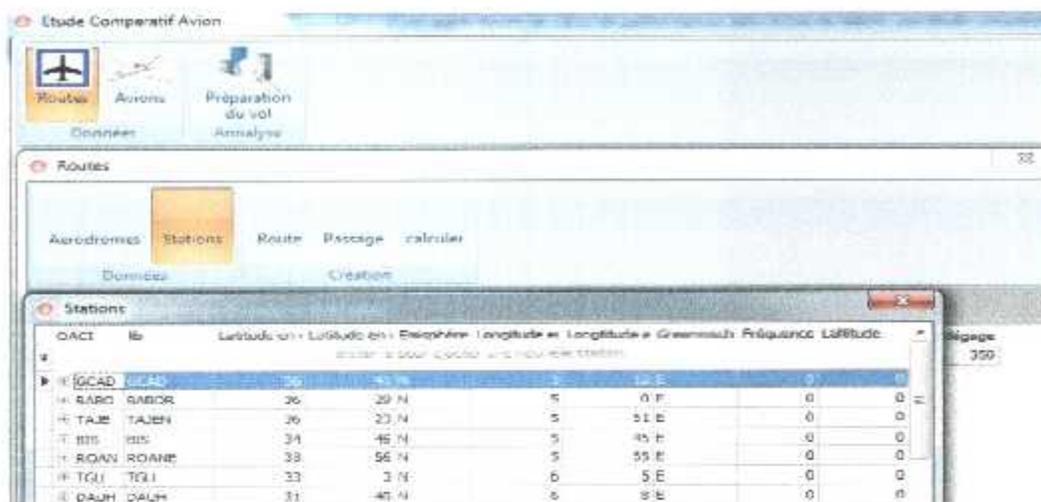


Figure 3-9 Interface graphique base de données stations

### ❖ Interface du choix de la route

On doit rentrer l'aérodrome de départ en plus de la piste, l'aérodrome d'arrivé et l'aérodrome de dégage (Figure 3-10) :

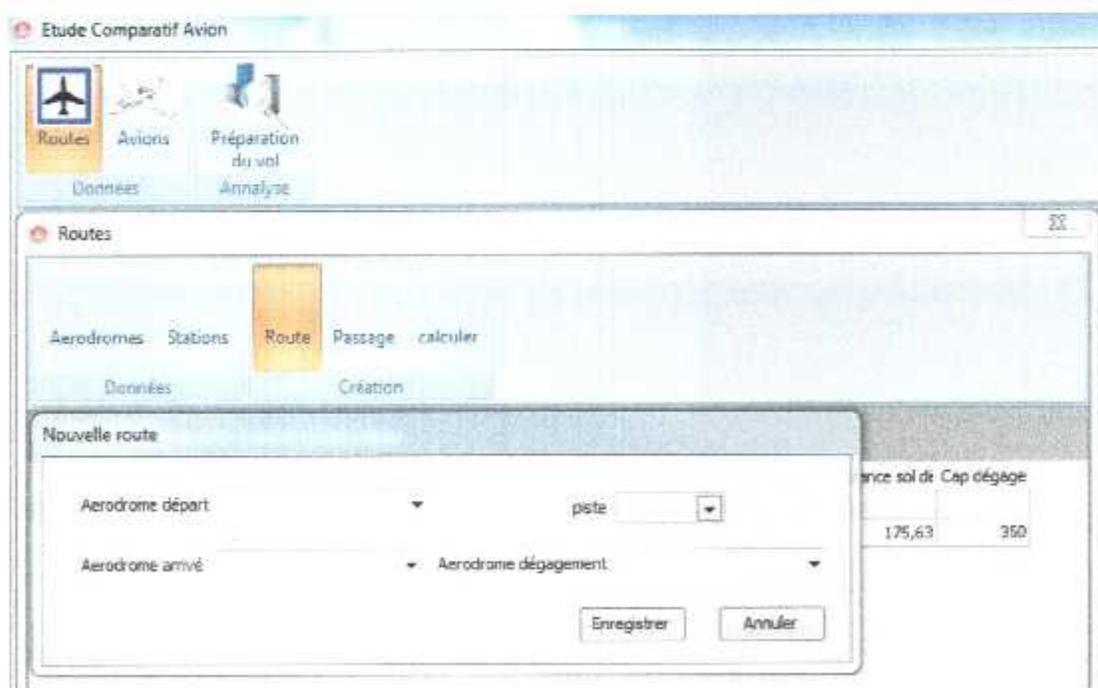


Figure 3-10 Interface graphique du choix de la route

### ❖ Interface de données avions

L'interface nous présentera les dimensions, limitations et performances (Figure 3-11) :

Nom A330-200

Information | Figures | Distance Sol/Air | Délestage | Dégagement | Attente | Limitation décollage

Dimensions				Performances			
Longeur hors tout (m)	58,37	Empattement (m)	22,18	Plafond (ft)	4100		
Longeur du fuselage (m)	58,37	Largeur (m)	5,64	Vitesse de croisière	0,82	Vitesse de croisière (km/h)	897
Envergure (m)	60,3	Largeur cabine (m)	5,28	Vitesse max (M)	0,86	Vitesse max (km/h)	913
Hauteur (m)	17,3	Surface alaire (m)	361,6	Poussée max (kl)	320	Rayon d'action pleine charge (Nm)	4000
Envergure stablo (m)	19,4			Distance de décollage en ISA au niveau mer (m)		2580	

Techniques			
Masse max de structure de manoeuvre au sol (MTW)	233900	Masse de base en opérations (OEW)	109000
Masse max de structure de manoeuvre au décollage (MTOW)	233000	Charge Utile Max	70000
Masse max de structure à l'atterrissage (MLW)	187000	Capacité siège (Mono Classe)	380
Masse max de structure sans carburant (MZFW)	175000	Volume Cargo (Plate-forme inférieure)	336
Capacité réservoir	999999		

Annuler    Enregistrer

Figure 3-11 Interface graphique de données avions

### ❖ Interface préparation du vol

cet interface nous permettra la préparation du vol pour un seul appareil ou les deux, et de rentrer les conditions du jour( Température, vitesse et intensité du vent ,Altitude de croisière et de dégagement, vitesse et intensité vent aéroport de dégagement) (Figure 3-12) :

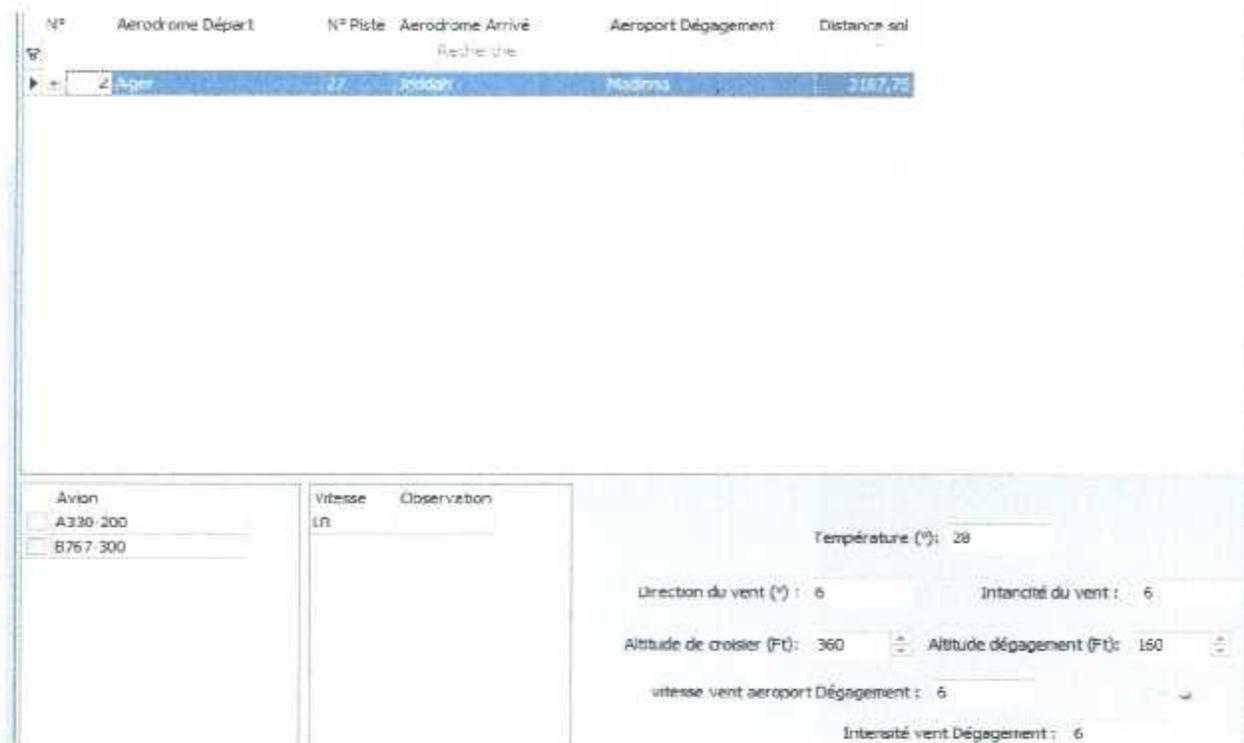


Figure 3-12 Interface graphique préparation du vol

### ❖ Interface de calcul des performances

Cette partie de l'application est la plus importante, car il sera affiché dans cet interface tous les résultats (Masse décollage, carburant route, temps de vol route, carburant décollage, temps de vol décollage, réserve final, total carburant et la charge offerte). (Figure 3-13) :

The screenshot shows the 'Résultat d'analyse' window with the following information:

Informations d'analyse:

- Aerodrome départ: Alger (CAAG) Piste: 27
- Aerodrome Arrivé: Jeddah (OER)
- Aerodrome décollage: Medina (EDMA)
- Distance Sol: 2187,75 Nm
- Distance vol décollage: 175,63 Nm

Table of performance results:

Avion	D.Air (Nm)	TCW (kg)	Carburant route	Temps de vol route	Carburant décollage	Temps de vol décollage	Reserve Final	Total carburant	Charge Offerte (X)	Observation
B767-300	2447	19000	3000	5,36	7000	1,3	200	41145	32963	
A330-300	2447	19000	2526	5,52	9634	1,57	1828	38536	37645	

Figure 3-13 Interface graphique de calcul de performances

❖ *Interface des résultats de calcul des performances*

Dans cette dernière interface notre travail aboutira par l'affichage de résultats de calculs (les sorties de l'application). Il a y deux types d'affichages :

- Affichage des résultats pour les calculs mono appareil (comparaison). (Figure 3-13)
- Affichage des résultats sous forme d'histogramme. (Figure 3-14) :

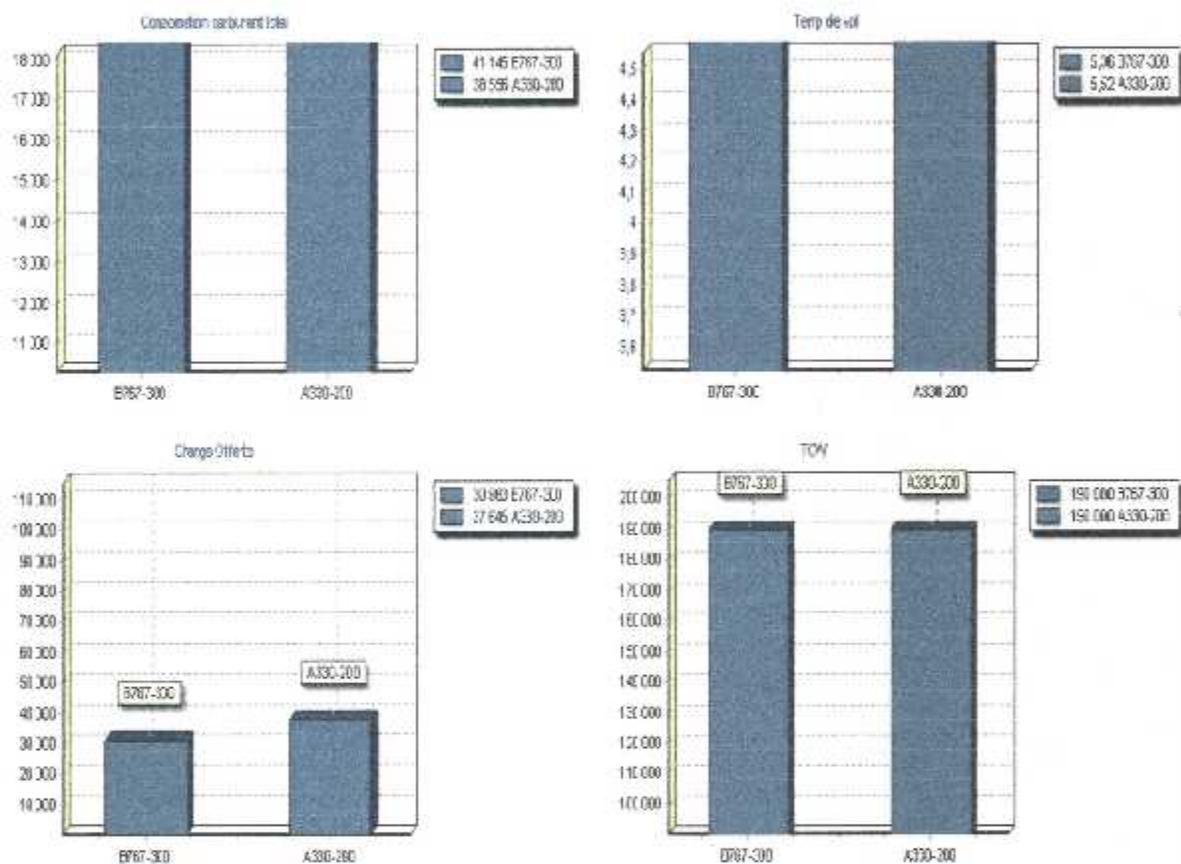


Figure 3-14 Interface graphique affichage des résultats dans des histogrammes

### ❖ Interface de la version imprimable

La version imprimable nous donne toutes les données calculées auparavant par notre application sur deux fois :

- La première sur une étape par un seul avion (Départ, arrivé, dégagement, les stations, leurs caps et leurs distances air). (Figure 3-15) :

## Préparation du Vol

Départ : DAAG \ Alger

Arrivé : OEJN \ Jeddah

Dégagement : DAAG \ Alger

Distance Air Route: 0 Nm

Distance Air Dégagement: 0 Nm

Passage

Station	CAP	Distance Air
OEJN	349	14 Nm
MOBEB	213	44 Nm
PAPOP	234	35 Nm
IMLER	235	49 Nm
DFDII	235	37 Nm

Figure 3-15 Interface graphique affichage de la version imprimable (1)

- La deuxième c'est l'interface comparative imprimable pour les deux avions pour la même étape. (Figure 3-16) :

Avion	TOW	Temps de vol route/dég	Carburant route	Carburant dégagement	Réserve final	Total carburant	Charge offert
B767-300	190000 Kg	5:36/1:33 H:min	30300 Kg	7000 Kg	2000 Kg	41145 Kg	30963 Kg
A330-200	190000 Kg	5:52/1:57 H:min	26326 Kg	9654 Kg	1828 Kg	38566 Kg	37646 Kg

Figure 3-16 Interface graphique affichage de la version imprimable (2)

### **3.3 Conclusion**

En conclusion de ce chapitre, nous pouvons considérer que l'objectif de la réalisation d'une application de comparaison de performances, qui va nous apporter une rapidité de calculs et une précision remarquable des résultats qui seront facilement analysables, en ce qui concerne l'étude comparative (affichage des résultats dans une interface graphique et leurs illustrations dans des histogrammes) a été atteint. Ceci peut introduire notre prochain chapitre qui traitera le comportement de ces avions appliqués sur le réseau TAL.

En conclusion de ce chapitre et au regard de ce que nous a révélé notre étude comparative, l'affichage des résultats dans l'interface graphique ainsi que leurs illustrations à travers des histogrammes, nous permet d'affirmer que l'objectif visant à réaliser une application de comparaison de performances pour apporter une rapidité de calcul d'une grande précision capable de rendre les résultats facilement lisibles et analysables, a été atteint.

# **Chapitre VI : Etude des performances appliquées sur le réseau TAL**

## 4 Etude des performances appliquées sur le réseau TAL

### 4.1 Introduction

À fin de réaliser cette étude comparative, nous avons choisi cinq destinations desservies par la compagnie aérienne TAL, ce choix a été fait en essayant de respecter toutes les plages de distances (courtes et moyennes distances) tout en prenant en compte la plus courte et la plus longue distance desservies par la compagnie:

- Alger–Djeddah, décollage madina-munawwara (Médine)
- Hassi Messaoud – London Heathrow, décollage Manchester
- Hassi Messaoud– London Getwik, décollage Manchester

#### *Scenarios de comparaison :*

- Vent en croisière : selon conditions météorologique.
- Vent en décollage : selon conditions météorologique.
- Niveau de vol 360.
- Température ISA.
- Vitesse de croisière Long Range.
- Temps de roulage : 15 minutes.
- PAX : 97 kg (masse d'un passager avec bagages).

*Illustration des caractéristiques des aérodromes choisis*

**\*Aérodrome d' Alger :**

Code OACI	<b>DAAG</b>
Code IATA	<b>ALG</b>
Coordonnées géographiques	<b>36° 41' N 003° 13' E</b>
Élévation (M)	<b>30</b>
Température (°C)	<b>30.6</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>9,11 NM au Sud Est de la ville</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>0°W (2005)</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR / VFR</b>
Centre météorologique associé à l'aérodrome et son heure de service	<b>Centre météorologique national DAR EL BEIDA H24</b>
Centre responsable de la préparation des TAF et période de validité des prévisions	<b>Centre météorologique national DAR EL BEIDA 9H et 24H</b>
Types de prévisions d'atterrissage disponibles et intervalle de publication	<b>TAF et TAFOR – METAR 3H - 6H horaire et semi horaire</b>

Tableau 4-1 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger

Numéro de piste	Relèvements		Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
	VRAI	MAG				THR (m)
05	053°	053°	3500 x 60	75 F/D/W/T Béton bitumineux	36°41' N 003°13' E	22
23	233°	233°			36°42' N 003°15' E	25
09	092°	092°	3500 x 45	78 F/D/W/T Asphalte	36°41' N 003°10' E	17
27	272°	272°			36°41' N 003°12' E	20

Tableau 4-2 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger(Suite1)

Pente de RWY- SWY	Dimensions De la bande (m)
0,09%	3620 x 300
0,09%	
0,11%	3930 x 300
0,11%	

Tableau 4-3 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger(Suite2)

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

Tableau 4-4 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome d'Alger(Suite3)

**\*Aérodrome de Hassi Messaoud :**

Code OACI	<b>DAUH</b>
Code IATA	<b>HME</b>
Coordonnées géographiques	<b>31° 40' N 006° 08' E</b>
Élévation (M)	<b>140</b>
Température (°C)	<b>41.8</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>5 Nm au Sud Est de la ville.</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>0°E (2005)</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR / VFR</b>
Centre météorologique associé à l'aérodrome et son heure de service	<b>Station METEO de Hassi Messaoud H24</b>
Centre responsable de la préparation des TAF et période de validité des prévisions	<b>Centre ALGER/Houari Boumediene 9H et 24H</b>
Types de prévisions d'atterrissage disponibles et intervalle de publication	<b>Observation d'aérodrome intervalle de 01 heure</b>

Tableau 4-5 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Masssouad

Numéro de piste	Relèvements		Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
	VRAI	MAG				THR (m)
36	004°	004°	3000 x 45	66F/A/X/T Béton bitumineux	31°39' N 006°08' E	140
18	184°	184°			31°41' N 006°08' E	139

Tableau 4-6 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Massouad(Suite1)

Pente de RWY- SWY	Dimensions SWY (m)	Dimensions De la bande (m)
- 0,034%	100 x 45	3200 x 150
+ 0,034%	100 x 45	

Tableau 4-7 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Massouad(Suite2)

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
36	3000	3000	3100	3000
18	3000	3000	3100	3000

Tableau 4-8 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Hassi Massouad(Suite3)

**\*Aérodrome de London Heathrow :**

Code OACI	<b>EGLL</b>
Code IATA	<b>LHR</b>
Coordonnées géographiques	<b>51° 28' N 000° 27' W</b>
Élévation (M)	<b>25</b>
Température (°C)	<b>22</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>12 NM à l'ouest de London</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>1.32°W (2013) / 0.14</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR</b>
Centre météorologique associé à l'aérodrome et son heure de service	<b>Centre météorologique de EXETER H24</b>
Centre responsable de la préparation des TAF et période de validité des prévisions	<b>Centre météorologique de EXETER 30H</b>
Types de prévisions d'atterrissage disponibles et intervalle de publication	<b>Tendance 30min</b>

Tableau 4-9 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Heathrow

Numéro de piste	Relèvements Vrai	Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
					THR (M)
09L	089°	3902 x 50	83 F/A/W/T Asphalte	51°28' N 000°29' w	24
27R	269°			51°28' N 000°25' w	24
09R	089°	3660 x 50	83 F/A/W/T Asphalte	51°27' N 000°28' w	23
27L	269°			51°27' N 000°26' w	23

Tableau 4-10 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Heathrow(Suite1)

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
09R	3660	3660	3660	3353
27L	3660	3660	3660	3660
09L	3902	3902	3902	3595
27R	3884	3962	3884	3884

Tableau 4-11 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Heathrow(Suite2)

**\*Aérodrome de Jeddah :**

Code OACI	<b>OEJN</b>
Code IATA	<b>JED</b>
Coordonnées géographiques	<b>21° 40' N 039° 09' E</b>
Élévation (M)	<b>15</b>
Température (°C)	<b>37.9</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>13 NM au Nord de Jeddah</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>1.5°W</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR / VFR</b>
Centre météorologique associé à l'aérodrome et son heure de service	<b>Jeddah /Prince Abdulaziz International H24</b>
Centre responsable de la préparation des TAF et période de validité des prévisions	<b>Jeddah Centre Forecast (CFO) 24H</b>
Types de prévisions d'atterrissage disponibles et intervalle de publication	<b>Tend (plustot)</b>

Tableau 4-12 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah

Numéro de piste	Relèvements		Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
	VRAI	MAG				THR (m)
16C	160°	158°	3300 x 60	(B 747) Béton	21°41' N 039°09' E	08
34C	340°	338°			21°39' N 039°09' E	08
16R	160°	158°	3800 x 60	(B 747) Béton	21°42' N 039°07' E	04
34L	340°	338°			21°40' N 039°08' E	04
16L	160°	158°	3690 x 45	(B 747) 950 000 LBS Béton bitumineux	21°41' N 039°10' E	09
34R	340°	338°			21°39' N 039°10' E	15

Tableau 4-13 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah(Suite1)

Pente de RWY- SWY	Dimensions De la bande (m)
Nulle	3420 x 300
Nulle	
Nulle	3920 x 300
Nulle	
+0.17%	3810 x 300
-0.17%	

Tableau 4-14 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah(Suite2)

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
16C	3300	3300	3300	3300
34C	3300	3300	3300	3300
16R	3800	3800	3800	3800
34L	3800	3800	3800	3800
16L	3690	3690	3690	3690
34R	3690	3690	3690	3690

Tableau 4-15 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Jeddah(Suite3)

**\*Aérodrome de London Getwik :**

Code OACI	<b>EGKK</b>
Code IATA	<b>LGW</b>
Coordonnées géographiques	<b>51° 08' N 000° 11' W</b>
Élévation (M)	<b>61.87</b>
Température (°C)	<b>22</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>24.7 NM au Sud de Londres. 2.7 NM au Nord de Crawley</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>1.18°W (2013)/0.14°</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR / VFR</b>

Tableau 4-16 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Getwik

Numéro de piste	Relèvements Vrai	Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
					THR (m)
08R	077.6°	3316 x 45	Asphalte	51°08' N 095°21' W	60
26L	257.7°			51°09' N 000°10' W	60
08L	077.6°	2565 x 45	Asphalte	51°08' N 095°20' W	59.5
26R	257.6°			29°58' N 000°10' W	59.5

Tableau 4-17 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Getwik(Suite1)

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
08R	3159	3311	3233	2766
26L	3255	3399	3316	3831
08L	2565	3040	2565	2243
26R	2565	2703	2565	2148

Tableau 4-18 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de London Getwik(Suite2)

**\*Aérodrome de Médine (Madina-munawwara)**

Code OACI	<b>OEMA</b>
Code IATA	<b>MED</b>
Coordonnées géographiques	<b>24° 33' N 039° 42' E</b>
Élévation (M)	<b>656</b>
Température (°C)	<b>42.1</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>19 NM au Nord de Médine</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>2.3°E (1995)°</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR / VFR</b>

Tableau 4-19 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Médine

Numéro de piste	Relèvements		Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
	VRAI	MAG				THR (m)
17	169°	167°	3850 x 45	75 F/D/W/T Asphalte	24°34' N 039°42' E	655
35	349°	347°			24°32' N 039°42' E	634
18	184°	182°	3050 x 45	78 F/D/W/T Asphalte	24°33' N 039°42' E	653
36	004°	002°			24°32' N 039°42' E	633

Tableau 4-20 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Médine(Suite1)

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
17	3850	4150	3970	3300
35	3850	4150	3970	3850
18	3050	3350	3170	3050
36	3050	3290	3170	3050

Tableau 4-21 Illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Médine(Suite2)

❖ **Aérodrome de Manchester**

Code OACI	<b>EGCC</b>
Code IATA	<b>MAN</b>
Coordonnées géographiques	<b>53° 21' N 002° 16' W</b>
Élévation (M)	<b>78</b>
Température (°C)	<b>21</b>
Direction et distance de (Ville)	<b>7.5 NM au Sud ouest de Médine</b>
Déclinaison magnétique/variation annuelle	<b>1.9°E (2009)</b>
Types de trafic autorisés	<b>IFR / VFR</b>

Tableau 4-22 illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Manchester

Numéro de piste	Relèvements Vrai	Dimension des RWY (m)	Résistance (PCN) et revêtement des RWY et SWY	Coordonnées du seuil	Altitude du seuil et altitude du point le plus élevé de la TDZ de la piste de précision
					THR (m)
05L	051.6°	3048 x 46	Asphalte	53°20' N 002°17' W	65
23R				53°21' N 002°15' W	76
05R	051.4°	3200 x 45	Asphalte	53°19' N 002°18' W	57
23L				53°20' N 002°16' W	69.5

Tableau 4-23 illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Manchester(Suite1)

Désignation de la piste	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
05L	3015	3245	3015	2588
23R	2897	3200	2897	2714
05R	3047	3347	3147	2864
23L	3200	3500	3200	2864

Tableau 4-24 illustration des caractéristiques de l'aérodrome de Manchester(Suite2)

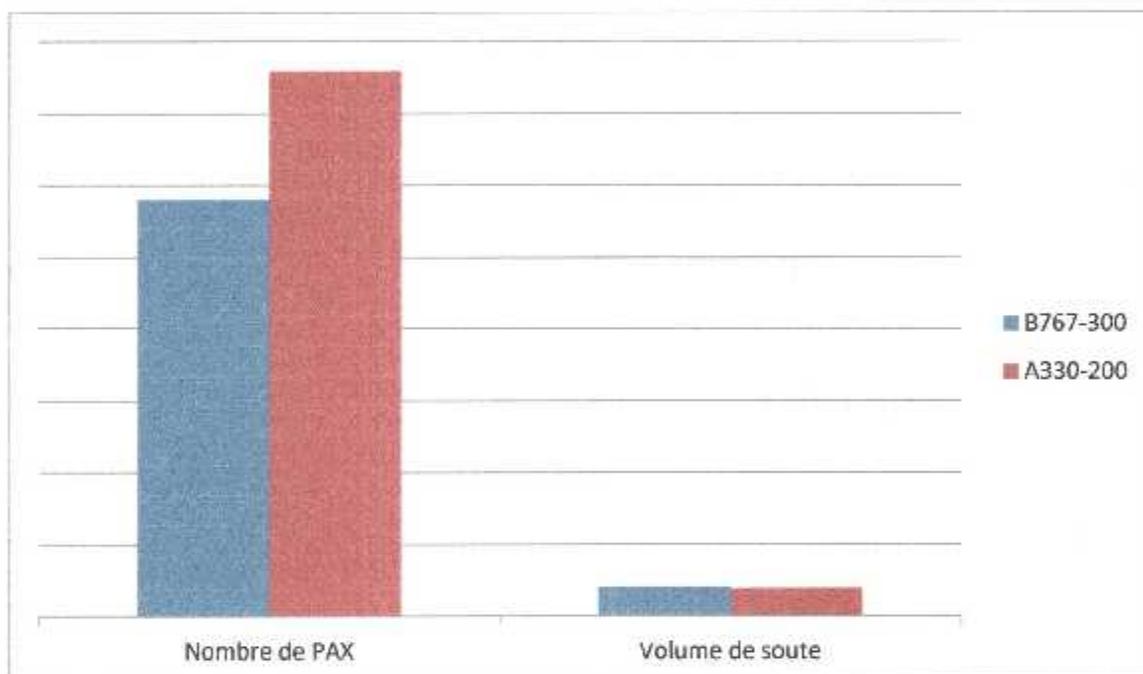
## 4.2 Etude des performances appliquées sur le réseau TAL

### 4.2.1 Comparaison en termes de volume de soute et de nombre de PAX transportés Module 250

Voir le «Tableau 4-25 et le Graphique 4-1 »

	B767-300	A330-200
Nombre de PAX max	290	296
Volume de soute (m <sup>3</sup> )	20.7	19.7

Tableau 4-25 Comparaison en termes de volume de soute et de nombre de PAX max transportés Module 250



Graphique 4-1 Comparaison en termes de volume de soute et de nombre de PAX max transportés Modules 250

#### Constatation

On constate que le nombre de passager et le volume de soute du B737-800 est supérieur à ceux de l'A320. Donc le B737-800 est plus intéressant du coté entré directe de recettes.

Nous relevons que le nombre de passagers pour le A330-200 est supérieur à celui du B767-300 avec une très légère différence en moins pour le volume de soute. Ce qui donne plus d'avantage au A330-200 en termes de recettes à réaliser.

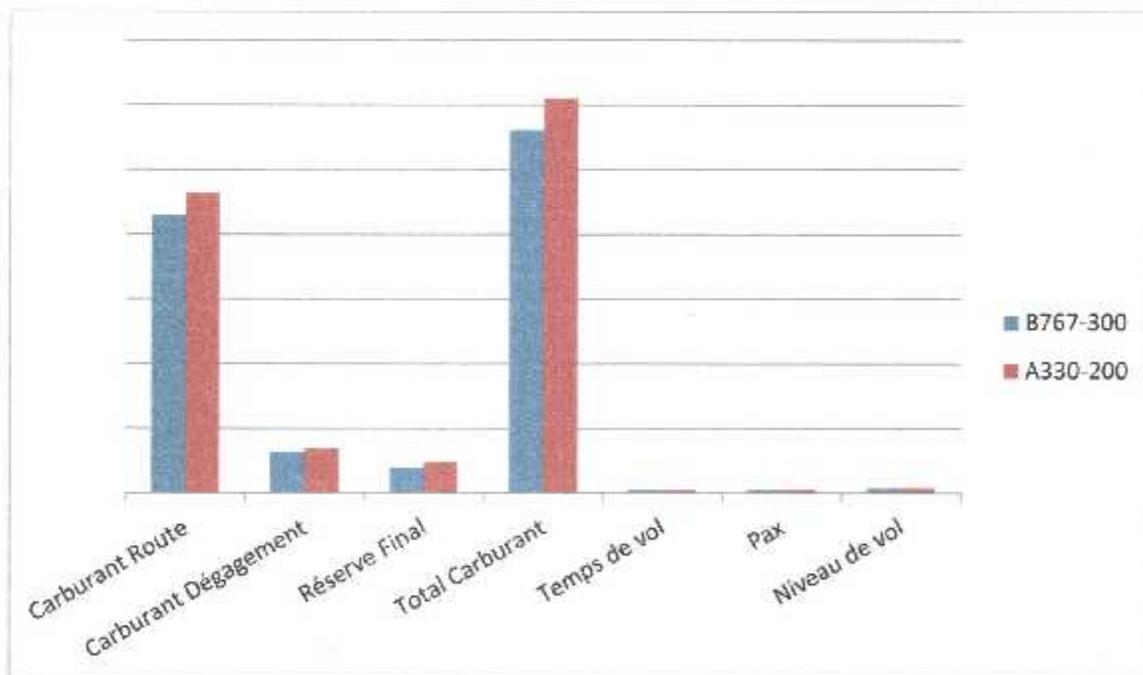
#### 4.2.2 Comparaison en termes de performances

##### ❖ Trajet Alger - Djeddah (ALG-JED):

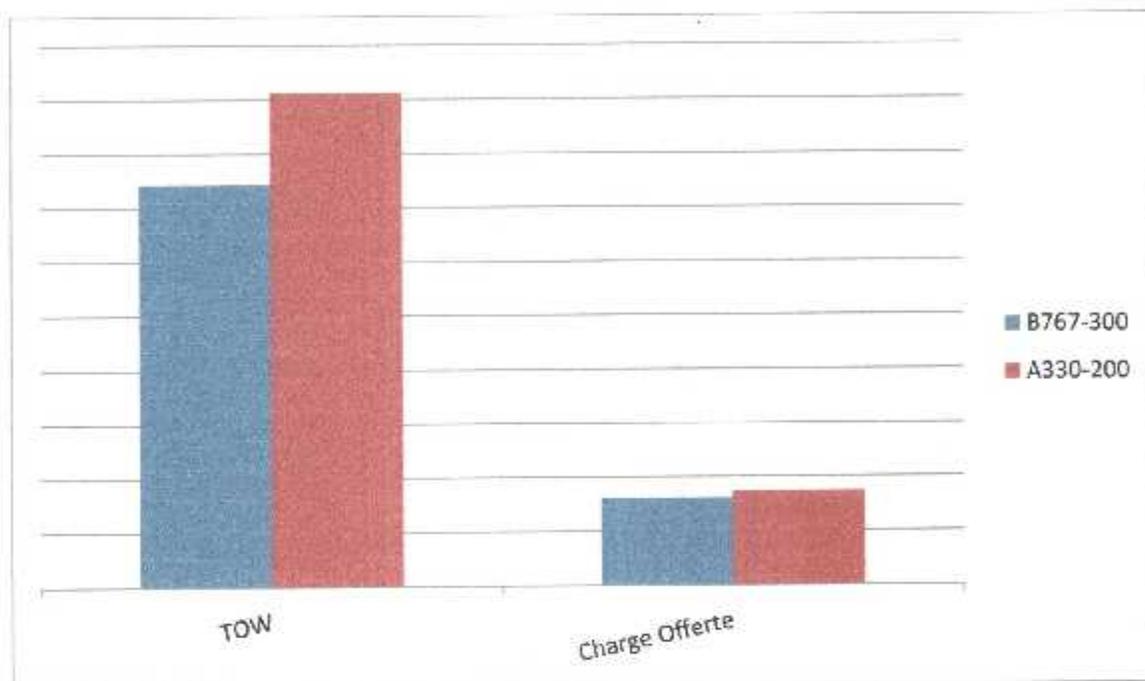
Voir le « Tableau 4-26 et les Graphique 4-2 et 4-3 »

	B767-300	A330-200
Distance Sol Route (NM)	2191	2191
Distance Air Route	1995	1999
Distance Sol Dégagement	193	193
Distance Air Dégagement	197	197
Niveau de vol (FL)	360	360
Masse décollage TOW (kg)	148536	182454
Carburant route (kg)	21560	23252
Carburant dégagement	3191	3465
Réserve Final	2000	2400
Total Carburant	28129	30580
Temps de vol Route/dég	4H35/0H33	4H29/0H35
Charge offerte (kg)	32150	34665
PAX	290	296

Tableau 4-26 Trajet Alger – Djeddah (ALG-JED)



Graphique 4-2 Trajet Alger – Djeddah (ALG-JED)



Graphique 4-3 Trajet Alger – Djeddah (ALG-JED)(Suite1)

### Constatations

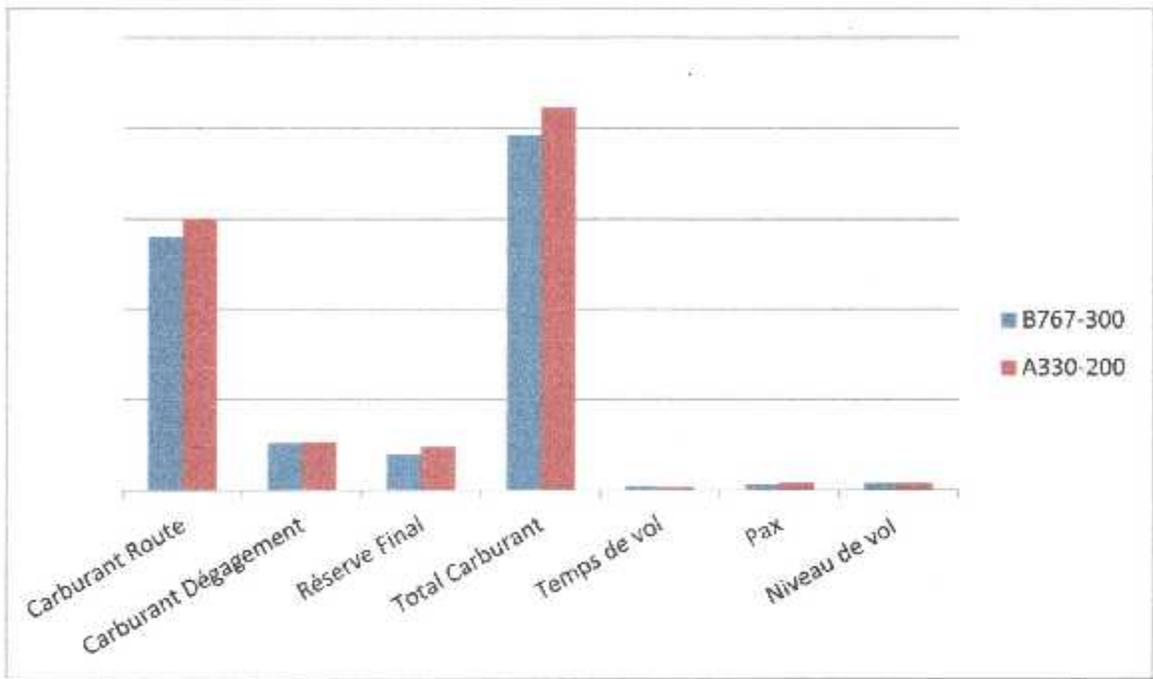
Sur le trajet ALG-JED, le A 330-200 (étape de 4h 29min) transporte une charge offerte conséquente avec une consommation sensiblement égale à celle du B767-300.

### ❖ Trajet Hassi Messaoud – London Heathrow (HME-LHR)

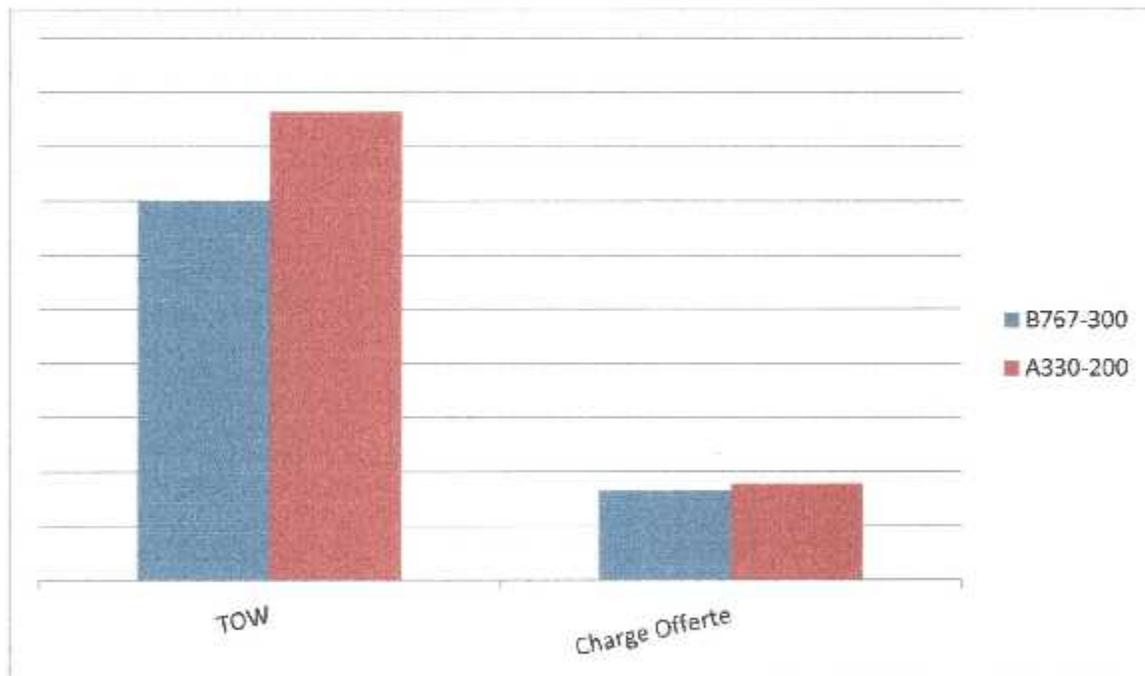
Voir le « Tableau 4-27 et les Graphiques 4-4 et 4-5 »

	B767-300	A330-200
Distance Sol Route (NM)	1259	1259
Distance Air Route	1288	1277
Distance Sol Dégagement	138	138
Distance Air Dégagement	180	166
Niveau de vol (FL)	360	360
Masse décollage TOW (kg)	140036	173018
Carburant route (kg)	14021	15019
Carburant dégagement	2606	2676
Réserve Final	2000	2400
Total Carburant	19628	21142
Temps de vol Route/dég	3H00/0H30	2H52/0H30
Charge offerte (kg)	33078	35689
PAX	290	296

Tableau 4-27 Trajet Hassi Messaoud – London Heathrow (HME-LHR)



Graphique 4-4 Trajet Hassi Messaoud – London Heathrow (HME-LHR)



Graphique 4-5 Trajet Hassi Messaoud – London Heathrow (HME-LHR)(Suite1)

### Constatations

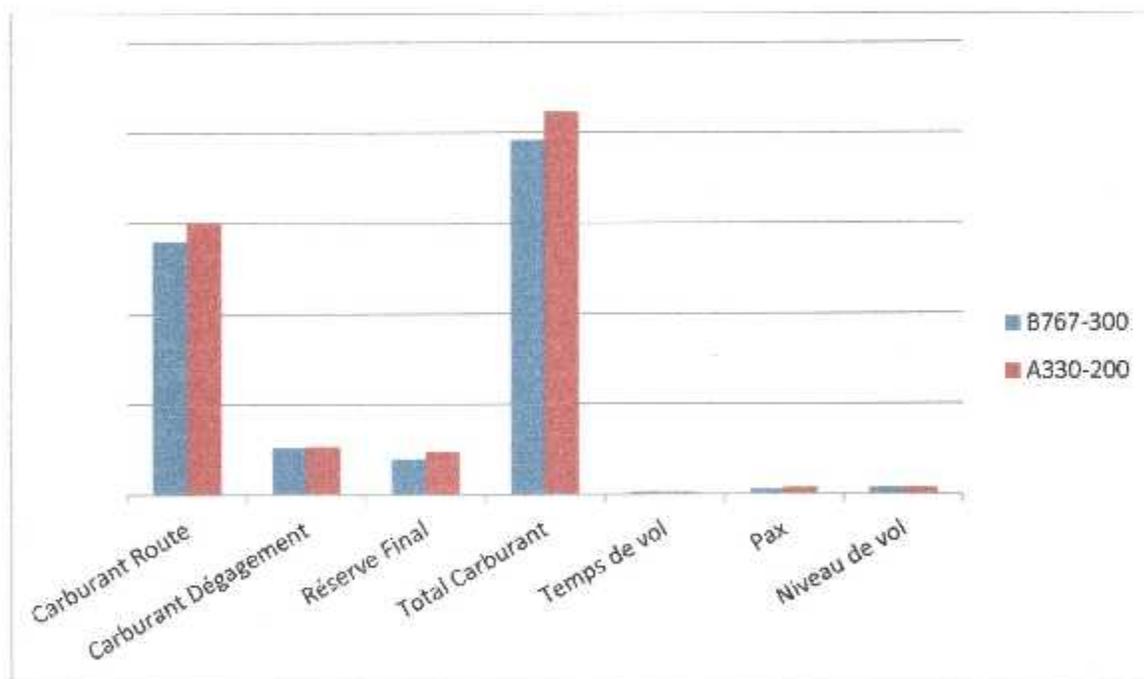
Sur le trajet HME-LHR, l'A330 (étape de 2h 52min) a une consommation légèrement supérieur à son concurrent, il transporte une charge offerte nettement supérieur de 2611 Kg.

❖ *Trajet Hassi Messaoud - London Getwik (HME-LGW)*

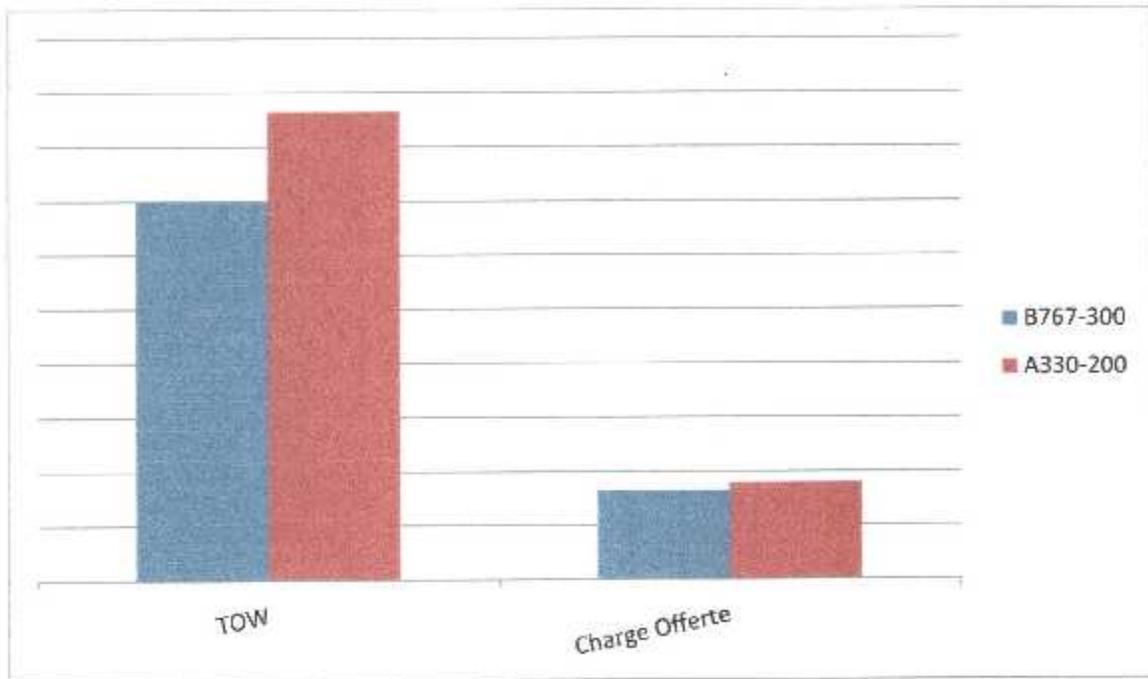
Voir le « Tableau 4-28 et les Graphiques 4-6 et 4-7 »

	B767-300	A330-200
Distance Sol Route (NM)	1247	1247
Distance Air Route	1279	1270
Distance Sol Dégagement	138	138
Distance Air Dégagement	180	166
Niveau de vol (FL)	360	360
Masse décollage TOW (kg)	140036	173018
Carburant route (kg)	14321	15319
Carburant dégagement	2806	2876
Réserve Final	2000	2400
Total Carburant	19628	21142
Temps de vol Route/dég	2H59/0H30	2H49/0H30
Charge offerte (kg)	33943	35827
PAX	290	296

Tableau 4-28 Trajet Hassi Messaoud – London Getwik (HME-LGW)



Graphique 4-6 Hassi Messaoud – London Getwik (HME-LGW)



Graphique 4-7 Hassi Messaoud – London Getwik (HME-LGW)(Suite1)

### Constatations

Sur le trajet HME-LGW, l'A330-200 (étape de 2h 49min) transporte une charge offerte toujours supérieure à celle du B767-300, avec une consommation légèrement supérieur à son concurrent.

### **4.3 Conclusion**

L'étude effectuée sur la base des résultats des calculs de performances, appliquées sur le réseau TAL, a abouti aux choix des aéronefs les plus performants du côté charge offerte max, consommation carburant et temps de vol.

Pour le modules 250 le choix de l'avion le plus adéquat pour couvrir au mieux le réseau de la compagnie aérienne TAL est l'Airbus A330-200, vu sa supériorité en terme de rapport charge offerte sur consommation carburant mais aussi en terme de nombre de passagers transportés.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

Notre présente étude portant sur la comparaison de performances, s'inscrit en droite ligne des études analogues faites pour aider à se déterminer par rapport au choix des avions à acquérir au regard des conséquences directes sur les coûts d'exploitations futurs. Cette étude nous a, par la même permis de jauger nos connaissances acquises dans la spécialité des opérations aériennes et de voir concrètement à travers un cas pratique ce qu'un ingénieur chargé des opérations aériennes est appelé à bien connaître et maîtriser.

Lors de cette étude, nous avons commencé par déterminer des critères de comparaison pouvant être utilisés par les compagnies aériennes en pareils cas, pour établir une comparaison sur les aspects opérationnels intéressant une compagnie aérienne ; cela après avoir accédé à la documentation sur les deux constructeurs AIRBUS et BOEING.

Nous avons affiné notre étude par rapport aux études analogues précédentes en incluant l'étude des limitations relatives aux pistes, effet du vent en croisière en plus du calcul du cap entre les différentes stations reliant le trajet du départ jusqu'à l'arrivée.

Au final, nous avons recommandé, selon ce que a déterminé notre étude, le choix d'appareils les plus adaptés au réseau de TASSILI AIRLINES. Il s'agit du modèle de l' AIRBUS A330-200 qui l'emporte sur le BOEING 767-300 . Il est à privilégier pour nombre de raisons liés aux performances examinées selon une grille de critères de sélection. Il faut reconnaître également que le fait d'avoir développé une application informatique, nous a grandement aidé, en nous facilitant la tâche. Elle a augmenté le niveau de précision des résultats et amélioré leur lisibilité et son utilité pourrait même aller au-delà de l'opération d'achat, et s'étendre aux opérations de calculs des coûts d'exploitation.

En définitive, les résultats de notre étude ayant abouti à recommander le choix de l' AIRBUS A330-200 pour les performances démontrés, ont convergés avec ceux de la Compagnie AIR ALGERIE qui a opté pour le même choix et procédé à l'acquisition de cinq appareils déjà mis en service ; et cela conforte et appuie en fait notre étude.

## Bibliographie

---

M. DRIOUCHE, Cours Opérations aériennes I et II, Département d'Aéronautique, Université SAAD DAHLEB Blida.

N. Djaafar, N. Mohamed Mahdi, Conception d'une application de calcul de performance pour la réalisation d'une étude comparative entre avions de modules 100 et 150 , Université SAAD DAHLEB Blida, 2012.

N. OULTBET, M. DJEBBAR, *Etude des performances du Q400 et comparaison avec l'ATR 72-500*, Mémoire de fin d'études, Département d'Aéronautique, Université SAAD DAHLEB Blida, 2007

Flight Crew Operations Manual 767, THE BOEING COMPANY, 2008.

Flight Crew Operating Manual A330, AIRBUS.

<http://www.ead.eurocontrol.int/eadbasic/pamslight-02AD1A5CA18E58629B8C1D6A6401D071/7FE5QZZF3FXUS/EN/AIP/AD/EG AD 2 EGLL en 2013-05-02.pdf> [Aeronautical Information Publication United Kingdom, Aeronautical Information Service, National Air Traffic Services 22 Mai 2013]

<http://www.sia-enna.dz/PDF/AIP/AD/AD2/DAAG/DAAG.pdf> [Aeronautical Information Publication Algérie, Service d'Information Aéronautique, Etablissement National de la Navigation Aérienne]

<http://www.sia-enna.dz/PDF/AIP/AD/AD2/DAUH/DAUH.pdf> [Aeronautical Information Publication Algérie, Service d'Information Aéronautique, Etablissement National de la Navigation Aérienne]

<http://www.gaca.gov.sa/GACA/Attachments/ATS/AIPAERODROMES/OEJN.pdf> [Aeronautical Information Publication SAUDI ARABIA, Aeronautical Information Service, National Air Traffic Services] Jeddah

<https://www.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.gaca.gov.sa%2FGACA%2FAttachments%2FATS%2FAIPAERODROMES%2FOEMA.pdf&h=OAQHM3PzM> [Aeronautical Information Publication SAUDI ARABIA, Aeronautical Information Service, National Air Traffic Services] Madena

<http://va-transaero.ru/files/charts/EGCC.pdf> [Aeronautical Information Publication United Kingdom, Aeronautical Information Service, National Air Traffic Services]

<http://va-transaero.ru/files/charts/EGKK.pdf> [Aeronautical Information Publication United Kingdom, Aeronautical Information Service, National Air Traffic Services]

<http://ipdynamique.net/capgps.php> calcul cap

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_767](http://fr.wikipedia.org/wiki/Boeing_767)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_777](http://fr.wikipedia.org/wiki/Boeing_777)

Apprenez à programmer en Delphi, SITE DU ZERO, [En ligne], Adresse URL :

<http://www.siteduzero.com/tutoriel-3-10601-apprenez-a-programmer-en-delphi.html>

## Bibliographie

*Interpolation Polynomiale – Extrapolation*, UNIV-NANTES, [En ligne], Adresse URL :  
[http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/fethi\\_aloui/m\\_numeri/31inpoly/31inpoly.htm](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/fethi_aloui/m_numeri/31inpoly/31inpoly.htm)

*Orthodromie, Loxodromie*, UNIV-NANTES, [En ligne], Adresse URL : [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/Meca/RefTerre/Orthodromie1.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Meca/RefTerre/Orthodromie1.html)