



REPUBLIQUE ALGERIENNE
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA -1-
INSTITUT AERONAUTIQUE ET ETUDE SPATIAL



Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme Master en Aéronautique
Option : Opérations Aériennes

Thème

***Etude et Réalisation d'une Application d'Emport Carburant
au niveau de la compagnie Aérienne***

TASSILI Airlines « TANKERING »

Réalisé par :

- M^{lle} DAROUI Hala
- M^{me} ABBAD Sarah Yasmine

Promoteur : M^r DRIOUCHE Mouloud

Encadreur: M^r OTMANI Abouelkacem

Promotion 2017

TABLE DE MATIERES

Remerciement.....	
DÉDICACES.....	
ملخص.....	
RESUME.....	
ABSTRACT.....	
LISTE DES FIGURES.....	
LISTE DES EQUATIONS.....	
LISTE DES TABLEAUX.....	
LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS.....	
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA COMPAGNIE TASSILI AIRLINES.....	3
1.1 Introduction.....	3
1.2 Historique.....	3
1.2.1 Les activités de Tassili Airlines.....	3
1.2.2 La politique de la compagnie.....	4
1.2.3 Stratégies de la compagnie.....	6
1.2.4 Les services de Tassili Airlines.....	6
1.2.5 La flotte de la compagnie.....	7
1.2.7 Les missions de Tassili Airlines.....	9
1.2.8 Organisation de la compagnie.....	9
CHAPITRE 2 : GÉNÉRALITÉ SUR LA POLITIQUE CARBURANT.....	11
2.1 Introduction.....	11
2.2 La Politique de carburant.....	11
2.2.1 Roulage.....	12
2.2.2 Consommation d'étape (délestage).....	12
2.2.3 Réserve de route.....	13
2.2.4 Réserve de dégagement.....	13

2.2.5 Réserve finale	14
2.2.6 Réserve additionnelle	14
2.2.7 Carburant supplémentaire.....	14
2.3 Les facteurs intervenant sur l'économie de la consommation carburant	14
2.3.1 La position du centre de gravité (centrage)	14
2.3.2 Le poids de l'avion	16
2.3.3 Le niveau de vol	16
2.3.4 Le choix de La vitesse dans les procédures du vol.....	17
2.3.5 Choix de braquages de volet.....	22
2.3.6 La politique de la compagnie	24
2.3.7 Les paramètres moteurs qui jouent sur la consommation	24
2.4 Les personnes qui intervient sur la politique de carburant.....	26
2.4.1 Les opérations aériennes et régulateurs	26
2.4.2 L'équipage de conduit	27
2.4.3 Le personnel de maintenance	30
2.4.4 Le personnel de gestion	30
2.5 Conclusion.....	31
CHAPITRE 3 : EMPORT DE CARBURANT ET ETUDES DES CAS	32
3.1 Introduction	32
3.2 Le concept et les objectifs d'import carburant	32
3.3 Les raisons d'utilisation de l'import de carburant.....	33
3.4 Les considérations	34
3.4.1 Limitation de transport de carburant :	34
3.5 Le transport carburant	34
3.5.1 Le coefficient du transport K.....	34
3.5.2 Le gain du transport carburant.....	37
3.5.3 L'organigramme	41
3.6 Etudes des cas	42
4. Le vol Alger –Annaba ALG-AAE avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA.....	42
3.6.1 Le vol Alger –Bejaia ALG-BJA avec avion B737-800 , Immatriculé 7T-VCA	44
3.6.2 Le vol Annaba- El Oued (AAE- ELU)avec avion B737-800 ,Immatriculé 7T- VCA.....	46

3.6.3 Le vol Alger –Chlef (ALG-QAS) avec B737-800 , Immatriculé 7T-VCA	48
3.6.4 Le vol Alger –Constantine ALG-CZL avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA.....	50
3.6.5 Le vol Alger-Batna (ALG-BLJ)avec avion B737-800, Immatriculé 7T-VCA .	51
3.6.6 Le vol Alger-Sétif ALG-QSF avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA.....	53
3.6.7 Le vol Alger –Hassi Mssaoud (ALG –HME) avec avion Bombardier Q400, Immatriculé 7T-VCL.....	55
3.6.8 Le vol ALG-CZL avec avion Bombardier Q400, Immatriculé 7T-VCL (Pas d'emport de carburant)	57
3.6.9 Le vol ORN-TEE avec B737-800 , Immatriculé 7T-VCA.....	58
3.6.10 Le vol ORN-AAE avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA	60
3.7 Intérêt du coefficient du transport carburant à la préparation du vol	62
3.8 Conclusion.....	62
CHAPITRE 4 : REALISATION DE L'APPLICATION D'EMPORT CARBURANT..	63
4.1 Introduction	63
4.2 Description du langage de la programmation	63
4.2.1 La base de données	64
4.3 Présentation de l'application	65
4.3.1 Données d'entrées	65
4.3.2 Les données de sortie.....	69
4.4 Déroulement du logiciel.....	69
4.4.1 Fonctionnement du logiciel	69
4.4.2 Compilation du logiciel	70
4.5 L'exécution de l'application	78
4.5.1 Le vol Alger – Bejaïa (ALG-BJA) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA.....	78
4.5.2 Le vol Oran-Tébessa (ORN-TEE) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA.....	79
4.5.3 Le vol Alger-Constantine (ALG-CZL) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA .	79
4.5.4 Le vol Alger Constantine ALG-CZL avec Q400 immatriculé 7T-VCL	80
4.5.5 Le vol Alger –Chlef ALG-QAS avec B737-800 ,Immatriculé 7T-VCA	80
4.5.6 Le vol Alger – Sétif (ALG-QSF) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA	81
4.5.7 Le vol Oran –Annaba (ORN-AAE) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA.....	81
4.5.8 Le vol Annaba –El Oued (AAE- ELU) avec B737-800,Immatriculé 7T-VCA	82

4.5.9 Le vol Alger –Hassi Massaoud (ALG-HME) avec BombardierQ400,Immatriculé 7T-VCL	83
4.6 Conclusion.....	83
CHAPITRE 5 : LA CONFORMITE PAR RAPPORT LES EXIGENCES ANNONCÉES PAR LES RÉGLEMENTATIONS.....	84
5.1 Introduction	84
5.2 La certification IOSA	84
5.2.1 .définition de certification	84
5.2.2 Définition de la certification IOSA :	84
5.2.3 Caractéristiques de l’IOSA.....	85
5.2.4 Quelques avantages de la certification IOSA.....	85
5.2.5 L’International Air Transport Association (IATA)	86
5.2.6 Les règles du carburant règlementaire d’après l’IOSA	86
5.2.7 Gestion en vol du carburant.....	89
5.3 Conclusion.....	90
CONCLUSION GENERALE.....	91
BIBLIOGRAPHIE.....	92
ANNEXE 1 : DRY OPERATING WEIGHT AND (INDEX) SUMMARY.....
ANNEXE 2 : LISTE DES PRIX (CLIENTS NATIONAUX)
ANNEXE 3 : INDICATEURS D’EMPLACEMENT OACI.....
ANNEXE 4
Règles pratiques d’emport de carburant pour un vol a vue VFR avec décollage et atterrissage sur le même aéroport.....
Règles pratiques d’emport de carburant pour un vol a vue VFR avec décollage et atterrissage sur des aéroports différent (au-delà des abords d’un aéroport.....
ANNEXE 6 : LES DEFFINITIONS.....

Remerciement

Nous tenons à remercier en premier lieu, ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la force, la foi, le courage et la volonté afin de réaliser ce mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur Mr OTMANI Abouelkacem un cadre supérieur au niveau de la compagnie TASSILI AIRLINES, pour sa contributions à tout instant à la réalisation de ce travail et pour nous avoir permis d'effectuer notre stage au sein de la compagnie TASSILI AIRLINES au services d'exploitations, sa rigueur scientifique, sa disponibilité et ses qualités humaines nous ont profondément touchée. Son soutien, ses compétences nous ont été d'une aide inestimable. Aussi pour avoir accepté de diriger ce travail .

Nous tenons à remercier également notre Promoteur Mr DRIOUCHE Mouloud Maitre assistant à l'Institut Aéronautique de Blida pour l'honneur qu'il nous 'a fait en acceptant de diriger ce travail, sa disponibilité, sa gentillesse, d'être très compréhensif et ses précieuses directives sur tous au début de la réalisation de ce travail.

Nous souhaitons avoir les mots suffisantes de remercier Monsieur DINE Fares Doctorant en informatique a l'institut d'informatique au niveau de l'université d'EL Taref, pour sa disponibilité, et son aide et sa patience même durant les vacances d'été.et nous adressons nous sincères remerciement à monsieur LEULMI Anis doctorant en informatique et management qui nous aide beaucoup dans la préparation du notre projet fin d'étude

Nous adressons également notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants qui ont contribué de près ou de loin à acheminer ce travail et à tout l'équipes de TASSILI AIRLINES.

Enfin nous présentons nos vifs et sincères remerciements à monsieur le président et les membres du jury qui nous font le grand honneur d'évaluer ce travail.



Dédicaces



Ce travail modest est dédié,

*à ceux qui ont sacrifié leur vie pour moi,
à ceux qui n'ont cessé de m'encourager et de me soutenir, à
ceux qui leur amour m'a donné la volonté pour aller toujours
en avant, ama raison de vivre. Mes très chères parents*

*« DAROUI Hocine » et « SOLTANI DEHEB » que dieu les
protège ;*

*à mes très chères soeurs « Wafa », « Nawel » et son marie
« Larbi » et leurs trois petite filles « Aya Ell rahman , Arij,
Loïjaine » et ma belle sœur « Hind ». à mon très chères
frère « Sebtî » ;*

*à tous mes proches de la famille « DAROUI » et sans
oublier les famille « SOLTANI » et « BOUKHARI » ,*

*à mon soutenus, encouragès tout de lond a mon mémoire
mon binome « ABBAD Sarah Yasmine » ,*

*A tous mes chères amis et mes collègues de l'institut
d'aéronautique de Blida pour leurs encouragements et pour
l'ambiance agréable tout au long de ce stage pour sa présence
dans les moments difficiles et grâce à qui j'ai passé l'excellent
moment inoubliable*

« HALA »



Dédicaces

Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler et que dieu leur procure bonne santé et longue vie

A mes très chers parents

« ABBAD DJILLALI » et « OULD BOUAZZA NAIMA »

A celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, A ma source de joie et de bonheur, que dieu te garde dans son vaste paradis,

A toi mon cher mari « TAHIR Souleymane »

Et bien sûr à mon frère Mohamed chérif, sans oublié Mes sœurs RYM et AMINA et mes charmantes nièces MARIA, BELKACEM, RITADJ, BADA et MOHAMED.

A mon binôme et mon aide tout au long de mon mémoire « DAROUH HALA »

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour et qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, je vous dis

merci.

« SARAH YASMINE »

ملخص

في عملنا الحاضر، سنقوم بتناول موضوع ما يسمى بنقل الوقود، و هذا بواسطة عمليات حسابية مدرجة داخل برنامج حيث سنجد مختلف الحالات و ذلك للوصول للاهداف الرئيسية لنقل الوقود و المتمثلة في تحقيق الربح الكافي للشركة الجوية طاسيلي الذي يسمح بتغطية زيادة نقل الوقود من خلال تخفيض كمية الوقود التي يتم شراؤها في مطار الوصول، و ذلك باحترام الحدود العملية.اذن يمكننا دراسة تقل الوقود اذا كان سعر الوقود في الوصول باهض على سعره في الاقلاع، وذلك بعدم نسيان العامل الاولي و هو سلامة النقل الجوي و ذلك باحترام القواعد المنصوصة من طرف المنظمة والامتثال اليها.

الكلمات المفتاحية

نقل الوقود - الربح - الحدود العملية - سعر الوقود في الاقلاع - سعر الوقود في الوصول - سلامة النقل الجوي.

RESUME

Dans notre travail, nous allons traiter ce qu'on appelle l'emport de carburant « TANKRING » ; avec une approche de calculs opérationnels nous allons traiter une méthode de calcul avec différents cas pour atteindre les objectifs du l'emport de carburant, afin d'assurer un profit pour la compagnie aérienne Tassili Airlines en assurant une rentabilité assez suffisante permettant de couvrir le surplus de carburant embarqué en réduisant la quantité de carburant à acheter à l'aéroport de destination tout en respectant les limites opérationnelles (MTOW, la charge offerte , MLAW, la capacité du réservoir) donc il est bénéfique d'étudier l'emport de carburant lorsque le prix de carburant à destination est supérieur à celui de départ. sans oublier le facteur préliminaire est la sécurité du transport aérien, tout en respectons la conformité par rapport aux exigences annoncés par la réglementation IOSA .

Les mots clés :

Emport de carburant - Profit - Limites opérationnelles - Prix carburant de départ-
Prix carburant à destination - Sécurité du transport aérien.

ABSTRACT

In our present work, we are going to study what we called Tankering, and by approach with operationnel calculs we are going to develop a method with various cases in order to achieve the main purposes of Tankering to ensure the efficient gain to Tassili Airlines's companie that allows to cover the surplus tankred fuel.by decreasing the amount of fuel which is buyingt in destination airport. And respecting opérative limits (MMSA,MMSD, payload,tank capacity) so it's beneficial to study Tankering when fuel price in destination is more expensive than in departure. without forgetting the prilimentary factor which is air transportation's safety. So we should respect the conformity to the requierements that announced by IOSA's reglementation.

Key words

Tankering - Gain – Operative limits - Fuel price in departure – Fuel price in destination - Air transportation's safety.

LISTE DES FIGURES

Figure : 1-1'appareil B737-800 pour Tassili Airlines	3
Figure : 1-2 Répartition des effectifs par métier	7
Figure 1-3 : Réseaux charter pétrolier	8
Figure 1-4 : Les flottes de Tassili Airlines	9
Figure 1-5 : Appareil Boeing 737-800.....	9
Figure 1-6 : Bombardier Q400	10
Figure 1-7 : Bombardier Q200	10
Figure 1-8 : Organisation de la compagnie Tassili Airlines	11
Figure 2-1 : Les réserves de carburant	14
Figure 2-2: Limite de centrage.....	17
Figure 2-4 : diminution de la densité de l'air en fonction de l'altitude	19
Figure 2-5 : La variation de la vitesse en fonction de l'indice de cout	23
Figure 2-6 : La variation de la consommation carburant en fonction de vitesse pointe verte	24
Figure 2-7 : La configuration de la procédure de descente continue	25
Figure 2-8 : Réglages des volets	25
Figure 2-9 : Les configurations croisière de la position haute des volets	26
Figure 2-10 : Les sept spoilers pour un A350	26
Figure 2-11 : L'EFB abord B747	28
Figure 2-12 : Débitmètre électronique	29
Figure 2-13 : capteur débitmètre électronique	29
Figure 2-16 : Le système de gestion du vol FMS abord d'un AIRBUS.....	34
Figure 3-1 : la variation de K en fonction de la distance	40
Figure 3-2 : calcul du profit pour le vol ALG-JED	
Figure 3-3 : Organigramme de calcul le gain du transport carburant	46
Figure 3-4: Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-AAE avec Emport carburant	47
Figure 3-5 : Masses estimées à partir du Jet plan pour le vol ALG-AAE avecB737-800... 47	
Figure 3-6 : Quantité règlementaire du carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-BJA avec Emport de carburant	49
Figure 3-7 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-BJA avec B737-800 ... 49	
Figure 3-8 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol AAE-ELU	51
Figure 3-9 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol AAE-ELU avec B737-800... 51	
Figure 3-10 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-QAS avec Emport carburant	53
Figure 3-11 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-QAS avec B737-800 53	
Figure 3-12 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-CZLavec Emport carburant	55
Figure 3-13 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-CZL pavec le B737-800	55

Figure 3-14 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-BLJ avec Emport	56
Figure 3-15 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-BLJ avec B737-800..	56
Figure 3-16 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-QSF	58
Figure 3-17 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-QSF avec B737-800	58
Figure 3-18 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-HME avec Emport carburant.	60
Figure 3-19 : Masses estimées à partir de Jet plan pour le vol ALG-HME avec Q400.....	60
Figure 3-20 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG – CZL avec Emport.....	62
Figure 3-21 : Masses estimées à partir de Jet plan pour le vol ALG-CZL avec Q400.....	62
Figure 3-22 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ORN-TEE avec Emport carburant.....	63
Figure 3-23 : Masses estimées à partir jet plan pour le vol ORN-TEE avec B737-800.....	63
Figure 3-24 : Quantité de jet plan du vol AAE-ORN avec B737-800 avec dégagement sur Tlemcen (retour)	65
Figure 3-25: Masses estimées à partir du jet plan AAE-ORN avec dégagement sur TLM(retour) avec B737-800	65
Figure 4-1 : la table sous l'Access pour les listes des aéroports et leurs prix qui convient.	74
Figure 4-2 : la suite de la liste des aéroports.....	76
Figure 4-3 : Table sous l'Access pour les 12 appareils	77
Figure 4-4 : La table sous l'Access pour le trajet	78
Figure 4-5 : La suite des données pour la table de trajet	74
Figure 4-6 : fenêtre de « winRAR » inclut le logiciel et sa base de données	80
Figure 4-7 : icône de l'application d'emport de carburant	81
Figure 4-8 : la fenêtre du mot de passe	81
Figure 4-9 : le droit d'accès	82
Figure 4-10 : fenêtre principal de l'application de l'emport carburant.....	82
Figure 4-11 : Fenêtre du type d'appareil	83
Figure 4-12 : fenêtre concerne les appareils du Tassili Airlines.....	83
Figure 4-13 : le succès d'ajouter un appareil.....	84
Figure 4-14 : confirmation de la suppression d'un type d'appareil pour l'exécution.....	84
Figure 4-15 : Confirmation de la suppression	85
Figure 4-16 : fenêtre pour modifie un donnée pour un type d'appareil.....	85
Figure 4-17 : le succès de modification	86
Figure 4-18 : Fenêtre pour remplir les données de trajet	86
Figure 4-19 : Fenêtre du trajet	87
Figure 4-20 : Affichage de résultat final.....	87
Figure 4-21 : Résultat obtenue pour le vol ALG-BJA.....	88
Figure 4-22 : Résultat obtenue pour le vol ORN-TEE	89
Figure 4-23 : Résultat obtenue pour le vol ALG-CZL avec B737-800.....	89
Figure 4-24 : Résultat obtenu pour le vol ALG-CZL avec Q400.....	90
Figure 4-25 : Résultat obtenue pour le vol ALG-QAS avec B737-800.....	90

Figure 4-26 : Résultat obtenus pour le vol ALG-QSF avec B737-800	91
Figure 4-27 : Résultat obtenus pour le vol ORN-AAE avec B737-800	91
Figure 4-28 : Résultat obtenus pour le vol AAE-ELU avec B737-800	92
Figure 4-29 : Résultat obtenu pour le vol ALG-HME avec B737-800	93

LISTE DES EQUATIONS

Equation[2-1]: Quantité de carburant réglementaire.....	13
Equation[2-2] : Force de portance	20
Equation[3-1]: Coefficient du transport carburant.....	39
Equation[3-2]:Variation du masse de décollage	39
Equation[3-3]: Variation du masse d'atterrissage	39
Equation[3-4]:Masse de décollage.....	41
Equation[3-5]:Masse d'atterrissage.....	41
Equation[3-6]:Masse sans carburant	41
Equation[3-7]:Limitation du capacité réservoir.....	41
Equation[3-8]:Quantité total de carburant embarqué au départ.....	41
Equation[3-9]:Quantité de carburant réglementaire.....	41
Equation[3-10]: Cout supplémentaire du carburant chargé au départ	42
Equation[3-11]: Economie de carburant transporté.....	42
Equation[3-12]: Cout du à l'augmentation du temps de vol.....	42
Equation[3-13]:Teste de gain ou de perte	42
Equation[3-14]:Condition du teste de gain ou de perte	42
Equation[3-15]:Cout de carburant au départ	42
Equation[3-16]:Cout de carburant à destination	43
Equation[3-17]:Calcul de gain.....	43
Equation[3-18]:Calcul de perte.....	43
Equation[3-19]:Rapport de perix	43
Equation[3-20]:Différence entre la charge offerte et la charge réelle	45
Equation[3-21]:Quantité de carburant maximal à emporter	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : La pénalité de rayon d'action spécifique	20
Tableau 2-2 : La relation de Cost index à LRC pour des avions de Boeing	22
Tableau 2-3 : La vitesse économique est optimisée pour les conditions de vent de croisière	23
Tableau 2-4 : Le carburant consommé pour une descente à vitesse réduite pour différente type d'avion Boeing	24
Tableau 2-5 : les estimations de consommation de carburant pour la procédure de sortie des volets retardé	27
Tableau 3-1 : les données du jet plan pour le vol ALG-AAE avec B737-800.....	47
Tableau 3-2: Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-AAE.....	48
Tableau 3-3 : Résultats pour le vol ALG-AAE avec B737-800.....	48
Tableau 3-4 : les données de jet plan pour le vol ALG-BJA avec B737 800	49
Tableau 3-5 : Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-BJA.....	50
Tableau 3-6 : Résultats pour le vol ALG-BJA avec B737-800.....	50
Tableau 3-7 : les données des jets plan pour le vol d'AAE-ELU avec B737 800	51
Tableau 3-8 : Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol AAE-ELU	52
Tableau 3-9 : Résultats pour le vol AEE-ELU avec B737-800	52
Tableau 3-10 : les données de jet plan pour le vol ALG-QAS avec B737 800.....	53
Tableau 3-11 : Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol AEE-ELU.....	54
Tableau 3-12 : Résultats pour le vol ALG-QAS avec B737-800.....	54
Tableau 3-13 : les données des jets plan pour le vol ALG-CZL avec B737-800.....	55
Tableau 3-14 : les données du jet plan pour le volALG-BLJ avec B737 800.....	56
Tableau 3-15:Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-BLJ	57
Tableau 3-16 : Résultats pour le vol ALG-BJL par B737 800.....	57
Tableau 3-17: Les données de jet plan pour le vol ALG-QSF avec B737 800.....	58
Tableau 3-18:Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-QSF.....	59
Tableau 3-19 : Résultats pour le vol ALG-QSF par B737-800.....	59
Tableau 3-20 : les données du jet plan pour le vol ALG-HME avec Bombardier Q400	60
Tableau 3-21: Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-HME.....	61
Tableau 3-22 : Résultats pour le vol ALG-HME avec Bombardier Q400.....	61
Tableau 3-23 : les données du jet plan pour le vol ALG – CZL avec Bombardier Q400..	62
Tableau 3-24 : Les données de jet plan pour le vol ORN-TEE avec B737 800.....	63
Tableau 3-25:Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ORN-TEE	64
Tableau 3-26 : Résultats pour le vol ORN-TEE par B737 800.....	64
Tableau 3-27: les données du jet plan pour le vol ORN-AAE avec B737 800 avec un dégagement sur Tlemcen.....	65
Tableau 3-28:Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ORN-AAE avec dégagement sur TLM	66
Tableau 3-29: Résultats pour le vol ORN-AAE avec B737 800 avec un dégagement sur TLM	66
Tableau 4-1 : les caractéristiques du langage C Sharp #	71
Tableau 5-1 : Les conditions minimales	98
Tableau 5-2 : Les réserves finals des avions exploités par TAL [20]	99

LISTE DES SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

AAE	:	Fr) Aéroport d'Annaba en code IATA
ADD	:	(Fr) Carburant Additionnel
ADHD	:	(En) Adaptive Dropped Hinge Flap
ALG	:	(Fr) Aéroport d'Alger en code IATA
AOC	:	(En) Air Operating Certificate
APU	:	(En) Auxilary Power Unit
ATC	:	(En) Air Trafic Controlor
BJA	:	(Fr) Aéroport de Béjaia en code IATA
BLJ	:	Fr) Aéroport de Batna en code IATA
C	:	(Fr) la différence entre la charge offerte et la charge réelle
CDA	:	(En) Conditions Descent Approach
CFM56-7B	:	(En) CFM International CFM56
Ch	:	(Fr) Cout Par Heur
C/O	:	(Fr) La charge Offerte
Cr	:	(Fr) La capacité récervoir
Cz	:	(Fr) Coefficient de portance
CZL	:	(Fr) Aéroport de Constantine en code IATA
D	:	(Fr) Délestage d'étape
DA	:	(Fr) Dinar Algérien
DEP	:	(Fr) départ
DEST	:	(Fr) destination
DH	:	(En) Decision Height
DSP	:	(En) Dispatch
ECON SPEED	:	(Fr) La vitesse économique

ETOWe : (En) Estimated TakeOff Weight with tankering

ETOW : (En) Estimated TakeOff Weight without tankering

ELAWe : (En) Estimated Landing Weight with tankering

ELAW : (En) Estimated Landing Weight without tankering

ELU : (Fr) Aéroport d'El Oued en code IATA

EGT : (En) Exhaust Gas Temperature

EVASAN : (Fr) Evacuation Sanitaire

FAA : (En) Federal Aviation Administration

FAF : (En) Final Approach Fix

Fc : (En) Fuel Cost (le cout de carburant)

Fca : (En) Fuel Cost d'arrivée

Fcd : (En) Fuel Cost de départ

FMS : (En) Flight Management System

Ft : (En) Foot(unité de l'altitude)

Fx : (Fr) La force de portance

FSB : (En) Flight Safety Bureau

GRH : (Fr) Gestion de Ressource Humain

HL : (Fr) Hectolitre

HME : (Fr) Aéroport de Hassi Massaoud en code IATA

HSE : (Fr) Hygiène, santé, sécurité et environnement

HTML : (En) HyperText Markup Language

IFR : (En) Instrument Flight Rules

IOSA : (En) IATA Operational Safety Audit

TAL : (Fr) Tassili Airlines

ISA : (En) International Standard Atmosphere

ISARPS : (En) IOSA Stand And Recommended practices

ISO : (Fr) Organisation Internationale de normalisation

JED	:	(Fr) Aéroport de Jeddah en code IATA
K	:	(Fr) Coefficient de transport carburant
L_A	:	(Fr) Limitation de décollage
L_D	:	(Fr) Limitation de décollage
LFPO	:	(Fr) L'aéroport de Paris en code OACI
LRC	:	(En) Long range Cruise
Ltr	:	(Fr) Litre
Matt	:	(Fr) La masse d'atterrissage
Mb	:	(Fr) La masse de base opérationnelle
MDH	:	(En) Minimum Descent height
MLAW	:	(En) Maximum Take off Weight
MMO	:	(Fr) Mach Maximal en Opérations
MRC	:	(En) Maxi Range Cruise
MTOW	:	(En) Maximum Take Off Weight
NM	:	(En) Nautik Mile(l'unité de distance)
OACI	:	(Fr) Organisation de l'Aviation Civil International
OHSAS	:	(En) Occupational Health and Safety Assessment Series
ORN	:	(Fr) Aéroport d'Oran en code IATA
PA	:	(Fr) Pression d'admission
PRM	:	(Fr) Prix de Revient Minimal
Qa	:	(Fr) La quantité de carburant embarqué au départ
QAS	:	(Fr) Aéroport de Chlef en code IATA
Qtot	:	(Fr) La quantité de carburant total embarqué
QSF	:	(Fr) Aéroport de Sétif en code IATA
R	:	(Fr) Roulage
RD	:	(Fr) Réserve de dégagement
RF	:	(Fr) Réserve final

RPM	:	(Fr) Régime moteur
RR	:	(Fr) Réserve de route
RVSM	:	(En) Reduced Vertical Separation Minimum
SARP	:	(En) Standards and Recommended Practices
SGQ	:	(Fr) Système de Gestion de Qualité
SGS	:	(Fr) Système de Gestion de Sécurité
SUPP	:	(Fr) Carburant supplémentaire
T	:	(Fr) Tonne
TCO	:	(En) Third Country Operator
TLM	:	(Fr) Aéroport de Tlemcen en code IATA
TOD	:	(En) Top Of Descent
TTA	:	(Fr) Tassili Travail Air
TEE	:	(Fr) Aéroport de Tébessa en code IATA
VMO	:	(Fr) Vitesse Maximal en Opérations
VFR	:	(En) Visual Flight Rules
XML	:	(En)L'Extensible Markup Language
Xtr	:	(Fr) La quantité maximal de carburant à embarquer
ZP	:	(En) Altitude de pression
δ	:	(Fr) Densité de carburant
ρ	:	(Fr) La masse volumique du fluide en kg/m ³
V	:	(Fr) La vitesse en m/s
S	:	(Fr) Surface en référence en m ²
\$:	(En) Dollar unites monitored

**CHAPITRE 1 : PRESENTATION
DE LA COMPAGNIE AERIENNE
TASSILI AIRLINES**

CHAPITRE 2 : GENERALITE SUR LA POLITIQUE CARBURANT

CHAPITRE 3 :L'EMPORT DE CARBURANT

CHAPITRE 4 : REALISATION D'UNE APPLICATION DE L'EMPORT DE CARBURANT

**CHAPITRE 5 : LA CONFORMITE
PAR RAPPORT LES EXIGENCES
ANNONCEES PAR LES
REGLEMENTATIONS**

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

INTRODUCTION GENERALE

Pour concevoir un aéronef concurrentiel dans le marché de l'aviation, il faut limiter le plus possible les coûts d'exploitation en réduisant la consommation de carburant pendant le vol ce qui pousse les compagnies aériennes de gérer la politique d'économie carburant.

En effet, les compagnies aériennes recherchent des réductions des coûts d'exploitation sur tous les volets opérationnels existant leur préoccupation majeure c'est l'économie carburant. La gestion du carburant est devenue un enjeu important au niveau des coûts d'exploitation, notamment en compagnie aérienne (choix de l'aéroport préférentiel pour refueler en fonction des prix pratiqués à l'avitaillement, choix de la vitesse et du niveau de croisière les mieux optimisés pour la consommation) tout en restant en conformité avec la réglementation qui impose une autonomie minimale pour chaque vol envisagé, en fonction de la route choisie, de la météo et du terrain de déroutement.

Quand le prix du carburant à destination est supérieur à celui du départ il devient bénéfique d'étudier l'intérêt d'emport carburant dans le but de réduire le coût total du carburant pour le vol et d'assurer la rentabilité pour les compagnies aériennes et de réduire le temps d'escale à l'aéroport de destination, le surplus de carburant embarqué au départ engendre une consommation supplémentaire donc la différence de prix doit couvrir cette surconsommation.

A travers notre étude nous allons essayer de déterminer la quantité de carburant embarquée pour un parcours prédéterminé en assurant un gain pour la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES tout en respectant les limites opérationnelles (MTOW, la charge offerte).

Dans le premier chapitre nous avons commencé par une présentation de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES où nous avons effectué notre stage.

Dans le deuxième chapitre nous avons défini les différentes quantités de carburant réglementaires utilisées durant le vol, et nous avons décrit les différents facteurs influant sur la consommation de carburant qui sont directement contrôlés et gérés par le personnel de la compagnie (navigation, exploitation, entretien et la gestion).

Dans le troisième chapitre nous avons présenté la méthode de calcul d'emport de carburant à l'aide d'un organigramme en entamant les différents cas possibles pour le calcul du gain ou de perte selon le cas traité .

Dans le quatrième chapitre nous avons réalisé un logiciel qui va calculer la quantité embarquée de carburant à l'aéroport de départ et le gain réalisé en sélectionnant l'aéroport de départ et d'arrivée et le type d'appareil et le trajet suivis pour afficher la valeur numérique de gain ou de perte dans l'interface principale du logiciel en respectant les limitations opérationnelles.

Dans le dernier chapitre on a parlé sur la conformité par rapport aux consignes et réglementation de l'IOSA , afin d'assurer un niveau acceptable de sécurité du vol au niveau de la compagnie aérienne Tassili Airlines.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA COMPAGNIE TASSILI AIRLINES

1.1 INTRODUCTION

Ce chapitre présente l'histoire de la compagnie TASSILI AIRLINES au sein de laquelle notre travail a été effectué et nous allons procéder à une présentation de cette compagnie, sa politique ainsi que ses services.



Figure : 1-1'appareil B737-800 pour Tassili Airlines [5]

1.2 HISTORIQUE

Tassili Airlines est une compagnie aérienne algérienne et filiale de la compagnie pétrolière SONATRACH et son siège a HASSI MASSOUD.elle a été créé le 30 mars 1998 , a basée a l'aéroport d'Alger Houari Boumedién comme elle une deuxième base à l'aéroport international de Hassi Massoud Krim Belkacem.

Sa mission principale et d'offrir sa clientèle un service de qualité alliant sécurité et efficacité. Pour ce faire, la compagnie met en exploitation des appareils modernes et apporte une attention particulière à leur maintenance et une qualité de service irréprochable à bord[5].

1.2.1 Les activités de Tassili Airlines

La compagnie concentre l'essentiel de ses activités au profit du secteur pétrolier en opérant des Charters et Navettes aussi bien en domestique qu'en international.

- ❖ Transport de passagère version TAXI aérien;
- ❖ EVASAN (évacuation sanitaires) ;
- ❖ Vols navette entre Alger et Hassi Messaoud et Alger In Amenas ;

- ❖ Services aérien à la demande (institution, clubs sportifs et autres) ;
- ❖ Charter touristique national et international [12] ;

1.2.2 La politique de la compagnie

Articulé autour de sept principaux engagements :

- ❖ Qualité ;
- ❖ Certification IOSA (IATA operational Safety Audit);
- ❖ Sécurité des vols ;
- ❖ Sureté aérienne ;
- ❖ HSE (Hygiène, santé, sécurité et environnement) ;
- ❖ Système de gestion de sécurité ;
- ❖ Ressource humaine [12];

1.2.2.1 Qualité

Implémentation du système de gestion de qualité (SGQ) exigé par la réglementation nationale et internationale ; s’observant par le programme d’Audit qualité 2011 approuvé et au cour d'exécution en sensibilisant le personnel de TASSILI AIRLINES en matière de qualité et de facteur humain et par la surveillance permanente de l’application des procédures réglementaires ainsi que le principe d’amélioration[12].

1.2.2.2 La sécurité des vols

Implémentation du système de gestion de sécurité (SGS) exigé par l’OACI :

- ❖ Création de la structure chargé 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 taches,responsabilités et actions à entreprendre face aux conséquences d’un accident[12].

1.2.2.3 Sureté aérienne

Le Programme de sûreté aérienne est compris dans l'Annexe 17 de l'OACI 2013 et concerne la protection des personnes et des biens contre tout acte d'intervention illicite par la création de la structure chargée de la sûreté aérienne et l'élaboration du programme de sûreté de la compagnie[5].

1.2.2.4 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 ;
- ❖ IOSA : Tassili Airlines s'est inscrite volontairement dans le programme IOSA en vue de rehausser le niveau de sécurité de ses activités ;
- ❖ Renouvellement de la certification IOSA pour la troisième fois consécutive ;
- ❖ TCO : obtention de l'autorisation de « Third Country Operator » délivrée par l'EASA (agence européenne de sécurité aérienne) en octobre 2015 ;
- ❖ AOC : autorisation d'exploitation du ciel Européen pour les pays tiers ;
- ❖ Affrètement : Lancement d'une consultation en vue de l'affrètement de deux aéronefs de type JET, pour les besoins du renforcement de la prise en charge de l'activité charter pétrolier et grand public [5].

1.2.2.5 Ressources humaines

- Le Recrutement : est une démarche de développement des ressources humaines est mise en oeuvre en appui à la stratégie de la compagnie par :
 - ❖ Plans annuels de recrutements et de formations ciblant en priorité les métiers clés (maintenance, exploitation et commerciale) ;
 - ❖ Outils modernes de GRH (bourse de l'emploi pour les postes de responsabilité et sélection pour les postes clés de la compagnie).

➤ Formation :

Poursuivre des efforts de valorisation du potentiel humain et amélioration constante de ses performances techniques par actions de formation et de perfectionnement. Effort focalisés sur des actions de formation qualifiantes du personnel navigant et de maintenance [12].

1.2.3 Stratégies de la compagnie

La compagnie a concentrée ses efforts sur le développement dans tous les domaines surtout:

- ❖ La modernisation de son organisation ;
- ❖ La conformité des pratiques et des procédures ;
- ❖ Le renforcement de ses moyens matériels et humains ;
- ❖ Etablissement d'un programme pour l'activité commerciale en vue du développement du marché pétrolier ainsi que celui du grand public menant à l'augmentation des parts de marché de TASSILI AIRLINES [5].

1.2.4 Les services de Tassili Airlines

1.2.4.1 Vols charters pétrolier

C'est la vocation première de Tassili Airlines qui collabore avec les sociétés 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.

1.2.4.2 Vols à la demande

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

1.2.4.3 Vols navettes

- ❖ Navette quotidienne ALG-HME-ALG ;
- ❖ Navette hebdomadaire ALG-ORN-IAM-ORN-ALG ;
- ❖ Navette hebdomadaire CZL-OGX-IAM [12].

1.2.4.4 Vols internationaux

A partir de juin 2013 TASSILI AIRLINES à effectuer des vols internationaux vers Rome, Saint-Etienne, Grenoble, Lyon, Strasbourg, Marseille, Paris [12].

1.2.5 La flotte de la compagnie

La flotte de Tassili Airlines se compose 12 appareils de divers types qui lui permettent de reprendre de façon adapté à la demande de marché aérien en Algérie, cette flotte est composée comme suit :

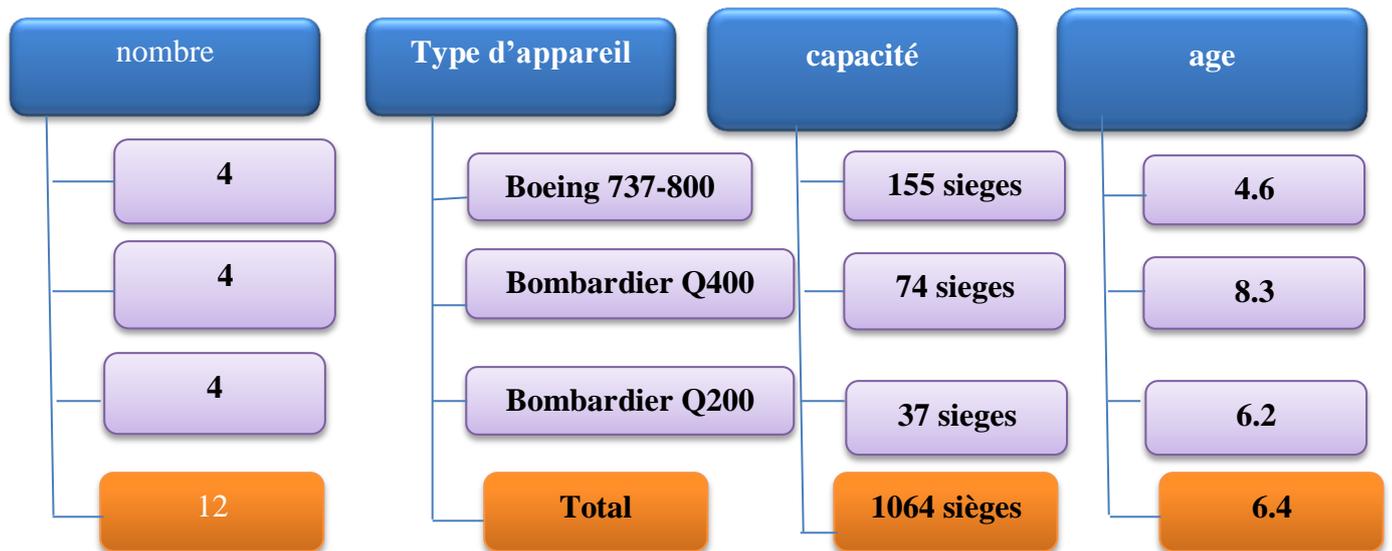


Figure 1-2 : Les flottes de Tassili Airlines [5]

➤ Boeing 737 – 800

- ❖ Avion bimoteur ;
- ❖ Capacité: 155 sièges ;
- ❖ Rayon d'action de 5000 km ;
- ❖ Vitesse de croisière de 900 km/h ;
- ❖ 4 Boeing 737-800 SFP (8ZQ) : 7T-VCA, 7T-VCB, 7T-VCC, 7T-VCD [12] ;



Figure 1-3 : Appareil Boeing 737-800[12]

Bombardier Q400

- ❖ Avion bi turbopropulseurs ;
- ❖ Capacité 74 sièges ;
- ❖ Rayon d'action de 2415 Km ;
- ❖ Vitesse de croisière de 667 Km/h ;
- ❖ 4 Dash8-Q400 (DH8D) : 7T-VCM, 7T-VCN, 7T-VCO, 7T-VCL [1].



Figure 1-4 : Bombardier Q400 [5]

➤ **Bombardier Q200**

- ❖ Avion bi turbopropulseurs ;
- ❖ Capacité 37 sièges ;
- ❖ Rayon d'action de 1802 Km ;
- ❖ Vitesse de croisière de 537 Km/h ;

- ❖ 4 Dash8-Q200 (DH8B) : 7T-VCR, 7T-VCP, 7T-VCQ, 7T-VCS [5].



Figure 1-5 : Bombardier Q200 [5]

1.2.6 Les missions de Tassili Airlines

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

- ❖ Réalisation des vols réguliers ;
- ❖ Réalisations des vols a la demande ;
- ❖ Affrètement d'avion ;
- ❖ Entretien technique des avions ;
- ❖ Formation du personnel technique aeronautique ;
- ❖ Activité connexe (Catering ,assistance au sol, représentation,...).

Toutes autres opérateurs industrielles, commerciales ,financières et immobilières se rattachant directement ou indirectement à son objet social [12].

1.2.7 Organisation de la compagnie

Cet organigramme nous représente l'organisation de la compagnie Tassili Airlines qui constitue d'un président de conseil d'administration, en suite il y a la direction général qui divisé en quatre service ; on distingue le service qualité, la communication ainsi que la sécurité des vols et la sureté aéronautique. Après on va trouver les six sous directions.

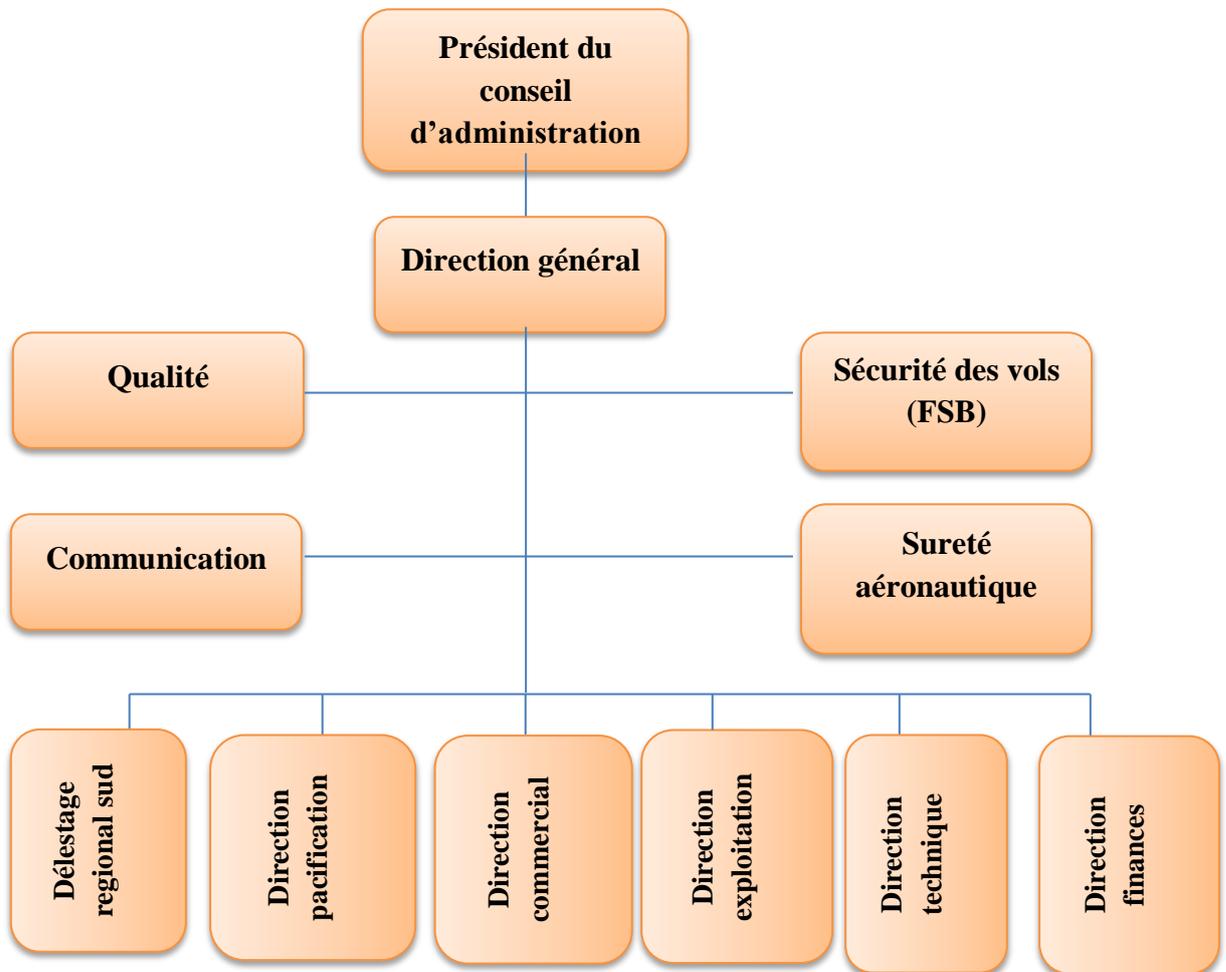


Figure 1-6 : Organisation de la compagnie Tassili Airlines [12]

CHAPITRE 2 : GENERALITE SUR LA POLITIQUE CARBURANT

2.1 INTRODUCTION

Faire voler un avion exige de grandes quantités de carburant pour alimenter les moteurs. Les compagnies aériennes consacrent de 25 % à 36 % de leurs dépenses à l'achat du carburant nécessaire aux avions donc il est intéressant de réduire les dépenses liées à la consommation de carburant autant pour des raisons économiques qu'environnementales.

Dans ce deuxième chapitre nous tenterons d'expliquer les différents facteurs influant et les principaux intervenants qui ont un rapport direct avec la consommation du carburant et qui pourraient compromettre la sécurité aérienne pour une meilleure planification de vol et une bonne gestion du carburant.

2.2 LA POLITIQUE DE CARBURANT

Pour l'exploitation d'avion, l'exploitant s'assure que, lors de la préparation du vol, le calcul du carburant utilisable requis pour le vol comprend [1]:

- ❖ Le carburant pour le roulage(r) ;
- ❖ La consommation d'étape (d) ;

Les réserves de carburant comprenant :

- ❖ La réserve de route(RR) ;
- ❖ La réserve de dégagement si un aérodrome de dégagement à destination est nécessaire(RD) ;
- ❖ La réserve finale(RF) ;
- ❖ Le carburant additionnel si le type d'exploitation l'exige (add) ;
- ❖ Du carburant supplémentaire à la demande de commandant de bord (supp) .

Le Q_{park} devient calculer par l'équation suivante [2] :

$$Q_{park} = r + d + RR + RD + RF + ADD + SUPP \dots \dots \dots [2-1]$$

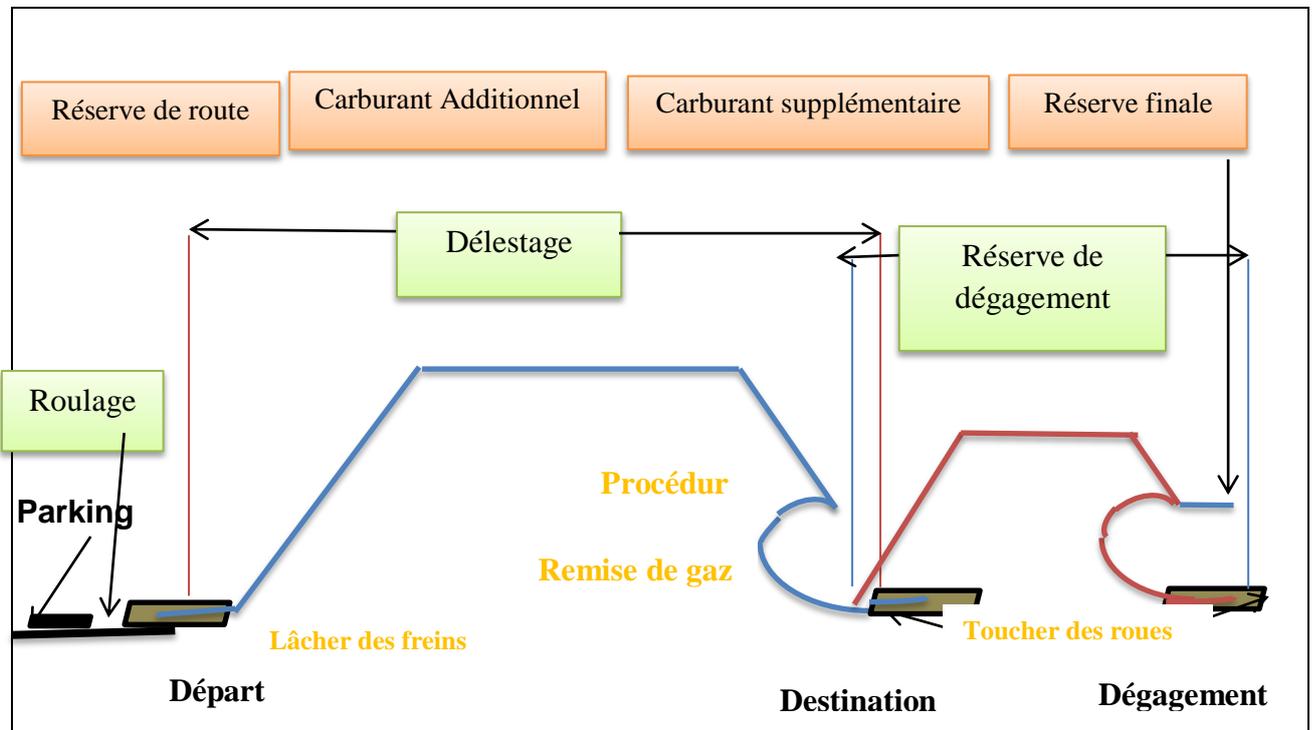


Figure 2-1 : Les réserves de carburant [2]

2.2.1 Roulage

C'est la quantité de carburant qu'il est prévu de consommer avant le décollage en tenant compte des conditions locales à l'aérodrome de départ et de la consommation du groupe (APU) de puissance[2].

2.2.2 Consommation d'étape (délestage)

Le délestage d'étape comprend le carburant utilisé :

- ❖ Pour le décollage et la montée du niveau de l'aérodrome jusqu'à l'altitude ou le niveau de la croisière initial compte tenu de cheminement prévu ;
- ❖ De la fin de la montée au début de la descente, en tenant compte de toute montée ou descente par paliers ;
- ❖ De début de la descente jusqu'au début de la procédure d'approche, en tenant compte de procédure d'arrivée prévue ;
- ❖ A l'approche et à l'atterrissage sur l'aérodrome de destination [1].

2.2.3 Réserve de route

La réserve de route est embarquée pour composer les éléments suivants :

- ❖ Écarts de consommation d'un avion particulier par rapport aux données prévisibles ;
- ❖ Écarts par rapport aux conditions météorologies prévus ;
- ❖ Écarts par rapport aux itinéraires et aux altitudes ou niveaux de croisière prévus ;

Pour une étape standard, la réserve de route égale à :

- ❖ 5 minutes de vol à la vitesse d'attente à 1500 ft en condition ISA au-dessus de l'aérodrome de destination ;
- ❖ 5% de délestage d'étape ;

Quantité soumise à conditions particulières avec l'approbation de l'autorité (3 cas possibles) :

- ❖ Elle peut être réduite à 3% délestage d'étape si un aérodrome de dégagement en route est accessible [1] ;
- ❖ 20 minutes de la consommation d'étape à condition que l'exploitant doit avoir établi un programme de suivi de la consommation individuelle de chaque avion qui serve à calculer le carburant à emporter ;
- ❖ 15 minutes de vol à la vitesse d'attente à 1500 ft en ISA au-dessus de l'aérodrome de destination à condition que l'exploitant doit avoir établi un programme de suivi de carburant pour chaque combinaison avion et /route qui serve à déterminer statistiquement la réserve de route pour cette combinaison [2] .

2.2.4 Réserve de dégagement

La réserve de dégagement doit être suffisante pour effectuer une approche interrompue à partir de la MDH/DH applicable à l'aéroport de destination puis montée, croisière, descente, procédure d'arrivée, approche et atterrissage sur l'aérodrome de dégagement[2].

2.2.5 Réserve finale

La quantité de carburant nécessaire a un vol de 30 minutes a la vitesse d'attente en condition ISA a 1500 ft au-dessus de l'aérodrome de décollage ou de l'aérodrome de destination si l'aérodrome de décollage n'est pas exigé[2].

2.2.6 Réserve additionnelle

C'est une quantité de carburant prévue lorsqu'un aérodrome de décollage n'est pas exigé et qui comprend 15 minutes d'attente en condition ISA a 1500 ft au-dessus de l'aérodrome de destination.

En cas de panne moteur un système de pressurisation et en supposant que la panne se produit au point le plus critique de la route, le carburant additionnelle doit alors permettre :

- ❖ De descendre autant que nécessaire et poursuivre le vol jusqu'à un aérodrome adéquat ;
- ❖ D'attendre ensuite pendant 15 min à 1500ft au-dessus de l'aérodrome en condition standard ;
- ❖ D'effectuer une approche et un atterrissage [1] .

2.2.7 Carburant supplémentaire

Le carburant supplémentaire laissé à l'appréciation du commandant de bord, en fonction de son expérience de la ligne[2].

2.3 LES FACTEURS INTERVENANT SUR L'ECONOMIE DE LA CONSOMMATION CARBURANT

2.3.1 La position du centre de gravité (centrage)

L'exploitant est pleinement conscient que le carburant nécessaire est le facteur qui influence sur la variation des coûts d'exploitation environ un 1/3 des coûts.

Pour qu'un avion vole, son poids est équilibré par la force de portance, la position du centre de gravité a donc une importance cruciale pour la maniabilité et la stabilité de l'avion. Pour avoir un bon centrage, les bagages doivent être soigneusement répartis entre les soutes avant et arrière. Chaque soute possède elle-même des secteurs avant et arrière pour affiner ce centrage [5].

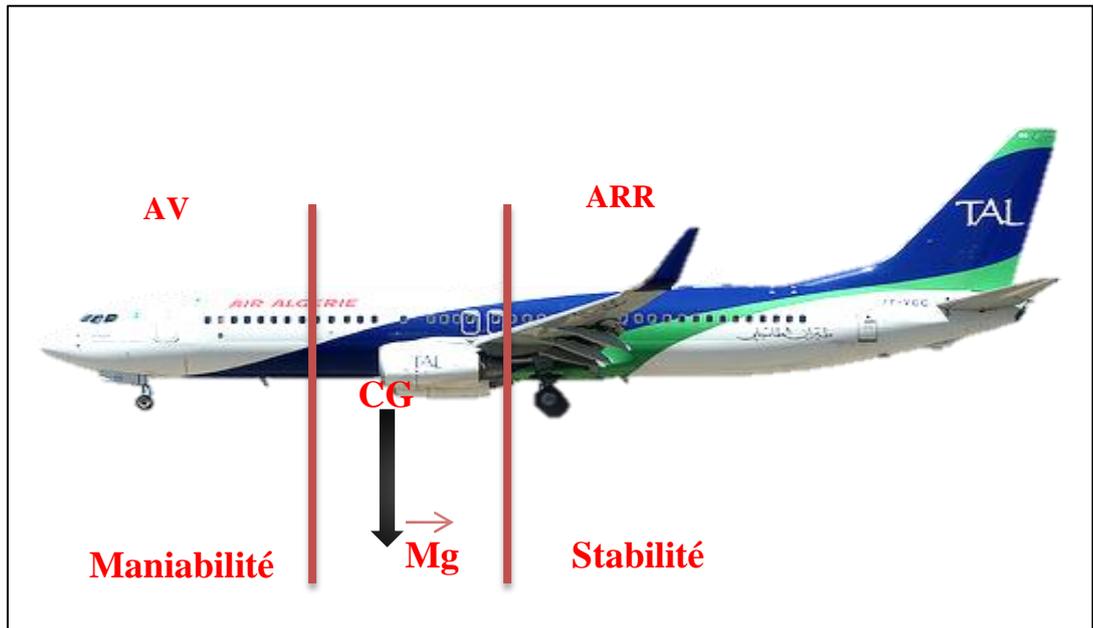


Figure 2-2: Limites de centrage [2]

L'influence du centrage sur la consommation carburant est comme suit :

- Un centrage avant :
 - ❖ Rend l'avion plus stable, mais moins maniable (efficacité réduite de la gouverne de profondeur) ;
 - ❖ Augmente la consommation carburant ;
 - ❖ Augmente la vitesse de décrochage [4] ;
- Un centrage en arrière :
 - ❖ Rend l'avion plus maniable, mais moins stable (efficacité accrue de la gouverne de profondeur) ;
 - ❖ Diminue de la consommation carburant ;
 - ❖ Diminue la vitesse de décrochage.

Donc en vue de l'économie, les compagnies aériennes passeraient les pilotes à déplacer le carburant vers l'arrière une fois l'avion en croisière. Avec un tel centrage, l'avion consommerait moins de carburant mais rendait l'avion particulièrement instable, tout en augmentant sa maniabilité[4].

2.3.2 Le poids de l'avion

La réduction de la masse de base de l'avion conduit d'une manière à économiser plus de carburant et d'une autre manière à transporter plus de carburant pour exécuter une étape significative de vol.

Voici quelques techniques de réduction de la masse de base :

- ❖ Utilisation de matériaux de pointe (Matériaux composites, titane, plastique, etc.);
- ❖ Avionique / Utilitaires intégrés (jumeler plusieurs boîtiers d'avionique) ;
- ❖ Intégration des systèmes (aéronef plus « électrique », génératrices ;
- ❖ Intégrées au moteur, générateurs-démarrateurs ;
- ❖ Utilisation de tapis légers;
- ❖ Utilisation de peinture sans chromate ;
- ❖ Minimiser l'emport de l'eau potable notamment vers les escales;
- ❖ Matériel catering choisi plus léger (trolleys, armoires...);
- ❖ Evaluer l'utilité des outils et pièces de rechanges (Roues + outils) transportés [5].

2.3.3 Le niveau de vol

En altitude, l'air est moins dense, il y a moins de traînée (moins de frottement) et donc on a aussi besoin de moins de puissance générée par les moteurs ce qui permet à l'avion d'aller plus vite pour une même vitesse affichée. Au final, on est donc gagnant une consommation .

Cependant il existe une limite haute qui empêche les avions de monter au-delà d'une certaine altitude[6].

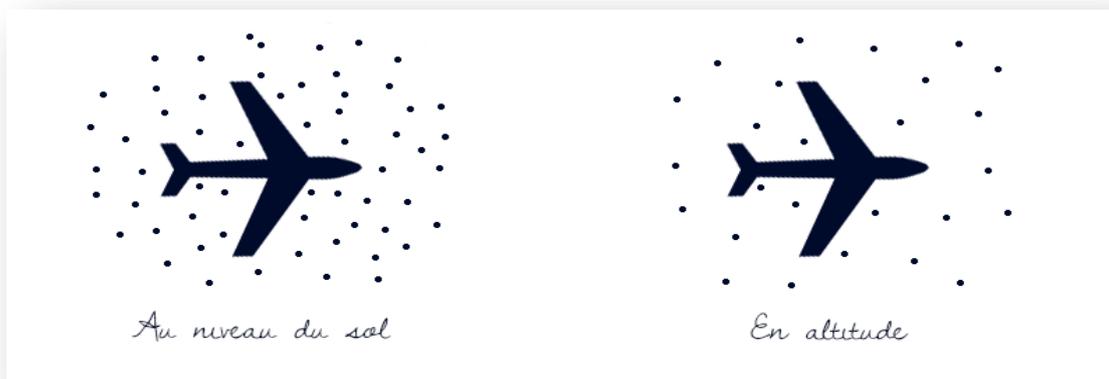


Figure 2-3 : Diminution de la densité de l'air en fonction de l'altitude [6]

La phase de croisière est en principe la partie la plus longue d'un vol. Les performances de l'avion sont donc optimisées pour cette phase, le pilote choisit son altitude de croisière en fonction des performances de l'avion, de la durée de la croisière (les temps de montée et de descente ne sont pas négligeable).

Il existe des contraintes qui influent sur le choix d'altitude de croisière qui ne sont pas lié à la capacité d'avion, comme les exigences de l'ATC et les affectations de niveau de vol [7].

2.3.3.1.1 L'altitude optimal de croisière

C'est l'altitude pression (Zp) qui atteinte pour une vitesse de croisière et un poids donné, et qui correspondant à la distance maximal parcourue par kilogramme de carburant consommé[8].

2.3.3.1.2 Pénalité de rayon d'action spécifique pour des déviations de l'altitude optimale

Le rayon d'action spécifique diminue si on vole au-dessus ou au-dessous de l'altitude optimale. Le tableau suivant montre la pénalité du rayon d'action spécifique ou on ne peut pas voler à l'altitude optimale, avec un mach constant de croisière[9].

Altitude (ft)	Pénalité de rayon spécifique %	
	LRC	0.80
+2000	2	2
Altitude optimal	0	0
-2000	1	2
-4000	4	5
-8000	10	13
-12000	16	22

Tableau 2-1 : La pénalité de rayon d'action spécifique [9]

2.3.3.1.3 L'influence du vent sur l'altitude optimal

La vitesse du vent peut être différente à différente altitude, pour un poids donné, quand l'altitude de croisière est inférieur à l'altitude optimal, le rayon d'action spécifique diminue. il est plus économique de voler à cette altitude (altitude inférieur à altitude optimale)[10].

2.3.4 Le choix de La vitesse dans les procédures du vol

Conformément aux lois de la physique : $F_x = 1/2\rho v^2 s C_x$[2-2]

Une augmentation de la traînée équivalant au carré de l'augmentation de la vitesse[8].

Les caractéristiques de performance des avions donnent plusieurs choix en ce qui concerne l'altitude et la vitesse utilisables dans les limites imposées par le régime de poussée maximal,

En respectant la vitesse Maximum Opérationnelle (V_{MO}/M_{MO}), donc le choix approprié d'altitude, de la vitesse et les bornes technique de contrôle des phases de vol améliorera significativement l'économie de carburant[9].

2.3.4.1 Vitesse de croisière

Le croisière est la phase de vol qui se situe entre la montée et la descente ,les plus grandes pourcentage de temps et de carburant d'étape sont consommé habituellement dans cette phase de vol donc le choix d'un Mach de croisière répondant à des caractéristiques donnés représente le régime de vol, on distingue généralement :

MRC (Maximum Range Cruise) qui correspondant au maximum de rayon d'action R_s , c'est la vitesse qui fournira la plus grande distance parcourue pour une quantité donnée de carburant consommé et le minimum de carburant consommé sur une distance de croisière donnée ; lorsque la masse diminue en générale diminue par conséquent la consommation distance minimale C_d mais la vitesse est faible. Il est utilisé uniquement en secours, pendant un vol, s'il y a un problème de surconsommation en carburant et pas de programmation de vol au MR [10] .

LRC (Long Range Cruise) qui correspondant à 99% au rayon d'action c'est-à-dire elle est défini comme la vitesse au-dessus de la MRC qui se traduira par une baisse de 1% en rayon d'action spécifique (NM/Kg) ou par lb de carburant consommé , donc on a un gain de vitesse qui compense au plan économique par conséquent l'augmentation de consommation distance C_d . LRC est utilisé en première approche d'un régime de vol économique (bon compromis entre temps de vol et consommation et détermination de la réserve de dégagement .

Mach PRM (prix de revient minimal) C'est le Mach économique de croisière qui optimise le cout de l'étape en considérant le cout de carburant et le cout marginal de l'heure de vol [10] .

2.3.4.1.1 Croisière à long rayon action

Puisque le carburant n'est pas le seul cout, directement associé à un vol, il faut encore améliorer la vitesse pour rendre l'opération le plus économique ; c'est la vitesse économique (ECON SPEED) ,elle est basée sur une estimation de temps liés au cout d'exploitation qui est spécifique à chaque compagnie[9].

En vue l'économie de carburant, il faut voler à un régime faible comme MRC (Maxi Range Cruise) parce qu'il est bénéfique, mais il va augmenter le temps de vol, donc augmenter les charges calculées en fonction de ce dernier (temps de vol). Qui sont généralement les salaires du PN et les couts de maintenance horaire, donc on a besoin d'un compromis entre le cout du

carburant et ces couts cités précédemment. Le compromis est le cost index qui est le rapport de couts d'exploitation, c'est un indice lié aux couts non plus [10].

$$\text{Cost index} = \frac{\text{time cost}}{\text{fuel cost}} \dots\dots\dots [2.3]$$

Une faible valeur signifie soit forte prix du fuel et faible cout PN et maintenance horaire, donc le cost index va diminuer la vitesse. Une forte valeur signifie soit faible prix du fuel et faible cout PN et maintenance horaire, donc le cost index va augmenter la vitesse.

La relation entre la vitesse LRC et la vitesse ECON est différent pour chaque modèle d'avion, puisque le LRC est basé sur une pénalité de 1% de rayon d'action spécifique, alors que la vitesse ECON utilise le CI introduit qui est basé sur une comptabilité qui est plus détaillés des couts réels [9].

Il est très important de noter que la vitesse LRC est presque supérieure à la vitesse obtenue en utilisant le CI choisi par la plupart des tranporteurs. Comme le tableau montre la la meilleur stratégie pour économiser le carburant est de sélectionner un indice de cout très faible. le pilote peut facilement démontrer cela en vol de croisière en introduisant différent CI dans le FMC et en comparant avec LRC en observant le carburant prévu pour la destination [9].

LE COST INDEX INTRODUIT			
Le modèle d'avion	MRC	Typical airline CI Value	Approximate LRCequivalent
717	0	40 to 60	70
737-3/4/500	0	5 to 25	25
737-6/7/800	0	10 to 30	35
757	0	15 to 50	85
767	0	15 to 55	70
777	0	90 to 150	180
747-400	0	25 to 80	230

Tableau 2-2 : La relation de Cost index à LRC pour des avions de Boeing [9]

2.3.4.1.2 Les effets du vent sur la vitesse de croisière

La plupart des avions volent en vitesse ECON au lieu de LRC ; parce que la vitesse LRC calculée par le FMC n'est généralement pas adaptée pour les vents en altitude de croisière,

contrairement à la vitesse ECON.C'est pour cela cette vitesse est optimisé pour toutes les conditions du vent de croisière mais la vitesse LRC est idéal pour les conditions du vent nul.

Par exemple,en présence d'un vent fort vent arrière,la vitesse ECON sera réduit afin de maximiser l'avantage procuré par le vent arrière pendant la croisière . dans le cas inverse en cas de vol dans un vent de face en croisière ,la vitesse ECON sera augmenté pour minimisé la pénalité associée au vent de face (voir l'exemple dans le tableau 2-2) [8].

LE MAC ECONOMIQUE DE CROISIERE			
Cost Index	100 Kt vent arrière	Vent nul	100 Kt vent de face
0	0.773	0.773	0.785
80	0.787	0.796	0.803
Max	0.811	0.811	0.811

Tableau 2-3 : La vitesse économique est optimisée pour les conditions de vent de croisière [8]

2.3.4.2 Optimisation de la vitesse en descente

La consommation de carburant augmente considérablement avec la vitesse indiquée, ainsi qu'en cas de descente prématuré. La performance en descente dépend de l'avion, du poids et de l'indice de cout[11] ;

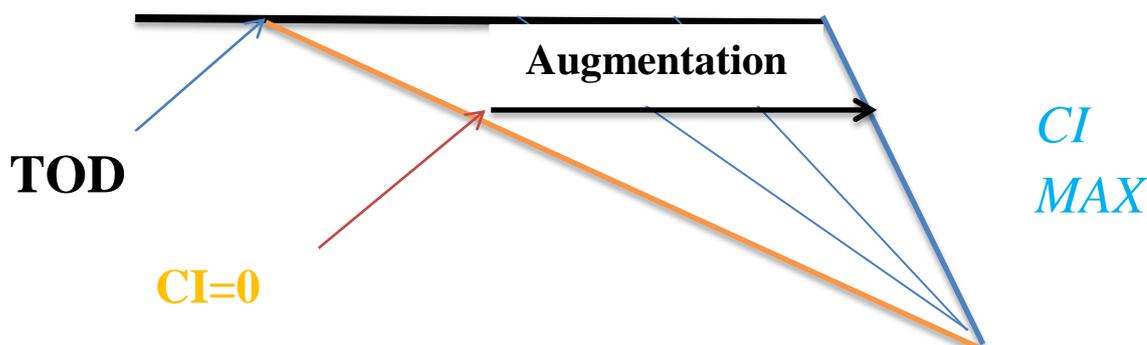


Figure 2-4 : La variation de la vitesse en fonction de l'indice de cout [11]

La consommation de carburant est la plus basse lorsque l'indice de cout est bas, l'angle de trajectoire de descente est peu prononcé, la distance de descente est plus longue, le temps de descente est plus longue et le point de début de descente (TOD) est plus hâtif calculé par le FMS en fonction de l'indice du cout[11].

2.3.4.2.1 Vitesse de descent

L'économie de carburant maximal lors de la descente est possible en utilisant le programme de descente à vitesse faible mentionnée dans le manuel d'exploitation, le tableau suivant indique l'économie de carburant d'étape typique [9].

Modèle	Descente à vitesse réduite Le carburant économisé-des livres par étape
707	250
727	200
737	80
747	300

Tableau 2-4 : Le carburant consommé pour une descente à vitesse réduite pour différent type d'avion Boeing [9]

2.3.4.3 En attente

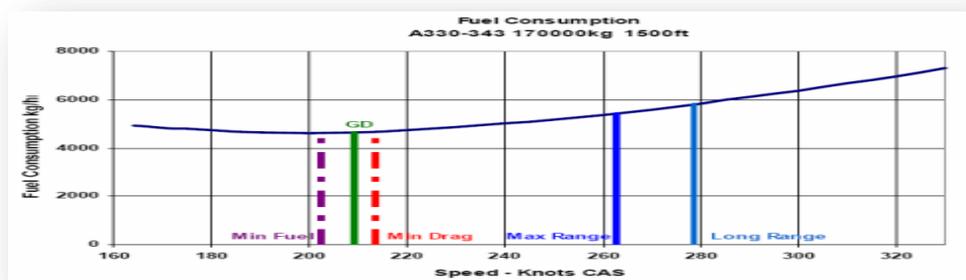


Figure 2-5 : La variation de la consommation carburant en fonction de vitesse pointe verte [11]

La vitesse point vert est la vitesse d'exploitation avec un ou deux moteurs à l'arrêt en configuration lisse ; comme cette vitesse correspond approximativement à la plus grande finesse aérodynamique, c'est également la vitesse qui offre la plus faible consommation carburant.

En fait, la vitesse point verte permet une augmentation de vitesse significative aux prix d'une très faible augmentation de la consommation de carburant[11].

2.3.4.4 Optimisation de la vitesse à l'approche

Une approche de descente continue CDA (continuous descent approach).

C'est une manœuvre par laquelle un avion effectue une descente à partir d'une position optimale du niveau de croisière (TOD top of descent) jusqu'à la piste en utilisant un minimum de poussée et en assurant la sécurité du vol pour réduire la consommation de carburant et les émissions gazeuse en comparaison de la procédure standard.

Tandis que, lors d'un atterrissage standard, les volets d'atterrissage s'ouvrent, le pilot accélère ou décélère, et l'avion perd en altitude par étape la CDA débute à une altitude de croisière d'environ 35000 ft (11 km).les moteurs fonctionnent à vide et l'avion perd en altitude jusqu'à la piste d'atterrissage .Ceci pourrait faire économiser à un avion commercial entre 150 et 500 kg de carburant par atterrissage par conséquent une grande compagnie pourrait économiser environ 80 millions de dollars [11].

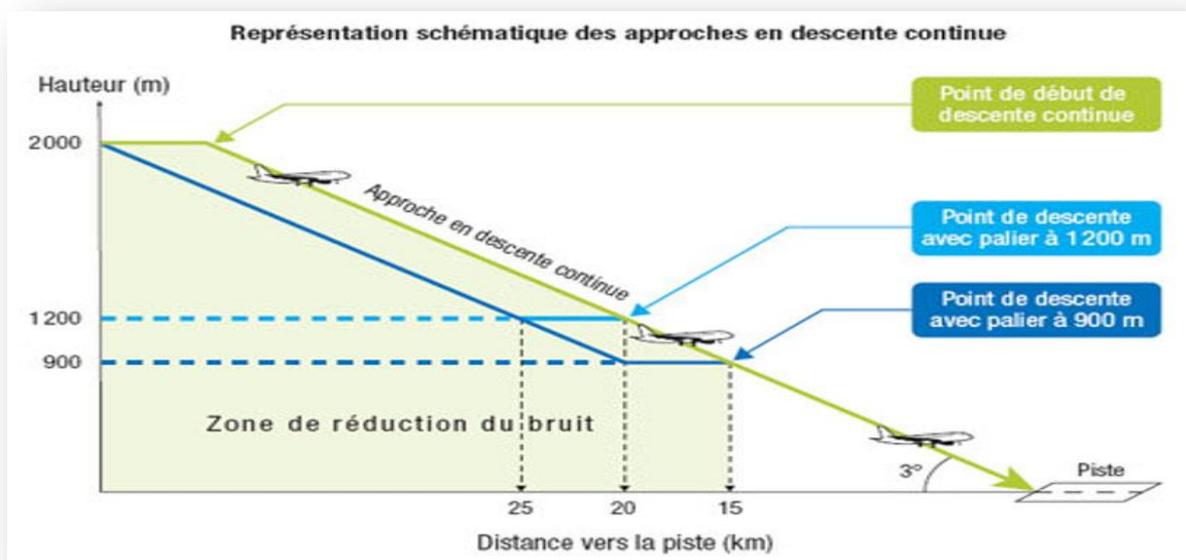


Figure 2-6 : La configuration de la procédure de descente continue [12]

2.3.5 Choix de braquages de volet

Choisir le réglage des volets le plus faible, mais qui respecte les exigences de performance ce qui ramène a :

- ❖ Réduire la traînée ;
- ❖ Moins de temps passé à basse altitude et par conséquent moins de consommation de carburant ;
- ❖ Meilleures performances de montées ; l'influence des volets sur le vol en montée c'est que pendant la phase de décollage, un braquage de volet faible va diminuer la

vitesse de décollage et par conséquent la distance de décollage pour assurer l'économie carburant en diminuant la consommation ;

Par contre la pente maximale de montée se fait à l'incidence de finesse maximale, or tous braquages de volets diminuent la finesse maximale donc la sortie des volets diminue la pente maximale. Pour cela un système appelé l'ADHF (Adaptive Dropped Hinge Flap) qui permet un réglage différentiel des volets inférieur et extérieurs dont ces volets peuvent avoir automatiquement un réglage différentiel dans la configuration décollage et croisière. Pour étudier ce système un Airbus A350 XMB a été choisi pour cette expérience cela nécessite sept spoilers, deux pour le volet intérieur et cinq pour le volet extérieur sont actionnés et contrôlés individuellement[14].

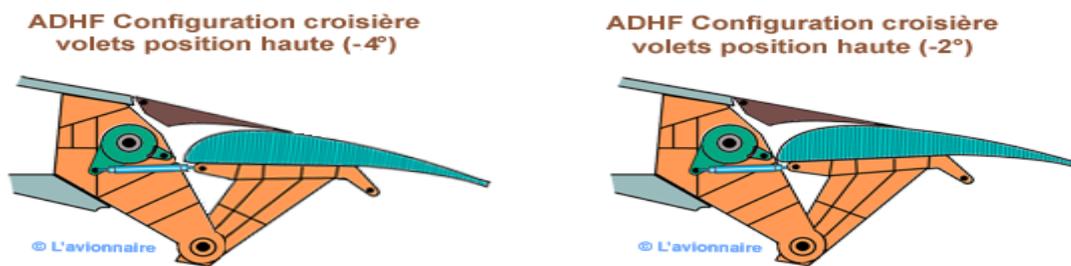


Figure 2-7 : Les configurations croisière de la position haute des volets [14]

Ils peuvent avoir également un réglage semblable en croisière. Les volets et les spoilers peuvent être ajustés pendant le vol optimiser le rendement aérodynamique de la voilure. En croisière les volets peuvent passer de $+4^\circ$ à -2° , ce qui permet de réduire la traînée jusqu'à 2% à la masse maximale, entraînant ainsi des économies de carburant considérables[14].

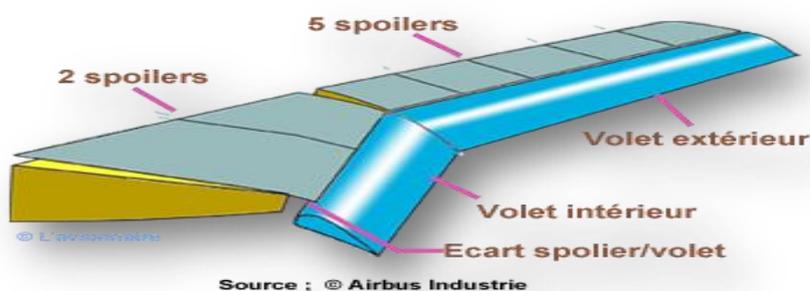


Figure 2-8 : Les sept spoilers pour un A350 [14]

2.3.5.1 Les économies de carburant liées à la sortie des volets retardée

Selon le réglage des volets et le modèle d'avion, l'approche avec sortie des volets retardées utilise 15 à 380 lb de carburant moins que dans l'approche standard avec le réglage du même volets (voir le tableau 2-4)[15].

Moteur d'avion	Masse d'atterrissage LBS(kg)	Volet d'atterrissage(DEG)	Procédure	Carburant Consommé LBS(kg)
B737-800 CFM56-7B24	120,000	30	Standard	230(104)
			Retardé	213(97)
	(54,431)	40	Standard	266(121)
			Retardé	230(104)

Tableau 2-5 : les estimations de consommation de carburant pour la procédure de sortie des volets retardé [15]

CFM56-7B est le réacteur qui équipe en exclusivité les dernières évolutions du Boeing 737

2.3.6 La politique de la compagnie

- ❖ Les compagnies aériennes ayant investi des avions neufs et de pointe(Norwegian Air Shuttle) sont nettement plus économes en carburant que les compagnies aériennes exploitant une flotte plus âgée, ce qui souligne le rôle crucial que joue la technologie et donc les normes du rendement parce que une flotte plus âgée est facile à exploiter mais sa maintenance est plus chère [16] ;
- ❖ La compagnie compte s'attaquer à la masse des avions car plus l'avion est léger, moins il consomme de carburant par l'utilisation de l'EFB (Electronic Flight Bag) ou sac de vol électronique est un dispositif électronique de gestion de l'information qui aide les équipages à effectuer des tâches de gestion de vol plus facilement et plus efficacement avec moins de papier. Il s'agit d'une plate-forme informatique d'usage général destinée à réduire ou remplacer le matériel de référence à base de papier comme le manuel de l'avion, d'exploitation, manuel d'exploitation des équipages de conduite, et les cartes de navigation (y compris carte mobile pour opérations aériennes et terrestres). En outre, l'EFB peut héberger des applications logicielles spécialement conçues pour automatiser d'autres fonctions, normalement effectuées à la main, comme les calculs de performances de décollage, centrage... [25]

2.3.7 Les paramètres moteurs qui jouent sur la consommation

Comme les moteurs à pistons, principalement utilisé en aviation légère, se caractérisent par la puissance qu'ils délivrent, une phase de vol donnée nécessite une certaine puissance. Ainsi, le rôle du pilote va constituer à faire délivrer cette puissance au moteur tout en consommant le

moins de carburant possible tout en évitant d'endommager le moteur. Pour appauvrir (mixture) ce mélange carburé, le pilote peut :

- ❖ Soit appauvrir selon le processus de contrôle de la richesse par l'EGT si l'avion en est équipé ;
- ❖ Le réglage le plus économique est réalisé au "pic EGT" (EGT max), mais pour éviter de faire encourir au moteur des endommagements thermomécaniques graves lors d'une utilisation prolongée pendant le vol, il est néanmoins souhaitable d'enrichir un peu le mélange carburé d'au moins une graduation afin de faire baisser la température de 50°F ;
- ❖ Soit utiliser le "fuel flow" (indicateur de débit carburant) qui permet lui aussi de faire fonctionner le moteur à sa richesse optimale à condition de connaître le débit de carburant associé à la pression d'admission PA et au régime moteur RPM choisis, les deux paramètres PA et RPM définissant alors la puissance nécessaire ;



Figure 2-9 : Débitmètre électronique [15]

- ❖ Un débitmètre électronique est constitué d'un indicateur de cabine et d'un capteur de débit. Il permet d'ajuster la consommation instantanée avec une grande précision mais sa fiabilité est moindre que celle de l'EGT ;



Figure 2-10 : capteur débitmètre électronique [15]

- ❖ A noter que ce type de réglage manuel s'applique sur les moteurs de l'ancienne génération consommant principalement de l'essence 100 LL. Entre un fonctionnement plein riche (non mixturé) et un fonctionnement appauvri (mixturé) dans des limites acceptables, le pilote peut économiser 15 à 20% de carburant en réduisant notamment les quantités d'imbrûlés (particules de carbone) et de gaz toxiques[15].

2.4 LES PERSONNES QUI INTERVIENT SUR LA POLITIQUE DE CARBURANT

La contribution de tous intervenants comme l'équipage de conduite, le personnel de maintenance et de gestion, les opérations aériennes est indispensable en matière de la consommation de carburant.

2.4.1 Les opérations aériennes et régulateurs

Réduire au minimum la masse à l'atterrissage dont une réduction de 1% de la masse d'atterrissage entraîne ce qui suit :

- ❖ 0.75% de réduction de la consommation carburant (moteurs à taux dilution élevés) ;
- ❖ 1% de réduction de carburant consommé (moteurs à faible taux dilution) ;
- ❖ Ne pas transporter plus de carburant de réserve que nécessaire ;
- ❖ Charger l'avion en tenant compte du centrage arrière si possible ;
- ❖ Viser une altitude optimale ;
- ❖ Choisir la route la plus directe possible ;
- ❖ Choix de l'aéroport de décollage ;
- ❖ Carburant supplémentaire [11] ;

Ajouter de carburant c'est un outil de gestion de risque. il s'agit de prendre des décisions informées, ils ajoutent le carburant à bord pour 3 raisons :

2.4.1.1 Vol au-dessous de l'altitude optimale pendant un certain temps

Donner aux pilotes et répartiteurs des conseils sur la meilleure façon de calculer le carburant nécessaire au vol aux altitudes plus basses que prévu pour une portion du vol et Encourager l'utilisation des systèmes de planification de vol pour analyser les scénarios d'altitude pour les aéroports de décollage et la différence de carburant supplémentaire à bord sous forme de tableau et à partir des données de constructeurs que les pilotes transportent à bord de l'aéronef[9].

2.4.1.2 Déroutement métrologique

2^{ème} approche en utilisant les données de constructeur de l'aéronef pour calculer :

- ❖ Le carburant pour la remise de gaz ;
- ❖ Le carburant pour l'approche ;
- ❖ Le carburant pour les vecteurs de positionnements .

2.4.1.3 Optimisation du plan de vol

Il tient compte d'un grand nombre de paramètres, par exemple, les performances de l'avion et la consommation varient grandement selon l'altitude (à cause de la densité de l'atmosphère), les vents (des vents arrière améliorent les performances) et la vitesse de l'appareil (elle-même en rapport avec la durée de vol). L'optimisation du plan de vol est une des composantes fondamentales du programme de gestion de carburant[9].

Certaines données météo, par exemple, sont maintenant mises à jour à une fréquence accrue, permettant d'adapter pour un changement d'altitude mineur pour profiter de vents favorables, et minimiser la réserve de carburant d'urgence en utilisant les aéroports de décollage en route ou une procédure de réacheminement lorsque c'est possible et définir l'âge de l'avion et le moteur d'instaurer un programme de contrôle de performances des avions ,route aérienne optimisée, vitesse et altitude ,conformément aux exigences de l' ATC et aux critères économiques des exploitants (carburant et temps)[1].

2.4.2 L'équipage de conduite

Le commandant de bord prendra un certain nombre de décisions essentielles. Toutes informations qui figureront dans un "plan de vol" signé par le Commandant de bord, confirmant, ainsi, son engagement à effectuer la mission, dans les conditions précisées par ses choix. Le

pilote doit recommander de voler en mode de gestion de carburant l'aide de FMS (flight management system) .

En effet en volant selon cost index donné donc la possibilité de réaliser des économies de carburant pour :

- ❖ Penser d'économie carburant à toutes les étapes de vol ;
 - ❖ Comprendre des systèmes de bord-gestions du system ;
 - ❖ Optimiser le profil de montée pour réduire la combustion de carburant au minimum
- Il faut tenir compte pour les opérations aériennes efficaces, il faut tenir compte de toute les phases du vol, notamment .
- Réduire l'Utilisation de l'APU :
 - ❖ Démarrer l'APU 10 minutes avant le départ ;
 - ❖ Démarrer l'APU avant d'arriver à la porte pour un arrêt moteur immédiat ;
 - ❖ L'arrêt de l'APU 5minutes après l'arrivée à la porte.
 - Les contrats de manœuvres au sol doivent préciser :
 - ❖ Le besoin d'un soutien total au sol ;
 - ❖ Les pénalités financières pour non-conformité ;
 - ❖ Circulation au sol sur un moteur ;
 - ❖ Un moteur à un réglage de puissance plus élevé consomme moins que deux moteurs pour la même poussé
 - ❖ Approche au ralenti [9].

La configuration de l'aéronef pour l'atterrissage (volets et train d'atterrissage) doit être en fonction de l'altitude de l'aéronef plutôt que la distance à partir du repère d'approche finale (FAF) ce qui donne une meilleure gestion de l'énergie de l'aéronefs et niveau de bruit inferieur.

- Atterrissage avec volets réduits qui offrent des avantages suivant :
 - ❖ Economie de carburant ;
 - ❖ Economie de temps ;
 - ❖ Meilleures performances de remise de gaz ;
 - ❖ Meilleures performance sur un moteur ;

- ❖ L'utilisation de poussée inverse au ralenti à l'atterrissage en vue meilleur rendement du carburant [1].
- Amélioration du FMS et l'amélioration de détection des mauvaises conditions météorologies ;
- Suivre les RVSM (minimums d'espacement vertical réduit) permet de voler plus proche d'altitude optimale quant à la consommation de carburant. Néanmoins pour économiser le carburant, il est possible de mettre en place les mesures suivantes :
 - ❖ Pour les anciens moteurs, le pilote peut économiser en adaptant le régime de vol, la trajectoire, mais surtout les paramètres de conduite moteur (régime et richesse du mélange) ;
 - ❖ Pour les nouveaux moteurs équipés d'un calculateur, le pilote doit se concentrer d'abord sur le vol proprement dit car la plupart du temps la conduite motrice se ramène à la gestion d'un seul paramètre, la richesse étant optimisée en permanence [9] ;

Dans tous les cas, un avion propre, bien entretenu, muni de ses carénages, avec une hélice en bon état consommera moins qu'un appareil négligé. En outre, les valeurs de la consommation liées aux performances, données dans les manuels de vol, ont été établies par le constructeur avec un avion propre et en bon état.

- Les pratiques à exécuter :
 - ❖ Réduire au minimum l'utilisation des moteurs et de l'APU au sol ;
 - ❖ Rentrer les volets le plus tôt possible ;
 - ❖ Evoluer aux vitesses prévues de vol a toutes les étapes du vol ;
 - ❖ Utiliser les procédures de compensation appropriées ;
 - ❖ Comprendre les systèmes de l'avion ;
 - ❖ Comprendre les correspondances vent-altitude [9].

2.4.3 Le personnel de maintenance

2.4.3.1 Compétences et actions à exécuter

- ❖ Effectuer de contrôles d'inspection sur les structures d'aéronefs et établir un diagnostic ;
- ❖ Lire des plans ;
- ❖ Identifier les pannes et les dysfonctionnements et procéder aux opérations ;
- ❖ Réaliser des pièces par cambrage, pliage, cintrage ;
- ❖ Ajuster un élément ou un sous-ensemble en matériaux composites et métalliques ;
- ❖ Assembler des pièces par rivetage ;
- ❖ Utilisation Electronic Log book [17].

2.4.3.2 Le concept d'entretien avion

Il faut s'intéresser au concept d'entretien des avions ,cet entretien a pour but de maintenir en permanence les avions en état de navigabilité, c'est-à-dire entretenir leurs performances essentielles qui garde toujours une consommation standard. En effet, le suivi régulier de performance assure la disponibilité et l'efficacité opérationnelle des aéronefs[1].

2.4.4 Le personnel de gestion

2.4.4.1 Compétences et actions à exécuter

- ❖ La planification : qui détermine les moyens à utiliser pour atteindre les objectifs ;
- ❖ L'organisation : qui consiste à définir la composition des groupes de travail et à coordonner leurs activités ;
- ❖ La direction consiste à exercer une attitude positive sur les employés chargés d'exécuter le travail afin de faire progresser les choses ;
- ❖ Le contrôle : qui représente la dernière fonction de gestion dont les gestionnaires examinent la situation et s'assurent que les résultats obtenus sont conformes aux buts fixés [1].

2.5 CONCLUSION

Les couts liés au carburant exigent environ le 1/3 des dépenses compte tenu d'équipage, de maintenance de l'aéronef et du moteur, des redevances de navigation et d'atterrissage, ce qui oblige les compagnies aériennes d'économiser et de bien gérer la consommation du carburant toute en respectant les exigences opérationnelles (MTOW ,la charge offerte ...).

CHAPITRE 3 : EMPORT DE CARBURANT ET ETUDES DES CAS

3.1 INTRODUCTION

Le carburant représente le principal élément de cout dans les opérations des compagnies aériennes. Avant le départ l'enjeu est de remplir les réservoirs au niveau maximum compatible avec les limites de la masse et de centrage pour bénéficier de la plus grande autonomie possible. Nous avons vu précédemment que la consommation de carburant était fonction de la masse avion et de la vitesse et de niveau de vol . Par conséquent il faut éviter les surcharges au décollage qui entraineraient une augmentation de la consommation de carburant sur une étape donné.

La perte due à l'augmentation de consommation peut être largement compensé par le gain réalisé sur la quantité achetée au terrain de destination à condition bien sûr, que cela n'affecte pas la charge à transporter.

Nous tenterons dans ce troisième chapitre d'étudier l'intérêt d'emport carburant lorsque le prix du carburant à destination est supérieur à celui du départ dans le but de réduire le cout total du carburant pour le vol et d'assurer la rentabilité pour les compagnies aériennes.

La quantité de carburant embarquée doit toujours respecter les limites opérationnelles : MTOW, limitation du jour, MLAW, capacité réservoir.

3.2 DEFINITION DE L'EMPORT DE CARBURANT

Est la pratique d'emporter plus de carburant que le nécessaire a l'aéroport de départ pour réduire la quantité de carburant à acheter à l'aéroport de destination et assurer un profit pour les compagnies aériennes dans le but de les satisfaire toute en assurant une rentabilité assez suffisante permettant de couvrir le surplus de carburant embarqué [1].

3.3 LE CONCEPT ET LES OBJECTIFS D'EMPORT CARBURANT

Pour garder une bonne combustion on va s'orienter vers le sens le plus économique de porter le montant minimum pour le secteur cela ouvre la porte d'occasion afin de transporter plus de carburant . Lorsque le prix de carburant à l'aéroport de destination est supérieur à celui de départ, la capacité disponible de l'emport de carburant est peut être estimé en fonction de distance et de la charge utile .

Donc l'objectifs majeur du l'emport de carburant est :

- ❖ Transporter plus de carburant à l'aéroport de départ pour réduire ou éliminer la quantité de carburant à acheter à l'aéroport de destination;

Dans un vol typique (celui qui n'emporte pas de carburant), l'avion transporte suffisamment de carburant pour atteindre sa destination puis se recharge pour la prochaine étape. Dans un vol qui emport de carburant, l'avion porte un excès de carburant pour être utilisé dans l'étape suivante. Les économies résultent de l'achat d'un carburant moins coûteux à l'emplacement de départ plutôt que du ravitaillement en carburant plus coûteux au point de transit[18].

Donc les avantages d'utilisation de l'emport de carburant permettre aussi de fair face aux menaces pouvant augmenter la durée de vol comme suit :

- ❖ Faire face des conditions météorologique favorable par exemple éviter un orage ;
- ❖ Un trafic plus important que d'habitude conduisant à un peu d'attente en vol [18].

3.4 LES RAISONS D'UTILISATION DE L'EMPORT DE CARBURANT

C'est un concept qui est appliqué uniquement dans des cas particuliers prescrits ci-dessous :

- ❖ Le prix du carburant à l'aéroport de destination est supérieur à celui du départ ;
- ❖ L'insuffisance de carburant à l'aéroport de destination ;

Exemple l'aéroport de TAMENRASSET (situation en manque d'avitaillement de carburant)

- ❖ Qualité de carburant insatisfaisante à l'aéroport de destination ;
- ❖ Les services d'avitaillement non convenable à l'aéroport de destination ;
- ❖ Réduire le temps d'escale à l'aéroport de destination ;
- ❖ Différence des tarifs carburant entre l'aéroport de destination et celui de départ. Quand le prix de carburant à destination est supérieure à celui au départ, il devient bénéfique d'étudier l'intérêt de l'emport du carburant, dans le but de réduire le cout total du carburant pour le vol [18].

3.5 LES CONSIDERATIONS

- ❖ Le surplus de carburant embarqué au départ engendre une consommation supplémentaire, donc la différence de prix doit couvrir cette surconsommation ;
- ❖ La quantité de carburant embarqué doit toujours respecter les limites opérationnels : MTOW, limitation du jour, MLAW, capacité réservoirs ;
- ❖ Le niveau de vol initial peut être réduit ;
- ❖ Le poids au décollage devient significativement supérieur, résultats : vitesses supérieur au décollage, poussé réduite rarement appliqué ;
- ❖ Le poids à l'atterrissage devient significativement supérieur ;
- ❖ Le cout supplémentaire de maintenance, moteurs, reverse, freins, roues.

L'évaluation des couts supplémentaire de maintenance est très complexe, ce qui explique que la plupart de compagnies utilisent des méthodes simples pour calcul l'emport de carburant[18].

3.5.1 Limitation de transport de carburant :

La quantité de carburant transporté est limité par :

- ❖ Capacité réservoirs :
- ❖ La masse maxi de décollage ;
- ❖ La masse maxi d'atterrissage [19].

3.6 LE TRANSPORT CARBURANT

3.6.1 Le coefficient du transport K

Le coefficient de transport K c'est le rapport de la masse au décollage sur la masse à l'atterrissage notée :

$$K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW} \dots \dots \dots [3-1]$$

Avec : $\Delta TOW = ETOW_e - ETOW \dots \dots \dots [3-2]$

$$\Delta LAW = ELAW_e - ELAW \dots \dots \dots [3-3]$$

C'est l'addition d'une tonne sur la masse l'atterrissage, se traduit par l'addition de K tonnes sur la masse au décollage donc le transport d'une tonne supplémentaire jusqu'à la destination entraîne une surconsommation de (K-1) tonne.

❖ Remarque 1 :

Il faut mettre à disposition les informations nécessaires qui consistent en :

les prix du fuel dans les deux aéroports et la charge offerte de retour.

➤ Exemple 1

$$\text{Si } \Delta\text{TOW} = 1 \text{ t et } \Delta\text{LW} = 0.8 \text{ t} \quad \text{-----} \quad K = \frac{1}{0.8} = 1.25.$$

$$\text{Si } \Delta\text{TOW} = 2 \text{ t avec } K = 1.25 \quad \text{-----} \quad \Delta\text{LAW} = \frac{2}{1.25} = 1.60 \text{ t}.$$

Cela veut dire que l'embarquement de 2t supplémentaire de carburant entrainera une différence de consommation de 0.4 t sur l'étape considérée. K est une fonction croissante de la distance[20].

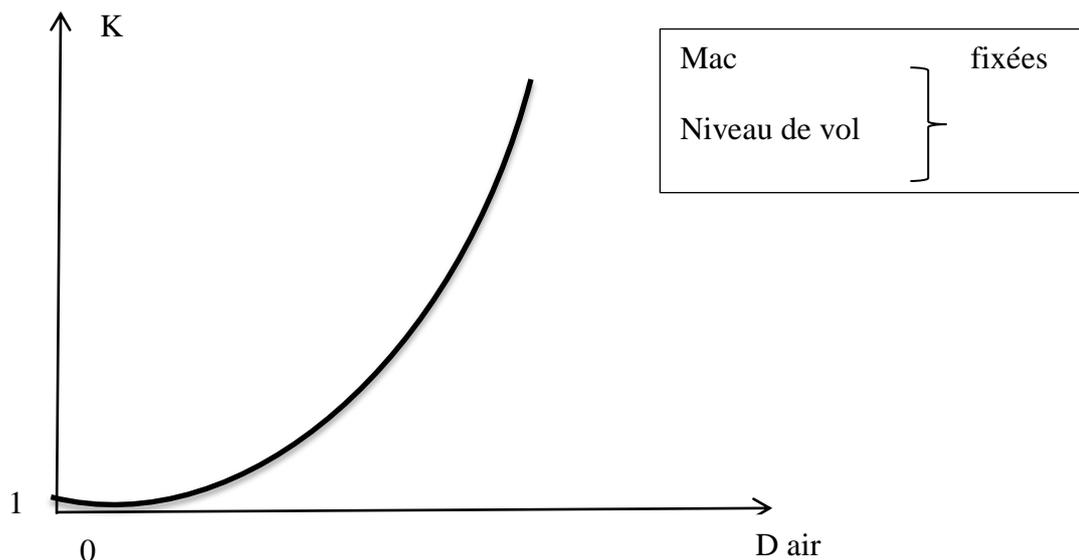


Figure 3-1 : Variation de K en fonction de la distance [20]

➤ Exemple 2

Sur une étape ou le coefficient de transport vaut 1.3 on ajoute 1300 kg de carburant supplémentaire au départ .a destination ,il en restera 1000kg :

Si $K=1.3$ ----- le transport de 1 t supplémentaire jusqu'à destination coute 300 kg de surconsommation.

Au départ on embarque en plus : ΔTOW

A destination , il restra : $\Delta LAW = \Delta TOW / K$

➤ Exemple 3

Si $K = 1.25$ et 1250 kg de carburant est ajouté au départ, 1000 kg de cette quantité de carburant demeureront a la destination. porter ainsi une tonne de carburant coute 300 kg de carburant en plus[19].

3.6.2 Le gain du transport carburant

Il est bénéfique d'étudier le transport carburant si le prix de carburant à destination est supérieur à celui de départ ; c'est la condition la plus importante.

Puis nous avons entamé les trois cas qui sont :

3.6.2.1 1^{er} cas où on ne peut pas étudier l'emport carburant

Comme la condition précédente elle est pas satisfaite donc on n'a pas besoin de transporter du carburant ;minimum à partir le départ[20].

➤ Exemple 4

Si on veut étudier le transport carburant sur le vol Alger-Paris :

Alger (ALG) : prix carburant = 51\$/HL

Paris(ORY) : prix carburant = 49 \$/HL ; par A330-202.

L'ajustement de fuel bruler est de 1000KG en plus pour chaque 47Kg additionnel.

$$\text{prix}_{\text{destination}} < \text{prix}_{\text{depart}}$$

Par conséquent , pas besoin d'étudier le transport carburant(minimum à partir Alger)[20]

3.6.2.2 Le 2^{ème} cas où on peut étudier l'emport carburant

Mise avant tout, nous devons respecter les trois limitations essentielles sont[19] :

❖ Limitation décollage ; $M_{\text{déc}} = M_b + C/O + Q_{\text{tot}} \leq MMSD$[3-4]

❖ Limitation atterrissage; $M_{\text{att}} = M_b + C/O + Q_{\text{tot}} - D \leq MMSA$[3-5]

❖ Limitation sans carburant ; $M_{\text{sc}} = M_{\text{base}} + C/O$[3-6]

❖ Limitation capacité récervoir ; $Q_{\text{tot}} \leq C_r$ [3-7]

Avec: $Q_{\text{tot}} = Q_{\text{parking}} - r$ [3-8]

Et : $Q_{\text{parking}} = Q_a + Q_r$[3-9]

➤ Remarque

Dans notre étude, nous n'intéressons pas avec la limitation sans carburant parce que notre but est de transporter une quantité suffisante de carburant pendant le vol et d'éviter le chargement à destination. Donc si nous respectons les trois limitations précédentes nous pouvons étudier l'emport carburant.

3.6.2.2.1 Calcul du gain ou de perte

Nous avons entamé deux cas :

Le 1^{er} Cas ou la variation du temps $\Delta T \neq 0$ pour des vols Longue- Range ou PRM

Nous allons suivre les étapes suivantes en calculant[20] :

1. Le cout supplémentaire du carburant chargé au départ est :

$$\begin{aligned} & \text{Prix de carburant de départ} \times \text{poids carburant} \\ & \Delta TOW \times P_d = \Delta LAW \times P_d \times K \dots\dots\dots [3-10] \end{aligned}$$

2. L'economie de carburant transporté est :

$$\begin{aligned} & \text{Carburant transporté} \times \text{Prix d'arrivée de carburant} \\ & \Delta LAW \times P_a \dots\dots\dots [3-11] \end{aligned}$$

3. Le cout du à l'augmentation du temps de vol est :

$$\begin{aligned} & \text{L'augmentation du temps de vol} \times \text{Cout par heure} \\ & \Delta T \times C_h \dots\dots\dots [3-12] \end{aligned}$$

Il est profitable de transporter le carburant supplémentaire si le cout carburant à destination excède le cout de carburant supplémentaire au départ plus le cout horaire.

$$(\Delta LAW \times P_a) > (\Delta LAW \times P_d \times K) + (\Delta T \times C_h) \dots\dots\dots [3-13]$$

Avec : ΔT la variation du temps du vol ,due à la variation de masse et on a C_h le cout marginal à l'heure de vol.

P_d : Prix du carburant au départ

P_a : Prix du carburant à l'arrivée

4. Donc on aura un gain si le test suivant vérifie cette condition:

$$(\Delta LAW (P_a - K \times P_d) - (\Delta T \times C_h) > 0 \dots\dots\dots [3-6]$$

Dans le cas contraire il y a perte financière.

5. Calcul du profit:

Nous allons calculer le cout de carburant de départ et d'arrivée[18] .

$$\text{Fuel cost (départ)} = \left(\frac{P_d}{(100 * \delta)} \right) * \Delta TOW \dots\dots\dots [3-7]$$

$$\text{Fuel cost (arrivée)} = \left(\frac{P_a}{(100 * \delta)} \right) * \Delta LAW \dots\dots\dots [3-8]$$

Résultat :

$$\text{Gain} = Fc(\text{arrivée}) - Fc(\text{départ}) > 0 \dots\dots\dots [3-9]$$

$$\text{Perte} = Fc(\text{arrivée}) - Fc(\text{départ}) < 0 \dots\dots\dots [3-10]$$

➤ Exemple

Pour un B747 réalisant une étape de 5000 NM, K=1,5 ;il faudra donc une différence de prix de 50% pour avoir un bilan positif

Le 2^{ème} Cas à mach constant

Dans ce cas, $\Delta T=0$ pour un vol à mach constant [20]:

1. Calcul coefficient du transport carburant K ;
2. Calcul le rapport R :

$$R = P_a / P_d \dots\dots\dots [3-11]$$

3. La comparaison entre K et R ; Nous aurons un gain lorsque $R > K$ et l'inverse représente la perte financière.
4. Calcul de profit ;

Pour des étapes courtes ou $K \neq 1$ une petite différence de prix se traduira par un bilan financier positif.

Par contre, pour de longues étapes la différence de prix devra être très importante[22].

➤ Exemple 1

Si on prend le vol Alger –Djeddah et on étudie le transport carburant on va trouver que :

On a :

Alger (ALG) : Prix carburant = 82 \$ /HL

Djeddah (OEJN) : Prix carburant =93 \$ /HL ; par un A330-202.

FUEL BURN ADJUSTEMENT FOR 1000KGS INCREASE /DECREASE IN TOW: 0096KGS

On a :

$$\frac{\text{Prix dest}}{\text{Prix départ}} = \frac{93}{82} = 1.134 \quad \text{avec} \quad K = \frac{\Delta\text{TOW}}{\Delta\text{LW}} = \frac{1000+96}{1000} = 1.096$$

On remarque que le rapport $\frac{\text{Prix dest}}{\text{Prix départ}}$ est supérieur au coefficient du transport carburant K donc on a un gain.

Fuel density (densité de carburant) : $\delta = 0.8028\text{kg/l}$

Prix de départ : $82 \text{ \$ /HL} = 0.82 \text{ \$ /litre} = 0.82/0.8028 = 1.0214 \text{ \$ /Kg}$

Prix de destination : $93 \text{ \$ /HL} = 0.93 \text{ \$ /litre} = 0.93/0.8028 = 1.1584 \text{ \$ /Kg}$

	ALG	JED
TANKER EXTRA	01000	01000
TRANSPORT	00096	00000
TOTAL FUEL	01096	01000
PRICE (USD/KG)	1.0214	1.1584
FUEL COST (USD)	1119.4	1158.4
SAVINGS =	$1158.4 - 1119.4 = 39 \text{ USD / TONNE}$	

Figure 3-2 : calcul du profit pour le vol ALG-JED [20]

➤ Exempl 2 :

Si on prend le même vol ALG-JED par un B737-800 et on étudie le transport carburant on va trouver que :

On a :

Alger (ALG) : Prix carburant = $82 \text{ \$ /HL}$

Djeddah (JED) : Prix carburant = $93 \text{ \$ /HL}$;

On a :

$$\frac{\text{Prix dest}}{\text{Prix départ}} = \frac{93}{82} = 1.134 \quad , \text{avec} \quad K = \frac{\Delta\text{TOW}}{\Delta\text{LW}} = \frac{1000+159}{1000} = 1.159$$

3.6.2.2.2 Calcul de la quantité maximal de carburant à emporter

1. Déterminer la quantité maximal « X_{tr} » à partir les jets plans (c'est une donnée) ;
2. Calcul coefficient du transport carburant K ;
3. Calcul le rapport R ;

La comparaison entre K et R ;

Nous aurons un gain lorsque $R > K$ et l'inverse c'est la perte financière.

4. Calcul de profit.

➤ Remarque :

Dans le cas où la charge offerte réelle est inférieur à la charge offerte maximal par conséquent la différence de poids est convertie en poids de carburant. En suivant cette méthode :

1. On a d'après le jet plan la quantité de la X_{Tr} ;
2. Ensuite, on va calculer la différence entre la charge offerte maximal et la charge réelle comme suite : $C = C/O - C_{réelle} \dots\dots\dots [3-20]$
3. Enfin on va rajouter cette quantité à l'X_{Tr} en trouvant la quantité maximal à emporter
Comme suite : $X_{Tr}' = C + X_{Tr} \dots\dots\dots [3-21]$

3.6.3 L'organigramme

Figure 3-3 : Organigramme de calcul le gain du transport carburant [20,22]

3.7 ETUDES DES CAS

4. Le vol Alger –Annaba ALG-AAE avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P_d (ALG) (DA/HL)	P_a (AAE) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1258.64	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	261	2729
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Qa (kg)	Qr (kg)	Qparking (kg)	Qtot (kg)
67254	64435	62532	65311	1916	1200	5470	4849	10319	10169

Tableau 3-1 : les données du jet plan pour le vol ALG-AAE avec B737-800

```

PLAN 8745  ETUDES          DAAG TO DABB 73W2   M79/F IFR  13/09/17
NONSTOP COMPUTED 1419Z   FOR ETD 1200Z   PROGS  1306UK   7T-VCA   KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM      FL
DEST  DABB   001943  . . . . . 00/41  0242   0230   270
R.R.   . . . . . 00/05
ALT   DAAG   001916  . . . . . 00/43  0235   0253   260
HOLD   . . . . . 00/30
XTR    . . . . . 01/13  SIGN    CDB    . . . . .
TOF    . . . . . 03/12  TRK ALGAAE-HALT
TAXI   . . . . . CORR.    + / -
BLOCK  . . . . . 03/12  BLOCK  FUEL  . . . . .

FL  270
    
```

Figure 3-4: Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-AAE avec Emport carburant

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084 . . . . .
EPLD   016120 . . . . .
EZFW   059204 . . . . . ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    008050 . . . . .
ETOW   067254 . . . . . OTOW. . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   001943 . . . . .
ELAW   065311 . . . . . LAW . . . . . 065317 / . . . . .
    
```

Figure 3-5 : Masses estimées à partir du Jet plan pour le vol ALG-AAE avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(AAE) > P_d(ALG)$	1258.64DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	$M_{d\acute{e}c} = M_b + C/O + Q_{tot}$ Avec: $Q_{tot} = Q_{park} - r$ $Q_{parking} = Q_a + Q_r$ Et : $C/O = \text{Nbre siege} * \text{poids pax}$ Donc : $M_{d\acute{e}c} < MMSD$ $M_{att} = M_b + \frac{C}{O} + Q_{tot} - D$ Avec : $D = \frac{Q_{parking} - RD - RF - R}{1.05}$ Donc : $M_{att} > MMSA$ Et par conséquence on est limité par la masse à l'atterrissage.	$M_{d\acute{e}c} = 69373 \text{ kg}$ Avec: $Q_{tot} = 10319 - 150 = 10169 \text{ kg}$ $Q_{parking} = 10319 \text{ kg}$ $C/O = 155 * 104 = 16120 \text{ kg}$ Donc: $69373 \text{ kg} < 79015 \text{ kg}$ $M_{att} = 67430 \text{ kg}$ Avec : $D = 1943 \text{ kg}$ $67430 \text{ kg} > 65317 \text{ kg}$
Calcul du complément	$Comp = Q_r - XTR$	$XTR = 2729 \text{ kg}$ $Comp = 4849 - 2729 = 2120 \text{ kg}$
Calcul de gain ou de perte	Coefficient du transport carburant : $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$	$K = \frac{2819}{2779} = 1.014$
	Rapport de prix: $R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_a(AAE)}{P_d(ALG)}$	$R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{1258.64}{1206.53} = 1.043$ Donc: $k < R$ on aura en conséquence un gain
	Cout de carburant pour le départ et l'arrivée : $F_c(ALG) = (P(ALG) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $F_c(AAE) = (P(AAE) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$	$F_c(ALG) = 42366.82 \text{ DA}$ $F_c(AAE) = 43569.51 \text{ DA}$
	Profit: $G = F_c(AAE) - F_c(ALG)$ $G = 1202.69 \text{ DA}$	$G = 43569.51 - 42366.82$ $G = 1202.69 \text{ DA}$

Tableau 3-2: Etape de calcul de l'empport de carburant pour le vol ALG-AAE

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ALG) DA	FC(AAE) DA	Gain DA
69373	67430	1943	1.014	1.043	16120	42366.82	43569.51	1202.69

Tableau 3-3 : Résultats pour le vol ALG-AAE avec B737-800

- Résultat : On peut faire l'empport de carburant dans le vol ALG-AAE.

3.7.1 Le vol Alger –Bejaia ALG-BJA avec avion B737-800 , Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P_a (ALG) (DA/HL)	P_a (BJA) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1258.64	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	208	3780
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Qa (kg)	Qr (kg)	Qparking (kg)	Qtot (kg)
66438	62578	61494	65316	925	1200	3604	4093	7697	7547

Tableau 3-4 : les données de jet plan pour le vol ALG-BJA avec B737 800

```

PLAN 9398 SF1400          DAAG TO DAAE 73W2    M79/F IFR  19/09/17
NONSTOP COMPUTED 1417Z  FOR ETD 1200Z  PROGS  0000ADF  7T-VCA  KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM  FL
DEST  DAAE  001121  . . . . .  00/25  0110  0110  190
R.R.   . . .  000208  . . . . .  00/05
ALT    DABC  000925  . . . . .  00/18  0088  0090  170
HOLD   . . .  001200  . . . . .  00/30
XTR    . . .  003780  . . . . .  01/39  SIGN  CDB  . . . . .
TOF    . . .  007234  . . . . .  02/57  TRK  ALGBJA-RT01
TAXI   . . .  000150  CORR.    + / -
BLOCK  . . .  007384  . . . . .  02/57  BLOCK  FUEL  . . . . .

FL  190
    
```

Figure 3-6 : Quantité règlementaire du carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-BJA avec Emport de carburant

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084  . . . . .
EPLD   016120  . . . . .
EZFW   059204  . . . . .  ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    007234  . . . . .
ETOW   066438  . . . . .  OTOW. . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   001121  . . . . .
ELAW   065316  . . . . .  LAW . . . . . 065317 / . . . . .

DAAG SID4 BJA..DAAE
    
```

Figure 3-7 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-BJA avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(\text{BJA}) > P_d(\text{ALG})$	1258.64DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	$M_{\text{déc}} = M_b + C/O + Q_{\text{tot}}$ Avec: $Q_{\text{tot}} = Q_{\text{park}} - r$ $Q_{\text{parking}} = Q_a + Q_r$ Et : $C/O = \text{Nbse siege} * \text{poids pax}$ Donc : $M_{\text{déc}} < M_{\text{MSD}}$ $M_{\text{att}} = M_b + \frac{C}{O} + Q_{\text{tot}} - D$ Avec : $D = \frac{Q_a - R_D - R_F - R}{1.05}$ Donc : $M_{\text{att}} > M_{\text{MSA}}$ Et par conséquence on est limité par la masse à l'atterrissage.	$M_{\text{déc}} = 66751 \text{ kg}$ Avec: $Q_{\text{tot}} = 7697 - 150 = 7547 \text{ kg}$ $Q_{\text{parking}} = 7697 \text{ kg}$ $C/O = 155 * 104 = 16120 \text{ kg}$ Donc: $66751 \text{ kg} < 79015 \text{ kg}$ $M_{\text{att}} = 65630 \text{ kg}$ Avec : $D = 1121 \text{ kg}$ $65630 \text{ kg} > 65317 \text{ kg}$
Calcul du complément	$\text{Comp} = Q_r - XTR$	$XTR = 3780 \text{ kg}$ $\text{Comp} = 4093 - 3780 = 313 \text{ kg}$
Calcul de gain ou de perte	Coefficient du transport carburant : $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$	$K = \frac{3860}{3822} = 1.01$
	Rapport de prix: $R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_a(\text{BJA})}{P_d(\text{ALG})}$	$R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{1258.64}{1206.53} = 1.043$ Donc: $k < R$ on aura en conséquence un gain
	Cout de carburant pour le départ et l'arrivée : $F_c(\text{ALG}) = (P(\text{ALG}) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $F_c(\text{BJA}) = (P(\text{BJA}) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$	$F_c(\text{ALG}) = 58012.03 \text{ DA}$ $F_c(\text{BJA}) = 59921.8 \text{ DA}$
	Profit: $G = F_c(\text{BJA}) - F_c(\text{ALG})$ $G = 1909.77 \text{ DA}$	$G = 59921.8 - 58012.03$ $G = 1909.77 \text{ DA}$

Tableau 3-5 : Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-BJA

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ALG) (DA)	FC(BJA) (DA)	Gain (DA)
66751	65630	1121	1.01	1.043	16120	58012.03	59921.8	1909.77

Tableau 3-6 : Résultats pour le vol ALG-BJA avec B737-800

➤ Résultat : On peut faire l'emport de carburant dans le vol ALG-BJA.

3.7.2 Le vol Annaba- El Oued (AAE- ELU)avec avion B737-800 ,Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P_a(AAE) (DA/HL)	P_a(ELU) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSA (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1258.64	1362.88	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	213	3453
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q_a (kg)	Q_r (kg)	Q_{parking} (kg)	Q_{tot} (kg)
67234	63669	61813	65310	1240	1200	4727	4181	8908	8758

Tableau 3-7 : les données des jets plan pour le vol d'AAE-ELU avec B737 800

```

PLAN 9228 SF1301 DABB TO DAUO 73W2 M79/F IFR 18/09/17
NONSTOP COMPUTED 1450Z FOR ETD 1200Z PROGS 1806UK 7T-VCA KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM  FL
DEST  DAUO    001924  . . . . . 00/42 0236 0240 330
R.R.   . . . . . 000213  . . . . . 00/05
ALT   DABT    001240  . . . . . 00/25 0137 0148 240
HOLD  . . . . . 001200  . . . . . 00/30
XTR   . . . . . 003453  . . . . . 01/31 SIGN  CDB  . . . . .
TOF   . . . . . 008030  . . . . . 03/13 TRK RT01
TAXI  . . . . . 000150  CORR.    + / -
BLOCK . . . . . 008180  . . . . . 03/13 BLOCK FUEL . . . . .

FL 330
    
```

Figure 3-8 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol AAE-ELU

Avec Emport carburant

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC 043084 . . . . .
EPLD  016120 . . . . .
EZFW  059204 . . . . . ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF   008030 . . . . .
ETOW  067234 . . . . . OTOW. . . . . 079015 / . . . . .
EB/O  001924 . . . . .
ELAW  065310 . . . . . LAW . . . . . 065317 / . . . . .

DABB..ANB..CSO..ELO..DAUO
    
```

Figure 3-9 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol AAE-ELU avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(\text{ELU}) > P_d(\text{AAE})$	1362.88DA/HL > 1258.64DA/HL
Vérification des masses	$M_{\text{déc}} = M_b + C/O + Q_{\text{tot}}$ Avec: $Q_{\text{tot}} = Q_{\text{park}} - r$ $Q_{\text{parking}} = Q_a + Q_r$ Et : $C/O = \text{Nbre siege} * \text{poids pax}$ Donc : $M_{\text{déc}} < M_{\text{MSD}}$ $M_{\text{att}} = M_b + \frac{C}{O} + Q_{\text{tot}} - D$ Avec : $D = \frac{Q_{\text{parking}} - R_D - R_F - R}{1.05}$ Donc : $M_{\text{att}} > M_{\text{MSA}}$ Et par conséquence on est limité par la masse à l'atterrissage.	$M_{\text{déc}} = 67962 \text{ kg}$ Avec: $Q_{\text{tot}} = 8909 - 150 = 8758 \text{ kg}$ $Q_{\text{parking}} = 8909 \text{ kg}$ $C/O = 155 * 104 = 16120 \text{ kg}$ Donc: $67962 \text{ kg} < 79015 \text{ kg}$ $M_{\text{att}} = 66038 \text{ kg}$ Avec : $D = 1924 \text{ kg}$ $66038 \text{ kg} > 65317 \text{ kg}$
Calcul du complément	$\text{Comp} = Q_r - XTR$	$XTR = 3453 \text{ kg}$ $\text{Comp} = Q_r - XTR = 1274 \text{ kg}$
Calcul de gain ou de perte	Coefficient du transport carburant : $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$	$K = \frac{3565}{3497} = 1.0194$
	Rapport de prix: $R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_a(\text{ELU})}{P_d(\text{AAE})}$	$R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{1362.88}{1258.64} = 1.08$ Donc: $k < R$ on aura en conséquence un gain
	Cout de carburant pour le départ et l'arrivée : $F_c(\text{AAE}) = (P(\text{AAE}) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $F_c(\text{ELU}) = (P(\text{ELU}) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$	$F_c(\text{AAE}) = 55892.52 \text{ DA}$ $F_c(\text{ELU}) = 59367.11 \text{ DA}$
	Profit: $G = F_c(\text{ELU}) - F_c(\text{AEE})$ $G = 3474.59 \text{ DA}$	$G = 59367.11 - 55892.52$ $G = 3474.59 \text{ DA}$

Tableau 3-8 : Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol AAE-ELU

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(AAE) DA	FC(ELU) DA	Gain DA
67962	66038	1924	1.0194	1.08	16120	55892.52	59367.11	3474.59

Tableau 3-9 : Résultats pour le vol AEE-ELU avec B737-800

➤ Résultat : On peut faire l'emport de carburant dans le vol AEE-ELU

3.7.3 Le vol Alger –Chlef (ALG-QAS) avec B737-800 , Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P _d (ALG) (DA/HL)	P _a (QAS) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1362.88	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	221	3453
ETOW _e (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAW _e (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q _a (kg)	Q _r (kg)	Q _{parking} (kg)	Q _{tot} (kg)
66364	62219	61203	65316	615	1200	3233	3595	6828	6678

Tableau 3-10 : les données de jet plan pour le vol ALG-QAS avec B737 800

```

PLAN 9419 SF1300 DAAG TO DAOI 73W2 M79/F IFR 19/09/17
NONSTOP COMPUTED 1431Z FOR ETD 1200Z PROGS 1906UK 7T-VCA KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM      FL
DEST  DAOI    001047  . . . . . 00/22  0100  0102  140
R.R.      000221  . . . . . 00/05
ALT  DAOB    000615  . . . . . 00/11  0053  0052  090
HOLD      001200  . . . . . 00/30
XTR      004077  . . . . . 01/47  SIGN  CDB  .....
TOF      007160  . . . . . 02/55
TAXI     000150  CORR.      + / -
BLOCK    007310  . . . . . 02/55  BLOCK  FUEL  .....

FL  140
    
```

Figure 3-10 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-QAS avec Emport carburant

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084  . . . . .
EPLD   016120  . . . . .
EZFW   059204  . . . . .  ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    007160  . . . . .
ETOW   066364  . . . . .  OTOW. . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   001047  . . . . .
ELAW   065316  . . . . .  LAW . . . . . 065317 / . . . . .

DAAG..ALR..CHE..CLF..DAOI
    
```

Figure 3-11 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-QAS avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(QAS) > P_d(ALG)$	1362.88DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	$M_{d\acute{e}c} = M_b + C/O + Q_{tot}$ Avec: $Q_{tot} = Q_{park} - r$ $Q_{parking} = Q_a + Q_r$ Et : $C/O = \text{Nbre siege} * \text{poids pax}$ Donc : $M_{d\acute{e}c} < MMSD$ $M_{att} = M_b + \frac{C}{O} + Q_{tot} - D$ Avec : $D = \frac{Q_{parking} - RD - RF - R}{1.05}$ Donc : $M_{att} > MMSA$ Et par conséquence on est limité par la masse à l'atterrissage. $MSC = M_{base} + C/O$ $Cr < Q_{tot}$	$M_{d\acute{e}c} = 65882 \text{ kg}$ Avec: $Q_{tot} = 6828 - 150 = 6678 \text{ kg}$ $Q_{parking} = 6828 \text{ kg}$ $C/O = 155 * 104 = 16120 \text{ kg}$ Donc: $65882 \text{ kg} < 79015 \text{ kg}$ $M_{att} = 64835 \text{ kg}$ Avec : $D = 1047 \text{ kg}$ $64835 \text{ kg} > 65317 \text{ kg}$ $MSC = 59204 \text{ kg} < 62731 \text{ kg}$ $44362 \text{ kg} > 6678 \text{ kg}$
Calcul de gain ou de perte	Coefficient du transport carburant : $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$	$K = \frac{4145}{4113} = 1.008$
	Rapport de prix: $R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_a(QAS)}{P_d(ALG)}$	$R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{1362.88}{1206.53} = 1.13$ Donc: $k < R$ on aura en conséquence un gain
	Cout de carburant pour le départ et l'arrivée : $F_c(ALG) = (P(ALG) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $F_c(QAS) = (P(QAS) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$	$F_c(ALG) = 62295.3 \text{ DA}$ $F_c(QAS) = 69824.68 \text{ DA}$
	Profit: $G = F_c(QAS) - F_c(ALG)$ $G = 7529.38 \text{ DA}$	$G = 69824.68 - 62295.3 \text{ DA}$ $G = 7529.38 \text{ DA}$

Tableau 3-11 : Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol AEE-ELU

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ALG) (DA)	FC(QAS) (DA)	Gain (DA)
65882	64835	1047	1.008	1.13	16120	62295.3	69824.68	7529.38

Tableau 3-12 : Résultats pour le vol ALG-QAS avec B737-800

➤ Résultat : On peut faire l'emport de carburant dans le vol ALG-QAS

3.7.4 Le vol Alger –Constantine ALG-CZL avec avion Boeing B737-800, Immatriculé

7T-VCA

On a les données suivantes :

P_d (ALG) (DA/HL)	P_a (CZL) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1206.53	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	203	3343
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Qa (kg)	Qr (kg)	Qparking (kg)	Qtot (kg)
66854	63416	65315	61928	1366	1200	4458	3343	7801	7651

Tableau 3-13 : les données des jets plan pour le vol ALG-CZL avec B737-800

```

PLAN 8741  ETUDES          DAAG TO DABC 73W2  M79/F IFR  13/09/17
NONSTOP COMPUTED 1416Z  FOR ETD 1200Z  PROGS  1306UK  7T-VCA  KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM      FL
DEST   DABC   001539  . . . . . 00/32  0186   0177  230
R.R.   .      000203  . . . . . 00/05
ALT    DAAG   001366  . . . . . 00/33  0181   0192  280
HOLD   .      001200  . . . . . 00/30
XTR    .      003343  . . . . . 01/29  SIGN   CDB  . . . . .
TOF    .      007651  . . . . . 03/10  TRK ALGCZL-HALT
TAXI   .      000150  CORR.    + / -
BLOCK  .      007801  . . . . . 03/10  BLOCK  FUEL  . . . . .
    
```

Figure 3-12 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-CZL avec Emport carburant

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084  . . . . .
EPLD   016120  . . . . .
EZFW   059204  . . . . .  ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    007650  . . . . .
ETOW   066854  . . . . .  OTOW . . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   001539  . . . . .
ELAW   065315  . . . . .  LAW . . . . . 065317 / . . . . .
    
```

Figure 3-13 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-CZL avec le B737-800

➤ Vérification des prix : $P_a = P_d$

Il n'est pas bénéfique d'étudier l'emport de carburant donc on ne peut pas faire un emport de carburant d'Alger à Constantine vu que le prix de carburant au départ = le prix de carburant à destination.

3.7.5 Le vol Alger-Batna (ALG-BLJ) avec avion B737-800, Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P_d(ALG) (DA/HL)	P_a(BLJ) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1258.64	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	200	4422
ETOW_e (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAW_e (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q_a (kg)	Q_r (kg)	Q parking (kg)	Q_{tot} (kg)
66700	62201	60880	65317	291	1200	3224	4244	7468	7318

Tableau 3-14 : les données du jet plan pour le volALG-BLJ avec B737 800

```

PLAN 9379 SF1400 DAAG TO DABT 73W2 M79/F IFR 19/09/17
NONSTOP COMPUTED 1353Z FOR ETD 1200Z PROGS 1906UK 7T-VCA KGS

E.FUEL A.FUEL E.TME NM NAM FL
DEST DABT 001383 . . . . . 00/28 0163 0156 230
R.R. 000200 . . . . . 00/05
ALT DABC 000291 . . . . . 00/07 0035 0036 070
HOLD 001200 . . . . . 00/30
XTR 004422 . . . . . 01/57 SIGN CDB .....
TOF 007496 . . . . . 03/07 TRK ALG-BTN
TAXI 000150 CORR. + / -
BLOCK 007646 . . . . . 03/07 BLOCK FUEL .....

FL 230
    
```

Figure 3-14 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-BLJ avec Emport

```

E. WT CORR. OP. LIMIT STRUC. REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC 043084 . . . . .
EPLD 016120 . . . . .
EZFW 059204 . . . . . ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF 007496 . . . . .
ETOW 066700 . . . . . OTOW. . . . . 079015 / . . . . .
EB/O 001383 . . . . .
ELAW 065317 . . . . . LAW . . . . . 065317 / . . . . .

DAAG..ALR..BNA UJ9 BTN..DABT
    
```

Figure 3-15 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-BLJ avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(\text{BLJ}) > P_d(\text{ALG})$	1258.64DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	<p>$M_{\text{déc}} = M_b + C/O + Q_{\text{tot}}$ Avec: $Q_{\text{tot}} = Q_{\text{park}} - r$ $Q_{\text{parking}} = Q_a + Q_r$ Et : $C/O = \text{Nbre siege} * \text{poids pax}$ Donc : $M_{\text{déc}} < M_{\text{MSD}}$ $M_{\text{att}} = M_b + \frac{C}{O} + Q_{\text{tot}} - D$ Avec : $D = \frac{Q_{\text{parking}} - R_D - R_F - R}{1.05}$ Donc : $M_{\text{att}} < M_{\text{MSA}}$ $M_{\text{sc}} = M_{\text{base}} + C/O$ $M_{\text{sc}} < M_{\text{MSC}}$ La capacité de réservoir : $C_r > Q_{\text{park}}$ Les limitations sont vérifiées</p>	<p>$M_{\text{déc}} = 66522 \text{ kg}$ Avec: $Q_{\text{tot}} = 7468 - 150 = 7318 \text{ kg}$ $Q_{\text{parking}} = 7468 \text{ kg}$ $C/O = 155 * 104 = 16120 \text{ kg}$ Donc: $66522 \text{ kg} < 79015 \text{ kg}$ $M_{\text{att}} = 65139 \text{ kg} < 65317 \text{ kg}$ Avec : $D = 1383 \text{ kg}$ $M_{\text{sc}} = 59204 \text{ kg}$ $M_{\text{sc}} < M_{\text{MSC}}$ $59204 \text{ kg} < 62731 \text{ kg}$ La capacité de réservoir : $C_r > Q_{\text{park}}$ $44362 \text{ kg} > 7318 \text{ kg}$</p>
Calcul de gain ou de perte	<p>Coefficient du transport carburant : $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$</p>	$K = \frac{4499}{4437} = 1.014$
	<p>Rapport de prix: $R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_a(\text{BLJ})}{P_d(\text{ALG})}$</p>	<p>$R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{1258.64}{1206.53} = 1.043$ Donc: $k < R$ on aura en conséquence un gain</p>
	<p>Cout de carburant pour le départ et l'arrivée : $F_c(\text{ALG}) = (P(\text{ALG}) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $F_c(\text{BLJ}) = (P(\text{BLJ}) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$</p>	<p>$F_c(\text{ALG}) = 67615.58 \text{ DA}$ $F_c(\text{BLJ}) = 69563.85 \text{ DA}$</p>
	<p>Profit: $G = F_c(\text{BLJ}) - F_c(\text{ALG})$ $G = 1948.27 \text{ DA}$</p>	<p>$G = 69563.85 - 67615.58$ $G = 1948.27 \text{ DA}$</p>

Tableau 3-15: Etape de calcul de l'empport de carburant pour le vol ALG-BLJ

➤ Résultat : On peut faire l'empport de carburant dans le vol ALG-BLJ

M _{déc} (Kg)	M _{att} (kg)	C _r (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ALG) DA	FC(BLJ) DA	Gain DA
66522	65139	4269.29	1383	1.014	1.043	16120	67615.58	69563.85	1948.27

Tableau 3-16 : Résultats pour le vol ALG-BLJ par B737 800

3.7.6 Le vol Alger-Sétif ALG-QSF avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P_d(ALG) (DA/HL)	P_a(QSF) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1210.88	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	206	4442
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q_a (kg)	Q_r (kg)	Q parking (kg)	Q_{tot} (kg)
66495	61995	60858	65316	265	1200	2999	3650	6649	6499

Tableau 3-17: Les données de jet plan pour le vol ALG-QSF avec B737 800

```

PLAN 9622 SF1200          DAAG TO DAAS 73W2    M79/F IFR  20/09/17
NONSTOP COMPUTED 1532Z   FOR ETD 1200Z  PROGS  2006UK  7T-VCA  KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM      FL
DEST  DAAS    001178  . . . . . 00/23  0126  0121  210
R.R.   . . . . . 00206  . . . . . 00/05
ALT   DAAE    000265  . . . . . 00/10  0034  0034  020
HOLD   . . . . . 001200  . . . . . 00/30
XTR    . . . . . 004442  . . . . . 01/58  SIGN  CDB  . . . . .
TOF    . . . . . 007291  . . . . . 03/06  TRK RT
TAXI   . . . . . 000150  CORR.    + / -
BLOCK  . . . . . 007441  . . . . . 03/06  BLOCK FUEL . . . . .

FL  210
    
```

Figure 3-16 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-QSF

Avec Emport

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084  . . . . .
EPLD   016120  . . . . .
EZFW   059204  . . . . .  ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    007291  . . . . .
ETOW   066495  . . . . .  OTOW . . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   001178  . . . . .
ELAW   065316  . . . . .  LAW . . . . . 065317 / . . . . .

DAAG SID4 TAGRO..STF..DAAS
    
```

Figure 3-17 : Masses estimées à partir du jet plan pour le vol ALG-QSF avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(QSF) > P_d(ALG)$	1210.88DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	<p>Mdéc = Mb + C/O + Qtot Avec: Qtot = Q park - r Qparking = Qa + Qr Et : C/O = Nbre siege * poids pax Donc : Mdéc < MMSD Matt = Mb + $\frac{C}{O}$ + Qtot - D Avec : D = $\frac{Qparking - RD - RF - R}{1.05}$ Donc : Matt < MMSA Msc = Mbase + C/O Msc < MMSC La capacité de réservoir : Cr > Qpark Les limitations sont vérifiées</p>	<p>Mdéc = 65703 kg Avec: Qtot = 6649 - 150 = 6499 kg Qparking = 6649 kg C/O = 155 * 104 = 16120 kg Donc: 65703 kg < 79015 kg Matt = 64525 kg < 65317 kg Avec : D = 1178 kg Msc = 59204 kg Msc < MMSC La capacité de réservoir : Cr > Qpark 44362 kg > 6499 kg</p>
Calcul de gain ou de perte	<p>Coefficient du transport carburant : $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$</p>	$K = \frac{4500}{4458} = 1.0094$
	<p>Rapport de prix: $R = \frac{Pa}{Pd} = \frac{Pa(QAS)}{Pd(ALG)}$</p>	<p>$R = \frac{Pa}{Pd} = \frac{1210.88}{1206.53} = 1.0036$ Donc: R < k on aura en conséquence une perte financière</p>
	<p>Cout de carburant pour le départ et l'arrivée : $Fc(ALG) = (P(ALG) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $Fc(QSF) = (P(QSF) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$</p>	<p>Fc(ALG) = 67630.61 DA Fc(QSF) = 67240.94 DA</p>
	<p>Profit: $P = Fc(QSF) - Fc(ALG)$ P = -389.67 DA</p>	<p>P = 67240.94 - 67630.61 P = -389.67 DA</p>

Tableau 3-18: Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ALG-QSF

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	Cr (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ALG) (DA)	FC(QSF) (DA)	Perte (DA)
65703	64525	4269.29	1178	1.009	1.003	16120	67630.61	67240.94	-389.67

Tableau 3-19 : Résultats pour le vol ALG-QSF par B737-800

3.7.7 Le vol Alger –Hassi Mssaoud (ALG –HME) avec avion Bombardier Q400, Immatriculé 7T-VCL

On a les données suivantes :

P _d (ALG) (DA/HL)	P _a (HME) (DA/HL)	δ(kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1362.88	0.8028	29257	28009	25855	18127	70	614	896
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q _a (kg)	Q _r (kg)	Q parking (kg)	Qtot(kg)
29237	28345	27151	28009	614	676	2588	2647	5235	5165

Tableau 3-20 : les données du jet plan pour le vol ALG-HME avec Bombardier Q400

```

PLAN 7504                DAAG TO DAUH DH84    ISC/F IFR  25/05/17
NONSTOP COMPUTED 1425Z  FOR ETD 1700Z  PROGS  2506UK  7T-VCL  KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM      NAM  FL
DEST  DAUH   001228  . . . . . 01/20  0370  0276  240
R.R.   000000  . . . . . 00/00
ALT   DAUG   000614  . . . . . 00/41  0149  0159  160
HOLD   000676  . . . . . 00/45
XTR    000896  . . . . . 01/00  SIGN  CDB  . . . . .
TOF    003414  . . . . . 03/45  TRK  ALGHME
TAXI   000070  CORR.    + / -
BLOCK  003484  . . . . . 03/45  BLOCK FUEL . . . . .

FL  240
    
```

Figure 3-18 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG-HME avec Emport carburant.

```

      E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  018127  . . . . .
EPLD   007696  . . . . .
EZFW   025823  . . . . .  ZFW . . . . . 025855 / . . . . .
TOF    003414  . . . . .
ETOW   029237  . . . . .  OTOW. . . . . 029257 / . . . . .
EB/O   001228  . . . . .
ELAW   028009  . . . . .  LAW . . . . . 028009 / . . . . .
    
```

Figure 3-19 : Masses estimées à partir de Jet plan pour le vol ALG-HME avec Q400

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(\text{HME}) > P_d(\text{ALG})$	$1362.88\text{DA/HL} > 1206.53\text{DA/HL}$
Vérification des masses	<p>Mdéc = Mb + C/O + Qtot</p> <p>Avec: Qtot=Q park - r</p> <p>Qparking = Qa + Qr</p> <p>Et : C/O= Nbre siege*poids pax</p> <p>Donc : Mdéc > MMSD</p> <p>Par conséquence on est limité par la masse au décollage</p>	<p>Mdéc = 30988 kg</p> <p>Avec: Qtot=5235 -70 = 5165 kg</p> <p>Qparking = 5235kg</p> <p>C/O= 74*104=7696 kg</p> <p>Donc: 30988kg > 29257kg</p>
Calcul du complément	$\text{Comp} = Q_r - \text{XTR}$	<p>XTR = 896 kg</p> <p>Comp = 2647-896 = 1751 kg</p>
Calcul de gain ou de perte	<p>Coefficient du transport carburant :</p> $K = \frac{\Delta\text{TOW}}{\Delta\text{LAW}}$ $K = (\text{ETOW}_e - \text{ETOW}) / (\text{ELAW}_e - \text{ELAW})$	$K = \frac{892}{858} = 1.0396$
	<p>Rapport de prix:</p> $R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{P_a(\text{HME})}{P_d(\text{ALG})}$	$R = \frac{P_a}{P_d} = \frac{1362.88}{1206.53} = 1.129$ <p>Donc: $k < R$ on aura en consequence un gain</p>
	<p>Cout de carburant pour le départ et l'arrivée :</p> <p>$F_c(\text{ALG}) = (P(\text{ALG}) / (100 * 0.8028)) * \Delta\text{TOW}$</p> <p>$F_c(\text{HME}) = (P(\text{HME}) / (100 * 0.8028)) * \Delta\text{LAW}$</p>	<p>$F_c(\text{ALG}) = 13405.89\text{DA}$</p> <p>$F_c(\text{HME}) = 14565.91\text{DA}$</p>
	<p>Profit:</p> <p>$G = F_c(\text{HME}) - F_c(\text{ALG})$</p> <p>$G = 1160.02\text{DA}$</p>	<p>$G = 14565.91 - 13405.89$</p> <p>$G = 1160.02\text{DA}$</p>

Tableau 3-21: Etape de calcul de l'export de carburant pour le vol ALG-HME

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ALG) (DA)	FC(HME) (DA)	Gain (DA)
30988		1228	1.0396	1.129	7696	13405.89	14565.91	1160.02

Tableau 3-22 : Résultats pour le vol ALG-HME avec Bombardier Q400

➤ Résultat: on peut faire l'export de carburant dans le vol ALG -HME

3.7.8 Le vol ALG-CZL avec avion Bombardier Q400, Immatriculé 7T-VCL (Pas d'emport de carburant)

On a les données suivants :

P_d(ALG) (DA/HL)	P_a(CZL) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)
1206.53	1206.53	0.8028	29257	28009	25855	18132	70	614
ETOWe (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAWe (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Qa (kg)	XTR (Kg)	
28658	27879	27223	27992	683	658	2156	744	

Tableau 3-23 : les données du jet plan pour le vol ALG – CZL avec Bombardier Q400

```

PLAN 8756 ETUDES          DAAG TO DABC DH84    ISC/F IFR  13/09/17
NONSTOP COMPUTED 1424Z   FOR ETD 1200Z   PROGS  1306UK   7T-VCL   KGS

      E.FUEL  A.FUEL      E.TME  NM    NAM    FL
DEST  DABC   000666  . . . . . 00/42  0186  0141  210
R.R.   000079  . . . . . 00/05
ALT   DAAG   000683  . . . . . 00/47  0181  0198  240
HOLD   000658  . . . . . 00/45
XTR    000744  . . . . . 00/51  SIGN   CDB   . . . . .
TOF    002830  . . . . . 03/10  TRK  ALGCZL-HALT
TAXI   000070  CORR.    + / -
BLOCK  002900  . . . . . 03/10  BLOCK  FUEL  . . . . .

FL  210
    
```

Figure 3-20 : Quantité règlementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ALG –CZL avec Emport

```

      E. WT   CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  018132  . . . . .
EPLD   007696  . . . . .
EZFW   025828  . . . . . ZFW . . . . . 025855 / . . . . .
TOF    002830  . . . . .
ETOW   028658  . . . . . OTOW. . . . . 029257 / . . . . .
EB/O   000666  . . . . .
ELAW   027992  . . . . . LAW . . . . . 028009 / . . . . .

DAAG SID4 BABOR UA31 CSO..DABC
    
```

Figure 3-21 : Masses estimées à partir de Jet plan pour le vol ALG-CZL avec Q400

➤ Vérification des prix : $P_a = P_d$

Il n'est pas bénéfique d'étudier l'emport de carburant donc on ne peut pas faire un emport de carburant d'Alger à Constantine.

3.7.9 Le vol ORN-TEE avec B737-800 , Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivantes :

P_a(ORN) (DA/HL)	P_a(TEE) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSc (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (Kg)
1206.53	1208.88	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	195	3981
ETOW_e (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAW_e (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q_a (kg)	Q_r (kg)	Q parking (kg)	Q_{tot} (kg)
68259	64112	61306	65316	737	1200	5224	5047	10271	10121

Tableau 3-24 : Les données de jet plan pour le vol ORN-TEE avec B737 800

```

PLAN 9612 SF1200          DAOO TO DABS 73W2   M79/F IFR  20/09/17
NONSTOP COMPUTED 1523Z   FOR ETD 1200Z   PROGS   2006UK   7T-VCA   KGS

DEST      DABS      E.FUEL    A.FUEL      E.TME  NM    NAM    FL
R.R.      DABS      002942    . . . . .  01/07  0460  0442   370
ALT       DABT      000737    . . . . .  00/17  0091  0095   160
HOLD      DABS      001200    . . . . .  00/30
XTR       DABS      003981    . . . . .  01/46  SIGN   CDB   .....
TOF       DABS      009055    . . . . .  03/45
TAXI      DABS      000150    CORR.      + / -
BLOCK     DABS      009205    . . . . .  03/45  BLOCK  FUEL   .....

FL  370
    
```

Figure 3-22 : Quantité réglementaire de carburant à partir du jet plan pour le vol ORN-TEE avec Emport carburant

```

E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084 . . . . .
EPLD   016120 . . . . .
EZFW   059204 . . . . .  ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    009055 . . . . .
ETOW   068259 . . . . .  OTOW . . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   002942 . . . . .
ELAW   065316 . . . . .  LAW . . . . . 065317 / . . . . .

DAOO..ORA..MOS..CHE..ALR..BJA..CSO..TBS..DABS
    
```

Figure 3-23 : Masses estimées à partir jet plan pour le vol ORN-TEE avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(\text{TEE}) > P_d(\text{ORN})$	1208.88DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	<p>Mdéc = Mb + C/O + Qtot</p> <p>Avec: Qtot = Q park - r</p> <p>Qparking = Qa + Qr</p> <p>Et : C/O = Nbre siege * poids pax</p> <p>Donc : Mdéc < MMSD</p> <p>Matt = Mb + $\frac{C}{O}$ + Qtot - D = 67430 kg</p> <p>Avec : $D = \frac{Q_{\text{parking}} - RD - RF - R}{1.05}$</p> <p>Donc : Matt > MMSA</p> <p>Et par conséquence on est limité par la masse à l'atterrissage.</p>	<p>Mdéc = 69325kg</p> <p>Avec: Qtot = 10271 - 150 = 10121 kg</p> <p>Qparking = 10409kg</p> <p>C/O = 155 * 104 = 16120 kg</p> <p>Donc: 69325 kg < 79015kg</p> <p>Matt = 66383 kg</p> <p>Avec : D = 2942 kg</p>
Calcul du complément	Comp = Qr - XTR	XTR = 3981 kg Comp = 5047 - 3981 = 1066 kg
Calcul de gain ou de perte	<p>Coefficient du transport carburant :</p> $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$	$K = \frac{3860}{3822} = 1.034$
	<p>Rapport de prix:</p> $R = \frac{Pa}{Pd} = \frac{Pa(\text{TEE})}{Pd(\text{ORN})}$	$R = \frac{Pa}{Pd} = \frac{1208.88}{1206.53} = 1.0019$ <p>Alors : k > R</p> <p>Donc : on aura en conséquence une perte</p>
	<p>Cout de carburant pour le départ et l'arrivée :</p> $Fc(\text{ORN}) = (P(\text{ORN}) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $Fc(\text{TEE}) = (P(\text{TEE}) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$	$Fc(\text{ORN}) = 62325.36 \text{ DA}$ $Fc(\text{TEE}) = 60383.77 \text{ DA}$
	<p>Profit:</p> $P = Fc(\text{TEE}) - Fc(\text{ORN})$ $P = -1941.59 \text{ DA}$	$P = 60383.77 - 62325.36$ $P = -1941.59 \text{ DA}$

Tableau 3-25: Etape de calcul de l'import de carburant pour le vol ORN-TEE

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	Cr (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ORN) DA	FC(TEE) DA	Perte DA
69325	66383	4269.29	2942	1.034	1.0019	16120	62325.36	60383.77	-1941.59

Tableau 3-26 : Résultats pour le vol ORN-TEE par B737 800

Résultat : on ne peut pas faire l'import de carburant pour le vol ORN-TEE

3.7.10 Le vol ORN-AAE avec avion Boeing B737-800, Immatriculé 7T-VCA

On a les données suivants :

3.7.10.1 Dégagement sur Tlemcen (retour)

On a les données suivantes :

P_d(ORN) (DA/HL)	P_a(AAE) (DA/HL)	δ (kg/l)	MMSD (kg)	MMSA (kg)	MMSC (kg)	M base (kg)	R (kg)	RR (kg)	XTR (kg)
1206.53	1258.64	0.8028	79015	65317	62731	43084	150	196	2777
ETOW_e (kg)	ETOW (kg)	ELAW (kg)	ELAW_e (kg)	RD (kg)	RF (kg)	Q_a (kg)	Q_r (kg)	Q parking (kg)	Q_{tot} (kg)
68059	65138	62484	65313	1936	1200	6228	5145	11373	11223

Tableau 3-27: les données du jet plan pour le vol ORN-AAE avec B737 800 avec un dégagement sur Tlemcen

```

PLAN 9255 SF1301          DABB TO DAOO 73W2    M79/F IFR  18/09/17
NONSTOP COMPUTED 1522Z  FOR ETD 1200Z  PROGS  1806UK  7T-VCA  KGS

DEST      DAOO      E.FUEL      A.FUEL      E.TME  NM      NAM      FL
R.R.      . . . . . 000186      . . . . . 00/05
ALT      DAON      000641      . . . . . 00/14  0056  0058  100
HOLD      001200      . . . . . 00/30
XTR      000000      . . . . . 00/00  SIGN  CDB  . . . . .
TOF      004995      . . . . . 02/00
TAXI      000150      CORR.      + / -
BLOCK      005145      . . . . . 02/00  BLOCK  FUEL  . . . . .

FL  380
    
```

Figure 3-24 : Quantité de jet plan du vol AAE-ORN avec B737-800 avec dégagement sur Tlemcen (retour)

```

E. WT  CORR.      OP. LIMIT  STRUC.  REASONS FOR OP. LIMIT
BASIC  043084  . . . . .
EPLD   016120  . . . . .
EZFW   059204  . . . . .  ZFW . . . . . 062731 / . . . . .
TOF    004995  . . . . .
ETOW   064199  . . . . .  OTOW . . . . . 079015 / . . . . .
EB/O   002968  . . . . .
ELAW   061231  . . . . .  LAW . . . . . 065317 / . . . . .
    
```

Figure 3-25: Masses estimées à partir du jet plan AAE-ORN avec dégagement sur TLM(retour) avec B737-800

Etape	Equation	Calcul
Vérification des prix	$P_a(AAE) > P_d(ORN)$	1258.64DA/HL > 1206.53DA/HL
Vérification des masses	<p>Mdéc = Mb + C/O + Qtot</p> <p>Avec: Qtot = Q park - r Qparking = Qa + Qr</p> <p>Et : C/O = Nbre siege * poids pax</p> <p>Donc : Mdéc < MMSD</p> <p>Matt = Mb + $\frac{C}{O}$ + Qtot - D</p> <p>Avec : $D = \frac{Qparking - RD - RF - R}{1.05}$</p> <p>Donc : Matt > MMSA</p> <p>Et par conséquence on est limité par la masse à l'atterrissage.</p>	<p>Mdéc = 70427kg</p> <p>Avec: Qtot = 11373 - 150 = 11223 kg</p> <p>Qparking = 12515kg</p> <p>C/O = 155 * 104 = 16120 kg</p> <p>Donc: 70427 kg < 79015kg</p> <p>Matt = 67681 kg</p> <p>Avec : D = 2746 kg</p>
Calcul du complément	Comp = Qr - XTR	XTR = 2777 kg Comp = 5145 - 2777 = 2368kg
Calcul de gain ou de perte	<p>Coefficient du transport carburant :</p> $K = \frac{\Delta TOW}{\Delta LAW}$ $K = (ETOW_e - ETOW) / (ELAW_e - ELAW)$	$K = \frac{2921}{2829} = 1.033$
	<p>Rapport de prix:</p> $R = \frac{Pa}{Pd} = \frac{Pa(AAE)}{Pd(ORN)}$	$R = \frac{Pa}{Pd} = \frac{1258.64}{1206.53} = 1.043$ Donc: k < R on aura en conséquence un gain
	<p>Cout de carburant pour le départ et l'arrivée :</p> $Fc(ORN) = (P(ORN) / (100 * 0.8028)) * \Delta TOW$ $Fc(AAE) = (P(AAE) / (100 * 0.8028)) * \Delta LAW$	$Fc(ORN) = 43899.78 DA$ $Fc(AAE) = 44353.42 DA$
	<p>Profit: $G = Fc(AAE) - Fc(ORN)$</p> $G = 453.64 DA$	$G = 44353.42 - 43899.78$ $G = 453.64 DA$

Tableau 3-28: Etape de calcul de l'emport de carburant pour le vol ORN-AAE avec déchargement sur TLM

Mdéc (Kg)	Matt (kg)	D (kg)	K	R	C/O (kg)	FC(ORN) (DA)	FC(AAE) (DA)	Gain (DA)
70427	67681	2746	1.033	1.043	16120	43899.78	44353.42	453.64

Tableau 3-29: Résultats pour le vol ORN-AAE avec B737 800 avec un déchargement sur TLM

- Résultat: On peut faire l'emport de carburant dans le vol ORN-AAE avec déchargement sur TLM

3.8 INTERET DU COEFFICIENT DU TRANSPORT CARBURANT A LA PREPARATION DU VOL

➤ modification à la dernière minute :

Exemple pour une étape où le coefficient de transport vaut $K= 1.25$. Si au départ on ajoute une charge de dernière minute de 1 tonne ($\Delta LAW= 1t$), on doit embarquer $250 \text{ kg} = K-1$ de délestage supplémentaire pour transporter cette charge.

Si la charge initialement prévue sur l'étape conduit à un dépassement de la ΔTOW , il faut réduire la charge de $800\text{kg} = 1/K$ et le délestage prévu de $200\text{kg} = 1-1/K$ [2].

3.9 CONCLUSION

A partir de cet chapitre, on a entamé tous les cas pour expliquer bien l'idée de l'emport carburant. donc on peut récapituler ce qu'on a fait dans une petite paragraphe , de dire

Que le transport carburant joue un rôle très important dans la politique de carburant, parce que'il pilote les compagnies aériennes afin de diminuer le cout d'exploitations et s'orienter vers le sens d'économie de carburant. Tandis que l'emport de carburant ajoute une touche magique concerne le coté d'argent .c'est pour cela on a spécifié chaque cas et analysé notre résultat manuellement en suivant l'organigramme du notre programme mais on va penser de programmer cet organigramme automatiquement dans le prochain chapitre.

CHAPITRE 4 : REALISATION DE L'APPLICATION DE L'EMPORT CARBURANT

4.1 INTRODUCTION

Actuellement l'outil informatique intervient dans tous les secteurs d'activité de la vie quotidienne. Il n'est plus seulement l'un des instruments de productivité car il devient un outil de gestion et de pilotage de l'entreprise, la plupart des entreprises aujourd'hui sont informatisées, et il est impensable à notre époque de ne pas disposer de cet outil pour la gérer. L'importance de l'informatique dans l'entreprise permet de déterminer le niveau de dépendance de l'entreprise vis-à-vis de son système d'information.

Dans le cadre de notre travail, l'utilisation de l'outil informatique donne beaucoup des avantages aux compagnies aériennes parce qu'il assure la rapidité, l'exactitude dans l'exécution des tâches et il permet la bonne gestion de notre travail au niveau de la compagnie Tassili Airlines. On peut dire que la conception d'un programme est un peu difficile à cause des contraintes de raisonnement, une telle conception nécessite des langages permettant de mettre en place un modèle sur lequel on va s'appuyer.

La modélisation consiste à créer une représentation visuelle de notre problème de façon à faire ressortir les points auxquels on s'intéresse en analysant notre résultat en suivant des étapes.

Dans le but de réaliser notre application on a choisi un langage qui est largement utilisé dans les entreprises c'est le langage « C sharp » ou bien on note « C# » avec la base de données relationnelle édité par Microsoft qui est « l'Access » comme un complément.

Dans ce chapitre on va expliquer les procédures nécessaires pour réaliser cette application.

4.2 DESCRIPTION DU LANGAGE DE LA PROGRAMMATION

Le C# (C sharp en anglais) est un langage de programmation orienté objet, commercialisé par Microsoft depuis septembre 2002 et destiné à développer sur la plateforme Microsoft .NET (point NET / dot NET) et notamment un de ses employés « Anders Hejlsberg », il est fortement typé, dérivé de C et C++, ressemblant au langage Java. Il est utilisé pour développer des applications web, ainsi que

des applications de bureau, des services web, des commandes, des bibliothèques de classes.

Le C# est précompilé en MSIL (Microsoft Intermediate Language), puis exécuté sur une machine virtuelle, ou compilé en code natif à l'exécution. Il dispose d'un ramasse-miettes (garbage collector) et utilise l'API .NET en remplacement des MFC (Microsoft foundation class). Ce langage semble à être le nouveau langage pour développer des applications Windows, avec Visual Basic et C++[23].

4.2.1.1 La base de donnée relationnelle Access

Dans notre étude on a besoin de l'Access pour construire les bases de données. Microsoft Access (officiellement Microsoft Office Access) est une base de données relationnelle éditée par Microsoft. MS Access est composé de plusieurs programmes on a le moteur de base de données Microsoft Jet, un éditeur graphique, une interface de type « Query by Example » pour interroger les bases de données, et le langage de programmation Visual Basic for Applications[23].

4.2.1.2 Principales caractéristiques

MS Access est un logiciel utilise des fichiers au format Access (avant 2007, extension de fichier mdb pour Microsoft DataBase). Chaque fichier est un conteneur des différents objets d'une base de données Access (tables, relations, requêtes, formulaires, états, macros, VBA). Une base de données Access peut donc être constituée d'un seul fichier.

Access est compatible avec les requêtes SQL et dispose d'une interface graphique pour saisir les requêtes (QBE - Query by Example - « Requête par l'exemple »). Il permet aussi de configurer, avec des assistants ou librement, des formulaires et sous-formulaires de saisie, des états imprimables (avec regroupements de données selon divers critères, des totalisations et des sous-totalisations, conditionnelles ou non et éventuellement des sous-états, reliés ou non aux données principales de l'état) [23].

Comme beaucoup de système de gestion de base de données relationnelles, ses données peuvent être utilisées dans des programmes écrits dans divers langages.

Les langages couramment utilisés avec Access sont le Visual Basic for Application (VBA) et les langages qui disposent de modules d'accès aux données pour les fichiers accdb ou anciennement .mdb : Delphi de Borland, Windev de Pc Soft, Visual Basic, VB.net, C#, C++ sous Visual Studio de Microsoft par exemple [3].

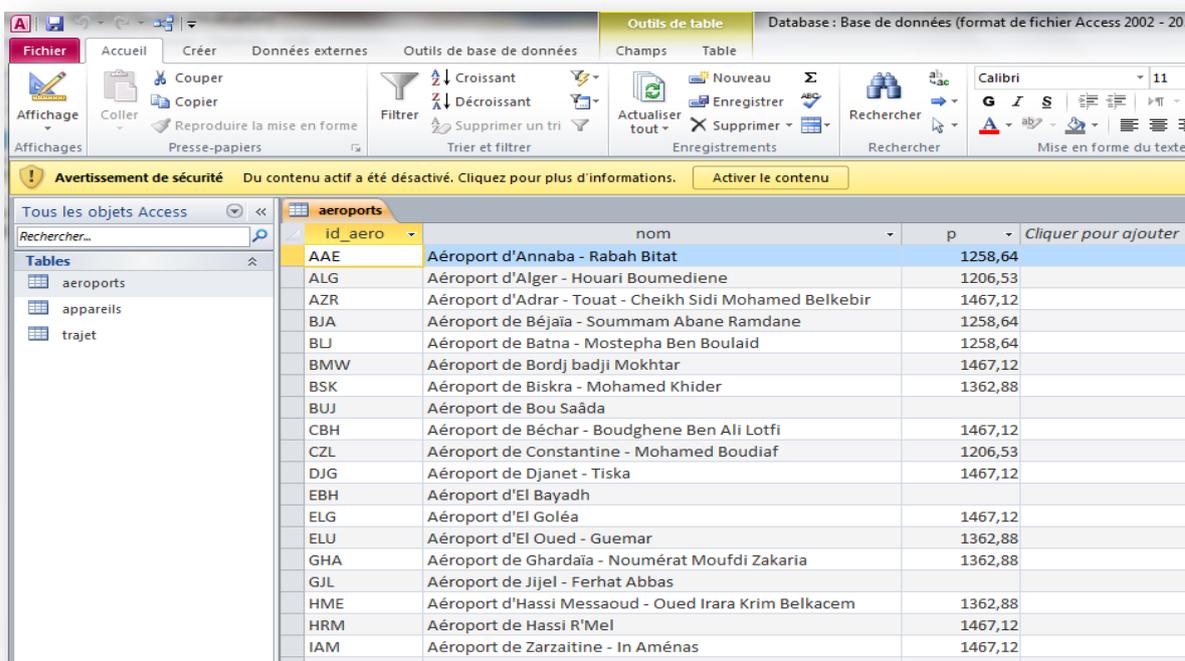
4.3 PRESENTATION DE L'APPLICATION

Cette application a pour but de calculer la quantité de carburant à emporter à l'aéroport de départ si le prix unitaire de départ est inférieur à celui de la destination ainsi que la détermination de gain ou de perte

4.3.1 Données d'entrées

Notre logiciel est composé d'une seule base de données qui inclut trois tables ; la première des aéroports avec leurs code IATA et leurs prix de carburant, la deuxième est construite pour les 12 appareils avec leurs masses et la troisième construite pour les trajets . Donc l'utilisateur du logiciel est tenu à suivre les étapes suivantes :

1. Remplir la 1^{ère} table qui nommée l'aéroport qui contient :
 - ❖ L'aéroport de départ en code IATA;
 - ❖ L'aéroport de destination en code IATA ;
 - ❖ Les prix de carburant qui convient pour chaque aéroport pour le départ et la destination.



id_aero	nom	p	Cliquer pour ajouter
AAE	Aéroport d'Annaba - Rabah Bitat	1258,64	
ALG	Aéroport d'Alger - Houari Boumediene	1206,53	
AZR	Aéroport d'Adrar - Touat - Cheikh Sidi Mohamed Belkebir	1467,12	
BJA	Aéroport de Béjaïa - Soummam Abane Ramdane	1258,64	
BLJ	Aéroport de Batna - Mostepha Ben Boulaid	1258,64	
BMW	Aéroport de Bordj badji Mokhtar	1467,12	
BSK	Aéroport de Biskra - Mohamed Khider	1362,88	
BUJ	Aéroport de Bou Saâda		
CBH	Aéroport de Béchar - Boudghene Ben Ali Lotfi	1467,12	
CZL	Aéroport de Constantine - Mohamed Boudiaf	1206,53	
DJG	Aéroport de Djanet - Tiska	1467,12	
EBH	Aéroport d'El Bayadh		
ELG	Aéroport d'El Goléa	1467,12	
ELU	Aéroport d'El Oued - Guemar	1362,88	
GHA	Aéroport de Ghardaïa - Noumérat Moufdi Zakaria	1362,88	
GJL	Aéroport de Jijel - Ferhat Abbas		
HME	Aéroport d'Hassi Messaoud - Oued Irara Krim Belkacem	1362,88	
HRM	Aéroport de Hassi R'Mel	1467,12	
IAM	Aéroport de Zarzaitine - In Aménas	1467,12	

Figure 4-1 : Table sous l'Access pour les listes des aéroports et leurs prix qui convient

id_aero	nom	p	Cliquer pour ajouter
INF	Aéroport d'In Guezzam		
INZ	Aéroport d'In Salah	1467,12	
LOO	Aéroport de Laghouat		
MUW	Aéroport de Ghriss - Mascara		
MZW	Aéroport de Mecheria		
OGX	Aéroport d'Ouargla - Ain Beida	1362,88	
ORN	Aéroport d'Oran - Ahmed Ben Bella	1206,53	
OAS	Aéroport de Chlef	1362,88	
QSF	Aéroport de Sétif - 08 Mai 1945	1258,64	
TEE	Aéroport de Tébessa - Cheikh Larbi Tébessi	1258,64	
TGR	Aéroport de Touggourt - Sidi Mahdi		
TID	Aéroport de Tiaret - Abdelhafid Boussouf Bou Chekif	1362,88	
TIN	Aéroport de Tindouf	1467,12	
TLM	Aéroport de Tlemcen - Zenata - Messali El Hadj	1258,64	
TMR	Aéroport de Tamanrasset - Aguenar - Hadj Bey Akhamok	1467,12	
TMX	Aéroport de Timimoun	1467,12	
VVZ	Aéroport d'Illizi - Takhamalt	1467,12	
*		0	

Figure 4-2 : Suite de la liste des aéroports

2. Remplir la 2^{ème} table nomé l'appareil qui contient :

- ❖ La masse maximale au décollage MMSD en (K)g ;
- ❖ La masse maximale d'atterrissage MMSA en (kg) ;
- ❖ La masse sans carburant en (kg) ;
- ❖ La masse de base en (kg) ;
- ❖ La consommation horaire en(kg/H) ;
- ❖ La capacité réservoir en (kg) ;
- ❖ Nombre du siège ;
- ❖ La masse d'un passager + bagage en (kg) ;
- ❖ Le nombre de passager réel ;
- ❖ La charge réelle « C réelle » en (kg) ;
- ❖ Le type d'appareil.

id_appareil	atype	mmsd	mmsa	mbase	zfw	cr	ch	nbs	masse	
9	B737-800	7T-V	79015	65317	43083,6	62731	44362,28	2700	155	104
10	B737-800	7T-V	79015	65317	43090	62731	44362,28	2700	155	104
11	B737-800	7T-V	79015	65317	42426,9	62731	44362,28	2700	155	104
12	B737-800	7T-V	79015	65317	43186,6	62731	44362,28	2700	155	104
13	DASH8-Q400	7	29257	28009	18126,92	25855	5318	1000	74	104
14	DASH8-Q400	7	29257	28009	18060,3	25855	5318	1000	74	104
15	DASH8-Q400	7	29257	28009	18105,1	25855	5318	1000	74	104
16	DASH8-Q400	7	29257	28009	18032,78	25855	5318	1000	74	104
17	DASH8-Q200	7	16466	15649	11133,17	14515	2576	500	37	104
18	DASH8-Q200	7	16466	15649	11039,13	14515	2576	500	37	104
19	DASH8-Q200	7	16466	15649	11162,91	14515	2576	500	37	104
20	DASH8-Q200	7	16466	15649	11059,51	14515	2576	500	37	104
*	(Nouv.)		0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 4-3 : Table sous l'Access pour les 12 appareils

3. Dans la troisième table qui concerne le trajet, On a fait entrer les données suivantes :

- ❖ Aéroport de départ ;
- ❖ Aéroport d'arrivée ;
- ❖ Masse estimée au décollage avec emport « TOWe » en kg ;
- ❖ Masse estimée au décollage sans emport « TOW » en kg ;
- ❖ Masse estimée à l'atterrissage avec emport « LAWe » en kg ;
- ❖ Masse estimée à l'atterrissage sans emport « LAW » en kg ;
- ❖ Quantité de carburant embarquée au départ (avec emport de carburant)
« Qa » en kg ;
- ❖ Quantité de carburant embarquée au départ sans la quantité du roulage
« Qtot » en kg ;
- ❖ Quantité de carburant nécessaire pour l'étape retour « Qr » en kg ;
- ❖ Variation du temps de vol « ΔT » en H ;
- ❖ Quantité de carburant pour le roulage « r » en kg ;
- ❖ Réserve finale « RF » en kg ;
- ❖ Valeur du « XTR » ;
- ❖ Réserve de dégagement « RD » en kg.

idt	dep	arr	tow	towe	law	lawe	qa	qr	qtot	deltat
7	ALG	BJA	62578	66438	61494	65316	3604	4093	7547	0
9	ORN	TEE	64112	68259	61306	65316	5224	5047	10121	0
11	ALG	QSF	61995	66495	60858	65316	2999	3650	6499	0
12	ORN	AAE	65138	68059	62484	65313	6228	5145	11223	0
13	AAE	ELU	63669	67234	61813	65310	4727	4181	8758	0
14	ALG	HME	28345	29237	27151	28009	2588	2647	5165	0
15	ALG	CZL	63416	66854	65315	61928	4458	3343	7651	0
16	ALG	CZL	27879	28658	27223	27992	2156	0	0	0
*	(Nouv.)		0	0	0	0	0	0	0	0

Figure 4-4 : Table sous l'Access pour le trajet

rf	rd	r	xtr	d	Cliquer pour ajouter
1200	925	150	3780	1121	
1200	737	150	3981	2942	
1200	265	150	4442	1178	
1200	1936	150	2777	2746	
1200	1240	150	3453	1924	
676	614	70	896	1228	
1200	1366	150	3343	1539	
658	683	70	744	666	
0	0	0			
0	0	0			
1300	1380	120	3343	1233	
638	624	30	888	1158	

Figure 4-5 : Suite des données pour la table de trajet

IL y a d'autre données d'entrée mais qui sont programmé à l'intérieur du logiciel sous langage « C Sharp » parce qu'ils ont des équations qui sont relié d'appareil et du trajet comme suit :

- ❖ Calcul de la différence entre la charge offerte et la charge réelle « C »en (kg);
- ❖ Calcul la quantité maximal de carburant à emporter «XTR'» en (kg) ;
- ❖ Le rapport de prix « R » ;
- ❖ Le coefficient de transport « K »;
- ❖ La densité de carburant en « δ »en kg/l ;

- ❖ Le cout de carburant au départ « Fcd » en DA ;
- ❖ Le cout de carburant à la destination « Fca » en DA.

4.3.2 Les données de sortie

Les paramètres de sortie correspondant à l’affichage du résultat de l’emport de carburant pour des différents vols et différents types d’appareils en indiquant les données suivants :

- ❖ L’aéroport de départ ;
- ❖ L’aéroport de destination ;
- ❖ Type d’appareil ;
- ❖ Prix de carburant au départ en (DA);
- ❖ Prix de carburant à la destination en (DA) ;
- ❖ La charge offerte des passagers en (kg) ;
- ❖ Le nombre réel du passager ;
- ❖ Le délestage (la consommation d’étape) en (kg) ;
- ❖ La valeur du « Xtr » en (kg);
- ❖ La quantité maximale de carburant a embarqué « XTr’ »en (kg) ;
- ❖ Le gain ou de perte en (DA).

4.4 DEROULEMENT DU LOGICIEL

Afin de faciliter l’utilisation du logiciel, on avait structuré dans un ensemble de modules, chacun regroupe un certain nombre de fonctions élémentaires.

4.4.1 Fonctionnement du logiciel

Du point de vue fonctionnement, les étapes de la fonction de notre logiciel pouvant se résumer dans les points suivants :

- ❖ Saisir le mot de passe pour accéder au logiciel en assurant plus de sécurité et confidentialité au logiciel ;
- ❖ Ouvrir la fenêtre des appareils pour remplir les données qui convient en ajoutant ces données afin de les enregistrer à l’intérieur du logiciel;

- ❖ Ouvrir la deuxième fenêtre du trajet et remplir les données qui convient puis on enregistre ces données ;
- ❖ Ouvrir la fenêtre qui contient l'interface d'application pour gérer notre étude en affichant le résultat final ;

➤ Remarque :

On a ouvert ce logiciel dans l'archive « winRAR »  pour être toujours exécutable .

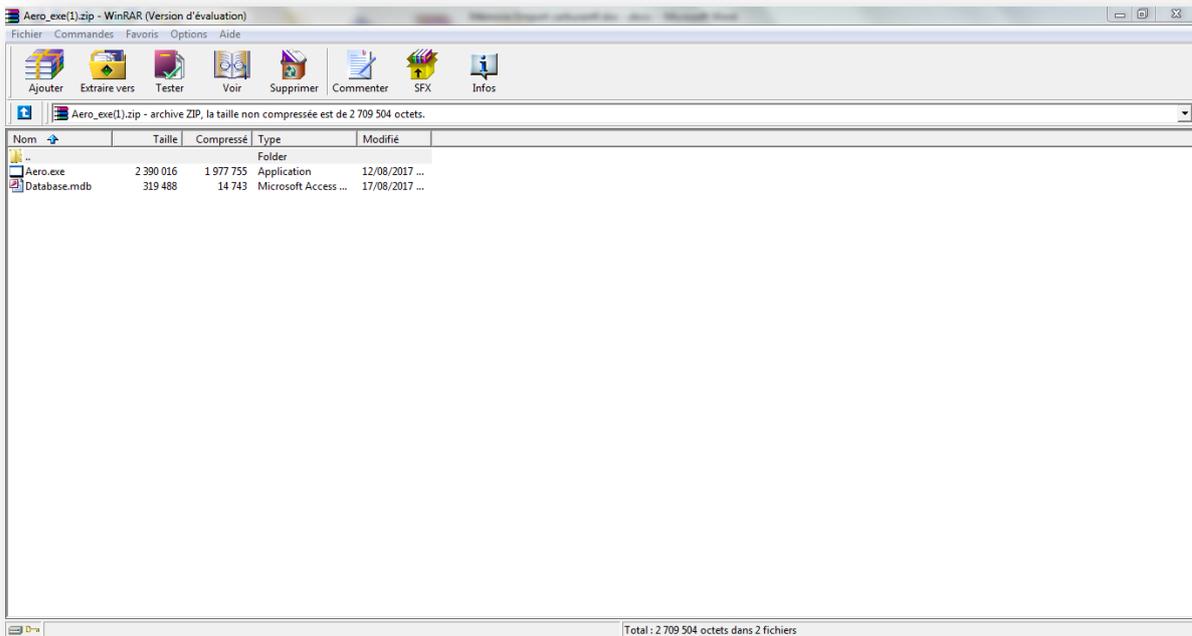


Figure 4-6 : Fenêtre de « winRAR » inclut le logiciel et sa base de données

4.4.2 Compilation du logiciel

4.4.2.1 La fenêtre d'accès « le mot de passe »

- ❖ On a choisi le symbole « Tr » comme une icone de l'application d'emport carburant qui signifie « Tankering » en anglais;

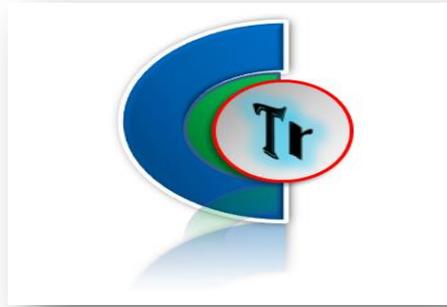


Figure 4-7 : Icône de l'application d'emport de carburant

- ❖ Il faut avoir le droit d'accès à l'application, pour des raisons de sécurité, seules les personnes gestionnaires possédant le mot de passe peuvent accéder au logiciel donc il faut le saisir en cliquant sur le bouton « valider » (voir le figure 4-6) ;



Figure 4-8 : Fenêtre du mot de passe

- ❖ Une fois la session ouverte, le menu principal apparait ;
- ❖ Le bouton « Quitter » permet de sortir de l'application (voir le figure 4-6) ;
 - Remarque :

Dans le cas où le mot de passe est incorrect, un message s'affiche et le signale (voir figure 4-9).

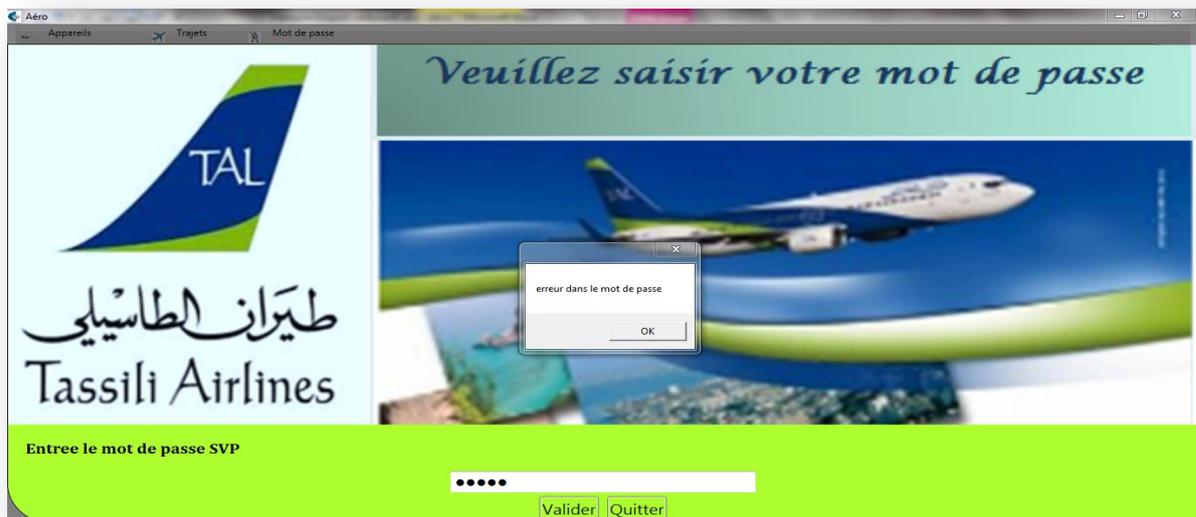


Figure 4-9 : Droit d'accès

4.4.2.2 La fenêtre principal d'application de l'export carburant

- ❖ Après avoir le droit d'accès, la fenêtre principale d'application apparait pour gérer notre travail comme suite :

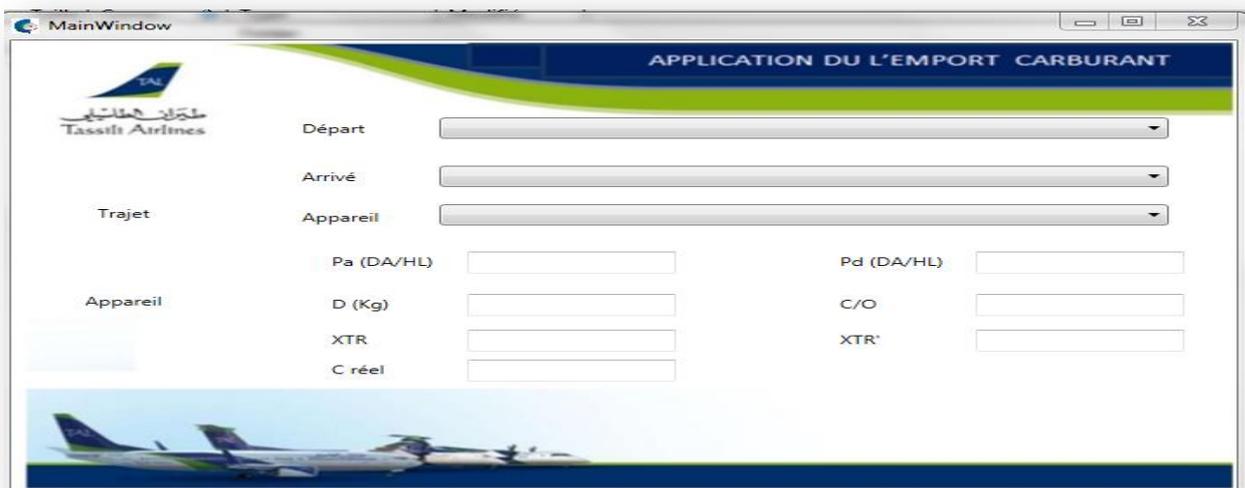


Figure 4-10 : Fenêtre principal de l'application de l'export carburant

- ❖ On va entrer dans la première fenêtre secondaire pour remplir les données qui ont une relation avec chaque appareil de tassili Airlines (les 12 appareils) comme les masses limitatives, le nombre de siège, la consommation horaire ainsi que la charge réelle et le nombre de passager réelle;

Type d'appareil	MMSD	MMSA	M.BASE	ZFW	Cr	Ch	NB Sieges	Masse	NB passager réel	Poids
B737-800 7T-VCA	79015	65317	43084	62731	44362	2700	155	104	16120	16120
B737-800 7T-VCB	79015	65317	43090	62731	44362.28	2700	155	104	155	16120
B737-800 7T-VCC	79015	65317	42426.9	62731	44362.28	2700	155	104	155	16120
B737-800 7T-VCD	79015	65317	43186.6	62731	44362.88	2700	155	104	155	16120
DASH-Q400 7T-VCL	29257	28009	18126.92	25855	5318	1000	74	104	74	7696
DASH-Q400 7T-VCN	29257	28009	18060.3	25855	5318	1000	74	104	74	7696
DASH-Q400 7T-VCM	29257	28009	18105.1	25855	5318	1000	74	104	74	7696
DASH-Q400 7T-VCO	29257	28009	18032.78	25855	5318	1000	74	104	74	7696
DASH-Q200 7T-VCP	16466	15649	11138.17	14515	2576	500	37	104	37	3848
DASH Q200 7T-VCR	16466	15649	11039.13	14515	2576	500	37	104	37	3848
DASH Q200 7T-VCS	16466	15649	11162.91	14515	2576	500	37	104	37	3848
DASH Q200 7T-VCS	16466	15649	11069.51	14515	2576	500	37	104	37	3848
DASH Q200 7T-VCS	16466	15649	11069.51	14515	2576	500	37	104	37	3848

Figure 4-11 : Fenêtre d'appareil

Dans la fenêtre d'appareil on va trouver quatre boutons comme suite :

- ❖ Si on clique sur le bouton  on va voir cette fenêtre qui affiche les trois types d'appareils de Tassili Airlines comme suite : B737-800, Bombardier de type Q400 et Q200.



Figure 4-12 : Fenêtre concerne les appareils du Tassili Airlines

- ❖ Le bouton « Ajouter » permet d'ajouter un tel appareil en affichant une boîte de dialogue qui montre la confirmation d'ajouter un appareil (voir figure 4-10) ;

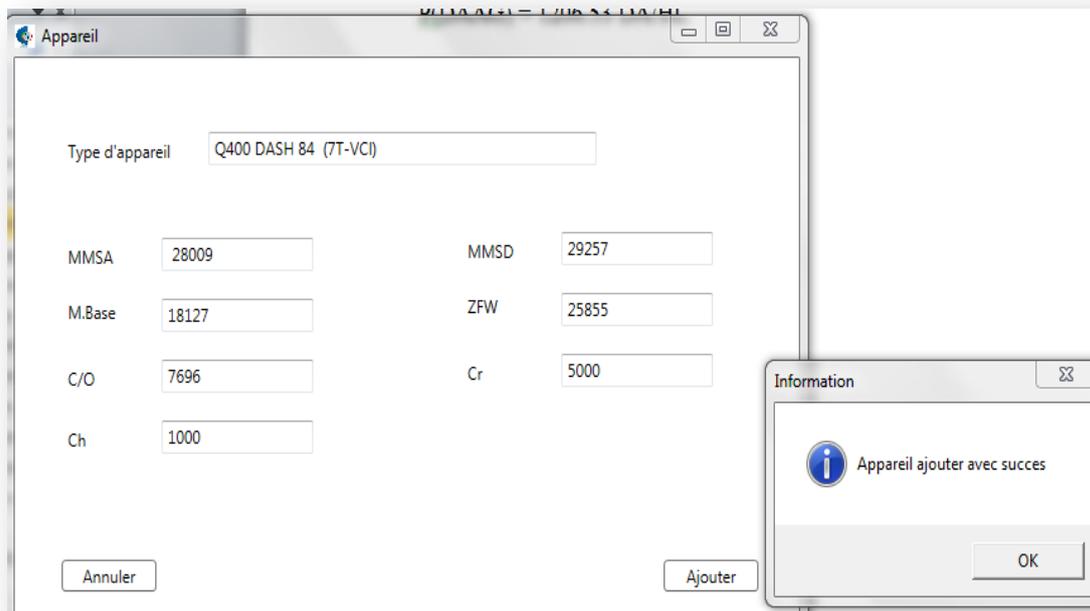


Figure 4-13 : Confirmation de l'ajout d'un appareil

- ❖ Si on veut annuler l'ajout en cliquant sur le bouton « annuler » ;
- ❖ Si on veut supprimer un tel appareil, on sélectionne d'abord le type d'appareil ensuite on supprime en sélectionnant sur le bouton oui (voir le figure 4-11) puis on clique sur OK ;

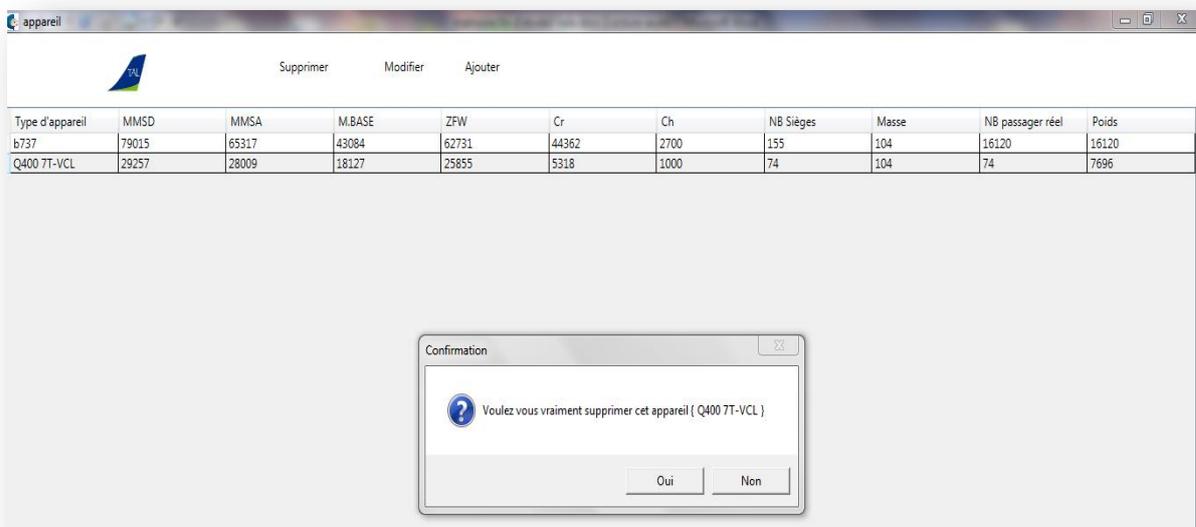


Figure 4-14 : Confirmation de la suppression d'un type d'appareil pour l'exécution

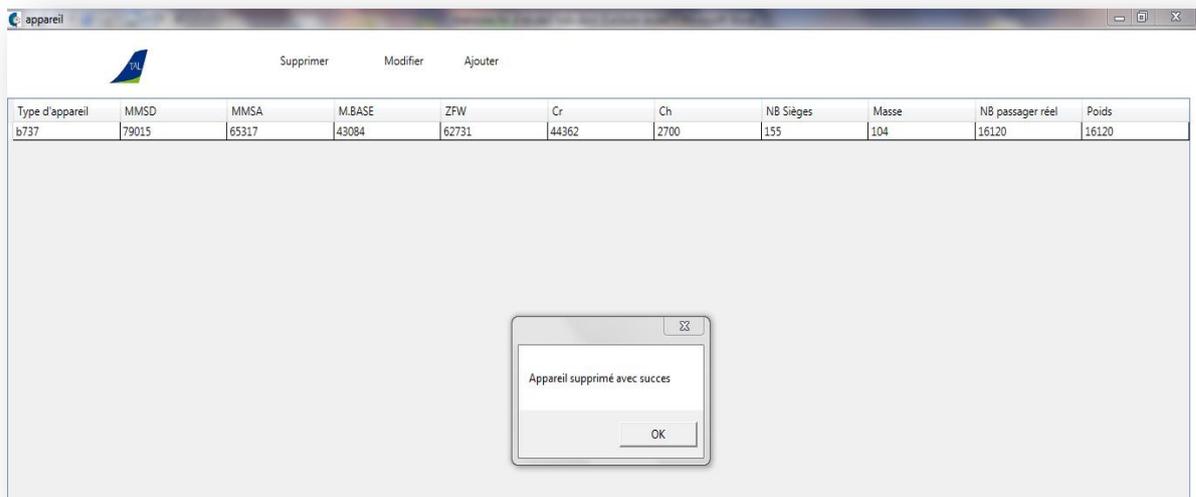


Figure 4-15 : Confirmation de la suppression

- ❖ Le bouton « Modifier » fonctionne de la même façon que le bouton « Ajouter » (voir figure 4-13) puis on clique sur « Enregistrer »;

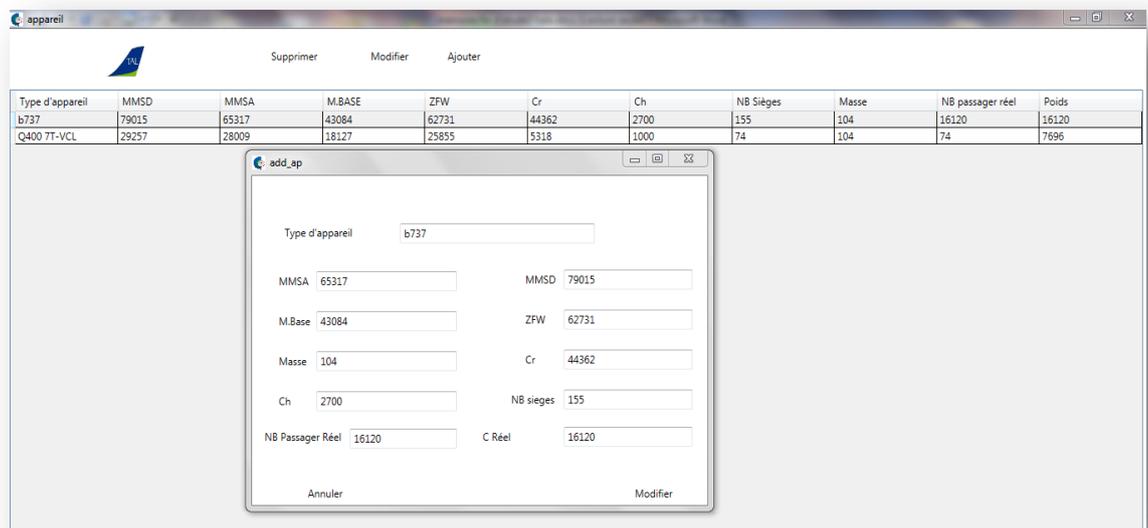


Figure 4-16 : Fenêtre pour modifie un donnée pour un type d'appareil

- ❖ En cliquant sur Ok pour terminer la modification (voir figure4-14) ;

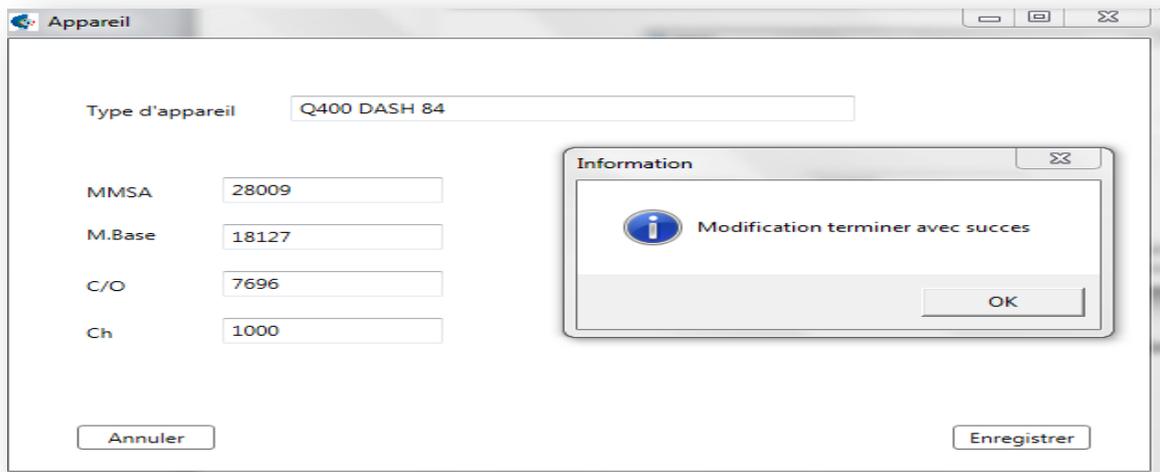


Figure 4-17 : Confirmation de la modification

- ❖ Après l'enregistrement des données concerne le type d'appareil, on va ouvrir la deuxième fenêtre secondaire du logiciel concernant le trajet du vol en cliquant sur le bouton « trajet » dans la fenêtre principal d'application (voir figure précédente 4-8) ;
- ❖ Remplir les données qui convient au trajet et en cliquant sur le bouton plus on obtient cette figure (voir figure 4-15) ;

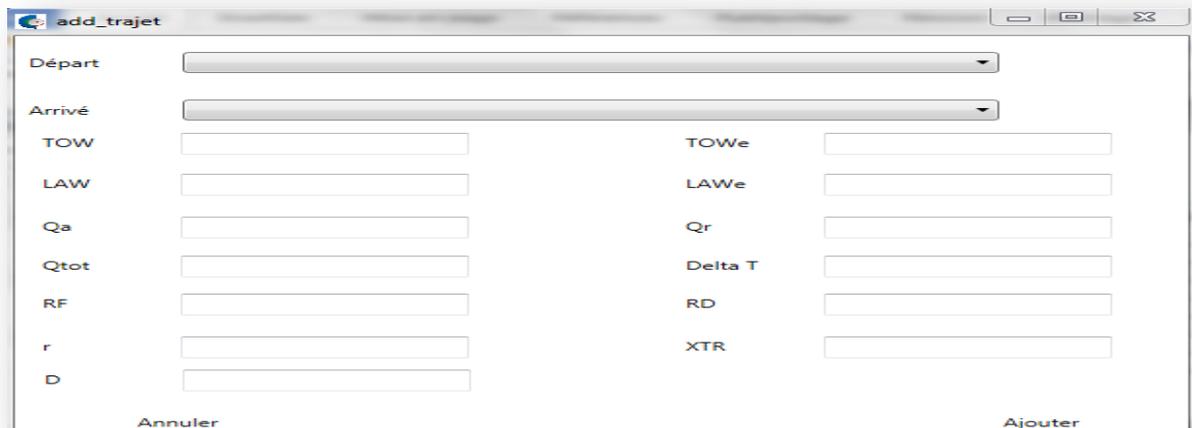


Figure 4-18 : Fenêtre pour remplir les données de trajet

- ❖ Après le clique sur le bouton « enregistrer », on va obtenir cette fenêtre ;

			Supprimer		Modifier		Ajouter								
Depart	Arrivé	TOW	TOWe	LAW	LAWe	Qa	Qr	Qtot	Delta T	RF	RD	r	xtr	D	
ALG	BJA	62578	66438	61494	65316	3604	4093	7547	0	1200	925	150	3780	1121	
ORN	TEE	64112	68259	61306	65316	5224	5047	10121	0	1200	737	150	3981	2942	
ALG	QSF	61995	66495	60858	65316	2999	3650	6499	0	1200	265	150	4442	1178	
ORN	AAE	65138	68059	62484	65313	6228	5145	11223	0	1200	1936	150	2777	2746	
AAE	ELU	63669	67234	61813	65310	4727	4181	8758	0	1200	1240	150	3453	1924	
ALG	HME	28345	29237	27151	28009	2588	2647	5165	0	676	614	70	896	1228	
ALG	CZL	63416	66854	65315	61928	4458	3343	7651	0	1200	1366	150	3343	1539	
ALG	CZL	27879	28658	27223	27992	2156	0	0	0	658	683	70	744	666	

Figure 4-19 : Fenêtre du trajet

- Remarque : on fait les même choses comme la fenêtre précédente concerne le type d'appareil.
- ❖ En fin on clique sur le bouton « Enregistrer » pour faire l'enregistrement à l'intérieur du logiciel et faciliter l'exécution ;
- ❖ Après le remplissage des deux fenêtres précédentes on va directement simuler notre vols qui sont établis par la compagnie Tassili Airlines et afficher le résultat (voir figure 4-17) ;
- ❖ Si on sélectionne l'aéroport de départ qui est ALG et celui de destination qui est QAS ainsi que le type d'appareil B737-800 ,on aura le résultat automatiquement donc il affiche le prix de départ et celui d'arrivée ainsi que la charge offerte maximal et la charge réelle ,en plus la quantité de carburant supplémentaire XTR' et XTR et a la fin notre résultat qui représente un gain .

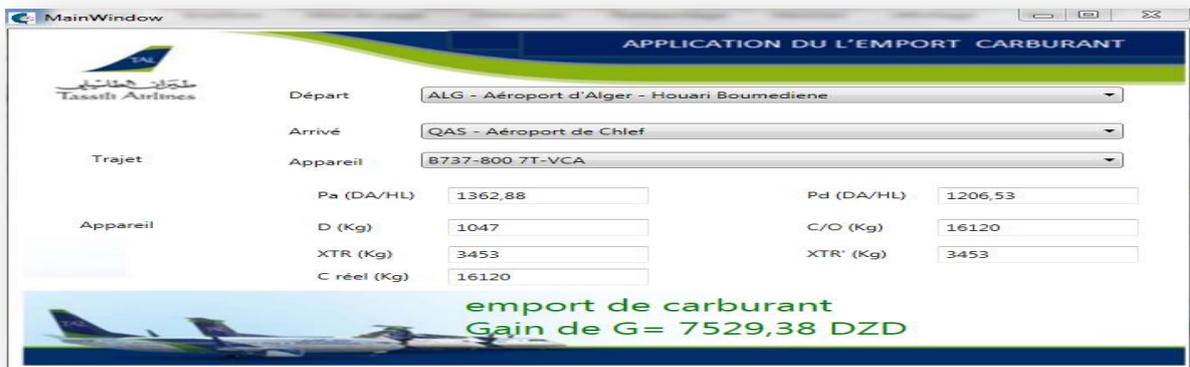


Figure 4-20 : Affichage de résultat final

➤ Remarque :

Le logiciel va transmettre des requêtes à l'accès pour prendre les données stockés selon les besoins afin d'exécuter le programme correctement selon l'acheminement d'organigramme concerne notre étude.

4.5 L'EXECUTION DE L'APPLICATION

4.5.1 Le vol Alger – Bejaïa (ALG-BJA) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA



Figure 4-21 : Résultat obtenue pour le vol ALG-BJA

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol ALG-BJA, on peut emporter une quantité de carburant supplémentaire du $XTR'=3780$ kg et en convertissant cette quantité supplémentaire en argent qui représente un profit pour la compagnie Tassili Airlines de gain égale à 1909.76 DA parce que la différence de prix d'aéroport de départ et

celui d'arrivée peut couvrir la surconsommation au départ en respectant la charge offerte maximal égale à 16120 kg. Dans ce cas on est limité par la masse d'atterrissage.

4.5.2 Le vol Oran-Tébessa (ORN-TEE) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA

APPLICATION DU L'EMPORT CARBURANT

Tassili Airlines

Départ: ORN - Aéroport d'Oran - Ahmed Ben Bella

Arrivé: TEE - Aéroport de Tébessa - Cheikh Larbi Tébessi

Trajet: Appareil: B737-800 7T-VCA

Pa (DA/HL)	1208,88	Pd (DA/HL)	1206,53
D (Kg)	2942	C/O (Kg)	16120
XTR (Kg)	3981	XTR' (Kg)	3981
C réel (Kg)	16120		

**Pas d'emport de carburant
Perte de P= -1941,59 DZD**

Figure 4-22 : Résultat obtenue pour le vol ORN-TEE

On a trouvé que pour le vol ORN-TEE, on ne peut pas emporter de carburant parce que on a une perte financière de 1941.59 DA à cause de la différence de prix d'aéroport de départ et celui d'arrivée qu'il ne peut pas couvrir la surconsommation au départ. Dans ce cas on est limité par la masse d'atterrissage donc on va réduire la masse..

4.5.3 Le vol Alger-Constantine (ALG-CZL) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA

APPLICATION DU L'EMPORT CARBURANT

Tassili Airlines

Départ: ALG - Aéroport d'Alger - Houari Boumediene

Arrivé: CZL - Aéroport de Constantine - Mohamed Boudiaf

Trajet: Appareil: b737

Pa (DA/HL)	1206,53	Pd (DA/HL)	1206,53
D (Kg)	1539	C/O	16120
XTR	3343	XTR'	3343
C réel	16120		

Pas d'emport de carburant

Figure 4-23 : Résultat obtenue pour le vol ALG-CZL avec B737-800

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol ALG-CZL avec B737-800, on ne peut pas emporter de carburant supplémentaire .parce que la condition du prix n'est pas vérifiée c'est-à-dire le prix de carburant à l'aéroport de Constantine égale a celui d'Alger.

4.5.4 Le vol Alger Constantine ALG-CZL avec Q400 immatriculé 7T-VCL



Figure 4-24 : Résultat obtenu pour le vol ALG-CZL avec Q400

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol ALG-CZL avec Q400, on ne peut pas emporter une quantité de carburant supplémentaire .parce que la condition du prix n'est pas vérifiée c'est-à-dire le prix de carburant à l'aéroport de Constantine égale a celui d'Alger.

4.5.5 Le vol Alger –Chlef ALG-QAS avec B737-800 ,Immatriculé 7T-VCA

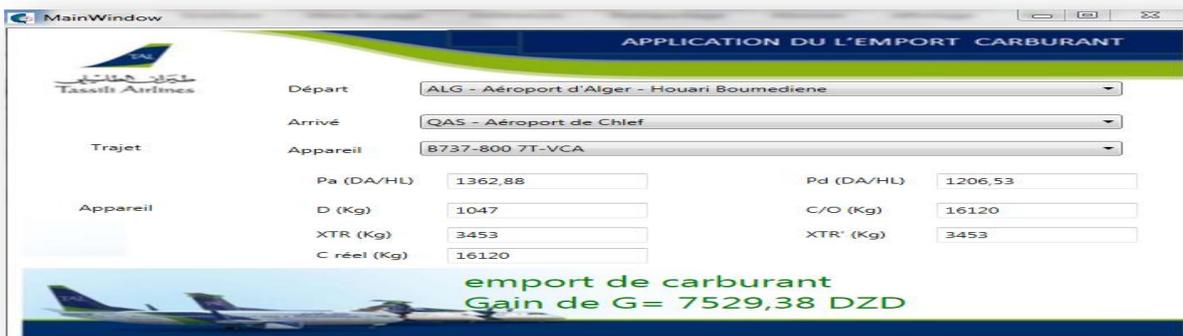


Figure 4-25 : Résultat obtenue pour le vol ALG-QAS avec B737-800

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol ALG-Chlef, on peut emporter une quantité de carburant supplémentaire du $XTR'=3453$ kg et en convertissant cette quantité supplémentaire en argent qui représente un profit pour la compagnie Tassili Airlines de gain égale à 7529.37 DA parce que la différence de prix d'aéroport de départ et celui d'arrivée peut couvrir la surconsommation au départ, en respectant la charge offerte maximal égale à 16120 kg. Dans ce cas on est limité par la masse d'atterrissage.

4.5.6 Le vol Alger – Sétif (ALG-QSF) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA

Tassili Airlines			
Départ	ALG - Aéroport d'Alger - Houari Boumediene		
Arrivé	QSF - Aéroport de Sétif - 08 Mai 1945		
Trajet	Appareil		
	B737-800 7T-VCA		
Pa (DA/HL)	1210,88	Pd (DA/HL)	1206,53
D (Kg)	1178	C/O (Kg)	16120
XTR (Kg)	4442	XTR' (Kg)	4442
C réel (Kg)	16120		

**Pas d'emport de carburant
Perte de P= -389,66 DZD**

Figure 4-26 : Résultat obtenu pour le vol ALG-QSF avec B737-800

On a trouvé que pour le vol ALG-BJA, pas d'emport de carburant parce que on a une perte financière de 389.66 DA a cause de la différence de prix d'aéroport de départ et celui d'arrivée qu'il ne peut pas couvrir la surconsommation au départ. Dans ce cas on a vérifiée les conditions des limitations.

4.5.7 Le vol Oran –Annaba (ORN-AAE) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA

Tassili Airlines			
Départ	ORN - Aéroport d'Oran - Ahmed Ben Bella		
Arrivé	AAE - Aéroport d'Annaba - Rabah Bitat		
Trajet	Appareil		
	B737-800 7T-VCA		
Pa (DA/HL)	1258,64	Pd (DA/HL)	1206,53
D (Kg)	2746	C/O (Kg)	16120
XTR (Kg)	2777	XTR' (Kg)	2777
C réel (Kg)	16120		

**emport de carburant
Gain de G= 453,64 DZD**

Figure 4-27 : Résultat obtenu pour le vol ORN-AAE avec B737-800

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol ORN-AAE, on peut emporter une quantité de carburant supplémentaire du $XTR'=2777$ kg et en convertissant cette quantité supplémentaire en argent qui représente un profit pour la compagnie Tassili Airlines de gain égale à 453.64 DA parce que la différence de prix d'aéroport de départ et celui d'arrivée peut couvrir la surconsommation au départ en respectant la charge offerte maximal égale à 16120 kg. Dans ce cas on est limité par la masse d'atterrissage et ce trajet subi un dégagemnet a TLM (Tlemecen).

4.5.8 Le vol Annaba –El Oued (AAE- ELU) avec B737-800, Immatriculé 7T-VCA

APPLICATION DU L'EMPORTE CARBURANT			
Départ	AAE - Aéroport d'Annaba - Rabah Bitat		
Arrivé	ELU - Aéroport d'El Oued - Guemar		
Trajet	Appareil		
	B737-800 7T-VCA		
Pa (DA/HL)	1362,88	Pd (DA/HL)	1258,64
D (Kg)	1924	C/O (Kg)	16120
XTR (Kg)	3453	XTR' (Kg)	3453
C réel (Kg)	16120		

emport de carburant
Gain de G= 3474,59 DZD

Figure 4-28 : Résultat obtenu pour le vol AAE-ELU avec B737-800

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol AAE-ELU, on peut emporter une quantité de carburant supplémentaire du $XTR'=3453$ kg et en convertissant cette quantité supplémentaire en argent qui représente un profit pour la compagnie Tassili Airlines de gain égale à 3474.58 DA parce que la différence de prix d'aéroport de départ et celui d'arrivée peut couvrir la surconsommation au départ en respectant la charge offerte maximal égale à 16120 kg. Dans ce cas on est limité par la masse d'atterrissage.

4.5.9 Le vol Alger –Hassi Massaoud (ALG-HME) avec Bombardier Q400,Immatriculé 7T-VCL

APPLICATION DU L'EMPORT CARBURANT

Tassili Airlines

Départ: ALG - Aéroport d'Alger - Houari Boumediene

Arrivé: HME - Aéroport d'Hassi Massaoud - Oued Irara Krim Belkacem

Trajet: Appareil: B737-800 7T-VCA

Pa (DA/HL)	1362,88	Pd (DA/HL)	1206,53
D (Kg)	1228	C/O (Kg)	16120
XTR (Kg)	896	XTR' (Kg)	896
C réel (Kg)	16120		

emport de carburant
Gain de G= 1160,02 DZD

Figure 4-29 : Résultat obtenu pour le vol ALG-HME avec B737-800

Après l'exécution de l'application on a trouvé que pour le vol ALG-HME, on peut emporter une quantité de carburant supplémentaire du $XTR'=896$ kg et en convertissant cette quantité supplémentaire en argent qui représente un profit pour la compagnie Tassili Airlines de gain égale à 1160.018 DA parce que la différence de prix d'aéroport de départ et celui d'arrivée peut couvrir la surconsommation au départ en respectant la charge offerte maximal égale à 16120 kg. Dans ce cas on est limité par la masse de décollage.

4.6 CONCLUSION

A partir de ce qu'on a fait dans l'application précédente, on a essayé d'atteindre l'objectif de l'emport de carburant et toucher le cœur de la gestion d'économie carburant ce qui donne une bonne stratégie pour consommer moins de carburant et gagner plus d'argent au niveau de la compagnie Tassili Airlines dans le cadre financier cela grâce à l'outil informatique par l'utilisation du langage C Sharp, en plus notre travail et sans oublier le facteur de sécurité.

CHAPITRE 5 : LA CONFORMITE PAR RAPPORT LES EXIGENCES ANNONCEES PAR LES REGLEMENTATIONS

5.1 INTRODUCTION

Dans ce dernier chapitre nous allons parler sur la conformité de notre travail par rapport les exigences annoncées par les réglementations européens et l'IOSA pour être applicable au niveau de la compagnie aérienne Tassili Airlines, et cela résulte un bon démarche en vue d'exécuter les résultats en tout sécurité afin d'avoir une bonne gestion du carburant. Cette optique va en cheminer tous les procédures de la préparation du vol et donne la stratégie de s'orienter vers le sens de la politique d'économie carburant.

Donc cette conformité nous donne plus de confiance et avancement ce qui concerne l'emport de carburant au niveau de l'entreprise et cela nous permet de profiter l'occasion afin de gérer notre travail pour être conforme aux normes et des exigences de qualité bien déterminé par l'IOSA en les respectant afin d'assurer la sécurité.

5.2 LA CERTIFICATION IOSA

5.2.1 .définition de certification

La certification est une procédure destinée à faire valider, par un organisme agréé indépendant, la conformité du système qualité d'une organisation aux normes ISO 9000 ou à un référentiel de qualité officiellement reconnu.

La certification donne aux contractants et au public, l'assurance qu'un produit, un processus ou un service est conforme à des exigences de qualité déterminées et que l'organisation certifiée respectait ce système qualité lorsque l'organisme de certification a effectué sa validation [26].

5.2.2 Définition de la certification IOSA :

La certification IOSA (IATA Operational Safety Audit) est un programme d'audit développé par l'IATA pour répondre à ce besoin. Elle est entrée en vigueur en 2001 et regroupe au moins 1200 standards qui couvrent les réglementations OACI, FAA et JAA, standards validés par les compagnies et les administrations de tutelle. La gestion du programme IOSA par l'IATA a reçu la Certification ISO 9001 :2000.

5.2.3 Caractéristiques de l'IOSA

Face à la multiplication des audits de différents organismes et dans divers domaines des transports aériens, les transporteurs aériens à travers l'IATA (l'Association internationale des transporteurs aériens) ont estimé qu'il serait plus avantageux de mettre en place un audit couvrant le maximum de champs d'activités (maintenance, qualifications du personnel, procédures de travail...) et moins contraignant (mobilisation du personnel, immobilisation des aéronefs avec ce que cela comporte comme manque à gagner...).

Désormais obligatoire pour toute compagnie aérienne membre de l'IATA, la certification IOSA est valide pour deux ans à compter de la date de début de l'audit. Cet audit très approfondi et très exigeant n'est mené que par quelques organismes agréés de l'audit dans le monde entier.

Le système d'évaluation IOSA couvre essentiellement huit aspects les plus importants liés à la sûreté des opérations aériennes:

- ❖ organisation corporative et systèmes de gestion;
- ❖ opérations de vol;
- ❖ contrôle opérationnel – régulation des vols;
- ❖ ingénierie et entretien des aéronefs (procédures de sécurité et de maintenance) ;
- ❖ opérations en cabine (maintenance des compétences équipages);
- ❖ services au sol;
- ❖ activités de fret;
- ❖ sûreté opérationnelle (contrôle des normes de sécurité à l'intérieur de la compagnie aérienne)[12].

5.2.4 Quelques avantages de la certification IOSA

- ❖ La certification IOSA a fortement amélioré la sécurité mondiale dans les transports aériens. En incitant l'ensemble des compagnies affiliées à l'IATA à respecter un ensemble de normes de sécurité rigoureuses, le nombre d'accident évolue à la baisse, le transport de voyageur est devenu plus sûr ;
- ❖ On note aussi la réduction des coûts liés à la sécurité, avec un seul audit moins coûteux que plusieurs audits séparés, une baisse de la prime d'assurance pour les compagnies certifiées IOSA car les risques de transport sont mieux maîtrisés;

- ❖ Avec sa méthode d'évaluation unique appliquée à tous, la certification IOSA classe l'ensemble des compagnies certifiées à un même niveau d'appréciation à l'échelle mondiale. Par cet audit, l'IATA amène les compagnies à ne pas satisfaire les seules exigences nationales ou régionales, mais à respecter également les normes internationales. IOSA est désormais un label qui procure de nombreux avantages sur le plan marketing [26] ;

5.2.5 L'International Air Transport Association (IATA)

L'IATA est un organisme international représentant environ 230 compagnies aériennes.

L'IATA établit la conformité d'une compagnie à des normes de sécurité définies par l'association elle-même, selon des dispositions qui lui sont propres. Ces normes proviennent de différents règlements (normes internationales OACI, réglementations nord-américaines ou européennes) mais également des pratiques et procédures reconnues des compagnies aériennes.

Cet organisme a mis en place un label de sécurité, le label IOSA (IATA Operational Safety Audit), dont la détention est imposée aux compagnies aériennes adhérentes. Ce label est délivré à la suite d'un audit conduit par des auditeurs désignés par l'IATA ; il est valide pour une durée de deux ans. Les conditions ayant prévalu à sa délivrance ne font pas l'objet d'une surveillance continue.

Une compagnie non adhérente à l'IATA n'est pas soumise à l'obligation d'obtenir ou de postuler à de tels labels[12].

5.2.6 Les règles du carburant réglementaire d'après l'IOSA

Lors de la préparation du vol, l'exploitant doit s'assurer que la quantité de carburant requis doit inclure :

- ❖ Le carburant pour le roulage (d'après DSP 4.3.5) ;
- ❖ Le délestage qui est la consommation d'étape (DSP 4.3.6) ;
- ❖ La réserve de route (DSP 4.3.7) ;
- ❖ La réserve de dégagement (de DSP 4.3.8 jusqu'à DSP 4.3.11) ;
- ❖ La réserve finale (DSP 4.3.12) ;
- ❖ Le carburant additionnel (DSP 4.3.13) ;
- ❖ Le carburant supplémentaire (DSP 4.3.14) [26] ;

5.2.6.1 Le délestage (DSP 4.3.6)

Le délestage d'étape comprend le carburant utilisé :

- ❖ pour le décollage et la montée du niveau de l'aérodrome jusqu'à l'altitude ou le niveau de croisière initial compte tenu du cheminement prévu ;
- ❖ de la fin de la montée au début de la descente, en tenant compte de toute montée ou descente par paliers ;
- ❖ du début de la descente jusqu'au début de la procédure d'approche, en tenant compte de la procédure d'arrivée prévue ;
- ❖ à l'approche et à l'atterrissage sur l'aérodrome de destination [26].

5.2.6.2 La réserve de route (DSP 4.3.7)

Au stade de la préparation de vol, les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur la consommation de carburant jusqu'à l'aérodrome de destination ne peuvent pas tous être évalués.

C'est pourquoi la réserve de route est embarquée pour compenser les éléments suivants :

- ❖ Ecart de consommation d'un avion particulier par rapport aux données prévisibles ;
- ❖ Ecart par rapport aux conditions météorologiques prévues ;
- ❖ Ecart par rapport aux itinéraires et aux altitudes ou niveaux de croisière prévus.

Pour une étape standard, la réserve de route est égale à :

- ❖ 5% du délestage d'étape ;
- ❖ Elle peut être réduite à 3% du délestage d'étape si un aérodrome de dégagement en route accessible ;
- ❖ La réserve de route ne peut être inférieure à la quantité de carburant nécessaire pour voler pendant 5 minutes à la vitesse d'attente à 1500 ft au-dessus de l'aérodrome en condition standard (soit 1/6ème de la réserve finale) [26].

5.2.6.3 La réserve de dégagement (DSP 4.3.8)

La réserve de dégagement doit être suffisante pour effectuer :

- ❖ Une approche interrompue à partir de la MDA/DH applicable à l'aéroport de destination jusqu'à l'altitude d'approche interrompue compte tenu de l'ensemble de la trajectoire d'approche interrompue ;
- ❖ Une montée de l'altitude d'approche interrompue jusqu'à l'altitude ou le niveau de croisière (pour aller à l'aérodrome de dégagement) à croisière entre la fin de la montée et le début de la descente sur l'aérodrome de dégagement ;
- ❖ Du début de la descente jusqu'au début de l'approche initiale compte tenu de la procédure d'arrivée prévue pour l'aérodrome de dégagement ;
- ❖ l'approche et l'atterrissage sur l'aérodrome de dégagement à destination sélectionné conformément au MIN 1.295.

Au stade de la préparation du vol, pour qu'un aérodrome puisse être retenu pour le calcul de la réserve de dégagement il faut qu'il remplisse les conditions suivantes :

- ❖ il doit être adéquat, c'est à dire utilisable par le type d'avion considéré ;
- ❖ de plus, il doit être accessible, c'est à dire que la prévision météorologique indique, pour l'heure prévue d'utilisation plus ou moins une heure, les conditions minimales suivantes :

Approche prévue au dégagement	Conditions météo minimales
ILS Cat 2 ou Cat 3	Visibilité \geq minima ILS Cat 1
ILS Cat 1	Visi et plafond \geq minima approche de non
Approche de non précision	Visi $>$ minima + 1000m et plafond $>$ minima +

Tableau 5-1 : Les conditions minimales [26]

Si le terrain de destination comporte deux pistes distinctes, que le temps de vol d'étape est inférieur ou égal à 6 heures et que la prévision météorologique indique, pour l'heure prévue d'arrivée, plus ou moins une heure, une visibilité \geq 5000 m et un plafond \geq MDH + 500 ft avec 2000ft mini, on pourra s'affranchir de la réserve de dégagement.

5.2.6.4 La réserve finale (DSP 4.3.12)

La réserve finale est calculée de la façon suivante :

- ❖ pour les avions équipés de moteurs à pistons, la quantité de carburant nécessaire à un vol de 45 min ;

- ❖ pour les avions équipés de moteurs à turbines, la quantité de carburant nécessaire à un vol de 30 min, à la vitesse d'attente, à 1500 ft au-dessus de l'aérodrome en conditions standard, calculé en fonction de la masse estimée à l'atterrissage.

Avions	Temps d'attente (minutes)	Réserve finale (kg)
B737-800	30'	1200
DASH8-Q400	45'	713
DASH8-Q200	45'	375

Tableau 5-2 : Les réserves finals des avions exploités par TAL [18]

5.2.6.5 La réserve additionnelle (DSP 4.3.13)

Une réserve additionnelle permettant d'effectuer une attente de 15 minutes, à 1500 ft au dessus de l'aérodrome, en conditions standard, devra est incluse lorsque le vol est exploité sans aérodrome de dégagement à destination (sauf concorde).

En cas de panne de moteur ou du système de pressurisation et en supposant que la panne se produit au point le plus critique de la route, le carburant additionnel doit alors permettre :

- ❖ De descendre autant que nécessaire et poursuivre le vol jusqu'à un aérodrome adéquat ;
- ❖ D'attendre ensuite pendant 15min à 1500ft au-dessus de l'aérodrome en conditions standard ;
- ❖ D'effectuer une approche et un atterrissage.

5.2.6.6 Carburant supplémentaire (DSP 4.3.14)

Le carburant supplémentaire est laissé à l'appréciation du commandant de bord, en fonction de son expérience de la ligne.

5.2.7 Gestion en vol du carburant

Au lâcher des freins, lors au décollage, l'équipage doit s'assurer que la quantité de carburant à bord est bien supérieur ou égale au minimum règlementaire.

Le commandant de bord doit s'assurer que des contrôles intervalles réguliers, sont faits sur le carburant.

Le carburant restant doit être noté et des évaluations faites pour :

- ❖ Comparer la consommation réelle à celle prévue (détection de la fuite) ;
- ❖ Vérifier si le carburant restant est suffisant pour terminer le vol ;
- ❖ Evaluer le carburant qui restera à bord à l'arrivée à destination.

Si le suivi de vol montre que la quantité de carburant estimée restant à l'arrivée à l'aérodrome de destination est inférieure à la somme de la réserve de dégagement réglementaire et de la réserve finale, le commandant de bord doit prendre en compte le trafic et les conditions opérationnelles existant à l'aérodrome de destination, sur le trajet vers un aérodrome de dégagement et sur l'aérodrome de dégagement à destination avant de décider la poursuite vers l'aérodrome de destination ou vers l'aérodrome de dégagement.

En vol, un terrain est accessible si la prévision météorologique indique des valeurs supérieures aux minima applicables.

Quelque soit la décision prise, il faut conduire le vol de manière à se poser avec au moins le carburant correspondant à la réserve finale.

Si la quantité de carburant restant à l'arrivée est proche de cette valeur, l'équipage peut lancer un message « MINIMUM FUEL » pour aviser le contrôle qu'il ne pourra plus accepter d'allongement du temps de vol.

Si la quantité de carburant prévue à l'atterrissage devient inférieure à la réserve finale, l'équipage devra émettre un message « MAYDAY FUEL » pour demander au contrôle de l'aide pour atterrir dans les meilleurs délais[1].

5.3 CONCLUSION

Nous pouvons dire que notre travail qui s'intitule l'emport carburant sera conforme selon la réglementation IOSA et les réglementations européennes en suivant des procédures nécessaires afin de l'établir au niveau de la compagnie aérienne Tassili Airlines. Donc il va rendre sérieusement tous les gestionnaires de la compagnie concernés de devenir conscients lors des comptabilités des bénéfices aussi tous les personnes influents sur la consommation de carburant pour atteindre l'objectif voulu de la compagnie qui est de gagner plus d'argent et consommer moins de carburant en vue de meilleure performance de l'appareil.

CONCLUSION GENERALE

L'emport de carburant est la pratique de transporter plus de carburant que le nécessaire à l'aéroport de départ pour réduire la quantité de carburant à acheter à l'aéroport de destination.

Ce concept consiste à optimiser et gérer l'utilisation de carburant au sein d'une compagnie aérienne pour satisfaire ses besoins financiers tout en assurant un niveau acceptable de sécurité aérienne.

Dans notre étude on a essayé de décrire les paramètres relatifs à la consommation de carburant ainsi que les différents intervenants qui influent d'une manière directe ou indirecte sur la gestion de carburant.

Le surplus de carburant embarqué au départ engendre une consommation supplémentaire donc la différence de prix doit couvrir cette surconsommation.

Il existe de nombreuses façons d'aborder cette énigme, à partir de règles et de normes OACI à des calculs aidés par des logiciels sophistiqués permettant d'une part l'optimisation de la gestion de carburant et d'autre part de répondre aux besoins financiers de la compagnie aérienne.

L'application réalisée sous langage C Sharp et l'Access présente un outil informatique qui va servir à faciliter le calcul de la quantité de carburant embarqué au départ ainsi que la valeur numérique de gain ou de perte suivant le cas traité, à partir des données relatives au type d'appareil, au trajet suivis et aux aéroports.

Par ailleurs, il faut prendre également en considération les variations de prix de carburant, d'où une mise à jour quotidienne est donc nécessaire pour contenir les coûts des marges acceptables.

Enfin nous pouvons dire que le concept d'emport de carburant permet de convertir la quantité de carburant chargée au départ à un profit pour la compagnie Tassili Airlines tout en assurant un compromis entre la sécurité aérienne et le gain assuré.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Section instruction.la réglementation carburant en IFR., IVAO_{TM} ELH MVA division France, Novembre 2013.
- [2] JAR OPS1, « Préparation du vol». module opérations aérienne, Europe 1 avril 1998.
- [3] Massoudi zohira et Mezghrani Mustapha « Economie de carburant». mémoire fin d'étude. Université SAAD DAHLEB BLIDA, 2005-2006.
- [4] GLIGLI, « Masse et centrage». Module C préparation du vol, 21 juillet 2008.
- [5] Florentina Viscotchi, « Atelier sur les mesures d'exploitation en aéronautique relatives à la réduction de la consommation de carburant et des émissions, gestion de masse ».Bombardier, Montréal, 20-21 septembre2006.
- [6] By Julien BOTTENMULLER, «Pourquoi-les-avions-volent-ils-si-haut », Article du la compagnie aérienne, technique. Paris, 2 avril 2014.
- [7] William Roberson et James John, «Fuel conservation stratégies ». Article du la série fuel conservation stratégies.
- [8] « Fuel conservation and Operations newsletter», January-March 1986
- [9] « Fuel conservation and Operations newsletter», January1974.
- [10] LAKHDARI Donia et SALHI Manel, « la politique carburant». Mémoire fin d'étude, université SAAD DAHLEB BLIDA, promotion 2012.
- [11] OLIVIER Husse, « L'économie de carburant». Atelier sur les mesures opérationnelles Airbus, Montréal, 20-21 septembre2006.
- [12] Ministère de transition écologique et solidaire, « Mise en œuvre de procédures de descente continue sur les grands aéroports en France» .France, Publié le Mercredi 12 octobre 2016
- [13] DAVE Anderson, « économie de carburant », procédures opérationnelles dans un souci de meilleur rendement environnemental, septembre2006.
- [14] L'avionnaire, « Cellules des aéronefs, les volets hypersustentateurs, opérations aériennes».2010-2017.

- [15] WILLAM Roberson and JAMES A John, « Fuel conservation strategies, Descente and approach». Article from the series exploring fuel conservation strategies, 1974.
- [16] IRENE Kwan and RUTHERFORD Daniel, from article of the international Council on clean transportation, «Classement de la consommation de carburant des compagnies aériennes transatlantiques », 2014.
- [17] de l'Union Aérienne de LILLE - ROUBAIX - TOURCOING affilié à la Fédération Française Aéronautique, « aviation- simulation-formation », France, Jeudi 24 Août 2017
- [18] Direction EPS de Tassili Airlines, « l'économie de carburant » ,19/01/2017.
- [19] ROBERT Muh , « Best practices in fuel efficiency ». Pour Boing, 2013.
- [20] « fuel transportation». Pour la compagnie Air Algérie, 2016.
- [21] M^r M. Driouche Enseignant et doctorant à l'institut d'aéronautique, « polycopie du cours opérations aériennes, limitation du structure», Blida, 2010-2011.
- [22] M. Martin, »opérations aériennes Tome II, méthode d'exploitation », ENAC, Toulouse, 1989.
- [23] Le professeur Narvarth, « openclassrooms».les caractéristiques du C#,le 8/01/2013.
- [24] Logistique conseil, « la certification IOSA», le 24/06/2016.
- [25] DAVID Allen, « Electronic Flight Bag».article,juillet 2003
- [26] International Air Transportation Association, « IOSA Standard Manual»,10th Edition, Montréal, le 1/09/2016.

ANNEXE 1 : DRY OPERATING WEIGHT AND (INDEX) SUMMARY

A/C model	Registration	Empty Weight (kg)	Dry Operating Weight(kg)	Index	Mac %	Structural Limitation (kg)
B737-800	7T-VCA	41918.6	43083.6	57.41	26.50	MRW= 79242 MTOW=79015 MLW= 65317 MZFW=62731
	7T-VCB	41925.6	43090	51.98	23.67	
	7T-VCC	41411.9	42426.9	57.83	26.86	
	7T-VCD	42010.6	43186.6	52.33	23.84	
DASH8-Q400	7T-VCL	17692.92	18126.92	89.39	21.20	MRW= 29347 MTOW=29257 MLW= 25855 MZFW=28009
	7T-VCM	17588.85	18060.30	87.90	20.30	
	7T-VCN	17671.1	18105.10	83.90	17.98	
	7T-VCO	17551.32	18032.78	82.31	17.01	
DASH8-Q200	7T-VCP	10795.27	11133.17	95.24	21.05	MRW= 16656 MTOW=16466 MLW= 14515 MZFW=15649
	7T-VCQ	10698.01	11039.13	93.55	19.25	
	7T-VCR	10825.01	11162.91	94.74	20.55	
	7T-VCS	10721.61	11059.51	94.08	19.81	

ANNEXE 2 : LISTE DES PRIX (CLIENTS NATIONAUX)

	Vols internationaux		Vols nationaux	
	≥ 1000 L	<1000	≥1000L	<1000L
ALGER	4612.75	4903.61	1206.53	1402.50
CONSTANTINE	4612.75	4903.61	1206.53	1402.50
ORAN	4612.75	4903.61	1206.53	1402.50
ANNABA	4612.75	4903.61	1258.64	1454.61
BATNA	4612.75	4903.61	1258.64	1454.61
BEJAIA	4612.75	4903.61	1258.64	1454.61
SETIF	4612.75	4903.61	1258.64	1454.61
TEBESSA	4612.75	4903.61	1258.64	1454.61
TELEMECEN	4612.75	4903.61	1258.64	1454.61
BISKRA	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
CHLEF	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
EL OUED	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
GHARDAIA	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
H.MESSAOUD	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
OUERGLA	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
TIARET	4612.75	4903.61	1362.88	1558.85
ADRAR	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
B.B.MOKHTAR	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
BECHAR	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
DJANET	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
EL GOLEA	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
H.RMEL	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
ILLIZI	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
IN AMENAS	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
IN SALAH	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
TAMENRASSET	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
TMMIMOUN	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09
TINDOUF	4612.75	4903.61	1467.12	1663.09

ANNEXE 3 : INDICATEURS D'EMPLACEMENT OACI

AAE :Aéroport d'Annaba –Rabah BITAT-

ALG :Aéroport d'Alger- HOUARI Boumédiène-

AZR :Aéroport d'Adrar- Cheikh Sidi Mohamed Belkebir-

BJA :Aéroport de Béjaia- Abane Ramdane-

BLJ :Aéroport de Batna - Mostapha Ben Boulaid-

BMW :Aéroport de Bordj Badji Mokhtar

BSK :Aéroport de Bikra – Moamed Khider-

BUJ : Aéroport de Bou Saada –

CBH : Aéroport de Béchar - Boudghène ben Ali Lotfi-

CZL :Aéroport Constantine – Mohamed Boudiaf -

DJG : Aéroport de Djanet – Tiska -

EBH : Aéroport d'El Bayadh

ELG : Aéroport d'El Golea

ELU: Aéroport d'El Oued - Guemar -

HME: Aéroport de Hassi Massaoud – Oued Irara – Krim Belkacem-

HRM :Aéroport de Hassi R'mel – Tilrhemt -

INF : Aéroport d' IN Guezzam -

INZ : Aéroport d' In Salah

IAM:Aéroport de Zarzitine- In Amenas -

GJL: Aéroport de Jijel – Farhat Abbas -

GHA: Aéroport de Ghardaia- Moufdi Zakaria-

LOO: Aéroport de Laghouat- Moulay Ahmed Medeghri-

OGX:Aéroport d'Ouargla – Ain Beida-

ORN: Aéroport d'Oran- Ahmed Ben Bella-

MUW:Aéroport de Ghriss -

MZW:Aéroport de Méchria

TEE:Aéroport Tébessa – Cheikh Larbi Tébessi-

TID:Aéroport de Tiaret – Abdelhafid Boussouf Bou Chekif -

TIN:Aéroport de Tindouf -

TGR:Aéroport de Tougourt – Sidi Mahdi-

TLM:Aéroport de Tlemecen- Messali Lhadj -

WZ: Aéroport de Illizi – Takhamalt-

Annexe 4

REGLES PRATIQUES D'EMPORT DE CARBURANT POUR UN VOL A VUE VFR AVEC DECOLLAGE ET ATERRISSAGE SUR LE MEME AERODROME

(À partir NCO .OP.1255/SERA règle de l'air européennes)

Le commandant de bord doit s'assurer avant tout vol que les quantités de carburant, de lubrifiant et autres produits consommables lui permettent d'effectuer le vol prévu avec une marge acceptable de sécurité et d'envisager une solution alternative de dégagement.

En aucun cas, ces quantités ne doivent être inférieures à celle nécessaires pour :

- ❖ Atteindre la destination prévue compte tenu des plus récentes prévisions météorologiques, du régime et de l'altitude prévus, ou à défaut, les quantités nécessaires sans vent majorées de 10% ;
- ❖ Et poursuivre le vol au régime de croisière économique (pour tout vol) :
 - En vol VFR de jour pendant 20minutes de consommation de la croisière;
 - En vol VFR de nuit, pendant 45minutes de consommation de la croisière ;
- ❖ Nul ne peut entreprendre un vol local au voisinage de son lieu de départ si ne sont embarquée les quantités de carburant nécessaires pour voler :
 - En VFR de jour, pendant 30 min ;
 - En VFR de nuit, pendant 45 min ;
- ❖ Nul ne peut poursuivre un vol au voisinage d'un site d'atterrissage approprié si ne subsistent à bord les quantités de carburant nécessaires pour voler pendant 15 min.

ANNEXE 5

REGLES PRATIQUES D'EMPORT DE CARBURANT POUR UN VOL A VUE VFR AVEC DECOLLAGE ET ATERRISSAGE SUR DES AERODROMES DIFFERENT (AU-DELA DES ABORDS D'UN AERODROME)

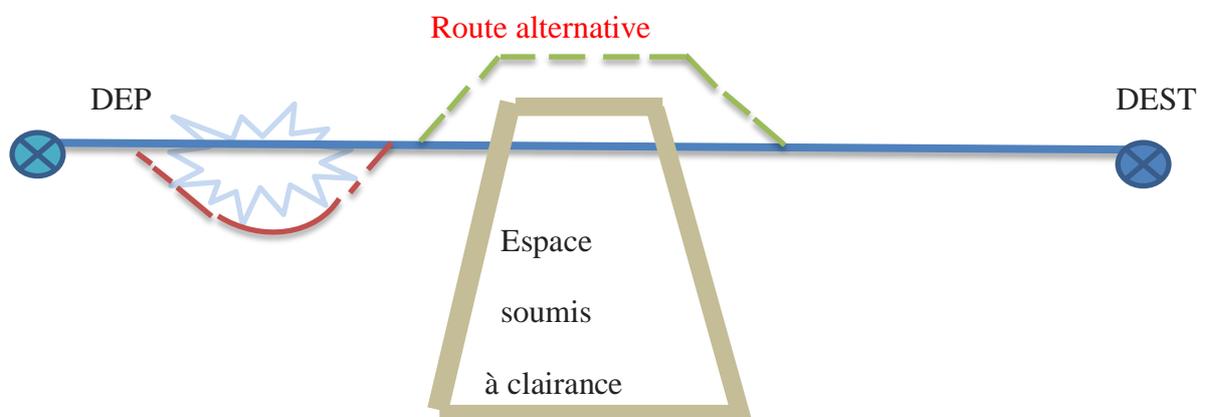
Pour tous les vols au-delà des abords d'un aéroport et pour tous les vols en IFR, l'action préliminaire au vol comprend l'étude attentive des bulletins et des prévisions météorologiques disponibles les plus récents, en tenant compte des besoins en carburant et d'un plan de diversion pour le cas où le vol ne pourrait pas se dérouler comme prévu.

La réglementation dit que la Quantité minimale à emporter en VFR doit être :

La quantité pour rejoindre sa destination + au moins 30 minutes (jour), 45 minutes consommation de croisière (nuit) à l'altitude croisière en prenant en compte :

- ❖ Les conditions météorologiques;
- ❖ Les routes ATS prévues et les retards dans le trafic ;
- ❖ tout autre situation susceptible de retarder ou augmenter la consommation de carburant /lubrifiant ;

Exemple: route alternative pour contourner un phénomène météorologique ou refus de clairance pour pénétrer dans un espace soumis à clairance



la route alternative pour pénétrer dans un espace à clairance

Annexe 6 :LES DEFINITIONS

MASSE AVION:

Un certain nombre de masses sont associé à un avion de transport public et apparaissent dans le calcul des limitations et de la charge offerte. Ces masses sont définis par les régléments.

Masses non structurels:

Masses à vide obtenus sans tenir compte de :

- La totalité du carburant et des autres fluides
- L'armement commerciaux(siège ,rideaux,moquettes,etc)
- Le commissariat(nourriture, boissons,etc)
- Le matériel de sécurité
- Le lot de bord(pièces de rechange)
- Les unités de chargement vides
- L'équipage et ses bagages
- Les passagers et leur bagages ainsi que le fret.

Masse à vide équipée c'est la masse à vide dans laquelle s'ajoute l'armement minimal pour tout vol :

- La quantité normal de huile
- L'armement commercial(siège,rideaux ,moquettes,etc)
- Le matériel de sécurité et de sauvetage permanent
- Le lot de bord permanent
- Les unités de chargement vides

Masse de base ou masse à vide en ordre d'exploitation (DOW-Dry Operating weight)

C'est la masse à vide équipée à laquelle s'ajoute les éléments nécessaires pour le vol :

- Le commissariat et équipements amovible du services passagers
- Le matériel de sécurité et de sauvetage
- Le lot de bord

- L'équipage et ses bagages ainsi que la documentation

Masses structurels

Ces masses sont les résultats des calculs de résistances des matériaux effectués conformément aux réglementations de certification.

Masse maximal aux roulage (MTW –Maximum Taxi Weight) : c'est la masse maximum à laquelle l'avion peut évoluer au sol.

Masse maximal sans carburant (MZFW- Maximum Zero Fuel Weight) :

C'est la masse maximale dont les réservoirs ne contenant pas de carburant.

Masse maxi au décollage (MTOW-Maximum Take Off Weight) : c'est la masse maximale au début de roulement au décollage.

Masse maxi à l'atterrissage (MLW-Maximum Landing Weight) : c'est la masse maximale autorisée à laquelle l'avion peut atterrir.

Les masses maximales structurels (MTOW, MLW, MZFW, MTW) peut varier avec le centrages d'avion

Outre le respect des masses maximales structurels prescrites dans le cadres de la certification , l'exploitant doit vérifier que pour chaque phase de vol , la masse de l'avion ne dépasse pas les masses maximales découlant de la réglementation opérationnelle (limitations due aux performance et aux infrastructures).

Limitation au décollage : limitation piste et 2 ème segment de la trajectoire de vol.

Limitation en croisière : survol d'obstacles.

Limitation atterrissage : limitation piste et pente en cas de remise de gaz

Le bilan de toutes ces limitations permet de déterminer :

- **Le bilan utile** à retenir pour le décollage.
- **La Charge offerte(C.O)** étant entendu que la charge marchande ou charge réellement transportée est au plus égale à la charge offerte .

Charge marchande ou charge transportée \leq C.O (Payload ou total traffic Load)

C.O ne comprend pas la masse de carburant au décollage.

- **la charge utile (Useful Load)** comprenant la charge marchande offerte (allowed traffic load), appelée couramment C.O plus le carburant au lâcher les freins (usable fuel ou take off fuel).

Masses passagers,équipes- ;carburant

L'exploitant doit calculer la masse des passagers et bagages soit sur la base de la masse réelle constaté par pesées soit sur la base des valeurs forfaitaires sauf lorsque le nombre de siège passager et inférieur à 10 dans ce cas elle peut être établie par une déclaration verbale de chaque passager et en ajoutant une constante tenant compte des bagages à main et des vêtements.

Ces constantes ne doivent pas être inférieures à :

- 4 kg pour les vêtements
- 6 kg pour les bagages à main

Valeurs des masses pour les passagers :

19 sièges ou moins

Sièges passagers	1 à 5	6 à 9	10 à 19
Homme	104 kg	96 kg	92 kg
Femme	86 kg	78 kg	74 kg
Enfant	35 kg	35 kg	35 kg

20 sièges ou plus

Sièges passagers	20 et plus		30 et plus tous Les adultes
	Homme	Femme	
Tous vols sauf Charters vacances	88 kg	70 kg	84 kg
Charters vacances	83 kg	69 kg	76 kg
Enfant	35 kg	35 kg	35 kg

ANNEXE 7

Langage C Sharp

En C# tous les types sont des objets Le langage comporte un ramasse-miettes et un système de gestion d'exceptions.

Le typage sûr signifie notamment que les opérations suivantes sont refusées ; utilisation de variable non initialisée, tentative d'accéder au-delà des limites d'un tableau, conversions de type dont les résultats ne sont pas prévisibles, dépassement des limites lors d'opérations arithmétiques.

Beaucoup de possibilités de Java se retrouvent dans C# et il y a une forte ressemblance entre un code écrit en C# et le code équivalent en Java.

En C# les variables peuvent être d'un type référence ou d'un type valeur. Les types valeur sont les types primitifs, les énumérations, les « struct » et « les types nullable ». Les types référence sont les classes, les interfaces, les tableaux et les delegate.

On a quelques définitions :

❖ Types primitifs ;

Les types primitifs sont sbyte, short, int, long, byte, ushort, uint, ulong, char, float, double, decimal et bool.

❖ Class ;

La construction la plus fondamentale du langage C# sont les classes. Celles-ci peuvent contenir des constantes, des champs, des propriétés, des indexeurs, des méthodes, des événements, des opérateurs, des constructeurs, des destructeurs ou des sous-classes. Les classes élémentaires sont string et object.

❖ Struct ;

Les struct sont similaires aux classes, mais ce sont des types valeurs et ils ne peuvent pas être hérités.

❖ Delegate ;

Un delegate est une référence à une méthode qui comporte certains paramètres. Les delegates permettent d'assigner des méthodes à des variables et les passer en paramètre.

❖ Enum ;

Un type énuméré est un type valeur qui comporte un lot de constantes. Chaque type énuméré a un type sous-jacent : un type primitif déterminé en fonction des valeurs des constantes.

❖ type nullable ;

Les nullable sont des types primitifs qui peuvent en plus avoir la valeur null.

5.3.1 Caractéristique du langage C#

- Récent : il a été créé par Microsoft au début des années 2000, ce qui en fait un langage assez jeune (comparé au C, au C++ et à Java) ;
- Idéal sous Windows & Windows Phone 7 : c'est le langage recommandé pour développer sous Windows aujourd'hui, mais on s'en sert aussi pour créer des applications Windows Phone 7, pour Silverlight, ASP ;
- Libre : le langage est ouvert, et on peut s'en servir pour développer des applications sous Linux notamment. Le fait qu'il soit issu de Microsoft ne l'empêche pas d'avoir son lot d'aficionados dans le monde du libre ;
- Inspiré de Java : même s'il a ses spécificités, il ressemble globalement plus au Java qu'au C ou au C++ contrairement à ce que son nom pourrait laisser penser ;
- Associé au framework .NET : un langage seul comme le C# ne permet pas de faire grand-chose. On l'associe en général à une boîte à outils que l'on appelle le framework .NET (aussi écrit Dot NET et prononcé "dotte nette") qui offre toutes les possibilités que l'on peut imaginer : accès réseau, création de fenêtres, appel à une base de données ;
- Apprécié en entreprise : si Java reste un des langages les plus utilisés en entreprise, C# se présente comme un sérieux challenger. C'est aujourd'hui une compétence recherchée en entreprise ;

Ce tableau résume les caractéristique du C sharp :

version	2000
Paradigme	Structuré,impératif,objé
Auteur	Microsoft
Dernière version	6.0 (20 juiellet 2015)
Typage	Statique ,fort,nominative
Dialectes	1.0, 1.5, 2.0(ECMA),3.0,3.5,4.0,5.0.
Influancé par	C++,Java
Implémentation	Microsoft,NET,Mono,Dot GNU
Système d'exploitation	Multi plate-forme

Tableau 5-3 : les caractéristiques du langage C Sharp #

5.3.2 Les avantages de C Sharp

- ❖ le gros avantage du C#, n'a en fait rien à voir avec le langage lui-même c'est la bibliothèque de classes du framework .NET. Elle est riche, assez bien conçue dans l'ensemble, bien documentée ;
- ❖ on peut bien sûr, en C ou en C++, combiner toutes les bibliothèques tierces qu'on veut pour obtenir ce dont on a besoin, mais disposer d'un ensemble intégré comme le framework .NET est bien confortable;
- ❖ Parmi les autres avantages, on peut citer la gestion de la mémoire, ou plutôt le fait que tu n'as justement pas (trop) à t'en soucier. Note néanmoins qu'aujourd'hui de nombreux langages offrent cela, ce n'est en rien l'apanage des langages .NET. Par ailleurs, il est parfaitement possible d'utiliser des ramasses-miettes en C ou en C++ ;
- ❖ Rapidité de codage ;
- ❖ Facile d'accès ;
- ❖ C#.net est un langage puissant fiable, qui tourne derrière un ramasse-miette (le C.L.I.), la bibliothèque .NET est énorme, avec tous les trucs modernes (AOT, JIT) ;
- ❖ Les performances ;
- ❖ La stabilité ;

- ❖ La facilité de maintenance ;
- ❖ La productivité .

5.3.3 Les inconvénients

- ❖ Parmi les inconvénients, un mot sur la portabilité : « .NET » a été conçu pour Windows, et ça se sent. La portabilité n'est pas un atout de .NET comme elle est un atout du Java ;
- ❖ Pour comparer au Java : le code Java est en quelque sorte portable « par défaut », sans même que le programmeur ait besoin de faire un quelconque effort ; il est possible d'écrire un programme Java non-portable, mais il faut plus ou moins le faire exprès ;
- ❖ Inversement, on peut considérer le C# non portable par défaut : il est possible d'écrire un code C# portable, mais ça ne se fait pas tout seul, il faut prendre soin d'éviter les classes et les méthodes spécifiques à une implémentation.

5.3.4 Différences avec le langage C++

Le langage compte un certain nombre de changements par rapport au C/C++ ; On notera particulièrement les points suivants :

- ❖ Le C# est beaucoup plus typé que le C++ ; les seules conversions implicites sont celles entre les différentes gammes d'entiers et celles d'un type dérivé à un type parent. Les conversions définies par l'utilisateur peuvent être définies comme implicites ou explicites ;
- ❖ L'héritage multiple de classes est interdit, mais une classe peut implémenter un nombre illimité d'interfaces, et une interface peut hériter de plusieurs interfaces ;
- ❖ La syntaxe pour la déclaration des tableaux n'est pas la même.

5.3.5 Différences avec le langage JAVA

Bien que le C# soit similaire à Java, il existe des différences notables, par exemple :

- ❖ Java n'autorise pas la surcharge des opérateurs ;
- ❖ Java a des exceptions vérifiées, alors que les exceptions du C# ne sont pas vérifiées, comme en C++ ;
- ❖ Java permet la génération automatique de la documentation HTML à partir des fichiers sources à l'aide des descriptions Javadoc-syntax, tandis que le C# utilise des descriptions basées sur le XML ;

- ❖ Java n'a pas de langage préprocesseur ;
- ❖ C# supporte les structures en plus des classes (les structures sont des types *valeur* : on stocke le contenu et non l'adresse) ;
- ❖ C# utilise une syntaxe intégrée au langage (DllImport) et portable pour appeler une bibliothèque native, tandis que Java utilise Java Native Interface ;
- ❖ C# supporte la généricité, et la machine .NET a été modifiée pour permettre cela (Java la supporte également, mais son implémentation a été réalisée dans le compilateur javacsans changer le bytecode Java) .

5.3.6 La base de données

Une base de données est un ensemble structuré, organisé et intégré des données enregistrées sur des supports accessible par l'ordinateur , pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façons sélective .

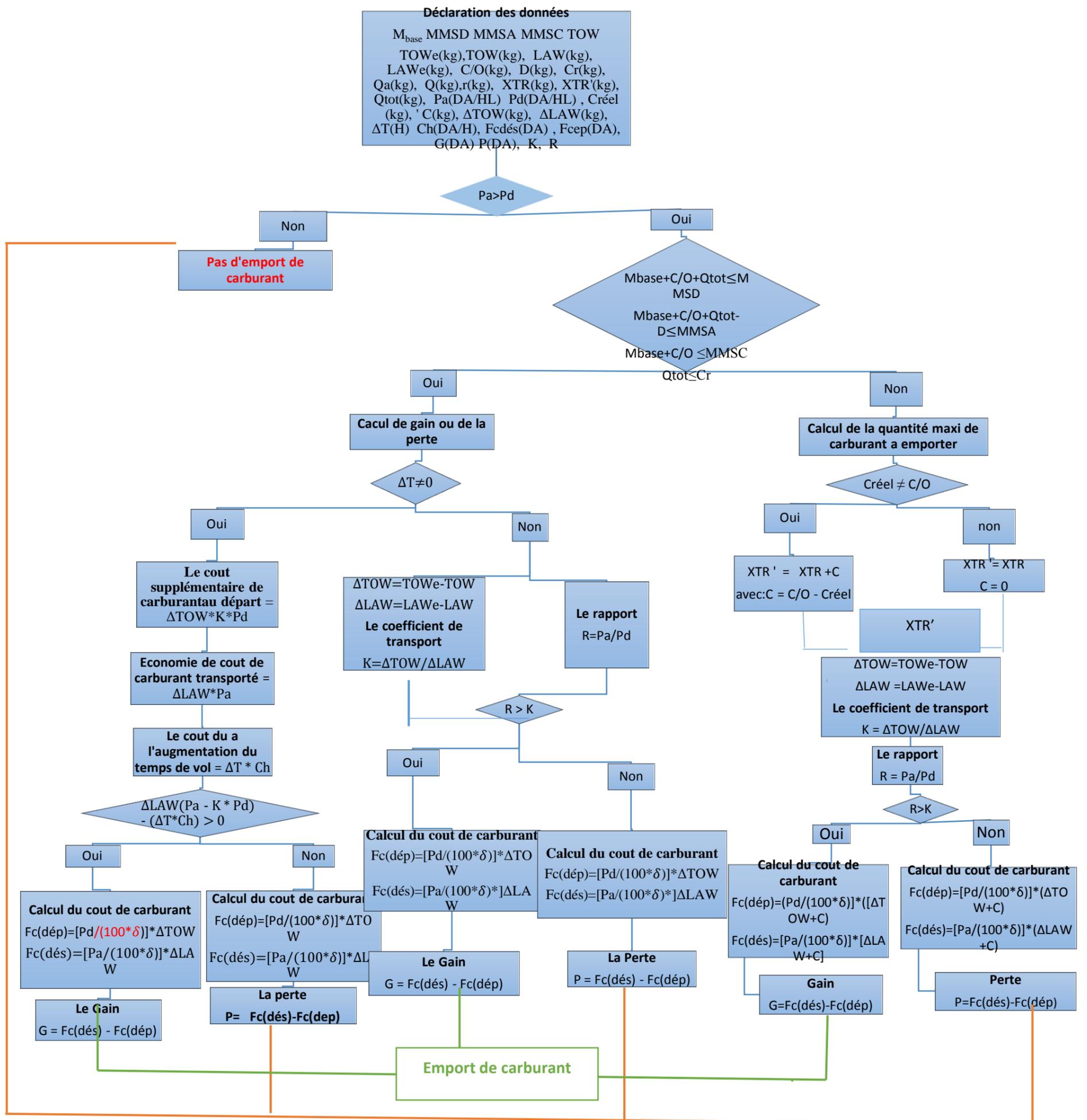
5.3.6.1 Les caractéristiques de la base de données

- ❖ Description des données : recherche des données ;
- ❖ Concurrence d'accès : détecter les conflits ;
- ❖ Confidentialité des données : privilège d'accès ;
- ❖ Intégré des données validation et cohérence des données .

Pour notre base de donnée on a utilisé le programme « SQL » car il est plus sécurisé concerne le stockage des données pour la compagnie aérienne, SQL (sigle de Structured Query Language, en français langage de requête structurée) est un langage informatique normalisé servant à exploiter des bases de données relationnelles. La partie langage de manipulation des données de SQL permet de rechercher, d'ajouter, de modifier ou de supprimer des données dans les bases de données relationnelles.

Outre le langage de manipulation des données, la partie langage de définition des données permet de créer et de modifier l'organisation des données dans la base de données, la partie langage de contrôle de transaction permet de commencer et de terminer des transactions, et la partie langage de contrôle des données permet d'autoriser ou d'interdire l'accès à certaines données à certaines personnes. Le principe de la base de données relationnelle est d'enregistrer les informations dans des tables, qui représentent des regroupements des données par sujets (tables des clients, tables des fournisseurs, tables des produits par exemple) les tables sont reliées entre elles par des relations.

3.6.3 L'organigramme



M_{base} : Masse de base en opération

MMSD : Masse Maximale Structural de Décollage

MMSA : Masse Maximale Structural d'Atterrissage

MMSC : Masse Maximale Sans Carburant

TOW : Masse estimée au décollage sans emport

TOWe : Masse estimée de carburant au décollage avec emport

LAW : Masse estimée de carburant à l'atterrissage sans emport

LAWe : Masse estimée de carburant à l'atterrissage avec emport

C/O : Charge offerte

D : Déléstage

Cr : Capacité réservoir

Qa : Carburant suffisant pour l'étape d'allée

Qr : Carburant suffisant pour l'étape de retour

Xtr : carburant insuffisant pour l'étape de retour

Qtot : Carburant embarqué au départ

Pa : Prix de carburant à l'arrivée

Pd : Prix de carburant au départ

ΔTOW : Variation de la masse au décollage

ΔLAW : Variation de la masse à l'atterrissage

ΔT : Variation de temps

Ch : Consommation horaire

Fc(dép) : Coût de carburant au départ

Fc(dés) : Coût de carburant à l'arrivée

K : Coefficient de transport

R : Rapport du prix d'arrivée sur le prix de départ

G : Gain

P : Perte

Crél : charge marchande réelle

Figure 3-3 : Organigramme de calcul le gain du transport carburant [20,22]