

040109
E22

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE



Mémoire de Fin d'Etude

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat En Aéronautique
Option : Opérations Aériennes

THEME

ECONOMIE ET OPTIMISATION CARBURANT

Organisme d'accueil : AIR ALGERIE



Réalisé par :

Mlle MESSAOUDI FATIMA ZAHRA

Dirigé par :

M. TERMLIL FARID

Promotion juin 2009

SOMMAIRE

Chapitre I :

| | |
|---------------------------|---|
| Introduction Général..... | 1 |
|---------------------------|---|

Chapitre II :

Historique et présentation de la compagnie

| | |
|------------------------------------|---|
| I. Historique de la compagnie..... | 3 |
| II. AIR ALGERIE aujourd'hui..... | 4 |
| III. Les missions..... | 5 |
| IV. Le réseau de la compagnie..... | 6 |
| IV.1 Le réseau domestique..... | 6 |
| IV.2 Le réseau international..... | 8 |
| V. Flotte d'Air Algérie..... | 9 |

Chapitre II

Quantités de carburant réglementaires

| | |
|--|----|
| I.1 Introduction..... | 10 |
| I.2 Emport carburant réglementaire..... | 10 |
| 1. Roulage (TAXI)..... | 11 |
| 2. Délestage..... | 11 |
| 3. Réserve de route..... | 12 |
| 4. Réserve de dégagement..... | 13 |
| 5. Réserve finale..... | 14 |
| 6. Carburant supplémentaire..... | 14 |
| 7. Carburant réglementaire pour vol ETOPS..... | 14 |
| II. JETPLAN..... | 17 |
| II.1 Plan de vol exploitation..... | 17 |
| II.1.1 Généralité..... | 17 |
| II.1.2 Description du plan de vol informatisé..... | 18 |
| II.2 La Météorologie..... | 21 |
| II.2.1 Données météorologiques..... | 21 |
| II.2.2 Services fournis..... | 21 |
| ➤ Messages météorologiques : TAF, METAR..... | 21 |
| ➤ Cartes graphiques..... | 21 |
| ➤ NOTAM..... | 22 |
| II.3 Les données navigation..... | 22 |
| II.4 Les données avion..... | 22 |
| II.5 Etablissement du JETPLAN..... | 23 |
| II.5.1 Détermination de la meilleure route..... | 23 |
| II.5.2 Calcul du carburant..... | 23 |
| II.5.2 Préparation du vol avec JETPLAN..... | 24 |
| 1. Règles générales..... | 24 |
| 2. Choix du dégagement..... | 24 |
| 3. Validité du JETPLAN..... | 24 |
| 4. Contrôle du JETPLAN..... | 24 |
| 4.1 Par l'escale..... | 24 |
| 4.2 Par l'équipage..... | 25 |
| 5. Utilisation du document JETPLAN..... | 25 |

| | |
|--|----|
| 6. Description du plan de vol ETOPS..... | 25 |
| III. conclusion..... | 27 |

Chapitre IV :

Méthodes OPS à fin de réduire la consommation carburant

| | | |
|------|---|----|
| I. | Introduction..... | 28 |
| II. | Procédures d'avant-vol..... | 28 |
| | II.1 Poids et équilibre..... | 28 |
| | II.2 Caractéristiques d'un bon système de planification de vol..... | 28 |
| | II.3 Définir l'âge de l'avion et des moteurs | 29 |
| | II.4 Avantages d'un bon système de planification de vol..... | 29 |
| III. | Conduite de vol..... | 29 |
| | III.1 vol normal en croisière..... | 30 |
| | III.1.1 Croisière optimale..... | 30 |
| | III.1.2 Croisière par palier..... | 31 |
| | III.1.3 Optimisation de la vitesse de croisière..... | 32 |
| | III.2 Conduite de vol (en montée)..... | 32 |
| | III.2.1 Altitude de jonction..... | 33 |
| | III.2.2 Profil de décollage..... | 33 |
| | III.3 Conduite de vol (en descente)..... | 33 |
| | III.3.1 Volets d'atterrissage..... | 34 |
| | III.3.2 Descente d'urgence..... | 34 |
| | III.4 Conduite de vol(Attente)..... | 34 |
| IV. | Utilisation d'un seul moteur au sol..... | 38 |
| | IV.1 Introduction..... | 38 |
| | IV.2 procédures pour les A330-200..... | 38 |
| | IV.3 procédures pour les 737-NG..... | 39 |
| | IV.3.1 Standard Operating Procédure..... | 40 |
| | IV.3.2 Eventuelles facteur de risque..... | 40 |
| | ➤ L'équipage de conduite..... | 40 |
| | ➤ Perte de systèmes d'avion..... | 41 |
| | ➤ La perte de puissance de poussé..... | 41 |
| | IV.3.3 paramètres opérationnelles à considérer | 42 |
| | 1. Aéroports..... | 42 |
| | 2. Taxiway et ramp..... | 42 |
| | 2.1 Voies encombrer..... | 42 |
| | 2.2 taxiways et ramps fluides..... | 42 |
| | 2.3 Sol contaminé..... | 42 |
| | 3. paramètres moteur..... | 42 |
| | 3.1 Température du moteur..... | 42 |
| | 3.2 Foreign Object Damage(FOD)..... | 42 |
| | 3.3 Redémarrage..... | 42 |
| | 4. Performance de l'équipage et les considérations additionnelles..... | 42 |
| | 4.1 Familiarisation avec l'EOT et les aéroports.... | 42 |
| | 4.2 Conditions météorologique..... | 42 |
| | 4.3 Direction et angle du virage..... | 43 |
| | 4.4 Tache secondaires..... | 43 |

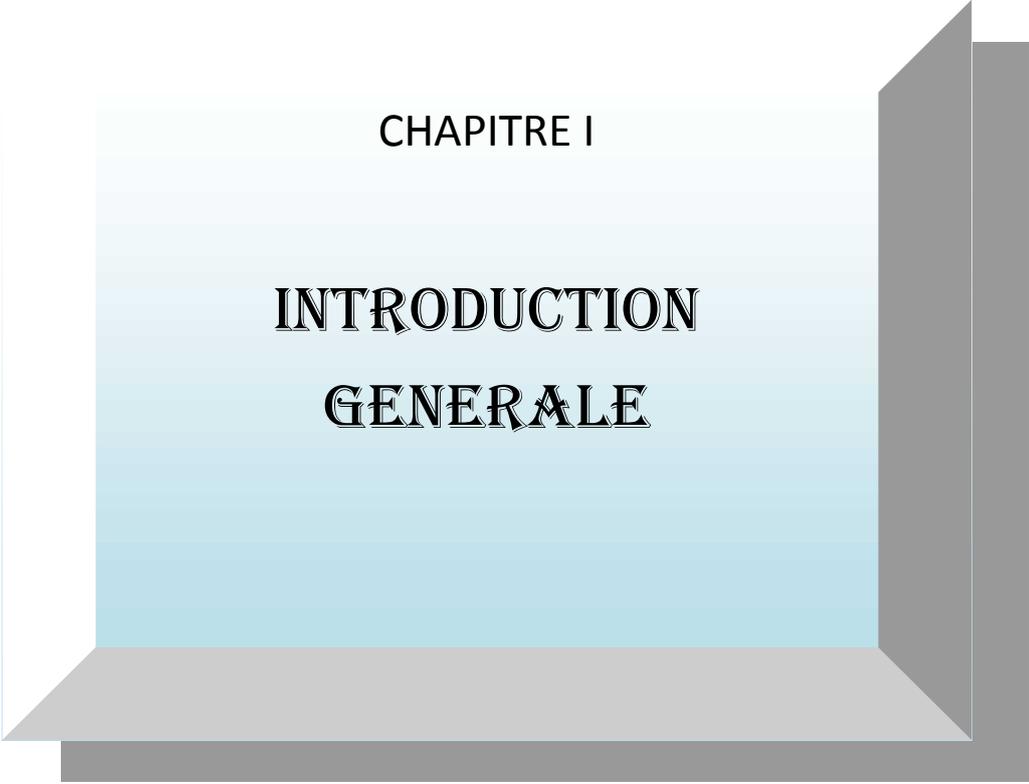
| | |
|--|----|
| 4.5 Temps du roulage..... | 43 |
| IV.4. Systèmes d'avion à considérer pour l'EOT..... | 43 |
| IV.5 Conclusion..... | 45 |
| V Ralenti poussée inverse après l'atterrissage..... | 45 |
| VI Réduction de la masse des articles de ravitaillement..... | 46 |
| ➤ Eau potable..... | 46 |
| ➤ Masse des conteneurs (ULD)..... | 46 |
| ➤ Pneus plus légers..... | 46 |
| VII Autres instruction jouant un rôle dans l'économie de carburant..... | 48 |
| VII.1 Poids et équilibre..... | 48 |
| VII.2 La MEL..... | 48 |
| VII.3 Traînée aérodynamique..... | 48 |
| VII.4 Nettoyage à l'eau des réacteurs..... | 49 |
| VIII Conclusion..... | 50 |
| Chapitre V : | |
| <u>L'APU (Groupe Auxiliaire de puissance)</u> | |
| I. Introduction..... | 51 |
| II. Consommation APU..... | 52 |
| III. Causes d'utilisation excessive de l'APU..... | 53 |
| IV. Solutions..... | 54 |
| V. Conclusion..... | 56 |
| Chapitre VI : | |
| <u>Protocol de Kyoto</u> | |
| I. Principe du protocole de Kyoto..... | 57 |
| II. Le Protocole et l'Aviation Civile..... | 58 |
| III. Les moyens techniques de réductions des GES dans l'aérien..... | 59 |
| ➤ Les compagnies aériennes..... | 59 |
| ➤ La gestion du trafic et des aéroports..... | 60 |
| IV. Les moyens organisationnels de réductions des GES dans l'aérien..... | 60 |
| ➤ Le problème des gaz concernés..... | 60 |
| ➤ Différence entre les taxes d'émission et les marchés de permis..... | 62 |
| ➤ Les permis d'émissions..... | 63 |
| ➤ Le problème d'un marché de permis séparé du marché actuel..... | 63 |
| ➤ Le problème de l'étendue des vols concernés..... | 63 |
| ➤ Quels interlocuteurs pour le marché des permis d'émission des vols internationaux ?..... | 64 |
| ➤ Le problème de l'allocation initiale des quotas..... | 65 |
| ➤ Le rôle de l'OACI..... | 66 |
| ➤ Le mécanisme de développement propre..... | 67 |
| V. Conclusion..... | 68 |
| Chapitre VII : | |
| Conclusion Général..... | 69 |

SOMMAIRE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau IV.1 Effet de la vitesse sur la consommation carburant en montée..... | 32 |
| Tableau IV.3 Consommation de l'A330-200 39..... | 32 |
| Tableau IV.3 Consommation de l'A330-200..... | 39 |
| Tableau IV.4 Consommation de carburant pour les configurations ENO..... | 44 |
| Tableau IV.5 Informations sur les différents systèmes du 737NG lors de EOT..... | 44 |
| Tableau IV.6 Diminution du poids du 737-600..... | 47 |
| Tableau IV.7 diminution du poids du 737-800..... | 47 |
| Tableau IV.8 diminution du poids du 767-300..... | 47 |
| Tableau IV.9 diminution du poids de l'ATR 72..... | 47 |
| Tableau IV.10 diminution du poids du A 330-200..... | 47 |
| Tableau V.1 consommation spécifique de l'A330..... | 53 |
| Tableau V.2 consommation du B737-NG..... | 53 |
| Tableau V.3 consommation de l'APU en vol..... | 53 |

SOMMAIRE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure II.1 : le réseau domestique | 6 |
| Figure II.2 : le réseau international..... | 8 |
| Figure III.1 : Emport carburant réglementaire..... | 11 |
| Figure IV.1: Choix du mach..... | 30 |
| Figure IV.2 : Vol en palier..... | 31 |
| Figure IV.3 Consommation de carburant en fonction de la vitesse..... | 35 |
| Figure IV.4 Consommation du carburant en fonction du poids de l'aéronef..... | 36 |
| Figure IV.5 : Model d'attente optimale..... | 37 |
| Figure IV.6 Les différentes configurations motrices APU..... | 44 |
| Figure V.1 Le cycle LTO..... | 52 |
| Figure VI .1 : les gaz à effet de serre..... | 57 |
| Figure VI.2 : Trafic en trillions de Revenu Passager Kilomètres en 2025..... | 58 |
| Figure VI.3 : Gaz a effet de serre au tour des aéroports..... | 60 |
| Figure VI.4: Gaz a effet de serre au tour des aéroports (CO et HC)..... | 61 |
| Figure VI.5 : cout de dépollution et niveau de pollution..... | 62 |
| Figure VI.6 : perte correspondant aux couts de dépollution..... | 62 |



CHAPITRE I

**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

L'avion demeure un moyen de transport en commun des plus efficaces et l'industrie aérienne est fermement engagée dans la lutte au changement climatique, mettant à profit l'évolution technologique. Ainsi, au cours des 40 dernières années, la consommation moyenne de carburant par passager a diminué de 70 %. On prévoit qu'entre 2005 et 2020 elle baissera de 25 %, et l'industrie a pris des engagements à cet égard. L'accroissement du trafic aérien a conduit les compagnies aériennes à prendre de nouvelles initiatives visant à réduire la consommation du carburant pour réduire l'émission des gaz à effet de serre (CO₂, CH₄ et NO_x) et permettre de réaliser des gains en assurant la sécurité maximale.

Les pays développés sont allés plus loin, ils se sont engagés à payer les compagnies aériennes qui consomment au-dessous d'un certain seuil une somme déterminée par heure « principe de Kyoto », par contre ceux qui polluent auront à payer une taxe dans l'espace aérien européen à partir de 2012, il faut établir un programme dès maintenant ;

Si la compagnie réduit sa consommation elle aura des gains grâce à l'économie de carburant, réduira les frais de la maintenance et en plus elle sera payée pour tout ça ! Par contre si elle ne change pas de politique elle payera des taxes en plus de ses pertes déjà énumérées.

Les mesures d'économie touchant les opérations aériennes c'est : la préparation des plans de vol, les opérations au sol, l'ingénierie et le commissariat. Certaines mesures, en apparence peu spectaculaires, se traduisent néanmoins par des chiffres impressionnants lorsqu'on transpose les résultats sur une année entière d'opération.

En terme d'étude opérationnelle il existe de nombreuses méthodes permettant la réduction de consommation de carburant :

- Roulage avec un seul moteur au sol
- Réduire la masse de base
- Nettoyage de la cellule ainsi que les moteurs
- Réduire l'utilisation de l'APU, surtout aux escales où on est équipé de « ground power unit »
- Optimisation des routes ainsi que le temps de roulage
- Réduire la poussée dans la phase de décollage
- L'utilisation minimum de l'inverseur de poussée à l'atterrissage

INTRODUCTION GENERAL

A AIR ALGERIE on s'est intéressé à l'actuel déroulement des vols en surveillant plus particulièrement :

- l'utilisation de l'APU grâce à l'ACARS ;
- en faisant un croisement entre le JETPLAN et la quantité réelle de carburant ayant été emportée à bord ;
- Surveillant le temps de mise en marche des moteurs en comparant avec les heures de vol réel des appareils ;

On a constaté que la situation actuelle est loin d'être optimale et qu'une meilleure conduite de l'équipage pouvait permettre à réduire considérablement la consommation de carburant ainsi que la réduction des frais de maintenance qui s'en suit.



CHAPITRE II

**PRESENTATION DE LA
COMPAGNIE**

Présentation de la compagnie

I. Historique de la compagnie :

La compagnie aérienne Air Algérie a été créée en 1947, pour l'exploitation du réseau des lignes aériennes entre l'Algérie et la France.

Ce même réseau était desservi par la société AIR-TRANSPORT dont les lignes s'étendaient jusqu'en Afrique occidentale française.

- En 1953, à la suite de la fusion de ces deux organismes, la compagnie générale de transport (AIR ALGERIE) entre en activité.
- En 1954, début de la guerre de la libération nationale, « AIR ALGERIE » dispose d'une flotte composée de 4 avions conventionnels à pistons DOUGLAS DC4.
- En 1956, l'introduction des LOCKHEED « CONSTELLATION » porte la flotte à dix avions.
- En 1957, Air Algérie acquiert deux autres DC4 ainsi que deux DC3 Nord Atlas cargo.
- En 1959, Air Algérie met en service son 1er avion turboréacteur ; la première Caravelle,
- En 1962, date de notre indépendance nationale, la flotte existante était composée de :
 - 04 caravelles.
 - 10 DC4.
 - 03 DC3.

En 1963, AIR ALGERIE devient une compagnie nationale sous tutelle du Ministère des Transports.

L'indépendance nationale va entraîner le départ des personnels de nationalité française ; il s'en est suivie une « algérianisation progressive ».

AIR ALGERIE va développer son réseau progressivement grâce à l'ouverture de nouvelles lignes internationales à destination des pays avec lesquels l'Algérie a établi des relations diplomatiques ou commerciales (Europe, Afrique et Moyen Orient) ; 35 destinations vers l'étranger et 26 destinations intérieures.

- En 1966, l'algérianisation du personnel navigant commercial est menée à son terme.
- 1968 : les actions encore détenues par les sociétés étrangères sont rachetées par l'état algérien. Cette année a également été marquée par l'acquisition de quatre CONVAIR G60 et retrait des DC4 et DC3.
- En 1971 : Mise en service des premiers « SUPERJET » BOEING (B727 ET B737). L'effort fourni pour la formation de personnels navigants permettra la composition du premier équipage entièrement algérien.

- En 1972 : la compagnie enregistre un nouveau succès avec la réalisation, dans ses ateliers de maintenance de DAR EL BEIDA, de la première grande visite (GV) sur un appareil de type CARAVELLE.
- En 1984, l'algérianisation du personnel navigant technique peut être considérée comme achevée : 98% de l'effectif du personnel de conduite est composé de nationaux.

Au début de l'année 1990, l'entreprise a pleinement pris conscience du besoin d'élaborer des stratégies autonomes qui permettent un développement cohérent et efficace des activités de transport et de travail aérien.

Le 17 février 1997, s'est tenue l'Assemblée Générale constitutive consacrant le passage Air Algérie à l'autonomie. Elle a procédé à l'approbation des nouveaux statuts qui transforment la compagnie en société par action (SPA) et à la nomination des commissaires aux comptes.

- En MARS 2000 AIR ALGERIE met en service des avions de type « BOEING 737-800 » : 7 ; et « BOEING 737-600 » : 3. ce sera les premières acquisitions depuis 1990 où elle avait acheté les « BOEING 767 -300 » : 3.
- En 2003 « ATR 72-500 » : 8 ;
- En 2005 AIR ALGERIE met en service des avions de types « AIRBUS A330-200 » : 5 ;

Ceci constituera un nouvel effort pour satisfaire une demande sans cesse croissante.

II. AIR ALGERIE aujourd'hui :

AIR ALGERIE est une société par actions- S.P.A. dont le capital est de 43.000.000.000,00 DA. Sa flotte compte 33 appareils dont 31 sont exploités pour le passage et 2 pour le cargo. D'un âge moyen de 5 ans, la flotte passage est une des flottes les plus jeunes du secteur.

La Compagnie dispose aujourd'hui, d'un certain nombre d'atouts forts pour améliorer sa compétitivité sur le marché face à la concurrence, assurer sa rentabilité et préserver sa santé financière.

- une situation financière saine ;
- des résultats nets bénéficiaires sur les 10 derniers exercices et des prévisions de clôture bénéficiaires pour 2006 ;
- des projections financières présentées sur toute la période de remboursements des emprunts

(2004 - 2011) indiquant :

- des résultats nets équilibrés ;
- et la capacité d'AIR ALGERIE à faire face aux échéances, aux remboursements des emprunts contractés.

- un capital social renforcé, porté de 2,5 milliards de dinars en 2001 à 37 milliards de dinars en 2006. Les augmentations successives du capital social ont été réalisées par incorporation des réserves de la société.
- une trésorerie nette excédentaire. Le remboursement des échéances des emprunts ne suscite aucune difficulté de trésorerie ;
- une nouvelle politique financière « prudentielle » menée à court, moyen et long terme, dans le cadre des nouveaux engagements financiers de la Compagnie ;
- le remboursement par anticipation de la dette extérieure et son refinancement par des emprunts nationaux. Cette opération réduit les coûts financiers des soldes des emprunts restants à rembourser, et supprime à terme le risque de change en cas d'érosion de la parité Dinars/USD.

Après cette opération, l'endettement d'AIR ALGERIE est libellé à 100% en dinars

- une flotte entièrement renouvelée (26 nouveaux avions). L'âge moyen de la flotte passage est de 5 ans au 31/12/2006 ;
- une base de maintenance de toute dernière technologie à l'aéroport d'Alger, constituant pour AIR ALGERIE, un nouveau centre de profit ;
- la poursuite du processus de certification requis déjà entamé : EASA PART 145, IOSA/IATA et ISO 9001 version 2000 et d'implémentation d'un système qualité lui permettant de se hisser aux standards internationaux ;

III. Les missions :

La mission principale d'Air Algérie est le transport des passagers, bagages, fret et courrier dans les conditions optimales de sécurité, de régularité et de confort.

Les ressources de la compagnie sont générées également par d'autres activités en plus de celles des passagers à savoir :

- Fret.
- Maintenance aéronautique.
- Hôtellerie.
- Assistance au sol.

IV. Le réseau de la compagnie :

IV.1 Le réseau domestique

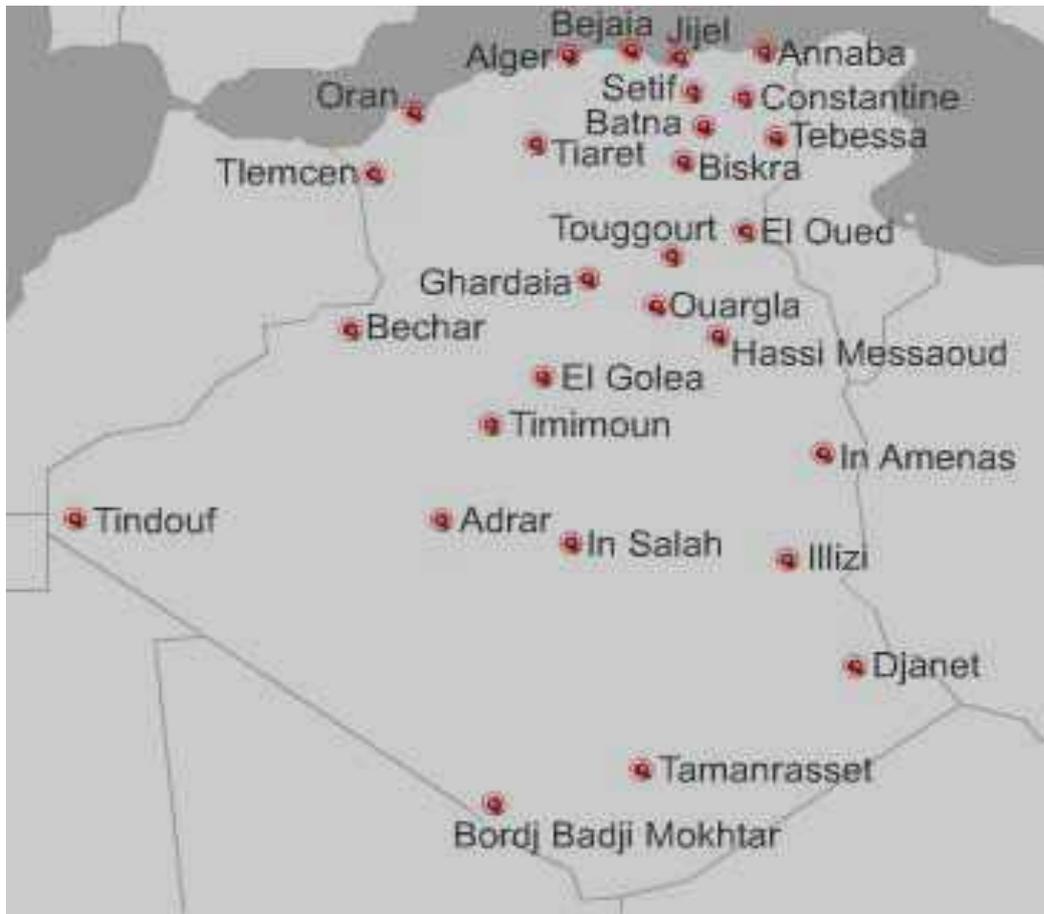


Figure II.1 : le réseau domestique

Adrar : Ouargla – Oran

Algier : Adrar – Annaba– Batna - Bechar– Bejaia– Biskra– Constantine – Djanet – El Goléa – El oued – Ghardaïa – Hassi messaoud – Illizi – In Salah – Jijel – Mascara – Oran –Ouargla –Sétif – Tamanrasset – Tébessa – Tlemcen – Tiaret – Timimoun – Tindouf –Touggourt.

Annaba : Oran

Batna : Oran – Tindouf



Bechar : Oran– Tindouf

Constantine : H. Messaoud - Sétif – Oran

Djanet : Ouargla – Tamanrasset 5

Ghardaïa : Illizi – Tamanrasset

H–Messaoud : Constantine – In Amenas – Oran

Illizi : Ghardaïa – Ouargla

In Amenas : H. Messaoud – Oran – Ouargla

In Salah : Tamanrasset.

Oran: Adrar – Annaba –Bechar – Constantine - H-messaoud – Ouargla –
Tamanrasset

Ouargla : Adrar – Djanet – Illizi - In Amenas - In Salah – Oran

Tamanrasset : Djanet – Ghardaïa – In Salah – Ouargla

IV.2 Le réseau international :



Figure II.2 : le réseau international

France :

Alger : Bordeaux - Lille – Lyon– Marseille – Nice– Paris –Toulouse

Oran : Bordeaux - Lyon – Marseille– Paris –Toulouse

Annaba : Lyon – Marseille– Paris

Constantine : **Lyon** – Marseille –Bale - Paris.

Biskra : **Lyon** – Paris

Batna : Lyon – Marseille– Paris

Europe :

Alger : Barcelone– Berlin– Bruxelles –Francfort – Genève –Istanbul –Londres

Madrid – Moscou – Prague – Rome

Oran : Alicante- – Casablanca

Maghreb & Moyen Orient :

Alger : Amman– Le Caire – Casablanca – Damas – Nouakchott –Dubai – Tunis.

Amman : Dubai.



Casablanca : Nouakchott.

Afrique :

Alger: Bamako – Dakar – Niamey – Ouagadougou – Abidjan.

Amérique du nord :

Alger : Montréal

Asie :

Alger : Pékin

V. Flotte d'Air Algérie :

La flotte est renouvelée par l'acquisition de nouveaux avions tels que les Boeing 737 - 800, 737 – 600, les ATR – 72-500 et par des Airbus A330 - 200.

A ce jour, Air Algérie compte une flotte de 33 avions composée de :

Passagers :

- **B737-600 : 5** appareils
- **B737-800 : 10** appareils
- **B767-300 : 3** appareils
- **A330-200 : 5** appareils
- **ATR72 : 8** appareils

Cargo :

- **Hercule L 130 : 2** appareils

CHAPITRE III

**QUANTITÉ DE
CARBURANT
RÉGLEMENTAIRE**

Quantités de carburant réglementaires

I.1. Introduction :

Les calculs de carburant sont faits à partir des données de consommation qui nous parviennent par le biais du constructeur sous forme d'abaque, ensuite l'exploitant détermine la quantité de carburant à emporté en fonction des paramètres suivants :

- Charges
- Altitude du vol
- Distance à parcourir
- Conditions météorologiques
- Contraintes dues au trafic aérien

L'exploitant doit s'assurer que la quantité de carburant embarquée est suffisante pour acheminer l'avion à destination en toute sécurité ainsi qu'une quantité supplémentaire afin de rejoindre un aérodrome de dégagement si nécessaire ou faire face à autres inconvénients lors du vol.

Cependant, les quantités réglementaires ont été fixées dans le paragraphe 7-10, chapitre 3 de l'arrête du 5 novembre 1987 du règlement du transport aérien. Qui s'est basée sur trois types de règlements :

L'OACI (ANNEXE 06), JAR-OPS-125, et la FAR 121-645.

I.2. Emport carburant réglementaire ;

Un exploitant doit s'assurer que les quantités de carburants embarquées

- ✓ Le carburant pour le roulage (r)
- ✓ La consommation d'étape (délestage)
- ✓ Les réserves de carburants :
 - ❖ Réserve de route (RR)
 - ❖ Réserve de dégagement (RD)
 - ❖ Réserve finale (RF)

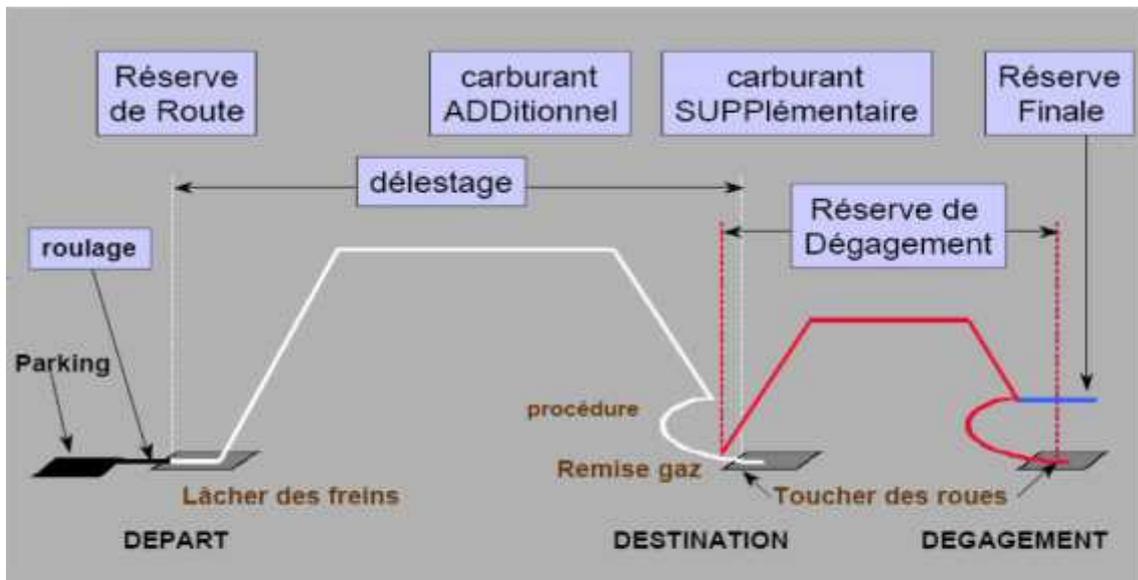


Figure III.1 : Emport carburant réglementaire

La quantité de carburant au lâcher des freins est notée Q_{LF} .
 $Q_{LF} = D + RD + RR + RF$.

1. Roulage (TAXI)

La quantité carburant prévue pour le roulage ne doit pas être inférieure à celle prévue à utiliser avant le décollage en tenant compte des conditions locales de l'aérodrome de départ et de la consommation du groupe auxiliaire de puissance (APU).

2. Délestage

Consommation d'étape, carburant utilisé pour décollage, cheminement de départ, montée, croisière (en tenant compte des éventuels changements de niveau), descente, procédure d'arrivée, approche et l'atterrissage sur

l'aérodrome de destination donc :

Le carburant utilisé pour le décollage et la montée, jusqu'au niveau de croisière, compte tenue de départ prévu.

Le carburant utilisé du début de la descente jusqu'au début de la procédure d'approche et compte tenu de la procédure d'arrivée prévue. Le carburant utilisé de la fin de montée (TOD) jusqu'au début de la descente (LD), en tenant compte de toute montée ou descente par

3. Réserve de route

La réserve de route doit être la plus élevée des quantités suivantes (A) et (B)

A- soit

- ❖ 5% de la consommation d'étape ou en cas de re-planification en vol 5% de la consommation prévue pour le reste de l'étape.
- ❖ Au moins 3% de la consommation d'étape, en cas de re-planification en vol 3% de la consommation prévue pour le reste de l'étape, sous réserve de l'approche de l'autorité et pourvu qu'un aérodrome de dégagement en route soit disponible.
- ❖ une quantité correspondant à 20mn de la consommation d'étape prévu pour ce vol.
- ❖ une quantité au moins égale à 15mn à la vitesse 1500ft (450m) au dessus de l'aérodrome de destination, en condition standard, lorsque l'exploitant établit un programme approuvé par l'autorité de suivi de carburant pour chaque combinaison individuelle avion route et que ce programme entre dans une analyse statistique permettant la détermination de la réserve de route pour cette combinaison avion/route.

B : soit

Le carburant nécessaire pour voler pendant 5mn à la vitesse d'attente à 1500 ft (450m) au dessus de l'aérodrome de destination.

4. Réserve de dégagement RD

Quantité de carburant nécessaire pour rejoindre l'aérodrome de dégagement, cette quantité est définie avant le vol, on doit tenir compte d'une panne moteur et une panne de pressurisation dans le point le plus critique de la route.

C'est le carburant prévu pour faire une attente de 15 mn, à 1500 ft au dessus de l'aérodrome en condition standard, lorsque le vol est en région IFR sans aérodrome de dégagement, en cas de panne éventuelle moteur ou du système de pressurisation, l'avion doit :

Descendre autant que nécessaire et poursuivre le vol jusqu'à un aérodrome adéquat, et attendre pendant 15 mn à 1500 ft au dessus de l'aérodrome en condition standard. Et tenir compte de la panne moteur ou de la panne pressurisation la quantité embarquée doit permettre de couvrir la panne depuis le point le plus critique sur la route rejoindre un aérodrome adéquat et effectuer une approche et atterrissage.

Remarque :

Si conformément au JAR OPS1-295, les aérodromes de dégagement sont nécessaires, le carburant pour le dégagement doit être suffisant pour voler jusqu'à l'aérodrome de dégagement exigeant une quantité de dégagement plus importante.

5. Réserve finale (RF)

Carburant nécessaire à un vol de 30 mn à la vitesse d'attente en ISA à 1500 ft au dessus de l'aérodrome de dégagement ou de l'aérodrome de destination, si le dégagement n'est pas exigé. Il faut prévoir une quantité suffisante pour :

- ❖ les avions. Équipés d'un moteur à pistons, la quantité nécessaire à un vol de 45mn.
- ❖ les avions équipés de moteur jet, la quantité de carburant nécessaire à un vol de 30 mn, à la vitesse d'attente à 1500 ft au dessus de l'arrivé de l'aérodrome de destination.

6. Carburant supplémentaire

Le carburant supplémentaire, qui est laissé à la discrétion du commandant de bord.

7. Carburant réglementaire pour vol ETOPS :

En cas de vol ETOPS la JAR OPS 1 - 255 précise qu'en tout point de la route, l'avion doit disposer du carburant nécessaire pour rejoindre un aérodrome accessible avec un moteur en panne et une panne du système de pressurisation et avec des réserves réglementaires.

La panne du système de pressurisation implique une descente d'urgence et une fin de croisière au FL 100, d'où une surconsommation en carburant.

Au niveau de la préparation du vol, il faut envisager un « **scénario critique** » qui consiste en une panne moteur et pressurisation sur le point équidistant entre les deux derniers aérodromes accessibles prévus comme supports du vol ETOPS, ce point

est critique, car l'avion est en fin de croisière, il dispose donc de peu de carburant.

Le carburant réglementaire au décollage (JAR OPS 1.255) « scénario critique ETOPS », doit comprendre au minimum :

- ✓ Le délestage normal du décollage jusqu'au point critique,
- ✓ Le délestage depuis le point critique jusqu'à l'aérodrome de déroutement en tenant compte d'une descente d'urgence au FL 100,
- ✓ Une croisière au FL 100 et sur N-1 moteur jusqu'à l'aérodrome de déroutement,
- ✓ Une majoration de ce délestage de 5 % pour tenir compte des imprécisions des données météorologiques,
- ✓ Une majoration de ce délestage de 5 % fixée par l'exploitant pour tenir compte de la dégradation des performances de l'avion (adapté au type d'avion),
- ✓ Une majoration de ce délestage de 5 % fixée par l'exploitant pour les conditions givrantes (adapté au type d'avion),
- ✓ Une consommation de L'APU,^t

- ✓ Sur l'aérodrome de déroutement, une attente de 15 minutes à 1500 ft, une approche avec remise des gaz, une seconde approche avec atterrissage complet.

La planche reproduite ci-après fournit le carburant ETOPS pour l'A 330 avec un moteur en panne au FL 100.

Ce carburant comprend :

- la descente d'urgence,
- la croisière N-1 moteur à 330kt et au FL 100,
- la descente finale, l'attente de 15 minutes à 1500 ft,
- une procédure avec remise des gaz et une deuxième procédure.

Le carburant au lâcher des freins doit être supérieur ou égal au carburant ETOPS avec panne moteur et pressurisation au point critique, soit:

- ✓ Délestage en vol normal du lâcher des freins jusqu'au point critique,
- ✓ délestage du point critique jusqu'à l'aérodrome de déroutement (au FL 100 et sur N-1 moteur) 13 tonnes.

Afin de connaître la quantité du carburant ETOPS, nous devons calculer le délestage en vol normal entre le lâcher des freins et le point critique (ETP),

- Sur ce type de vol long courrier, l'économie de carburant est primordiale et le pilote essaiera de se situer le plus près possible de l'altitude optimale (en fonction de son Mach en palier et de la masse avion), tout en respectant la règle des niveaux de vol et sans dépasser l'altitude maximale.
- Le profil de vol idéal serait d'utiliser un niveau de vol légèrement supérieur à l'altitude optimale (dans notre cas FL 370) car en consommant du carburant, la masse de l'avion diminue et son niveau de vol se rapproche de l'altitude optimale.

Remarque :

La réduction de la réserve de route est faite selon le choix du Point de décision ou Procédure Redispatch, Cela implique la sélection d'un point de décision où l'avion peut continuer jusqu'à l'aéroport prévue comme destination avec une quantité suffisante de carburant sans excédant, ainsi pour minimiser la réserve de route, les aéroports de dégagement devraient être choisis

aussi proche que possible de la destination, il faut bien minimiser la quantité de carburant à bord et la réserve d'urgence grâce à une planification de vol précise (surveillance de la consommation de carburant en fonction de la combinaison entre la route spécifique et le type d'avion) .

Sur ce type de long courrier l'économie de carburant est primordiale et le pilote essaiera de se situer le plus près possible de l'altitude optimale (en fonction de son Mach en palier et de la masse d'avion), tout en respectant la règle des niveaux de vol et sans dépasser l'altitude maximale.

II. JETPLAN :

II.1 Plan de vol exploitation

Les plans de vol techniques sont établis en temps réel par ordinateur et donnent lieu à un document préparation / suivi de vol édité sur imprimante et appelé JETPLAN.

Avant chaque vol, le TNAO (DTR) en service doit garder une copie du plan de vol technique au sol, pour archivage

II.1.1 Généralités

Le plan de vol exploitation utilisé et les données consignées pendant le vol renferment les éléments suivants :

- ✓ immatriculation de l'avion ;
- ✓ type et variante de l'avion ;
- ✓ date du vol ;
- ✓ identification du vol ;
- ✓ lieu de départ ;
- ✓ heure de départ (heure bloc et heure de décollage réelles ;
- ✓ lieu d'arrivée (prévu et réel) ;
- ✓ heure d'arrivée (heure bloc et heure d'atterrissage réelles) ;

- ✓ type d'exploitation (ETOPS, VFR, vol de Convoyage, etc.) ; (10) route et segments de route avec les points de report ou les points de cheminement, distances, temps et routes ;
- ✓ vitesse de croisière et durée de vol prévues entre les points de report ou les points de cheminement. Heures estimées et réelles de survol ;
- ✓ altitudes de sécurité et niveaux de vol minimums ;
- ✓ altitudes et niveaux de vols prévus ;
- ✓ calculs carburant (relevés carburant en vol) ;
- ✓ carburant à bord lors de la mise en route des moteurs ;
- ✓ dégagements et, selon le cas, déroutement au décollage et en route, y compris les données exigées en (10), (11), (12) et (13) ci-dessus ;
- ✓ clairance initiale du plan de vol circulation aérienne et reclairances ultérieures ;
- ✓ calculs de replanification en vol ;
- ✓ informations météorologiques pertinentes

Remarque :

- ✓ Les inscriptions sur le plan de vol exploitation doivent être faites en temps réel et de manière irréversible.
- ✓ Le JETPLAN est calculé en fonction des conditions prévues du vol telles qu'elles sont connues au moment de la demande.
- ✓ Le système de calcul est implanté au centre des opérations AIR ALGERIE à l'aéroport HOUARI BOUMEDIENE

II.1.2 Description du plan de vol informatisé**Première partie du plan de vol**

1. Numéro du plan de vol, aéroport de départ, aéroport d'arrivée, type d'avion, règle de vol et date de calcul.
2. Heure de calcul, heure estimée de départ, référence du programme météorologique, immatriculation avion et l'unité utilisée.

3. City pair (le couple aéroport départ/destination) et la date du vol
4. Numéro de vol, jour du vol, aéroport de départ, aéroport de destination, distance air, type d'optimisation (Fuel, time, cost), route de la compagnie, vent moyen et température moyenne.
5. Partie Carburant:
 - Colonne 1: Lines labels: délestage, réserves de route, réserves de dégagement, attente, carburant au décollage, Carburant au roulage et block fuel.
Le facteur de performances de cet avion est utilise pour le calcul du carburant.
 - Colonne 2: carburant estimé
 - Colonne 3: vide pour les corrections du commandant
 - Colonne 4: Heure estimée
 - Colonne 5: distance sol départ/arrivée et arrivée/dégagement.
 - Colonne 6: distance air départ/arrivée et arrivée/dégagement.
 - Colonne 7: Niveau de vol départ/arrivée et arrivée/dégagement.
6. Ajustement de la consommation carburant en cas de changement de poids ou de latitude.
7. partie masses :
 - Colonne 1: Lines label: masse de base de l'avion, Charge offerte estimée, ZFW estimé, carburant au décollage, TOW estimé, consommation carburant estimée, masse à l'atterrissage estimée.
 - Colonne 2: masses estimées par calcul.
 - Colonne 3: Vide pour les corrections du commandant de bord.
 - Colonne 4: Masses Structurelles.
 - Colonne 5: Raisons des limites opérationnelles remplis par les commandants nécessaires.
8. Copie de la route figurant dans le plan de vol
9. carburant et temps reportés par le pilote

Deuxième partie du plan de vol

Pour chaque point de cheminement, la consommation et le temps de vol ainsi que les informations de navigation associées.

WPT: Waypoint Point de cheminement

| | | |
|-----------|---|---|
| FLT: | Flight level | Niveau de vol |
| WIND: | WIND | Le vent |
| TAS: | True Air Speed | Vitesse vraie |
| OTT: | Outbound True Track | Trajectoire vraie d'éloignement |
| OMT: | Outbound Mag. Track | Trajectoire magnétique d'éloignement |
| DST: | Ground distance | Distance sol |
| NAM: | Air Distance | Distance air |
| E.T.: | Elapsed Time | Temps écoulé |
| E.T.A: | Estimated Time of Arrival | Temps estimé d'arrivée |
| ECBO: | Estimated Cumulated Fuel Burn Off | Consommation carburant cumulée |
| estimée | | |
| ACBO: | Actual Cumulated Fuel Burn Off | Consommation carburant cumulée réelle |
| EFOB: | Estimated Fuel On Board | Carburant à bord estimé |
| E.WT: | Estimated aircraft Weight | Poids avion estimé |
| AWY: | Airway | Voie aérienne |
| MSA: | Minimum Safe Altitude | Altitude minimale de sécurité |
| OAT: | Outside Air Temperature | Température de l'air extérieur |
| GS: | Ground Speed | Vitesse sol |
| ITT: | Inbound True Track | Trajectoire vraie de rapprochement |
| IMT: | Inbound Mag. Track | Trajectoire magnétique de rapprochement |
| RDST: | Remaining Ground Distance | Distance sol restante |
| RNAM: | Remaining Air Distance | Distance air restante |
| C.T.: | Cumulated Time | Temps cumulé |
| A.TA: | Actual Time of Arrival | Temps réel d'arrivée |
| AFOB: | Actual Fuel On Board | Carburant réel à bord |
| | Endroit pour des enregistrements du pilote (contrôle de carburant et du temps). | |

II. 2 La Météorologie

II.2.1 Données météorologiques

JETPLAN est alimenté en données météorologiques par le centre météorologique mondial de BRACKNELL (Grande Bretagne).

Les informations météorologiques sont fournies et analysées à partir des satellites suivants :

- ✓ GOES: spécialisé en imagerie visible et infrarouge satellite
- ✓ METEOSAT, GMS, POLAR ORBITER : spécialisées en imagerie satellite
- ✓ NWS DIFAX : spécialisé en :
- ✓ analyse radar,
- ✓ observations en surface et en altitude des couches d'air,
- ✓ prévisions numériques

Ces données météorologiques sont conformes à :

- ✓ I'OACI : Annexe 3,
- ✓ WMO Technical Regulations : Chapitre 9,
- ✓ FAR 91,121 et 135.

II.2.2 Services fournis

Les services fournis par JETPLAN en matière de météorologie sont:

➤ **Messages météorologiques : TAF, METAR.....**

Les messages météorologiques sont obtenus sous le format fourni par NWS (National Weather Service - Washington).

Les messages textuels sont disponibles via SITA, ARINC et PC.

➤ **Cartes graphiques**

a) TEMSI : Haute et basse altitude

b) Cartes de vents et températures

Le modèle informatique travaille sur un découpage de l'atmosphère correspondant à un maillage qui permet de restituer 7 niveaux isobariques : 850, 700, 500, 300, 250, 200, 150 mb qui correspondent aux altitudes : 5000, 9000, 18300, 30100, 34000, 38000, 45000 ft respectivement.

JEPPESEN fournit 04 fois par jour 04 prévisions des cartes des vents et températures valables pour l'heure d'observation + 06 H, + 12 H, + 18 H et + 24 H disponibles à partir de 21H30, 02H00, 09H30 et 14 H00 respectivement

➤ **NOTAM :**

JETPLAN fournit les informations NOTAM par :

- ✓ Aérodrome et
- ✓ FIR

Les NOTAM peuvent être obtenus sous le format international conformément à l'annexe 15 OACI ou sous une forme permettant la lecture en langage clair en langue anglaise.

II.3 Les données navigation

JETPLAN travaille directement sur la base de données navigation de JEPPESEN régulièrement mise à jour. Cette base de données est composée comme suit :

a) Les données officielles :

- ✓ Données aéroports,
- ✓ Waypoint, moyens radio
- ✓ SIDs
- ✓ AIRWAYS

b) Les routes préférentielles AH

II.4 Les données avion

A chaque matricule avion correspond un enregistrement qui contient ses caractéristiques principales :

- ✓ Type avion - type moteur
- ✓ Masse de base - Limitations structurales
- ✓ Profils de montée, croisière, descente et attente.

II.5 Etablissement du JETPLAN

II.5.1 Détermination de la meilleure route

Dans chacun des cas, pour établir le plan de vol, JETPLAN procède selon les paramètres fixés par l'agent préparateur de vol :

- ✓ Mach, Niveaux de vol, Itinéraire fixés: JETPLAN calcule le profil demandé,
- ✓ Mach, Niveau de vol fixés : JETPLAN détermine l'itinéraire avec un vent effectif minimum,
- ✓ Mach fixé : JETPLAN détermine l'itinéraire avec un vent minimum et un niveau de vol optimum
- ✓ Mode Mini Fuel : JETPLAN détermine l'itinéraire, le niveau de vol et la TAS (True Air Speed)
- ✓ Mode Mini Time : JETPLAN détermine l'itinéraire, le niveau de vol et la TAS (True Air Speed)
- ✓ COST INDEX : JETPLAN détermine l'itinéraire, le niveau de vol et la TAS (True Air Speed)

II.5.2 Calcul du carburant

Pour une route donnée et compte tenu de la masse prévue de l'avion, le système recherche le profil de vol optimum à l'aide des performances et du tableau d'accrochage.

Concernant les réserves:

- ✓ La réserve de route est calculée en fonction du délestage et du coefficient de transport réels du vol.

Sur le plan de vol, est affichée la réserve de route restant à l'arrivée et son transport est inclus dans le délestage.

- ✓ La réserve de dégagement est calculée à la masse réelle de l'avion et intègre le vent prévu sur le tronçon de dégagement.

La procédure aux instruments est incluse dans le délestage (d'étape et de dégagement) entre le TOD (Top of Descente) et l'arrivée.

De ce fait pour bénéficier des dernières prévisions météorologiques connues, un vol dont l'heure de départ se situe entre 08H00 Z et 20H00 Z peut être préparé à partir de 18H00 Z.

Cependant la nécessité de connaître le plus exactement possible, les autres éléments indispensables à l'élaboration du plan de vol comme la charge, les informations

aéronautiques liées aux routes etc..., le JETPLAN doit être tiré le plus près possible de l'heure de briefing équipage.

II.5.2 Préparation du vol avec JETPLAN

1. Règles générales

La préparation du vol se fait avec JETPLAN sur la route retenue par le système, en fonction des critères vérifiés et retenus par l'agent (zones dangereuses, NOTAM etc...)

2. Choix du dégagement

Codes et abréviations

Lors de la préparation du vol, l'aérodrome le plus proche accessible est retenu sauf cas particuliers.

3. Validité du JETPLAN

Le chargement dans JETPLAN des données météorologiques a lieu deux fois par jour :

- ✓ Vers 06H00 Z le matin,
- ✓ Vers 18H00 Z le soir.

4. Contrôle du JETPLAN

4.1 Par l'escale

L'escale doit s'assurer que le JETPLAN est conforme :

- ✓ à la demande qui a été faite
- ✓ au plan de vol ATC

Dans le cas contraire, l'escale doit informer le service JETPLAN par message SITATEX à l'adresse ALGOWAH en précision la nouvelle route ATC déposée pour qu'un nouveau plan de vol JETPLAN soit envoyé.

4.2 Par l'équipage

Il est nécessaire que l'équipage vérifie et signe le plan de vol. Dans tous les cas, l'équipage peut demander qu'un nouveau plan de vol JETPLAN soit établi.

5. Utilisation du document JETPLAN

Les paramètres, relevés et informations qui doivent être obligatoirement consignés sur ce document sont les suivants :

- ✓ Heure bloc départ
- ✓ Heure bloc d'arrivée
- ✓ Heure décollage
- ✓ Heure d'atterrissage

En croisière :

- ✓ Quantité de carburant consommée, au moins une fois par heure
- ✓ Heure de passage réel au moins une fois par heure

6. Description du plan de vol ETOPS

- Légende du Plan de Vol ETOPS :

E1. Définition de la zone ETOPS en temps et distance de déroutement.

E2. La route planifiée avec point d'entrée "ENT" et point de sortie "EXT" en zone ETOPS.

E3. La période d'accessibilité des aéroports prévus pour le déroutement.

E4. Présentation des points à temps égaux (ETP)

DIST : distances écoulées jusqu'aux terrains de déroutement

W/C : les composantes des vents vers les deux terrains de déroutement du point ETP

CFR : la quantité de carburant nécessaire pour le déroutement

FOB : la quantité de carburant qui doit être disponible à bord

EXC : la quantité de carburant excédante

TIME TO ETP : le temps de vol du point ETP actuel jusqu'au prochain point ETP

TIME TO ALT : le temps de vol du point ETP jusqu'aux aéroports de déroutement.

E5. Cartouche scénario de déroutement

LAT/LONG : les coordonnées géographiques du point ETP

TIME : temps de déroutement a la vitesse appropriée

F.L : le niveau de vol pour le déroutement

FOB : la quantité de carburant qui doit être disponible a bord

C/G : la distance directe vers chaque terrain de déroutement

CRUISE DIST : C/G + 20 NM

AVG W/C : les composantes du vents vers les deux terrains de déroutement du point ETP

ENROUTE TEMP : la température ambiante au niveau de vol prévu

E6. La masse moyenne utilisée au calcul des consommations et temps de vol.

E7. Cartouche bilan fuel

LRC : régime long range cruise

1LE : régime un moteur en panne

CRUISE : quantité de carburant et temps vol prévus pour la croisière

DESCENT: quantité de carburant et temps vol prévus pour la descente

HOLD: la consommation carburant au régime d'attente pendant 15 min.

MAP: la quantité de carburant nécessaire a la remise des gaz

APU: la consommation de l'APU

ICE DRAG: la consommation supplémentaire due a l'existence de givre sur les surfaces non protégées par le système anti ice

ANTI-ICE: la consommation supplémentaire due a l'utilisation du système anti ice

CONSERV : coefficient de protection

TOTAL : la quantité de carburant et le temps de vol total nécessaires pour le scénario de déroutement.

III. Conclusion :

Chaque type d'avion montre qu'au-delà d'un secteur critique de distance un changement dans la politique est envisagé si ce dernier est avantageux

Une décision où l'avion peut continuer jusqu'à l'aéroport prévu de destination avec une quantité suffisante de carburant sans excédant.

Pour minimiser la réserve de route, les aéroports de dégagement devraient être choisis aussi proches que possible de la destination. Dans certains cas la JAA et FAA n'exigent pas de réserve de route, selon les conditions météorologiques et la convenance de l'aéroport mais cela reste rare.

Cependant c'est souvent le manque de confiance dans le plan de vol qui pousse le commandant de bord à augmenter les réserves sur tous ceux de l'ancienne génération.

La solution la plus simple serait d'expliquer aux commandants de bord de comment se fait le calcul du JETPLAN, et de bien définir les quantités, et si nécessaire préparer les dossiers de vols ensemble afin d'éviter de grands dépassements dans l'emport de carburant car emporter du carburant coûte du carburant.

CHAPITRE IV

MÉTHODES OPÉRATIONNELLE AFIN DE RÉDUIRE LA CONSOMMATION DE CARBURANT

Méthodes opérationnelles afin de réduire la Consommation de carburant

I. Introduction :

Cette initiative s'est penchée sur la mise en œuvre de techniques de pilotage que l'on sait déjà être à l'origine d'économies de carburant. Mises ensemble, ces mesures ont réduit la consommation annuelle de carburant de puis elles ont été mises en œuvre et intégrées de la façon suivante au manuel des procédures d'utilisation normalisées.

II. Procédures d'avant-vol

II.1 Poids et équilibre :

- Chargement de l'avion : le centrage le plus à l'arrière possible (à l'intérieur de la plage permise) augmente le rayon d'action spécifique.
- La gestion automatique du centre de gravité de l'ordinateur de contrôle et de gestion du carburant (FCMC).
- Éviter les excédents de poids; éliminer tout le poids non nécessaire afin d'abaisser le plus possible la masse sans carburant (ZFW).

II.2 Caractéristiques d'un bon système de planification de vol :

Données de bonne qualité :

- Température, vent, poids de l'avion, charge utile, carburant embarqué, etc.

Vitesses et niveaux de vol optimisés :

- Profils de vol établis d'après les vitesses et les niveaux de vol de croisière conformes aux critères économiques des exploitants.
- Dans le cas d'un avion qui peut voler en mode géré par FMGS, utiliser des profils de vol, établis d'après l'indice de coûts des exploitants.

Route aérienne optimisée – route, vitesse et altitudes :

Conformément aux exigences de l'ATC et aux critères économiques des exploitants (carburant et temps).

II.3 Définir l'âge de l'avion et des moteurs :

- Instaurer un programme de contrôle des performances des avions
- Utiliser le facteur approprié au matricule individuel ou à une flotte d'aéronefs
- Pour obtenir plus d'information, voir le document « Getting to Grips with Aircraft Performance Monitoring ».

Minimiser la réserve de carburant d'urgence :

- Utiliser des aérodromes de dégagement en route ou une procédure de réacheminement lorsque c'est possible

Minimiser le carburant de remplacement :

- Choisir des aérodromes de dégagement situés près du terrain d'aviation de destination.

II.4 Avantages d'un bon système de planification de vol :

Les besoins de carburant sont réduits au minimum

- Minimiser la quantité de carburant à bord et la réserve d'urgence grâce à une planification de vol précise
- On détermine des profils de vol réalisables.
- On confirme habituellement la prévision en carburant à destination du plan de vol (si le vol s'est déroulé comme prévu).
- L'équipage a confiance dans son plan de vol – pas de surprises! Il n'est pas nécessaire d'ajouter du carburant supplémentaire

III. Conduite de vol :

D'un point de vue opérationnelle, on doit faire une étude afin de réduire les coûts tout en assurant la sécurité :

- Sécurité : réglementation (certification + exploitation) → limitations
- Economie : réduction des coûts directs (choix de vitesse, niveau de vol, routes...)

Il faut trouver un compromis entre l'économie de carburant et le temps.

III.1 Vol normal en croisière :

Méthodes :

- 1-Mach de vol pour augmenter R_s à un FL donnée
- 2-Mach optimal pour diminuer DOC
- 3-Altitude de vol optimal
- 4-prise en compte de contraintes de propulsion et d'aérodynamisme.

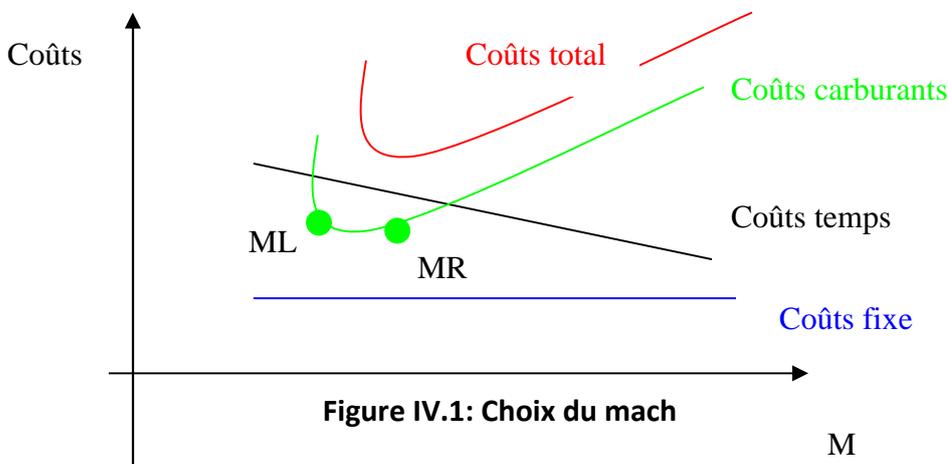


Figure IV.1: Choix du mach

$[kg/mm]CI = \text{coût du temps} / \text{coût carburant}$ $0 < CI < 200$ $CI \uparrow \rightarrow M \uparrow$

$CI=0 \rightarrow \text{Maxi Range}$ $CI = \text{Max Mach Maxi}$

*Mach économique (PRM) : $M_{PRM} \geq \text{Mach Maxi Range}$:

- À $Z_p C^{te}$, Si $m \downarrow$ RPM \downarrow
- À $m C^{te}$, Si $Z_p \uparrow$ RPM \uparrow

P : prix

R : revient

M : Minimum

III.1.1 Croisière optimale

Optimisation du vol de croisière

- ❖ Si l'ATC impose un nombre de Mach, l'équipage peut uniquement optimiser les altitudes et voler en mode sélectionné. L'information et les recommandations sont indiquées dans le FCOM

Altitude max opérationnelle sera plus faible entre :

- ✓ Altitude d'accrochage
- ✓ Limite de buffeting 1.3g
- ✓ Plafond pratique (-altitude maxi à la poussée - maxi montée avec $V_{zmax}=300ft/mn$)
- ✓ Altitude maxi certifiée

III.1.2 Croisière par palier :

Croisière optimale serait en montée mais contrainte ATC → en palier successif encadrant altitude optimal (pour long courrier 2ou 3 palier), $R_{s99\%}$ R_{smax} , entre ses palier de 400 ft l'accrochage peut retarder la montée.

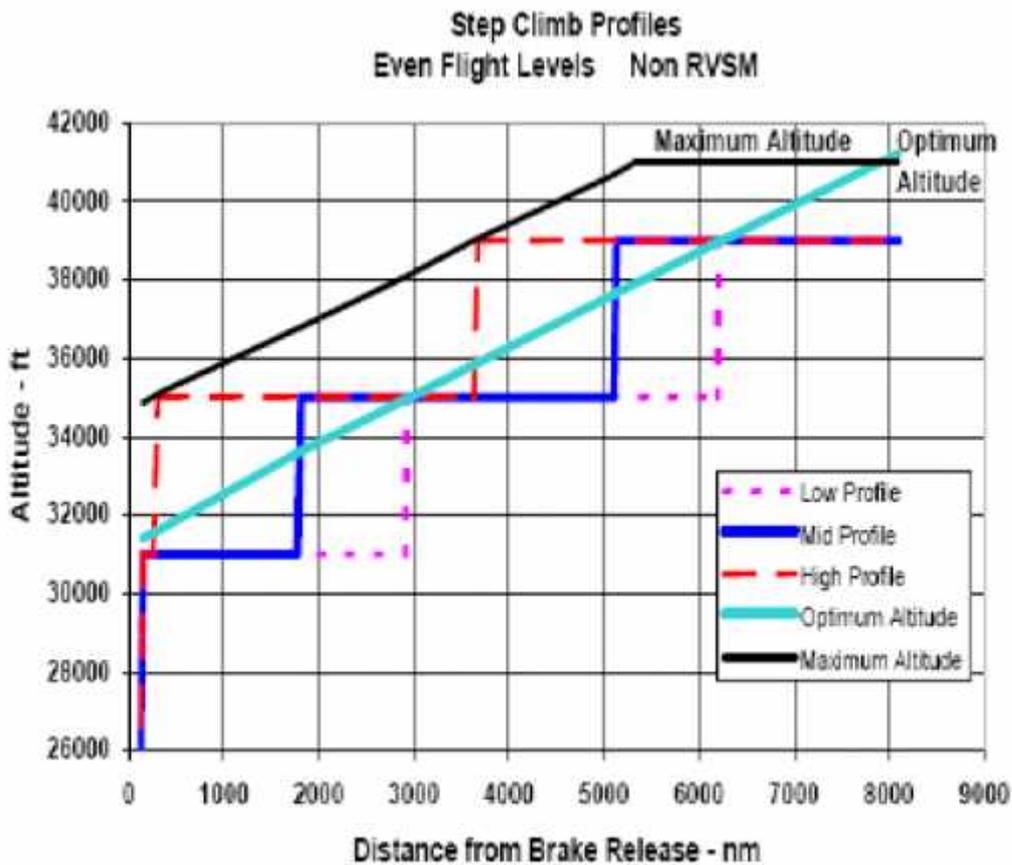


Figure IV.2 : Vol en palier

Remarque :

Une montée par paliers n'est valable que si le temps de croisière dure suffisamment longtemps.

III.1.3 Optimisation de la vitesse de croisière

- ❖ Si l'ATC impose un niveau de vol, l'équipage peut seulement optimiser la vitesse et voler en mode sélectionné. L'information et les recommandations sont indiquées dans le FCOM
- ✓ il est recommandé de voler au LRC
- ✓ il faut bien évaluer le vent...

III.2 Conduite de vol (en montée)

- ❖ Les règles de montée optimales varient en fonction du type d'avion, des modes choisis et des indices de coûts.
- ❖ Règle générale, il n'est pas profitable de grimper à haute vitesse, sauf en cas de contraintes de temps, ni de montée à très basse vitesse.

Monter en 3 temps à la poussée maxi montée

1. vitesse 250kt jusqu'au FL 100 (contrainte ATC) \uparrow à la $V_{montée}$
2. Vindicquée C^{te}
3. $M = C^{te}$

| | | | | | |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| VITESSE DE MONTEE (KT) | 270 | 280 | 300 | 320 | 330 |
| FUEL KG | 15 | 5 | 0 | 20 | 35 |

Tableau IV.1 Effet de la vitesse sur la consommation carburant en montée

| | | | | | |
|------------------------|------|------|-----|------|------|
| VITESSE DE MONTEE (KT) | 270 | 280 | 300 | 320 | 330 |
| TIME MINUTES | +0.9 | +0.6 | 0 | -0.4 | -0.7 |

Tableau IV.2 Effet de la vitesse sur le temps en montée

III.2.1 Altitude de jonction

- ❖ Altitude à la quelle on passe de la montée à IAS C^{te} à la montée en $M = C^{te}$
- ❖ Dépend que de IAS et M choisit pour la loi de montée
- ❖ Indépendante de l'IAS

III.2.2 Profil de décollage :

La sélection du profil de départ vertical par l'équipage de conduite doit dépendre des exigences relatives aux virages sur l'axe.

🌈 Si le virage sur l'axe :

- ❖ Dépend de la distance, accélérer et rentrer les volets dès que possible
- ❖ Dépend de l'altitude, montée à $V_2 + 10$ pour atteindre l'altitude requise, commencer le virage et en arrivant dans les 90° de l'axe, accélérer et rentrer les volets

L'OACI a approuvé deux profils de montée au décollage : la procédure d'atténuation du bruit au départ numéro 1 (NADP1) et la procédure d'atténuation du bruit au départ numéro 2 (NADP2). Ce dernier profil permet aux avions de rentrer les volets et d'accélérer à une altitude plus faible, volets rentrés. La traînée est ainsi réduite et l'avion gagne en efficacité, d'où une réduction de la consommation de carburant et des émissions des gaz d'échappement. Air ALGERIE pourra utiliser ces procédures ou cela est autorisé

III.3 Conduite de vol (en descente)

La configuration de l'aéronef pour l'atterrissage (volets et train d'atterrissage) doit être fonction de l'altitude de l'aéronef plutôt que de la distance à partir du repère d'approche finale (FAF), ce qui donne :

- ❖ Une meilleure gestion de l'énergie de l'aéronef
- ❖ Une technique d'approche uniforme
- ❖ Un profil de descente continue au ralenti au point de stabilisation de 1 000 pieds AGL
- ❖ Niveaux de bruit inférieurs

En 3 étapes, poussée ralenti (Idle)

1. $Mach = C^{te}$
2. Vindicquée = C^{te} jusqu'à 10000 ft puis réduction vers 250 kt
3. Vindicquée maintenu à 250 kt du FL 100 jusqu'à 1500 ft (cout ATC)

III.3.1 Volets d'atterrissage :

Le réglage de volet le moins élevé fera :

- ❖ économiser du carburant.
- ❖ Économie de temps
- ❖ Approches moins bruyantes
- ❖ Meilleure performance de remise des gaz
- ❖ Meilleure performance sur un moteur

Remarque :

Il faut toutefois tenir compte de la longueur de la piste, du point de sortie, temps d'occupation (occupancy time), des conditions de la surface de la piste, du vent arrière, du refroidissement des freins, des atterrissages Cat 2 ou 3, etc.

III.3.2 Descente d'urgence :

- ❖ Régime montée ralenti
- ❖ MMO/VMO
- ❖ Spoiler /aérofrein sortis
- ❖ Utiliser en CAS de dépressurisation (taux de chute entre 60000 et 10000 ft /mn)

III.4 Conduite de vol(Attente)

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 de carburant.

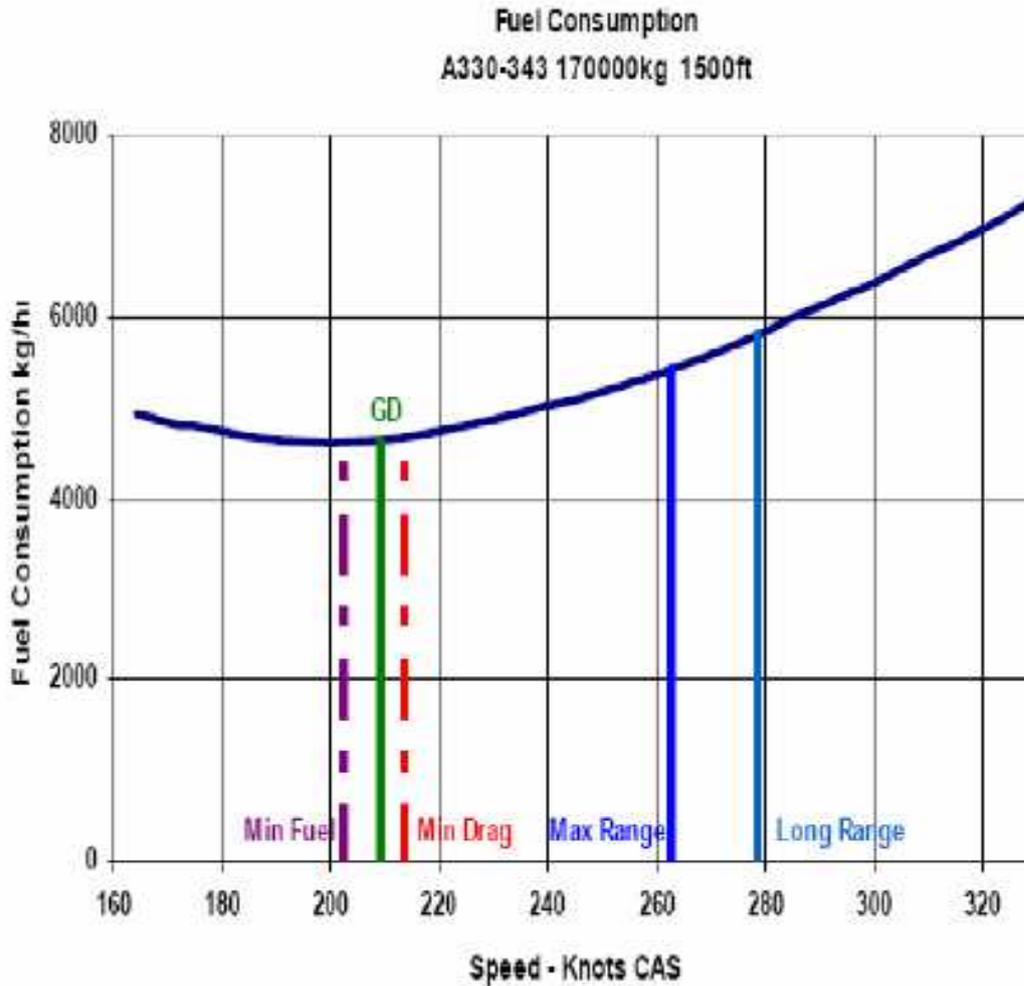


Figure IV.3 Consommation de carburant en fonction de la vitesse

Remarque :

Cependant, lorsque la masse augmente et que la vitesse point vert dépasse la vitesse maximale recommandée, il est conseillé d'attendre en config. 1 à la vitesse S afin de conserver la même marge de sécurité; sinon, le vol pourrait devenir dangereux en présence de turbulences).

Effect of Holding Technique on Fuel Flow
A320-214 ISA F/L 100

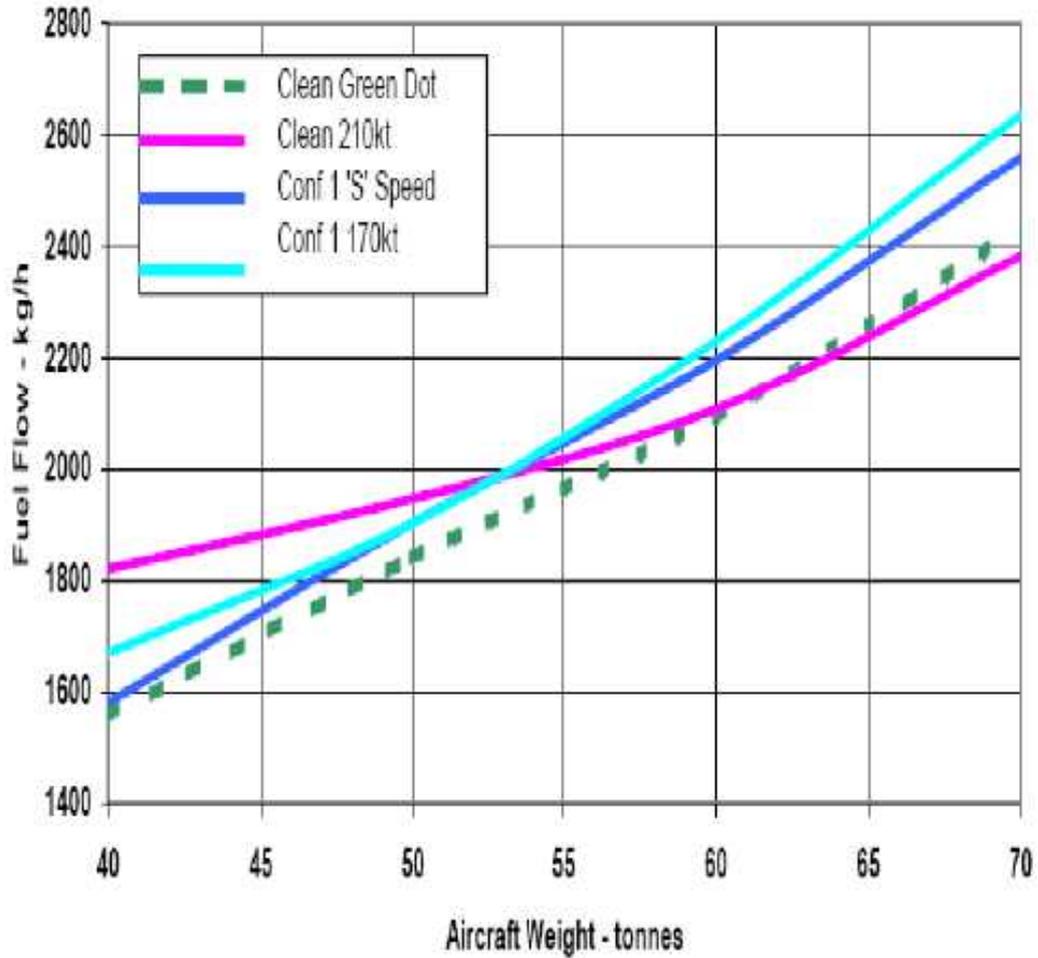


Figure IV.4 Consommation du carburant en fonction du poids de l'aéronef

Proposition :

Chaque fois que c'est possible, on devrait effectuer une attente linéaire au niveau de croisière, à la vitesse point vert, avec la configuration la plus lisse possible (une reconnaissance hâtive d'un délai d'attente aide à planifier et à minimiser la pénalité).

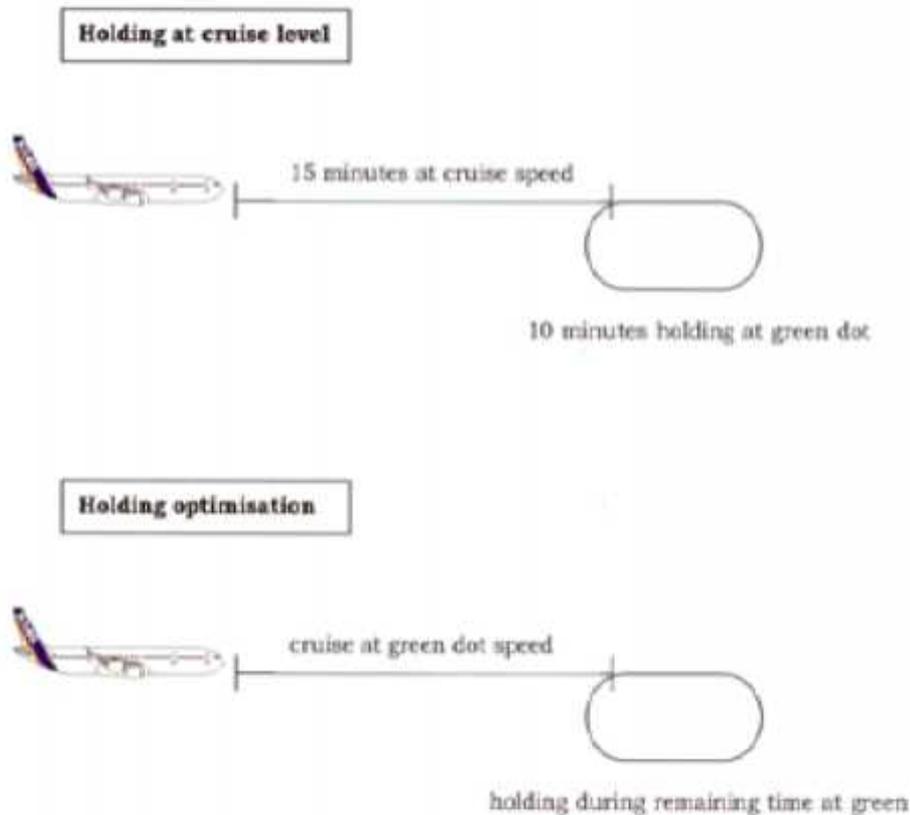


Figure IV.5 : Modèle d'attente optimale

IV. Utilisation d'un seul moteur au sol :

IV.1 Introduction :

Cette mesure permet de mettre en œuvre la circulation au sol sur un seul moteur entre la porte d'embarquement et la piste, là où cela était possible – ce ne sont pas tous les aéroports qui permettent d'utiliser cette procédure et, dans certaines conditions hivernales, cette mesure est problématique. Malgré sa facilité de mise en œuvre, il y a eu une certaine résistance de la part de pilotes habitués à circuler au sol sur deux moteurs dans les compagnies qui ont commencé à l'appliquer. Il est estimé que le fait de circuler sur un seul moteur est une procédure sûre et réalisable dans la plus part des vols d'AIR ALGERIE. Même lorsque les conditions s'y prêtent, la circulation sur un seul moteur n'est pas systématiquement pratiquée, et il est rappelé aux pilotes combien cette mesure a des effets bénéfiques sur la consommation de carburant et sur l'environnement.

IV.2 procédures pour les A330-200 :

- Rouler avec un ou deux moteurs éteint sur l'AIRBUS A330-20.0 des économies de carburant. Cette procédure a besoin d'être considérée avec soin, et les opérateurs doivent définir leurs champs d'applications.
- Airbus fournit des procédures standard dans le Flight Crew Operation Manuel (FCOM) pour de telles opérations. Les facteurs suivants définissent la possibilité d'un roulage avec un moteur éteint:
- Cette procédure n'est pas recommandée pour grande masse de décollage.
- Cette procédure n'est pas recommandée pour des pistes à forte pente ou glissantes.
- Indisponibilité du personnel anti-incendie.
- L'adhérence réduite car elle augmente le risque de perte de freinage.
- Les procédures FCOM n'exigent pas moins de 2 à 5 minutes selon le moteur avant d'allumer l'autre moteur pour le décollage, cette

procédure diminue le temps d'entretien du moteur.

- Des problèmes mécaniques peuvent se produire pendant le démarrage du deuxième moteur, ceci exige un retour de l'avion pour l'entretien et diffère le temps de départ procédures Les procédures après l'atterrissage n'exigeaient pas beaucoup de temps
- Les procédures FCOM exigent d'allumer l'APU avant d'éteindre le moteur lors de l'atterrissage, pour éviter le phénomène du courant transitoire. Le taxi du moteur seul peut aussi être considéré à bas poids pour éviter l'usage excessif des freins pour contrôler la tendance de l'accélération avec tous les moteurs. Cet usage du frein serait nuisible à la vie du frein de carbone

Sur l'A330-200 on a des bénéfices carburant qui sont montrés dans le tableau suivant, des avantages de 8min de roulage sur 12 min initial avec un moteur éteint.

| APPAREIL | 12 MN DE ROULAGE (DEUX MOTEURS) | 12 MN DE ROULAGE (MOTEUR | 12 MN DE ROULAGE (DEUX MOTEURS |
|----------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| A330 | 300Kg | 200Kg | 100Kg |

Tableau IV.3 Consommation de l'A330-200

IV.3 procédures pour les 737-NG :

Au paravent (avant 2007) les manuels de formations du personnel navigant déconseillaient l'utilisation d'un seul moteur au sol, mais Boeing à réévaluer cette procédure car grand nombre de compagnies l'ont adopté pendant des années et cette procédure s'est avérée bénéfique quant a la réduction des émissions de carbone et la consommation de carburant ;

Boeing a émit un manuel qui explique l'utilisation d'un seul moteur au sol (ENO), mais l'utilisation de cette procédure ou non revient à l'exploitant et pour pouvoir obtenir un suivi de cette procédure AIR ALGERIE doit tenir compte de :

- SOP's (Standard Operating Procedures)
- Eventuel facteur de risque
- Des différentes caractéristiques de l'avion
- Des facteurs opérationnels

IV.3.1 Standard Operating Procedures :

A fin de diminuer les risques due à cette procédures (EOT) les SOP's doivent contenir des instructions claires précises et faciles à suivre,

A la page REV 10.00 des SOP d'AIR ALGERIE on doit ajouter les instructions suivantes

- ❖ Le PNT doit configurer les systèmes d'avions en utilisant « Normal scan flow »
- ❖ Vérifier la configuration du système en utilisant la checklist
- ❖ Ainsi que les vérifications et instructions dans les appendices en annexes

A la page REV 1.00, PAGE 17 on ajoute :

- ❖ Les instructions précisées en annexes selon la configuration

IV.3.2 Eventuel facteur de risque

Il faut évaluer tout facteur pouvant mettre en danger la sécurité de l'appareil comme :

- L'équipage de conduite
- Perte de différents systèmes de l'appareil
- La perte de puissance de poussée

➤ *L'équipage de conduite*

Il y a des risques quant à la charge de travail pouvant être assimilé par l'équipage de conduite, qui peut augmenter le risque d'erreur du facteur humain sur tout dans les cas suivants :

METHODE OPERATIONNELLE A FIN DE REDUIRE LA CONSOMATION DE CARBURANT

- Un aéroport in familier
- Changement d'instruction d'ATC, Exemple : changement de piste pour le décollage ou pour le taxi
- L'équipage oublie de considérer le temps additionnel nécessaire pour l'accélération de l'aéronef du point de lâcher des freins, causant par fois un encombrement ATC qui va nécessiter un « Go Around ».
- Les PNT accélèrent par fois au delà de la puissance maxi autorisée

➤ **Perte de systèmes d'avion**

Durant la procédure EOT certains systèmes d'avion ne doivent pas être allumés, donc l'avion devra décoller avec des systèmes en moins, ce qui va diminuer la redondance, pour cela l'équipage de conduite doit consulter la MEL durant cette procédure, et l'impacte de cette dernière sur le déroulement de la procédure

➤ **La perte de puissance de poussé**

La puissance nécessaire durant la procédure EOT est naturellement plus importante, c'est pourquoi augmenter le poids augmente le risque de perte de puissance brusque durant le décollage, ce qui créera des dommages sur les équipements de l'avion et la structure de la piste.

L'équipage devra considérer :

- Les effets du « Jet blast »
- La direction du virage
- Le temps nécessaire pour démarrer l'avion

Pour diminuer l'effet de l'augmentation du « jet blast », on doit limiter :

- La masse maxi pour la procédure EOT
- Maximum N1
- Point de « ramp » pour démarrer le moteur

IV.3.3 paramètres opérationnelles à considérer :**1. Aéroports**

Certains aéroports demandent l'utilisation de tous les moteurs à cause de la pente ou raisons ATC.

2. Taxiway et ramp

Certains pistes et surtout ceux qui ont du goudron Liss, augmente le risque de glisser c'est pour quoi on doit y utiliser tout les moteurs

2.1 Rampes encombrées : pour des raisons de sécurité et de simplicité on doit utiliser tout les moteurs dans les rampes encombrées

2.2 taxiways et ramps fluides : Les rampes et taxiways devraient être plus fluides que les pistes, c'est pour ça qu'il faudrait de préférence

2.3 sol contaminée : on ne doit pas utiliser EOT dans un sol contaminée avec de : la glace, eau stagner, ou neige

3. paramètres moteur :

3.1 Température du moteur : il faut tenir compte du temps de réchauffement et de refroidissement du moteur indiqué dans le FCOM, ainsi que la température minimale de l'huile.

3.2 Panne due à un objet extérieur (FOD) : l'utilisation du moteur à grande puissance augmente le risque de FOD, la perte de puissance peut augmenter le risque de FOD, ainsi que l'utilisation de procédure ENO dans une piste étroite.

3.3 Redémarrer : Quand on démarre un moteur en dehors de l'escale l'équipage ne bénéficiera pas de l'assistance au sol

4. Performance de l'équipage et les considérations additionnelles :

4.1 Familiarisation avec l'EOT et les aéroports : L'équipage de conduite doit se familiariser avec l'EOT ainsi que les facteurs de risque additionnels et les systèmes avions qui rentrent en considération comme il est indiqué dans les documents en annexes.

4.2 Conditions météorologiques : L'équipage doit tenir compte de certaines conditions comme : le vent, la température, qui risquent d'influencer les performances moteur.

4.3 Direction et angle du virage : Cette procédure rend difficile voire impossible de faire des virages avec un angle trop petit dans la direction du moteur allumer, donc pour un angle trop petit il faudrait que le virage soit au sens opposer du moteur allumer, il faut aussi maintenir une pression constante sur la gouverne à cause de la poussée asymétrique.

4.4 Tache secondaires : Il faut faire attention au bon équilibre de la quantité de carburant.

4.5 Temps du roulage : Pour un temps de roulage peu important on ne doit pas utiliser cette procédure à cause du temps nécessaire pour configurer le système ainsi que l'accomplissement de la checklist et les vérifications nécessaires.

IV.4. Systèmes d'avion à considérer pour l'EOT :

Due au grand nombre de configuration déjà préciser dans la MMEL, on peut se conformer à l'utilisation de la MEL lors de l'utilisation de la procédure ENO, donc AIR ALGERIE autant qu'opérateur doit considérer toute procédure mal expliquer dans ca MEL et renforcer ses lacune par des directif claire dans sa SOP.

De grands efforts ont été mis en œuvre par le constructeur. Néanmoins toutes les interactions de cette procédure sur les différents équipements et systèmes n'ont pas été identifiées. C'est pour quoi il ne faut pas négliger l'analyse d'aucun système. Cette analyse a été fixée pour ses quatre configurations :

Engine #1 (Left) OFF. Engine #2 (Right) ON. APU OFF
Engine #1 (Left) OFF. Engine #2 (Right) ON, APU ON
Engine #1 (Left) ON, Engine #2 (Right) OUT. APU OFF
Engine #1 (Left) ON, Engine #2 (Right) OUT, APU ON

METHODE OPERATIONNELLE A FIN DE REDUIRE LA CONSOMATION DE CARBURANT

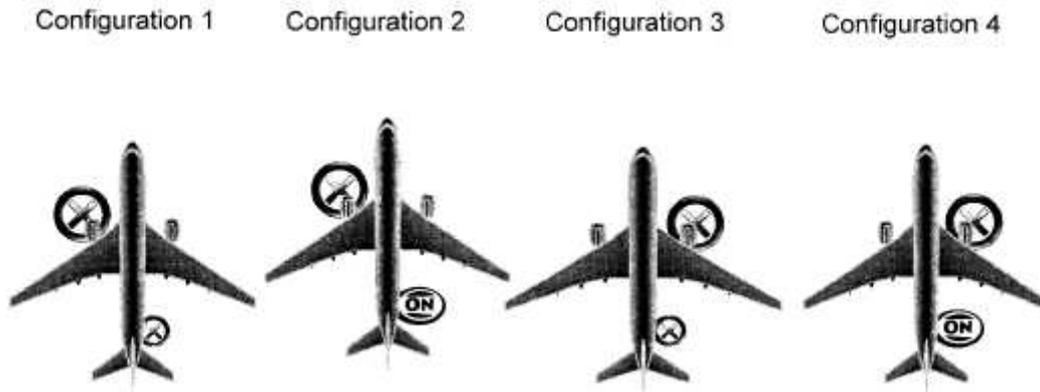


Figure IV.6 Les différentes configurations motrices APU

| | | | | |
|------------------------|--------------|-------------|--------------|----------------------------------|
| L'utilisation de l'APU | 2 ENG no APU | 1 ENG + APU | 1 ENG no APU | 1 ENG no APU + CROSS BLEED START |
| Taxi fuel burned (LB) | 750 | 640 | 540 | 690 |

Tableau IV.4 Consommation de carburant pour les configurations ENO

| <i>systemes</i> | <i>appendices</i> |
|--|-------------------|
| Air systems | A |
| Automatic flights | B |
| Electrical | C |
| Engines , APU | D |
| Flight Controls | E |
| Flight Management Navigation | F |
| Fuel | G |
| Fuel,Nitrogen Generation System(NGS) | H |
| Hydraulic | I |
| 737NGO ne Engine Break away Thrust Exhaust Velocity Contours | J |

Tableau IV.5 Informations sur les différents systèmes du 737NG lors de EOT

IV.5 Conclusion :

Le roulage avec un moteur coupé devrait être la procédure d'arrivée normale à moins que des conditions empêchent l'utilisation d'une telle procédure

La procédure EOT est intéressante car elle permet de :

- Diminuer la consommation de carburant
- Réduire les frais de maintenance

Toute fois, cette procédure demande une très grande organisation pour être menée à bien car le règlement exige que le virage à prendre lors du roulage soit de direction inverse que le moteur allumé, et donc il faut prévoir à l'avance lors de l'atterrissage la direction que cet aéronef doit emprunter pour savoir quel moteur il faut éteindre.

V. Ralenti poussée inverse après l'atterrissage :

Cette procédure réduit l'utilisation de la poussée inverse pour ralentir un avion à l'atterrissage. Elle réduit les niveaux de bruit, l'usure des moteurs et la consommation de carburant en utilisant le ralenti poussée inverse sans fonction de freinage automatique pendant des atterrissages sur piste non contaminée de plus de 8 000 pieds. . Immédiatement après le toucher des roues du train principal, les manettes d'inversion de poussée sont mises à la position de ralenti. L'avion décélère tout seul avant qu'il y ait application du freinage manuel.

Le plus souvent, les données sur la performance d'atterrissage des aéronefs se basent sur la non utilisation de la poussée inverse

📌 Les freins au carbone ont des propriétés différentes des freins en acier et le rythme d'usure est :

- ❖ réduit à des températures supérieures
- ❖ fonction du nombre d'applications

📌 L'utilisation de la poussée inverse au ralenti à l'atterrissage a les effets suivants :

- ❖ Meilleur rendement du carburant
- ❖ Coûts de maintenance FOD des moteurs inférieurs
- ❖ Réduction du bruit
- ❖ Pas d'effets négatifs sur l'usure des freins

VI. Réduction de la masse des articles de ravitaillement

Cette initiative visait à réduire la masse des articles de ravitaillement sans nuire au confort des passagers. Des modifications ont été apportées afin de choisir des articles de ravitaillement plus légers, et les niveaux de consommation de divers articles (comme les boissons, les revues, les journaux, les couvertures) ont été analysés dans le but de n'emporter à bord que les quantités nécessaires. En prenant des mesures se traduisant à de multiples endroits par de petites réductions de masse,

➤ **Eau potable**

Dans le cadre de cette initiative, on a cherché à savoir s'il serait possible de réduire la quantité d'eau embarquée, et effectivement il est possible de réduire ce poids à condition de bien connaître la consommation nécessaire pour chaque vol. Toute fois Une réserve pour imprévus doit être ajoutée afin de s'assurer de l'absence de toute pénurie d'eau en cours de vol.

Pour la plupart des vols, le niveau optimal s'est fondé sur un nouveau remplissage des contenants d'eau aux terrains de destination du Sud avant le vol de retour. Une fois que les quantités optimales d'eau soient établies, on pourrait ajouter des tableaux apposés dans tous les avions afin d'aider le personnel d'escale à connaître la quantité d'eau à embarquer pour un vol donné. Cette initiative a permis de réduire plus de 100Kg par avions pour certaines compagnies

➤ **Masse des conteneurs (ULD)**

Il y a deux types d'ULD :

- le modèle LD3 servant pour les bagages,
- le modèle LD6 servant pour le fret.

La différence de masse entre la version légère et la version lourde des conteneurs est de 8 kg pour les LD3 et de 25 kg pour les LD6.

➤ **Pneus plus légers**

On peut poser des pneus plus légers sur ses avions sans constater de diminution du rendement, de la sécurité ou de la durée de vie utile des dits pneus, ni sans devoir subir des coûts additionnels. Ces nouveaux pneus pèsent 6 kg de moins que les anciens, d'où un allègement de 48 kg par avion

| Article | Poids réduit |
|-----------------------------------|--------------|
| Eau potable | 100 |
| Masse des conteneurs (ULD) | - |
| Pneus plus légers | 48 |

Tableau IV.6 Diminution du poids du 737-600

| Article | Poids réduit |
|-----------------------------------|--------------|
| Eau potable | 100 |
| Masse des conteneurs (ULD) | - |
| Pneus plus légers | 48 |

Tableau IV.7 diminution du poids du 737-800

| Article | Poids réduit |
|-----------------------------------|--------------|
| Eau potable | 100 |
| Masse des conteneurs (ULD) | - |
| Pneus plus légers | 48 |

Tableau IV.8 diminution du poids du 767-300

| Article | Poids réduit |
|-----------------------------------|--------------|
| Eau potable | 100 |
| Masse des conteneurs (ULD) | - |
| Pneus plus légers | 48 |

Tableau IV.9 diminution du poids de l'ATR 72

| Article | Poids réduit |
|-----------------------------------|--------------|
| Eau potable | 100 |
| Masse des conteneurs (ULD) | - |
| Pneus plus légers | 48 |

Tableau IV.10 diminution du poids du A 330-200

VII. Autres instructions jouant un rôle dans l'économie de carburant :

VII.1 Poids et équilibre

- Chargement de l'avion : le centrage le plus à l'arrière possible (à l'intérieur de la plage permise) augmente le rayon d'action spécifique.
- La gestion automatique du centre de gravité de l'ordinateur de contrôle et de gestion du carburant (FCMC).
- Éviter les excédents de poids; éliminer tout le poids non nécessaire afin d'abaisser le plus possible la masse sans carburant (ZFW).

VII.2 La MEL

Pour une compagnie aérienne, la LME permet la flexibilité d'exploitation de l'avion. Mais dans le cas de certains points de la LME ou de LEC, cette flexibilité entraîne une plus grande consommation de carburant :

- Dégradation de la performance de l'avion
- Règlements de l'AESA / marges accrues

Exemples de LMER*

- anti-givrage de la nacelle verrouillé en position ouverte :
 - jusqu'à 2 % pour un A330/GE,
- anti-givrage des ailes verrouillé en position ouverte :
 - 1,5 % pour un A330/GE,
 - jusqu'à 6 % pour un A330/PW
 - jusqu'à 5,5 % pour un A330/RR.

VII.3 Traînée aérodynamique

Les inégalités des surfaces extérieures d'un avion se traduisent par une augmentation de la traînée et de la consommation de carburant. Un programme d'inspections régulières des surfaces extérieures des avions devrait être mis en point afin de repérer et de corriger les défauts de surface comme la peinture écaillée, les égratignures et les joints endommagés. Des inspections portant sur la traînée aérodynamique doivent être ajoutées aux vérifications de type A que subit l'ensemble des avions une fois toutes les quatre semaines.

VII.4 Nettoyage à l'eau des réacteurs

Le nettoyage régulier des réacteurs permet d'enlever toute la saleté accumulée. Un tel lavage permet de nettoyer les moteurs sans qu'il soit nécessaire de les détacher de l'aile et permet ensuite à ces moteurs de brûler le carburant de façon optimale.

(Des transporteurs de pays plus chauds font nettoyer les réacteurs de leurs avions jusqu'à quatre fois par an.)

Conclusion

On peut jouer sur de nombreux paramètres afin de diminuer la masse, d'optimiser le plan de vol..etc

Mais aussi on remarque qu'il existe d'autres paramètres qu'on a l'habitude de négliger qui peuvent être aussi importante que le reste comme de maîtriser le temps du roulage au sol, et de nettoyer les réacteurs et autres solutions qu'on vient de voir dans ce chapitre.

Une bonne organisation ainsi qu'un bon programme peuvent permettre de diminuer la consommation d'une façon significatif qu'on pourra noter, pour cela il faut une surveillance de tous les paramètres et un suivie de longue alène.

CHAPITRE V

APU
(AUXILARY POWER UNIT)

APU (Auxiliary Power Unit)

I. Introduction :

L'APU est un turbo moteur logé dans la queue de l'avion une zone non pressurisée il est destiné à fournir :

- De l'énergie électrique
- De l'énergie pneumatique

ENERGIE ELECTRIQUE

L'énergie électrique est obtenue à partir d'un alternateur entraîné par la boîte d'entraînement d'accessoires.

L'alternateur de l'APU de l'AIRBUS A 330-200 délivre 115 KVA 115 VAC 400 Hz

L'alternateur de l'APU du BOEING 737 NG délivre 90 KVA 115 VAC 400 Hz

L'énergie électrique de l'alternateur APU alimente le réseau de bord avion du sol jusqu'à l'altitude de vol maximum.

ENERGIE PNEUMATIQUE

L'énergie pneumatique est obtenue à travers le compresseur de prélèvement de charge qui est entraîné par la boîte d'entraînement des accessoires.

Pour l'AIRBUS A 330-200 l'énergie pneumatique sert :

- Au démarrage des moteurs
- Au conditionnement d'air
- Au dégivrage ailes
- A la pressurisation des réservoirs hydrauliques
- A la pressurisation des réservoirs d'eau

L'énergie pneumatique est disponible du sol jusqu'à une altitude de 23000 pieds.

Pour le BOEING 737 NG l'énergie pneumatique sert :

- Au démarrage des moteurs
- Au conditionnement d'air
- Au test d'étanchéité (pour vérifier l'étanchéité des conduits pneumatiques)

L'énergie pneumatique est disponible du sol jusqu'à une altitude de 17000 pieds

Les APU contribuent pour environ 25 % aux émissions de NOx du cycle LTO (landing taking off)

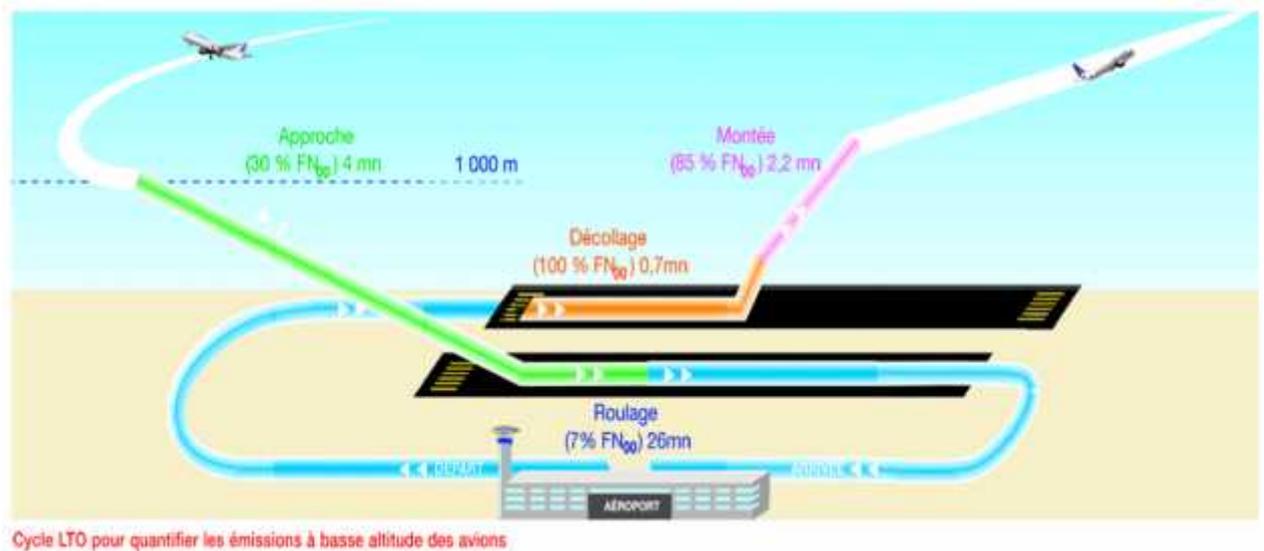


Figure V.1 Le cycle LTO

II. Consommation APU :

La consommation de l'APU varie d'un aéronef à un autre, on peut estimer approximativement cette consommation de 100 à 400 dollars US par heure tandis qu'elle est estimée entre 5 et 10 dollars US par heure pour un générateur électrique au sol et ce n'est pas tout car la maintenance de l'APU coûte plus chère qu'un GPU,

Au sol la consommation du combustible dépend du type d'APU, et des conditions ambiantes. Le minimum est quand l'APU est dans le mode RTL condition (Ready to Load), l'équivalent d'un ralenti du moteur, comme charges supplémentaires au RTL, l'énergie électrique

(15000ft), pour des basses altitudes et un nombre de mach de 0.80. Electrical load (EL) et le système de conditionnement d'air Environnemental « conditioning system » (ECS), cette charge additionnelle sont associés une augmentation de la consommation carburant ; comme le montre le tableau suivant :

| aircraft type | APU | RTL | RTL | min ECS | max ECS |
|---------------|---------|-----------|-----------|----------|----------|
| | Model | | max EL | max EL | max EL |
| A330-200 | 331-350 | 120 kg/hr | 1'0 kg/hr | 175 kg/h | 210 kg/h |

Tableau V.1 consommation spécifique de l'A330

| MODEL | SANS CHARGE | CHARGE ELECTRIQUE ET PNEUMATIQUE KG/H |
|-------|-------------|---------------------------------------|
| B737 | 68 | 105 |

Tableau V.2 consommation du B737-NG

| ATITUDE PRESION (1000ft) | APU fuel flow (kg/h) |
|--------------------------|----------------------|
| 39 | 45 |
| 35 | 45 |
| 31 | 50 |
| 25 | 60 |
| 20 | 65 |
| 15 | 75 |
| 10 | 85 |
| 5 | 5 |

Tableau V.3 consommation de l'APU en vol

La question importante est : quelle sont les causes qui amènent l'équipage à l'utilisation excessive de l'APU ?

III. Causes d'utilisation excessive de l'APU :

- Inadequate SOPs;
- GPU non disponible;
- Non disponibilité d'équipement d'air conditionnement au sol;
- Manqué de personelles au sol afin de brancher les équipements au sol;
- Des avions laissés avec leur APU en marche;
- Le tractage excessif de l'avion en utilisant l'APU,

- Aéronef broncher au GPU mais avec un APU toujours en marche;
- Formation de personnel de maintenance d'APU mais pas ceux du GPU;
- Les compagnies aériennes souvent préfèrent d'utiliser l'APU à cause de la charge due au manques d'équipements sol ou bien de personnel;
- La disponibilité parfois d'équipement sol non compatible avec le type d'avion;
- PNT ayant accompli leur vol laissent par fois l'APU tournant ;
- L'utilisation de l'APU dans certains cas où il ne y a pas de nécessité en vol, au décollage, et au roulage;
- L'utilisation de l'APU en vol en cas de panne alternateur moteur ou en cas de panne d'un groupe de conditionnement d'air.
- Manque d'entraînement et de sensibilisation du personnel.
- Dans certaines cas après l'arrivée de l'avion et la descente des passagers l'avion met jusqu' a une heure ou plus pour Parker l'avion dans ce cas il faudrait arrêter l'APU
- Les compagnies aériennes devraient surveiller plus l'utilisation de l'APU.

Remarque:

Le moyen le plus simple serait de suivre la consommation de l'APU grâce au système ACARS à chaque vol et mettre au point des procédures visant à réduire les excès, mais cela s'avère plus compliqué que prévu car :

- ✓ Le système HERMESS a été configuré de telle façon à recevoir quatre rapports concernant les paramètres moteurs mais rien concernant l'APU
- ✓ La base de données ACARS à bord de l'avion ne stocke pas tous les rapports APU, et on a trouvé aucune continuité concernant les vols
- ✓ Dans ce rapport l'unité est l'heure ce qui fait que l'information n'est pas précise voire non significative quand on sait que l'APU est allumé en moyenne 15 à 45mn par vol
- ✓ L'information concernant les heures de vols de l'APU existe sur CRM mais ses données restent aléatoires car la plus part des équipages ne remplissent pas toutes les informations

IV. Solutions :

- ✓ Concernant les procédures SOP'S on peut ajouter des consignes aux PNT quant à l'utilisation excessive de l'APU,
- ✓ Il faut mettre en marche l'APU 5 mn avant que le premier passager soit à bord et on doit l'éteindre 5mn après que le dernier passager quitte l'appareil
- ✓ Former plus de personnel au sol pour utiliser le GPU, et aussi pour la maintenance

APU (AUXILARY POWER UNIT)

- ✓ S'assurer que les GPU disponibles sont compatibles avec les types d'appareils, si non se procurer ceux qui sont compatibles
- ✓ Faire un croisement entre les données porter sur CRM et ceux relever sur l'appareil, et donner des consignes pour que ses informations soient remplies
- ✓ Traquer l'utilisation excessive de l'APU
- ✓ Reconfigurer le système afin de recevoir ces informations et mieux gérer
- ✓ Ajouter une consigne aux PNT pour remplir la case APUH du CRM afin de facilité le suivie

V. Conclusion :

Interdire l'utilisation de l'APU revient d'une certaine manière à interdire le décollage. Il y a même des situations où l'avion atterrit, éteindre un moteur pour réduire sa consommation mais est alors obligé de démarrer l'APU comme moteur de sécurité :

- dans ce cas là l'utilisation de l'APU est plutôt une bonne chose en matière de réduction de la pollution.

Au final une mesure concernant la rationalisation de l'utilisation des APU est plus adéquate

Il existe déjà une interdiction d'utiliser les APU pour tous les postes équipés en 400 Hz (en Europe) sauf pendant la période avant le décollage où les passagers entrent dans l'appareil pour permettre la climatisation (démarrage 5 minutes avant l'entrée du premier passager et à l'atterrissage jusque 5 minutes après le départ du dernier passager).

CHAPITRE VI

PROTOCOLE DE KYOTO

Protocol de Kyoto

I. Principe du protocole de Kyoto

L'idée sous-jacente au protocole de Kyoto est qu'il existe des externalités négatives causées à l'environnement par l'émission des GES (Gaz à Effet de Serre). En effet, l'émission de GES n'est soumise à aucun droit de propriété.

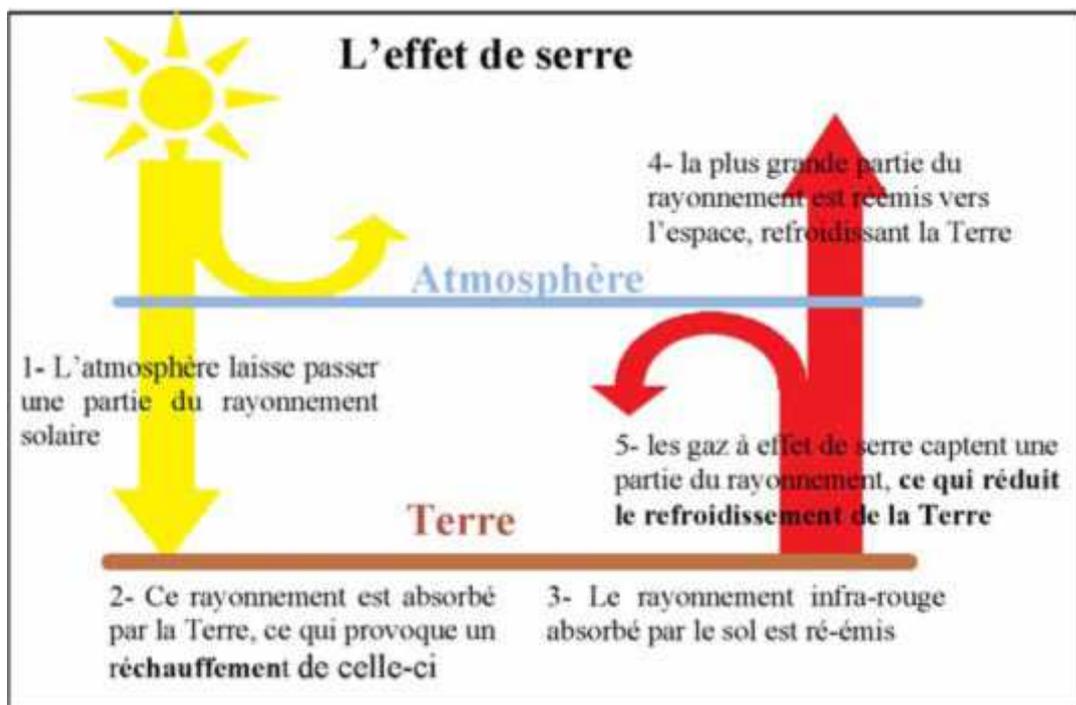


Figure VI .1 : les gaz à effet de serre

Le système est simple : d'abord, toutes les entreprises concernées par le dispositif doivent obtenir une autorisation d'émettre du CO₂. Puis elles reçoivent un quota annuel d'émission de tonnes (métriques) d'« équivalent dioxyde de carbone ». Les entreprises seront libres d'échanger leurs quotas, à charge pour elles de démontrer chaque année que leurs émissions effectives sont couvertes par les quotas correspondants. Les quotas seront accordés gratuitement lors de la création du dispositif. En février 2006, le prix de la tonne équivalente s'établissait à 26€ sur le marché, pour une amende de 40€/tonne en cas de dépassement.

Chaque Etat membre est libre de la façon dont il délivre les dites autorisations. En vertu du principe de subsidiarité, le système de distribution des quotas n'est pas harmonisé. La comptabilisation et le suivi des quotas seront assurés par un registre électronique. Les

objectifs étant nationaux, les échanges entre entreprises de pays différents entraînent une modification des objectifs d'émissions des Etats correspondants.

II. Le Protocole et l'Aviation Civile :

Aujourd'hui le transport aérien ne représente que 3,8% des émissions de GES à l'échelle mondiale. Cependant, compte tenu des prévisions de trafic (x4 d'ici à 2050) et les objectifs du Protocole (diviser par 2 les émissions mondiales d'ici à 2050 et pour certains pays développés, diviser par 4), si le secteur aérien ne fait rien, il deviendra un émetteur mondial plus que significatif (20-30% d'ici à 2050). Il ne faut donc pas l'exclure d'emblée de part sa faible contribution actuelle.

Asia to lead in world traffic by 2025

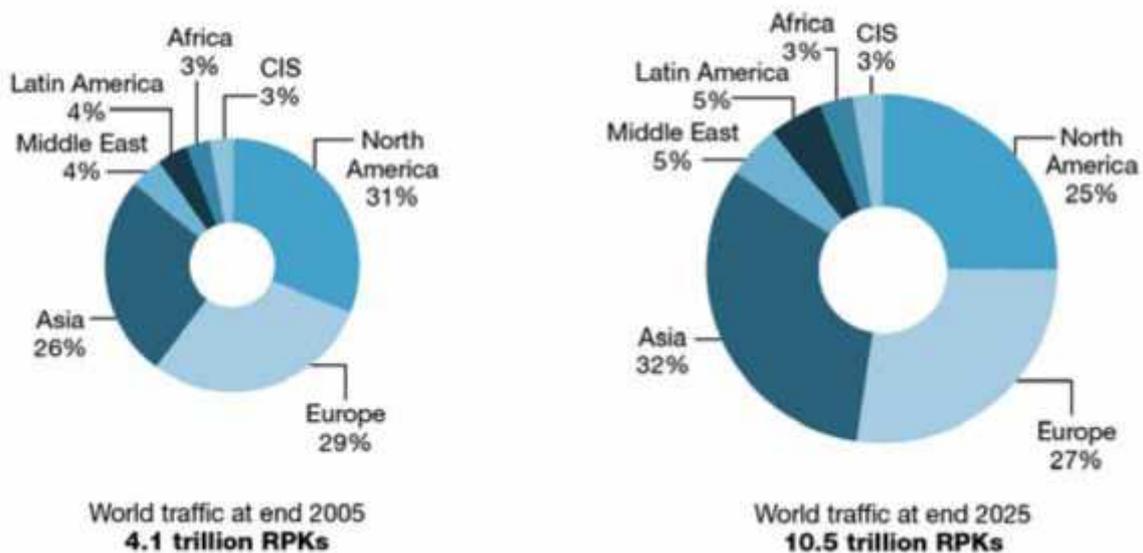


Figure VI.2 : Trafic en trillions de Revenu Passager Kilomètres en 2025

D'autre part ce secteur reste stratégique pour l'Union européenne, et les compagnies aériennes sont structurellement peu rentables. Il convient donc de réfléchir à des méthodes de participation à l'effort mondial n'affaiblissant pas la compétitivité des compagnies.

Le transport aérien présente plusieurs particularités :

- Les avions rejettent à haute altitude de la vapeur d'eau et divers éléments non recensés par le Protocole qui contribuent pourtant à l'effet de serre.

- Seules les émissions des vols intérieurs aux Etats sont inventoriées par ceux-ci. Les émissions des vols internationaux sont exclues des engagements chiffrés des Etats. Elles font l'objet d'un objectif général de limitation ou de réduction à l'article 2.2 du Protocole : « *Les Parties visées à l'Annexe I cherchent à limiter ou réduire les émissions de gaz à effet de serre non réglementées par le Protocole de Montréal provenant des combustibles de soute utilisés*

PROTOCOLE DE KYOTO

dans les transports aériens et maritimes, en passant par l'intermédiaire de l'Organisation de l'aviation civile internationale et de l'Organisation maritime internationale respectivement ». Ces objectifs restant vague et dépendant d'une approbation internationale plus large que celle recueillie par le Protocole (les Etats-Unis ne sont pas signataires). Le rôle de l'OACI dans l'engagement sur les émissions du transport aérien international est clairement indiqué dans le Protocole.

Le Protocole laisse les Etats libre de choisir la façon d'atteindre leurs objectifs de réduction nationaux. Ceux-ci peuvent décider de faire supporter l'effort national par seulement certains secteurs de l'économie. Il peut bien sûr tout répartir équitablement, ou ne faire porter des contraintes fortes que sur les industries, voire même ne poser aucune contrainte et acheter tous les crédits de pollutions sur le marché mondial entre Etats.

Actuellement au niveau européen, seule la prise en compte des émissions de CO₂ des vols intérieurs est envisagée au titre du protocole de Kyoto. Par conséquent, des arrangements spéciaux seraient nécessaires pour s'assurer que cela ne perturbe pas le système comptable des permis d'émissions. En outre, étant donné le niveau d'intégration du marché communautaire des transports aériens, il conviendrait d'adopter une méthode harmonisée d'allocation.

Après une revue des solutions techniques pour réduire les émissions de GES dans l'Aviation Civile Le Protocole laissent les Etats libre de choisir la façon d'atteindre leurs objectifs de réduction nationaux. Ceux-ci peuvent décider de faire supporter l'effort national par seulement certains secteurs de l'économie. Il peut bien sûr tout répartir équitablement, ou ne faire porter des contraintes fortes que sur les industries, voire même ne poser aucune contrainte et acheter tous les crédits de pollutions sur le marché mondial entre Etats.

Actuellement au niveau européen, seule la prise en compte des émissions de CO₂ des vols intérieurs est envisagée au titre du protocole de Kyoto. Par conséquent, des arrangements spéciaux seraient nécessaires pour s'assurer que cela ne perturbe pas le système comptable des permis d'émissions. En outre, étant donné le niveau d'intégration du marché communautaire des transports aériens, il conviendrait d'adopter une méthode harmonisée d'allocation.

Après une revue des solutions techniques pour réduire les émissions de GES dans l'Aviation Civile nous étudierons les solutions organisationnelles dérivées du Protocole, compte tenu des particularités de l'Aviation Civile.

III. Les moyens techniques de réductions des GES dans l'aérien

❖ Les compagnies aériennes

Les compagnies aériennes ont toujours été sensibles à la consommation de carburant des avions, car ce poste budgétaire représente aisément 30% de leurs coûts. Avec un baril aujourd'hui entre 60 et 65\$, elles ont tendance à renouveler leur flotte. En effet les appareils modernes consomment 20 à 40% de moins que ceux d'il y a 20-30 ans. Malheureusement, les améliorations à attendre sont faibles, les flottes européennes et asiatiques étant parmi

PROTOCOLE DE KYOTO

les plus modernes au monde. Le prix du pétrole risquant de rester élevé pour l'instant, la réduction de consommation, et donc d'émissions, sera au coeur des préoccupations des compagnies.

❖ La gestion du trafic et des aéroports

De ce côté ci, la récente réorganisation de l'espace aérien français et de l'espace supérieur européen a déjà apporté la plupart des progrès attendus. A l'horizon 2020, on ne peut plus s'attendre qu'à quelques pourcents d'amélioration. Cependant on prendra soin de ne pas écarter ces acteurs (aéroports et contrôle aérien) de la démarche générale de réduction.

IV. Les moyens organisationnels de réductions des GES dans l'aérien

❖ Le problème des gaz concernés

Il paraît évident qu'il faudra tenir compte à plus ou moins long terme d'autres gaz à effet de serre, comme les oxydes d'azote (NOx) et la vapeur d'eau des traînées de condensation émises par les avions, qui contribuent également au réchauffement de la planète. Selon les sources, l'impact total du transport aérien sur le réchauffement climatique serait actuellement de deux à quatre fois supérieures à ce qui provient des seules émissions de CO2.

Cependant, du fait d'incertitudes scientifiques quant à l'effet radiatif des autres gaz, et du fait de la prépondérance en volume du CO2, seul celui-ci est pour l'instant inclus dans le mécanisme de réduction des émissions.

Dans le secteur aéronautique on pourrait observer les émissions suivantes dans les aéroports :

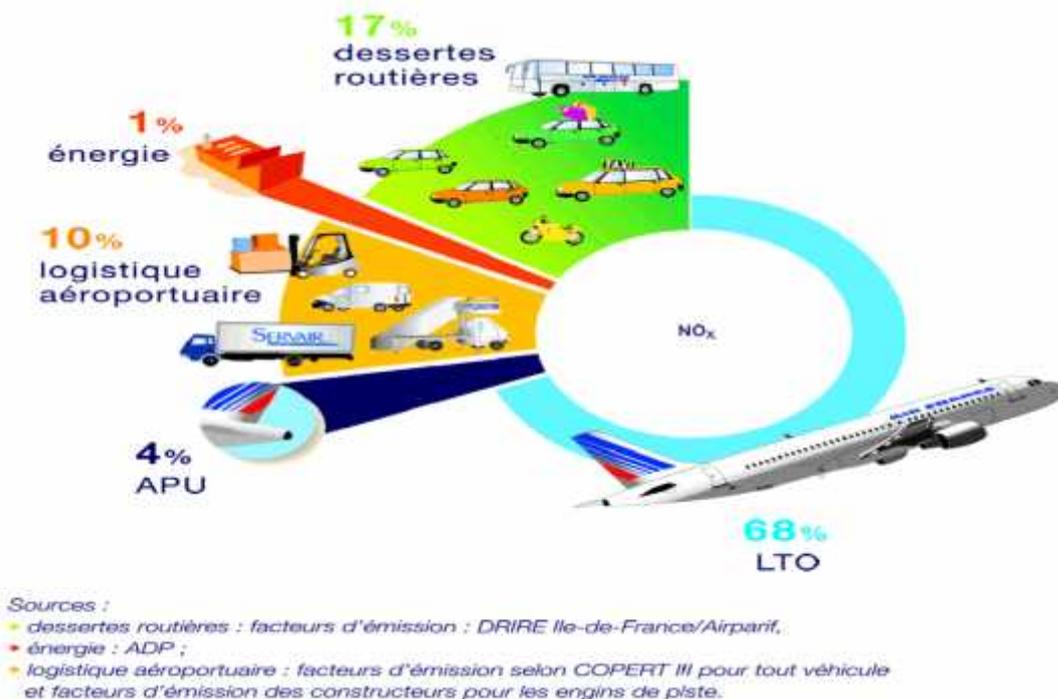


Figure VI.3 : Gaz a effet de serre au tour des aéroports (NOx)

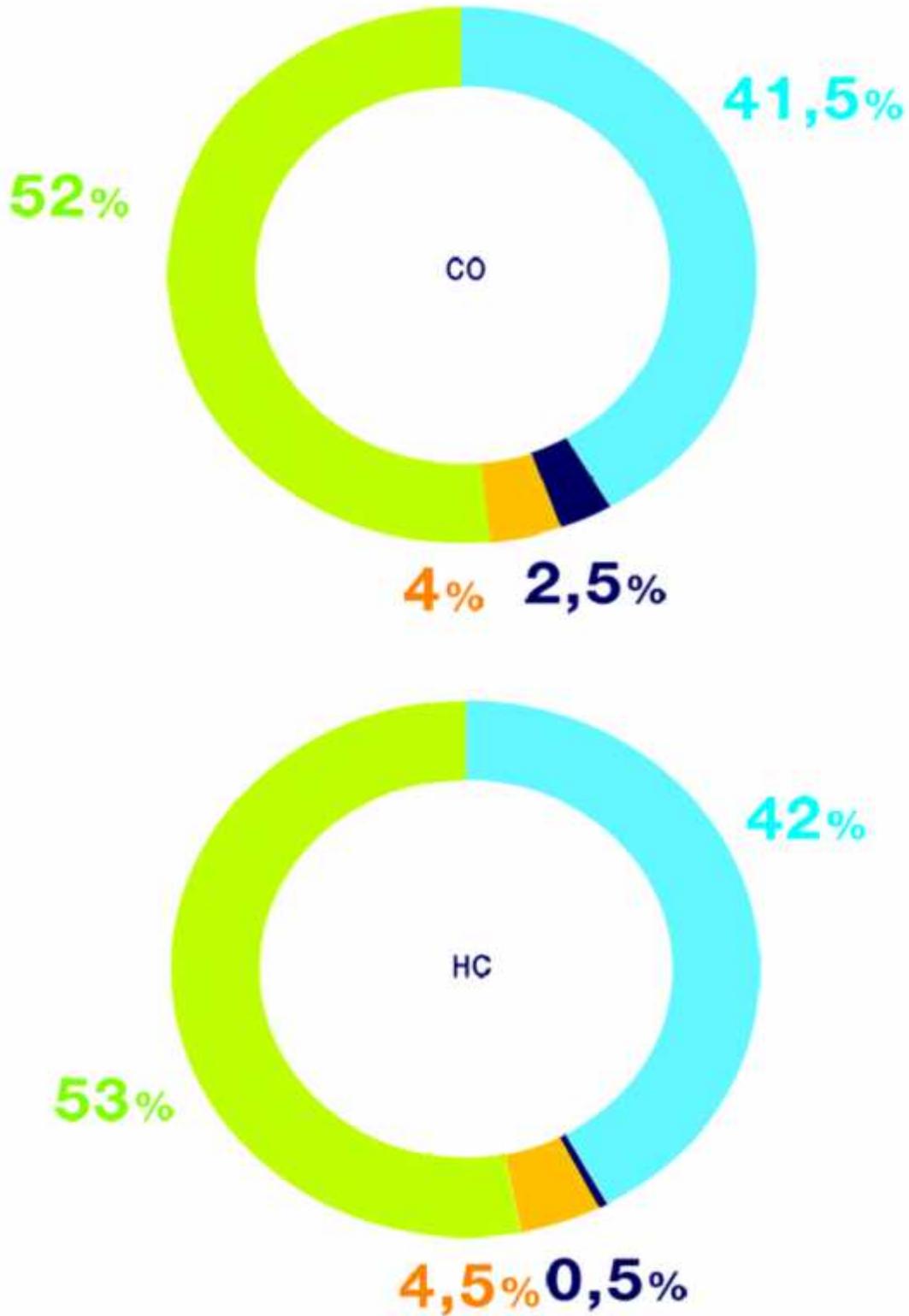


Figure VI.4: Gaz a effet de serre au tour des aéroports (CO et HC)

❖ Différence entre les taxes d'émission et les marchés de permis

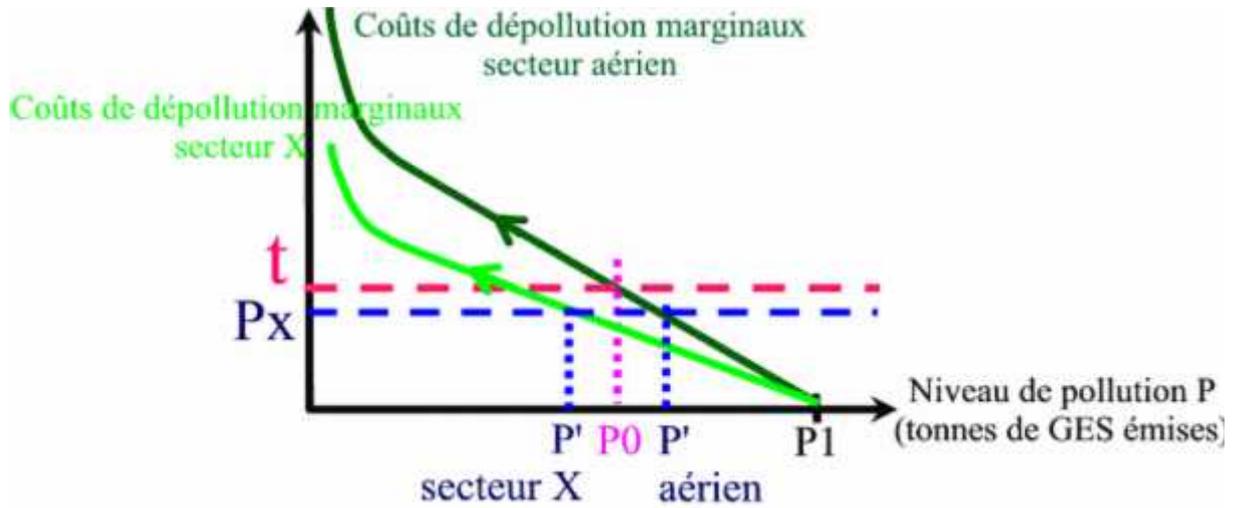


Figure VI.5 : cout de dépollution et niveau de pollution

L'objectif de pollution globale est P_0 (-5,2% des émissions de 1990 pour le protocole de Kyoto par exemple). Le taux de la taxe est fixé au niveau t pour atteindre ce niveau de pollution. L'entreprise doit payer $P*t$ en fonction de la quantité de pollution P qu'elle émet.

Tant que le niveau d'émission de l'entreprise est supérieur à P_0 , celle-ci a intérêt à diminuer ses émissions plutôt que de payer la taxe car son taux est supérieur au coût marginal de dépollution (gain total correspondant au triangle vert foncé). A partir d'un niveau de pollution de P_0 , et en dessous, elle n'a aucun intérêt économique à dépolluer, puisque qu'à la marge elle paierait C_{mD} (coût marginal de dépollution) pour gagner t avec $C_{mD} > t$ (perte correspondant au triangle rouge).

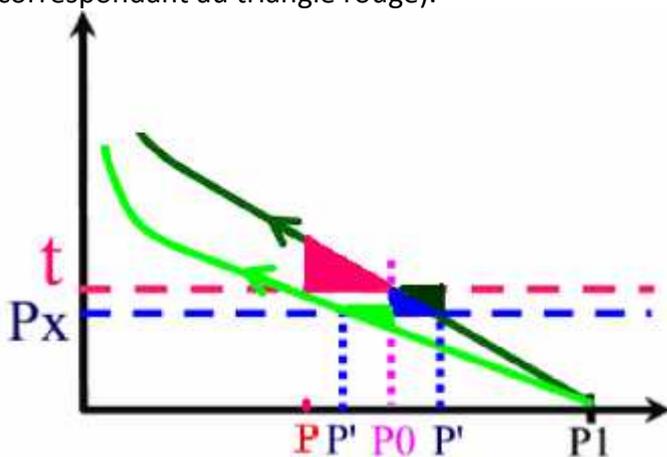


Figure VI.6 : perte correspondant aux couts de dépollution

Dans le cas des permis d'émission négociables concernant à la fois le secteur aérien et les autres, la régulation se fait par la quantité, et non plus par les prix. Dans ce cas, le secteur

PROTOCOLE DE KYOTO

aérien peut se permettre de diminuer moins ses émissions (jusqu'à P' seulement), et donc de payer moins cher, car les autres secteurs, présentant des coûts de dépollution marginaux inférieurs, vont eux dépolluer plus, et ainsi la moyenne permettra d'atteindre le même objectif de pollution P0. Les deux parties sont gagnantes dans l'échange (gain total de l'aérien correspondant au triangle bleu, gain pour l'autre secteur correspondant au triangle vert clair).

On voit donc qu'une taxe sur le kérosène serait plus défavorable au secteur aérien qu'un marché de permis, si celui-ci n'est pas spécifique au secteur aérien.

❖ Les permis d'émissions

Il existe deux façons de limiter les émissions d'un polluant avec des permis d'émission. La méthode dite « Cap and Trade » consiste à fixer une quantité annuelle d'émission à ne pas dépasser, par exemple 100 000 t de SO₂, à créer des droits de propriété pour cette quantité, par exemple 100 000 droits dont chacun donne au détenteur le droit d'émettre 1 tonne de SO₂, puis à distribuer les droits aux pollueurs. Cette distribution peut s'effectuer gratuitement, au prorata des émissions passées (« Grandfathering »), ou par une mise aux enchères. Les pollueurs s'échangent les droits sur un marché : l'offre est constituée par des vendeurs qui sont des pollueurs ayant des coûts de dépollution faible, la demande par des acheteurs ayant des coûts de dépollution élevée.

Le système « Baseline and Credit » consiste à fixer un taux de réduction par rapport à une année de référence, par exemple -30% de SO₂ par rapport à 1995, et à distribuer des crédits d'émission, par exemple -30% de SO₂ pour chaque pollueur (mais on peut différencier). Si à la fin de l'année, le pollueur a réduit ses émissions de plus de 30%, il peut revendre les crédits non utilisés à un pollueur qui a fait moins d'efforts de dépollution.

❖ Le problème d'un marché de permis séparé du marché actuel

On peut supposer que la création d'un marché de permis d'émission réservé au secteur aérien serait plus simple (on verra en effet par la suite les difficultés liés à l'intégration du secteur aérien au protocole de Kyoto).

❖ Le problème de l'étendue des vols concernés

La question du champ d'application est déterminante pour la faisabilité de l'inclusion du transport aérien. L'inclusion de l'ensemble des vols au départ et à l'arrivée de l'Union européenne accroîtrait le volume d'émissions couvert par le mécanisme et donc son efficacité environnementale mais elle pourrait rencontrer l'opposition des États tiers concernés.

Toutefois, exclure du mécanisme l'ensemble des vols des compagnies non européennes ne semble pas envisageable en raison des distorsions de concurrence qui en résulteraient sur une même route aérienne entre compagnies communautaires et compagnies

PROTOCOLE DE KYOTO

extra-communautaires. L'efficacité du mécanisme en pâtirait également.

Par conséquent, à court terme, la solution optimale serait d'inclure l'ensemble des vols intra-européens (vols intérieurs des États membres et vols entre deux États membres), qu'ils soient réalisés par des compagnies européennes ou non. Une telle solution permettrait d'éviter les distorsions de concurrence nuisibles à l'efficacité du marché.

A moyen terme, les vols à destination ou en provenance des pays tiers qui ont ratifié le protocole de Kyoto et qui souhaitent créer un lien entre leur marché national et le marché européen de permis pourraient être inclus. L'efficacité environnementale du mécanisme serait ainsi accrue.

Les principales difficultés concernent les vols internationaux. Aussi, nous nous pencherons plus en avant sur ce secteur du transport aérien.

❖ Quels interlocuteurs pour le marché des permis d'émission des vols internationaux ?

Les secteurs industriels ou les vols intra-nationaux sont aisément attribuables à un pays, qui dispose d'après le processus déjà initié de quotas qu'il doit distribuer. Mais dans le cas des vols internationaux, deux pays au moins sont concernés, le pays de départ et le pays d'arrivée, voire un troisième si la compagnie appartient à un pays tiers. Qui doit alors décompter la pollution émise de ses quotas d'allocation ? Comment faire si un des pays concernés n'a pas ratifié le protocole de Kyoto ?

En Europe, deux voies principales sont envisagées pour inclure les émissions du transport aérien international dans le cadre du protocole de Kyoto révisé (à partir de 2012), et une troisième a été évoquée brièvement à un moment du débat :

- Attribuer les émissions des vols internationaux aux États, s'ils sont signataires du protocole de Kyoto. Une fois les émissions du transport aérien attribuées aux différents États, chacun resterait libre des mesures qu'il prend pour maîtriser les émissions du transport. Mais comment déterminer de quel état dépend tel vol ? Plusieurs solutions sont proposées :

_ Attribution des émissions à l'État où le kérosène est vendu

Cette solution présente l'inconvénient de ne pas représenter réellement la consommation de carburant attribuable au pays de départ du fait des stratégies de « *tankering* », qui consistent à embarquer du kérosène en quantités supérieures aux besoins du vol afin de l'utiliser sur le vol suivant.

_ Attribution des émissions aux États en fonction soit de la nationalité de la compagnie aérienne soit de l'État où l'avion est enregistré

Au regard du principe « pollueur-payeur », cette méthode n'est pas satisfaisante car elle pénalise les pays dont les flottes sont importantes dans la mesure où ils seraient considérés comme responsables des émissions de vols qui ne décollent pas et n'atterrissent pas du pays dont la compagnie a la nationalité.

D'autre part, il peut être difficile de définir la nationalité d'une compagnie aérienne quand l'actionnariat est multinational.

Attribution des émissions aux États en fonction du pays de départ ou de destination du vol

Les émissions seraient attribuées pour moitié au pays de départ, et pour moitié au pays d'arrivée, quelle que soit la nationalité de la compagnie aérienne pour éviter les distorsions de concurrence entre compagnies nationales et compagnies étrangères. A l'échelle européenne, les données de départ et d'arrivée des vols sont déjà obligatoirement transmises à Eurocontrol, il suffirait de rendre obligatoire les informations de consommation de kérosène, comme c'est le cas aux Etats-Unis, pour pouvoir contrôler les émissions.

_ Attribution des émissions aux États en fonction du pays de destination finale du passager ou de la marchandise

Cette méthode nécessiterait la collecte, coûteuse et laborieuse, de données individuelles.

- Traiter le secteur aérien comme un nième Etat au Protocole (ou à la convention) et lui fixer un objectif de réduction propre (sans attribuer les émissions aux différents pays). Ce marché mondial, avec allocation directe de quotas aux compagnies, aurait l'avantage de limiter les marges de manœuvre des pays sur les allocations à leurs compagnies nationales et donc de réduire les distorsions de concurrence potentielles.

Ceci pose le problème de l'intégration du secteur aux marchés d'échanges de permis ; les compagnies peuvent-elles échanger directement avec d'autres entreprises, ou les échanges se font-ils d'Etat à Etat (l'ensemble des compagnies étant un Etat) ? Se pose aussi la question de l'autorité représentant cet Etat. L'OACI, IATA, une structure *ad hoc* ?

- Attribuer des quotas aux aéroports qui les alloueraient selon des mécanismes compatibles avec ceux régissant l'attribution des créneaux.

Actuellement, c'est la deuxième option (un nième Etat) qui est la plus avantageuse.

❖ Le problème de l'allocation initiale des quotas

Une question préalable consiste à déterminer si les émissions des compagnies doivent être plafonnées en volume, quelle que soit la croissance réelle (marché dit absolu), ou bien, au contraire, indexées sur la croissance réelle du secteur (marché dit relatif). Le secteur du transport aérien se distingue des autres secteurs car la croissance d'une compagnie aérienne donnée est difficile à prévoir.

Par conséquent, une prise en compte de la croissance réelle dans la méthode d'allocation des quotas semble devoir être recommandée. Un tel mode d'allocation pourrait aboutir à une croissance globale des émissions du secteur mais des mesures supplémentaires pesant sur les autres secteurs ou l'achat de permis sur les marchés internationaux permettraient à l'Union européenne de respecter ses engagements.

PROTOCOLE DE KYOTO

Concernant la méthode de calcul de l'allocation initiale, une autre question à traiter est celle de la prise en compte des émissions historiques (« grandfathering » ou « droits du grand-père ») des compagnies aériennes. Le choix fait par la France d'appliquer aux secteurs déjà impliqués dans le protocole de Kyoto un taux de croissance prévisionnel aux émissions d'une période de référence a conduit à de nombreux débats sur les taux de croissance prévisionnels et sur la période de référence. Si les pouvoirs publics décidaient de créer un marché relatif pour le secteur du transport aérien, ces problèmes ne se poseraient pas.

Afin de favoriser les actions précoces des compagnies aériennes et, a contrario, de ne pas avantager les compagnies aériennes qui n'ont pas fait d'effort de renouvellement de leur flotte, il est recommandé de fonder les allocations initiales à partir d'un benchmark technologique ou sur un prorata selon les tonnes-kilomètres commerciales.

Enfin, faut-il allouer gratuitement les quotas initiaux ou les vendre aux enchères ?

Les dispositions de la directive prévoient que la vente aux enchères des permis n'intervienne que de façon marginale (5%).

❖ Le rôle de l'OACI

L'Organisation Internationale de l'Aviation Civile a été créée en 1944 pour promouvoir un développement ordonné et sûr de l'aviation civile mondiale. C'est un organe de l'ONU qui regroupe aujourd'hui 185 Etats.

Pour l'instant elle s'est employé a publié des recommandations et des règlements internationaux. Bien sûr ceux-ci ont eu un effet sur l'aviation nationale des pays membres.

Elle est reconnue par l'article 2.2 comme facilitateur de la réduction des émissions de l'aviation internationale. Elle a jusque-là émit des recommandations technologiques et opérationnelles (carburants, routes aériennes,...) pour atteindre cet objectif. Sont rôle est appelé à s'étendre suivant 2 axes :

- L'aide à la constitution de données fiables sur les émissions de l'aviation civile internationale.

- Le lancement d'une étude sur l'intégration des émissions internationales. Et à terme, fournir des aides aux pays pour intégrer ces émissions dans le système des permis nationaux. Elle reste donc dans un rôle de conseil.

On peut pourtant envisager l'OACI comme le représentant de l'aviation civile internationale, notamment dans l'éventualité de son intégration au Protocole en tant que nième Etat. Pour l'instant elle est mise en difficulté par le refus des Etats-Unis d'adhérer au Protocole, mais elle pourrait devenir une tribune pour généraliser les initiatives unilatérales de membres

PROTOCOLE DE KYOTO

importants. On se rappellera des résultats atteints dans le domaine maritime par les initiatives unilatérales américaines puis européennes sur la double coque des pétroliers.

❖ Le mécanisme de développement propre

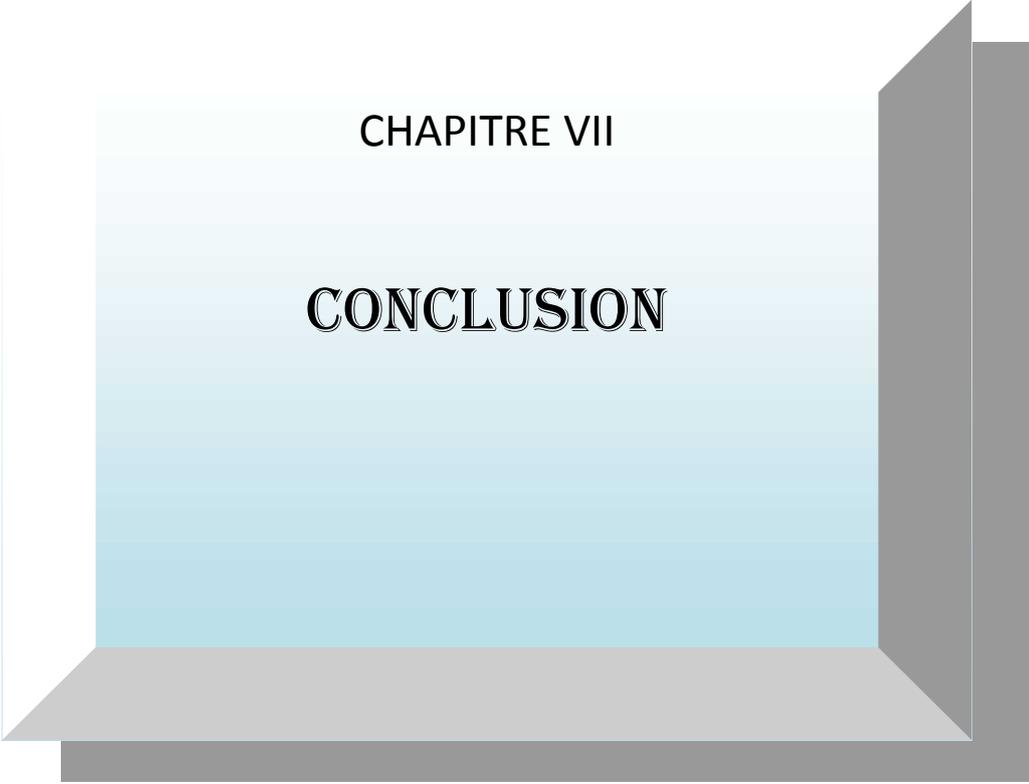
Enfin, le protocole de Kyoto a créé des mécanismes pour inciter les pays industrialisés à réaliser des projets de réduction des émissions des pays en développement. Si le transport aérien était inclus dans un marché de permis européen, il serait opportun d'étudier la possibilité d'étendre aux transports aériens l'application des projets MDP pour la prochaine période d'engagement. Cela permettrait de moderniser les flottes d'appareils des pays les moins développés qui sont aussi les plus anciennes et les moins performantes.

V. Conclusion

L'initiative lancé par le protocole de KYOTO s'avère intéressant pour une compagnie aérienne comme AIR ALGERIE, il suffit de présenter son projet de réduction de GES, en apportant un programme concret quant à la réduction :

- ✓ d'utilisation d'APU
- ✓ la réduction de poids d'avions
- ✓ l'utilisation d'un seul moteur au sol
- ✓ investir dans l'acquisition de GPU et augmentation du personnel sol
- ✓ limitation de l'utilisation des inverseurs de posée

AIR ALGERIE sera payer pour chaque kilo réduit grâce à ce programme si elle peut diminuer ses émissions en dessous d'un certain seuil



CHAPITRE VII

CONCLUSION

VII. Conclusion :

En fusant le tour de la question et en découvrant le fonctionnement complexe d'une compagnie aérienne qui jouent un rôle important le déroulement d'un vol et de l'exploitation des aéronefs en général on peut en conclure que pour une optimisation concrète à long terme Le succès repose sur trois facteurs :

➤ **Sensibilisation :**

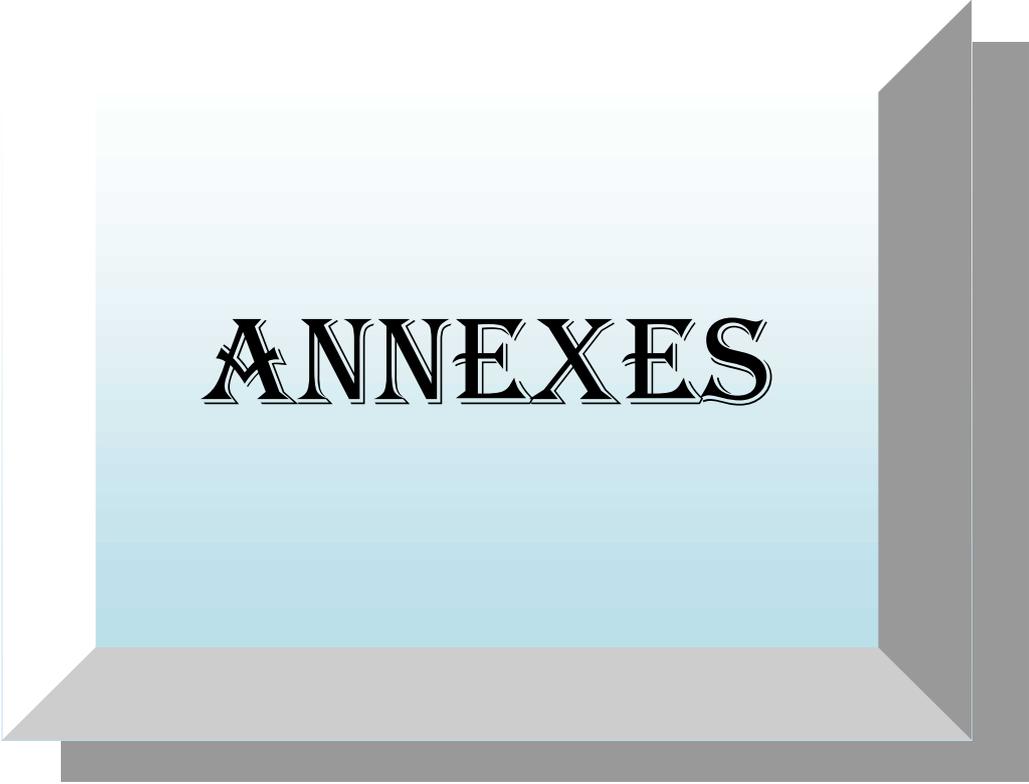
- Chaque employé et service à un rôle à jouer pour améliorer le rendement du carburant
- Dans chaque décision, le carburant doit venir tout de suite après la sécurité

➤ **Mesure :**

- L'attribution des coûts de consommation du carburant doit être mesurée aussi rigoureusement que les coûts d'achat du carburant

➤ **Responsabilisation :**

- La haute direction doit tenir tous les services financièrement responsables des activités qui influent sur la consommation de carburant en facturant les services ou les tiers pour les coûts de consommation du carburant



ANNEXES

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10 page3

DAAG ELEV 0082FT

ETA 1320Z

| WPT | AWY | FL | OAT | WIND | MCS | COMP | TAS | ZDST | ZT | ETA | ZFU | EFR | VAR |
|----------|------|----|-----|------|-----|------|-----|------|----|-----|-----|-----|-----|
| FREQ | MORA | TP | DEV | S | MH | TCS | G/S | DSTR | CT | ATA | CFU | AFR | |
| LAT/LONG | | | | | | | | | | | | | |

 CELBA CLB 330 0032 0/08 ... 009 0055 ...
 083 325 329 ... 0456 0/08 ... 009
 N37058E002515

 SADAF CLB 330 0049 0/08 ... 006 0049 ...
 010 325 329 ... 0407 0/16 ... 014
 N37482E002197

 TOC 360 330 0013 0/02 ... 001 0048 ...
 029 323 329 ... 0394 0/18 ... 016
 N37594E002114

 SURIB UN856 360 -53 28376 330 M56 456 0025 0/04 ... 001 0046 ...
 029 33 P03 4 323 329 400 0369 0/22 ... 017
 N38205E001550

 IZA UN856 360 -53 28475 329 M56 456 0040 0/06 ... 002 0044 ...
 029 33 P03 4 323 329 400 0329 0/28 ... 020
 N38549E001282

 GATOS UN856 360 -53 28675 355 M33 456 0033 0/05 ... 002 0042 ...
 029 32 P03 4 346 354 423 0296 0/33 ... 022
 N39280E001239

 EBROX UN856 360 -53 28773 355 M34 456 0075 0/10 ... 004 0038 ...
 027 32 P03 2 347 354 422 0221 0/43 ... 026
 N40425E001139

 RES UN856 360 -53 28871 355 M34 456 0027 0/04 ... 002 0036 ...
 054 31 P03 2 347 354 422 0194 0/47 ... 027
 N41090E001103

 SELVA UN863 360 -52 28971 357 M34 457 0003 0/00 ... 000 0036 ...
 054 31 P04 3 348 355 423 0191 0/47 ... 028
 N41118E001100

 KARES UN863 360 -52 28971 356 M34 457 0008 0/02 ... 000 0036 ...
 054 31 P04 3 348 355 423 0183 0/49 ... 028
 N41199E001091

 ARBEK UN863 360 -52 28970 357 M32 457 0013 0/01 ... 001 0035 ...
 054 31 P04 3 349 356 425 0170 0/50 ... 029
 N41326E001078

 REBUL UN863 360 -52 29070 356 M34 457 0009 0/02 ... 001 0034 ...
 054 31 P04 3 348 355 423 0161 0/52 ... 029
 N41419E001068

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10

page4

MOPAS UN863 360 -52 29169 357 M34 457 0044 0/06 ... 002 0032 ...
126 31 P04 3 348 355 423 0117 0/58 ... 032
N42261E001021

TOD UN863 360 -52 29267 356 M34 457 0012 0/02 ... 001 0031 ...
135 30 P04 4 349 355 423 0105 1/00 ... 032
N42384E001006

GIROM DSC 356 0008 0/01 ... 000 0031 ...
135 349 355 ... 0097 1/01 ... 032
N42465E000598

AGN DSC 357 0067 0/11 ... 001 0030 ...
114.8 135 355 355 ... 0030 1/12 ... 033
N43533E000524

SOTAK DSC 145 0005 0/01 ... 000 0030 ...
086 142 143 ... 0025 1/13 ... 033
N43493E000565

D145N DSC 144 0008 0/02 ... 000 0030 ...
086 143 143 ... 0017 1/15 ... 034
N43425E001036

SURAS DSC 179 0004 0/01 ... 000 0030 ...
044 177 178 ... 0013 1/16 ... 034
N43385E001038

LFBO DSC 093 0013 0/04 ... 001 0029 ...
044 094 092 ... 0000 1/20 ... 035
N43381E001221

FIRS LECB/1216 LFFF/1301

(FPL-IS
-B738/M- RWYX
-DAAG1200
-N0456F360 SID9 SADAF UN856 RES UN863 AGN
-LFBO0120 LFLL
-EET/LECB0016 LFFF0101
REG/7T-VJJ DAT/S
-E/0233 P/TBN R/V S/MD J/L D/5 162 C Y
A/WHITE/GREY)

END OF JEPPESEN DATAPLAN
REQUEST NO. 5961

8.1.10.8 Description du plan de vol ETOPS

PLAN 3435 DAAG TO CYMX A33E M82/F IFR 22/11/05
NONSTOP COMPUTED 0910Z FOR ETD 1200Z PROGS 2200ADF VJV KGS

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08
08.01.10 page5

*****THIS PLOG INCORPORATES THE ETOPS 0090MIN/0640NM RULE*****

| | | | | | | | |
|-----------|------|--------|-----------|-------|-------|------------|-------|
| | | E.FUEL | A.FUEL | E.TME | NM | NAM | FL |
| DEST | CYMX | 044489 | | 08/39 | 3650 | 3945 | 340 |
| R.R. | | 002224 | | 00/34 | | | |
| ALT | CYUL | 001297 | | 00/11 | 0018 | 0018 | |
| HOLD | | 002400 | | 00/30 | | | |
| ETOPS XTR | | 000000 | | 00/00 | | | |
| XTR | | 000000 | | 00/00 | VISA | CDB | ..... |
| TOF | | 050410 | | 09/55 | TRK | ALGYMX-N01 | |
| TAXI | | 000300 | CORR. | + / - | | | |
| BLOCK | | 050710 | | 09/55 | BLOCK | FUEL | ..... |

FL 340/SURIB 360/IZA 370/MITUM 390/5840N 400

FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 4000 FT DECREASE IN CRZ ALTITUDE:6068KGS

ALT AIRPORT CIE NAME COST INDEX
BLOCK NUMERO B/L.
CMD (-) QUANTITY
MAX B/O

| | | | | | |
|-------|--------|-----------|---------------|----------|-----------------------|
| | E. WT | CORR. | OP. LIMIT | STRUC. | REASONS FOR OP. LIMIT |
| BASIC | 122719 | | | | |
| EPLD | 025000 | | | | |
| EZFW | 147719 | | ZFW | 168000 / | |
| TOF | 050410 | | | | |
| ETOW | 198129 | | OTOW. | 230000 / | |
| EB/O | 044489 | | | | |
| ELAW | 153640 | | LAW | 180000 / | |

DAAG UN856 SADAF UN856 IZA UM134 VLC UN733 STG..FIR..ENT/LE..FIR..
5840N..57043..EXT/CY..FIR..CARPE ATS YNA J549 CL J564 VLV J565
CATOG CATOG5 CYMX

E2

BLOCK OFF LANDING FOB. TO
BLOCK ON TAKE OFF FOB. LAW
CODE
TIME TIME DELAI

WIND M038 MXSH 9/REDBY

ENRT ALTN
LEST SUITABLE 1230/1604
EINN SUITABLE 1406/1747
BIKF SUITABLE 1549/1912
BGSF SUITABLE 1710/1933
CYR SUITABLE 1730/2051

E3

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|
| | | DIST | W/C | CFR | FOB | EXC | TIME TO ETP / ALT |
| ETP | LEST/EINN | 0357/0387 | M025/P002 | 008834 | 035805 | 026971 | 02.16/01.06 |

E4

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10 page6

N47132 W014114
ETP EINN/BIKF 0607/0645 P006/P030 012193 029439 017246 03.30/01.42
N53234 W025408
ETP BIKF/BGSF 0678/0610 P043/P003 012033 022440 010407 04.52/01.44
N57426 W041582
ETP BGSF/CYYR 0640/0536 P015/M043 012257 020680 008423 05.13/01.45
N56372 W045588

MET /
CLEARANCE /

DAAG ELEV 0082FT ETA 2039Z

| WPT | AWY | FL | OAT | WIND | MCS | COMP | TAS | ZDST | ZT | ETA | ZFU | EFR | VAR |
|---------------|-------|-----|-----|-------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|-------|-----|
| FREQ | MORA | TP | DEV | S | MH | TCS | G/S | DSTR | CT | ATA | CFU | AFR | |
| LAT/LONG | | | | | | | | | | | | | |
| SADAF | | CLB | ... | ..... | 329 | ... | ... | 0078 | 0/15 | ... | 034 | 0470 | ... |
| | 083 | .. | ... | . | 327 | 328 | ... | 3572 | 0/15 | ... | 034 | ..... | ... |
| N37482E002197 | | | | | | | | | | | | | |
| TOC | | 340 | ... | ..... | 330 | ... | ... | 0037 | 0/05 | ... | 007 | 0463 | ... |
| | 029 | .. | ... | . | 328 | 329 | ... | 3535 | 0/20 | ... | 041 | ..... | ... |
| N38198E001558 | | | | | | | | | | | | | |
| SURIB | UN856 | 340 | -56 | 30026 | 330 | M23 | 470 | 0001 | 0/00 | ... | 000 | 0463 | ... |
| | 029 | 35 | M04 | 2 | 328 | 329 | 447 | 3534 | 0/20 | ... | 041 | ..... | ... |
| N38205E001550 | | | | | | | | | | | | | |
| IZA | UN856 | 360 | -59 | 31231 | 329 | M30 | 467 | 0041 | 0/05 | ... | 006 | 0457 | ... |
| 394.0 | 029 | 35 | M03 | 2 | 329 | 329 | 437 | 3493 | 0/25 | ... | 047 | ..... | ... |
| N38549E001282 | | | | | | | | | | | | | |
| NINOT | UM134 | 370 | -60 | 33229 | 292 | M22 | 466 | 0049 | 0/07 | ... | 006 | 0451 | ... |
| | 029 | 36 | M03 | 2 | 294 | 291 | 444 | 3444 | 0/32 | ... | 053 | ..... | ... |
| N39125E000290 | | | | | | | | | | | | | |
| COMPI | UM134 | 370 | -60 | 34625 | 292 | M14 | 466 | 0024 | 0/03 | ... | 003 | 0448 | ... |
| | 079 | 36 | M03 | 1 | 294 | 290 | 452 | 3420 | 0/35 | ... | 056 | ..... | ... |
| N39210W000005 | | | | | | | | | | | | | |
| VLC | UM134 | 370 | -60 | 35823 | 291 | M09 | 466 | 0023 | 0/03 | ... | 003 | 0445 | ... |
| 116.1 | 079 | 36 | M03 | 1 | 294 | 290 | 457 | 3397 | 0/38 | ... | 059 | ..... | ... |
| N39291W000290 | | | | | | | | | | | | | |
| CLS | UN733 | 370 | -60 | 01623 | 301 | M06 | 466 | 0027 | 0/04 | ... | 003 | 0442 | ... |
| 117.55 | 079 | 36 | M03 | 1 | 304 | 300 | 460 | 3370 | 0/42 | ... | 062 | ..... | ... |
| N39424W000592 | | | | | | | | | | | | | |
| FIR | UN733 | 370 | -61 | 03223 | 301 | 00 | 465 | 0005 | 0/00 | ... | 001 | 0441 | ... |
| | 079 | 36 | M04 | 2 | 304 | 300 | 465 | 3365 | 0/42 | ... | 063 | ..... | ... |
| N39452W001056 | | | | | | | | | | | | | |
| CATON | UN733 | 370 | -61 | 03223 | 301 | 00 | 465 | 0007 | 0/01 | ... | 001 | 0440 | ... |
| | 079 | 36 | M04 | 2 | 304 | 300 | 465 | 3358 | 0/43 | ... | 064 | ..... | ... |
| N39483W001127 | | | | | | | | | | | | | |

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10 page7

PRADO UN733 370 -60 05521 301 P09 466 0042 0/06 ... 005 0435 ...
090 36 M03 3 303 299 475 3316 0/49 ... 069
N40088W002006

CJN UN733 370 -61 07025 301 P16 465 0028 0/03 ... 003 0432 ...
115.6 074 36 M04 4 303 299 481 3288 0/52 ... 072
N40223W002327

LIPOR UN733 370 -61 07828 300 P21 465 0015 0/02 ... 002 0431 ...
074 36 M04 5 301 297 486 3273 0/54 ... 074
N40295W002509

MITUM UN733 370 -61 08330 299 P25 465 0021 0/03 ... 002 0428 ...
103 36 M04 5 301 297 490 3252 0/57 ... 076
N40387W003149

HORTA CLB 299 0002 0/00 ... 000 0428 ...
103 301 297 ... 3250 0/57 ... 076
N40396W003172

INDEG CLB 299 0025 0/03 ... 003 0425 ...
103 301 297 ... 3225 1/00 ... 080
N40512W003475

DISKO UN733 390 -60 10918 299 P18 466 0022 0/03 ... 003 0422 ...
103 36 M03 6 298 296 484 3203 1/03 ... 082
N41009W004134

ZANKO UN733 390 -61 11718 299 P18 465 0038 0/04 ... 004 0418 ...
052 37 M04 7 299 296 483 3165 1/07 ... 086
N41173W004579

ZMR UN733 390 -61 11820 299 P20 465 0033 0/04 ... 004 0414 ...
117.1 052 37 M04 8 299 296 485 3132 1/11 ... 090
N41318W005384

GASBA UN733 390 -61 10923 309 P22 465 0044 0/06 ... 005 0409 ...
078 37 M04 8 309 305 487 3088 1/17 ... 095
N41569W006268

BARKO UN733 390 -61 10127 308 P25 465 0027 0/03 ... 003 0406 ...
095 37 M04 9 308 304 490 3061 1/20 ... 098
N42120W006567

FINAM UN733 390 -61 09530 308 P26 465 0024 0/03 ... 003 0403 ...
095 37 M04 9 310 304 491 3037 1/23 ... 101
N42253W007233

FORNO UN733 390 -61 09231 308 P26 465 0005 0/01 ... 001 0403 ...
082 37 M04 9 310 304 491 3032 1/24 ... 101
N42281W007289

STG UN733 390 -61 09233 308 P28 465 0050 0/06 ... 005 0397 ...
116.4 082 37 M04 9 310 304 493 2982 1/30 ... 107
N42556W008255

EDITION N02

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS

DATE : AVR.08

REVISION :00

PROCEDURES D'EXPLOITATION

Ref : MANEX

Préparation de vol

08.01.10

page8

 FIR .. 390 -62 23221 322 M02 464 0168 0/22 ... 019 0379 ...
 058 38 M05 1 319 318 462 2814 1/52 ... 125
 N45000W011034

 ENT/LEST.. 390 -62 23221 322 M02 464 0182 0/24 ... 020 0359 ...
 058 38 M05 1 319 318 462 2632 2/15 ... 145
 N47093W014061

 ETP1 .. 390 -62 23221 322 M02 464 0005 0/01 ... 001 0358 ...
 058 38 M05 1 319 318 462 2627 2/16 ... 146
 N47132W014114

 ETP2 .. 390 -62 23221 322 M02 464 0574 1/14 ... 064 0294 ...
 058 38 M05 1 319 318 462 2053 3/30 ... 210
 N53234W025408

 FIR .. 390 -62 23221 322 M02 464 0184 0/24 ... 020 0274 ...
 058 38 M05 1 319 318 462 1869 3/54 ... 230
 N55047W030000

 5840N .. 390 -62 23221 322 M02 464 0376 0/49 ... 042 0232 ...
 058 38 M05 1 319 318 462 1493 4/43 ... 272
 N58000W040000

 ETP3 .. 400 -52 25051 277 M51 475 0065 0/09 ... 008 0224 ...
 010 33 P05 1 276 255 424 1428 4/52 ... 280
 N57426W041582

 57043 .. 400 -52 25051 277 M51 475 0058 0/08 ... 007 0217 ...
 010 33 P05 1 276 255 424 1370 5/00 ... 287
 N57250W043400

 ETP4 .. 400 -57 25763 262 M60 470 0089 0/13 ... 011 0207 ...
 010 35 00 3 264 238 410 1281 5/13 ... 297
 N56372W045588

 EXT/CYYR.. 400 -57 25763 262 M60 470 0198 0/29 ... 023 0183 ...
 010 35 00 3 264 238 410 1083 5/42 ... 321
 N54422W050410

 FIR .. 400 -57 25763 262 M60 470 0037 0/05 ... 004 0179 ...
 010 35 00 3 264 238 410 1046 5/48 ... 325
 N54187W051329

 CARPE .. 400 -57 25763 262 M60 470 0118 0/17 ... 014 0165 ...
 010 35 00 3 264 238 410 0928 6/05 ... 339
 N53050W054050

 REDBY ATS 400 -61 26394 266 M89 465 0105 0/17 ... 013 0152 ...
 033 38 M04 9 269 242 376 0823 6/22 ... 352
 N52150W056361

 FIR ATS 400 -61 25011 263 M10 465 0037 0/06 ... 005 0147 ...
 033 39 M04 7 265 240 355 0786 6/28 ... 357
 N51558W057285

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10

page9

FIR ATS 400 -61 25011 263 M10 465 0104 0/18 ... 014 0133 ...
 033 39 M04 7 265 240 355 0682 6/46 ... 371
N51009W059492

FIR ATS 400 -61 25011 263 M10 465 0020 0/03 ... 003 0131 ...
 033 39 M04 7 265 240 355 0662 6/49 ... 374
N50501W060154

YNA ATS 400 -61 25011 263 M10 465 0070 0/12 ... 009 0121 ...
113.6 033 39 M04 7 265 240 355 0592 7/01 ... 383
N50110W061469

FIR J549 400 -61 22623 261 M22 465 0205 0/36 ... 028 0094 ...
 056 39 M04 9 255 236 343 0387 7/37 ... 410
N48124W066026

CL J549 400 -61 22623 261 M22 465 0020 0/03 ... 003 0091 ...
207.0 056 39 M04 9 255 236 343 0367 7/40 ... 413
N48005W066262

TAFFY J564 400 -59 20708 243 M05 467 0052 0/09 ... 007 0084 ...
 053 39 M02 9 239 223 362 0315 7/49 ... 420
N47224W067182

FIR J564 400 -59 20003 242 M97 467 0029 0/05 ... 004 0081 ...
 070 39 M02 9 236 222 370 0286 7/54 ... 423
N47003W067475

PQI J564 400 -59 20003 242 M97 467 0019 0/03 ... 002 0078 ...
116.4 070 39 M02 9 236 222 370 0267 7/57 ... 426
N46465W068057

FIR J564 400 -57 18996 268 M58 470 0098 0/14 ... 011 0068 ...
 070 39 00 6 256 247 412 0169 8/11 ... 437
N46069W070154

VLV J564 400 -57 18996 268 M58 470 0027 0/04 ... 003 0065 ...
117.2 070 39 00 6 256 247 412 0142 8/15 ... 440
N45555W070508

TOD J565 400 -54 18977 288 M18 473 0002 0/00 ... 000 0064 ...
 075 38 P03 9 285 270 455 0140 8/15 ... 440
N45558W070534

CATOG DSC ... 288 0083 0/12 ... 002 0062 ...
 075 .. . 285 270 ... 0057 8/27 ... 442
N45550W072530

VEPSU DSC ... 265 0020 0/04 ... 001 0062 ...
 045 .. . 267 249 ... 0037 8/31 ... 442
N45477W073198

SAVIX DSC ... 240 0021 0/04 ... 001 0061 ...
 027 .. . 242 225 ... 0016 8/35 ... 443
N45516W073452

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10 page10

CYMX DSC 243 0016 0/04 ... 002 0059 ...
033 258 228 ... 0000 8/39 ... 445
N45408W074023

FIRS LECB/1215 LECM/1242 EGGX/1352 CZQX/1554 ADIZ/1748
FIRS CZQX/1805 CZUL/1828 CZQX/1846 CZUL/1849 CZQM/1937
FIRS KZBW/1954 CZUL/2011

EQUAL TIME POINT DATA
- - - - -

| | |
|---------------------|----------------|
| DIVERSION SUMMARY - | |
| LAT/LONG | N47132 W014114 |
| TIME | 01.06 @ 0350KT |
| F.L. | 0100 |
| FOB | 035805 |
| G/C DIST | 0357 0387 |
| CRUISE DIST | 0377 0407 |
| AVG W/C | M025 P002 |
| ENROUTE TEMP | P000 P000 |

LEST

EINN

E5

AVG GWT 180657 180676 180651 180678
BURN SUMMARY ...

E6

| | LRC | 1LE | LRC | 1LE |
|----------|--------------|---------------|---------------|--------|
| CRUISE | 005689 01.05 | 005674 005640 | 005689 005635 | 005635 |
| DESCENT | 000416 00.08 | 000416 000270 | 000416 000270 | 000270 |
| HOLD | 001120 00.15 | 001120 001002 | 001120 001002 | 001002 |
| MAP | 001201 | 001201 001201 | 001201 001201 | 001201 |
| APU | 000191 | 000190 000200 | 000191 000200 | 000200 |
| ICE DRAG | 000217 | 000216 000207 | 000217 000207 | 000207 |
| ANTI-ICE | 000000 | 000000 000000 | 000000 000000 | 000000 |
| CONSERV. | 000000 | 000000 000000 | 000000 000000 | 000000 |
| TOTAL | 008834 01.28 | 008817 008520 | 008834 008515 | 008515 |

E7

| | |
|---------------------|-----------------------------|
| DIVERSION SUMMARY - | |
| LAT/LONG | N53234 W025408 |
| TIME | 01.42 @ 0350KT |
| F.L. | 0100 |
| FOB | 029439 |
| G/C DIST | 0607 0645 |
| CRUISE DIST | 0627 0665 |
| AVG W/C | P006 P030 |
| ENROUTE TEMP | M003 M008 |
| ETP TEMP @ FL100 | M006 M002 M016 |
| AVG GWT | 172671 172701 172715 172787 |
| BURN SUMMARY ... | |

EINN

BIKF

LRC 1LE LRC 1LE

EDITION N02
REVISION :00
Ref : MANEX

PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS
PROCEDURES D'EXPLOITATION
Préparation de vol

DATE : AVR.08

08.01.10

page11

| | | | | | | |
|----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| CRUISE | 008918 | 01.46 | 008918 | 008855 | 008828 | 008684 |
| DESCENT | 000416 | 00.08 | 000416 | 000270 | 000416 | 000270 |
| HOLD | 001066 | 00.15 | 001066 | 000948 | 001066 | 000950 |
| MAP | 001201 | | 001201 | 001201 | 001201 | 001201 |
| APU | 000281 | | 000281 | 000297 | 000281 | 000295 |
| ICE DRAG | 000312 | | 000312 | 000302 | 000309 | 000297 |
| ANTI-ICE | 000000 | | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 |
| CONSERV. | 000000 | | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 |
| TOTAL | 012193 | 02.09 | 012194 | 011873 | 012101 | 011697 |

DIVERSION SUMMARY - BIKF BGSF

LAT/LONG N57426 W041582

TIME 01.44 @ 0350KT

F.L. 0100

FOB 022440

G/C DIST 0678 0610

CRUISE DIST 0698 0630

AVG W/C P043 P003

ENROUTE TEMP M017 M021

ETP TEMP @ FL100 M011 M016 M024

AVG GWT 165769 165871 165737 165799

BURN SUMMARY ...

| | | | | | | |
|----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| CRUISE | 008785 | 01.53 | 008722 | 008518 | 008785 | 008661 |
| DESCENT | 000416 | 00.08 | 000416 | 000270 | 000416 | 000270 |
| HOLD | 001029 | 00.15 | 001030 | 000911 | 001029 | 000910 |
| MAP | 001201 | | 001201 | 001201 | 001201 | 001201 |
| APU | 000295 | | 000291 | 000307 | 000295 | 000311 |
| ICE DRAG | 000307 | | 000305 | 000291 | 000307 | 000295 |
| ANTI-ICE | 000000 | | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 |
| CONSERV. | 000000 | | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 |
| TOTAL | 012033 | 02.16 | 011965 | 011498 | 012033 | 011648 |

DIVERSION SUMMARY - BGSF CYFR

LAT/LONG N56372 W045588

TIME 01.45 @ 0350KT

F.L. 0100

FOB 020680

G/C DIST 0640 0536

CRUISE DIST 0660 0556

AVG W/C P015 M043

ENROUTE TEMP M020 M009

ETP TEMP @ FL100 M009 M024 M010

AVG GWT 163938 164019 163864 163900

BURN SUMMARY ...

| | | | | | | |
|----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| CRUISE | 009011 | 01.54 | 008864 | 008702 | 009011 | 008941 |
| DESCENT | 000416 | 00.08 | 000416 | 000270 | 000416 | 000270 |
| HOLD | 001019 | 00.15 | 001020 | 000900 | 001019 | 000899 |
| MAP | 001201 | | 001201 | 001201 | 001201 | 001201 |
| APU | 000296 | | 000299 | 000316 | 000296 | 000319 |
| ICE DRAG | 000313 | | 000309 | 000296 | 000313 | 000303 |
| ANTI-ICE | 000000 | | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 |
| CONSERV. | 000000 | | 000000 | 000000 | 000000 | 000000 |
| TOTAL | 012257 | 02.17 | 012109 | 011685 | 012256 | 011933 |

| | | | |
|--------------|--|---|--------|
| | |  | |
| EDITION N02 | PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS PROCEDURES D'EXPLOITATION Préparation de vol | DATE : AVR.08 | |
| REVISION :00 | | 08.01.10 | page12 |
| Ref : MANEX | | | |

ALTERNATE - 1 MSA TTK **DIST** **TIME** ETA **FUEL**
 CYUL 033 135 0018 0.11 2051 001297

(FPL-I

-A330/H- X

-DAAG1200

-N0470F340 UN856 SADA/N0470F340 UN856 SURIB/N0467F360 UN856

IZA/N0466F370 UM134 VLC UN733 MITUM/N0466F390 UN733 STG/M082F390

DCT 58N040W/M082F400 5725N04340W/N0470F400 DCT CARPE DCT REDBY

DCT YNA J549 CL J564 VLV J565 CATOG CATOG5

-CYMX0839 CYUL

-EET/LECB0015 LECM0042 EGGX0152 CZQX0354 40W0443 43W0500 ADIZ0548

CZQX0605 CZUL0628 CZQX0646 CZUL0649 CZQM0737 KZBW0754 CZUL0811

REG/7T-VJV RMK/TCAS EQUIPPED

-E/0955 P/14 R/ S/MD J/LFUV D/ C

A/GREY/RED/WHITE)

END OF JEPPESEN DATAPLAN

REQUEST NO. 3435

8.1.10.8.1 Légende du Plan de Vol ETOPS :

E1. Définition de la zone ETOPS en temps et distance de déroutement.

E2. La route planifiée avec point d'entrée "ENT" et point de sortie "EXT" en zone ETOPS.

E3. La période d'accessibilité des aérodromes prévus pour le déroutement.

E4. Présentation des points a temps égales (ETP)

DIST : distances écoulées jusqu'au terrains de déroutement

W/C : les composantes du vents vers les deux terrains de déroutement du point ETP

CFR : la quantité de carburant nécessaire pour le déroutement

FOB : la quantité de carburant qui doit être disponible a bord

EXC : la quantité de carburant excédante

TIME TO ETP : le temps de vol du point ETP actuel jusqu'au prochain point ETP

TIME TO ALT : le temps de vol du point ETP jusqu'au aérodromes de déroutement.

E5. Cartouche scénario de déroutement

LAT/LONG : les coordonnées géographiques du point ETP

TIME : temps de déroutement a la vitesse appropriée

F.L : le niveau de vol pour le déroutement

FOB : la quantité de carburant qui doit être disponible a bord

C/G : la distance directe vers chaque terrain de déroutement

CRUISE DIST : C/G + 20 NM

AVG W/C : les composantes du vents vers les deux terrains de déroutement du point

ETP

ENROUTE TEMP : la température ambiante au niveau de vol prévu

E6. La masse moyenne utilisée au calcul des consommations et temps de vol.

E7. Cartouche bilan fuel

LRC : régime long range cruise

1LE : régime un moteur en panne

CRUISE : quantité de carburant et temps vol prévus pour la croisière

| | | | |
|--------------|--|---|--------|
| | |  | |
| EDITION N02 | PARTIE A : GENERALITES/FONDEMENTS PROCEDURES D'EXPLOITATION Préparation de vol | DATE : AVR.08 | |
| REVISION :00 | | 08.01.10 | page13 |
| Ref : MANEX | | | |

DESCENT: quantité de carburant et temps vol prévus pour la descente
 HOLD: la consommation carburant au régime d'attente pendant 15 min.
 MAP: la quantité de carburant nécessaire a la remise des gaz
 APU: la consommation de l'APU
 ICE DRAG: la consommation supplémentaire due a l'existence de givre sur les surfaces non protégées par le système anti ice
 ANTI-ICE: la consommation supplémentaire due a l'utilisation du système anti ice
 CONSERV : coefficient de protection
 TOTAL : la quantité de carburant et le temps de vol total nécessaires pour le scénario de déroutement.