

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L' ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA

INSTITUT D' AERONAUTIQUE (IAB)  
Département Navigation Aérienne



Projet de Fin d'Etude  
Pour L'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Aéronautique

Option : Opérations Aériennes

**Calcul et suivi opérationnel des coefficients  
de dégradation de Performance des  
avions Boeing de la compagnie aérienne  
AIR ALGERIE**

Organisme d'accueil : AIR ALGERIE

Présenté par :

*Mr. KHELLADI Othmane.*

&

*Mr. NACER BEY Merouane.*

Proposé par :

*Mr. ACHIR Mustapha*

Promotion Juin 2002

## REMERCIEMENTS

A nos professeurs dont l'érudition n'a d'égale que leur simplicité et dont la disponibilité et la persévérance ont fait de nous ce que nous sommes.

A notre très aimable encadreur Mr. MUSTAPHA ACHIR qui nous a dirigées et accompagnées pendant cette longue année de travail.

Nous remercions sincèrement Mr. REDOUANE AOUF, Mr. FARID TERMLILE, Mr. MUSTAPHA ABDELLAOUI, Mr. MADEN, Mr. NEDJAM, qui ont contribué à la réussite de ce projet.

A toute l'équipe de la PVD, particulièrement les ingénieurs en opération aérienne et les techniciens en navigation (TNAO).

A toute l'équipe de la documentation, particulièrement Mr. HACHIMI

A toute l'équipe du département opération aérienne d'Air Algérie qui nous a si bien accueillies,

A nos amis et nos proches.

A tous nous adressons nos remerciements les plus sincères.

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents en gage de la patience dont ils ont fait preuve tout au long de mon cursus et qui ont tant veiller et sacrifier pour m'enseigner les valeurs de la vie et faire de moi ce que le suis aujourd'hui.

A mes sœurs NAZLI et SONYA

A mon frère MAHREZ

A ma future femme HIND

A mes tantes et oncles

A mes cousins et cousines

A tous mes amis (es)

A mon binôme

*Je dédie le fruit de toutes mes années d'études*

*Merouane*

Je dédie ce travail qui est le fruit de longues années d'études aux deux être les plus chères que j'aime énormément, ma tendre mère et mon père, que Dieu les garde.

Je le dédie aussi, à :

A mon frère Sofiane

A mes sœurs Hadia et Ahlem

A mes grands parents

A mon ami d'enfance Mounir

A mes amis Omar, Sid Ali, Aminou et Fouad

A mon binôme

A tous mes amis (es)

A toute ma famille

*Othmane*

Et à notre promotion 2001/2002

Le programme APM sert à évaluer le taux de dégradation de performance d'une flotte, ce dernier ne peut être opérationnel que par la disponibilité d'une application créatrice de fichiers d'enregistrement standard d'entrée manuelle de données (MSIRF) ainsi que des fichiers option utilisateur (APMINP) qui sont d'un format spécifique au programme APM.

Notre travail consiste donc en la conception d'une application (APMIG) intermédiaire entre l'opérateur et le programme APM qui prendra en charge à la fois :

1. Le stockage des paramètres de vol
2. La création de fichiers d'entrée du programme APM.

Le programme APM pourra alors être exploité de manière efficace et donnera les résultats recherchés pour un meilleur suivi des avions de la compagnie.

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Introduction générale..... | i   |
| Nomenclature.....          | iii |

## I. Généralités

|   |          |
|---|----------|
| <b>I.1 Suivi des performances des avions .....</b>                    | <b>1</b> |
| I.1.1 Enjeu .....   | 1        |
| I.1.2 Principe des mesures des performances.....                      | 2        |
| I.1.3 Retombées du suivi des performances.....                        | 3        |
| <b>I.2 le système de transmission automatique des paramètres.....</b> | <b>4</b> |
| <b>I.3 Suivi carburant.....</b>                                       | <b>5</b> |
| I.3.1 Intérêt opérationnel.....                                       | 5        |
| I.3.2 Intérêt économique.....   | 6        |
| <b>I.4 Réglementation .....</b>                                       | <b>6</b> |
| <b>I.5 Le concept d'entretien avion.....</b>                          | <b>7</b> |

## II. Présentation du programme APM

|   |           |
|---|-----------|
| <b>II.1 INTRODUCTION.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>II.2 Ecoulement général des données dans le programme APM .....</b>                      | <b>10</b> |
| 1. L'environnement avion :.....   | 10        |
| 2. L'environnement Compagnie :.....   | 10        |
| 3. L'environnement support au sol :.....  | 10        |
| II.2.1 Description de l'écoulement général des données dans le programme APM .....          | 10        |
| <b>II.1 INTRODUCTION.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>II.2 Ecoulement général des données dans le programme APM .....</b>                      | <b>10</b> |
| 1. L'environnement avion :.....   | 10        |
| 2. L'environnement Compagnie :.....   | 10        |
| 3. L'environnement support au sol :.....  | 10        |
| II.2.1 Description de l'écoulement général des données dans le programme APM .....          | 10        |
| <b>II.3 Les données d'entrée .....</b>  | <b>13</b> |
| II.3.1 La base de données MOTEUR/FUSELAGE.....  | 13        |
| II.3.2 Les fichiers d'entrée de données (MSIRF/DSIRF).....                                  | 14        |
| II.3.2.1 Généralité sur les paramètres de vol de croisière.....                             | 14        |
| II.3.2.2 Le format DSIRF (Digital Standard Input Record Format).....                        | 16        |
| II.3.2.3 Le format MSIRF (Manual Standard Input Record Format).....                         | 16        |
| II.3.2.3.1 Description du format standard d'enregistrement d'entrée manuelle (MSIRF) :..... | 18        |
| II.3.2.3.2 Procédure d'enregistrement recommandée .....                                     | 19        |
| II.3.2.3.3 Description de la fiche performance log .....                                    | 20        |
| 1. L'entête (header).....   | 20        |
| 2. Le moniteur.....   | 21        |
| II.3.3 Entrée option utilisateur APMINP .....   | 23        |

|  |           |
|--|-----------|
| III.3.5 Correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air de puissance .....                                     | 39        |
| <b>III.4 La détermination du coefficient de déviation de la configuration moteur (<math>\Delta EPR, \Delta \%NI</math>).....</b> | <b>41</b> |
| <b>III.5 La détermination du coefficient de déviation de la Consommation distance (<math>\% \Delta FM</math>) .....</b>          | <b>44</b> |

## IV. Conception

|  |           |
|--|-----------|
| <b>IV.1 INTRODUCTION .....</b>                                       | <b>47</b> |
| <b>IV.2 Architecture générale de l'application APMIG.....</b>        | <b>48</b> |
| <b>IV.3 description de la base de données.....</b>                   | <b>49</b> |
| IV.3.1 Table paramètre.....  | 50        |
| IV.3.2 Table AIR-ENG.....  | 52        |
| <b>IV.4 Fonctionnement général du système.....</b>                   | <b>52</b> |
| IV.4.1 Module d'acquisition de données manuelle.....                 | 52        |
| IV.4.2 Module d'acquisition de données automatique.....              | 53        |
| IV.4.3 Module générateur des fichiers d'entrées manuelles MSIRF..... | 54        |
| IV.4.4 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP..... | 55        |
| IV.4.5 Module de consultation de la base de données.....             | 56        |
| IV.4.6 Module de consultation des fichiers d'entrées APM.....        | 56        |
| <b>Conclusion.....</b>   | <b>57</b> |

## V. Réalisation

|   |           |
|---|-----------|
| <b>V.1 INTRODUCTION.....</b>  | <b>58</b> |
| <b>V.2 Présentation des interfaces.....</b>                         | <b>59</b> |
| IV.3.1 Module d'acquisition de données manuelle.....                | 59        |
| V.2.3 Module générateur des fichiers MSIRF.....                     | 60        |
| V.2.3 Module générateur des fichiers MSIRF.....                     | 62        |
| V.2.4 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP..... | 65        |
| V.2.5 Module de consultation de la base de données.....             | 68        |
| V.2.6 Module de consultation des fichier d'entrée APM.....          | 70        |
| <b>V.3 Le langage C++Builder 6.....</b>                             | <b>72</b> |
| <b>V.4 L'environnement matériel.....</b>                            | <b>73</b> |

## VI. Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|   |           |
|---|-----------|
| <b>VI.1 INTRODUCTION.....</b>                                       | <b>74</b> |
| <b>VI.2 Mise en œuvre de l'application APMIG .....</b>              | <b>74</b> |
| VI.2.1 Récolte des paramètres de vol de croisière.....              | 74        |
| VI.2.2 Création d'un fichier d'entrée manuelle de donnée MSIRF..... | 75        |
| VI.2.3 Création du fichier option utilisateur APMINP.....           | 85        |
| <b>VI.3 Exécution du programme APM.....</b>                         | <b>86</b> |
| <b>VI.4 Interprétation des résultats.....</b>                       | <b>91</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| II.3.3.1 Description des mots clés .....                    | 25        |
| <b>II.4 Processus de calcul dans le programme APM .....</b> | <b>26</b> |
| <b>II.5 Les sorties APM .....</b>                           | <b>27</b> |
| II.5.1 Sortie de résultats BRIEF ou DETAIL .....            | 27        |
| II.5.1.1 Sortie BRIEF .....                                 | 27        |
| II.5.1.2 Sortie DETAIL .....                                | 28        |
| II.5.2 Sortie de mise au point DEBUG .....                  | 31        |

### III. Etude théorique

|  |           |
|--|-----------|
| <b>III.1 INTRODUCTION.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>III.2 La détermination du coefficient de déviation de la poussée requise (<math>\% \Delta th</math>) .....</b>                      | <b>32</b> |
| III.2.1 Correction de la masse $W$ pour les effets de gravité .....  | 32        |
| III.2.2 Calcul du coefficient portance $C_L$ en utilisant le Mach $M$ et la masse corrigée $W_{corr}$ .....                            | 33        |
| III.2.3 Détermination du coefficient de traînée $C_d$ .....  | 33        |
| III.2.4 La correction du coefficient de traînée pour le nombre de Reynolds $\Delta C_d(R_n)$ .....                                     | 33        |
| III.2.5 Le calcul de la correction aéroélastique de la traînée $\% \Delta C_d(elas)$ .....   | 34        |
| III.2.6 Calcul de la correction du coefficient de traînée pour le centre de gravité $\Delta C_d(CG)$ .....                             | 34        |
| III.2.7 Le calcul du coefficient de traînée totale $C_{d_{tot}}$ .....   | 34        |
| III.2.8 Détermination de la traînée totale $\frac{D_{tot}}{\delta}$ en utilisant $C_{d_{tot}}$ et $M$ .....                            | 35        |
| III.2.9 Détermination de la correction de la traînée totale pour l'énergie $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$ (énergie) .....             | 35        |
| III.2.10 La correction isobarique de la traînée $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$ (isobarique) .....                                     | 35        |
| III.2.11 Calcul de la traînée totale corrigée $\frac{D_{tot,corr}}{\delta}$ .....  | 35        |
| III.2.12 Calcul de la poussée totale $\frac{Fn_{tot}}{\delta}$ .....   | 36        |
| <b>III.3 Détermination du coefficient de déviation du débit carburant <math>\% \Delta Wf</math> .....</b>                              | <b>38</b> |
| III.3.1 Détermination de la poussée observée $\frac{Fn_{obs}}{\delta}$ en fonction de $(EPR/\%NI)_{obs}$ et du Mach $M$ .....          | 38        |
| III.3.2 Calcul de l'écoulement carburant corrigé $Wf_{corr}$ en fonction de $\frac{Fn_{obs}}{\delta}$ , Mach $M$ , et l'altitude ..... | 38        |
| III.3.3 Calcul du débit carburant théorique $Wf_{th}$ .....  | 38        |
| III.3.4 Calcul de la correction du débit carburant théorique $Wf_{th}$ pour le pouvoir calorifique inférieur LHV .....                 | 39        |

|  |           |
|--|-----------|
| III.3.5 Correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air de puissance .....                                     | 39        |
| <b>III.4 La détermination du coefficient de déviation de la configuration moteur (<math>\Delta EPR, \Delta \%NI</math>).....</b> | <b>41</b> |
| <b>III.5 La détermination du coefficient de déviation de la Consommation distance (<math>\% \Delta FM</math>) .....</b>          | <b>44</b> |

## IV. Conception

|  |           |
|--|-----------|
| <b>IV.1 INTRODUCTION .....</b>                                       | <b>47</b> |
| <b>IV.2 Architecture générale de l'application APMIG.....</b>        | <b>48</b> |
| <b>IV.3 description de la base de données.....</b>                   | <b>49</b> |
| IV.3.1 Table paramètre.....  | 50        |
| IV.3.2 Table AIR-ENG.....  | 52        |
| <b>IV.4 Fonctionnement général du système.....</b>                   | <b>52</b> |
| IV.4.1 Module d'acquisition de données manuelle.....                 | 52        |
| IV.4.2 Module d'acquisition de données automatique.....              | 53        |
| IV.4.3 Module générateur des fichiers d'entrées manuelles MSIRF..... | 54        |
| IV.4.4 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP..... | 55        |
| IV.4.5 Module de consultation de la base de données.....             | 56        |
| IV.4.6 Module de consultation des fichiers d'entrées APM.....        | 56        |
| <b>Conclusion.....</b>   | <b>57</b> |

## V. Réalisation

|   |           |
|---|-----------|
| <b>V.1 INTRODUCTION.....</b>  | <b>58</b> |
| <b>V.2 Présentation des interfaces.....</b>                         | <b>59</b> |
| IV.3.1 Module d'acquisition de données manuelle.....                | 59        |
| V.2.3 Module générateur des fichiers MSIRF.....                     | 60        |
| V.2.3 Module générateur des fichiers MSIRF.....                     | 62        |
| V.2.4 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP..... | 65        |
| V.2.5 Module de consultation de la base de données.....             | 68        |
| V.2.6 Module de consultation des fichier d'entrée APM.....          | 70        |
| <b>V.3 Le langage C++Builder 6.....</b>                             | <b>72</b> |
| <b>V.4 L'environnement matériel.....</b>                            | <b>73</b> |

## VI. Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|   |           |
|---|-----------|
| <b>VI.1 INTRODUCTION.....</b>                                       | <b>74</b> |
| <b>VI.2 Mise en oeuvre de l'application APMIG .....</b>             | <b>74</b> |
| VI.2.1 Récolte des paramètres de vol de croisière.....              | 74        |
| VI.2.2 Création d'un fichier d'entrée manuelle de donnée MSIRF..... | 75        |
| VI.2.3 Création du fichier option utilisateur APMINP.....           | 85        |
| <b>VI.3 Exécution du programme APM.....</b>                         | <b>86</b> |
| <b>VI.4 Interprétation des résultats.....</b>                       | <b>91</b> |



Conclusion et perspectives .....93  
BIBLIOGRAPHIE.....95

## ANNEXE

Annexe I : Correction de la masse  $W$  pour les effets de gravité .....I  
Annexe II : Correction de la traînée pour le centre de gravité.....III  
Annexe III : Correction de la traînée pour l'énergie .....V  
Annexe IV : Correction isobarique de la traînée totale .....VI  
Annexe V : Correction du débit carburant pour LHV.....VII  
Annexe VI : Correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air  
.....VIII  
Annexe VII : Définition des mots-Clés .....IX  
Annexe VIII : Fichier HERMES .....XXIII

# Introduction générale

---

## INTRODUCTION GENERALE

---

Le but de toute entreprise commerciale est de tirer le maximum de profit de ses activités. Une entreprise de transport aérien, bien que spécifique de par sa nature, ne saurait perdre de vue cette finalité.

Air Algérie est une compagnie qui possède environ 50 appareils qui ont un plan de charge assez lourd. En effet, chaque avion doit effectuer en moyenne un grand nombre d'heures de vol par mois. En sachant que la flotte d'Air Algérie est assez vieille, elle présente donc un nombre considérable de pannes provenant de différentes causes.

En plus de ces pannes qui sont plus ou moins réglées au niveau de la maintenance, un problème majeur est constaté, c'est celui de la dégradation des performances des avions.

Le suivi des performances des avions s'avère donc nécessaire aux compagnies aériennes pour permettre une exploitation commerciale rationnelle.

Le programme APM permet d'effectuer ce suivi et de générer des résultats pour l'évaluation des taux de dégradation de performance des avions.

Les mesures de performances au banc d'essai ne suffisent pas à elles seules de connaître dans le temps l'évolution des paramètres de l'ensemble moteur/fuselage et donc de leurs performances ; on cherche alors à suivre quotidiennement certains paramètres jugés représentatifs de l'état de l'ensemble moteur/fuselage ; ce suivi est fondé sur l'utilisation des paramètres de vol de l'avion en croisière qui sont comparés à des valeurs données.

De cette comparaison découle l'établissement d'un diagnostic qui permet :

- A court terme, de détecter et de localiser les pannes.
- A moyen terme, d'orienter les investigations.
- A long terme, d'évaluer le niveau de dégradation de la flotte et d'orienter les opérations de maintenance.

Le programme APM permet donc d'effectuer un certain nombre d'opérations utiles au bon suivi des performances des avions; par ailleurs, il présente deux inconvénients majeurs auxquels est confronté l'opérateur, il s'agit de la récolte des paramètres de vol en croisière et l'obtention des fichiers d'entrées du programme APM sous un format bien spécifique.

C'est dans ce sens que le travail que nous avons entrepris s'inscrit. En effet, après avoir récolté les paramètres de vol de croisière, nous aurons à concevoir une application intermédiaire entre le programme APM et l'opérateur. Cette application prendra en charge deux fonctions principales :

- Stockage des paramètres de vol.
- Création de fichiers d'entrée APM.

La finalité de notre étude est de contribuer à une meilleure exploitation et par conséquent à une meilleure rentabilité des appareils.

---

**NOMENCLATURE**


---

|                     |  |
|---------------------|--|
| A <sub>0</sub>      | Charges du Moteur par accroissement  |
| A <sub>1</sub>      | Facteur de charge moteur   |
| ACARS               | Système de transmission des données de performance                                 |
| ACMS                | Système de surveillance d'état des équipements de bord                             |
| APM                 | Surveillance de performance d'avion  |
| APU                 | groupe auxiliaire de puissance   |
| B <sub>0</sub>      | Pente d'équation de LHV [défaut 5220]  |
| B <sub>1</sub>      | intersection de l'équation LHV avec l'axe des Y [défaut 22777]                     |
| C <sub>d</sub>      | Coefficient de traînée   |
| CG                  | Centre de la gravité [%MAC]  |
| CG <sub>init</sub>  | Centre de la gravité initiale [%MAC]   |
| C <sub>L</sub>      | Coefficient de portance  |
| D                   | traînée d'avion exprimée [lb]  |
| DH <sub>t</sub> /dt | vitesse d'ascension totale exprimée [ft/sec]                                       |
| DH <sub>p</sub> /dt | Cadence d'altitude pression exprimée [ft/sec]                                      |
| DSIRF               | Format standard d'Enregistrement Automatique de Données                            |
| DV <sub>g</sub> /dt | Accélération inertielle exprimée [kt/sec]  |
| EPR                 | Taux de pression moteur  |
| FM                  | Consommation Distance exprimée [nm/lb]   |
| FMC                 | Ordinateur de gestion de vol   |
| F <sub>n</sub>      | Poussée de moteur exprimée [lb]  |
| FTBS                | Position en vol du centre de gravité de chaque réservoir par rapport à l'origine   |
| g <sub>0</sub>      | La pesanteur standard au niveau de la mer [32,174 ft/sec <sup>2</sup> ]            |
| GENLOD              | Chargement électrique moyen du générateur en % du maximum                          |
| G <sub>s</sub>      | Vitesse Au sol [Kt]  |
| GWCGMAC             | Le centre de gravité initiale (au décollage) [% MAC]                               |
| GWCGBS              | Position du centre de gravité par rapport à l'origine [pousse]                     |
| HDG                 | CAP [degré]  |
| HP                  | Altitude pression [ft]   |
| Ht                  | Hauteur totale [ft]  |
| IRU                 | Unité De Référence inertielle  |
| ITBS                | Position initiale du centre de gravité de chaque réservoir par rapport à l'origine |
| K <sub>trim</sub>   | Coefficient d'Adaptation.  |
| L                   | Portance d'avion [livres]  |
| LEMAC               | Distance du MAC par rapport à l'origine [pousse]                                   |
| LHV                 | Le pouvoir calorifique inférieur du carburant [défaut BTU/lb 18,580]               |
| M                   | Nombre De Mach   |
| MAC                 | corde aérodynamique moyenne [pouces]   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| MSIRF                 | Format d'enregistrement Standard manuel de données                          |
| Nom HP                | Extraction de puissance nominale par moteur, puissance exprimé en [cheval]  |
| Ref Arm <sub>CG</sub> | Mettez en référence le bras d'équilibre pour CG. Nominal exprimé [pouces]   |
| Rn                    | Nombre de Reynolds  |
| S                     | Surface des ailes [ft <sup>2</sup> ]  |
| sl                    | Niveau de la mer [ft]   |
| T <sub>amb</sub>      | Température ambiante [°C]   |
| TAS                   | Vitesse Vraie [kt]  |
| TAT                   | Température totale [°C]   |
| T <sub>Fuel</sub>     | Température du carburant [°C]   |
| TRQD                  | Poussée requise   |
| Th                    | Coefficient de déviation de la poussée requise                              |
| TOW                   | Masse au décollage [lb]   |
| TTR                   | Route vraie, (cap - corrière de dérive) [degré]                             |
| V <sub>winc</sub>     | Vitesse Du Vent [Kt]  |
| V <sub>g</sub>        | Vitesse ascensionnelle  |
| W                     | Masse brut de l'avion [lb]  |
| W <sub>corr</sub>     | Masse corrigé de l'avion [lb]   |
| Wf                    | débit carburant [lb]  |
| Wf *                  | Taux du débit carburant pour une puissance d'extraction de 100 Chevaux [lb] |
| WTCGBS                | Position du centre de gravité des réservoirs en vol par rapport à l'origine |
| WTCGMAC               | Le centrage des réservoirs en vol   |
| Z                     | Altitude [ft]   |
| ZFW                   | Masse sans Carburant [livres]   |
| ZFWCGBS               | Position du centre de gravité sans carburant par rapport à l'origine        |
| ZFWCGMAC              | Le centrage sans carburant  |

#### DÉFINITION DES SYMBOLES GREQUE

|               |  |
|---------------|--|
| $\delta$      | Delta - Taux De Pression Ambiante                          |
| $\delta_t$    | Delta Total - taux total de pression                       |
| $\theta$      | Thêta - taux de température ambiante                       |
| $\theta_t$    | Thêta Total - taux de température total                    |
| $\omega_e$    | Cadence de rotation de la terre = $7.29 * 10^{-5}$ rad/sec |
| $\phi$        | Latitude, degré  |
| $\rho_{fuel}$ | Densité de carburant, lbs/gal                              |
| $\chi_{wind}$ | (Direction vraie du vent + 180 degrés) [Degré]             |
| $\Psi$        | Cap vrai [degré]   |

# Chapitre I : Généralités

---

## I. GENERALITES

---

### I.1 Suivi des performances des avions

#### I.1.1 Enjeu

Le suivi des performances des avions se fait par la mesure de la consommation réelle de carburant par un avion donné. Le but est de pouvoir déterminer avec le plus de précision possible la consommation d'un avion, afin de déterminer le carburant à embarquer pour un vol.

La réglementation impose, en plus du délestage prévu sur une étape, certaines réserves de carburants pour faire face à certaines situations. Les calculs de carburant sont effectués à partir des données de consommation fournies par le constructeur de l'avion (sous forme d'abaques pour les calculs manuels ou de formules pour les calculs par ordinateur). Ces données correspondent à un avion standard (déterminées pour un type d'avion par le calcul et lors d'essai en vol).

Il s'avère en pratique que chaque matricule d'avion s'éloigne légèrement de ces performances standards. Pour des raisons de sécurité, à priori on considère que les performances de l'avion sont moins bonnes que celles annoncées, ce qui conduit à embarquer un surplus de carburant par rapport à la quantité calculée.

A titre d'exemple, sur un B767-300, qui va devoir embarquer 9 tonnes de carburant sur un vol Alger-Paris, on rajoute 3 à 4 Tonnes supplémentaires qui ne sont embarquées que pour compenser la méconnaissance des performances réelles de l'avion.

Si l'on pouvait connaître avec précision la consommation réelle d'un matricule, cette quantité en excédent pourrait être ramenée au strict nécessaire.



### **I.1.2 Principe des mesures des performances**

Les performances d'un avion sont évaluées d'après des relevés de consommation effectués pendant la croisière.

Pour que la mesure soit significative, il faut que la phase de vol soit stabilisée, c'est-à-dire que les paramètres qui influent sur la consommation soient stables. Les principaux paramètres qui sont pris en compte sont le nombre de Mach (M), le niveau de vol (FL), la température extérieure (T) et la masse totale de l'avion. Les paramètres relevés sont, pour chaque réacteur, la vitesse de rotation N1 (pour les réacteurs General Electric et la consommation instantanée (WF : Fuel Flow).

Sur les avions anciens, ces relevés sont effectués par le mécanicien navigant. Ils sont forcément limités (généralement 1 par vol). Sur les avions de technologie récente, comme le B737-800, ces relevés sont effectués automatiquement par un ordinateur embarqué (ACMS : Aircraft Computer Maintenance System), qui surveille les paramètres de vol. Lorsque les critères de stabilité de ces paramètres sont atteints, l'ACMS émet automatiquement vers le sol par l'intermédiaire de l'ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System) les valeurs de tous les paramètres. Ces valeurs sont reçues par un ordinateur au sol. Elles sont analysées par un programme qui compare les N1 et WF réels aux N1 et WF théoriques d'un l'avion standard, et ce en tenant des éléments du vol (Mach, FL, T et GW).

Du fait de l'automatisation, les relevés sont beaucoup plus nombreux (1 toutes les 2 heures de vol), et plus précis (le système prend en compte de nombreux paramètres secondaires).

La comparaison des consommations instantanées permet de connaître la consommation réelle par rapport à la consommation théorique. Le programme calcule alors un coefficient correctif à appliquer à la consommation théorique pour obtenir la consommation réelle. Ce coefficient est transmis automatiquement au programme qui calcule les plans de vol.

Ce programme tient compte de ce coefficient de correction lorsqu'il calcule le carburant à embarquer pour les vols suivants. De ce fait, le traitement est

entièrement automatisé avec toutefois une surveillance manuelle pour s'assurer de la cohérence des mesures.

En pratique, les performances d'un avion ne varient pas très rapidement. Le coefficient de correction n'est donc pas modifié après chaque relevé mais une fois par mois.

### **I.1.3 Retombées du suivi des performances**

Le principal intérêt du suivi des performances est, comme il a été expliqué précédemment, de permettre une économie de carburant.

Toutefois, l'automatisation d'augmenter le nombres de relevés par avion, les résultats qui n'étaient significatifs pour les avions anciens qu'au niveau d'une flotte (on pouvait dire par exemple que les B737-200, dans leur ensemble, consommaient 10 % de plus que prévu par le constructeur), deviennent significatifs pour un matricule donné, voire pour un moteur particulier sur un avion ou sur une ligne particulière.

La dégradation des performances peut être en effet imputée à deux causes :

1. La dégradation des moteurs. Pour des conditions extérieures données et une valeur de N1 mesurée, la comparaison de la consommation réelle à la consommation théorique (prévue pour donner cette valeur de N1) permet de détecter une dégradation dans le fonctionnement du réacteur. Une action de maintenance peut alors être envisagée.
2. La dégradation des performances aérodynamiques de la cellule. Pour des conditions de vol données, la poussée, et donc le N1 devrait avoir une certaine valeur théorique. La valeur réelle mesurée permet de détecter une dégradation. Cette dégradation peut être imputée à différents facteurs :
  - a. La cellule, qui traîne plus que prévu. Si la différence est importante, une action maintenance pourra dans ce cas également être lancée.
  - b. La masse avion. Une pesée de l'avion permettra de corriger éventuellement la masse de base de l'avion.

D'autre part, la masse totale est obtenue notamment en prenant en compte une masse forfaitaire pour les passagers. Suivant les lignes, cette masse peut s'avérer éloignée de la réalité (sur les lignes vers l'Asie par exemple, les passagers sont

statistiquement plus légers que vers les Etats-Unis). Un traitement des relevés par destination du vol permettra de confirmer cette hypothèse.

Une action de recours en garantie pourra être engagée contre le constructeur si les performances réelles d'un avion sont trop éloignées des performances garanties.

## **I.2 le système de transmission automatique des paramètres**

L'introduction des technologies numériques en aéronautique a déjà bouleversé le poste de pilotage des avions, et même la philosophie du pilotage.

Bien que la conjoncture économique que vit le transport aérien aujourd'hui n'est pas favorable aux investissements pour de nouveaux systèmes dont la rentabilité n'est pas toujours assurée à court terme, de nombreux systèmes sont en cours d'étude ou de développement, qui vont encore modifier considérablement l'environnement du transport aérien.

Parmi les principaux systèmes, on peut citer l'**ACARS** (Aircraft Communication Addressing and Reporting System).

Ce système est déjà opérationnel sur de nombreuses flottes. Il permet une liaison de transmission numérique entre l'avion et le sol. L'avion peut fournir aussi bien des informations de maintenance (monitoring moteur, pannes état des mémoires des calculateurs embarqués, ...), de performance (vu plus haut dans le cadre du suivi des performances avions) que recevoir des informations météo et des clairances [8].

L'utilisation de l'**ACARS** va être de plus en plus importante, notamment avec l'utilisation des transmissions par satellites qui assurera une possibilité de contact permanent pour les longs courriers et surtout la transmission automatique des paramètres de vols.

D'autre part, l'utilisation de l'**ACARS** commence à s'étendre au domaine commercial. Par exemple en transmettant à un avion la liste des passagers en correspondance courte à l'arrivée, et dont il faudra privilégier le débarquement, où la confirmation de la réservation d'une chambre d'hôtel, d'où une amélioration du service offert aux passagers.

### **1.3 Suivi carburant**

Avec le vieillissement des aéronefs, il s'avère que, dans des proportions relativement importantes, la consommation réelle est supérieure aux prévisions de délestage établies sur les plans de vol techniques.

Les intérêts que représentent pour la compagnie le suivi et l'analyse des causes potentielles d'une consommation excessive de ses appareils, sont de plusieurs natures :

- Un intérêt opérationnel
- Un intérêt économique

#### **1.3.1 Intérêt opérationnel**

La réalisation d'un vol suppose un emport carburant adapté, c'est-à-dire devant permettre, compte tenu des conditions extérieures et des performances de l'aéronef, d'effectuer le vol dans sa totalité mais aussi, par souci de sécurité, de satisfaire aux exigences réglementaires. Il est donc nécessaire à l'équipage de connaître de façon précise la quantité de carburant qu'il doit emporter : les plans de vol techniques sont utilisés à cet effet.

L'étude opérationnelle entre le délestage prévu par les plans de vol informatisés et le carburant effectivement consommé servira à :

- Mettre en évidence les éventuels écarts constatés,

- ✦ Etablir si besoin un taux de dégradation de performances,
- ✦ Réactualiser par ce fait les données relatives à chaque appareil,
- ✦ Et par toutes ces actions, de permettre une gestion de carburant plus juste.

Il s'agit en effet de mettre les équipages plus en confiance vis-à-vis des plans de vol informatisés car par le fait des écarts constatés précédemment, les équipages auraient tendance à emporter plus de carburant qu'il n'est nécessaire et en alourdissant l'avion, d'augmenter encore cet écart.

### **I.3.2 Intérêt économique**

L'analyse des éléments pouvant être la cause d'une augmentation de la consommation est de façon évidente utile du point de vue économique. Elle l'est d'autant plus qu'une diminution de la consommation est doublement intéressante, de par la diminution de coût qu'elle implique forcément, mais aussi parce qu'une majoration excessive inutile de l'emport carburant impose à l'aéronef une masse plus grande et donc un délestage supérieur.

### **I.4 Réglementation (JAROPS 1 réglementation français)**

#### **Instruction du 12 mai 1997**

#### **Prise en application de l'arrête du 12 mai 1997 relatif aux conditions techniques d'exploitation d'avions par une entreprise de transport aérien public (ops1).**

La réserve de route qui devrait être la plus élevée de **A** ou **B** ci-dessous :

**A soit :**

- I. 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 ;
- II. Ou au moins 3% de la consommation d'étape ou, en cas de re-planification en vol, 3% de la consommation prévue pour le reste de l'étape pourvu qu'un aérodrome de dégagement en route soit accessible ;
- III. Ou une quantité correspondante à 20 minutes de la consommation d'étape prévue pour ce vol. Pour cela il faut que l'exploitant ait établi un programme de suivi de la consommation carburant individuelle de chaque avion et se fonde sur des données

tenues à jour au moyen de ce programme pour effectuer le calcul du carburant à emporter ;

- IV. Ou une quantité de carburant au moins égale à 15 minutes de la vitesse d'attente à 1500 ft (450m) au dessus de l'aérodrome de destination, en condition standard, lorsque l'exploitant a établi 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 des réserves de route pour cette combinaison avion/route ;

**B soit :**

le carburant nécessaire pour voler pendant 5 minutes à la vitesse d'attente à 1500ft (450m) au dessus de l'aérodrome de destination en conditions standard ;

### **I.5 Le concept d'entretien avion**

Il faut s'intéresser au concept d'entretien des avions. Cet entretien a pour but de maintenir en permanence les avions en état de navigabilité, c'est-à-dire entretenir leurs performances essentielles. En effet, le suivi régulier de performance assure la disponibilité et l'efficacité opérationnelle des aéronefs (sécurité, ponctualité, régularité et rentabilité).

Le schéma classique d'entretien des avions de ligne comporte trois niveaux d'intervention, à savoir:

- l'entretien en ligne, d'une durée de 1 à 3 heures : visite pré vol, visites périodiques d'entretien (journalière, tous les deux jours, tous les trois jours, ...),
- le petit entretien qui entraîne une immobilisation plus importante de l'avion, de 24 heures à plusieurs jours : visite "A", visite "B", visite "C", respectivement aux alentours de 400 heures, 1.600 heures et annuelle,
- le grand entretien d'une durée de 2 à 5 semaines : visite "IL" (tous les 3 à 4 ans), visite "D" (tous les 7 à 8 ans) qui correspond, après un démontage total, à une remise à neuf de l'avion.

Quant à la surveillance (monitoring) des performances des réacteurs, elle est assurée en utilisant plusieurs méthodes de suivi des dégradations à caractère progressif : mesures comparatives des paramètres moteurs (températures, consommation,...); mesures des concentrations d'éléments révélateurs dans les fluides organiques (endographie, radioscopie). De plus, la maintenance des réacteurs a été considérablement facilitée par leur conception modulaire rendant possible l'échange standard du seul module concerné.

## Chapitre II : Présentation du programme APM



## II. PRESENTATION DU PROGRAMME APM

---

### II.1 INTRODUCTION

Le programme APM est un logiciel conçu par le constructeur (BOEING), il est fourni aux opérateurs afin de calculer les coefficients de dégradation de performance de leurs appareils.

L'APM permet de comparer le niveau de performance de croisière enregistré pendant le vol avec la ligne de base qui est enregistrée dans la base de données moteur/fuselage. En réalité, la comparaison se fait en calculant des coefficients de dégradation de performances de croisière de l'avion. Le calcul s'effectue sans l'utilisation des méthodes mathématiques, mais juste en utilisant les équations familières de la portance, de la traînée et de la poussée du moteur, pour des conditions de stabilité de croisière.

L'APM permet à l'utilisateur de calculer quatre types de déviations de performance, à savoir:

1. La configuration moteur (power setting) en %N1 ou en EPR (taux de pression).
2. La poussée requise (thrust required).
3. Débit du carburant (fuel flow).
4. La consommation distance du carburant (fuel mileage).

Le programme APM est fourni aux opérateurs pour la surveillance des performances de leurs avions. Les résultats du programme servent principalement à dépister les tendances à long terme des performances du fuselage/moteur et à corriger les tables de marche du Jet plane.

En analysant les données de performances de croisière, le programme APM indiquera les avions pour lesquels la performance a dévié de la ligne de base applicable, cette information peut aider un opérateur en identifiant le besoin d'action possible d'entretien de fuselage ou du moteur.

Plusieurs versions du programme APM ont été conçues, depuis la première qui date de 1988 jusqu'à la 5<sup>ème</sup> version **2.5.0** qui existe au sein du département Opérations aériennes d'AIR ALGERIE et qui a été réceptionnée en janvier 1999 [1].

## II.2 Ecoulement général des données dans le programme APM

Trois environnements structurent l'écoulement des données dans le programme APM comme l'indique la figure III.1 :

- Environnement avion,
- Environnement compagnie,
- Environnement support au sol.

### 1. L'environnement avion :

C'est dans l'environnement avion que s'effectue tous les traitements concernant la récolte des paramètres de vol, il est lié directement aux instruments de bord.

### 2. L'environnement Compagnie :

C'est l'environnement dans lequel les paramètres de vol sont traités et analysés afin d'obtenir un état sur la dégradation des performances de la flotte, ces paramètres nous proviennent des deux autres environnements.

### 3. L'environnement support au sol :

C'est l'environnement qui reçoit les paramètres de vols de croisière provenant de l'avion par l'intermédiaire du système ACARS où ils sont traités et convertis par un dispositif au sol (HERMES).

#### II.2.1 Description de l'écoulement général des données dans le programme APM

D'après la figure II.1, la récolte des paramètres de vol de croisière peut se faire par deux méthodes différentes au sein de l'environnement avion. La première est une méthode automatique où les paramètres de vol sont acquis par le module ACMS, téléchargé ultérieurement par disquette ou ACARS à l'environnement support au sol sous un format spécifique, qui peut être convertie par un certain dispositif (application) afin d'obtenir un format standard d'entrée manuelle de données MSIRF ou un format standard d'entrée digitale de données DSIRF qui seront chargés dans le programme APM se trouvant dans l'environnement compagnie.

La deuxième est une méthode manuelle où le pilote est chargé de remplir un formulaire nommé **Performance log** contenant les paramètres de vol de croisière nécessaire pour le suivi des performances. Une fois les données enregistrées, l'opérateur se trouvant dans l'environnement compagnie convertira les données transmises par le pilote en un format standard d'entrée manuelle de données MSIRF.

Le programme APM reçoit trois types d'entrée de données :

1. Les fichiers de formats MSIRF ou DSIRF présentent les paramètres de vol de croisière.
2. Le fichier option utilisateur dans lequel ce dernier est tenu de définir les options d'exécutions du programme APM.
3. Le fichier base de données moteur/fuselage.

Le programme APM procède à l'analyse et aux traitements des entrées citées ci-dessus dans le but de générer deux types de sortie, dans l'une sont présentés les résultats du traitement tels que les coefficients de dégradation de performance; l'autre étant un fichier optionnel de mise au point où se résume un état détaillé du processus de calcul.

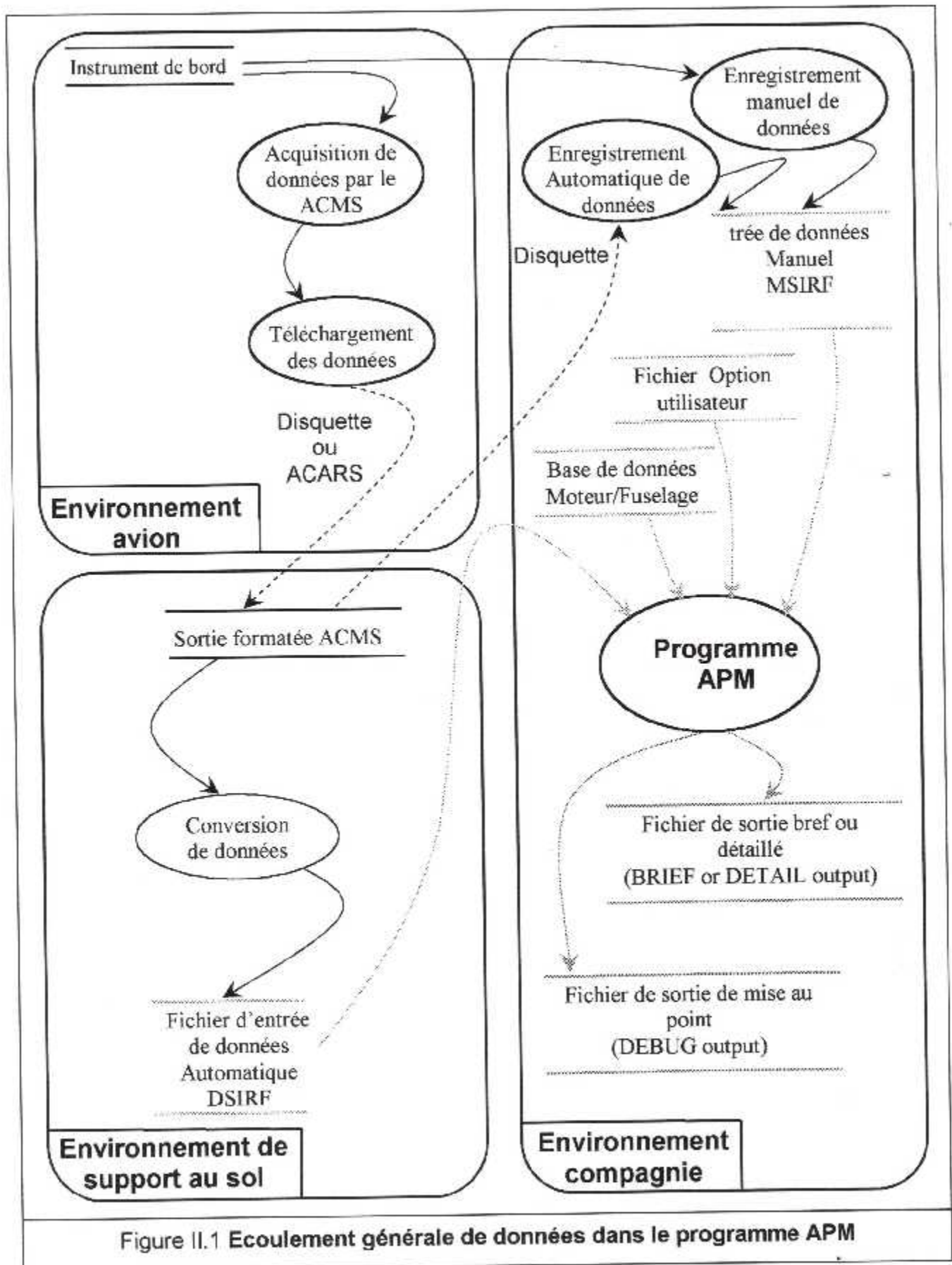


Figure II.1 Ecoulement générale de données dans le programme APM

## II.3 Les données d'entrée

Comme nous l'avons indiqué, le programme APM reçoit 3 types d'entrées :

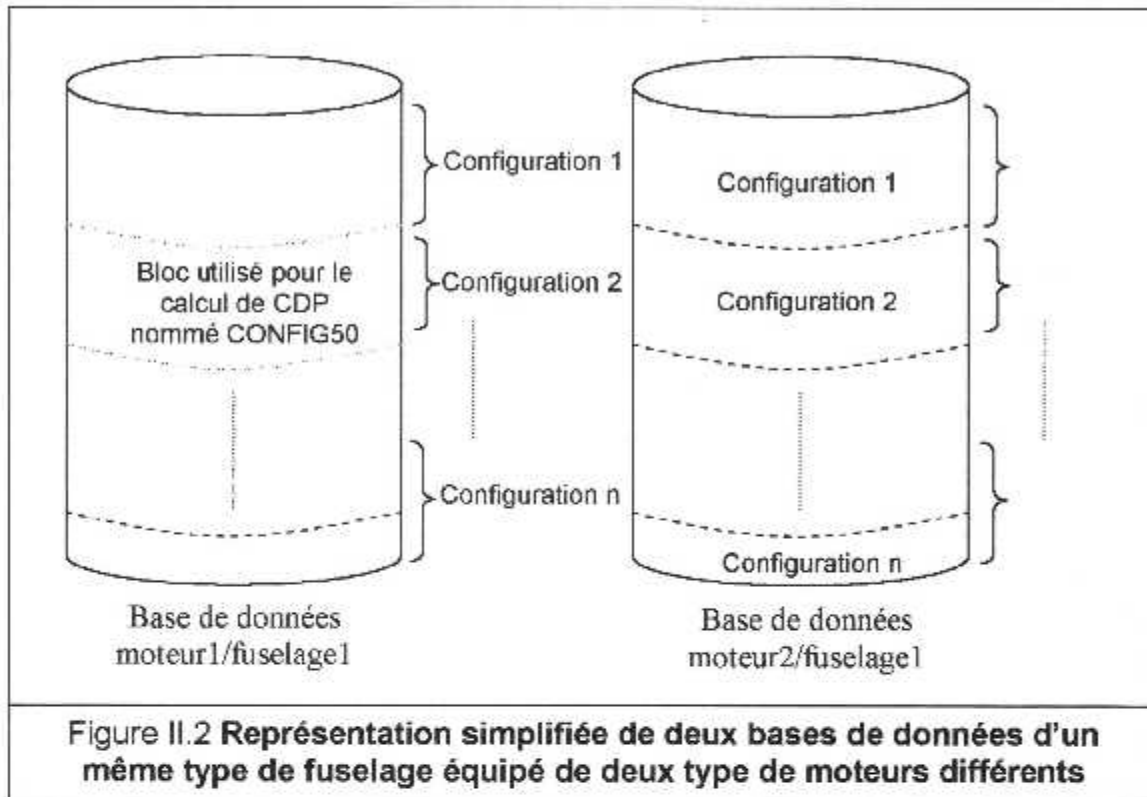
1. Le fichier base de données (MOTEUR/ FUSELAGE).
2. Le fichier d'entrée (MSIRF/ DSIRF).
3. Le fichier d'entrée option utilisateur APMINP.

### II.3.1 La base de données MOTEUR/FUSELAGE

Pour chaque ensemble moteur/fuselage est associée une base de données où sont enregistrées les caractéristiques aérodynamiques du fuselage ainsi que les caractéristiques mécaniques des moteurs présentées par des diagrammes (courbe prenant l'exemple de la polaire), sous forme numérique, indiquant l'évolution ou la régression d'un paramètre par rapport à un autre. La valeur désirée est obtenue par un certain arrangement d'interpolation lors du calcul.

L'opérateur indiquera donc au programme APM le nom de la base de données à consulter selon le modèle de l'avion et le type de moteur. A titre d'exemple la base de données utilisée pour faire des calculs sur un 737-200 équipé de JT8-D15 n'est pas la même que pour un 737-200 équipé de JT8-D17.

Chaque base de données est constituée de plusieurs configurations (voir figure II.2). Les configurations sont destinées chacune à faire face à un certain type de calcul. Dans notre cas, le cahier de charge utilisé par le programme pour le calcul des coefficients de dégradation de performance est nommé CONFIG50, il est également indiqué au programme APM par l'opérateur.



### II.3.2 Les fichiers d'entrée de données (MSIRF/DSIRF)

Les fichiers d'entrée de données contiennent les paramètres de vol de croisière utilisés par le programme APM afin de calculer les coefficients de dégradation de performance.

#### II.3.2.1 Généralité sur les paramètres de vol de croisière

Il existe deux types de paramètres : les premiers sont obligatoires et représentent le minimum de données requises par le programme APM, à savoir :

- Le modèle
- La date
- La vitesse (Mach, CAS, IAS)
- L'altitude
- La TAT
- Le débit carburant (fuel flow)
- Le poids brut (GW)

- La configuration moteur (Power setting)

Les seconds sont des données optionnelles utilisées pour certaines corrections, telles que la correction de la masse et de la traînée. Ces paramètres sont également utilisés pour des besoins historiques, ils sont cités ci-dessous:

- Compagnie aérienne (Airline)
- Matricule (Aircraft)
- Numéro de vol (Flight)
- Etape (flight Leg)
- TOW
- ZFW
- CG initiale
- Numéros de série de moteur
- Temps d'utilisation de l'APU
- Quantité de carburant initial dans les réservoirs
- Quantité de carburant en vol
- Chargement électrique du générateur (Gen Load)
- Cap
- Route vraie
- Angle de dérive
- Conditionnement d'air
- Température carburant
- Densité carburant
- Vitesse sol
- $dHp/dt$
- $dVg/dt$

La récolte de ces paramètres est obtenue par l'un des trois moyens suivants:

- Disquette.
- ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System)
- Performance log

Ces paramètres sont introduits dans l'APM sous deux types de formats différents :

Le format MSIRF et le format DSIRF.

### II.3.2.2 Le format DSIRF (Digital Standard Input Record Format)

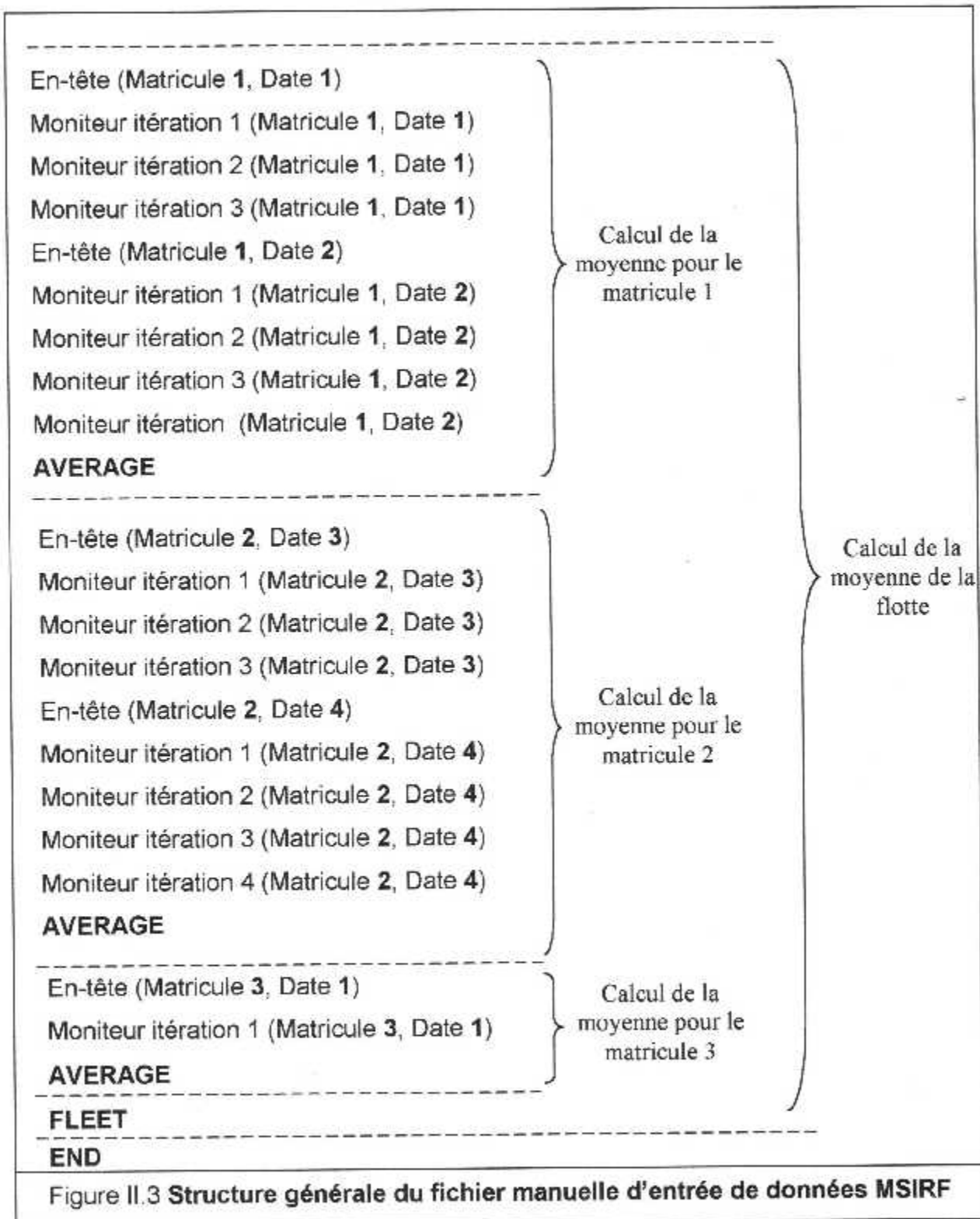
Le format DSIRF est obtenu à la sortie de donnée ACMS, ce fichier contient des données rassemblées automatiquement pendant le vol par le ACMS, plus tard téléchargé aux matériels de soutien au sol par l'intermédiaire d'une disquette; ou bien si l'avion est doté d'un système ACARS, les données sont transmises automatiquement à une station au sol.

### II.3.2.3 Le format MSIRF (Manual Standard Input Record Format)

Cette méthode d'entrée de donnée de performance dans le programme APM est semblable à la méthode qui a été utilisée historiquement avec le programme d'analyse de performance de croisière de Boeing. Ces données sont enregistrées pendant le vol de croisière par le pilote sur une feuille nommée **performance log**. Une fois au sol, ces données sont transcrites par l'intermédiaire d'un certain dispositif ou par une application que nous allons décrire ultérieurement en détail pour générer un format d'enregistrement standard d'entrée manuelle (MSIRF).

Comme indiqué sur la Figure II.3, un fichier MSIRF peut contenir des informations provenant de plusieurs **performance log** contenant le même modèle avion et le même type de moteur, car lors du calcul le programme APM n'a la capacité d'ouvrir qu'une seule base de données moteur/fuselage du modèle considéré [1].





### II.3.2.3.1 Description du format standard d'enregistrement d'entrée manuelle (MSIRF) :

Il faut faire particulièrement attention lorsqu'on utilise le format d'entrée manuelle de données, car certaines clés sont utilisées comme étant des données, prenant l'exemple de la première ligne de l'en-tête, où la première colonne contient la première lettre de description du modèle avion, cette lettre doit être un 7 comme le 737-800 et 767-300; par contre le 7 signifie pour le programme APM que ceci est une nouvelle ligne d'en-tête.

Prenant l'exemple du numéro du moteur dans la septième colonne du moniteur, le 1 signifie un numéro de moteur comme il signifie que c'est un nouveau moniteur ou une nouvelle itération (voir figure II.4). Donc pour que les calculs se déroulent correctement, il faut suivre l'ordre chronologique d'enregistrement de données imposé par le format MSIRF.

Les éléments principaux pour l'entrée manuelle de données sont :

- Un 7 dans la première colonne de la première ligne de l'en-tête.
- Un (+) dans la colonne 80 de la première ligne de l'en-tête signifie que les deux lignes optionnelles de l'en-tête sont prise en compte.
- Un 1 dans la septième colonne du moniteur pour indiquer un nouveau point de moniteur et le numéro de moteur.
- Le mot clé AVERAGE pour indiquer la fin des points de la liste.
- Le mot clé FLEET pour indiquer la fin d'exécution du calcul de la moyenne de flotte.
- Et enfin le mot clé END pour indiquer la fin d'exécution du calcul du programme.

1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

```

737-800    DAH      7T-VJX    1009    210302BJATAM
65000036000015.31111111122222222                15
57000.36000.24000.                                10000.
-----
25001) 1.6001400157000156300 25 182 12 6 250
-15.42 1.6001400145000      25230000 20.06.9003.601
260003                                     23.65 50026000
-----
.7894                                     3000 0.0003-.3330.789
23001) 1.2001230150000 12000 25 14 12 3 230
-15.42 1.2001230100000      25750000 21.56.900
230003                                     12.36 52023000
.7504                                     10000 0.0004-.2225.750
    
```

1<sup>ère</sup> fiche

**AVERAGE**

```

737-800    DAH      7T-VJD    1004    111202LAREOM
70000033500019.41111111122222222                30
65000.35000.75000.                                10000.
-----
3451 1.0806306 36750 30190 28                                     345
4.52 1.0806306 36080      28 40469 20.06.900
273003                                     29.75 51727300
.8514                                     20100 0.0060 .0050.851
    
```

2<sup>ème</sup> fiche

```

737-800    DAH      7T-VJD    1002    101002ALRLPO
-----
2971 1.2425777 85030 30190 32                                     297
-13.72 1.2425777 84058      32667531 20.06.900
340003                                     29.02 54634000
.8484                                     2865 0.0060 .0021.848
    
```

3<sup>ème</sup> fiche

**AVERAGE**

```

737-800    DAH      7T-VJO    1004    020100PMLYUI
-----
2801 1.1451452 10000 9000 32                                     280
-14.52 1.1451452 3000      32563000
301003                                     52030100
.8204                                     1450 .820
    
```

4<sup>ème</sup> fiche

**AVERAGE**

**FLEET**  
**END**

Figure II.4 Fichier Manuel d'entrée de données MSIRF généré à partir de quatre fiches performance log (4 vols).

**II.3.2.3.2 Procédure d'enregistrement recommandée**

Pour assurer un enregistrement normal des paramètres de vol de croisière et ce, dans de parfaites conditions de stabilité, les pilotes sont tenus de suivre les étapes suivantes qui sont mises au point par le constructeur :

1. L'enregistrement des données qui devront être inscrites dans l'entête.
2. Vérification des conditions de stabilité tel que :
  - Air calme.
  - Aucun mouvement de levier de poussée pendant plus de cinq minutes.

- Antigivrage et chaleur carburant hors circuit pendant plus de cinq minutes.
  - Pendant les trois minutes précédentes la température n'a pas variée de plus de un degré.
  - Pendant les trois minutes précédentes le Mach n'a pas varié de plus 0.005 soit 2 Kt de la CAS.
3. Enregistrez le Mach, Power setting, Fuel flow, TAT, Altitude, CAS et le poids donner par l' FMC.
  4. Revérifiez le Mach, si un changement de plus de 0.005 soit 2 Kt de la CAS a été détecté écarter le point.
  5. Enregistrez en suite les différentes quantités de carburant.
  6. Les paramètres restant sont optionnels, enregistrez les en cas de nécessité.
  7. Attendez au moins 30 minutes avant l'enregistrement du prochain point (prochaine itération) afin d'obtenir des résultats sur une portée des poids.

### **II.3.2.3.3 Description de la fiche performance log**

C'est une fiche transmise aux pilotes, elle sert à enregistrer les paramètres de vol de croisière de leurs appareils, dans des conditions parfaites de stabilité.

Elle est divisée en deux parties (voir figure II.5) [1]:

#### ***1. L'entête (header)***

Trois lignes figurent sur la partie supérieure dont la première est obligatoire, elle contient des informations concernant l'identification du vol telles que :

- Le modèle (7x7-ABC).
- La ligne aérienne.
- L'avion.
- Le numéro de vol.
- La date.
- Flight leg.

Les deux autres lignes sont facultatives, elles contiennent les données suivantes :

- TOW.
- ZFW.
- Le centre de gravité initial.

- Le numéro de série des moteurs.
- La quantité de carburant dans les différents réservoirs (centrale, principale1, principale2 et le réservoir auxiliaire).

## 2. Le moniteur

C'est la partie principale où sont enregistrés tous les paramètres de vol de croisière. Plusieurs itérations sont présentées, chacune d'elles se compose de quatre lignes, elle contient les informations décrites ci-dessous :

- CAS.
- TAT.
- L'altitude.
- Mach.
- Power setting.
- Fuel flow.
- Quantité de carburant en vol .
- Chargement électrique du générateur (Gen Load).
- Cap.
- Route vraie.
- Angle de dérive.
- Conditionnement d'air.
- Température carburant.
- Densité carburant.
- Vitesse sol.
- $dHp/dt$ .
- $dVg/dt$ .

Air Algérie.



Direction des Opérations Aériennes

## B737-200 PERFORMANCE LOG

**Header**

| Model | Airline | Aircraft | Flight | DD MM YY | Flight Leg |
|-------|---------|----------|--------|----------|------------|
|       |         |          |        |          |            |

| TOW | ZFW | InitCG | Engine serial Numbers | APU time |
|-----|-----|--------|-----------------------|----------|
|     |     |        |                       |          |

| Initial Fuel Tank Quantities |       |       |  |     |
|------------------------------|-------|-------|--|-----|
| Centre                       | Main1 | Main2 |  | Aux |
|                              |       |       |  |     |

**Monitor**

|   |          |   | Power setting | Fuel Flow | Gen Load |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|---|----------|---|---------------|-----------|----------|--------|-------|-------|-----|----------|------------|-------------|---------|-----|
|   |          |   |               |           |          | Centre | Main1 | Main2 | Aux | True Hdg | True Track | Drift Angle | F/O CAS | A/C |
| 1 | CAS      | 1 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | TAT      | 2 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | Altitude | 3 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | Mach     | 4 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
| 2 | CAS      | 1 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | TAT      | 2 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | Altitude | 3 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | Mach     | 4 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
| 3 | CAS      | 1 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | TAT      | 2 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | Altitude | 3 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |
|   | Mach     | 4 |               |           |          |        |       |       |     |          |            |             |         |     |

Réalisé par: Mr. KHELLADI Othmane et Mr. NACER BEY Merouane  
Ingénieurs en aéronautique (Opérations Aériennes) stagiaires.

**Figure II.5 Performance Log d'un B737-200**

### II.3.3 Entrée option utilisateur APMINP

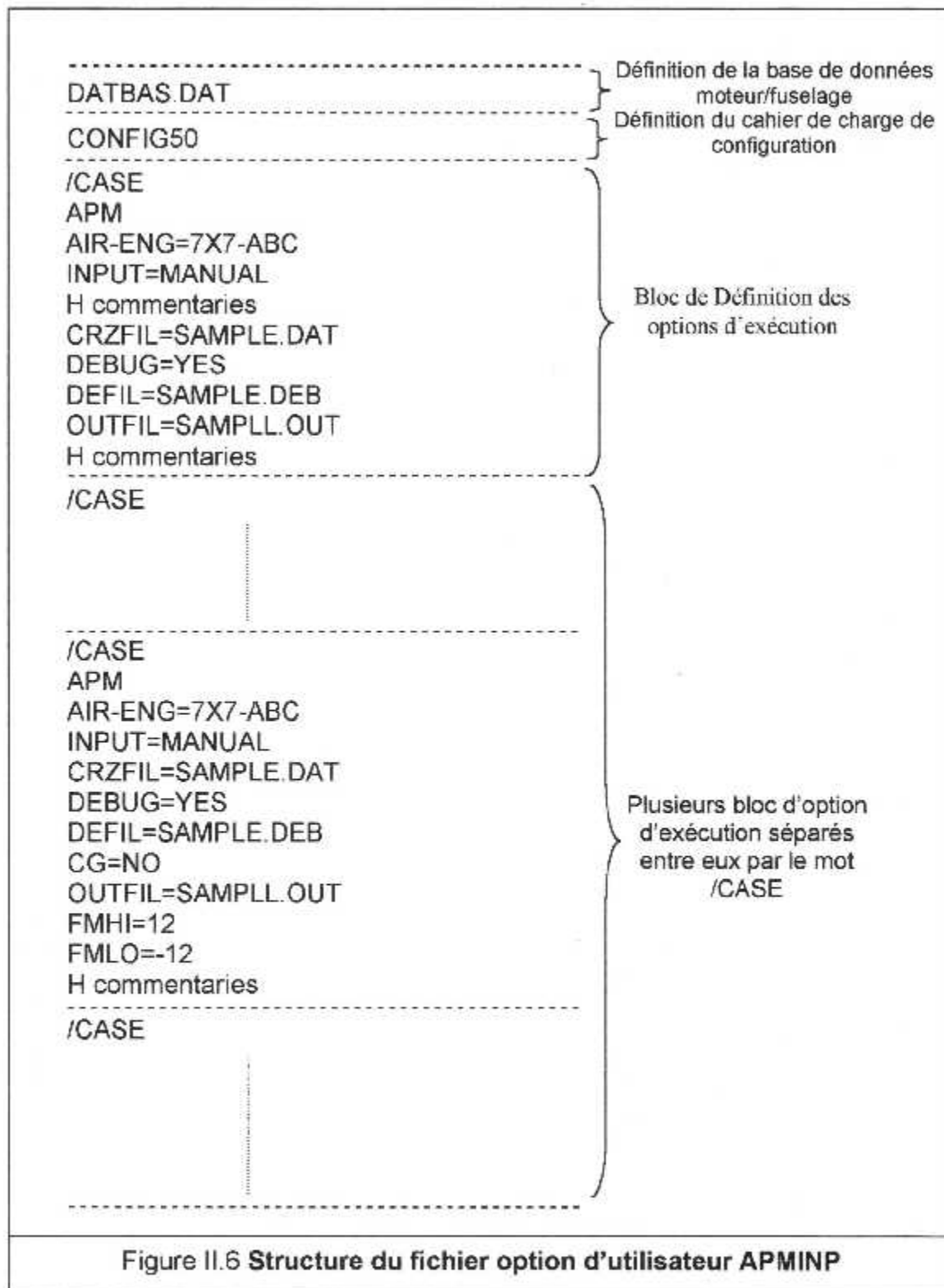
Comme son nom l'indique, l'utilisateur crée ce fichier afin de définir au programme APM le nom de la base de données à consulter ainsi que le nom du cahier de charge de configuration, le nom du fichier d'entrée des paramètres de vol et sa nature (manuel MSIRF ou automatique DSIRF), les nom des fichier de sortie où sont présentés les résultats, et les options d'exécution où l'opérateur précise au programme APM les corrections à effectuer lors du calcul des coefficients tel que la correction du CG, aéroélasticité, isobarique, énergie...etc., les tolérances à appliquer sur les coefficients et enfin les unités désirées à la sortie des résultats. Le fichier d'entrée option utilisateur doit impérativement être nommé APMINP (voir figure III.6).

D'après la figure II.6 le fichier option utilisateur est constitué principalement de trois éléments :

1. Le nom de la base de données :
2. Le cahier de charge de configuration MOTEUR/FUSELAGE.
3. Le bloc /CASE.

Le premier élément indique le nom de la base de données moteur/fuselage. Le deuxième comprend le caractère "CONFIG" suivi d'une extension à deux chiffres (01 à 99). Des détails supplémentaires de "CONFIG" sont contenus dans la description des mots-clés.

Le troisième élément est le bloc /CASE. Il contient les options d'exécution du programme APM. Une ligne contenant le mot clé /CASE sert de séparateur tout en indiquant le début du bloc, ce dernier est composé de plusieurs lignes dont chacune indique un mot-clé; dans la plupart des cas une valeur est associée. Des commentaires peuvent être insérés dans le bloc /CASE. Les lignes de commentaires doivent commencer par la lettre "H".





### II.3.3.1 Description des mots clés

L'utilisateur indique au programme APM les différents fichiers d'entrée, les fichiers de sorties, ainsi que les options d'exécution. Pour l'affectation d'une valeur précisant une option désirée, les mots-clés doivent être suivis du caractère (=).

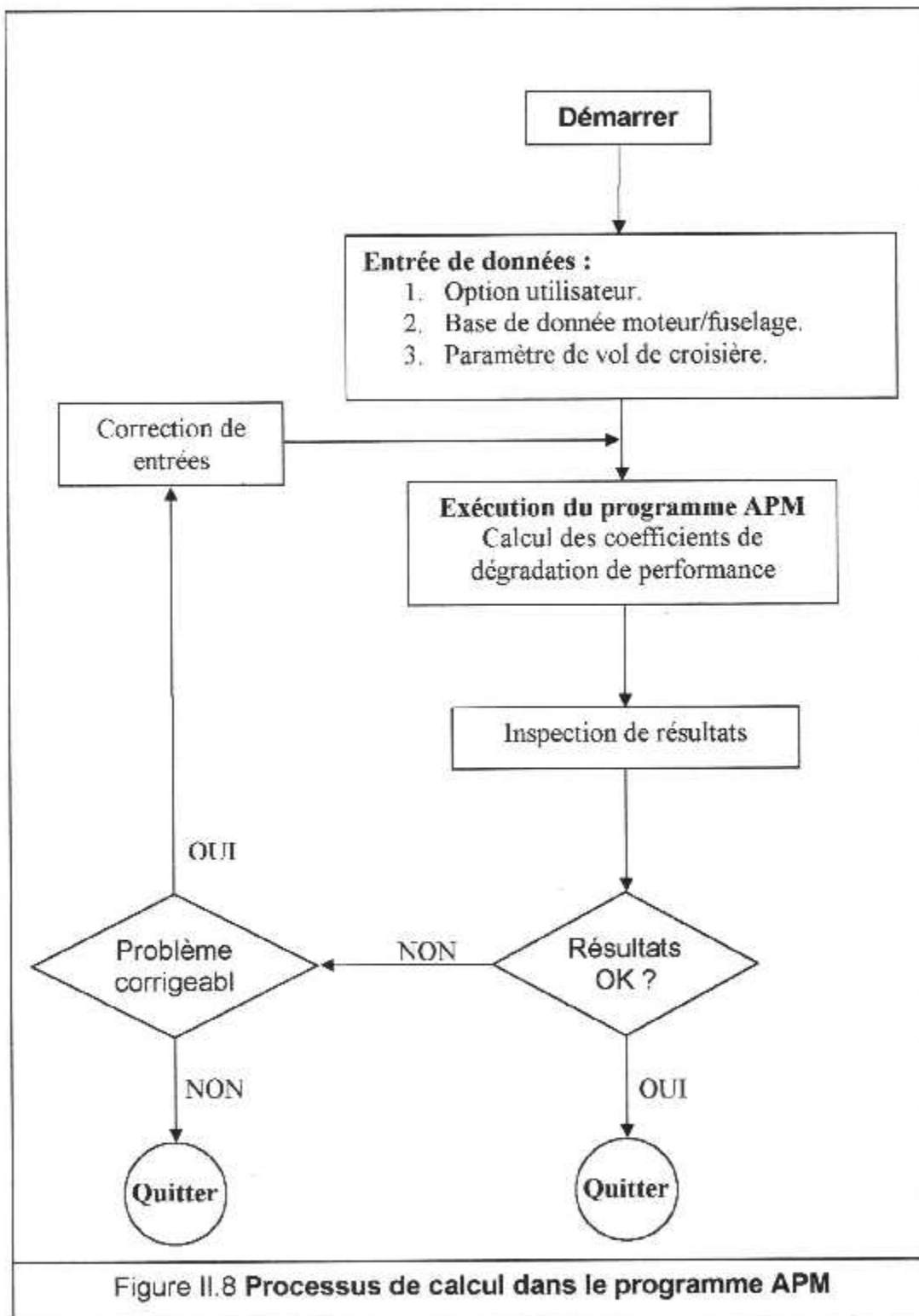
La figure II.7 comprend la liste complète des mots clés définis par le constructeur, une description détaillée de chaque mot clé est présentée dans l'annexe VII.

|           |          |            |
|-----------|----------|------------|
| APM       | FMHI     | QUALTOL    |
| CONFIG ## | FMLO     | REYNLD     |
| AIR-ENG   | GRAVITY  | SPEED      |
| CG        | INPUT    | TITLE      |
| CRZFIL    | INSTR    | TEMPUNTIN  |
| DATE      | ISOBARIC | TEMPUNTOUT |
| DEBFIL    | LHEATV   | TRQDHI     |
| DEBUG     | LHVB     | TRQDLO     |
| DRGFAC    | LHVM     | WFHI       |
| ELASTIC   | MASFIL   | WFLO       |
| ENERGY    | MASTER   | WEIGHT     |
| EPRHI     | OUTFIL   | WFFAC      |
| EPRLO     | OUTPUT   | WTUNITIN   |
| FLEETAvg  | POWERX   | WTUNITOUT  |

Figure II.7 Liste complète des mots clés

## II.4 Processus de calcul dans le programme APM

La figure ci-dessous (Figure II.8) illustre le processus de calcul dans le programme APM.



Le processus de calcul dans le programme APM se déroule d'une manière simple. Avant l'exécution du programme, l'opérateur introduit tout d'abord le fichier option utilisateur (APMINP) où sont définis la base de données moteur/fuselage, le fichier d'entrée des paramètres de vol de croisière (MSIRF/DSIRF) ainsi que les options d'exécution.

A partir d'un seul fichier d'entrée APMINP, le programme APM peut effectuer plusieurs opérations de calcul. L'apparition du bloc /CASE suivi du mot clé APM indiquera le début d'un nouveau calcul des coefficients de dégradation de performance avec des données différentes.

Une fois les coefficients calculés, une vérification des résultats s'impose. Si une anomalie se présente et dont le problème est corrigeable, une correction au niveau des données d'entrées est effectuée pour les réintroduire dans le programme APM, sinon un message d'erreur apparaît indiquant le type d'anomalies détectées.

Dans le cas où aucune anomalie ne se présente, les résultats apparaissent sous forme de fichiers.

## **II.5 Les sorties APM**

Le programme APM fournit deux types de sorties comme indiqués sur la figure 1 :

1. Une sortie des résultats BRIEF ou DETAIL.
2. Une sortie de mise au point DEBUG.

### **II.5.1 Sortie de résultats BRIEF ou DETAIL**

Les résultats sont présentés sous forme tabulaire brève ou détaillée dans des fichiers, dont le nom et la forme sont désignés par l'opérateur dans le fichier d'entrées APMINP en utilisant les mots clés suivants:

OUTFIL = "nom du fichier de sortie" pour indiquer le nom du fichier de sortie.

OUTPUT= BRIEF pour l'obtention d'une sortie de forme brève.

OUTPUT=DETAIL pour l'obtention d'une sortie de forme détaillée.

#### **II.5.1.1 Sortie BRIEF**

Dans une sortie BRIEF sont présentés les types d'appareil et les différentes dates auxquelles sont effectués les vol, ainsi que les paramètres de vol de base tels que le niveau de vol (FL), CAS, poids brut (GW), MACH, la moyenne EPR ou %N1,

l'écoulement carburant (FW), et les différentes déviations de performance énumérés ci-dessous:

1. La configuration puissance (EPR ou %N1)
2. L'écoulement carburant (Fuel Flow)
3. La poussée requise (Thrust Required)
4. La consommation distance (Fuel Mileage)

Voir figure II.9 .

| DATE<br>DD-MM-YY                        | FLT#     | FLT<br>LVL | CAS | TAT<br>C | GW<br>LB | MACH | EPR<br>AVR | FUEL<br>FLOW | EPR<br>REQ'D | %THRST<br>REQ'D | %FUEL<br>FLOW | %FM   | QUAL |
|---|----------|------------|-----|----------|----------|------|------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|-------|------|
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 330        | 286 | -14      | 571.0    | .803 | 1.141      | 4902         | 0.001        | 0.1             | 0.6           | -0.7  | 32   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 340        | 297 | -14      | 667.5    | .848 | 1.358      | 5777         | 0.117        | 14.9            | -11.9         | -0.9  | 86   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 350        | 280 | -18      | 684.7    | .820 | 1.510      | 5063         | *            | *               | *             | * WF  |      |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 356        | 284 | -19      | 708.3    | .841 | 1.312      | 6171         | -0.063       | -6.4            | 8.8           | -1.8  | 46   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 334        | 318 | -8       | 635.7    | .740 | 1.063      | 6755         | *            | *               | *             | * EPR |      |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 324        | 324 | -6       | 585.9    | .889 | 1.321      | 6516         | 0.098        | 12.9            | -9.5          | -2.0  | 84   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 303        | 342 | 1        | 559.5    | .893 | 1.211      | 7007         | 0.015        | 2.3             | -0.9          | -1.3  | 79   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 305        | 301 | -8       | 550.7    | .801 | 1.090      | 5629         | -0.002       | -0.5            | 12.8          | -11.0 | 92   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 308        | 240 | -19      | 544.3    | .653 | 1.267      | 4440         | *            | *               | *             | * THR |      |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 273        | 345 | 5        | 540.5    | .851 | 1.110      | 6306         | 0.029        | 6.3             | -4.2          | -0.9  | 57   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 279        | 235 | -15      | 524.3    | .603 | 1.096      | 4056         | 0.013        | 4.2             | -0.4          | -2.5  | 87   |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 336        | 318 | -13      | 635.7    | .739 | 1.173      | 6592         | *            | *               | *             | * FM  |      |
| 18-05-88                                | BOEINGXX | 302        | 345 | 2        | 559.0    | .897 | 1.221      | 7034         | -0.007       | -1.0            | -1.7          | 2.7   | 74   |
| AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE |          |            |     |          |          |      |            |              | 0.022        | 3.6             | -0.7          | -2.0  |      |
| STANDARD DEVIATION                      |          |            |     |          |          |      |            |              | 0.055        | 6.8             | 7.8           | 3.7   |      |

Figure II.9 Exemple d'une sortie de résultats de forme BRIEF

### II.5.1.2 Sortie DETAIL

Cette forme de sortie contient les mêmes informations présentées dans la sortie BRIEF ainsi que des informations supplémentaires tel que le point de départ et de destination, la latitude, le centre de gravité (CG en %MAC), le chargement général (GEN LOAD), la LHV, la  $\frac{dV_x}{dt}$  et  $\frac{dH_p}{dt}$  (Voir figure II.10).

La sortie DETAIL est choisie par l'opérateur lorsqu'il utilise les options de correction pour le calcul des coefficients de dégradation de performance, et cela afin de pouvoir analyser les résultats par rapport aux paramètres de vol utilisés pour les corrections.

Si l'un des coefficients de dégradation de performance dépasse la tolérance définie par l'opérateur, des astérisques (\*) seront imprimés dans toutes les colonnes de la

ligne considérée et un code dénotera le coefficient pour lequel la tolérance est excédée. Ces codes sont :

- **EPR** ou **%N1** (Le taux de pression moteur) pour **EPRHI** / **EPRLO**
- **TRQD** (La poussée requise) pour **TRQDHI** / **TRQDLO**
- **WF** (L'écoulement carburant) pour **WFHI** / **WFLO**
- **FM** (La consommation distance) pour **FMHI** / **FMLO**

A titre d'exemple si l'opérateur définit dans le fichier option utilisateur une tolérance pour le coefficient de déviation du fuel flow en utilisant les deux mots clés :

WFHI=12

WFLO=-12

Si la déviation calculée n'est pas incluse dans l'intervalle [-12,12] alors le point de croisière est rejeté de l'analyse et le résultat apparaît sur le fichier de sortie sous forme d'astérisques (\*).

NB : WFHI signifie la déviation la plus élevée positive acceptable et WFLO signifie la déviation la plus basse négative acceptable.

Chapitre II : Présentation du programme APM

| DATE     | FLT#     | DEPTDEST | FLT | CAS | TAI | GW    | MACH | EPR   | FUEL | LAT  | CG   | GEN   | LIC    | dVg/dt | dHpd/t | %N1    | %THRST | %FUEL | %FM   | QUAL |
|----------|----------|----------|-----|-----|-----|-------|------|-------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
| DD-MM-YY |          |          | LVL | C   | LB  | LB    |      | AVR   | FLOW | %MAC | LOAD | CA/LC |        |        |        | REQ'D  | REQ'D  | REQ'D | FLOW  |      |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 330 | 286 | -14 | 571.0 | .803 | 1.141 | 4902 | 29N  | 20.0 | 30.5  | 18580. | -0.007 | -0.289 | 0.001  | 0.1    | 0.6   | -0.7  | 32   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 340 | 297 | -14 | 667.5 | .848 | 1.358 | 5777 | 29N  | 20.0 | 32.2  | 18580. | 0.002  | 0.104  | 0.117  | 14.9   | -11.9 | -0.9  | 86   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 350 | 280 | -18 | 684.7 | .820 | 1.510 | 5063 | 30N  | 20.0 | 32.2  | 18580. | -0.002 | -0.086 | *      | *      | *     | THR   |      |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 356 | 284 | -19 | 708.3 | .841 | 1.312 | 6171 | 30N  | 20.0 | 29.5  | 18580. | 0.003  | 0.120  | -0.063 | -6.4   | 8.8   | -1.8  | 46   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 334 | 318 | -8  | 635.7 | .740 | 1.063 | 6755 | 29N  | 20.0 | 30.2  | 18580. | -0.002 | 0.122  | *      | *      | *     | FM    |      |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 324 | 324 | -6  | 585.9 | .889 | 1.321 | 6516 | 30N  | 20.0 | 32.5  | 18580. | -0.001 | -0.065 | 0.098  | 12.9   | -9.5  | -2.0  | 84   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 303 | 342 | 1   | 559.5 | .893 | 1.211 | 7007 | 30N  | 20.0 | 33.0  | 18580. | -0.015 | -0.237 | 0.015  | 2.3    | -0.9  | -1.3  | 79   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 305 | 301 | -8  | 550.7 | .801 | 1.090 | 5629 | 29N  | 20.0 | 33.2  | 18580. | -0.001 | -0.471 | -0.02  | -0.5   | 12.8  | -11.0 | 92   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 308 | 240 | -19 | 544.3 | .653 | 1.267 | 4440 | 29N  | 20.0 | 28.5  | 18580. | -0.002 | -0.056 | *      | *      | *     | THR   |      |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 273 | 345 | 5   | 540.5 | .851 | 1.110 | 6306 | 30N  | 20.0 | 28.5  | 18580. | 0.005  | -0.227 | 0.029  | 6.3    | -4.2  | -0.9  | 57   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 279 | 235 | -15 | 524.3 | .603 | 1.096 | 4056 | 29N  | 20.0 | 32.2  | 18580. | 0.003  | -0.300 | 0.013  | 4.2    | -0.4  | -2.5  | 87   |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 336 | 318 | -13 | 635.7 | .739 | 1.173 | 6592 | 30N  | 20.0 | 32.5  | 18580. | -0.005 | -0.122 | *      | *      | *     | FM    |      |
| 18-05-88 | BOEINGXX | DEPTDEST | 302 | 345 | 2   | 559.0 | .897 | 1.221 | 7034 | 29N  | 20.0 | 33.0  | 18580. | -0.011 | -0.237 | -0.007 | -1.0   | -1.7  | 2.7   | 74   |

| AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE |     |
|---|-----|
| 0.002                                   | 3.6 |
| 0.055                                   | 6.3 |

| STANDARD DEVIATION |     |
|--------------------|-----|
| 0.002              | 3.6 |
| 0.055              | 6.3 |

Figure II.10 Exemple d'une sortie de résultats de forme DETAIL

### **II.5.2 Sortie de mise au point DEBUG**

Dans le fichier DEBUG est présenté un rapport détaillé sur les différentes phases de calcul du programme APM, ainsi que l'analyse des corrections calculées pour chaque coefficient de déviation de performance, telles que la correction du CG, ELASTIC, ENERGY, LHV, ...

## Chapitre III : Etude théorique



## III. ETUDE THEORIQUE

### III.1 INTRODUCTION

Ce chapitre décrit en détail les méthodes analytiques qui sont mises en application dans le programme APM, afin de déterminer les coefficients de dégradations de performances [1] :

1. Déviation de la poussée requise (thrust required deviation).
2. Déviation de la configuration moteur (Power setting deviation).
3. Déviation de l'écoulement carburant (fuel flow deviation).
4. Déviation de la consommation distance (fuel mileage deviation).

### III.2 La détermination du coefficient de déviation de la poussée requise ( $\% \Delta th$ )

La déviation de la poussée requise est exprimée comme la différence du pourcentage entre la poussée disponible et la poussée exigée, elle est donnée par la relation suivante :

$$\% \Delta th = \frac{\left( \frac{Fn_{tot}}{\delta} - \frac{D_{tot,corr}}{\delta} \right)}{\frac{D_{tot,corr}}{\delta}} \times 100 \quad (III.2)$$

### ALGORITHME DE CALCUL

#### III.2.1 Correction de la masse W pour les effets de gravité

La masse corrigée est donnée par la relation suivante :

$$W_{corr} = W + \Delta W ; \quad (III.2.1)$$

Où

$$\Delta W = \frac{g_{actual} - g_{ref}}{g_0} \cdot W ; \quad (III.2.2)$$

Démonstration voir annexe I.

### III.2.2 Calcul du coefficient portance $C_L$ en utilisant le Mach $M$ et la masse corrigée $W_{corr}$

Le coefficient de portance  $C_L$  est donné par l'équation suivante :

$$C_L = \frac{W_{corr}}{\delta \cdot 1481.4 \cdot M^2 \cdot S} \quad (III.2.3)$$

### III.2.3 Détermination du coefficient de traînée $C_d$

Le coefficient de la traînée est déterminé à partir de la table (drag,polaire) située dans la base de données moteur/fuselage tel que :

$$C_d = f(M, C_L) .$$

### III.2.4 La correction du coefficient de traînée pour le nombre de Reynolds $\Delta C_d(R_n)$

Elle est donnée par l'équation :

$$\Delta C_d(R_n) = (C_{DP(off-Reference)} - C_{DP(Reference)}) \quad (III.2.4)$$

où

$$C_{DP} = \left[ A + B \cdot \log_{10} \left( \frac{1}{M} \cdot \frac{R_e}{FT} \cdot \frac{1}{10^{-6}} \right) \right] \cdot 0.0001 ; \quad (III.2.5)$$

et

$$\frac{1}{M} \cdot \frac{R_e}{FT} = 5.13384 \cdot 10^6 \cdot \left( \delta \cdot \frac{\theta + 0.38312}{\theta^2} \right) \quad (III.2.6)$$

- Pour  $C_{DP(off-Reference)}$  calculé dans l'équation (III.2.4) on utilise  $\delta$  et  $\theta$  qui correspond à l'altitude pression actuelle.
- Pour  $C_{DP(Reference)}$  calculé dans l'équation (III.2.4) on utilise  $\delta$  et  $\theta$  correspondant à l'altitude pression de référence déterminée pour  $\frac{W_{corr}}{\delta}$ .

**NB** : A et B sont des coefficients contenus dans une base de donnée.

### III.2.5 Le calcul de la correction aéroélastique de la traînée

$\% \Delta C_d(elas)$ :

La variation aéroélastique est obtenue à partir de la table :

$$\% \Delta C_d = f(W, M),$$

située dans la base de données moteur/fuselage.

Et l'équation :

$$\% \Delta C_d(elas) = f(W, M) - f(W_{ref}, M) \quad (III.2.7)$$

Où :

$$W_{ref} = W \cdot \frac{\delta_{ref}}{\delta} \quad (III.2.8)$$

Le  $C_d$  appliqué pour cette correction est obtenu par la somme des section III.2.3- et III.2.4 .

### III.2.6 Calcul de la correction du coefficient de traînée pour le centre de gravité $\Delta C_d(CG)$

La correction de la traînée pour le centre de gravité est donnée par la relation suivante :

$$\Delta C_d(CG) = C_d - \Delta C_{d\_Tirm@Cond} \quad (III.2.9)$$

Démonstration voir annexe II.

### III.2.7 Le calcul du coefficient de traînée totale $C_{dtot}$

La traînée totale est donnée par la somme de la correction aéroélastique de la traînée et la correction de la traînée pour le centre de gravité :

$$C_{dtot} = \Delta C_d(elas) + \Delta C_d(CG) ; \quad (III.2.10)$$

### III.2.8 Détermination de la traînée totale $\frac{D_{tot}}{\delta}$ en utilisant $C_{dtot}$ et $M$

La traînée totale est déterminée par l'équation :

$$\frac{D_{tot}}{\delta} = 1481,4 \cdot C_{dtot} \cdot M^2 \cdot S \quad (III.2.11)$$

### III.2.9 Détermination de la correction de la traînée totale pour

#### l'énergie $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$ (énergie)

La correction de la traînée totale pour l'énergie est donnée par la relation suivante :

$$\frac{\Delta D_{tot}}{\delta} (\text{énergie}) = \left( \frac{\Delta D_{tot}}{\delta} \right)_{Vg} + \left( \frac{\Delta D_{tot}}{\delta} \right)_{Hp} \quad (III.2.12)$$

Démonstration voir Annexe III.

### III.2.10 La correction isobarique de la traînée $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$ (isobarique)

La correction isobarique de la traînée totale est donnée par la relation suivante :

$$\frac{\Delta D_{tot}}{\delta} (\text{isobarique}) = \frac{0,59248 \frac{W}{\delta} \left( \Delta \frac{dH}{dt} \right)}{TAS} \quad (III.2.13)$$

Démonstration voir Annexe IV.

### III.2.11 Calcul de la traînée totale corrigée $\frac{D_{tot,corr}}{\delta}$

La traînée totale corrigée est obtenu par la somme, de la traînée totale, la correction de la traînée totale pour l'énergie et la correction isobarique de la traînée total :

$$\frac{D_{tot,corr}}{\delta} = \frac{D_{tot}}{\delta} + \frac{\Delta D_{tot}}{\delta} (\text{énergie}) + \frac{\Delta D_{tot}}{\delta} (\text{isobarique}), \quad (III.2.14)$$

### III.2.12 Calcul de la poussée totale $\frac{Fn_{tot}}{\delta}$

La poussée totale est donnée par la somme des poussées motrices :

$$\frac{Fn_{tot}}{\delta} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Fn}{\delta} \right)_i \quad (III.2.15)$$

Où la poussée pour chaque moteur  $\left( \frac{Fn}{\delta} \right)_i$  est obtenu à partir de la table :

$$\left( \frac{Fn}{\delta} \right)_i = f((ERR/\%N1_{obs})_i, M).$$

située dans la base de données moteur/fuselage.

D'où le coefficient de déviation de la poussée requise est donnée par :

$$\% \Delta th = \frac{\left( \frac{Fn_{tot}}{\delta} - \frac{D_{tot,corr}}{\delta} \right)}{\frac{D_{tot,corr}}{\delta}} \times 100$$

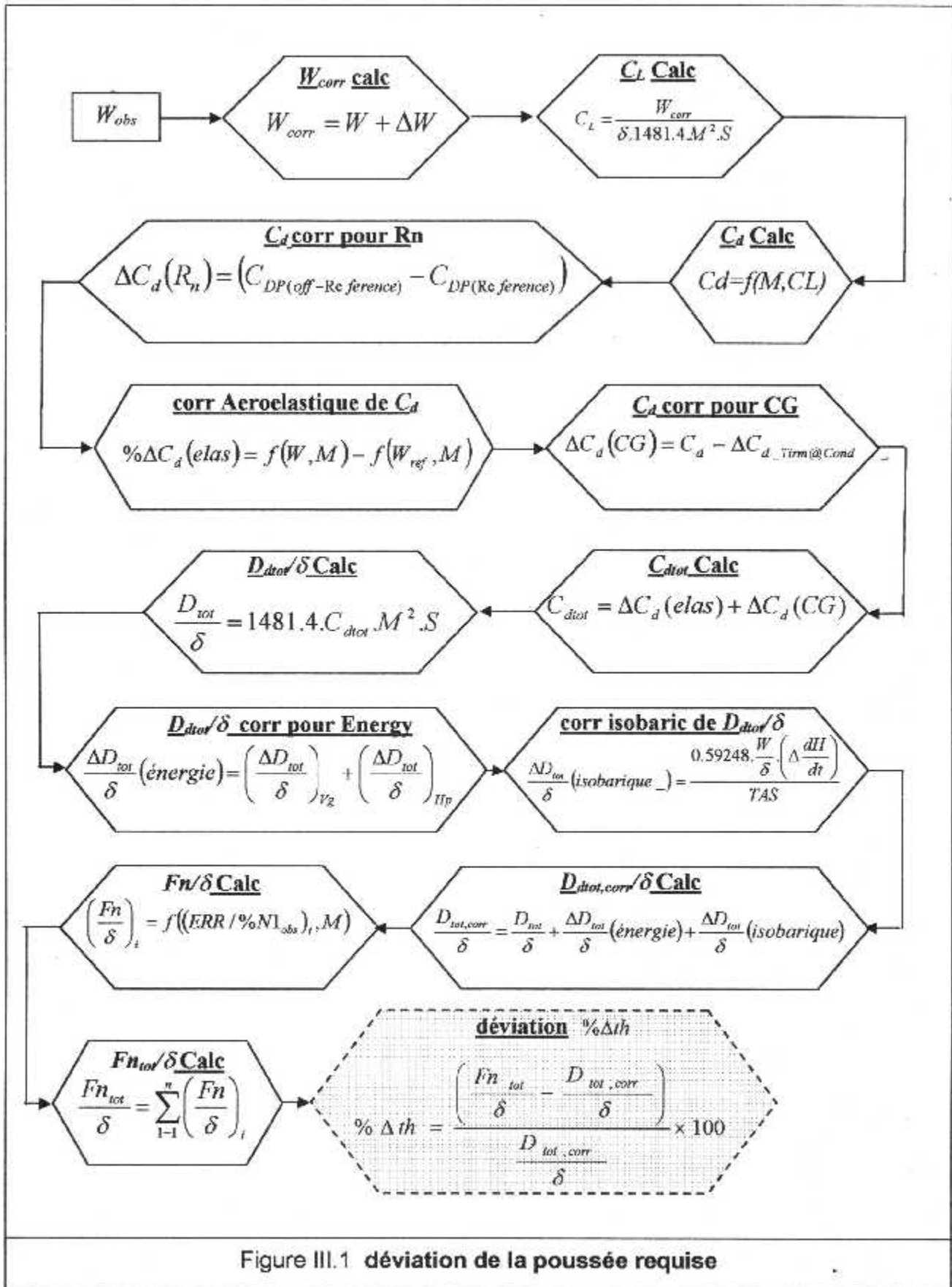


Figure III.1 déviation de la poussée requise

### III.3 Détermination du coefficient de déviation du débit carburant $\% \Delta Wf$

Le coefficient de déviation du débit carburant est donné comme la différence de pourcentage entre le débit carburant observé et le débit carburant théorique, il est exprimé par la relation :

$$\% \Delta Wf = \frac{Wf_{obs} - Wf_{th,corr}}{Wf_{th,corr}} \times 100 \quad (III.3)$$

## ALGORITHME DE CALCUL

### III.3.1 Détermination de la poussée observée $\frac{Fn_{obs}}{\delta}$ en fonction de $(EPR/\%N1)_{obs}$ et du Mach $M$

La poussée observée est déterminée à partir de la table :

$$\frac{Fn_{obs}}{\delta} = f((EPR/\%N1)_{obs}, M).$$

située dans la base de données moteur/fuselage.

### III.3.2 Calcul de l'écoulement carburant corrigé $Wf_{corr}$ en fonction de $\frac{Fn_{obs}}{\delta}$ , Mach $M$ , et l'altitude

L'écoulement carburant corrigé est donné par la table :

$$Wf_{corr} = f\left(\frac{Fn_{obs}}{\delta}, M, Altitude\right).$$

Se trouvant dans la base de données moteur/fuselage.

### III.3.3 Calcul du débit carburant théorique $Wf_{th}$

L'écoulement carburant théorique est obtenu par l'équation :

$$Wf_{th} = Wf_{corr} \cdot (\delta_{amb,t})^\delta \cdot (\theta_{amb,t})^\theta \quad (III.3.1)$$

Où

$\delta_{amb,t}$  représente  $\delta_{amb}$  ou  $\delta_t$ .

Et

$\theta_{amb,t}$  représente  $\theta_{amb}$  ou  $\theta_t$ .

Avec

$$\delta_t = \delta_{t\_est} \cdot (1 + 0.2M^2) \quad (III.3.2)$$

Et

$$\theta_t = \theta_{t\_est} \cdot (1 + 0.2M^2)^{3.5} \quad (III.3.3)$$

### III.3.4 Calcul de la correction du débit carburant théorique $Wf_{th}$ pour le pouvoir calorifique inférieur LHV

La correction du débit carburant pour LHV est donnée par l'équation :

$$Wf_{corr}(LHV) = Wf_{calc} \cdot \left( \frac{LHV_{ref}}{LHV} \right) \quad (III.3.4)$$

Démonstration voir Annexe V

### III.3.5 Correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air de puissance

La correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air est donnée par la relation :

$$Wf_{th,corr} = Wf_{th}(LHV) \left( 1 + \frac{NomHP + TestHP}{\delta_t \cdot \sqrt{\theta_t}} \right) \cdot \left( \frac{Wf^*}{10000} \right) \quad (III.3.5)$$

Démonstration voir Annexe VI.



D'où le coefficient de déviation du débit carburant est donnée par :

$$\% \Delta Wf = \frac{Wf_{obs} - Wf_{th,corr}}{Wf_{th,corr}} \times 100$$

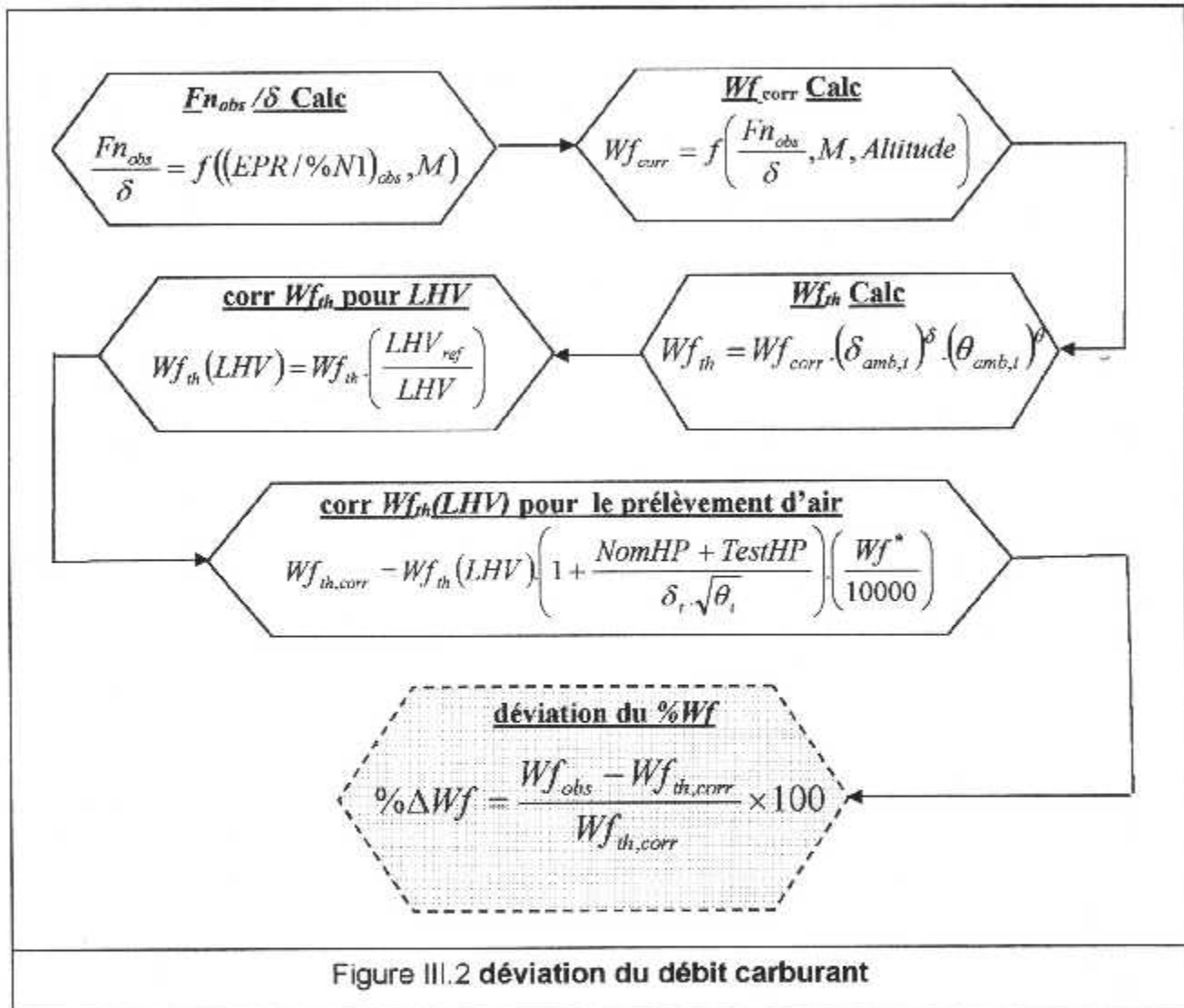


Figure III.2 déviation du débit carburant

### III.4 La détermination du coefficient de déviation de la configuration moteur ( $\Delta EPR, \Delta \%N1$ )

La configuration moteur est exprimée soit en taux de pression EPR ou pourcentage du nombre de tour par unité de temps  $\%N1$ , elle est exprimée par la relation :

$$\left. \begin{aligned} \Delta EPR &= EPR_{obs,moy} - EPR_{th} \\ \Delta \%N1 &= \%N1_{obs,moy} - \sqrt{\theta_i} \cdot \%N1_{th} \end{aligned} \right\} \quad (III.4)$$

#### ALGORITHME DE CALCUL

1. Calcul de la masse corrigée  $W_{corr}$  (voir section III.2.1).
2. Calcul du coefficient de la portance  $C_L$  en utilisant la masse corrigée  $W_{corr}$  et le Mach  $M$  (voir section III.2.2).
3. Détermination du coefficient de traînée  $C_d$  (voir section III.2.3).
4. Calcul de la correction du coefficient de traînée pour le nombre de Reynolds  $\Delta C_d(R_n)$  (voir section III.2.4)
5. Calcul de la correction aéroélastique du coefficient de traînée  $\% \Delta C_d(elas)$  (voir section III.2.5).
6. Calcul de la correction du coefficient de traînée pour le centre de gravité  $\Delta C_d(CG)$  (voir section III.2.6)
7. Calcul du coefficient de traînée total  $C_{dtot}$  (voir section III.2.7).
8. Calculer la traînée totale  $\frac{D_{tot}}{\delta}$  en utilisant  $C_{dtot}$  et le Mach  $M$  (voir section III.2.8)
9. Calculer la correction de la traînée totale pour l'énergie  $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$  (énergie) (voir section III.2.9).

10. Calculer la correction isobarique de la traînée total  $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$  (isobarique)  
(voir section III.2.10).

11. Calculer la traînée totale corrigée  $\frac{D_{tot, corr}}{\delta}$  (voir section III.2.11).

12. Déterminer la poussée moteur  $\frac{Fn}{\delta}$  exprimée par la relation :

$$\frac{Fn}{\delta} = \frac{D_{tot, corr}}{n} \quad (III.4.1)$$

Où  $n$  représente le nombre de moteurs.

13. Déterminer  $(EPR/\%N1)_{th}$  théorique en fonction la poussée moteur  $\frac{Fn}{\delta}$  et le

Mach  $M$  en utilisant la table :

$$(EPR/\%N1)_{th} = f\left(\frac{Fn}{\delta}, M\right)$$

Se trouvant dans la base de données moteur/fuselage.

14. Calculer  $(EPR/\%N1)_{obs, moy}$  moyen observé par la relation :

$$(EPR/\%N1)_{obs, moy} = \frac{\sum_{i=1}^n ((EPR/\%N1)_{i, obs})}{n} \quad (III.4.2)$$

Où  $n$  représente le nombre de moteurs.

Pour avoir finalement :

$$\Delta EPR = EPR_{obs, moy} - EPR_{th}$$

$$\Delta \%N1 = \%N1_{obs, moy} - \sqrt{\theta_1} \cdot \%N1_{th}$$

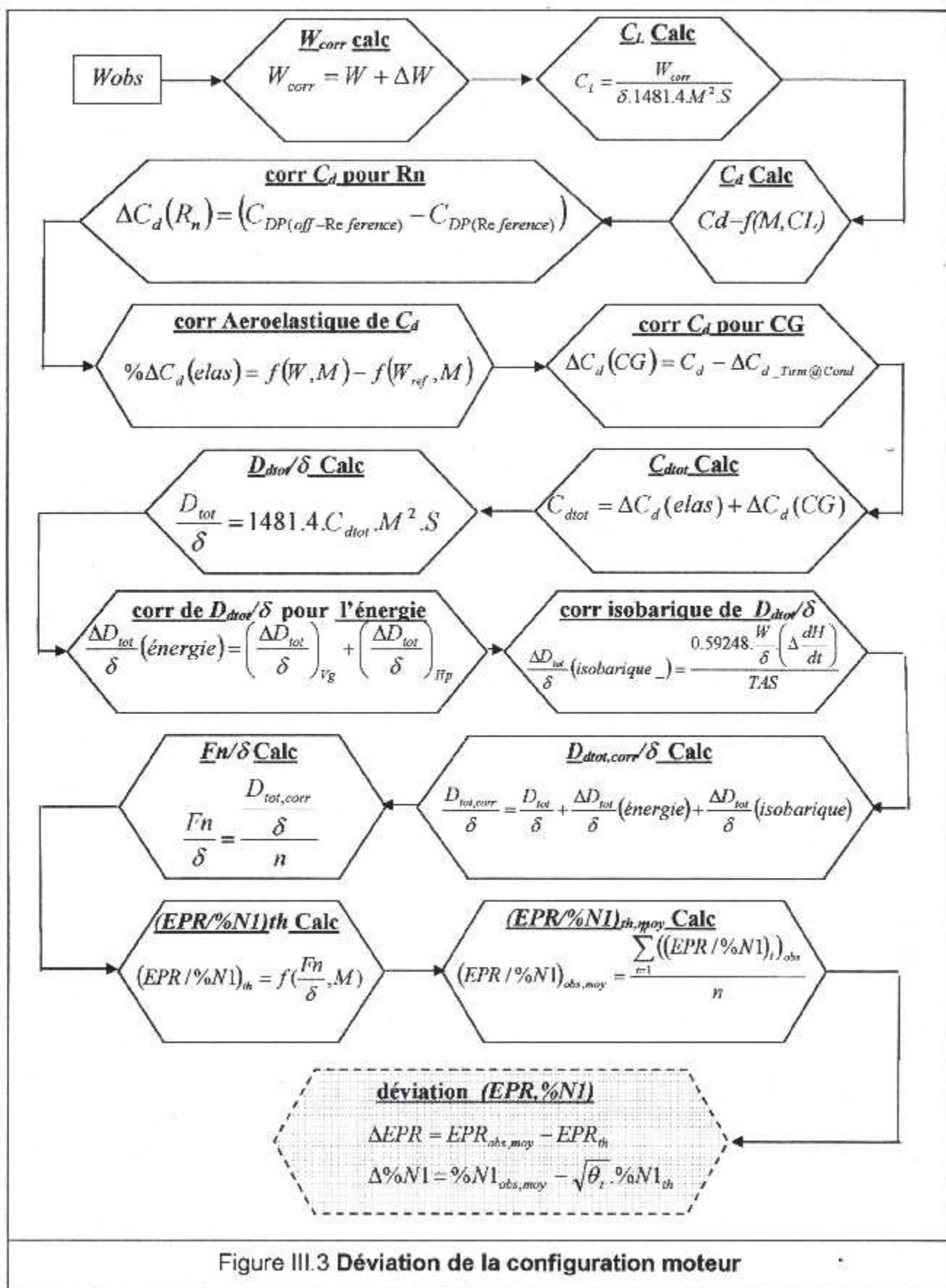


Figure III.3 Déviation de la configuration moteur

### III.5 La détermination du coefficient de déviation de la Consommation distance ( $\% \Delta FM$ )

La déviation de la consommation distance est exprimée comme la différence du pourcentage entre la consommation distance observée et la consommation distance théorique, elle est donnée par la relation :

$$\% \Delta FM = \frac{FM_{obs} - FM_{th}}{FM_{th}} \times 100 \quad (III.5)$$

#### ALGORITHME DE CALCUL

1. Calcul de la masse corrigée  $W_{corr}$  (voir section III.2.1).
2. Calcul du coefficient de la portance  $C_L$  en utilisant la masse corrigée  $W_{corr}$  et le Mach  $M$  (voir section III.2.2).
3. Détermination du coefficient de traînée  $C_d$  (voir section III.2.3).
4. Calcul de la correction du coefficient de traînée pour le nombre de Reynolds  $\Delta C_d(R_n)$  (voir section III.2.4)
5. Calcul de la correction aéroélastique du coefficient de traînée  $\% \Delta C_d(elas)$  (voir section III.2.5).
6. Calcul de la correction du coefficient de traînée pour le centre de gravité  $\Delta C_d(CG)$  (voir section III.2.6)
7. Calcul du coefficient de traînée total  $C_{dtot}$  (voir section III.2.7).
8. Calculer la traînée totale  $\frac{D_{tot}}{\delta}$  en utilisant  $C_{dtot}$  et le Mach  $M$  (voir section III.2.8)
9. Calculer la correction de la traînée totale pour l'énergie  $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}(énergie)$  (voir section III.2.9).

10. Calculer la correction isobarique de la traînée total  $\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}$  (isobarique) (voir section III.2.10).

11. Calculer la traînée totale corrigée  $\frac{D_{tot,corr}}{\delta}$  (voir section III.2.11).

12. Déterminer la poussée moteur observée  $\frac{Fn_{obs}}{\delta}$  exprimée par la relation :

$$\frac{Fn_{obs}}{\delta} = \frac{D_{tot,corr}}{n} \quad (III.5.1)$$

Où  $n$  représente le nombre de moteurs.

13. Calcul du débit carburant corrigé  $Wf_{corr}$  en fonction  $\frac{Fn_{obs}}{\delta}$ , le Mach  $M$ , et l'altitude (voir section III.3.2).

14. Calcul du débit carburant théorique  $Wf_{th}$  (voir section III.3.3).

15. Calculer la correction du débit carburant théorique  $Wf_{th}$  pour LHV (voir section III.3.4).

16. Calculer la Correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air  $Wf_{th,corr}$  (voir section III.3.5).

17. Calculer la consommation distance observée  $FM_{obs}$  par la relation :

$$FM_{obs} = \frac{TAS}{Wf_{obs}} \quad (III.5.2)$$

18. Calculer la consommation distance théorique  $FM_{th}$  par la relation :

$$FM_{th} = \frac{TAS}{Wf_{th,corr}} \quad (III.5.3)$$

19. Calculer finalement la déviation de la consommation distance :

$$\% \Delta FM = \frac{FM_{obs} - FM_{th}}{FM_{th}} \times 100$$

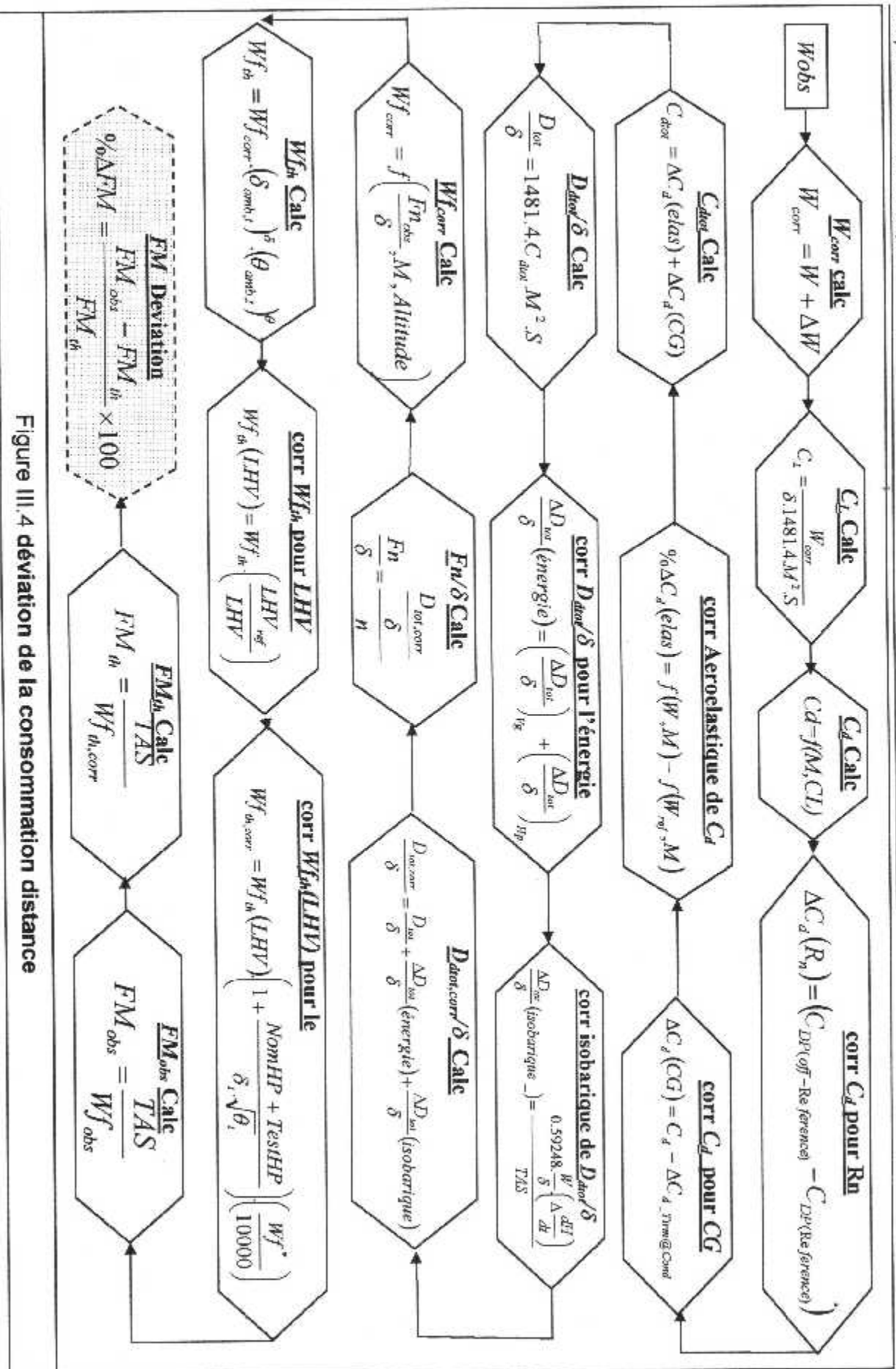


Figure III.4 déviation de la consommation distance

# Chapitre IV : Conception



---

## IV. CONCEPTION

---

### IV.1 INTRODUCTION

L'utilisation du programme APM présente un problème majeur auquel est confronté l'opérateur, ce problème consiste en l'obtention de fichiers d'entrée tels que le fichier option utilisateur **APMINP** et le fichier d'entrée de paramètre de vol de croisière **MSIRF**. La complexité et la longueur du format de ces fichiers rendent leur création manuelle pratiquement impossible à réaliser.

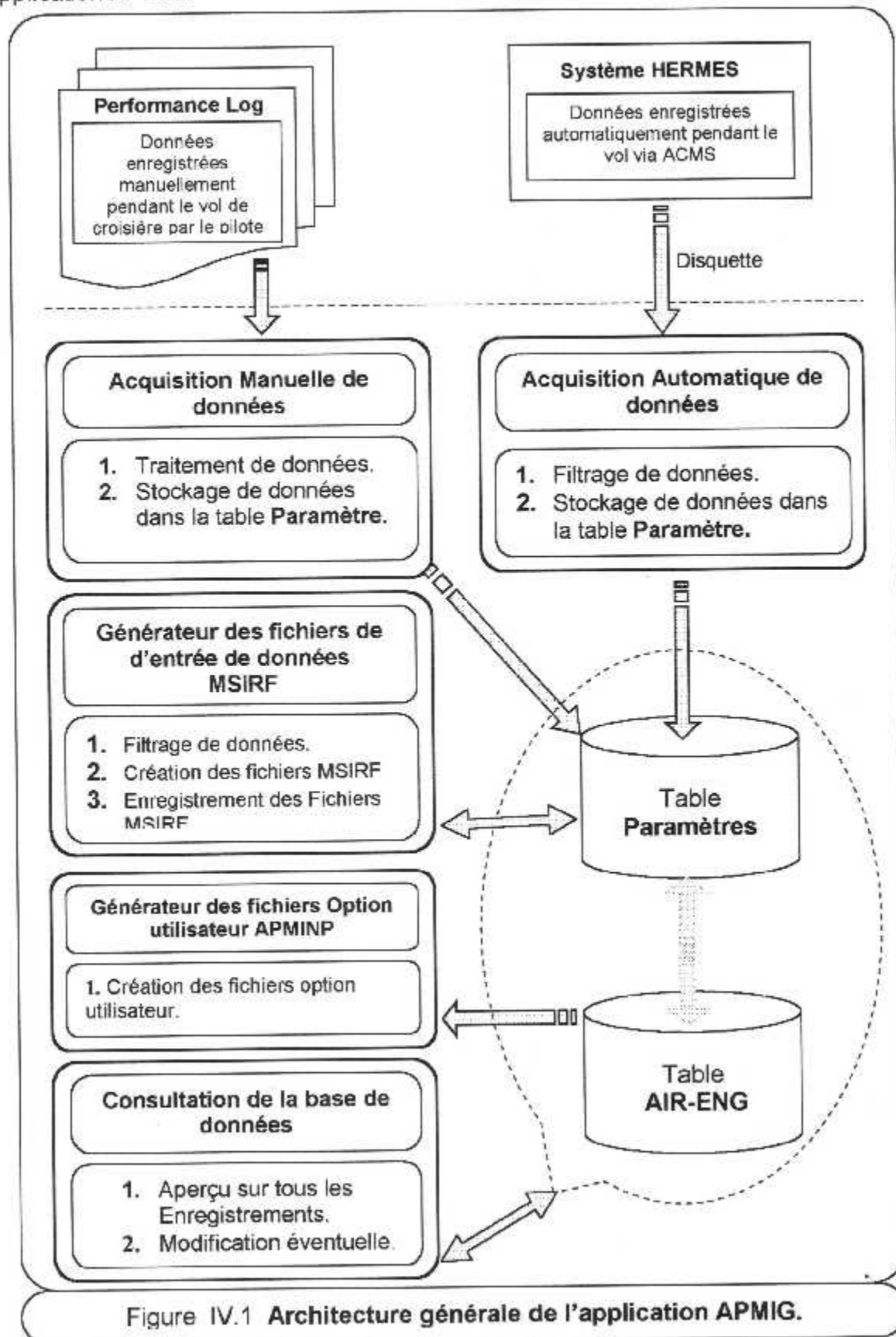
Le but de notre travail est de concevoir une application intermédiaire (**APM INPUT GENERATOR APMIG**) entre l'opérateur et le programme APM. **APMIG** prendra en charge à travers des interfaces simples et conviviales les fonctions suivantes :

1. Stockage des paramètres de vol dans une table de paramètres.
2. Création des fichiers option utilisateur **APMINP**.
3. Création des fichiers d'entrée manuelle de données **MSIRF**.

Dans ce chapitre nous allons présenter une approche de conception que nous avons adoptée pour aboutir au système visé objet de notre travail.

## IV.2 Architecture générale de l'application APMIG

La figure ci-dessous (Figure IV.1) illustre l'architecture générale de notre application APMIG.



Notre application repose principalement sur cinq modules travaillant en interaction avec une base de données :

1. Module d'acquisition manuelle de données.
2. Module d'acquisition automatique de données.
3. Module générateur des fichiers d'entrée de données MSIRF.
4. Module générateur des fichiers option utilisateur.
5. Module de consultation de la base de données

Le stockage des paramètres de vol dans la table paramètre peut se faire de deux manières différentes :

1. La première où l'opérateur est chargé d'introduire manuellement les paramètres provenant de la fiche **performance log** dans le module d'acquisition manuelle de données, elle est utilisée pour les appareils qui ne sont pas dotés d'un système **ACARS** comme le B767-300 et le B737-200.
2. La deuxième est utilisée pour les avions qui possèdent l'**ACARS** tels que le B737-800 et le B737-600; l'opérateur récupère dans ce cas précis un fichier fourni par le système HERMES contenant les paramètres de vol pour l'introduire dans le module d'acquisition automatique de données.

- Le module générateur des fichiers d'entrées **MSIRF** est chargé de la création des fichiers d'entrées de données manuelles en utilisant les données stockées précédemment dans la table paramètres.

- Le module générateur des fichiers option utilisateur est chargé de la création des fichiers **APMINP**.

- Le module de consultation de la base de données permet d'effectuer des Consultations et des mises à jour sur celle-ci.

### IV.3 description de la base de données

Notre base de données est constituée de deux tables :

1. Table paramètre.
2. Table AIR-ENG.

### IV.3.1 Table paramètre

Nous avons choisi comme moyen de stockage des paramètres de vol de croisière, une table nommée parametre.db, elle est constituée de 69 champs de type différents.

Comme vous allez le constater, la table paramètre est conçue pour faire face à des enregistrements concernant des appareils quadrimoteurs (B747).

Le tableau IV.1 ci-dessous illustre en détail les différents attributs constituant la table **paramètre** (nom, description, type).

| Attributs  | Description                           | Type      |
|------------|---------------------------------------|-----------|
| ID         | Numéro de l'enregistrement            | Entier    |
| Model      | Modèle d'avion                        | Caractère |
| Airline    | Code compagnie                        | Caractère |
| Aircraft   | Matricule d'avion                     | Caractère |
| Flight     | Numéro de vol                         | Entier    |
| DD         | Jour                                  | Entier    |
| MM         | Mois                                  | Entier    |
| YY         | Année                                 | Entier    |
| Flight_leg | Tronçon de vol                        | Caractère |
| TOW        | Masse au décollage                    | Réel      |
| ZFW        | Masse sans carburant                  | Réel      |
| Engine_1   | Numéro de série moteur N°1            | Caractère |
| Engine_2   | Numéro de série moteur N°2            | Caractère |
| Engine_3   | Numéro de série moteur N°3            | Caractère |
| Engine_4   | Numéro de série moteur N°4            | Caractère |
| APU_time   | Temps APU                             | Entier    |
| CG init    | Centre de gravité initiale            | Réel      |
| Main1      | Quantité de carburant au centrale     | Réel      |
| Main2      | Quantité de carburant au principale 1 | Réel      |
| Main3      | Quantité de carburant au principale 2 | Réel      |
| Main4      | Quantité de carburant au principale 3 | Réel      |
| Main5      | Quantité de carburant au principale 4 | Réel      |
| Main6      | Quantité de carburant au principale 5 | Réel      |
| Aux        | Quantité de carburant au principale 6 | Réel      |
| CAS        | Quantité de carburant à l'auxiliaire  | Réel      |

|                 |  |         |
|-----------------|--|---------|
| Altitude        | Altitude                                     | Réel    |
| Mach            | Mach   | Réel    |
| Power_setting_1 | Configuration moteur 1                       | Réel    |
| Power_setting_2 | Configuration moteur 2                       | Réel    |
| Power_setting_3 | Configuration moteur 3                       | Réel    |
| Power_setting_4 | Configuration moteur 4                       | Réel    |
| Fuel_flow_1     | Débit carburant moteur 1                     | Réel    |
| Fuel_flow_2     | Débit carburant moteur 2                     | Réel    |
| Fuel_flow_3     | Débit carburant moteur 3                     | Réel    |
| Fuel_flow_4     | Débit carburant moteur 4                     | Réel    |
| M_centre        | Quantité de carburant au centrale en vol     | Réel    |
| M_main1         | Quantité de carburant au principale 1 en vol | Réel    |
| M_main2         | Quantité de carburant au principale 2 en vol | Réel    |
| M_main3         | Quantité de carburant au principale 3 en vol | Réel    |
| M_main4         | Quantité de carburant au principale 4 en vol | Réel    |
| M_main5         | Quantité de carburant au principale 5 en vol | Réel    |
| M_main6         | Quantité de carburant au principale 6 en vol | Réel    |
| M_aux           | Quantité de carburant à l'auxiliaire en vol  | Réel    |
| Gen_load_1      | Chargement du générateur 1                   | Réel    |
| Gen_load_2      | Chargement du générateur 2                   | Réel    |
| Gen_load_3      | Chargement du générateur 3                   | Réel    |
| Gen_load_4      | Chargement du générateur 4                   | Réel    |
| True_track      | Route vraie                                  | Réel    |
| True_Hdg        | Cap vrai                                     | Réel    |
| Drift_angle     | Dérive                                       | Réel    |
| F/O_CAS         | Vitesse co-pilote                            | Réel    |
| A/C             | Air conditionné                              | Booléen |
| Goss_W          | Masse brute                                  | Réel    |
| Fuel_temp       | Température carburant                        | Réel    |
| Fuel_Dn         | Densité carburant                            | Réel    |
| LHV             | Capacité calorifique inférieur               | Réel    |
| Latitude        | Latitude                                     | Réel    |
| F/O_altitude    | Altitude co-pilote                           | Réel    |
| DHp/dt          | Cadence d'altitude pression                  | Réel    |
| DVp/dt          | Accélération inertielle                      | Réel    |

|                 |                          |           |
|-----------------|--------------------------|-----------|
| <b>F/O_Mach</b> | Mach co-pilote           | Réel      |
| <b>Time</b>     | Heur de l'enregistrement | Temps     |
| <b>Date</b>     | Date de l'enregistrement | Date      |
| <b>W_corr</b>   | Correction de la masse   | Réel      |
| <b>ENGINE</b>   | Motorisation             | Caractère |
| <b>Date_vol</b> | Date du vol              | Date      |

Tableau IV.1 **Table paramètre.**

### IV.3.2 Table AIR-ENG

Dans la table AIR-ENG sont stockés des information concernant la flotte d'Air Algérie (Modèle d'avions, matricules , motorisations, ...), elle est du même type que la table parametre.db, elle est constituée de cinq champs.

Sur le tableau IV.2 se présentent les différents attributs de la table AIR-ENG.

| <b>Attribut</b>  | <b>Description</b>           | <b>Type</b> |
|------------------|------------------------------|-------------|
| <b>Matricule</b> | Matricule d'avion            | Caractère   |
| <b>AIR</b>       | Modèle d'avion               | Caractère   |
| <b>ENG</b>       | Motorisation                 | Caractère   |
| <b>ACARS</b>     | Système ACARS                | Booléen     |
| <b>DATBAS</b>    | Nom de la base de donnée APM | Caractère   |

Tableau IV.2 **Table AIR-ENG.**

## IV.4 Fonctionnement général du système

### IV.4.1 Module d'acquisition de données manuelle

Une fois que les données sont enregistrées manuellement pendant le vol de croisière par le pilote sur la fiche **performance log**, elles sont transmises à l'opérateur qui se chargera de les introduire dans le module d'acquisition de données manuelle où elles sont traitées et stockées par la suite dans la table paramètres (voir figure IV.2).

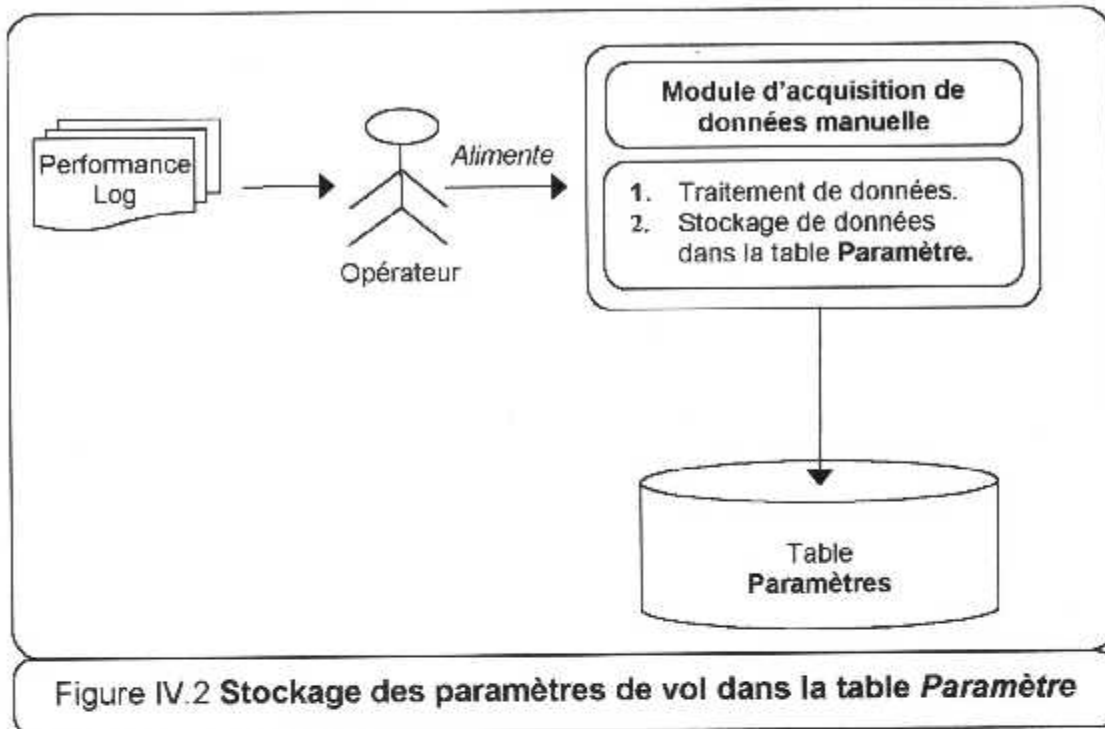


Figure IV.2 Stockage des paramètres de vol dans la table *Paramètre*

#### IV.4.2 Module d'acquisition de données automatique

Les relevés de données sont effectués automatiquement par un calculateur embarqué **ACMS** qui surveille les paramètres de vol. Ce dernier émet automatiquement vers le sol, par l'intermédiaire de l'**ACARS** les valeurs des paramètres relatifs aux trois phases de vol (montée, croisière et descente). Ces valeurs sont reçues par un dispositif au sol appelé **HERMES** d'où l'opérateur les récupère par une disquette ou un câble (dans le cas d'existence d'un réseau) et se chargera ensuite de les introduire dans le module d'acquisition de données automatique afin de les traiter et les stocker dans la table paramètres et ce, après avoir effectué un filtrage et récupéré seulement les paramètres de croisière (voir figure IV.3).

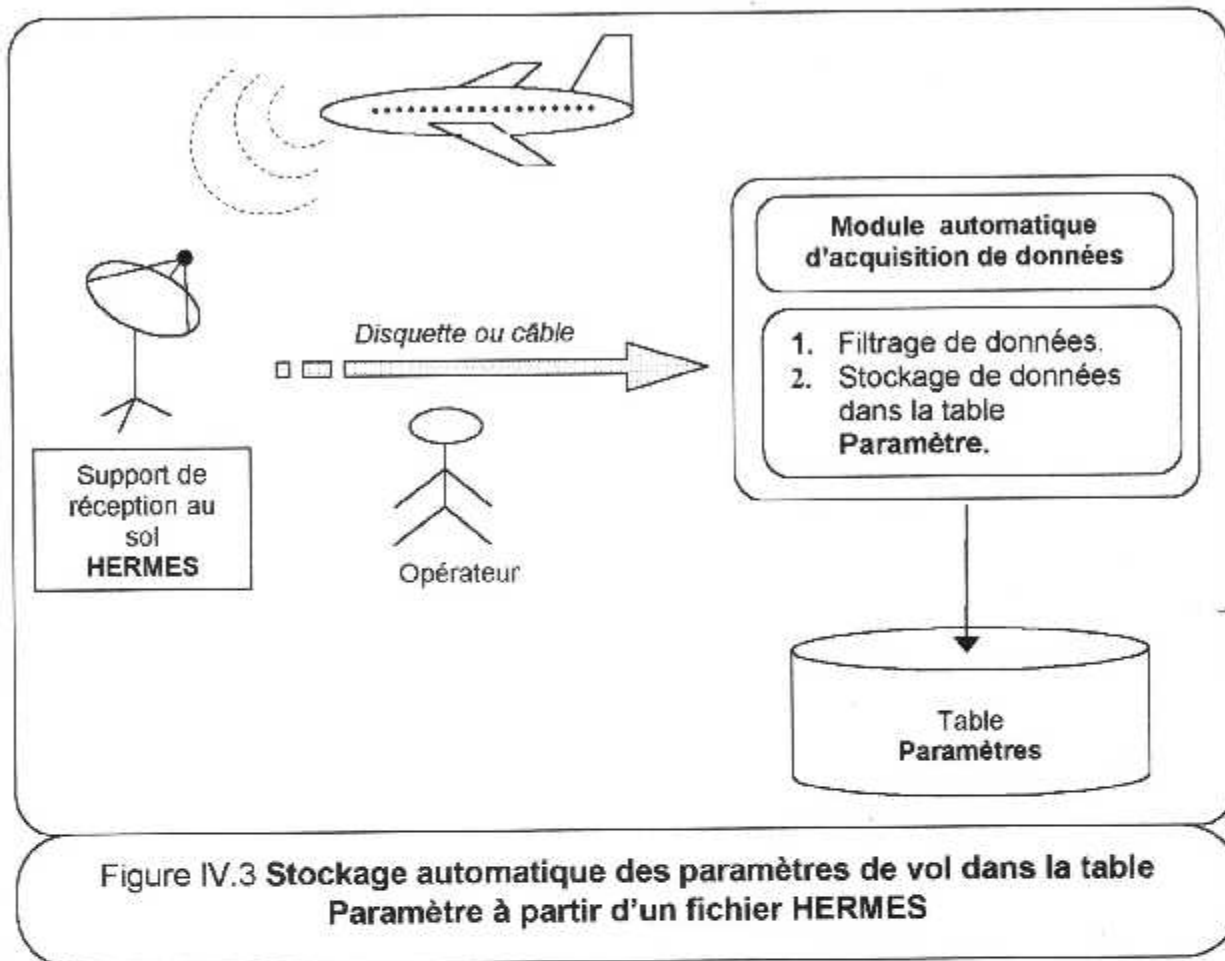


Figure IV.3 Stockage automatique des paramètres de vol dans la table Paramètre à partir d'un fichier HERMES

#### IV.4.3 Module générateur des fichiers d'entrées manuelles MSIRF

Ce module est responsable de la création des fichiers MSIRF, l'opérateur formule d'abord une requête manuelle sur l'ensemble des enregistrements disponibles dans la table paramètre afin d'obtenir les données concernant un ensemble de moteur/fuselage bien déterminé; le module se chargera ensuite de :

1. Analyser la requête.
2. Générer le code SQL correspondant.
3. Récupérer les résultats provenant de la table paramètre.
4. Création du fichier d'entrée manuelle de données MSIRF.
5. Enregistrer et sauvegarder le fichier MSIRF par défaut sous CRZFIL.CRZ.

(voir figure IV.4).



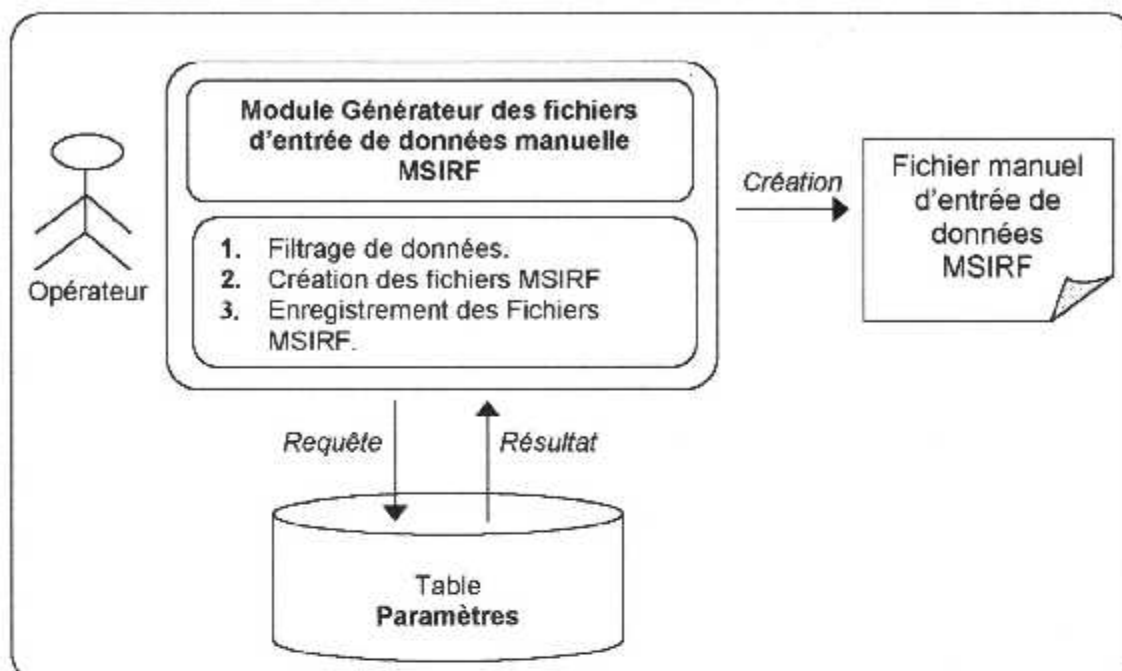


Figure IV.4 Création des fichiers d'entrée manuelle de données MSIRF

#### IV.4.4 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP:

Sa fonction principale est la création des fichiers option utilisateur APMINP. Une liste complète des mots clés est présentée sur l'interface de ce module où l'opérateur est chargé d'attribuer à chaque mot une valeur qui correspond à une option d'exécution du programme APM.

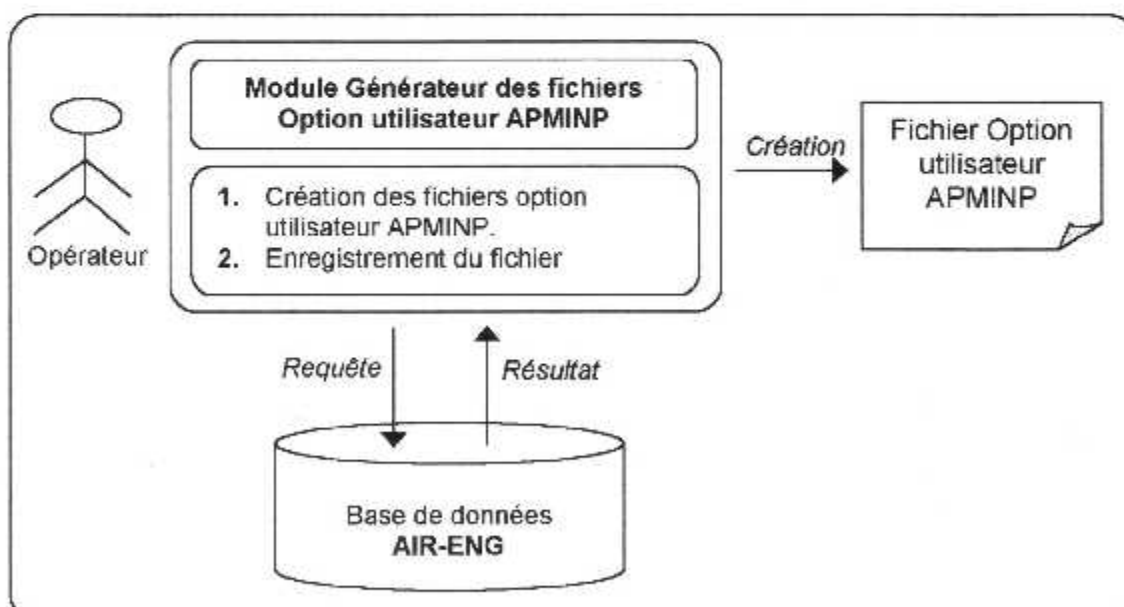
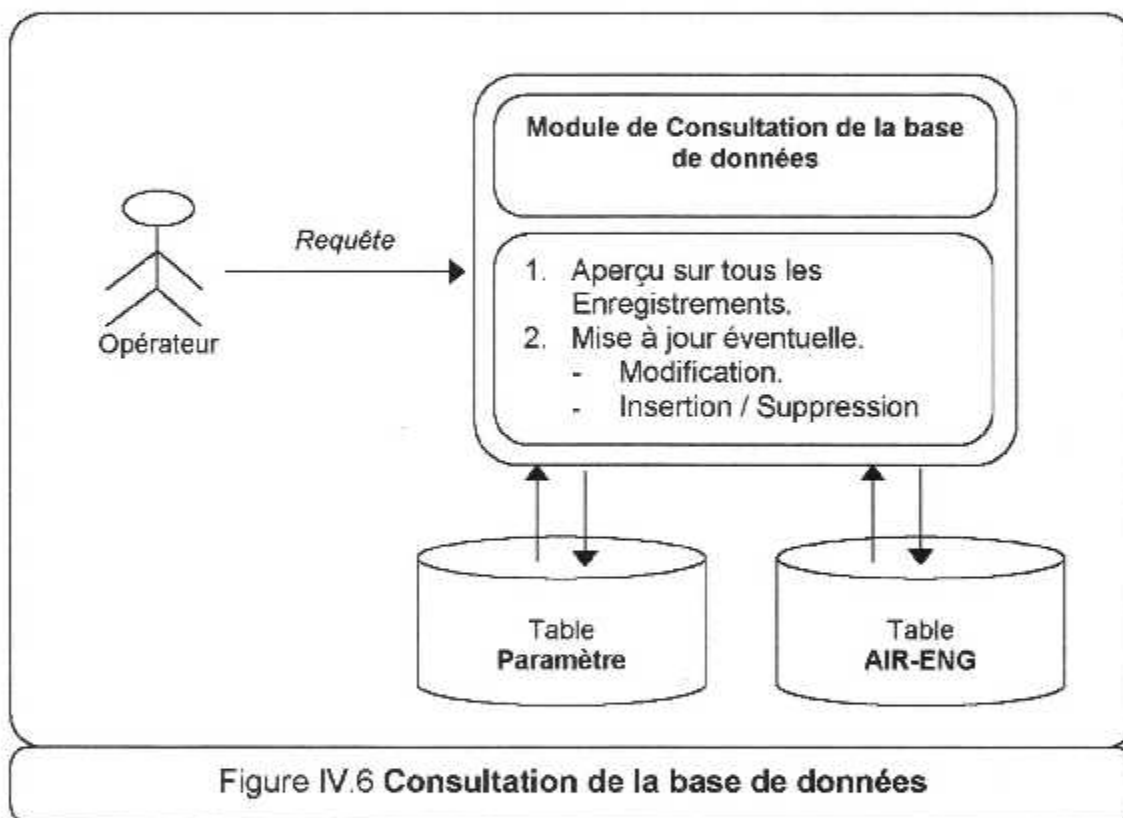


Figure IV.5 Création des fichiers Option utilisateur APMINP

Une fois le fichier option utilisateur créé, il est enregistré et sauvegardé par défaut sous le nom APMINP (voir figure IV.5).

#### IV.4.5 Module de consultation de la base de données :

Afin de permettre à l'utilisateur d'avoir un aperçu général sur tous les enregistrements existants dans la base de données, nous avons conçu un module de consultation, où toutes insertions, suppressions et modifications éventuelles sur les enregistrements peuvent être effectuées.



#### IV.4.6 Module de consultation des fichiers d'entrées APM

Nous avons conçu ce module complémentaire afin de permettre à l'utilisateur d'ouvrir les fichiers MSIRF et APMINP et les enregistrer sous un autre nom afin de les stocker en mémoire.

Ce module offre à l'utilisateur la possibilité d'effectuer des modifications sur les fichiers MSIRF et APMINP à condition que l'opérateur ait une connaissance parfaite du format (en particulier le format MSIRF) (voir figure IV.7).

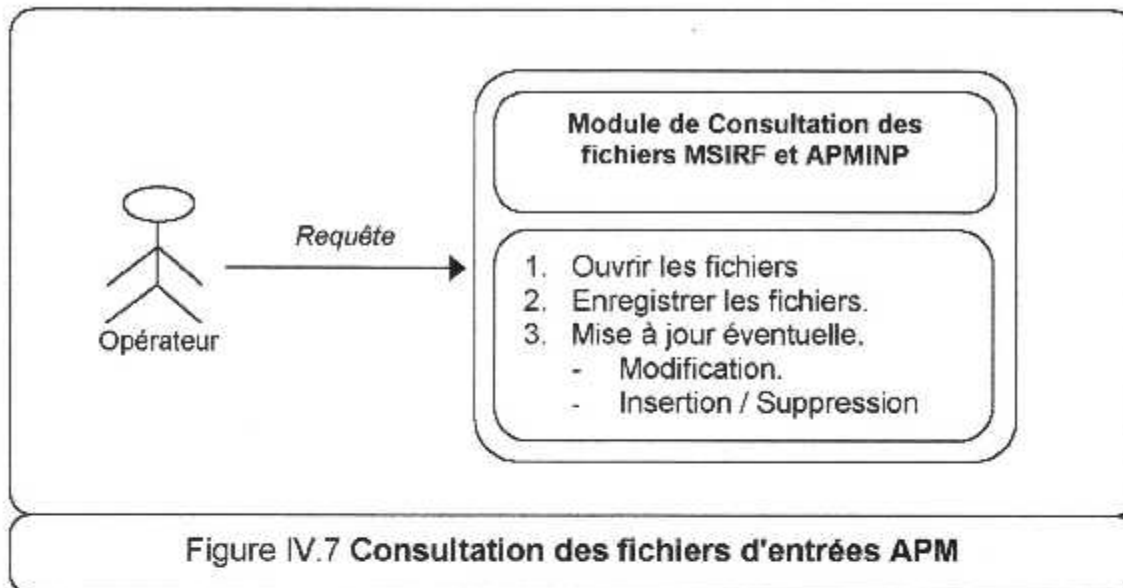


Figure IV.7 Consultation des fichiers d'entrées APM

## Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons présenté notre démarche pour la conception du système. Nous avons décrit les différents modules que nous avons développés, les interactions entre ceux-ci et la base de données ainsi que le rôle de l'opérateur.

Nous aborderons dans le chapitre suivant l'aspect mise en œuvre, ce dernier portera sur les outils utilisés et la présentation de l'application développée.

# Chapitre V : Réalisation

---

## V. REALISATION

---

### V.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous allons aborder la mise en œuvre de notre application qui rappelle le, se compose de six interfaces (modules) :

1. Acquisition manuelle de données.
2. Acquisition automatique de données.
3. Générateur des fichiers MSIRF.
4. Générateur des fichiers APMINP.
5. Consultation de la base de données.
6. Consultation des fichiers d'entrée APM.

## V.2 Présentation des interfaces

### V.2.1 Module d'acquisition manuelle de données

La figure V.1 ci dessous présente l'interface du module d'acquisition manuelle de données :

**Header** Itération 1

|         |         |          |        |     |    |    |            |
|---------|---------|----------|--------|-----|----|----|------------|
| Model   | Airline | Aircraft | Flight | DD  | MM | YY | Flight Leg |
| 737-200 | DAH     | 71 VEG   | 1230   | 1/1 | 03 | 88 |            |

Maticule

**Optional parameters**

|     |     |         |                       |          |
|-----|-----|---------|-----------------------|----------|
| TOw | ZPw | Init CG | Engine serial numbers | APU Time |
|     |     |         | 1 2 3 4               |          |

**Initial Fuel Tank Quantities**

|        |       |       |     |
|--------|-------|-------|-----|
| Center | Main1 | Main2 | Aux |
|        |       |       |     |

**Fuel Settings**

|                | Fuel Flow | Fuel Quantities | Cms Lead |
|----------------|-----------|-----------------|----------|
| CAS 280        | 1.25      | 2540            | Center   |
| TAT -17.23     | 1.25      | 2540            | Main1    |
| Altitude 23600 |           |                 | Main2    |
| Mach 0.789     |           |                 | Aux      |

**Cms Lead**

|          |            |              |         |                              |
|----------|------------|--------------|---------|------------------------------|
| True Hdg | True Track | Drift Angle  | F/O CAS | <input type="checkbox"/> A/C |
|          |            |              |         | OFF                          |
| Gross Wt | Fuel Temp  | Fuel Dr      | LHV     |                              |
| 36000    |            |              |         |                              |
| Latitude | GS         | F/O Altitude |         |                              |
|          | 500        | 7:600        |         |                              |
| dHp/dt   | dVg/dt     | F/O Mach     |         |                              |
|          |            | 0.799        |         |                              |

13:59:41 05/06/02

Maticule

**Figure V.1 Module d'acquisition manuelle de paramètres**

Elle se compose de :

1. Plusieurs champs de saisie.
2. Une zone de commande.
3. Deux boutons valider et insérer.

Chaque champ de l'interface représente un attribut de la table paramètre, les champs qui apparaissent sur la figure V.1 en vert constituent le minimum de paramètres requis par le programme APM.

Avant de commencer la saisie des données, l'opérateur doit spécifier dans la zone de commandes la prise en compte des paramètres optionnels de l'en-tête, ainsi que

le nombre d'itérations effectuées par le pilote lors du remplissage de la fiche **Performance log**.

Le bouton *valider* pour la validation de l'enregistrement.

Le bouton *insérer* pour l'insertion d'un nouveau enregistrement.

Lors de la conception de cette interface nous avons tenu à lui donnée une même organisation qu'une fiche **Performance log**, afin d'éviter toute complication lors de la saisie des paramètres de vol.

### V.2.2 Module d'acquisition automatique de données

La figure V.2 ci dessous présente l'interface du module acquisition automatique de données :

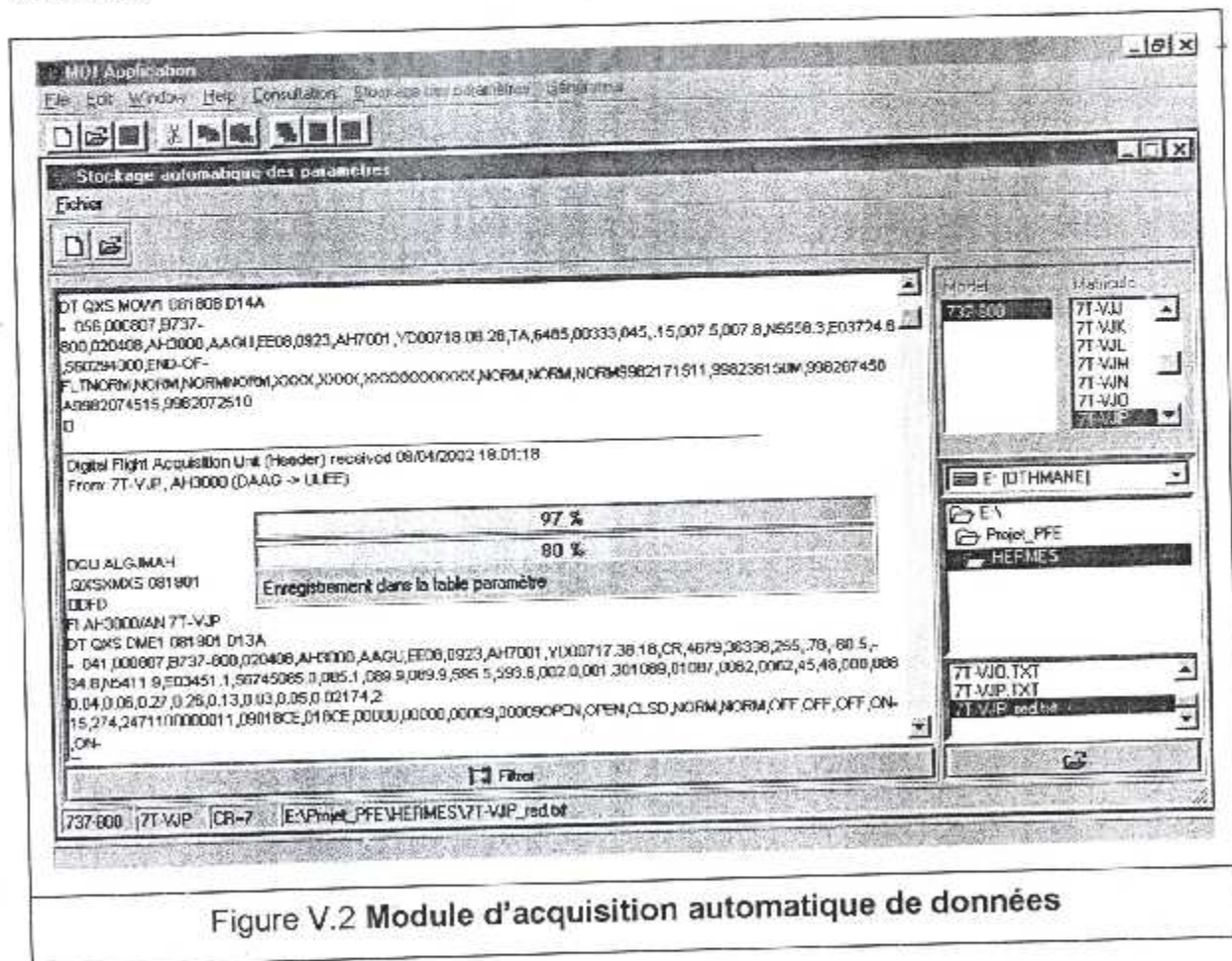


Figure V.2 Module d'acquisition automatique de données

Elle est constituée de :

1. Un bouton Ouvrir nous permet d'ouvrir le fichier HERMES.
2. Un Editeur de texte où apparaît le fichier HERMES.
3. Un bouton Filtrer pour le filtrage du contenu du fichier HERMES et le stockage des paramètres de vol de croisière dans la table paramètre.
4. Deux listes, dont la première sert à afficher tous les modèles d'avions existants dans la table AIR-ENG, dotés d'un système ACARS, l'autre pour afficher les matricules associés à chaque modèle d'avion.
5. Une barre de progression.

L'opérateur ouvre un fichier HERMES d'un matricule donné existant dans la machine (ordinateur) en utilisant le bouton Ouvrir, le fichier apparaît sur l'éditeur de texte ; avant de cliquer sur le bouton Filtrer afin de trier les données et les stocker, il faut d'abord spécifier le modèle et le matricule de l'appareil considéré en cliquant sur le modèle désiré, puis sur le matricule.

En ce qui concerne la liste des modèles d'avions, elle est liée directement au champ AIR de la table AIR-ENG, par un code SQL :

```
SELECT DISTINCT AIR
FROM "C:\PFE\Air_eng.db"
WHERE ACARS='true'
```

Après avoir sélectionné un modèle d'avion, le module se chargera de générer un code SQL afin d'afficher sur la deuxième liste, uniquement les matricules correspondants a ce dernier qui est : (dans le cas où le modèle sélectionné est un 737-800)

```
SELECT DISTINCT Matricule
FROM "C:\PFE\Air_eng.db"
WHERE AIR='737-800'
```

Après avoir procédé au filtrage du fichier HERMES, une barre de progression apparaît elle nous indique le niveau de filtrage en cours, car pour certains fichiers de taille importante l'opération de filtrage risque de prendre beaucoup de temps.



Une fois le filtrage terminé et les paramètres obtenus stockés dans la table paramètre, un nombre de point de croisière rencontré durant le filtrage apparaît sur la barre des états se trouvant en bas de l'interface.

### V.2.3 Module générateur des fichiers MSIRF

La figure V.3 ci dessous présente l'interface du module générateur des fichiers MSIRF:

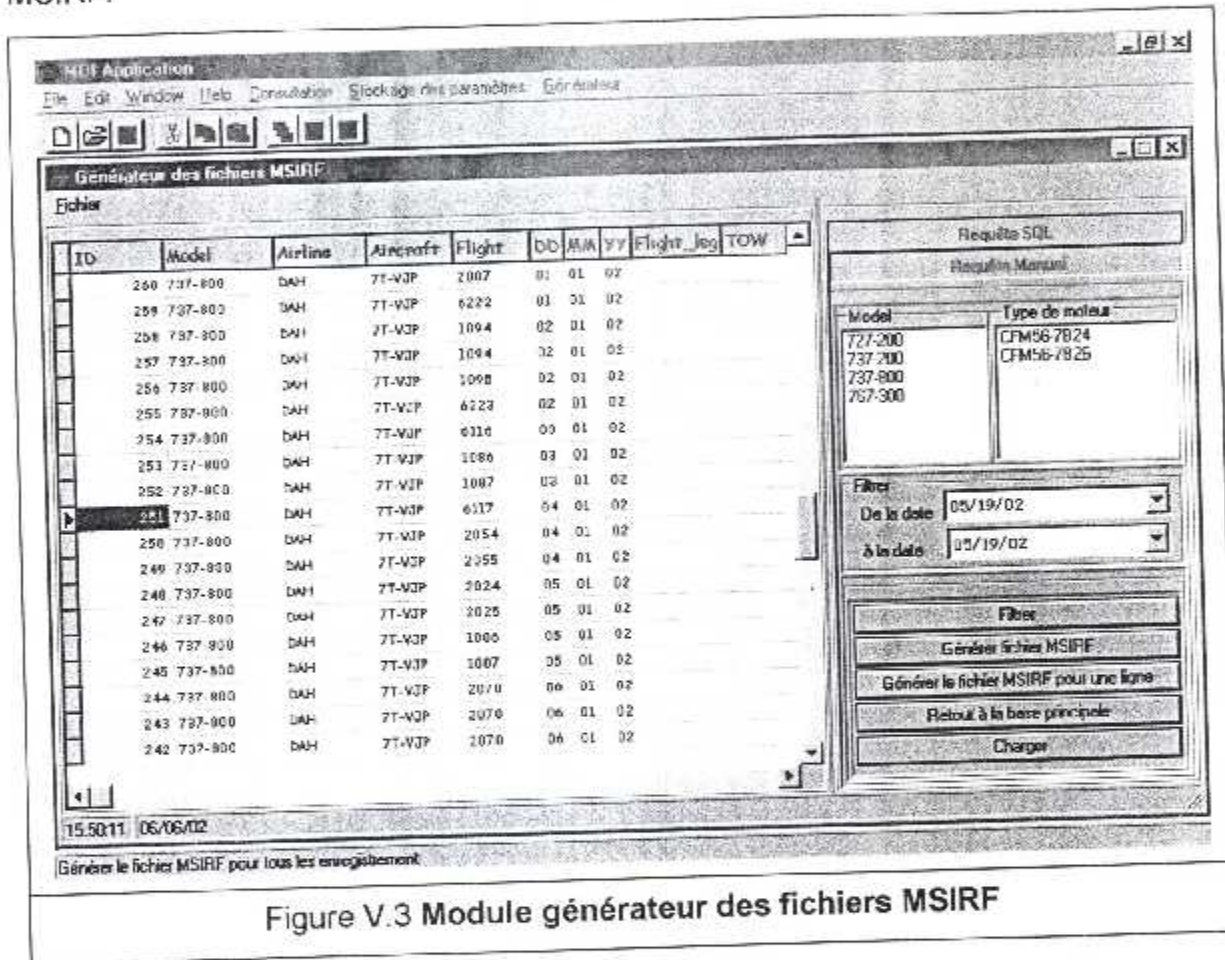


Figure V.3 Module générateur des fichiers MSIRF

Elle est constituée de :

1. Un tableau de visualisation de la table paramètre.
2. Une liste liée au champ AIR de la table AIR-ENG où sont présentés les modèles d'avions existants au sein de la compagnie.
3. Une liste liée au champ ENG de la table AIR-ENG où sont présentés les différents moteurs associés au modèle choisi.
4. Deux calendriers servant à définir une période de temps donnée.

5. Une série de boutons pour l'exécution des différentes fonctions assurées par le module.

Lors de l'ouverture du module, la table paramètre apparaît toute entière sur le tableau, pour obtenir uniquement les enregistrements associés à un modèle d'avion possédant le même type de moteur pendant un laps de temps bien déterminé, l'opérateur effectue les opérations suivantes :

1. Sélection d'un modèle à partir de la liste d'appareils existants.
2. Sélection d'un moteur associé au modèle précédemment sélectionné, à partir de la deuxième liste.
3. Définition d'une période en indiquant deux dates prises sur le premier et deuxième calendrier.

Le module se chargera ensuite de générer un code SQL qui aura pour fonction d'afficher tous les enregistrements de l'ensemble Moteur/fuselage sélectionnés et contenu entre les deux dates précédemment définies et ce en cliquant sur le bouton Filter :

```
SELECT *  
FROM 'C:\PFEE\Parametre.DB'  
WHERE Model='737-800' AND ENGINE='CFM56-7B24' AND Date_vol BETWEEN  
'01/01/02' AND '01/03/02'
```

Une fois les enregistrements obtenus, un fichier d'entrée manuelle de données MSIRF peut être généré en cliquant sur le bouton générer fichier MSIRF, puis sauvegarder par défaut sous le nom CRZFIL.CRZ en cliquant sur le bouton Charger.

Pour avoir de nouveau tous les enregistrements de la table paramètre à la fois, il suffit de cliquer sur le bouton retour à la base principale.

Afin de permettre à l'utilisateur de formuler des requêtes SQL avancées, et cela pour effectuer un filtrage sur les enregistrements de la table paramètre, un éditeur SQL est mis à sa disposition, il est obtenu en basculant le volet requête manuel vers volet requête SQL, la requête peut être tapée puis exécutée en cliquant sur le bouton *Filtrer* (Figure V.4) si dessous.

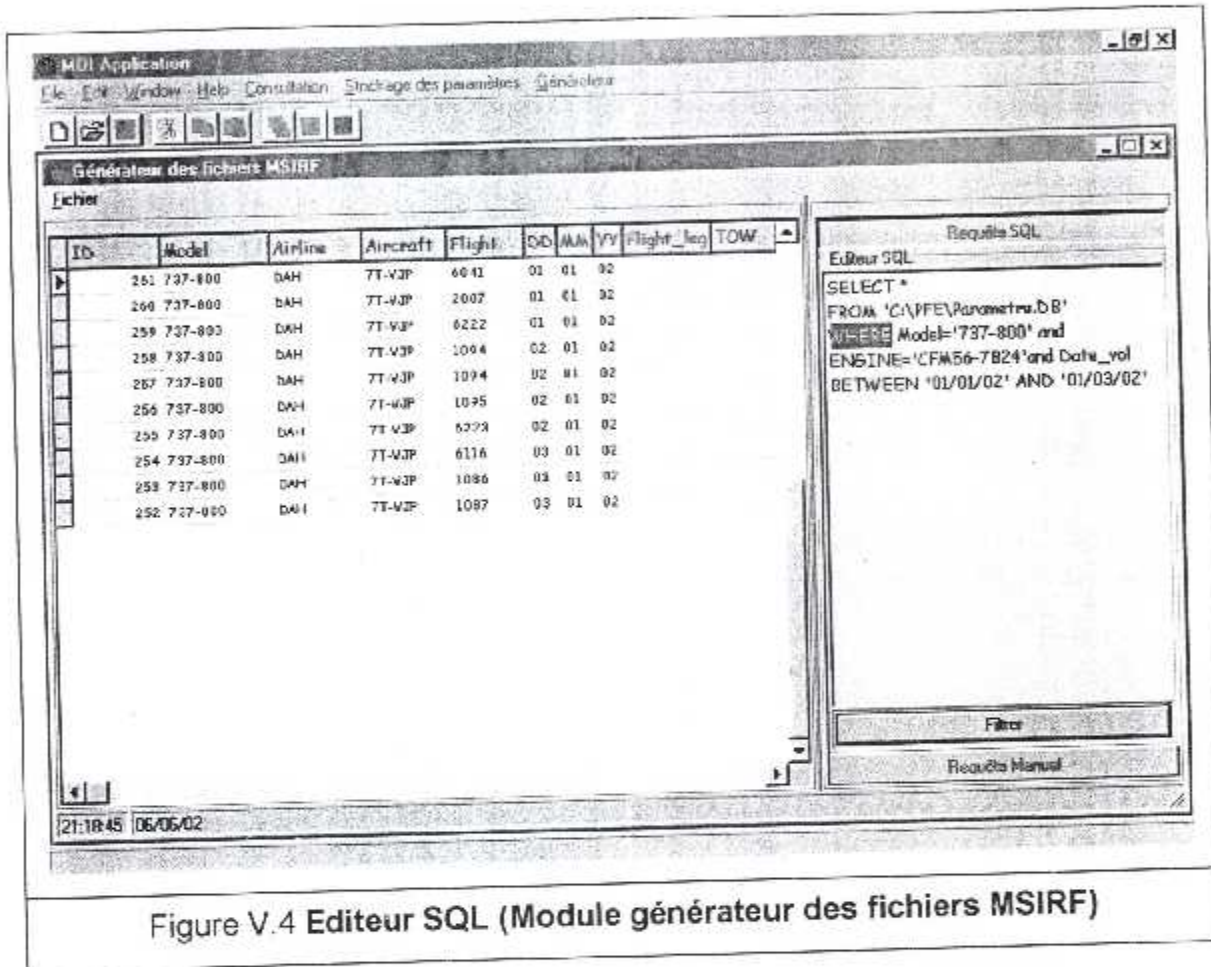


Figure V.4 Editeur SQL (Module générateur des fichiers MSIRF)

## V.2.4 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP

La figure V.5 ci dessous présente l'interface du module générateur des fichiers option utilisateur APMINP :

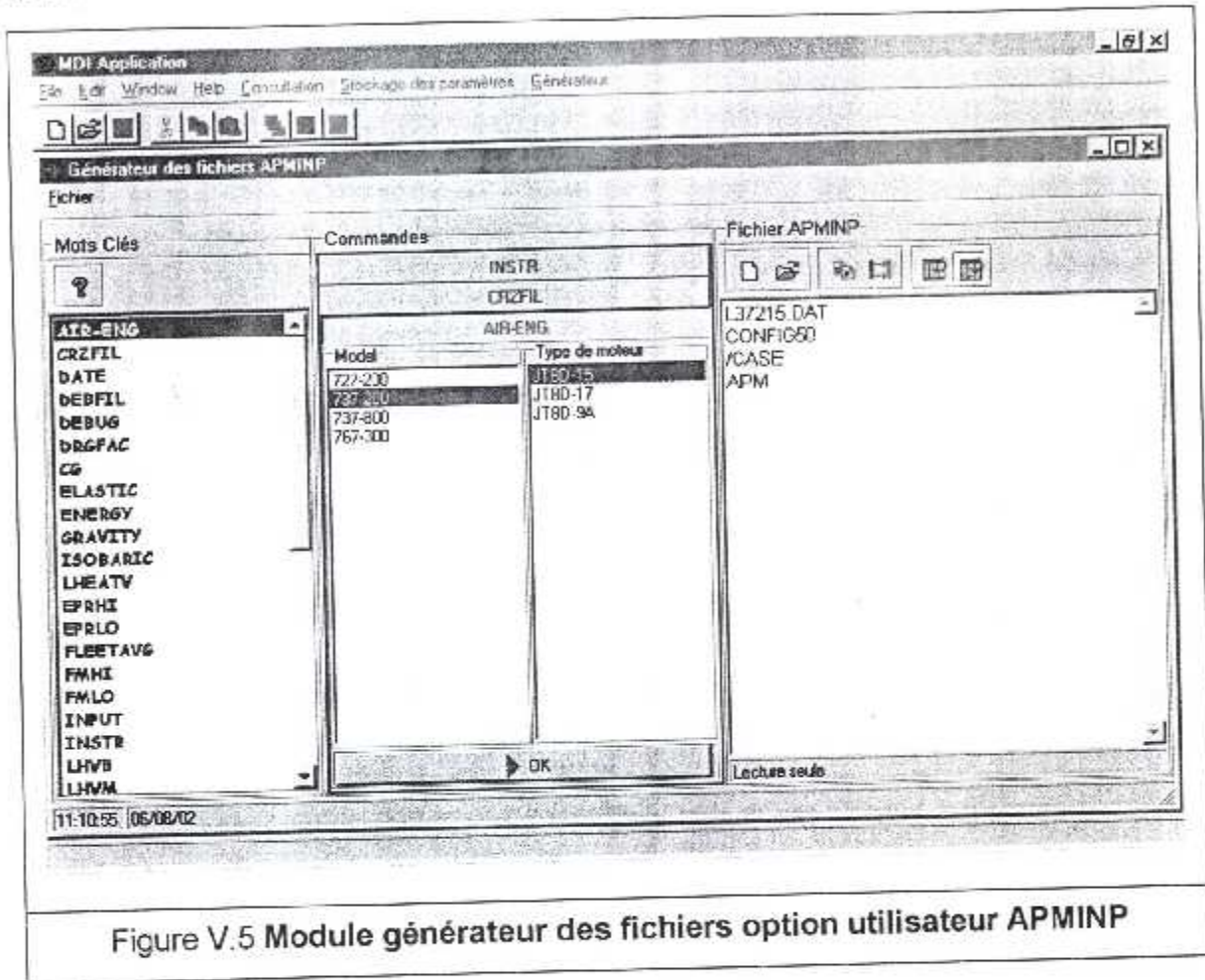


Figure V.5 Module générateur des fichiers option utilisateur APMINP

Elle est constitué de :

1. Une liste contenant tous les mots clés.
2. Une page à onglets.
3. Un éditeur de texte où est présenté le fichier APMINP lors de sa création.
4. Une barre d'outils juste au dessus de l'éditeur de texte.

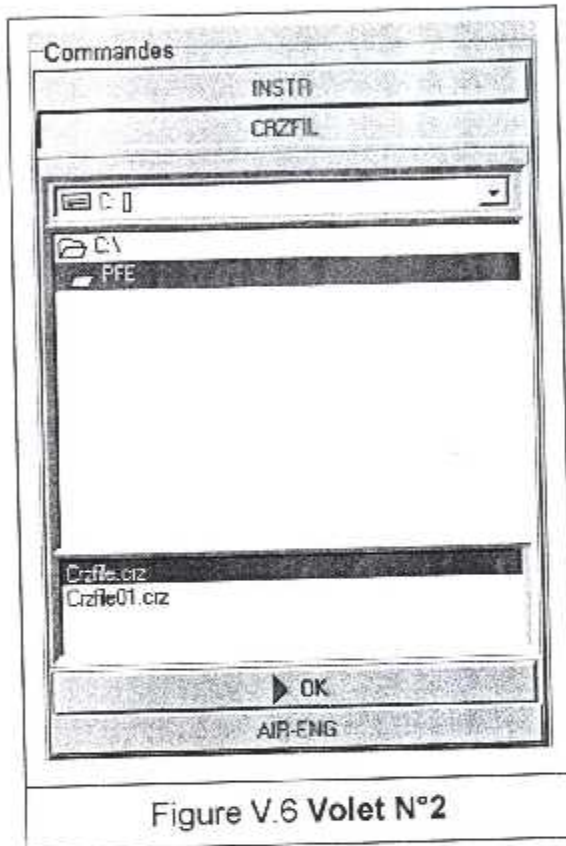
### Description de la page à onglets

Elle est constituée de trois volets :

Volet N° 1 : comporte deux listes, la première est liée au champ AIR de la table AIR-ENG, la deuxième est liée au champ ENG de la même table, il apparaît suite à la sélection du mot clé AIR-ENG (voir figure V.5).

**Volet N° 2 :** Il est destiné à la définition du nom et de l'emplacement du fichier d'entrée de donnée MSIRF, il apparaît suite à la sélection du mot clé CRZFIL (voir figure V.6).

**Volet N° 3 :** Il est utilisé pour la définition de l'option d'exécution désirée, il apparaît suite à la sélection des mots clés (CG, ENERGY, ELASTIC, SPEED, ... ) (voir figure V.7).



### Description de la barre d'outils

Elle est constituée de six boutons donnant accès à des fonctionnalités principales du module :

1. Un bouton Nouveau pour effacer le contenu de l'éditeur de texte.
2. Un bouton Ouvrir pour ouvrir un fichier APMINP existant.
3. Un bouton Nouveau Bloc pour l'insertion d'un bloc /CASE suivi du mot clé APM.
4. Un bouton Charger pour sauvegarder le fichier APMINP après avoir terminé sa création.

5. Un bouton *Modification* pour l'annulation du mode Lecture seule de l'éditeur de texte et ce dans le souci de pouvoir effectuer une modifications sur place du fichier.
6. Bouton *Lecture seule* pour activer le mode lecture seule.

L'opérateur a pour rôle dans ce module, de sélectionner les mots clés un par un , et leur attribuer des valeurs selon l'option désirée.

Le programme APM prend les valeurs par défaut pour les mots clés qui n'apparaissent pas sur le fichier APMINP.

En cas d'ambiguïté d'un mot clés, un help est mis à la disposition de l'utilisateur, pour lui permettre de prendre connaissance de la signification du mot clé, de sa valeur par défaut ainsi que ses options (voir figure V.8).

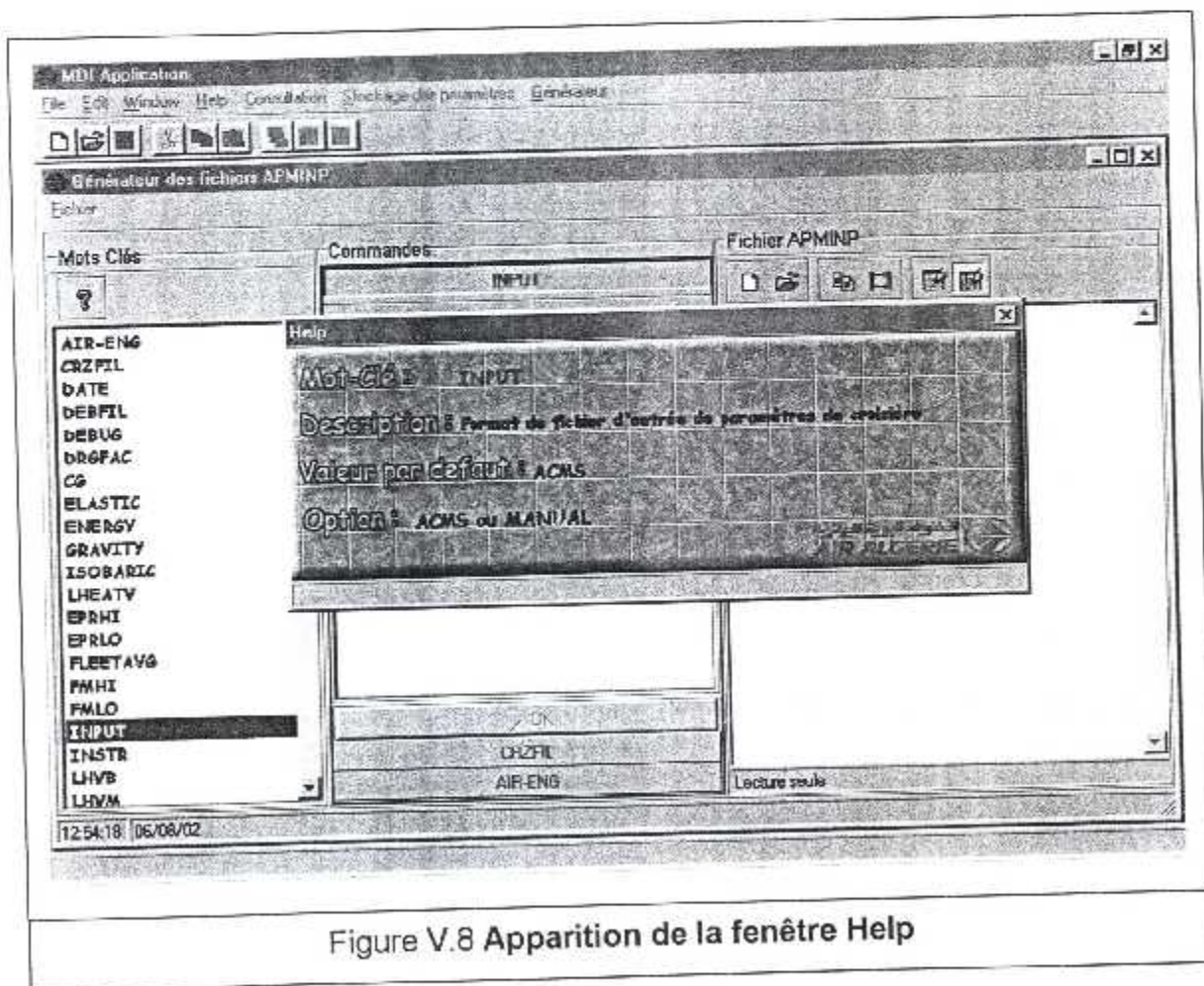


Figure V.8 Apparition de la fenêtre Help

## V.2.5 Module de consultation de la base de données

La figure V.9 ci dessous présente l'interface du module de consultation de la base de données.

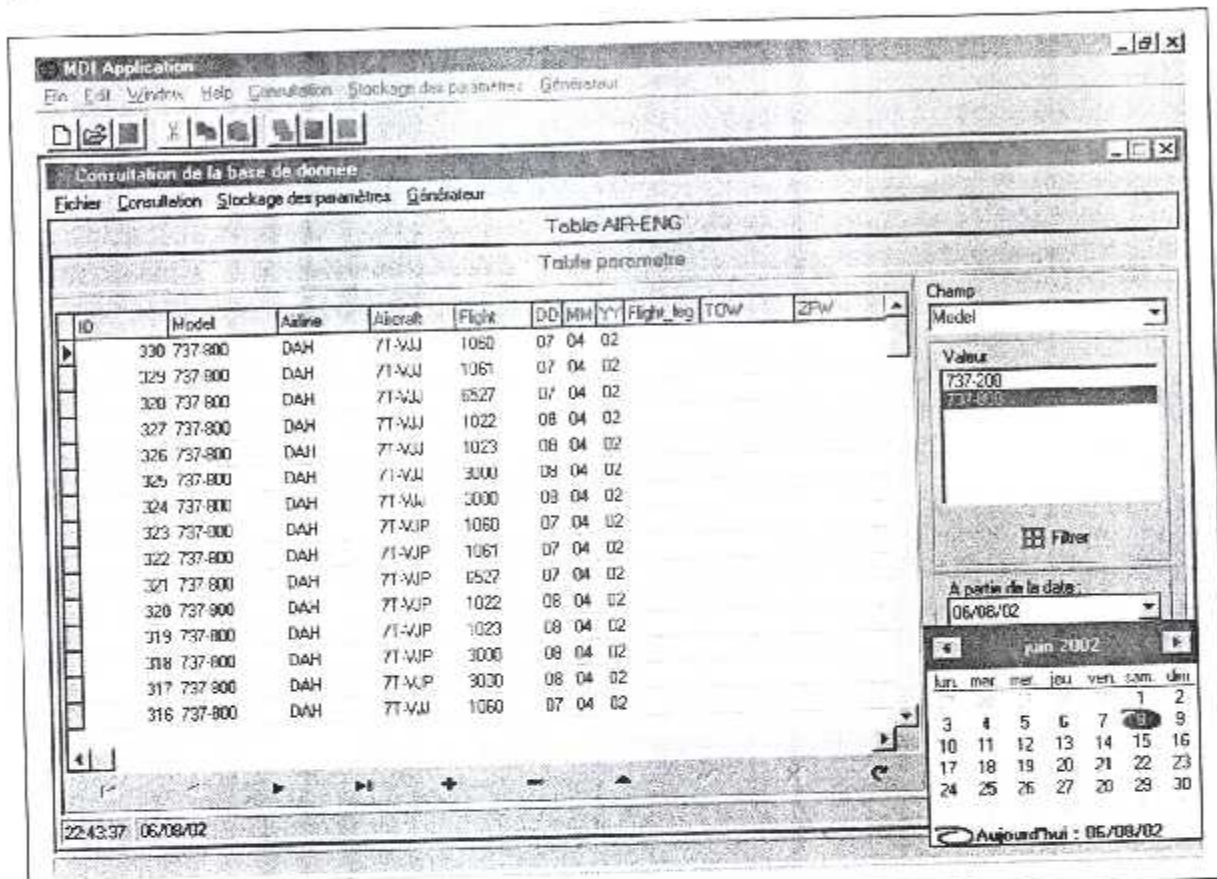


Figure V.9 Module de consultation de la base de données (Volet Table paramètre)

Deux volets figurent sur le module de consultation de la base de données :

### Description du volet N°1

Il est nommé Table paramètre, sa composition est la suivante :

1. Un tableau où apparaissent les enregistrements de la table paramètre.
2. Un navigateur de base de données.
3. Une zone de commandes.

Afin d'effectuer des suppressions, des insertions ou des modifications sur la table paramètre, il est mis à la disposition de l'utilisateur une zone de commandes à partir

de laquelle l'opérateur génère des requêtes manuelles simples sur l'ensemble des enregistrements et cela afin de déterminer uniquement les informations désirés. Après avoir formulé la requête, le module se chargera de générer le code SQL associé à cette dernière.

**Exemple 1 :**

```
SELECT *  
FROM 'C:\PFE\Parametre.DB'  
WHERE Model='737-800'
```

La requête sus citée (exemple 1) permet l'affichage de tous les enregistrements possédant comme modèle avion le B737-800.

**Exemple 2 :**

```
SELECT *  
FROM 'C:\PFE\Parametre.DB'  
WHERE Date_avion BETWEEN '01/01/02' AND '03/01/02'
```

La requête sus cité (exemple 2) permet l'affichage de tous les enregistrements des vols effectués entre le 01/01/02 et 03/01/02.

**Description du voler N°2**

Il est nommé Table AIR-ENG, sa composition est la suivante :

1. Un tableau où apparaissent les enregistrements de la table AIR-ENG.
2. Un navigateur de base de données.

A partir de ce volet toute modification éventuelle sur les enregistrements de la table AIR-ENG est possible (voir figure V.10).



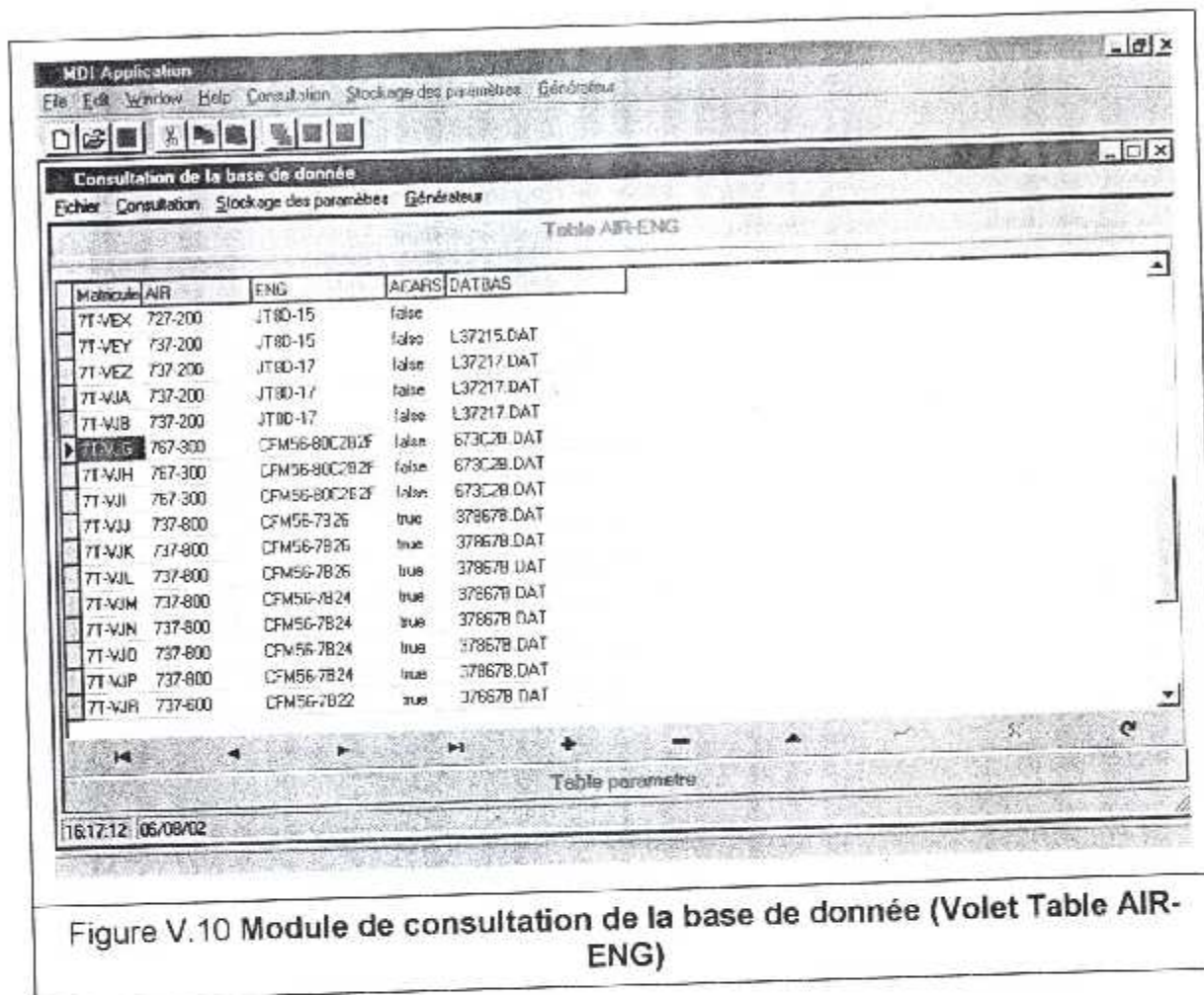


Figure V.10 Module de consultation de la base de donnée (Volet Table AIR-ENG)

### V.2.6 Module de consultation des fichier d'entrée APM

La figure V.11 ci dessous présente l'interface du module de consultation des fichiers d'entrée APM :

Elle est constituée de deux volets :

#### Description du volet N°1

Il est nommé Fichier MSIRF, sert à la visualisation des fichiers d'entrée manuelle de données, et est composé de (voir figure V.11):

1. Editeur de texte où apparaît le fichier MSIRF lors de son ouverture.
2. Une barre d'outils.

#### Description de la barre d'outils

Elle contient quatre boutons :

1. Bouton Ouvrir pour Ouvrir les fichiers MSIRF.

2. Bouton Enregistrer pour sauvegarder le fichier MFIRF en cours.
3. Bouton Modification pour l'annulation du mode Lecture seule de l'éditeur de texte et ce dans le souci de pouvoir effectuer une modifications sur place du fichier lorsque cela apparaît nécessaire.
4. Bouton Lecture seule pour activer le mode lecture seule.

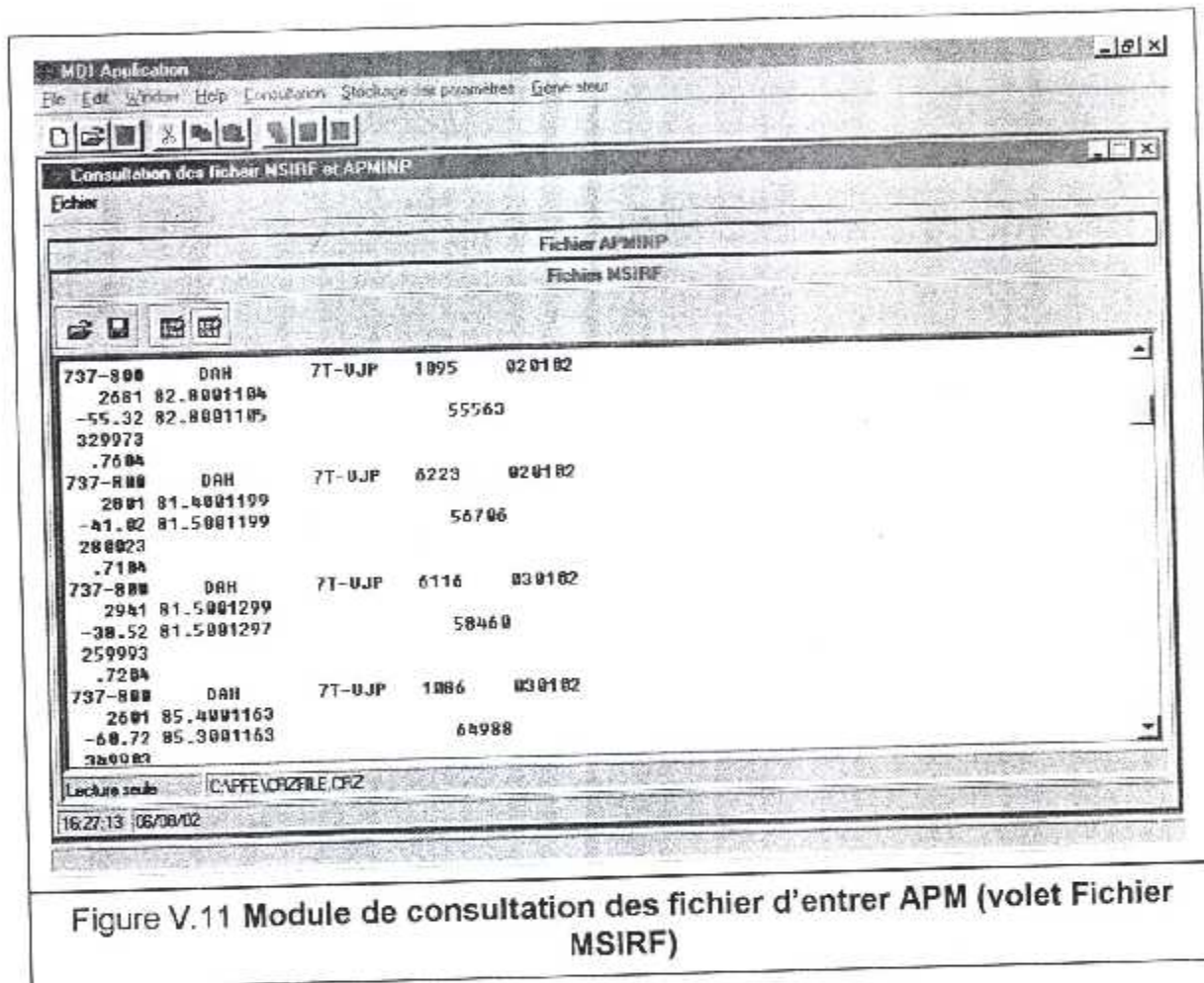


Figure V.11 Module de consultation des fichier d'entrer APM (volet Fichier MSIRF)

### Description du volet N°2

Il est nommé Fichier APMINP, destiné à la visualisation des fichiers d'entrée option utilisateur, et est composé également de (voir figure V.12) :

1. Editeur de texte où apparaît le fichier APMINP lors de son ouverture.
2. Une barre d'outils.

### Description de la barre d'outils

Elle contient quatre boutons :

1. Bouton Ouvrir pour Ouvrir les fichiers APMINP.

2. Bouton Enregistrer pour sauvegarder le fichier APMINP en cours.
3. Bouton Modification pour l'annulation du mode Lecture seule de l'éditeur de texte et ce dans le souci de pouvoir effectuer une modifications sur place du fichier lorsque cela apparaît nécessaire.
4. Bouton Lecture seule pour activer le mode lecture seule.

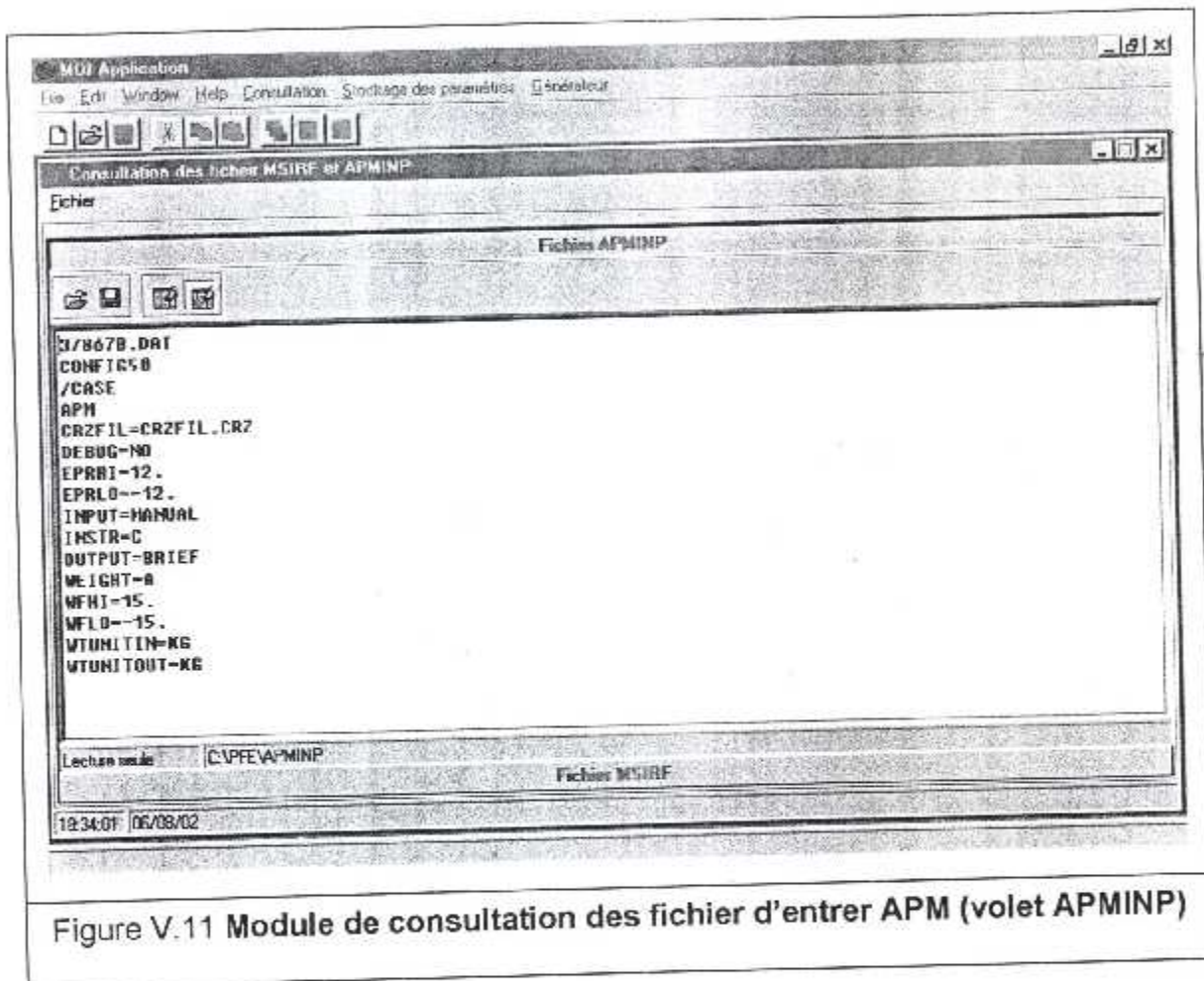


Figure V.11 Module de consultation des fichier d'entrer APM (volet APMINP)

### V.3 Le langage C++Builder 6

Nous avons choisi pour la conception de Notre application **APMIG** le langage C++Builder 6. C++Builder 6 est un environnement de programmation visuel orienté objet pour le développement rapide d'applications. En utilisant C++Builder 6, vous pouvez créer des applications Windows 32 bits très efficaces, avec un minimum de codage manuel. C++Builder 6 fournit tous les outils qui vous sont nécessaires pour développer, tester, déboguer et déployer des applications, incluant une importante bibliothèque de composants réutilisables, un ensemble d'outils de conception, des

modèles d'applications et de fiches, ainsi que des experts de programmation. Ces outils simplifient le prototypage et réduisent la durée du développement [6].

#### **V.4 L'environnement matériel**

L'application APMIG a été développée et testée sur un Pentium III, 700 Mhz avec 128 Mo de RAM et 10 Go de capacité disque, tournant sous Windows 98 deuxième édition.

**Chapitre VI : Mise en  
oeuvre de l'application  
APMIG et exécution  
du programme APM**

## VI. MISE EN ŒUVRE DE APMIG ET EXECUTION DE L'APM

---

### VI.1 INTRODUCTION

Après avoir présenté dans le détail les différents fichiers d'entrée du programme APM, à savoir :

- La base de données **moteur/fuselage**.
- Le fichier d'entrée manuelle de données **MSIRF**.
- Le fichier option utilisateur **APMINP**.

Nous allons à présent mettre en application notre travail qui consiste en la création d'un fichier d'entrée manuelle de donnée **MSIRF** et un fichier option utilisateur **APMINP** en utilisant l'application **APMIG**; nous allons ensuite exécuter le programme APM dans le but d'obtenir un fichier de sortie contenant les coefficients de dégradation de performance d'un modèle d'avion donné et ce, durant une période de temps bien déterminée.

### VI.2 Mise en oeuvre de l'application APMIG

#### VI.2.1 Récolte des paramètres de vol de croisière

Les paramètres de vol de croisière qui vont être utilisés pour la détermination des coefficients de dégradation de performance dans ce chapitre sont obtenus grâce au système **HERMES** existant au sein de la compagnie (Système de réception au sol).

L'opérateur doit formuler une requête au niveau du système HERMES, demandant un fichier DFAU (Digital Flight Acquisition Unit) pour un matricule donné; le système se chargera ensuite de la création d'un fichier texte contenant tous les paramètres des vols effectués durant une période déterminée.

Le fichier HERMES ne contient pas uniquement les paramètres de vol de croisière, mais également des paramètres concernant toutes les phases de vol (montée (CL), croisière (CR) et descente (TA)).

Le module d'acquisition automatique de données de l'application **APMIG** se chargera du filtrage du fichier HERMES et le stockage des paramètres de vol de croisière dans la table paramètre.

Un fichier HERMES du 737-800 immatriculé 7T-VJM est présenté dans l'Annexe VIII.

### VI.2.2 Création d'un fichier d'entrée manuelle de donnée MSIRF

Une fois les données de croisière stockées, un fichier MSIRF peut être créé à partir du module générateur des fichier d'entrée manuelle de données de l'application APMIG.

Le fichier MSIRF ci-dessous généré par l'application APMIG contient les paramètres de croisière des vols effectués du 01 avril 2002 au 10 avril 2002, provenant du système HERMES des avions B737-800 immatriculés : 7T-VJJ, 7T-VJM, 7T-VJP, 7T-VJO et 7T-VJK

#### Fichier MSIRF

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 2060  | 010402 |
| 2711    | 85.5001182 |        |       |        |
| -26.82  | 85.5001185 |        | 60664 |        |
| 339963  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 2061  | 010402 |
| 2721    | 85.2001218 |        |       |        |
| -27.42  | 85.2001216 |        | 61494 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 3000  | 010402 |
| 2631    | 84.4001116 |        |       |        |
| -34.82  | 84.4001117 |        | 59065 |        |
| 349913  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2571    | 85.1001074 |        |       |        |
| -31.72  | 85.1001073 |        | 56491 |        |
| 363882  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 3001  | 020402 |
| 2651    | 85.7001158 |        |       |        |
| -28.52  | 85.7001160 |        | 57677 |        |
| 348003  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2711    | 84.6001140 |        |       |        |
| -25.32  | 84.7001140 |        | 53034 |        |
| 340013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1008  | 020402 |
| 2661    | 85.6001188 |        |       |        |
| -28.32  | 85.6001190 |        | 62970 |        |
| 339923  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1009  | 030402 |
| 2721    | 85.0001185 |        |       |        |
| -23.02  | 85.0001183 |        | 57256 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1144  | 030402 |
| 2801    | 85.9001272 |        |       |        |
| -21.02  | 85.9001274 |        | 62718 |        |
| 319973  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1145  | 030402 |
| 2741    | 85.1001204 |        |       |        |
| -25.02  | 85.1001204 |        | 57254 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 6005  | 030402 |
| 3001    | 81.3001281 |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| -10.52  | 81.3001279 |        | 50952 |        |
| 260003  |            |        |       |        |
| .7304   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1012  | 040402 |
| 2681    | 86.4001215 |        |       |        |
| -25.32  | 86.4001216 |        | 62229 |        |
| 339933  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1013  | 040402 |
| 2901    | 85.9001362 |        |       |        |
| -23.82  | 85.9001362 |        | 64027 |        |
| 310013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1126  | 050402 |
| 2601    | 86.3001123 |        |       |        |
| -27.22  | 86.3001127 |        | 59720 |        |
| 359933  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1127  | 050402 |
| 2621    | 86.3001167 |        |       |        |
| -27.72  | 86.3001171 |        | 62299 |        |
| 350003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1122  | 050402 |
| 2721    | 86.4001239 |        |       |        |
| -26.82  | 86.5001242 |        | 64139 |        |
| 340003  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T VJM | 1123  | 050402 |
| 2731    | 84.8001218 |        |       |        |
| -31.32  | 84.8001219 |        | 62343 |        |
| 329933  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 6027  | 050402 |
| 3081    | 81.7001190 |        |       |        |
| -7.22   | 81.7001195 |        | 58497 |        |
| 240013  |            |        |       |        |
| .7204   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1134  | 060402 |
| 2771    | 84.3001216 |        |       |        |
| -27.62  | 84.2001214 |        | 62504 |        |
| 320003  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T VJM | 1135  | 060402 |
| 2721    | 85.1001213 |        |       |        |
| -28.12  | 85.1001213 |        | 60856 |        |
| 329953  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1126  | 070402 |
| 2741    | 84.4001209 |        |       |        |
| -26.32  | 84.4001209 |        | 60059 |        |
| 319963  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T VJM | 1127  | 070402 |
| 2741    | 85.6001235 |        |       |        |
| 26.02   | 85.6001233 |        | 62918 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T VJM | 1122  | 070402 |
| 2571    | 87.3001198 |        |       |        |
| -33.02  | 87.4001205 |        | 61838 |        |
| 359933  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 1123  | 070402 |
| 2541    | 87.5001171 |        |       |        |
| -33.52  | 87.5001177 |        | 60635 |        |
| 370023  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 4060  | 080402 |
| 2741    | 86.7001286 |        |       |        |
| -25.22  | 86.7001288 |        | 67785 |        |
| 329933  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 4061  | 090402 |
| 2731    | 86.0001240 |        |       |        |
| -24.52  | 86.0001238 |        | 62990 |        |
| 329893  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 4061  | 090402 |
| 2841    | 86.3001327 |        |       |        |
| -24.52  | 86.3001326 |        | 66058 |        |
| 320013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJM | 4061  | 090402 |
| 2811    | 85.5001272 |        |       |        |
| -23.32  | 85.5001270 |        | 61388 |        |
| 320013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| AVERAGE |            |        |       |        |



Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 2622  | 010402 |
| 3021    | 84.7001355 |        |       |        |
| -5.32   | 84.7001357 |        | 53458 |        |
| 279763  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 2721    | 82.0001163 |        |       |        |
| -14.02  | 82.0001160 |        | 57051 |        |
| 289793  |            |        |       |        |
| .7104   |            |        |       |        |
| 2831    | 84.5001261 |        |       |        |
| -21.12  | 84.6001262 |        | 51187 |        |
| 309733  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 2623  | 010402 |
| 2681    | 81.5001065 |        |       |        |
| -25.52  | 81.5001064 |        | 48370 |        |
| 320003  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1012  | 020402 |
| 2511    | 86.6001163 |        |       |        |
| -35.52  | 86.6001164 |        | 66198 |        |
| 359643  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1013  | 020402 |
| 2401    | 89.2001162 |        |       |        |
| -41.72  | 89.2001165 |        | 61518 |        |
| 390013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6222  | 030402 |
| 2861    | 81.9001270 |        |       |        |
| -15.52  | 81.9001270 |        | 58742 |        |
| 270023  |            |        |       |        |
| .7104   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1094  | 030402 |
| 2741    | 83.5001167 |        |       |        |
| -25.02  | 83.5001168 |        | 56074 |        |
| 320023  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1095  | 030402 |
| 2701    | 84.8001179 |        |       |        |
| -23.22  | 84.8001179 |        | 55479 |        |
| 329773  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6223  | 030402 |
| 2851    | 82.2001240 |        |       |        |
| -14.72  | 82.2001241 |        | 48741 |        |
| 279803  |            |        |       |        |
| .7204   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6116  | 040402 |
| 3081    | 84.2001452 |        |       |        |
| -8.22   | 84.2001453 |        | 57701 |        |
| 260033  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1086  | 040402 |
| 2971    | 83.5001278 |        |       |        |
| -19.82  | 83.5001276 |        | 51508 |        |
| 300003  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1097  | 040402 |
| 2681    | 84.3001174 |        |       |        |
| -28.02  | 84.3001177 |        | 58215 |        |
| 329723  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1012  | 050402 |
| 2771    | 83.9001220 |        |       |        |
| -30.02  | 83.9001219 |        | 61181 |        |
| 319733  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1013  | 050402 |
| 2521    | 85.5001076 |        |       |        |
| -35.02  | 85.5001079 |        | 55444 |        |
| 370003  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1012  | 060402 |
| 2681    | 85.5001208 |        |       |        |
| -31.62  | 85.5001209 |        | 62779 |        |
| 340013  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1013  | 060402 |
| 2531    | 86.0001119 |        |       |        |
| -37.02  | 85.9001119 |        | 57593 |        |
| 370013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2531    | 86.0001119 |        |       |        |
| -37.02  | 85.9001119 |        | 57593 |        |
| 370013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 5010  | 060402 |
| 2651    | 88.7001306 |        |       |        |
| -28.02  | 88.7001308 |        | 68528 |        |
| 350023  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2641    | 88.3001249 |        |       |        |
| -21.02  | 88.3001251 |        | 62740 |        |
| 350013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 5011  | 060402 |
| 2671    | 89.0001264 |        |       |        |
| -14.82  | 89.1001268 |        | 61262 |        |
| 350013  |            |        |       |        |
| .7304   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 5011  | 070402 |
| 2741    | 91.1001452 |        |       |        |
| -9.82   | 91.1001454 |        | 73214 |        |
| 329673  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 2871    | 85.3001382 |        |       |        |
| -16.92  | 85.3001381 |        | 65126 |        |
| 289813  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6040  | 070402 |
| 2931    | 80.2001258 |        |       |        |
| -9.92   | 80.3001259 |        | 55791 |        |
| 249813  |            |        |       |        |
| .7004   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1124  | 070402 |
| 2651    | 86.5001205 |        |       |        |
| -30.02  | 86.4001206 |        | 62752 |        |
| 349663  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6041  | 070402 |
| 2791    | 80.6001161 |        |       |        |
| -16.82  | 80.6001159 |        | 49247 |        |
| 279943  |            |        |       |        |
| .7104   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 4006  | 070402 |
| 2701    | 84.8001181 |        |       |        |
| 24.02   | 84.9001183 |        | 59159 |        |
| 329733  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 4007  | 080402 |
| 2641    | 84.6001105 |        |       |        |
| -29.02  | 84.6001105 |        | 52610 |        |
| 350033  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6030  | 080402 |
| 2841    | 79.9001229 |        |       |        |
| 9.22    | 79.9001228 |        | 53215 |        |
| 249783  |            |        |       |        |
| .6804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1133  | 080402 |
| 2751    | 84.8001213 |        |       |        |
| -28.02  | 84.9001215 |        | 60221 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 6031  | 080402 |
| 2931    | 77.9001249 |        |       |        |
| -4.02   | 77.9001249 |        | 49180 |        |
| 220003  |            |        |       |        |
| .6604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 5000  | 080402 |
| 3001    | 86.7001463 |        |       |        |
| -4.52   | 86.7001464 |        | 67297 |        |
| 280023  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 2571    | 89.0001237 |        |       |        |
| -16.52  | 89.0001240 |        | 62960 |        |
| 350023  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 2921    | 85.5001344 |        |       |        |
| 0.82    | 85.5001347 |        | 59525 |        |
| 280023  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 5001  | 090402 |
| 2691    | 87.7001265 |        |       |        |
| -12.52  | 87.6001267 |        | 62210 |        |
| 329753  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| AVERAGE |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJK | 1132  | 010402 |
| 2701    | 85.9001195 |        |       |        |
| -24.82  | 85.9001200 |        | 59047 |        |
| 339823  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1133  | 010402 |
| 2701    | 85.2001203 |        |       |        |
| -25.32  | 85.2001207 |        | 60899 |        |
| 329833  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6031  | 010402 |
| 2791    | 78.5001185 |        |       |        |
| -7.42   | 78.5001186 |        | 52918 |        |
| 240003  |            |        |       |        |
| .6604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 5000  | 010402 |
| 2681    | 89.6001320 |        |       |        |
| 20.52   | 89.5001321 |        | 66639 |        |
| 350033  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 2641    | 89.0001264 |        |       |        |
| -16.32  | 89.0001270 |        | 52232 |        |
| 350033  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2901    | 85.5001353 |        |       |        |
| 0.02    | 85.5001359 |        | 60334 |        |
| 279895  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 5001  | 020402 |
| 2731    | 88.3001308 |        |       |        |
| -13.32  | 88.3001314 |        | 63941 |        |
| 329993  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 2501    | 86.6001107 |        |       |        |
| -31.52  | 86.7001110 |        | 57864 |        |
| 369993  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1022  | 020402 |
| 2641    | 85.2001166 |        |       |        |
| -29.52  | 85.2001170 |        | 62652 |        |
| 340013  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1151  | 020402 |
| 2661    | 87.0001236 |        |       |        |
| -30.82  | 87.0001241 |        | 64301 |        |
| 349843  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1150  | 020402 |
| 3011    | 83.9001356 |        |       |        |
| -13.72  | 83.9001359 |        | 62525 |        |
| 279883  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1023  | 020402 |
| 2711    | 84.2001161 |        |       |        |
| -26.32  | 84.3001167 |        | 56921 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1120  | 030402 |
| 2731    | 83.4001160 |        |       |        |
| -25.02  | 83.4001167 |        | 57496 |        |
| 319883  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1121  | 030402 |
| 2781    | 86.2001281 |        |       |        |
| -26.02  | 86.2001289 |        | 64336 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 2024  | 040402 |
| 2621    | 86.2001173 |        |       |        |
| -21.02  | 86.1001175 |        | 60971 |        |
| 339833  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 2025  | 040402 |
| 2441    | 85.6001009 |        |       |        |
| -23.82  | 85.6001014 |        | 52657 |        |
| 370003  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6200  | 040402 |
| 2761    | 81.8001112 |        |       |        |
| -20.52  | 81.9001117 |        | 49397 |        |
| 309903  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6201  | 040402 |
| 2851    | 81.7001180 |        |       |        |
| -16.22  | 81.7001182 |        | 54370 |        |
| 289993  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 3018  | 040402 |
| 2831    | 85.0001218 |        |       |        |
| -25.32  | 85.0001226 |        | 55389 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .8004   |            |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 3019  | 050402 |
| 2921    | 87.2001401 |        |       |        |
| -23.22  | 87.2001408 |        | 67999 |        |
| 319893  |            |        |       |        |
| .8004   |            |        |       |        |
| 3001    | 86.7001410 |        |       |        |
| -19.02  | 86.7001420 |        | 81502 |        |
| 309933  |            |        |       |        |
| .8104   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6116  | 050402 |
| 2921    | 80.4001246 |        |       |        |
| -15.52  | 80.4001250 |        | 56167 |        |
| 259893  |            |        |       |        |
| .7104   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1086  | 050402 |
| 2801    | 84.5001231 |        |       |        |
| -26.02  | 84.5001235 |        | 60347 |        |
| 319893  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1087  | 050402 |
| 2711    | 84.1001171 |        |       |        |
| -28.52  | 84.2001176 |        | 60273 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6117  | 050402 |
| 2811    | 79.0001191 |        |       |        |
| -12.82  | 79.0001195 |        | 52567 |        |
| 250023  |            |        |       |        |
| .6704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6006  | 050402 |
| 3121    | 81.9001374 |        |       |        |
| -8.92   | 81.9001380 |        | 51134 |        |
| 249993  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6007  | 060402 |
| 3121    | 83.7001446 |        |       |        |
| -9.82   | 83.7001451 |        | 56492 |        |
| 259943  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 2024  | 060402 |
| 2801    | 84.4001252 |        |       |        |
| -23.82  | 84.4001260 |        | 65050 |        |
| 309863  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 2025  | 060402 |
| 2911    | 83.1001273 |        |       |        |
| -18.72  | 83.1001280 |        | 56949 |        |
| 290013  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1012  | 070402 |
| 2781    | 85.9001300 |        |       |        |
| -26.02  | 86.0001310 |        | 66812 |        |
| 320023  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1013  | 070402 |
| 2671    | 84.6001195 |        |       |        |
| -30.52  | 84.6001201 |        | 63822 |        |
| 329833  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 2671    | 84.6001195 |        |       |        |
| -30.52  | 84.6001201 |        | 63822 |        |
| 329833  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1126  | 080402 |
| 2761    | 84.7001232 |        |       |        |
| -25.32  | 84.7001233 |        | 62484 |        |
| 320013  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1127  | 080402 |
| 2751    | 85.0001216 |        |       |        |
| -27.32  | 85.0001219 |        | 59702 |        |
| 329853  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1122  | 080402 |
| 2671    | 85.1001175 |        |       |        |
| -30.52  | 85.1001183 |        | 60010 |        |
| 339843  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 1123  | 080402 |
| 2651    | 85.3001148 |        |       |        |
| -30.32  | 85.3001154 |        | 57470 |        |
| 350013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJJ | 6023  | 090402 |
| 3041    | 81.4001371 |        |       |        |
| -5.92   | 81.4001371 |        | 58372 |        |
| 240003  |            |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| .7104   |            |        |       |        |
| AVERAGE |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1022  | 010402 |
| 2791    | 85.5001260 |        |       |        |
| -21.02  | 85.5001258 |        | 62619 |        |
| 320003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2012  | 010402 |
| 2831    | 84.6001264 |        |       |        |
| -20.92  | 84.6001260 |        | 62526 |        |
| 309993  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2013  | 010402 |
| 2781    | 81.5001164 |        |       |        |
| -17.52  | 81.5001159 |        | 53522 |        |
| 290013  |            |        |       |        |
| .7204   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 3018  | 010402 |
| 2721    | 83.7001148 |        |       |        |
| -26.92  | 83.7001143 |        | 57489 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 3019  | 020402 |
| 2711    | 85.7001209 |        |       |        |
| -27.02  | 85.7001208 |        | 62370 |        |
| 340013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2711    | 85.7001209 |        |       |        |
| -27.02  | 85.7001208 |        | 62370 |        |
| 340013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2851    | 85.0001284 |        |       |        |
| -19.42  | 85.0001281 |        | 58710 |        |
| 310003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2054  | 020402 |
| 2691    | 85.8001214 |        |       |        |
| -28.32  | 85.8001211 |        | 65064 |        |
| 339973  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2055  | 020402 |
| 2791    | 85.3001247 |        |       |        |
| -26.52  | 85.4001245 |        | 59916 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 6006  | 020402 |
| 2841    | 78.7001185 |        |       |        |
| -12.72  | 78.7001180 |        | 57440 |        |
| 249973  |            |        |       |        |
| .6804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 6007  | 030402 |
| 3051    | 82.5001365 |        |       |        |
| -11.12  | 82.6001361 |        | 62168 |        |
| 260013  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2070  | 030402 |
| 2491    | 88.3001163 |        |       |        |
| -32.82  | 88.3001160 |        | 60433 |        |
| 380003  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2071  | 030402 |
| 2411    | 85.9001080 |        |       |        |
| 35.02   | 86.0001079 |        | 58433 |        |
| 370003  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1008  | 030402 |
| 2851    | 83.4001265 |        |       |        |
| -23.32  | 83.4001262 |        | 61425 |        |
| 300013  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1009  | 040402 |
| 2911    | 83.8001326 |        |       |        |
| -19.32  | 83.9001323 |        | 64669 |        |
| 290013  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 4062  | 040402 |
| 2711    | 85.7001224 |        |       |        |
| -23.02  | 85.7001219 |        | 65187 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 2681    | 85.2001200 |        |       |        |
| -24.02  | 85.3001196 |        | 62508 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 2611    | 85.4001188 |        |       |        |
| -22.52  | 85.4001183 |        | 63216 |        |
| 329993  |            |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 4083  | 050402 |
| 2921    | 87.6001405 |        |       |        |
| -13.02  | 87.6001403 |        | 69510 |        |
| 310003  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 2881    | 85.9001321 |        |       |        |
| -15.52  | 85.9001316 |        | 63461 |        |
| 309983  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 2871    | 87.7001414 |        |       |        |
| -21.02  | 87.7001412 |        | 70664 |        |
| 320013  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 2831    | 87.1001365 |        |       |        |
| -20.52  | 87.1001362 |        | 64794 |        |
| 319983  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 4675  | 060402 |
| 2601    | 80.200 992 |        |       |        |
| -29.02  | 80.200 978 |        | 47346 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1022  | 060402 |
| 2831    | 83.7001269 |        |       |        |
| -23.02  | 83.7001267 |        | 60987 |        |
| 300003  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1023  | 060402 |
| 2771    | 84.3001197 |        |       |        |
| -28.02  | 84.4001194 |        | 60541 |        |
| 330003  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 2018  | 060402 |
| 2701    | 84.9001209 |        |       |        |
| -28.02  | 84.9001203 |        | 62432 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 2661    | 83.3001142 |        |       |        |
| -31.42  | 83.3001138 |        | 59775 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 3019  | 070402 |
| 2741    | 86.2001206 |        |       |        |
| -30.42  | 86.2001264 |        | 65332 |        |
| 339993  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 2871    | 85.3001309 |        |       |        |
| -19.52  | 85.3001304 |        | 60204 |        |
| 309973  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 6526  | 070402 |
| 3061    | 81.1001354 |        |       |        |
| -6.32   | 81.1001347 |        | 55625 |        |
| 240013  |            |        |       |        |
| .7204   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1068  | 070402 |
| 2811    | 83.3001249 |        |       |        |
| -23.02  | 83.4001246 |        | 63726 |        |
| 300003  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1061  | 070402 |
| 2551    | 87.1001162 |        |       |        |
| 32.42   | 87.2001161 |        | 59837 |        |
| 369973  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 6527  | 070402 |
| 3101    | 81.5001346 |        |       |        |
| -6.82   | 81.5001339 |        | 48939 |        |
| 249973  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1022  | 080402 |
| 2851    | 85.7001205 |        |       |        |
| -24.32  | 85.8001205 |        | 63709 |        |
| 319993  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 1023  | 080402 |
| 2771    | 85.3001240 |        |       |        |
| -27.42  | 85.3001238 |        | 61030 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJP | 3000  | 080402 |
| 2491    | 88.8001179 |        |       |        |
| -32.92  | 88.8001175 |        | 63663 |        |
| 379933  |            |        |       |        |
| .7904   |            |        |       |        |
| 2551    | 85.0001089 |        |       |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|         |            |        |       |        |
|---------|------------|--------|-------|--------|
| -34.82  | 85.1001067 |        | 56745 |        |
| 363963  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| AVERAGE |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1127  | 010402 |
| 2541    | 88.5001197 |        |       |        |
| -28.82  | 88.5001186 |        | 62627 |        |
| 370043  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1122  | 010402 |
| 2901    | 84.5001308 |        |       |        |
| -19.52  | 84.5001304 |        | 61513 |        |
| 300013  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1123  | 010402 |
| 2721    | 85.1001219 |        |       |        |
| -26.82  | 85.1001212 |        | 62104 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 6023  | 020402 |
| 3061    | 81.1001337 |        |       |        |
| -2.32   | 81.1001334 |        | 59822 |        |
| 240003  |            |        |       |        |
| .7204   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2026  | 020402 |
| 2641    | 85.1001162 |        |       |        |
| -29.02  | 85.2001157 |        | 60011 |        |
| 340003  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2027  | 020402 |
| 2861    | 82.3001202 |        |       |        |
| -15.32  | 82.3001202 |        | 52609 |        |
| 290013  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1022  | 030402 |
| 2821    | 84.0001226 |        |       |        |
| -21.22  | 84.0001222 |        | 61873 |        |
| 310023  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1167  | 030402 |
| 2691    | 84.9001180 |        |       |        |
| -24.22  | 84.9001178 |        | 62468 |        |
| 329983  |            |        |       |        |
| .7604   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1166  | 030402 |
| 2831    | 83.5001240 |        |       |        |
| -20.02  | 83.6001238 |        | 60595 |        |
| 300053  |            |        |       |        |
| .7504   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1023  | 030402 |
| 2731    | 84.6001148 |        |       |        |
| -16.32  | 84.6001143 |        | 55028 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2046  | 040402 |
| 2711    | 86.4001229 |        |       |        |
| -24.92  | 86.4001222 |        | 62798 |        |
| 340003  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2047  | 040402 |
| 2721    | 85.1001200 |        |       |        |
| -24.82  | 85.1001195 |        | 59875 |        |
| 330023  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2054  | 050402 |
| 2691    | 85.5001221 |        |       |        |
| -32.02  | 85.5001211 |        | 63312 |        |
| 340003  |            |        |       |        |
| .7704   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2055  | 050402 |
| 2751    | 85.2001246 |        |       |        |
| -30.22  | 85.2001237 |        | 64343 |        |
| 330013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2046  | 060402 |
| 2851    | 83.2001252 |        |       |        |
| -23.92  | 83.2001245 |        | 64644 |        |
| 300013  |            |        |       |        |
| .7804   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 2047  | 060402 |
| 2851    | 82.6001242 |        |       |        |
| -20.02  | 82.6001239 |        | 59643 |        |
| 290003  |            |        |       |        |
| .7404   |            |        |       |        |
| 737-800 | DAH        | 7T-VJO | 1006  | 060402 |
| 2761    | 84.6001260 |        |       |        |
| -30.52  | 84.6001253 |        | 62759 |        |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

---

```

320013
.7604
737-800 DAB 7T-VJO 1907 060402
2561 85.2001089
-36.02 85.2001080 56684
370013
.7904
737-800 DAB 7T-VJO 2054 070402
2581 87.1001209
-34.02 87.1001198 64240
360023
.7804
737-800 DAB 7T-VJO 2055 070402
2561 86.9001174
-36.32 86.9001164 61646
370003
.7904
737-800 DAB 7T-VJO 1008 070402
2671 85.2001183
-30.52 85.2001174 62295
340003
.7704
737-800 DAB 7T-VJO 1009 080402
2461 85.1001051
-34.32 85.1001043 56989
369993
.7604
737-800 DAB 7T-VJO 4674 080402
2881 83.5001216
-21.62 83.5001211 55434
310023
.7804
737-800 DAB 7T-VJO 4675 080402
2601 81.5001019
-26.52 81.5001017 51462
329993
.7404
737-800 DAB 7T-VJO 3018 080402
2511 87.4001143
-29.02 87.4001132 61449
370003
.7804
737-800 DAB 7T-VJO 3019 090402
2601 86.1001165
-34.32 86.1001155 58827
360013
.7904
2591 85.3001105
-30.22 85.3001096 55391
360013
.7804
AVERAGE
FLEET
END

```

---

Fin du fichier MSIRF

---



### VI.2.3 Création du fichier option utilisateur APMINP

Ci-dessous est présenté un fichier option utilisateur créé par l'application APMIG, où sont définis

- La base de données moteur/fuselage
- Le fichier d'entrée manuelle de données
- Les options d'exécution du programme APM.
- Les tolérances à appliquer sur les coefficients de dégradation de performance.

---

#### Fichier option utilisateur APMINP

---

```
37867B.DAT
CONFIG50
/CASE
APM
AIR-ENG=$ 737-800 CFM56-7B26$
CRZFIL=CRZFIL.CRZ
DATE=DD-MM-YY
DEBUG=NO
DRGFAC=1.00
CG=NO
ELASTIC=NO
ENERGY=NO
GRAVITY=NO
ISOBARIC=NO
LHEATV=NO
EPRHI= .15
EPRLO= .15
FLEETAVG=TAIL
FMHI=100
FMLO= -100
INPUT=MANUAL
INSTR=C
LHVB=22777
LIHVM= -5220
MASTER=NO
OUTFIL=OUTPUT.OUT
OUTPUT=BRIEF
POWERX=NO
QUALTOL=95
REYNLD=NO
SPEED=MACH
TEMPUNTIN=C
TEMPUNTOUT=C
TITLE=OTHMANE
TRQDHI=100
TRQDLO= -100
WEIGHT=A
WFFAC=1.00
WFHI=100
WFLO= -100
WTUNITIN=KG
WTUNITOUT=KG
```

---

Fin du fichier

---

### VI.3 Exécution du programme APM

Une fois le fichier d'entrée manuelle de données **MSIRF** et le fichier option utilisateur **APMINP** créés et sauvegardés dans le même répertoire que le fichier exécutable du programme APM, le calcul peut être lancé en exécutant le programme APM.

Un fichier de sortie apparaît sous un nom donné, contenant un état détaillé sur les données d'entrée et les résultats du calcul du programme APM.

Ci-dessous est présenté un fichier de sortie BRIEF où se résume un état détaillé des calculs du programme APM en utilisant les fichiers d'entrée cités précédemment.

#### Fichier de sortie BRIEF

```

*****
* AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING (APM) PROGRAM *
* *
* BOEING PROPRIETARY, CONFIDENTIAL, AND/OR TRADE SECRET *
* COPYRIGHT (C) 1992 - 1999 THE BOEING COMPANY *
* UNPUBLISHED WORK ALL RIGHTS RESERVED *
*****

1 BOEING AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING (APM) PROGRAM VERSION 2.5
  VARIABLES USED FOR ANALYSIS

DATABASE:
AIRFRAME=737-800 ENGINE =CFM56-7E CONFIG #=CONFIG50
DATABASE=37867B VERSION =1.00 REV DATE=04-MAR-1998

  USER INPUTS ARE AS FOLLOWS:

REPORT TITLE:
AIR-ENG = 737-800 CFM56 7 TITLE -OTHRMARE
FILE NAMES:
CRZFIL =Crzfile.crz DEBFIL =DEBUG MASFIL =MASTER
OUTPFI =OUTPIL.OUT SPDFIL =SPREAD TWTFIL =TWTFIL
OPTION SWITCHES:
CX =NO DATE =DD-MM-YY DEBUG =NO
ELASTIC =NO ENERGY =NO FPCAL =NO
PLEETAvg-TAIL GRAVITY =NO INPUT =MANUAL
INSR =C ISOBARIC=NO IHRATV =NO
MASTER =NO OUTPUT =BRIEF POWERX =NO
REYNLD =NO SPDSHT =NO SPEED =MACH
TMPTYP =IAT WEIGHT =A ADCUSTWT=NO
UNITS:
TEMPUNITIN =C TEMPUNITOUT=C
WTUNITIN =KG WTUNITOUT =KG
TOLERANCES:
ERRHI = 10.00 FMHI = 10.0 QUALTOL = 35.0
ERRLO = -10.00 FMLO = -10.0
TRQDHT = 20.0 WFHT = 10.0
TRQDLC = 20.0 WFLO = 10.0
CONSTANTS:
CGMOM = 0. DRGFAC = 1.000 PFA0 = 0.00000E+00
PFA1 = 0.00000E+00 PFA2 = 0.00000E+00 PFA3 = 0.00000E+00
LHVB = 22777.0 LHVM = -5229.0 WFFAC = 1.000

  THE FOLLOWING TABLES HAVE BEEN READ IN:

AERO CLASS TABLES:
TABLE CDBASE WAS READ IN.
TABLE REYNREF WAS READ IN.
FLOE CLASS TABLES:
TABLE APUWF WAS READ IN.
TABLE FBATABCW WAS READ IN.
TABLE FBATAEM14 WAS READ IN.
TABLE WFS*AK WAS READ IN.
TABLE CGTRIM WAS READ IN.
TABLE KTR*W WAS READ IN.
TABLE PNGENJ1 WAS READ IN.
PROP CLASS TABLES:

```

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

TABLE WPTAB1 WAS READ IN.  
TABLE THEHAEXP WAS READ IN.

1 THE FOLLOWING VARIABLES HAVE BEEN SET TO:

REAL VARIABLES:

|                   |                   |                 |
|-------------------|-------------------|-----------------|
| ACDF - 24.4100    | APUWF - 1.0       | A0 - 28.00      |
| A1 - 1.15         | BCDF - -63.9900   | CDBASE - 1.0    |
| CDCCORR - 0.0     | CDEFAS - 0.0      | CDREYN - 0.0    |
| CGCORR - 0.0      | DEGCOR - -2.0     | DEGCROO - 1.0   |
| DEGECSELD - 1.0   | DEGECSFN - 1.0    | DEGECSWF - 1.0  |
| DEGELS - 1.0      | DEGRN - 6.0       | DEGTHAEXP - 2.0 |
| DFACT - 1.000     | DEGEASE - 6.0     | EDEL71 - 1.000  |
| EDEL72 - 0.000    | ETHET1 - 0.600    | ETHET2 - 0.000  |
| FACWF1 - 1.0000   | FFFAC1 - 1.0000   | FFFAC2 - 1.0025 |
| FFFAC3 - 1.0000   | FNBLDC - 0.0      | FNGEN1 - 0.0    |
| FNGEN2 - 0.0      | FNGEN31 - 1.0     | FNGEN32 - 0.0   |
| FNCNA1 - 0.0      | FNGNA2 - 0.0      | FNSURGA - 0.0   |
| FNSURGB - 0.0     | LEMAC - 627.0     | MAC - 155.0     |
| NOMHP - 84.0      | REPCG - 0.262     | REYNREF - 1.0   |
| SPAN - 112.6      | SW - 1341.0       | TBCORF - 0.0    |
| TBCR1D - 0.0      | TBCR2D - 0.0      | WFLAM1 - 0.0    |
| WFLAM2 - 0.0      | WPTAB1 - 1.0      | WPTAB2 - 0.0    |
| WTFULL1 - 17984.0 | WTFULL2 - 29764.0 | ZNE1 - 2.0      |
| ZNE2 - 0.0        |                   |                 |

CHARACTER VARIABLES:

|                  |                 |                |
|------------------|-----------------|----------------|
| BLDORD - CDEABFC | CRTYPE -        | CRTYPE -       |
| CRTYPE -         | CRTYPE -        | DCDCOR - NO    |
| DELRT1 - TOTAL   | DELRT2 - TOTAL  | DOSURGA - NO   |
| DOSURGB - NO     | DOBLDC - NO     | DORLDD - NO    |
| DOBLDE - NO      | DOBLDF - NO     | DOECSBLD - NO  |
| DORTAS - NO      | DORNCOR - CURVE | DOTHAEXP - YES |

1 BOEING AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING PROGRAM  
REPORT TITLE OTHMANE

PERFORMANCE ANALYSIS FOR AIRPLANE 77-VJM  
MODEL 737-800 ENGINE CFM56-7B ENG SERIAL NUMBERS  
SPEED PARAMETER TO BASE ANALYSIS - MACH  
INSTRUMENTS USED FOR ANALYSIS - C

| DATE<br>DD MM YY | FLT# | FLT<br>LVL | CAS<br>C | TAT<br>C | GW<br>KG | MACH | SN1<br>AVG | FUEL<br>FLW | SN1<br>REQ'D | \$THRST<br>REQ'D | *FUEL<br>FLOW | *FM<br>QUAL |
|------------------|------|------------|----------|----------|----------|------|------------|-------------|--------------|------------------|---------------|-------------|
| 01-04-02         | 2060 | 340        | 271      | -27      | 60.7     | .780 | 85.5       | 1184        | 0.08         | -0.4             | -0.3          | 0.7         |
| 01-04-02         | 2061 | 330        | 272      | -27      | 61.5     | .770 | 85.2       | 1217        | 0.47         | 2.1              | -0.3          | -1.5        |
| 01-04-02         | 3000 | 350        | 263      | -35      | 59.1     | .780 | 84.4       | 1116        | 0.11         | -0.3             | -0.7          | 1.2         |
| 01-04-02         | 3000 | 364        | 257      | -32      | 56.5     | .780 | 85.1       | 1074        | -0.24        | -1.1             | -0.2          | 1.2         |
| 02-04-02         | 3001 | 348        | 265      | -29      | 57.7     | .780 | 85.7       | 1153        | 0.57         | 2.6              | -0.4          | -1.9        |
| 02-04-02         | 3001 | 340        | 271      | -25      | 53.0     | .780 | 84.6       | 1140        | 0.47         | 2.1              | -0.1          | -1.8        |
| 02-04-02         | 1009 | 340        | 268      | -28      | 63.0     | .770 | 85.6       | 1189        | 0.02         | 0.1              | -0.2          | 0.1         |
| 03-04-02         | 1009 | 330        | 272      | -23      | 57.3     | .770 | 85.0       | 1184        | 0.49         | 2.2              | -0.5          | -1.4        |
| 03-04-02         | 1144 | 320        | 280      | -21      | 62.7     | .770 | 85.9       | 1273        | 0.50         | 2.2              | -0.4          | -1.5        |
| 03-04-02         | 1145 | 330        | 274      | -25      | 57.3     | .770 | 85.1       | 1204        | 0.92         | 4.1              | 0.0           | -3.5        |
| 03-04-02         | 6005 | 260        | 300      | -11      | 51.0     | .730 | 81.3       | 1280        | 0.18         | 0.8              | -0.3          | -0.4        |
| 04-04-02         | 1012 | 340        | 268      | -25      | 62.2     | .770 | 86.4       | 1216        | 0.49         | 2.3              | 0.1           | -2.1        |
| 04-04-02         | 1013 | 310        | 290      | -24      | 64.0     | .780 | 85.9       | 1362        | 0.97         | 4.4              | 0.0           | -3.8        |
| 05-04-02         | 1126 | 360        | 260      | -27      | 59.7     | .780 | 86.3       | 1125        | -0.31        | 1.4              | -0.3          | 1.6         |
| 05-04-02         | 1127 | 350        | 262      | -28      | 62.3     | .770 | 86.3       | 1169        | 0.08         | 0.4              | 0.0           | -0.3        |
| 05-04-02         | 1122 | 340        | 272      | -27      | 64.1     | .780 | 86.4       | 1240        | 0.13         | 0.6              | 0.4           | -0.9        |
| 05-04-02         | 1123 | 330        | 273      | -31      | 62.3     | .770 | 84.8       | 1216        | 0.53         | 2.4              | -0.3          | -1.8        |
| 05-04-02         | 6027 | 240        | 308      | -7       | 58.5     | .720 | 81.7       | 1387        | 0.18         | 0.8              | -0.2          | -0.5        |
| 06-04-02         | 1134 | 320        | 277      | -28      | 62.5     | .760 | 84.3       | 1215        | 0.29         | 1.3              | -0.7          | -0.5        |
| 06-04-02         | 1135 | 330        | 272      | -28      | 60.9     | .770 | 85.1       | 1213        | 0.04         | 2.8              | -0.6          | -1.9        |
| 07-04-02         | 1126 | 320        | 274      | -26      | 60.1     | .760 | 84.4       | 1209        | 0.72         | 3.2              | -1.1          | -1.6        |
| 07-04-02         | 1127 | 330        | 274      | -26      | 62.9     | .770 | 85.6       | 1234        | 0.31         | 1.4              | 0.1           | -1.3        |
| 07-04-02         | 1122 | 360        | 257      | -33      | 61.8     | .780 | 87.4       | 1202        | 1.16         | 5.1              | 0.6           | -4.1        |
| 07-04-02         | 1123 | 370        | 254      | -34      | 60.6     | .730 | 87.5       | 1174        | 0.58         | 2.5              | 0.0           | -2.3        |
| 08-04-02         | 4060 | 330        | 274      | -25      | 67.8     | .770 | 86.7       | 1287        | 0.23         | 1.1              | 0.0           | -1.0        |
| 08-04-02         | 4060 | 330        | 273      | -25      | 64.0     | .770 | 86.0       | 1239        | 0.24         | 1.1              | -0.6          | -0.4        |
| 09-04-02         | 4061 | 320        | 284      | -25      | 66.1     | .780 | 86.3       | 1326        | 0.47         | 2.1              | -0.2          | 1.7         |
| 09-04-02         | 4061 | 320        | 281      | -23      | 61.4     | .780 | 85.5       | 1271        | 0.43         | 1.9              | -0.7          | -1.0        |

AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE 0.37 1.7 -0.3 1.2  
STANDARD DEVIATION 0.35 1.6 0.3 1.4

\* - DENOTES NOT USED IN AVERAGE CALCULATION  
(ACCEPTABLE TOLERANCE RANGE EXCEEDED)

1 BOEING AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING PROGRAM  
REPORT TITLE OTHMANE

PERFORMANCE ANALYSIS FOR AIRPLANE 77-VJK  
MODEL 737-800 ENGINE CFM56-7B ENG SERIAL NUMBERS  
SPEED PARAMETER TO BASE ANALYSIS - MACH  
INSTRUMENTS USED FOR ANALYSIS - C

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

| DATE<br>DD MM-YY | FLT# | FLT<br>LVL | CAS | TAT<br>C | GW<br>KG | MACH | %NI<br>AVG | FUEL<br>FLOW | %NI<br>REQ'D | %THRST<br>REQ'D | %FUEL<br>FLOW | %FM  | QUAL |
|------------------|------|------------|-----|----------|----------|------|------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|------|------|
| 01-04-02         | 2622 | 280        | 302 | -5       | 53.5     | .760 | 84.7       | 1356         | 0.55         | 2.6             | 0.4           | -2.5 | C    |
| 01-04-02         | 2622 | 290        | 272 | -14      | 57.1     | .710 | 82.0       | 1161         | 0.04         | -0.2            | -0.6          | 0.7  | C    |
| 01-04-02         | 2622 | 310        | 283 | -21      | 61.2     | .760 | 84.6       | 1262         | 0.39         | 1.7             | 0.1           | -1.6 | C    |
| 01-04-02         | 2623 | 320        | 288 | -26      | 48.4     | .740 | 81.5       | 1064         | 0.60         | 2.9             | -0.8          | -1.6 | C    |
| 02-04-02         | 1012 | 360        | 251 | -36      | 66.2     | .760 | 86.6       | 1164         | -0.33        | -1.3            | -0.2          | 1.5  | O    |
| 02-04-02         | 1013 | 390        | 240 | -42      | 61.5     | .780 | 89.2       | 1163         | 1.10         | 3.4             | 0.6           | 4.1  | O    |
| 03-04-02         | 6222 | 270        | 286 | -16      | 58.7     | .770 | 83.9       | 1270         | 0.76         | 3.5             | 0.2           | -3.0 | O    |
| 03-04-02         | 1094 | 320        | 274 | -25      | 56.1     | .760 | 83.5       | 1167         | 0.40         | 1.9             | -0.6          | -1.0 | O    |
| 03-04-02         | 1095 | 330        | 270 | -23      | 55.5     | .760 | 84.8       | 1179         | 1.02         | 4.6             | 0.4           | 4.2  | O    |
| 03-04-02         | 6223 | 280        | 285 | -15      | 48.7     | .720 | 82.2       | 1240         | 1.88         | 9.1             | 0.3           | -7.2 | O    |
| 04-04-02         | 6116 | 260        | 308 | -8       | 57.7     | .750 | 84.2       | 1452         | 0.98         | 4.7             | 0.8           | 4.5  | U    |
| 04-04-02         | 1086 | 300        | 297 | -20      | 51.5     | .780 | 83.5       | 1277         | 0.34         | 1.6             | 0.5           | -1.9 | O    |
| 04-04-02         | 1087 | 330        | 268 | -28      | 58.2     | .760 | 84.3       | 1175         | 0.71         | 3.2             | 0.1           | -2.9 | O    |
| 05-04-02         | 1012 | 320        | 277 | -30      | 61.2     | .770 | 83.9       | 1219         | 0.32         | 1.4             | -0.6          | -0.7 | O    |
| 05-04-02         | 1013 | 370        | 252 | -35      | 55.4     | .780 | 85.5       | 1077         | 0.58         | 2.7             | -0.3          | -2.1 | O    |
| 06-04-02         | 1012 | 360        | 268 | -32      | 62.8     | .770 | 85.5       | 1208         | 0.52         | 2.4             | 0.4           | 2.5  | O    |
| 06-04-02         | 1013 | 370        | 257 | -37      | 57.6     | .780 | 85.9       | 1119         | 0.82         | 3.6             | 0.8           | -4.0 | O    |
| 06-04-02         | 1013 | 370        | 252 | -35      | 57.6     | .780 | 85.9       | 1119         | 0.82         | 3.6             | 0.8           | -4.0 | O    |
| 06-04-02         | 5010 | 350        | 265 | -28      | 68.5     | .780 | 88.7       | 1307         | 0.59         | 2.2             | 0.6           | 2.7  | O    |
| 06-04-02         | 5010 | 350        | 264 | -21      | 64.7     | .780 | 88.3       | 1250         | 0.12         | 0.5             | 0.7           | -1.2 | U    |
| 06-04-02         | 5011 | 350        | 267 | -25      | 61.3     | .790 | 89.1       | 1266         | 0.40         | 1.8             | 0.6           | -2.2 | O    |
| 07-04-02         | 5011 | 330        | 274 | -10      | 73.2     | .770 | 91.1       | 1453         | 0.70         | 3.0             | 0.9           | 3.7  | O    |
| 07-04-02         | 5011 | 290        | 287 | -17      | 65.7     | .740 | 83.3       | 1382         | 1.37         | 6.4             | 0.8           | -6.0 | O    |
| 07-04-02         | 6040 | 250        | 293 | -10      | 55.8     | .700 | 80.3       | 1258         | 0.03         | -0.2            | 0.0           | 0.1  | C    |
| 07-04-02         | 1124 | 350        | 265 | -30      | 62.8     | .780 | 86.4       | 1205         | 0.32         | 1.4             | 0.4           | -1.7 | O    |
| 07-04-02         | 6041 | 280        | 279 | -17      | 49.2     | .710 | 80.6       | 1160         | 0.32         | 4.4             | -0.4          | -3.1 | O    |
| 07-04-02         | 4006 | 330        | 270 | -24      | 59.2     | .780 | 84.9       | 1382         | 0.39         | 1.7             | 0.1           | -1.6 | O    |
| 08-04-02         | 4007 | 350        | 264 | -29      | 52.6     | .780 | 84.6       | 1105         | 0.60         | 2.7             | 0.0           | -2.3 | O    |
| 08-04-02         | 6030 | 250        | 284 | -9       | 53.2     | .690 | 73.9       | 1228         | 0.72         | 3.4             | 0.5           | -3.3 | O    |
| 08-04-02         | 1133 | 330        | 275 | -28      | 60.2     | .780 | 84.9       | 1214         | 0.21         | 0.9             | 0.2           | -0.6 | O    |
| 08-04-02         | 6031 | 220        | 293 | -4       | 49.2     | .660 | 77.9       | 1249         | 0.40         | 2.0             | 0.1           | -1.6 | O    |
| 08-04-02         | 5000 | 280        | 300 | -5       | 67.3     | .760 | 86.7       | 1464         | 0.35         | 1.6             | 0.5           | -1.8 | O    |
| 08-04-02         | 5000 | 350        | 257 | -17      | 63.0     | .760 | 89.0       | 1238         | 0.88         | 3.9             | 0.5           | -3.9 | O    |
| 08-04-02         | 5000 | 280        | 292 | -1       | 59.5     | .740 | 85.5       | 1345         | 0.28         | 1.3             | 0.1           | -1.2 | O    |
| 09-04-02         | 5001 | 330        | 269 | -13      | 62.3     | .760 | 87.6       | 1266         | 0.60         | 2.6             | 0.7           | -3.0 | O    |

AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE 0.58 2.6 0.2 -2.4  
STANDARD DEVIATION 0.41 1.9 0.5 1.7

\* - DENOTES NOT USED IN AVERAGE CALCULATION  
(ACCEPTABLE TOLERANCE RANGE EXCEEDED)

1 BOKING AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING PROGRAM  
REPORT TITLE: OTHMANE

PERFORMANCE ANALYSIS FOR AIRPLANE 77 WJ  
MODEL 737-800 ENGINE CFM56-7B ENG SERIAL NUMBERS  
SPEED PARAMETER %C BASE ANALYSIS: MACH  
INSTRUMENTS USED FOR ANALYSIS: C

| DATE<br>DD-MM-YY | FLT# | FLT<br>LVL | CAS | TAT<br>C | GW<br>KG | MACH | %NI<br>AVG | FUEL<br>FLOW | %NI<br>REQ'D | %THRST<br>REQ'D | %FUEL<br>FLOW | %FM  | QUAL |
|------------------|------|------------|-----|----------|----------|------|------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|------|------|
| 01-04-02         | 1132 | 340        | 270 | -25      | 59.0     | .780 | 85.9       | 1198         | 0.37         | 1.7             | 0.0           | -1.5 | O    |
| 01-04-02         | 1133 | 330        | 270 | -25      | 60.9     | .760 | 85.2       | 1405         | 0.54         | 2.4             | 0.2           | -2.3 | O    |
| 01-04-02         | 6031 | 240        | 279 | -7       | 52.9     | .660 | 78.5       | 1186         | 0.29         | 1.4             | 0.2           | -1.4 | O    |
| 01-04-02         | 5000 | 350        | 268 | -21      | 66.6     | .790 | 89.5       | 1321         | 0.47         | 2.1             | 0.2           | -2.2 | O    |
| 01-04-02         | 5000 | 350        | 264 | -18      | 62.2     | .780 | 89.3       | 1257         | 1.00         | 4.4             | 0.4           | -4.3 | O    |
| 01-04-02         | 5000 | 280        | 290 | 0        | 60.3     | .740 | 85.3       | 1336         | 0.07         | 0.3             | -0.1          | -0.1 | O    |
| 02-04-02         | 5001 | 320        | 273 | -13      | 63.9     | .770 | 88.3       | 1311         | 0.70         | 3.2             | 0.6           | -3.4 | O    |
| 02-04-02         | 5001 | 370        | 250 | -32      | 57.9     | .770 | 86.6       | 1109         | 0.69         | 3.0             | 0.4           | -3.1 | U    |
| 02-04-02         | 1022 | 340        | 264 | -30      | 62.7     | .760 | 85.2       | 1188         | 0.10         | 0.5             | -0.1          | -0.3 | O    |
| 02-04-02         | 1151 | 350        | 266 | -31      | 64.3     | .780 | 87.0       | 1238         | 0.61         | 2.6             | 0.7           | -3.0 | O    |
| 02-04-02         | 1150 | 280        | 301 | -14      | 62.5     | .760 | 83.9       | 1357         | 0.28         | -1.3            | 0.4           | 0.7  | O    |
| 02-04-02         | 1023 | 330        | 271 | -26      | 56.9     | .760 | 84.7       | 1164         | 0.65         | 2.9             | 0.1           | -2.6 | O    |
| 03-04-02         | 1120 | 320        | 273 | -25      | 57.5     | .760 | 83.4       | 1163         | 0.04         | 0.2             | -0.6          | 0.5  | O    |
| 03-04-02         | 1121 | 330        | 278 | -26      | 64.4     | .780 | 86.2       | 1284         | 0.33         | 1.5             | 0.8           | 2.1  | O    |
| 04-04-02         | 2024 | 340        | 262 | -21      | 61.0     | .760 | 86.1       | 1174         | 0.07         | 0.3             | 0.1           | -0.4 | O    |
| 04-04-02         | 2025 | 370        | 244 | -24      | 52.7     | .760 | 85.6       | 1011         | 0.01         | 0.0             | -0.3          | 0.3  | O    |
| 04-04-02         | 6200 | 310        | 276 | -21      | 49.4     | .750 | 81.9       | 1114         | 0.02         | 0.1             | -0.6          | 0.5  | O    |
| 04-04-02         | 6201 | 290        | 285 | -16      | 54.4     | .740 | 81.7       | 1181         | -0.48        | -2.2            | -0.4          | 2.2  | O    |
| 04-04-02         | 3018 | 330        | 283 | -25      | 55.4     | .800 | 85.0       | 1222         | 0.06         | -0.3            | -0.9          | 1.2  | O    |
| 05-04-02         | 3019 | 320        | 292 | -23      | 68.0     | .800 | 87.2       | 1404         | 0.35         | 0.3             | 0.2           | -0.4 | O    |
| 05-04-02         | 3019 | 310        | 300 | -19      | 61.5     | .810 | 86.7       | 1415         | -0.19        | -0.9            | -0.3          | 1.1  | O    |
| 05-04-02         | 6116 | 260        | 292 | -16      | 56.2     | .710 | 80.4       | 1248         | 0.13         | 0.6             | 0.1           | -0.6 | O    |
| 05-04-02         | 1086 | 320        | 280 | -26      | 60.3     | .770 | 84.5       | 1233         | 0.42         | 1.9             | -0.2          | 1.5  | O    |
| 05-04-02         | 1087 | 330        | 271 | -29      | 60.3     | .770 | 84.1       | 1173         | -0.12        | -0.5            | -0.2          | 0.7  | O    |
| 05-04-02         | 6117 | 250        | 281 | -15      | 52.6     | .670 | 79.0       | 1193         | 0.84         | 4.1             | 0.6           | -3.8 | O    |
| 05-04-02         | 6006 | 250        | 312 | -9       | 51.1     | .740 | 81.9       | 1377         | 0.28         | 1.3             | 0.6           | -1.7 | O    |
| 06-04-02         | 6007 | 260        | 313 | -10      | 56.5     | .760 | 83.7       | 1448         | 0.43         | 2.1             | 1.2           | -2.8 | O    |
| 06-04-02         | 2024 | 310        | 280 | -24      | 65.1     | .760 | 84.4       | 1256         | -0.11        | -0.5            | -0.8          | 1.2  | O    |
| 06-04-02         | 2025 | 290        | 291 | -19      | 56.9     | .750 | 83.1       | 1277         | 0.53         | 2.5             | 0.3           | -2.4 | O    |
| 07-04-02         | 1012 | 320        | 278 | -26      | 66.8     | .770 | 85.9       | 1305         | 0.48         | 2.2             | 0.2           | -1.7 | O    |
| 07-04-02         | 1013 | 330        | 267 | -31      | 63.8     | .760 | 84.6       | 1198         | 0.12         | 0.5             | -0.2          | -0.3 | O    |
| 07-04-02         | 1013 | 330        | 267 | -31      | 63.8     | .760 | 84.6       | 1198         | 0.12         | 0.5             | 0.2           | -0.3 | O    |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|          |      |     |     |     |      |      |      |      |      |     |      |      |   |
|----------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|---|
| 08-04-02 | 1126 | 320 | 276 | -25 | 62.5 | .760 | 84.7 | 1233 | 0.33 | 1.5 | 0.0  | -1.3 | 0 |
| 08-04-02 | 1127 | 330 | 275 | -27 | 59.7 | .780 | 85.0 | 1218 | 0.36 | 1.6 | -0.3 | -1.2 | 0 |
| 08-04-02 | 1122 | 340 | 267 | -31 | 60.0 | .770 | 85.1 | 1179 | 0.57 | 2.6 | 0.0  | -2.3 | 0 |
| 08-04-02 | 1123 | 350 | 265 | -30 | 57.5 | .780 | 85.3 | 1151 | 0.39 | 1.8 | 0.6  | -2.2 | 0 |
| 09-04-02 | 6023 | 240 | 304 | -6  | 58.4 | .710 | 81.4 | 1371 | 0.09 | 0.4 | 0.9  | -1.2 | 0 |

AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE 0.27 1.2 0.1 -1.1  
 STANDARD DEVIATION 0.33 1.5 0.5 1.6

\* DENOTES NOT USED IN AVERAGE CALCULATION  
 (ACCEPTABLE TOLERANCE RANGE EXCEEDED)

1 BOEING AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING PROGRAM  
 REPORT TITLE CTHMANZ

PERFORMANCE ANALYSIS FOR AIRPLANE 7T-VTP  
 MODEL 737-800 ENGINE CFM56-73 ENG SERIAL NUMBERS  
 SPEED PARAMETER TO BASE ANALYSIS - MACH  
 INSTRUMENTS USED FOR ANALYSIS - C

| DATE DD-MM-YY | FLT# | FLT LVL | CAS | TAT C | GW KG | MACH | %N1 AVG | FUEL FLOW | %N1 REQ'D | %THRST REQ'D | %FUEL FLOW | %PM  | QUAL |
|---------------|------|---------|-----|-------|-------|------|---------|-----------|-----------|--------------|------------|------|------|
| 01-04-02      | 1022 | 320     | 279 | -21   | 62.6  | .770 | 85.5    | 1258      | 0.12      | 0.5          | 0.0        | -0.5 | 0    |
| 01-04-02      | 2012 | 310     | 283 | -21   | 62.5  | .750 | 84.6    | 1262      | 0.12      | 0.5          | 0.1        | -0.6 | 0    |
| 01-04-02      | 2013 | 290     | 278 | -18   | 50.5  | .720 | 81.5    | 1161      | 0.93      | 4.4          | -0.5       | 3.0  | 0    |
| 01-04-02      | 3018 | 330     | 272 | -27   | 57.8  | .770 | 83.7    | 1145      | -0.22     | -1.0         | -0.3       | 1.1  | 0    |
| 02-04-02      | 3019 | 340     | 271 | -27   | 62.4  | .780 | 85.7    | 1209      | -0.22     | -1.0         | 0.9        | 0.0  | 0    |
| 02-04-02      | 3019 | 340     | 271 | -27   | 62.4  | .780 | 85.7    | 1209      | -0.22     | -1.0         | 0.9        | 0.0  | 0    |
| 02-04-02      | 3019 | 310     | 285 | -19   | 58.7  | .770 | 85.0    | 1282      | 0.67      | 3.0          | 0.1        | 2.7  | 0    |
| 02-04-02      | 2054 | 340     | 269 | -28   | 65.1  | .780 | 85.8    | 1212      | 0.47      | -2.2         | 0.2        | 1.9  | 0    |
| 02-04-02      | 2055 | 330     | 279 | -27   | 59.9  | .790 | 85.4    | 1246      | 0.17      | 0.8          | 0.0        | -0.7 | 0    |
| 02-04-02      | 6006 | 250     | 284 | -13   | 57.4  | .680 | 78.7    | 1183      | -0.69     | -3.2         | 0.2        | 2.5  | 0    |
| 03-04-02      | 6007 | 260     | 305 | 11    | 62.2  | .740 | 82.6    | 1363      | -0.45     | -2.1         | 0.4        | 1.3  | 0    |
| 03-04-02      | 2070 | 380     | 249 | -33   | 60.4  | .790 | 88.3    | 1161      | 0.36      | 1.3          | 0.8        | -2.1 | 0    |
| 03-04-02      | 2071 | 370     | 241 | -35   | 58.4  | .750 | 85.9    | 1079      | 0.63      | 2.7          | 0.7        | -3.1 | 0    |
| 03-04-02      | 1008 | 300     | 295 | 23    | 61.4  | .750 | 83.4    | 1263      | 0.35      | 1.6          | 0.4        | 1.8  | 0    |
| 04-04-02      | 1009 | 290     | 291 | -19   | 64.7  | .750 | 83.9    | 1324      | 0.08      | 0.4          | 0.7        | -1.1 | 0    |
| 04-04-02      | 4062 | 330     | 271 | -23   | 65.2  | .770 | 85.7    | 1221      | -0.58     | -2.5         | -0.1       | 2.5  | 0    |
| 04-04-02      | 4062 | 330     | 268 | 24    | 62.5  | .760 | 85.3    | 1198      | -0.01     | 0.0          | 0.0        | 0.0  | 0    |
| 04-04-02      | 4062 | 330     | 281 | -23   | 63.2  | .740 | 85.4    | 1186      | 0.15      | 0.6          | 0.4        | -0.9 | 0    |
| 05-04-02      | 4063 | 310     | 292 | -13   | 69.5  | .790 | 87.6    | 1404      | -0.48     | -2.1         | -0.2       | 2.2  | 0    |
| 05-04-02      | 4063 | 310     | 288 | -16   | 63.5  | .760 | 85.9    | 1319      | 0.27      | -1.2         | 0.2        | 0.9  | 0    |
| 05-04-02      | 4063 | 320     | 287 | -21   | 70.7  | .790 | 87.7    | 1413      | 0.88      | 0.3          | 0.8        | -1.1 | 0    |
| 05-04-02      | 4063 | 320     | 293 | -21   | 64.8  | .780 | 87.1    | 1364      | 0.88      | 4.0          | 1.0        | -4.5 | 0    |
| 06-04-02      | 4675 | 330     | 260 | -29   | 47.3  | .740 | 80.2    | 980       | 0.38      | 1.8          | -0.9       | 2.4  | 0    |
| 06-04-02      | 1022 | 300     | 283 | -23   | 60.9  | .750 | 83.7    | 1268      | 0.69      | 3.3          | -0.3       | -2.4 | 0    |
| 06-04-02      | 1023 | 330     | 277 | -28   | 60.5  | .780 | 84.4    | 1195      | -0.36     | -1.6         | 0.2        | 1.2  | 0    |
| 06-04-02      | 3018 | 330     | 270 | -28   | 62.4  | .760 | 84.9    | 1206      | 0.32      | 1.4          | 0.4        | 1.7  | 0    |
| 06-04-02      | 3018 | 330     | 266 | -31   | 59.8  | .750 | 83.3    | 1140      | 0.16      | 0.7          | 0.3        | -0.9 | 0    |
| 07-01-02      | 3019 | 340     | 274 | -30   | 65.3  | .790 | 86.2    | 1265      | -0.07     | -0.3         | 0.7        | -0.4 | 0    |
| 07-04-02      | 3019 | 310     | 287 | -20   | 63.2  | .770 | 85.3    | 1307      | 0.74      | 3.3          | 0.7        | 3.5  | 0    |
| 07-04-02      | 6526 | 240     | 306 | -6    | 55.6  | .720 | 81.2    | 1151      | -0.20     | 0.8          | -0.3       | 1.0  | 0    |
| 07-04-02      | 1060 | 330     | 281 | -23   | 63.7  | .740 | 83.4    | 1248      | 0.09      | 0.4          | 0.1        | -0.5 | 0    |
| 07-04-02      | 1061 | 370     | 255 | 32    | 59.3  | .790 | 87.1    | 1161      | 0.25      | 1.1          | 0.8        | -1.9 | 0    |
| 07-04-02      | 6527 | 250     | 310 | -7    | 48.9  | .740 | 81.5    | 1342      | -0.23     | -1.1         | 0.4        | 0.5  | 0    |
| 08-04-02      | 1022 | 320     | 285 | -24   | 63.7  | .790 | 85.8    | 1305      | 0.04      | 0.2          | -0.5       | 0.3  | 0    |
| 08-04-02      | 1023 | 330     | 277 | -27   | 61.0  | .780 | 85.3    | 1239      | 0.39      | 1.7          | 0.3        | -1.8 | 0    |
| 08-04-02      | 3000 | 180     | 249 | -33   | 63.9  | .790 | 88.8    | 1177      | -0.61     | -2.0         | 0.3        | 1.8  | 0    |
| 08-04-02      | 3000 | 154     | 255 | 35    | 56.7  | .780 | 85.1    | 1088      | 0.17      | 0.8          | -0.1       | -0.7 | 0    |

AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE 0.05 0.2 0.2 -0.4  
 STANDARD DEVIATION 0.43 1.9 0.4 1.8

\* - DENOTES NOT USED IN AVERAGE CALCULATION  
 (ACCEPTABLE TOLERANCE RANGE EXCEEDED)

1 BOEING AIRPLANE PERFORMANCE MONITORING PROGRAM  
 REPORT TITLE CTHMANZ

PERFORMANCE ANALYSIS FOR AIRPLANE 7T-VTD  
 MODEL 737-800 ENGINE CFM56-73 ENG SERIAL NUMBERS  
 SPEED PARAMETER TO BASE ANALYSIS - MACH  
 INSTRUMENTS USED FOR ANALYSIS - C

| DATE DD-MM-YY | FLT# | FLT LVL | CAS | TAT C | GW KG | MACH | %N1 AVG | FUEL FLOW | %N1 REQ'D | %THRST REQ'D | %FUEL FLOW | %PM  | QUAL |
|---------------|------|---------|-----|-------|-------|------|---------|-----------|-----------|--------------|------------|------|------|
| 01-04-02      | 1127 | 370     | 254 | -29   | 62.6  | .780 | 88.5    | 1191      | 0.37      | 1.4          | 0.0        | -1.9 | 0    |
| 01-04-02      | 1122 | 300     | 290 | 20    | 61.5  | .770 | 84.5    | 1396      | 0.18      | 0.8          | -0.5       | -0.2 | 0    |
| 01-04-02      | 1123 | 330     | 272 | -27   | 62.1  | .770 | 85.1    | 1216      | 0.13      | 0.6          | 0.2        | -0.7 | 0    |
| 02-04-02      | 6023 | 240     | 306 | -2    | 59.8  | .720 | 81.1    | 1336      | -1.34     | -6.0         | 0.0        | 5.3  | 0    |
| 02-04-02      | 2026 | 340     | 264 | 29    | 60.0  | .760 | 85.1    | 1159      | 0.62      | 2.7          | -0.4       | -2.0 | 0    |
| 02-04-02      | 2027 | 290     | 286 | 15    | 52.6  | .740 | 82.3    | 1202      | 0.27      | 1.3          | -0.6       | -0.5 | 0    |
| 03-04-02      | 1022 | 310     | 282 | 21    | 61.9  | .760 | 84.0    | 1224      | -0.30     | -1.3         | -0.7       | 1.9  | 0    |
| 03-04-02      | 1167 | 330     | 269 | -24   | 62.5  | .760 | 84.9    | 1179      | -0.32     | -1.4         | 0.3        | 1.6  | 0    |
| 03-04-02      | 1166 | 300     | 283 | -20   | 60.6  | .750 | 83.6    | 1239      | 0.11      | 0.5          | -0.8       | 0.4  | 0    |
| 03-04-02      | 1023 | 330     | 273 | -18   | 55.0  | .770 | 84.6    | 1145      | -0.21     | -0.9         | -0.4       | 1.2  | 0    |
| 04-04-02      | 2046 | 340     | 271 | -25   | 62.8  | .780 | 86.4    | 1225      | 0.04      | 0.2          | 0.3        | -0.5 | 0    |

Chapitre VI : Mise en œuvre de l'application APMIG et exécution du programme APM

|   |     |     |     |      |      |      |      |       |      |      |      |   |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|------|------|------|---|
| 04-04-02 2047                           | 330 | 272 | -25 | 59.9 | .770 | 85.1 | 1198 | 0.31  | 1.4  | -0.5 | -0.8 | 0 |
| 05-04-02 2054                           | 340 | 269 | -32 | 63.3 | .770 | 85.5 | 1216 | 0.46  | 2.2  | 0.8  | -2.7 | 0 |
| 05-04-02 2055                           | 330 | 275 | -30 | 64.3 | .780 | 85.2 | 1241 | 0.04  | 0.2  | -0.4 | 0.2  | 0 |
| 06-04-02 2046                           | 300 | 285 | -24 | 64.6 | .760 | 87.2 | 1249 | 0.63  | -2.9 | 0.9  | 3.5  | 0 |
| 06-04-02 2047                           | 290 | 285 | -20 | 59.6 | .740 | 82.6 | 1240 | 0.12  | 0.6  | -0.4 | 0.0  | 0 |
| 06-04-02 1006                           | 320 | 276 | -31 | 62.8 | .760 | 84.6 | 1257 | 1.03  | 4.6  | 0.2  | -4.2 | 0 |
| 06-04-02 1007                           | 370 | 256 | -36 | 56.7 | .790 | 85.2 | 1084 | -0.16 | -0.7 | 0.3  | 0.4  | 0 |
| 07-04-02 2054                           | 360 | 259 | -34 | 64.2 | .780 | 87.1 | 1203 | 0.33  | 1.5  | 0.1  | -1.5 | 0 |
| 07-04-02 2055                           | 370 | 256 | -36 | 61.6 | .790 | 86.9 | 1169 | 0.18  | 0.8  | 0.7  | -1.4 | 0 |
| 07-04-02 1008                           | 340 | 267 | -31 | 62.3 | .770 | 85.2 | 1178 | 0.14  | 0.6  | -0.4 | -0.2 | 0 |
| 08-04-02 1009                           | 370 | 246 | -34 | 57.0 | .760 | 85.1 | 1047 | 0.02  | 0.1  | 0.6  | 0.6  | 0 |
| 08-04-02 4674                           | 310 | 288 | -22 | 55.4 | .780 | 83.5 | 1214 | -0.34 | -1.6 | -1.0 | 2.4  | 0 |
| 08-04-02 4675                           | 330 | 260 | -27 | 51.5 | .740 | 81.5 | 1018 | -0.34 | -1.6 | -1.2 | 2.6  | 0 |
| 08-04-02 3018                           | 370 | 253 | -29 | 61.4 | .780 | 87.4 | 1137 | -0.31 | -1.3 | 0.2  | -1.1 | 0 |
| 09-04-02 3019                           | 360 | 260 | -34 | 58.8 | .790 | 86.1 | 1160 | 0.62  | 2.7  | -0.4 | -2.0 | 0 |
| 09-04-02 3019                           | 360 | 259 | -30 | 55.4 | .780 | 85.3 | 1100 | 0.21  | 1.0  | 0.4  | -1.3 | 0 |
| AVERAGE DEVIATION FROM BOOK PERFORMANCE |     |     |     |      |      |      |      | 0.05  | 0.2  | -0.2 | 0.0  |   |
| STANDARD DEVIATION                      |     |     |     |      |      |      |      | 0.45  | 2.0  | 0.5  | 2.0  |   |

\* - DENOTES NOT USED IN AVERAGE CALCULATION  
(ACCEPTABLE TOLERANCE RANGE EXCEEDED)

1 BOEING APM PROGRAM  
FLEET SUMMARY

MODEL = 737-800 ENGINE = CFM56-73

| AIRCRAFT IDENT. NUMBER        | #PTS | DATE FROM (DD-MM-YY) | DATE TO (DD-MM-YY) | %N1 REQD | %THRST REQD | %FUEL FLOW | %FM REQD |
|-------------------------------|------|----------------------|--------------------|----------|-------------|------------|----------|
| 7T-VJM                        | 28   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.37     | 1.7         | -0.3       | -1.2     |
| 7T-VJK                        | 35   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.58     | 2.6         | 0.2        | -2.4     |
| 7T-VJJ                        | 37   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.27     | 1.2         | 0.1        | -1.1     |
| 7T-VJP                        | 37   | 01-04-02             | 08-04-02           | 0.05     | 0.2         | 0.2        | -0.4     |
| 7T-VJO                        | 27   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.05     | 0.2         | -0.2       | 0.0      |
| FLEET AVERAGE (AIRCRAFT AVG.) |      |                      |                    | 0.26     | 1.2         | 0.0        | -1.0     |
| FLEET STANDARD DEVIATION      |      |                      |                    | 0.22     | 1.0         | 0.2        | 0.9      |

1 BOEING APM PROGRAM  
FLEET SUMMARY

MODEL = 737-800 ENGINE = CFM56-73

| AIRCRAFT IDENT. NUMBER        | #PTS | DATE FROM (DD-MM-YY) | DATE TO (DD-MM-YY) | %N1 REQD | %THRST REQD | %FUEL FLOW | %FM REQD |
|-------------------------------|------|----------------------|--------------------|----------|-------------|------------|----------|
| 7T-VJM                        | 28   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.37     | 1.7         | -0.3       | -1.2     |
| 7T-VJK                        | 35   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.58     | 2.6         | 0.2        | -2.4     |
| 7T-VJJ                        | 37   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.27     | 1.2         | 0.1        | -1.1     |
| 7T-VJP                        | 37   | 01-04-02             | 08-04-02           | 0.05     | 0.2         | 0.2        | -0.4     |
| 7T-VJO                        | 27   | 01-04-02             | 09-04-02           | 0.05     | 0.2         | -0.2       | 0.0      |
| FLEET AVERAGE (AIRCRAFT AVG.) |      |                      |                    | 0.26     | 1.2         | 0.0        | -1.0     |
| FLEET STANDARD DEVIATION      |      |                      |                    | 0.22     | 1.0         | 0.2        | 0.9      |

PLEASE RETURN THIS SUMMARY BY EMAIL TO:  
FLIGHTOPS.ENGINEERING@BOEING.COM  
OR SEND TO:  
THE BOEING COMPANY  
FLIGHT OPERATIONS ENGINEERING  
P.O. BOX 3707 M/S 20-88  
SEATTLE, WA 98124  
U.S.A.

Fin du fichier de sortie

## VI.4 Interprétation des résultats

La présentation du tableau VI.1 ci-dessous résume les résultats du calcul APM des coefficients de dégradation de performance des avions Boeing 737-800 immatriculés : 7T-VJJ, 7T-VJK, 7T-VJM, 7T-VJO et 7T-VJP de la compagnie aérienne Air Algérie.

|                      | %N1<br>REQD | %THRST<br>REQD | %Fuel<br>Flow | %FM<br>REQD | Nombre de<br>points |
|----------------------|-------------|----------------|---------------|-------------|---------------------|
| <b>7T-VJJ</b>        | 0.27        | 1.2            | 0.1           | -1.1        | 37                  |
| <b>7T-VJK</b>        | <b>0.58</b> | <b>2.6</b>     | 0.2           | <b>-2.4</b> | 35                  |
| <b>7T-VJM</b>        | 0.37        | 1.7            | <b>- 0.3</b>  | -1.2        | 28                  |
| <b>7T-VJO</b>        | 0.05        | 0.2            | -0.2          | 0.0         | 27                  |
| <b>7T-VJP</b>        | 0.05        | 0.2            | 0.2           | -0.4        | 37                  |
| Moyenne<br>de flotte | <b>0.26</b> | <b>1.2</b>     | <b>0.0</b>    | <b>-1.0</b> |                     |
| Type<br>d'écart      | 0.22        | 1.0            | 0.2           | 0.9         |                     |

Tableau VI.1 Résultats du calcul APM des Coefficients de dégradation de performance

Avant de commencer notre analyse des résultats, nous voudrions mettre à votre connaissance que les avions sur lesquels les calculs ont été effectués sont des appareils récents, dont le premier B737-800 immatriculé 7T-VJJ a été réceptionné le 29 juillet 2000, donc il est attendu que la déviation de performance de ces derniers ne sera pas importante, et même parfois certains appareils présentent des performances plus élevées que celles prévues par le constructeurs dans certaines conditions de vol.

La déviation moyenne de la configuration moteur (%N1 REQD) est de **0.26%**. D'après l'équation III.4 on peut dire en moyenne que la configuration moteur observée est meilleure que la configuration moteur théorique, dans ce cas les avions ont présentés une performance meilleure que celle donnée par le constructeur dans la base de données.

La déviation moyenne de la poussée requise (%THRST REQD) est de **1.2%**. D'après l'équation III.2, la poussée totale observée apparaît supérieure à la poussée nécessaire, dans ce cas les avions ont présentés une performance meilleure que celle donnée par le constructeur dans la base de données.

La déviation moyenne du débit carburant (% Fuel Flow) est **nulle** dans ce cas, ce qui veut dire que d'après l'équation III.3 le débit carburant observé est égal au débit carburant théorique.

La déviation moyenne de la consommation distance (% FM REQD) est de **-1.0%**. D'après l'équation III.5, la consommation distance observée est inférieure à la consommation distance théorique, ce qui veut dire qu'en moyenne les appareils ont subi une dégradation de la consommation de **-1.0%**.



## Conclusion et perspective

## **Perspectives**

Notre travail ainsi réalisé, correspond a nos objectifs de départ, qui reste cependant perfectible, notamment par :

1. L'utilisation de tous les paramètres optionnels afin d'arriver a effectuer des corrections de calcul pour aboutir à des résultats plus précis.
2. Utilisation du facteur temps afin d'avoir une vue plus étendue sur les phénomènes de dégradation, et ce en traçant des tendances qui serviront à évaluer l'évolution des déviations de performances.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] APM and HISTRY software, Boeing version 2.5.0 (1999).
- [2] APM General (Performance programme manual), AIRBUS industrie.
- [3] Performance audit methodology, Jean-Jacques SPEYER
- [4] System requirements DMRU. P/N : ED44B408 (SFIM).
- [5] Aide de Borland C++Builder 6.
- [6] Developpement guide C++ Builder 6.
- [7] Teach Yourself SQL in 21 Days, Second Edition, Macmillan Computer Publishing.
- [8] Site internet : [www.FRAGGO.com](http://www.FRAGGO.com)  
[www.boeing.com](http://www.boeing.com)

# ANNEXES

## ANNEXE I

### Correction de la masse $W$ pour les effets de gravité

La masse corrigée est donnée par la relation suivante :

$$W_{corr} = W + \Delta W ;$$

Où

$$\Delta W = \frac{g_{actual} - g_{ref}}{g_0} \cdot W ;$$

Les constantes utilisés pour la correction de la masse :

- $\phi$  = Latitude [degré].
- $Z$  = Altitude [Ft].
- $TTR$  = True track [degré].
- $GS$  = Vitesse sol  $\left[ \frac{Ft}{Sec} \right]$ .
- $W$  = masse brute [Lb].
- $\omega_e = 7.29212 \cdot 10^{-5} \left[ \frac{Rad}{Sec} \right]$ .
- $g_0 = 32.174 \left[ \frac{Ft}{Sec^2} \right]$ .

### Algorithme de calcul

#### I. Détermination de $g_{actual}$

1. Calculer la variation de la gravité a la latitude  $\phi$  et au niveau de la mer ( $Sl$ ) par la relation :

$$g(\phi, Sl) = 32.174 \cdot (1 - 0.0026373 \cdot \cos 2\phi + 0.0000059 \cos^2 2\phi)$$

2. Calculer la variation de la gravité avec la latitude  $\phi$  et l'altitude  $Z$  par la relation :

$$g(\phi, Z) = (g(\phi, Sl) + \omega_e^2 \cdot r_e \cdot \cos^2 \phi) \left( \frac{r_e}{r_e + Z} \right)^2 - \omega_e^2 \cdot (r_e + Z) \cdot \cos^2 \phi.$$

Où

$$r_e = \sqrt{\frac{a^4 + b^4 \cdot \tan^2 \phi}{a^2 + b^2 \cdot \tan^2 \phi}},$$

3. Calculer la variation de la gravité due à l'accélération de Coriolis et à la force centrifuge par l'équation :

$$g(\text{Cori}, \text{Cent}) = \frac{GS^2}{r_e + Z} + 2 \cdot \omega_e \cdot GS \cdot \cos \phi \cdot \sin(TTR).$$

D'où

$$g_{\text{actual}} = g(\phi, Z) - g(\text{Cori}, \text{Cent})$$

## II. Détermination de $g_{\text{ref}}$

$g_{\text{ref}}$  est obtenue de la même manière que  $g_{\text{actual}}$  mais en prenant :

$$\phi = 45^\circ N.$$

$$TTR = 0^\circ.$$

$$\text{Vent} = 0 \text{kt}.$$

## ANNEXE II

### Correction de la traînée pour le centre de gravité

Les constantes utilisés pour la correction de la traînée :

- $TOW$  = Masse au décollage [Lb].
- $ZFW$  = Masse sans carburant [Lb].
- $GWCGMAC$  = Le centre de gravité initial (au décollage) en %MAC.
- $GWCGBS$  = Position du centre de gravité par rapport à l'origine [pouce].
- Quantité initiale du carburant [Lb].
- Quantité du carburant en vol [Lb].
- $MAC$  = Corde aérodynamique moyenne [pouce].
- $LEMAC$  = Distance du  $MAC$  par rapport à l'origine [pouce].

#### Algorithme de calcul:

1. Déterminer la position initial du centre de gravité  $ITBS$  de chaque réservoir par rapport à l'origine en utilisant la table :

$$ITBS = f(\text{quantité\_initial\_du\_carburant}).$$

2. Déterminer la position en vol du centre de gravité  $FTBS$  de chaque réservoir par rapport à l'origine en utilisant la table :

$$FTBS = f(\text{quantité\_en\_vol\_du\_carburant}).$$

3. Calculer le moment initial de chaque réservoir par la relation :

$$\text{Moment initial} = (\text{quantité du carburant initial du réservoir}) \times (ITBS).$$

4. Calculer le moment en vol de chaque réservoir par la relation :

$$\text{Moment en vol} = (\text{quantité du carburant en vol du réservoir}) \times (FTBS).$$

5. Calculer la masse sans carburant par la relation :

$$ZFW = W - (\text{la quantité du carburant initial}).$$

6. Calculer la position du centre de gravité sans carburant par rapport à l'origine par la relation :

$$ZFWCGBS = \frac{(TOW \times GWCGBS) - \sum \text{moments\_initiaux}}{ZFW}$$

7. Calculer le centrage sans carburant en utilisant la formule :

$$ZFWCGMAC = \frac{ZFWCGBS - LEMAC}{MAC} \times 100.$$

8. Calculer la position du centre de gravité des réservoirs en vol par rapport à l'origine par la relation :

$$WTCGBS = \frac{(ZFW \times ZFWCGBS) + \sum \text{moments\_en\_vol}}{W}$$

9. Calculer le centrage des réservoirs en vol en utilisant la formule :

$$WTCGMAC = \frac{WTCGBS - LEMAC}{MAC} \times 100.$$

10. Calculer la correction de  $C_d$  Trim pour CG en utilisant la table :

$$\Delta C_{d\_Trim@reference\_CG} = f(M, C_L).$$

11. Calculer  $K_{Trim}$  en utilisant la table :

$$K_{Trim} = f(WTCGMAC).$$

12. Calculer la correction  $C_d$  Trim condition par la relation :

$$\Delta C_{d\_Trim@Cond} = \Delta C_{d\_Trim@reference\_CG} \times K_{Trim}.$$

pour avoir finalement :

$$C_d(CG) = C_d - \Delta C_{d\_Trim@Cond} ;$$



## ANNEXE III

### Correction de la traînée pour l'énergie

Les constantes utilisés pour la correction de la traînée pour l'énergie :

- $TAS$  = Vitesse vraie [Kt].
- $\frac{dVg}{dt}$  = accélération inertielle [Kt/sec].
- $\frac{dHp}{dt}$  = Cadence d'altitude pression [ft/sec]
- $\frac{dHt}{dt}$  = vitesse d'ascension totale exprimée [ft/sec]
- $T_{amb}$  = Température ambiante [°C].

#### Algorithme de calcul

1. Calculer la variation de traînée totale due à la vitesse sol par l'équation :

$$\left(\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}\right)_{Vg} = 0,052459 \cdot \frac{W}{\delta} \cdot \frac{dVg}{dt}$$

2. Calculer la variation de traînée totale due à la vitesse ascensionnelle :

$$\left(\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}\right)_{Hp} = \frac{0,592484 \cdot \frac{W}{\delta} \cdot \frac{dHt}{dt}}{TAS}$$

Avec :

$$\frac{dHt}{dt} = \frac{dHp}{dt} \cdot \frac{T_{amb} + 273.16}{288.16}$$

3. Finalement la correction de la traînée totale pour l'énergie est donnée par la somme :

$$\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}(\text{énergie}) = \left(\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}\right)_{Vg} + \left(\frac{\Delta D_{tot}}{\delta}\right)_{Hp}$$

## ANNEXE IV

### Correction isobarique de la traînée totale

Les constantes utilisés pour la correction isobarique de la traînée totale :

- $\phi$  = Latitude [degré].
- $V_{wind}$  = Vitesse du vent  $\left[ \frac{ft}{Sec} \right]$ .
- $\chi_{wind}$  = Direction du vent par rapport au nord vraie+180° [degré].
- $\psi$  = cap vraie [degré].
- TAS = vitesse vraie [Kt].
- $\omega_e = 7.29212 \cdot 10^{-5} \left[ \frac{Rad}{Sec} \right]$ .
- $g_0 = 32.174 \left[ \frac{ft}{Sec^2} \right]$ .

**Algorithme de calcul:**

1. Calculer la variation  $\Delta \frac{dH}{dt}$  par la relation :

$$\Delta \frac{dH}{dt} = \frac{1,68791 \cdot TAS \cdot 2 \cdot \omega_e \cdot \sin \phi \cdot V_{wind} \cdot \sin(\psi - \chi_{wind})}{g_0}$$

2. Calculer la correction isobarique de la traînée total exprimée par l'équation :

$$\frac{\Delta D_{tot}}{\delta} (isobarique) = \frac{0,59248 \cdot \frac{W}{\delta} \cdot \left( \Delta \frac{dH}{dt} \right)}{TAS}$$

## ANNEXE V

### Correction du débit carburant pour LHV

Les constantes utilisés pour la correction isobarique de la traînée totale :

○  $T_{fuel}$  = Température carburant [degré].

○  $\rho_{fuel}$  = Densité carburant  $\left[ \frac{Lb}{Gal} \right]$ .

○  $LHV_{ref} = 18580 \left[ \frac{BTU}{Lb} \right]$ .

#### Algorithme de calcul:

1. Déterminer  $LHV$  en utilisant l'équation de la droite :

$$LHV = B_0 \times SG + B_1.$$

Où

$$B_0 = -5220$$

$$B_1 = 22777$$

et

$$GS = \frac{0.0063(T_{fuel} - 15.56) + \rho_{fuel}}{8.3282}.$$

2. Pour avoir finalement la correction du fuel flow pour  $LHV$  :

$$Wf_{corr}(LHV) = Wf_{calc} \left( \frac{LHV_{ref}}{LHV} \right)$$

## ANNEXE V

### Correction du débit carburant pour LHV

Les constantes utilisés pour la correction isobarique de la traînée totale :

○  $T_{fuel}$  = Température carburant [degré].

○  $\rho_{fuel}$  = Densité carburant  $\left[ \frac{lb}{Gal} \right]$ .

○  $LHV_{ref} = 18580 \left[ \frac{BTU}{lb} \right]$ .

#### Algorithme de calcul:

1. Déterminer  $LHV$  en utilisant l'équation de la droite :

$$LHV = B_0 \times SG + B_1.$$

Où

$$B_0 = -5220$$

$$B_1 = 22777$$

et

$$SG = \frac{0.0063.(T_{fuel} - 15.56) + \rho_{fuel}}{8.3282}.$$

2. Pour avoir finalement la correction du fuel flow pour  $LHV$  :

$$Wf_{corr}(I.HV) = Wf_{calc} \left( \frac{LHV_{ref}}{I.HV} \right)$$

## ANNEXE VI

### Correction du débit carburant théorique pour le prélèvement d'air

Les constantes utilisés pour la correction isobarique de la traînée totale :

- *GENLOAD* = Chargement électrique moyen du générateur % du maximum.
- *NomHP* = Puissance d'extraction nominal par moteur [cheveaux].
- *A<sub>0</sub>* = Charges du Moteur par accroissement.
- *A<sub>1</sub>* = Facteur de charge moteur.
- $\delta_t$  = Taux de la pression totale.
- $\theta_t$  = Taux de la température totale .

#### Algorithme de calcul:

1. La correction du débit moteur  $Wf^*$  par moteur pour une puissance d'extraction de 100 Chevaux :

$$Wf^* = \frac{HP}{\delta_t \cdot \sqrt{\theta_t}}$$

2. Calculer *TestHP* par l'équation de droite :

$$Test = A_1 \times GENLOAD + A_0.$$

3. Calculer le débit carburant théorique corrigé  $Wf_{th,corr}$  par la relation :

$$Wf_{th,corr} = Wf_{th}(LHV) \left( 1 + \frac{NomHP + TestHP}{\delta_t \cdot \sqrt{\theta_t}} \right) \left( \frac{Wf^*}{10000} \right).$$

## ANNEXE VII

### Définition des mots-Clés

#### APM

Ce mot-clé donne au programme le signal d'initier l'exécution du calcul du suivi de performances. Il doit être mis juste après /CASE. Ce mot-clé ne reçoit aucune valeur.

#### AIR-ENG

La valeur assignée à ce mot-clé est une étiquette pour le texte de combinaison moteur/fuselage. Le texte est exécuté à la sortie et est présenté à la première page de l'analyse. La taille du texte est définie à 16 caractères. Si l'insertion d'espaces est souhaitée, le texte doit être entouré du signe (\$). Par défaut le texte est "747-400".

Exemple:

AIR-ENG = 747-400/PW4256

AIR-ENG = \$747-400 CF6-80C2\$ (l'espace inclus)

AIR-ENG = 747-400 (défaut)

#### CG

La valeur assignée à ce mot-clé détermine l'option désirée par l'utilisateur pour le calcul du centre de gravité (CG). Les options sont: NO, YES et DMU. En choisissant le NO, l'utilisateur n'indique aucune correction à effectuer sur la position du centre de gravité.

Le choix YES ou DMU indiquera qu'une correction de la position du centre de gravité doit être effectuée. L'option DMU (DFDAU sur certains avions) demande au programme de prévoir dans le DSIRF un calcul de position du centre de gravité. Si l'option de DMU est choisie et le DSIRF ne contient pas la position de CG, une erreur aura lieu. Si le MSIRF doit être adopté, les deux lignes facultatives d'en-tête doivent être utilisées.

Exemple:

CG = YES

CG = NO par default

CG = DMU ("DMU " devrait également être utilisé si l'avion est équipé d'un DFDAU au lieu de DMU)

## **CONFIG##**

Avec une extension de deux chiffres, CONFIG identifie un bloc spécial dans la base de données. Ce bloc spécial de données détermine quelles tables et grandeurs scalaires doivent être chargées de la base de données dans le programme. Ces tables et grandeurs scalaires définissent la performance de ligne de base pour le modèle moteur/fuselage. Pour L'APM, c'est généralement CONFIG50 qui est utilisé. Il est à noter que ce mot-clé n'utilise pas un signe égal (=) pour noter sa valeur.

Exemple:

CONFIG50

CONFIG02

CONFIG = 50 ne fonctionnera pas correctement et aura comme conséquence une erreur.

## **CRZFIL**

Ce mot-clé indique le nom du fichier d'entrée qui contient les points de croisière. C'est le nom de fichier pour le DSIRF ou le MSIRF. Le nom de fichier a une longueur maximum de 16 caractères. Si le système de calcul a besoin d'une extension de fichier, elle doit être fournie. Il est à noter que certains systèmes n'utilisent pas des extensions de fichier. Si le système de calcul supporte des extensions par défaut, elles peuvent être utilisées à l'avantage. Le nom de fichier par défaut est CRZFIL sans extension.

Exemple:

CRZFIL = MAR89CRZDAT

CRZFIL = TESTCASE1.DAT

CRZFIL = CRZFIL par défaut

CRZFIL = MARCHDATA.RUN1

## **DATE**

Ce mot-clé se rapporte au format de sortie de la date. Les formats d'entrée sont fixés dans le MSIRF et le DSIRF. Cependant, l'option a été conçue pour les utilisateurs qui souhaitent visualiser la date dans un format différent. Les choix sont: DD-MM-YY, MM-DD-YY et YY-MM-DD, où DD est le jour de mois, MM est le mois, et YY sont les deux derniers chiffres de l'année. Le format par défaut DD-MM-YY. Un exemple serait 08-09-88 pour le 8 septembre 1988 si la date était DATE =DD-MM-YY, l'exemple serait le 9 août 1988 si la date était DATE = MM-DD-YY et ainsi de suite.

Exemples:

DATE = MM-DD-YY

DATE = DD-MM-YY

DATE = YY-MM-DD

DATE = YY-DD-MM ne fonctionnera pas correctement et se rapportera à DD-MM-YY

## **DEBFIL (fichier de mise au point)**

Ce mot-clé spécifie le nom de fichier de sortie pour la mise au point de l'option de sortie. Le nom du fichier a une longueur maximum de 16 caractères. Si le système de calcul a besoin d'une extension de fichier, elle doit être fournie. Il est à noter que certains systèmes n'utilisent pas des extensions de fichier. Si le système de calcul supporte des extensions par défaut, elles peuvent être utilisées à l'avantage. Le nom de fichier par défaut est DEBUG sans extension.

Exemples de noms de fichiers :

DEBFIL = MAR89.DEB

DEBFIL = TESTRUN

DEBFIL = DEBUG.OUT

DEBFIL = DEBUG par défaut



## DEBUG

C'est l'option qui fournit la sortie de mise au point à l'utilisateur. La sortie de DEBUG est un résumé des paramètres critiques dans les calculs de déviation. Ceci fournit à l'utilisateur un regard détaillé sur chaque calcul de déviation. Note: **si CRZFIL contient un grand nombre de points, une précaution devra être prise, car l'utilisation de l'option DEBUG produira un très grand fichier.**

Les choix sont: NO, YES et YESFULL.

Exemples:

DEBUG = NO (défaut)

DEBUG = YES

DEBUG = YESFULL (pour imprimer DSIRF/MSIRF dans DEBFIL)

## DRGFAC

C'est un facteur à appliquer au calcul de la traînée (c.-à-d. que la traînée totale est égale aux traînées calculées multipliées par DRGFAC). Ce facteur est simplement une constante de multiplication. Un DRGFAC = 1.0 par défaut.

Exemple:

DRGFAC = 1.008 soit 0.8% de traînée plus élevée.

DRGFAC = 1.0 par défaut

DRGFAC = 0.992 soit 0,8% de traînée plus basse.

## ELASTIC

Ce mot-clé indique si les effets de débattement aéroélastique de l'aile doivent être considérés dans le calcul de la traînée d'avion. Les options sont : NO ou YES. En choisissant le NO, l'utilisateur indique que les corrections pour les effets d'aéroélasticité ne sont pas prises en compte dans le calcul de la traînée de l'avion. Le choix YES ajustera la traînée pour les effets d'aéroélasticité.

La valeur assignée par défaut est NO parce que les effets d'aéroélasticité sur la traînée sont négligeables pour la plupart des avions et ne sont donc pas considérés dans le manuel opérationnel de niveau de performance.

Exemples:

ELASTIC = NO (défaut)

ELASTIC = YES

## ENERGY

Ce mot-clé indique l'option à appliquer aux effets d'accélération sur la traînée. Les options utilisées sont No ou Yes, en choisissant No n'indique aucune correction, par contre l'option Yes est utilisée pour indiquer qu'une correction doit être faite.

Exemple:

ENERGY = NO par défaut

ENERGY = YES

## EPRHI EPRLO

Ce sont les tolérances à appliquer sur les coefficients de déviation de la configuration puissance (power setting). Si la déviation calculée n'est pas incluse dans l'intervalle EPRHI EPRLO (**EPRHI : signifie la déviation la plus élevée positive acceptable. EPRLO : signifie la déviation la plus basse négative acceptable**) alors le point de repère est rejeté de l'analyse et n'est pas inclus dans le calcul moyen de déviation. Le résultat apparaît sur le fichier de sortie sous forme d'ASTERIKS (\*), et l'indicateur de la configuration puissance s'affichera sur le côté loin de la ligne de sortie.

Exemples:

EPRHI = 0.15 (défaut)

EPRLO = -0.15 (défaut)

EPRHI = 0.10

EPRLO = 0.10 sera remis à l'état initial par le programme à EPRLO = -0.10

## FLEETAVG

La valeur assignée à ce mot-clé est l'option désirée pour calculer les données moyennes de flotte. Les options à utiliser pour ce mot-clé sont : ALL ou TAIL. En choisissant **ALL** l'utilisateur indique que les données moyennes de flotte doivent être calculées en utilisant la somme de tous les points de repères analysés dans le traitement de phase.

Si l'utilisateur choisit l'option **TAIL** les données moyennes de flotte sont calculées en utilisant la somme des moyennes pour chaque avion analysée dans traitement de phase.

Exemples:

FLEETAVG = TAIL par défaut

FLEETAVG = ALL.

## FMHI FMLO

Ce sont les tolérances à appliquer sur les coefficients de déviation de la consommation distance (Fuel mileage). Si la déviation calculée n'est pas incluse dans l'intervalle FMHI FMLO (**FMHI : signifie la déviation la plus élevée positive acceptable. FMLO : signifie la déviation la plus basse négative acceptable**) alors le point de repère est rejeté de l'analyse et n'est pas inclus dans le calcul moyen de déviation. Le résultat apparaît sur le fichier de sortie sous forme d'ASTERIKS (\*), et l'indicateur de la configuration puissance s'affichera sur le côté loin de la ligne de sortie.

Exemple :

FMHI=15.0 par défaut

FMLO=-15.0

FMHI=10.0 sera remis à l'état initial par le programme à FMLO=-10.0

## GRAVITY

La valeur assignée à ce mot-clé est l'option désirée par l'utilisateur pour le réglage de l'effet de pesanteur au calcul du poids. Les options à utiliser sont : NO ou Yes. En choisissant le NO l'utilisateur indique qu'aucun ajustement ne doit être effectués à l'effet de pesanteur. Le choix de Yes ajustera l'effet de pesanteur.

Exemple :

GRAVITY = no par défaut.

GRAVITY = yes

## INPUT

La valeur assignée à ce mot-clé indique le format de CRZFIL les choix sont:

**ACMS** (qui indique DSIRF) ou **MANUEL** (qui indique MSIRF).

L'option par défaut est ACMS.

Exemples:

INPUT = ACMS par défaut

INPUT = MANUAL

## INSTR

La valeur assignée à ce mot-clé indique quelle est la source d'instrument à utiliser.

Les choix sont :

**C** pour le pilote, **FO** pour le co-pilote, **BOTH** pour la moyenne.

La valeur par défaut est C pour le pilote.

Exemple :

INSTR = C par défaut

INSTR = BOTH

INSTR = FO

## ISOBARIC

La valeur assignée à ce mot-clé indique l'ajustement isobarique de pente qui est considéré dans le calcul de la traînée. Les options à utilisées sont : NO ou Yes.

En choisissant le NO, l'utilisateur indique qu'aucun ajustement ne doit être effectué pour l'effet isobare. Le choix Yes ajustera l'effet isobare.

La valeur Par défaut est NO.

Exemple :

ISOBARIC = NO par défaut

ISOBARIC = YES

## **LHEATV**

La valeur assignée à ce mot-clé indique l'ajustement de la chaleur calorifique la plus basse de carburant LHV. Les options à utilisées sont : No, Yes ou DMU.

En choisissant le No, l'utilisateur indique qu'aucun ajustement ne doit être effectué pour l'effet de LHV. Le choix de Yes ou DMU ajustera, l'effet de LHV.

L'option de DMU demandera au programme de prévoir un LHV calculé par DMU/DFDAU dans le DSIRF/MSIRF. Si l'option de DMU est choisie et le DSIRF/MSIRF ne contient pas le LHV, une erreur donnera droit. Si la valeur de LHV est connue, elle doit être incluse dans la section de CONFIG de la base de données. La valeur par défaut est No.

Exemple :

LHEATV = Yes

LHEATV = DMU (le DMU est utilisé si l'avion est équipé d'un DFDAU )

LHEATV = No par défaut.

## **LHVB LHVM**

Les valeurs assignées à ces mots-clés sont des coefficients qui décrivent l'équation de LHV. LHVM représente la pente et LHVB représente l'interception avec l'axe des y. La valeur de la référence LHV est 18580 BTU/Lb. Les valeurs par défaut sont -5220 pour LHVM, et 22777 pour LHVB.

Exemple:

LHVB=22632.

LHVB=22893.

LHVM=-5300.

LHVM=-5120.

## **MASFIL**

Indique le nom de fichier de sortie pour l'option de sortie du fichier principal. Le nom du fichier a une longueur maximum de 16 caractères. Si le système de calcul a besoin d'une extension de fichier, elle doit être fournie. Il est à noter que certains systèmes n'utilisent pas des extensions de fichier. Si le système de calcul supporte

des extensions par défaut, elles peuvent être utilisées à l'avantage. Le nom du fichier par défaut est MASTER sans extension.

Exemples de noms de fichiers :

MASFIL = MASTER. OUT

MASFIL = MAR1988. MAS

MASFIL = MASTER par défaut.

## MASTER

C'est l'option qui fournit la sortie principale à l'utilisateur. La sortie principale est un résumé des paramètres critiques dans les calculs de déviation. Ceci fournit à l'utilisateur un regard détaillé sur chaque calcul de déviation. Note: **si CRZFIL contient un grand nombre de points, une précaution devra être prise, car l'utilisation de l'option MASTER produira un très grand fichier.**

Les choix sont : Yes ou No.

Exemple :

MASTER = No par défaut

MASTER = Yes

## OUTFIL

La valeur assignée à ce mot-clé indique le nom de fichier de sortie pour l'option normale de sortie. Le nom du fichier a une longueur maximum de 16 caractères. Si le système de calcul a besoin d'une extension de fichier, elle doit être fournie. Il est à noter que certains systèmes n'utilisent pas des extensions de fichier. Si le système de calcul supporte des extensions par défaut, elles peuvent être utilisées à l'avantage. Le nom du fichier par défaut est **APMOUT** sans extension.

Exemples de noms de fichiers :

OUTFIL = OUTPUT. DAT

OUTFIL = TESTRUN

OUTFIL = APMOUT par défaut.

## OUTPUT

La Valeur assignée à ce mot-clé indique l'option désirée de sortie. Il existe deux formats de sortie : **BRIEF** et **DETAIL**. L'option **BRIEF** est un fichier de sortie de 80 colonnes qui contient les informations d'analyse d'exécution dans un format récapitulatif de type.

L'option **DETAIL** est un fichier de sortie de 132 colonnes contenant plus d'informations que le **BRIEF**. Le nom du fichier par défaut est **BRIEF**.

Exemple :

OUTPUT = DETAIL

OUTPUT = BRIEF par défaut.

## POWERX

La valeur assignée à ce mot-clé indique l'ajustement d'extraction de puissance pour le chargement hors circuit nominal de générateur qui sera utilisé dans le calcul du débit carburant. Les options à utilisées sont : No ou Yes. En choisissant NO, l'utilisateur indique qu'aucun ajustement ne doit être effectué pour le chargement réel du générateur. Le choix Yes ajustera le chargement réel du générateur. La valeur par défaut est No.

Exemple :

POWERX = No par défaut

POWERX = Yes.

## QUALTOL

C'est la tolérance à appliquer pour l'analyse des critères de stabilité ou du facteur de qualité. La tolérance est employée pour identifier les points qui ne répondent pas aux critères de tolérance. Si un facteur de qualité du point de repère de croisière ne rencontre pas l'entrée de tolérance, alors le point est rejeté de l'analyse, et n'est pas inclus dans le calcul moyen de déviation. Ce point est affiché sur la sortie, mais avec des ASTERIKS (\*) où les déviations sont présentées. Un indicateur de qualité **Q** semblera sur le côté loin bon de la ligne de sortie qui signifie que la tolérance de qualité a été excédée (dépassée). La valeur par défaut est 95.

Exemple :

QUALTOL = 95 par défaut

QUALTOL = 50.

## REYNLD

La valeur assignée à ce mot-clé détermine si les effets du nombre de Reynolds hors circuit nominal doivent être considérés dans le calcul de trainée. Les options à utilisées sont : No ou Yes. En choisissant le No, l'utilisateur indique qu'aucun ajustement ne doit être effectué pour les effets de nombre de Reynolds. Le choix de Yes ajustera les effets du nombre de reynolds. La valeur par défaut est Yes.

Exemple :

REYNLD = Yes par défaut

REYNLD = No.

## SPEED

La valeur assignée à ce mot-clé indique quels sont les paramètres de vitesses à utiliser.

Les choix sont : MACH, CAS, ou IAS. La valeur par défaut est MACH. La compagnie BOEING suggère l'utilisation du MACH.

Exemple :

SPEED = MACH par défaut

SPEED = CAS

SPEED = IAS.

## TITLE

La valeur assignée à ce mot-clé est une chaîne de caractère qui indique le titre à afficher dans le fichier de sortie. La longueur répartie pour le texte est de 16 caractères. Tous les caractères peuvent être utilisés excepté le signe du dollar (\$), qui doit être employé pour délimiter des chaînes de caractères avec les blancs inclus ou les espaces. La valeur par défaut est **MONTHLY AVERAGE**.

Exemple:

TITLE = \$MARCH THRU APRIL\$ (les espaces inclus)

TITLE = MONTHLY AVERAGE.



## TEMPUNTIN TEMPUNOUT

TEMPUNTIN indique les unités de la température d'entrée pour l'option MANUELLE d'entrée (les unités de DSIRF sont fixes et ne peuvent pas être changées). Et TEMPUNOUT indique les unités de la température de sortie. Les choix sont : **C** pour centigrade, et **F** pour fahrenheit. La valeur par défaut est **C**.

Exemple :

TEMPUNTIN = F

TEMPUNTIN = C par défaut.

TEMPUNOUT = C par défaut

TEMPUNOUT = F.

## RQDHI TRQDLO

Ce sont les tolérances à appliquer sur les coefficients de déviation de la poussée requise (thrust required). Si la déviation calculée n'est pas incluse dans l'intervalle TRQDHI TRQDLO (**TRQDHI : signifie la déviation la plus élevée positive acceptable. TRQDLO : signifie la déviation la plus basse négative acceptable**) alors le point de repère est rejeté de l'analyse et n'est pas inclus dans le calcul moyen de déviation. Le résultat apparaît sur le fichier de sortie sous forme d'ASTERIKS (\*), et l'indicateur de la poussée requise s'affichera sur le côté loin de la ligne de sortie. La valeur par défaut est 15.0% et -15.0%.

Exemple :

TRQDLO = -15.0 par défaut

TRQDLO = 10.0 sera remis à l'état initial par le programme à TRQDLO = -10.0

TRQDHI = 15.0 par défaut

TRQDHI = 10.0

## WFHI WFLO

Ce sont les tolérances à appliquer sur les coefficients de déviation du débit carburant (fuel flow). Si la déviation calculée n'est pas incluse dans l'intervalle WFHI WFLO (**WFHI : signifie la déviation la plus élevée positive acceptable. WFLO : signifie la déviation la plus basse négative acceptable**) alors le point de repère

est rejeté de l'analyse et n'est pas inclus dans le calcul moyen de déviation. Le résultat apparaît sur le fichier de sortie sous forme d'ASTERIKS (\*), et l'indicateur du débit carburant « WF » s'affichera sur le côté loin de la ligne de sortie. La valeur par défaut est 15.0% et -15.0%.

Exemple :

WFLO = -15.0 par défaut

WFLO = 10.0 sera remis à l'état initial par le programme à WFLO = -10.0

## WEIGHT

La valeur assignée à ce mot-clé indique l'option désirée par utilisateur pour le calcul du poids brut.

Les options à utiliser sont:

**A** Poids brut de FMC

**B** Poids brut de FMC sans la brûlure du carburant d'APU.

**C** ZFW plus les quantités de carburant dans les réservoirs.

**D** poids brut initial sans le carburant utilisé.

**E** Option D sans la brûlure du carburant d'APU.

**DMU** L'utilisation de DMU / DFDAU pour calculer le poids brut.

Les options sont choisies par les indicateurs de lettres A, B, C, D, E, DMU. La valeur par défaut est A.

Exemple :

WEIGHT = A par défaut.

WEIGHT = C

WEIGHT = B

## WTUNITIN WTUNITOUT

WTUNITIN indique les unités d'entrée à utiliser pour le poids d'avion et le débit carburant. Les choix sont: **KG** pour les kilogrammes, et **LB** pour livres. Ceci devrait être utilisé en même temps que le mot-clé de WTUNITOUT qui contrôle les unités de poids de sortie. Ces paramètres seront appliqués au poids d'avions, de carburant, et au débit carburant. La valeur par défaut est LIVRE.

Exemple :

WTUNITIN = LB par défaut.

WTUNITIN = KG            NOTE: ceci exige la densité de carburant en Kg/LITRE.

WTUNITOUT = KG        NOTE: ceci n'effectue pas le fichier PRINCIPAL.

WTUNITOUT = LB par défaut.

## WFFAC

La valeur assignée à ce mot-clé est un facteur à appliquer au calcul du débit carburant (c.-à-d. que le débit carburant total est égale au débit carburant calculé multiplié par WFFAC). Ce facteur est simplement une constante de multiplication.

Un WFFAC = 1.0 par défaut. .

Exemple:

WFFAC = 1.008 soit 0.8% de traînée plus élevée.

WFFAC = 1.0 par défaut

WFFAC = 0.992 soit 0,8% de traînée plus basse.

## ANNEXE VIII

### Fichier HERMES du 737-800 immatriculé 7T-VJM (vols effectués durant la période du 05 avril 2002 au 09 avril 2002)

---

#### Début du fichier HERMES

---

HERMES Messenger  
Monday 27 May 2002 10:59

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 09/04/2002 07:43:34  
From: 7T-VJM, AH4061 (OSDI -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 090743  
□DFD  
FI AH4061/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 090743 D03A  
- 056,000804,B737-  
800,020409,AH4061,SDIA,AG09,1999,AH7001,YD00407.43.03,TA,9703,00139,045,,15,014.8,015.0,  
N3641.8,E00313.6,568454000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 09/04/2002 07:33:44  
From: 7T-VJM, AH4061 (OSDI -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 090733  
□DFD  
FI AH4061/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 090733 D02A  
- 041,000804,B737-  
800,020409,AH4061,SDIA,AG09,1999,AH7001,YD00405.49.28,CR,2896,32001,281,,78,-50.0,-  
23.3,N3554.7,E01722.6,61388085.5,085.5,091.2,091.0,607.1,607.0,002.7,003.101272,01270,0062,00  
62,48,49,087,0870.70,0.47,2.01,1.56,0.05,0.09,0.05,0.05016,3  
57,022,0201100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 09/04/2002 05:39:06  
From: 7T-VJM, AH4061 (OSDI -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 090538  
□DFD  
FI AH4061/AN 7T-VJM  
DT QXS CFU1 090538 D01A

- 041,000804,B737-  
800,020409,AH4061,SDIA,AG09,1999,AH7001,YD00404.01.30,CR,6425,32001,284,.78,-51.6,-  
24.5,N3445.8,E03222.8,66058086.3,086.3,091.4,091.3,612.6,612.8,002.3,002.601327,01326,0063,00  
63,48,49,090,0900.71,0.54,1.77,1.56,0.07,0.09,0.05,0.05017,0

09,024,0281100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 09/04/2002 03:20:15  
From: 7T-VJM, AH4061 (OSDI -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 090320

□DFD

FI AH4061/AN 7T-VJM

DT QXS DAM1 090320 D00A

- 043,000804,B737-

800,020409,AH4061,SDIA,AG09,1999,AH7001,YD00403.19.00,CL,3877,03202,166,.27,008.6,012.6,  
N3324.3,E03629.8,68860093.9,093.9,096.6,096.4,798,803,191.6,189.103832,03820,0075,0075,60,58  
,060,0610.82,0.86,1.08,1.27,0.01,0.05,0.14,0.07330,342,0

15,036,089.9,089.1,00.48,00.46000.4,000.81100000011,1206018CE,018CE,00000,00000,06259,062  
59OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 15:03:30  
From: 7T-VJM, AH4060 (OLBA -> OSDI)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 081503

□DFD

FI AH4060/AN 7T-VJM

DT QXS DAM1 081503 D07A

- 056,000804,B737-

800,020408,AH4060,LBAS,DI08,1998,AH7001,YD00415.03.04,TA,3615,02021,056,.15,018.3,018.8,N  
3325.4,E03630.9,554664000.END-OF-

FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 14:27:52  
From: 7T-VJM, AH4060 (OLBA -> OSDI)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 081427

□DFD

FI AH4060/AN 7T-VJM

DT QXS BEY1 081427 D06A

- 043,000804,B737-

800,020408,AH4060,LBAS,DI08,1998,AH7001,YD00414.26.43,CL,1438,01593,158,.25,012.6,016.0,N  
3347.6,E03528.4,56954089.2,088.9,095.6,095.3,744,746,192.7,188.203372,03322,0068,0068,55,53,

071,0711.03,0.54,1.40,0.84,0.01,0.03,0.14,0.09321,347,3

59,020,090.2,088.8,06.36,06.61000.7,001.11100000011,1645018CE,018CE,00000,00000,06259,062  
59OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 13:21:05  
From: 7T-VJM, AH4060 (DAAG -> OLBA)

□QU ALGJMAH

.QXSXMXS 081320

□DFD

FI AH4060/AN 7T-VJM

DT QXS BEY1 081320 D05A

- 056,000804,B737-800,020408,AH4060,AAGL,BA08,1997,AH7001,YD00413.20.37,TA,7474,-  
0010,045.,.15,018.5,018.5,N3349.2,E03529.0,618534000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8238150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 13:12:47  
From: 7T-VJM, AH4060 (DAAG -> OLBA)

□QU ALGJMAH

.QXSXMXS 081312

□DFD

FI AH4060/AN 7T-VJM

DT QXS LCA1 081312 D04A

- 041,000804,B737-  
800,020408,AH4060,AAGL,BA08,1997,AH7001,YD00412.23.38,CR,4060,32989,273.,77,-51.0,-  
24.5,N3502.9,E02723.3,63990086.0,086.0,091.2,091.1,611.4,609.5,002.6,002.801240,01238,0062,00  
62,47,48,089,0880.99,0.60,1.68,2.06,0.06,0.08,0.05,0.09001,0

06,022,0241100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 12:16:25  
From: 7T-VJM, AH4060 (DAAG -> OLBA)

□QU ALGJMAH

.QXSXMXS 081216

□DFD

FI AH4060/AN 7T-VJM

DT QXS HER1 081216 D03A

- 041,000804,B737-  
800,020408,AH4060,AAGL,BA08,1997,AH7001,YD00410.53.32,CR,8659,32993,274.,77,-51.8,-  
25.2,N3631.7,E01216.3,67785086.7,086.7,091.5,091.4,617.0,617.2,002.0,002.401286,01288,0063,00

63,47,48,092,0910.86,0.57,1.99,1.93,0.07,0.09,0.04,0.09006,0

10,017,0231100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 09:57:52  
From: 7T-VJM, AH4060 (DAAG -> OLBA)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 080957

□DFD

FI AH4060/AN 7T-VJM

DT QXS ALG1 080957 D02A

- 043,000804,B737-

800,020408,AH4060,AAGL,BA08,1997,AH7001,YD00409.56.29,CL,5239,01383,172,27,012.8,016.8,  
N3641.2,E00312.9,71219094.3,094.4,097.5,097.3,804,809,194.9,191.404047,04057,0078,0078,57,56  
,074,0740.98,1.01,1.07,1.43,0.03,0.02,0.14,0.11326,333,0

08,035,090.9,089.8,00.18,00.18-

00.0,000.41100000011,1325018CE,018CE,00000,00000,06239,06239OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,  
ORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 07:40:43  
From: 7T-VJM, AH6023 (DABC -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 080740

□DFD

FI AH6023/AN 7T-VJM

DT QXS ALG1 080740 D01A

- 056,000804,B737-

800,020408,AH6023,ABCA,AG08,1996,AH7001,YD00407.40.12,TA,7068,00177,045,.15,015.5,015.8,  
N3641.7,E00313.4,600934000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 08/04/2002 07:06:54  
From: 7T-VJM, AH6023 (DABC -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 080706

□DFD

FI AH6023/AN 7T-VJM

DT QXT AOW2 080706 D00A

- 043,000804,B737-  
800,020408,AH6023,ABCA,AG08,1996,AH7001,YD00407.04.47,CL,4947,03952,157,,26,019.1,022.9,  
N3615.6,E00638.9,61653096.2,096.2,098.7,098.5,842,846,182.1,178.403904,03916,0075,0075,62,60  
,061,0620.69,1.11,0.75,1.56,0.05,0.11,0.17,0.13347,335,0

45,043,086.9,085.7,-0.18,-  
0.19000.3,000.71100000011,1851018CE,018CE,00000,00000,06259,06259OPEN,OPEN,CLSD,NOR  
M,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 20:40:13  
From: 7T-VJM, AH1123 (LFPO -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 072040  
□DFD  
FI AH1123/AN 7T-VJM  
DT QXT AOE2 072040 D05A  
- 056,000804,B737-  
800,020407,AH1123,FPOA,BC07,1995,AH7001,YD00420.39.23,TA,6897,02355,045,,15,019.8,020.0,  
N3616.3,E00637.7,596214000,END-OF-  
FLT NORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 20:25:37  
From: 7T-VJM, AH1123 (LFPO -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 072025  
□DFD  
FI AH1123/AN 7T-VJM  
DT QXT AOE2 072025 D04A  
- 041,000804,B737-  
800,020407,AH1123,FPOA,BC07,1995,AH7001,YD00420.01.46,CR,4845,37002,254,,79,-59.8,-  
33.5,N3847.1,E00607.9,60635087.5,087.5,090.8,090.7,621.3,623.7,001.2,001.401171,01177,0063,00  
63,47,48,079,0790.54,0.61,1.62,1.79,0.05,0.05,0.03,0.05355,0  
  
22,016,0341100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 18:28:49  
From: 7T-VJM, AH1123 (LFPO -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 071828  
□DFD  
FI AH1123/AN 7T-VJM  
DT QXS ORY1 071828 D03A



- 043,000804,B737-  
800,020407,AH1123,FPOA,BC07,1995,AH7001,YD00418.27.32,CL,8996,01686,167,,26,009.1,012.9,  
N4843.7,E00224.6,65264092.8,092.8,096.5,096.4,786,790,183.3,184.403893,03891,0073,0073,55,55  
,074,0740.83,0.73,0.89,1.06,0.00,0.03,0.11,0.04311,335,3

57,035,087.3,087.6,01.79,01.76000.3,000.51100000011,1554018CE,018CE,00000,00000,06259,062  
59OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 14:43:27  
From: 7T-VJM, AH1122 (DABC -> LFPO)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 071443

□DFD

FI AH1122/AN 7T-VJM  
DT QXS ORY1 071443 D02A

- 056,000804,B737-

800,020407,AH1122,ABCF,PO07,1994,AH7001,YD00414.43.00,TA,5535,00239,046,,15,016.0,016.3,  
N4843.7,E00220.6,588234000,END-OF-

FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 14:28:35  
From: 7T-VJM, AH1122 (DABC -> LFPO)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 071428

□DFD

FI AH1122/AN 7T-VJM  
DT QXS CDG2 071428 D01A

- 041,000804,B737-

800,020407,AH1122,ABCF,PO07,1994,AH7001,YD00413.13.47,CR,0189,35993,257,.78,-58.8,-  
33.0,N3921.0,E00601.1,61838087.3,087.4,090.9,090.8,615.3,616.0,001.1,001.301198,01205,0063,00  
63,45,46,092,0930.77,0.61,1.42,1.83,0.07,0.07,0.03,0.07006,0

18,023,0211100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 12:48:45  
From: 7T-VJM, AH1122 (DABC -> LFPO)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 071248

□DFD

FI AH1122/AN 7T-VJM  
DT QXT AOW2 071248 D00A

- 043,000804,B737-  
800,020407,AH1122,ABCF,PO07,1994,AH7001,YD00412.47.00,CL,8584,03734,161,..28,020.5,024.5,  
N3615.6,E00639.1,63794096.5,096.5,099.1,099.0,838,844,195.8,190.203915,03928,0076,0076,58,57  
,080,0800.99,1.21,1.34,1.57,0.09,0.10,0.13,0.16326,333,0

10,034,091.2,089.4,-0.04,-0.10-00.3,-  
00.11100000011,1635018CE,018CE,00000,00000,06259,06259OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,O  
FF,OFF,OFF,ON-,ON-

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 11:01:04  
From: 7T-VJM, AH1127 (LFML -> DABC)

QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 071100

DFD

FI AH1127/AN 7T-VJM

DT QXT AOE2 071100 D05A

- 056,000804,B737-

800,020407,AH1127,FMLA,BC07,1993,AH7001,YD00411.00.06,TA,2185,02388,045,..15,022.8,023.0,  
N3616.9,E00637.0,622884000,END-OF-

FLT NORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 10:54:58  
From: 7T-VJM, AH1127 (LFML -> DABC)

QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 071054

DFD

FI AH1127/AN 7T-VJM

DT QXT AOE2 071054 D04A

- 041,000804,B737-

800,020407,AH1127,FMLA,BC07,1993,AH7001,YD00410.34.48,CR,0671,33000,274,..77,-52.5,-  
26.0,N3831.7,E00610.9,62918085.6,085.6,090.9,090.7,602.9,602.9,002.6,002.801235,01233,0062,00  
62,47,49,085,0861.04,0.45,2.25,1.57,0.05,0.08,0.04,0.06002,0

13,010,0291100000011,01018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 09:49:56  
From: 7T-VJM, AH1127 (LFML -> DABC)

QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 070949

DFD

FI AH1127/AN 7T-VJM

DT QXS MRS1 070949 D03A

- 043,000804,B737-

800,020407,AH1127,FMLA,BC07,1993,AH7001,YD00409.48.58,CL,7923,02006,169,.26,010.1,014.1,  
N4324.5,E00514.5,65609091.0,091.0,098.1,095.9,761,769,197.0,192.703581,03574,0070,0070,57,56  
,069,0681.01,0.62,1.24,0.95,0.03,0.06,0.16,0.10321,339,0

05,020,091.5,090.2,04.35,04.32000.3,000.71100000011,1777018CE,018CE,00000,00000,06239,062  
39OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 08:29:13  
From: 7T-VJM, AH1126 (DABC -> LFML)

□QU ALGJMAH

.QXSXMXS 070829

□DFD

FI AH1126/AN 7T-VJM

DT QXS MRS1 070829 D02A

- 056,000804,B737-

800,020407,AH1126,ABCF,ML07,1992,AH7001,YD00408.28.45,TA,3113,00119,045,.15,015.3,015.5,  
N4326.1,E00513.0,590594000,END-OF-

FLT NORM,NORM,NORM,NORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 08:20:56  
From: 7T-VJM, AH1126 (DABC -> LFML)

□QU ALGJMAH

.QXSXMXS 070820

□DFD

FI AH1126/AN 7T-VJM

DT QXS MRS1 070820 D01A

- 041,000804,B737-

800,020407,AH1126,ABCF,ML07,1992,AH7001,YD00407.53.51,CR,1023,31996,274,.76,-51.5,-  
26.3,N4004.8,E00552.2,60059084.4,084.4,090.5,090.4,591.0,590.5,002.8,003.001209,01209,0061,00  
61,47,48,088,0890.67,0.64,1.62,1.51,0.07,0.09,0.06,0.08011,0

17,021,0241100000011,00018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 07/04/2002 07:22:49  
From: 7T-VJM, AH1126 (DABC -> LFML)

□QU ALGJMAH

.QXSXMXS 070722

□DFD

FI AH1126/AN 7T-VJM

DT QXT AOE2 070722 D00A

- 043,000804,B737-  
800,020407,AH1126,ABCF,ML07,1992,AH7001,YD00407.20.43,CL,9036,03223,162,,26,013.9,017.6,  
N3615.4,E00638.9,62052089.9,089.9,095.8,095.7,768,774,177.2,172.703288,03278,0068,0068,61,59  
,056,0590.75,0.73,1.03,1.24,0.04,0.06,0.15,0.10336,349.0

22,038,085.4,084.0,05.89,05.93001.3,001.71100000011,1130018CE,018CE,00000,00000,06259,062  
59OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 16:01:32  
From: 7T-VJM, AH1135 (DABC -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061601  
□DFD  
FI AH1135/AN 7T-VJM  
DT QXT AOE2 061601 D02A  
- 056,000804,B737-  
800,020406,AH1135,FLLA,BC06,1991,AH7001,YD00416.00.43,TA,4380,02424,045,,15,023.3,023.8,  
N3616.9,E00637.0,600384000,END-OF-  
FLT,NORM,NORM,NORM,NORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 15:52:36  
From: 7T-VJM, AH1135 (LFLL -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061552  
□DFD  
FI AH1135/AN 7T-VJM  
DT QXT AOE2 061552 D01A  
- 041,000804,B737-  
800,020406,AH1135,FLLA,BC06,1991,AH7001,YD00415.27.01,CR,2362,32995,272,,77,-54.0,-  
28.1,N3849.7,E00607.3,60856085.1,085.1,090.5,090.5,597.0,596.2,002.5,002.701213,01213,0062.00  
62,47,49,081,0810.63,0.58,1.30,1.81,0.07,0.08,0.05,0.05359,0  
  
10,011,0281100000011,07018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 14:25:43  
From: 7T-VJM, AH1135 (LFLL -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061425  
□DFD  
FI AH1135/AN 7T-VJM  
DT QXS LYS1 061425 D00A

- 043,000804,B737-  
800,020406,AH1135,FLLA,BC06,1991,AH7001,YD00414.24.27,CL,8611,02409,164,.26,011.8,015.6,  
N4544.8,E00505.2,64059094.9,094.8,097.5,097.4,806,811,193.6,189.703991,03992,0078,0078,57,56  
,070,0700.99,0.95,1.04,1.37,0.04,0.06,0.15,0.14311,339,3

51,030,090.5,089.3,-0.01,00.03-  
00.1,000.21100000011,1473018CE,018CE,00000,00000,06239,06239OPEN,OPEN,CLSD,NORM,N  
ORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 13:01:36  
From: 7T-VJM, AH1134 (DABC -> LFLL)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061301  
□DFD  
FI AH1134/AN 7T-VJM  
DT QXS LYS1 061301 D08A  
- 056,000804,B737-  
800,020406,AH1134,ABCF,LL06,1990,AH7001,YD00413.01.11,TA,3630,01024,045,.15,015.8,016.0,  
N4543.7,E00505.5,608014000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515.9982072510  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 12:53:02  
From: 7T-VJM, AH1134 (DABC -> LFLL)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061252  
□DFD  
FI AH1134/AN 7T-VJM  
DT QXS GNB1 061252 D07A  
- 041,000804,B737-  
800,020406,AH1134,ABCF,LL06,1990,AH7001,YD00412.10.08,CR,0572,32000,277,.76,-53.5,-  
27.8,N4030.7,E00546.8,82504084.3,084.2,090.2,090.0,587.0,584.5,002.9,003.101216,01214,0062.00  
62,45,47,095,0940.18,0.65,0.67,1.80,0.05,0.07,0.04,0.06024,0  
16,027,0191100000011,04018CE,018CE,00000,00000,00009,00009OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NOR  
M,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 11:35:56  
From: 7T-VJM, AH1134 (DABC -> LFLL)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061135  
□DFD  
FI AH1134/AN 7T-VJM  
DT QXT AOW2 061135 D06A

- 043,000804,B737-  
800,020406,AH1134,ABCF,LL06,1990,AH7001,YD00411.34.13,CL,8420,03785,164,.27,016.5,020.6,  
N3618.1,E00636.1,64810096.4,096.4,098.8,098.6,828,832,199.0,197.003923,03935,0078,0078,55,54  
,085,0850.85,1.15,0.89,1.52,0.08,0.05,0.12,0.15330,338,0

07,040,092.2,091.6,-0.05,-0.07-00.4,-  
00.01100000011,1379018CE,018CE,00000,00000,06239,06239OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,O  
FF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 11:02:42  
From: 7T-VJM, AH6018 (DAAG -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061012  
□DFD  
FI AH6018/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 061012 D04A  
- 043,000804,B737-  
800,020406,AH6018,AAGA,BC06,1989,AH7001,YD00410.11.04,CL,3435,01859,166,.26,018.1,022.1,  
N3640.8,E00312.8,63286091.2,091.2,097.0,096.8,781,785,183.9,181.603534,03535,0069,0069,54,52  
,087,0871.01,0.76,1.13,1.23,0.05,0.04,0.17,0.14307,337,3  
  
53,027,087.5,086.8,05.00,05.04000.5,000.91100000011,1743018CE,018CE,00000,00000,06259,062  
59OPEN,OPEN,CLSD,NORM,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 10:44:08  
From: 7T-VJM, AH6018 (DAAG -> DABC)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 061043  
□DFD  
FI AH6018/AN 7T-VJM  
DT QXT AOE2 061043 D05A  
- 056,000804,B737-  
800,020406,AH6018,AAGA,BC06,1989,AH7001,YD00410.43.20,TA,5367,02375,045,.15,021.3,021.5,  
N3616.9,E00637.1,615814000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 08:27:31  
From: 7T-VJM, AH0738 (DAAG -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 060827  
□DFD  
FI AH0738/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 060827 D03A

- 056,000804,B737-  
800,020406,AH0738,AAGA,AG06,1988,AH7001,YD00408.27.30,TA,7225,00273,045,.15,020.3,020.3,  
N3641.7,E00313.4,471024000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 08:14:07  
From: 7T-VJM, AH0738 (DAAG -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 060814

□DFD

FI AH0738/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 060814 D02A

- 056,000804,B737-  
800,020406,AH0738,AAGA,AG06,1988,AH7001,YD00408.14.04,TO,6420,00265,113,.17,019.0,020.5  
,N3641.5,E00311.1,475744000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 07:33:39  
From: 7T-VJM, AH0738 (DAAG -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 060734

□DFD

FI AH0738/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 060734 D01A

- 056,000804,B737-  
800,020406,AH0738,AAGA,AG06,1988,AH7001,YD00407.33.33,TO,3991,00290,112,.17,016.3,018.0  
,N3642.1,E00313.9,491344000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510

□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 06/04/2002 07:22:31  
From: 7T-VJM, AH0738 (DAAG -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 060722

□DFD

FI AH0738/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 060722 D00A

- 043,000804,B737-  
800,020406,AH0738,AAGA,AG06,1988,AH7001,YD00407.21.21,CL,3262,01192,148,.23,018.5,021.7,

N3641.5,E00311.1,49613094.1,094.1,097.7,097.7,801,807,198.5,192.503997,04012,0074,0074,58,57  
076,0770.81,0.93,0.83,1.25,0.02,0.10,0.10,0.09321,340,0

01,039,092.0,090.2,-0.05,-  
0.05000.4,000.81100000011,0965018CE,018CE,00000,00000,06259,06259OPEN,OPEN,CLSD,NOR  
M,NORM,OFF,OFF,OFF,ON-,ON-  
□

---

Digital Flight Acquisition Unit (Header) received 05/04/2002 20:05:03  
From: 7T-VJM, AH6027 (DABC -> DAAG)

□QU ALGJMAH  
.QXSXMXS 052005  
□DFD  
FI AH6027/AN 7T-VJM  
DT QXS ALG1 052005 D14A  
- 056,000804,B737-  
800,020405,AH6027,ABCA,AG05,1987,AH7001,YD00420.05.08,TA,2667,00183,045,.15,013.8,013.8,  
N3641.8,E00313.6,579344000,END-OF-  
FLTNORM,NORM,NORMNORM,XXXX,XXXX,XXXXXXXXXXXX,NORM,NORM,NORM9982171511,99  
8236150M,998287450A9982074515,9982072510  
□

---

**Fin du fichier HERMES**

---