

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur Et la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Institut d'Aéronautique et des études spatial

MEMOIRE DE MASTER

Spécialité : exploitation aéronautique

Thème :

SUIVI DES PERFORMANCES DES AERONEFS DE TYPE
B737-800 PAR L'APM POUR LA COMPAGNIE TASSILI AIRLINES

Présenté par :

Imene MEREDF

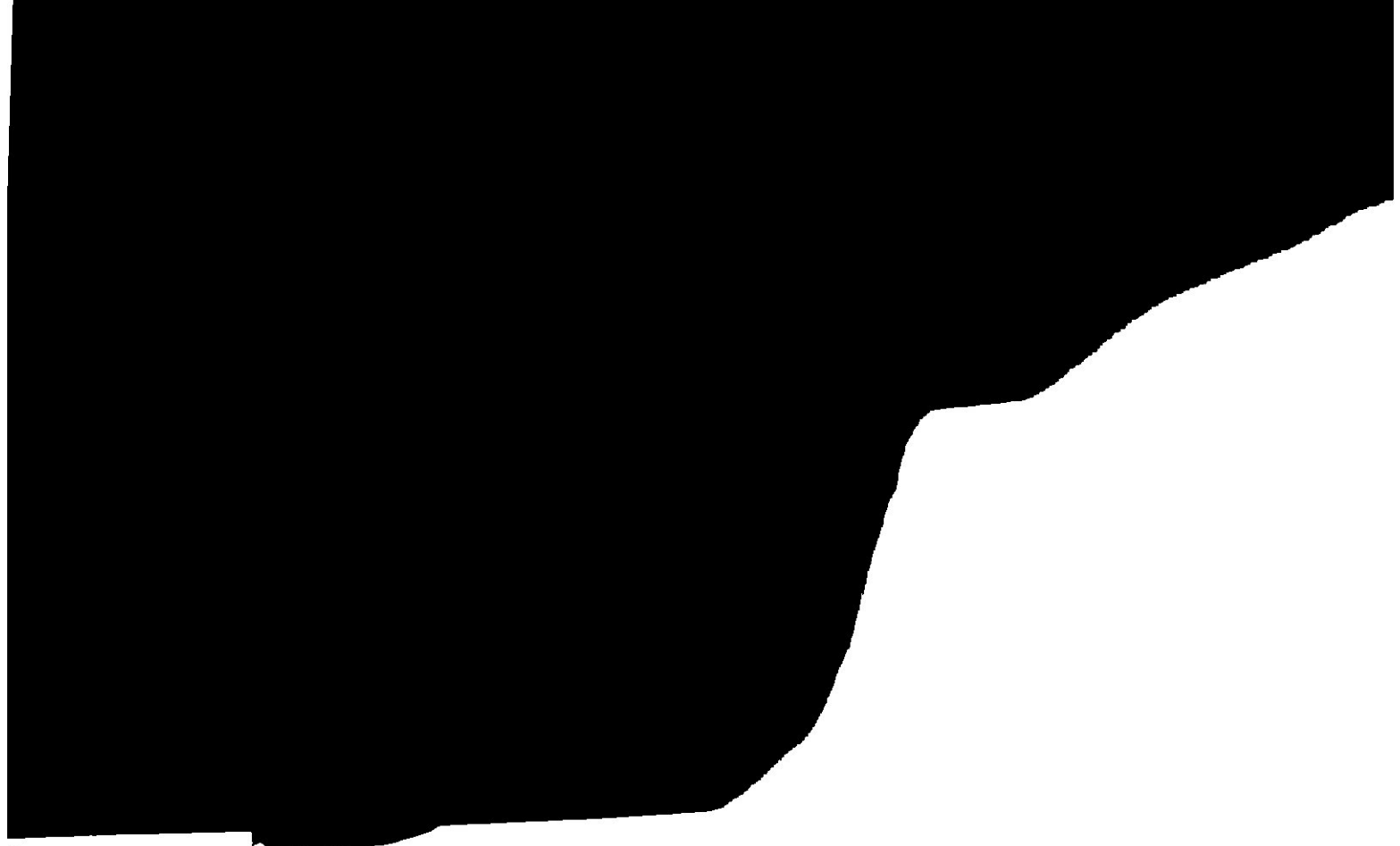
Kheira SI DJILANI

Encadrée par:

Mm. Fatima DRARENI

Promotion , 2014





[The main body of the page contains text that is almost entirely obscured by a large black redaction. Only faint, illegible markings are visible along the left and right margins.]

Résumé

L'exploitation des aéronefs engendrera une dégradation des performances au niveau de la cellule et/ou moteur due aux conditions météorologiques. Un bon suivi des performances permettra à la compagnie d'établir une politique d'exploitation fiable et de réaliser sa propre politique d'économie carburant.

L'objet de ce travail est le suivi des performances des aéronefs de type B737-800 de la compagnie TAL en utilisant le programme APM (Aircraft performance monitoring). Ce dernier sert à évaluer le taux de dégradation des performances et de décider ainsi les mesures à appliquées.

الملخص

ان استغلال الطائرات يؤدي إلى تدهور الأداء على مستوى الخلية او المحرك بسبب العوامل الجوية , لتحليله و متابعته يجب معرفة الأداء الفعلي الذي تقدمه شركة الطيران المصنعة لطائرة معينة أو أسطول بأكمله , هذا برنامج عن طريق استخدام رصد أداء الطائرات " APM " , البرنامج يسمح بتقييم معدل تدهور أداء الأسطول. المراقبة الجيدة للأداء تمكن الشركة المستغلة للطائرات من وضع استراتيجية تشغيل موثوقة لتحقيق سياستها الخاصة من الاقتصاد في استهلاك الوقود.

Abstract

The operation of aircraft will result in performances degradation at the cell or engine due to the weather service.

An analysis of the performances and their followed will allow the company to know the actual performances of a particular aircraft or an entire fleet using the APM (Aircraft performance monitoring)

The APM program is sed to measure the rate of degradation of performance of a fleet.

A good performance monitoring will allow the company to prepare a policy for reliable operation and carry out its own fuel economy policy.



REMERCIEMENT

*Nous sommes heureuses d'exprimer notre sincère gratitude et vifs remerciements à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et en particulier à notre promotrice **Derarni Fatima** pour son assistance et ses conseils qui nous ont permis d'aboutir dans notre travail, comme nous témoignons notre reconnaissance à **Mr Bouamrani Farid** pour leur aide au niveau de la direction technique de **Tassili Airlines** et leur conseils ainsi que leur aides bibliographique et en fin tout ceux qui nous ont aidé à réaliser ce modeste travail*



Imene et Kheira



Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

*A Ma très chère mère et mon père
Qui m'ont soutenu pendant ce long parcours*

A mes sœurs

Et mon frère HADJ E'MHAMED

A mes chers grands parents

A mes oncles et mes tantes paternels et maternels

A mes cousins et cousines paternels et maternels

A Mon chère amie et binôme MERÈDEF IMÈNE et sa famille

A tous mes amis

A mes professeurs de l'université

Je le dédie aussi à tous ceux qui m'ont aidé à le réaliser

KHEIRA.....





Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A Mes très chers parents

Qui m'ont soutenu pendant ce long parcours

A ma sœur MERIEM

Et mon frère YUCEF

A mes chers grands parents

A mes oncles et mes tantes paternels et maternels

A mes cousins et cousines paternels et maternels

A Mon chère amie et binôme SI DJILANI KHEIRA et sa famille

A tous mes amis et

Mehdia surtout.... et toutes

A mes professeurs de l'université

Je le dédie aussi à tous ceux qui m'ont aidé à le réaliser

IMENE.....

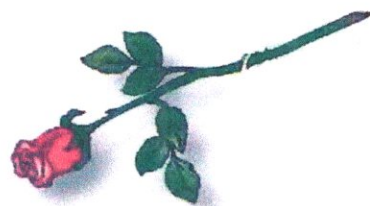


Table de matière

| | |
|--|----|
| Introduction :..... | 18 |
| <u>Chapitre01 : Présentation de la compagnie TASSILI AIRLINES et les aéronefs :</u> | |
| 1.1. Introduction :..... | 21 |
| 1.2. Présentation de la compagnie TASSILI AIRLINES :..... | 21 |
| 1.3. Les domaines d'activité de Tassili Airlines:..... | 23 |
| 1.4. Les différentes missions de Tassili Airlines :..... | 23 |
| 1.4.1. La politique de Tassili Airlines :..... | 23 |
| 1.5. Les services fournissent par Tassili Airlines :..... | 25 |
| 1.5.1. Vols charters pétroliers :..... | 25 |
| 1.5.2. Vols à la demande : | 25 |
| 1.5.3. Vols réguliers domestique :..... | 26 |
| 1.5.4. Travail aérien :..... | 26 |
| 1.5.5. Infrastructures :..... | 28 |
| 1.6. Conclusion :..... | 29 |
| <u>Chapitre 02 : Le suivi des performances des aéronefs :</u> | |
| 2.1. Introduction: | 31 |
| 2.2. Exigences réglementaires :..... | 31 |
| 2.2.1. Le suivi des performances des aéronefs :..... | 31 |
| 2.2.2. Les paramètre affectant la dégradation :..... | 32 |
| 2.2.3. L'utilisation des résultats de suivi des performances :..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 2.3. Processus d'application du suivi des performances sur le système préparation des vols et le système FMS : | 34 |
| 2.3.1. Description de système de gestion de vol (FMS) Flight Management Système : | 34 |
| 2.3.2. Les informations exploitées par le (FMS) Flight Management System : | 37 |
| 2.3.3. Les informations fournies par le (FMS) Flight Management Système : | 39 |
| 2.4. Enregistrement des données : | 41 |
| 2.4.1. Enregistrement manuel : | 42 |
| 2.4.2. Enregistrement automatique : | 46 |
| 2.5. Méthodes de suivi des performances des aéronefs : | 50 |
| 2.5.1. Méthode de suivi des performances des aéronefs manuel : | 50 |
| 2.5.2.: Méthode de détermination de suivi des performances des aéronefs : | 54 |
| 2.6. Conclusion : | 64 |

Chapitre 03: Utilisation de l'APM pour le suivi des performances du B 737-800

| | |
|--|----|
| 3.1. Introduction : | 66 |
| 3.2. Historique sur les appareils de type B737 : | 66 |
| 3.2.1. Les différentes générations de Boeing 737 : | 66 |
| 3.3. Les caractéristiques du B737-800 : | 68 |
| 3.3.1. Fiche technique : | 69 |
| 3.3.2. Dimensions : | 70 |
| 3.3.3. Performances : | 71 |

| | |
|---|-----|
| 3.4. Motorisation du B737-800 :..... | 71 |
| 3.5. Le suivi les performances du B737-800 en utilisant le programme APM :..... | 72 |
| 3.5.1. Utilisation programmation APM :..... | 72 |
| 3.5.2. Les résultats d'analyse de l'APM:..... | 80 |
| 3.5.3. Interprétation des résultats :..... | 86 |
| 3.6. Conclusion :..... | 87 |
| <u>Conclusion et perspectives</u> :..... | 88 |
| Annexe 01 : Généralité sur le JETPLAN..... | 92 |
| Annexe 02 : Performance log..... | 107 |
| Annexe 03 : DSIRF..... | 111 |
| Annexe 04 : Définition des mots-clés (INPUT,OUTPUT)..... | 113 |

Liste des figures:

| | | |
|--------------|---|----|
| Figure 1.1 : | L'organisation de la compagnie de tassili Airlines | 22 |
| Figure.2.1 : | Les forces appliquées sur l'aéronef | 33 |
| Figure.2.2: | FMC | 36 |
| Figure.2.3: | Les fonctionnalités de FMS | 37 |
| Figure.2.4 : | Exemples de dégradation cellules..... | 43 |
| Figure.2.5: | L'angle de dérapage..... | 45 |
| Figure.2.6 : | Gestion des données (par des notes de service)..... | 47 |
| Figure.2.7: | Les enregistreurs à bord de l'avion (ACMS)..... | 48 |
| Figure.2.8 : | Comparaison entre les différentes méthodes de calcul manuel de la suivi de performances et les résultats de l'IFP..... | 54 |
| Figure.2.9 : | L'organisation de logiciel BPS..... | 55 |
| Figure.2.10: | Ecoulement générale de données dans le programme APM ... | 62 |
| Figure.2.11: | Processus de calcul dans le programme APM | 63 |
| Figure.3.1: | Production des B737 ancienne génération..... | 67 |
| Figure.3.2: | Production des B737 nouvelles génération..... | 68 |
| Figure.3.3 : | Dimension d'avion..... | 70 |
| Figure.3.4: | Motorisation du B737-800..... | 71 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Figure.3.5: | Les tendances de dégradation du fuel milleage en (%) pour les aéronefs d'un seul couloir et de deux couloirs..... | 81 |
| Figure.3.6: | La variation des coefficients de dégradation du 7T-VCA..... | 82 |
| Figure.3.7: | La variation des coefficients de dégradation du 7T-VCB..... | 83 |
| Figure.3.8: | La variation des coefficients de dégradation du 7T-VCC..... | 84 |
| Figure.3.9: | La variation des coefficients de dégradation du 7T-VCD..... | 85 |

Liste des tableaux:

| | | |
|---------------|---|----|
| Tableau 1.1: | La flotte de la compagnie Tassili Airlines | 27 |
| Tableau 1.2: | Représente les aéronefs léger | 27 |
| Tableau.2.1 : | Processus de suivi des performances | 34 |
| Tableau.2.2 : | Les critères de stabilité | 46 |
| Tableau.2.3: | Les données nécessaires pour suivi des performances d'un aéronef | 49 |
| Tableau.2.4 : | Comparaison entre les méthodes d'analyse des données récupérer..... | 53 |
| Tableau.2.5 : | Liste complète des mots-clés | 64 |
| Tableau.3.1 : | La fiche technique d'avion 737-800..... | 69 |
| Tableau.3.2: | Dimensions..... | 70 |
| Tableau.3.3: | Performances Boeing..... | 71 |
| Tableau.3.4: | Caractéristiques et performances du moteur CFM5..... | 72 |
| Tableau.3.5: | Les dégradations d'avion 7T-VCA | 82 |
| Tableau 3.6: | Les dégradations d'avion 7T-VCB | 83 |
| Tableau 3.7: | Les dégradations d'avion 7T-VCC | 84 |
| Tableau.3.8: | Les dégradations d'avion 7T-VCD..... | 85 |
| Tableau.3.9: | Les valeurs des coefficients de dégradation obtenues par le programme APM..... | 86 |

Glossaires:

1. Abréviations :

| Abréviation | Signification (Anglais) | Signification (Français) |
|--------------------|--|---|
| <u>A</u> | | |
| A ₀ | loads Engine by increasing | Charges du moteur par accroissement |
| A ₁ | factor load Engine | Facteur de charge moteur |
| ACARS | Aircraft communication addressing and reporting system | Système de transmission des données de performance |
| ACMS(CADV) | Aircraft Condition Monitoring Systems | Système De Surveillance D'État D'Avion |
| ADC | Aerospace Defense Command | Commandement de la défense aérienne |
| AFCS | Automatic Flight control System | Système de contrôle automatique de vol |
| ALT | Altitude | Altitude |
| APM | Airplane Performance Monitoring | surveillance de performance d'avion |
| APU | Auxiliary Power Unit | Moteurs auxiliaires de puissance |
| <u>C</u> | | |
| C _d | drag coefficient | coefficient de traînée. |
| CDU | Control Display Unit | Unité d'affichage de contrôle |
| CG | Centre of gravity | Centre de la gravité |
| CG _{init} | Centre of gravity initial | Centre de la gravité initial |
| <u>D</u> | | |
| DB | Data Base | Base de données |
| DME | Distance Measuring Equipment | Dispositif de mesure de distance |
| DSIRF | Digital Standard Input Record Format | Format standard d'enregistrement des Entrée numérique |

Glossaires

| | | |
|----------|---|---|
| E | | |
| ECAM | Electronic Centralised Aircraft Monitor | Moniteur électronique centralisé de bord |
| EPR | Evolutionary Power Reactor | taux de pression moteur |
| F | | |
| FCOM | flight Crew Operating Manual | manuel de fonctionnement des Équipages |
| FF | Fuel Flow | Consommation Horaire |
| FM | fuel mileage | consommation distance exprimée (NM/LB) |
| FMC | Flight Management Computer | Calculateur de gestion de vol |
| FMS | Flight managment systeme | Description de système de gestion de vol |
| FOB | Fuel On Board | Méthode du carburant embarqué |
| FQ | Fuel Quantity | Quantité de carburant |
| FQI | Fuel Quantity Indicator | Indicateur de Quantité du carburant |
| FLHV | Fuel Lower Heat Value | Valeur carburent |
| G | | |
| GE | General Electric | General Electric (Entreprise américaine) |
| GENLOD | Generation of safe code | chargement électrique moyen du générateur en % du maximum |
| GS | Ground speed | vitesse au sol [kt]. |
| GPS | Global positioning system | Système mondial de localisation |
| H | | |
| HDG | Heading | Cap |
| HLD | Holding | Attente |
| HSE | Health Safety and Environment | Hygiène, Sécurité et Environnement. |
| Ht | Height Total | hauteur totale [ft]. |
| IATA | International Air Transport Association | Association de transport aérien international |
| IOSA | IATA Operational Safety Audit | les systèmes de gestion et de contrôle des opérations |
| ILS | Instrument landing system | Système d'atterrissage aux instruments |
| IPF | In high speed | calculs des performances à grande |

Glossaires

| | | |
|-------------------|--|---|
| | performance calculator | vitesse |
| ISO | International Standards Organization | Organisation standard international |
| IRU | Inertial reference unit | unité de référence inertielle |
| K | | |
| K _{trim} | Adjustment coefficient | coefficient d'adaptation. |
| L | | |
| LEMAC | MAC distance relative to the origin [pushes]. | distance du MAC par rapport à l'origine [pousse]. |
| LHV | Lower Heat Value | le pouvoir calorifique inférieur du carburant |
| M | | |
| M | Mach | nombre de mach |
| MCDU | Multipurpose Control and Display Unit | Control Display Unit Multi-Purpose et Avionics |
| MLW | Maximum landing weight | Masse Maximum de Structure à l'Atterrissage |
| MSIRF | Manual standard input recording format | format d'enregistrement standard manuel de données. |
| MTOW | Maximum takeoff weight | Masse Maximum de Structure au Décollage |
| MTW | Maximum Taxi Weight | Masse Maximum de Structure de Manœuvre au Sol |
| MZFW | Maximum zero fuel weight | Masse Maximum Sans Carburant |
| N | | |
| N 1 | Power setting required | la comparaison de la consommation réelle à la consommation théorique |
| NAVAIDS | radio navigation aids | les aides à la radionavigation |
| NDB | Non-directional radio beacon | Radiophare non directionnel |
| Nom HP | Extraction rated by engine power expressed in [horse]. | extraction de puissance nominale par moteur, puissance exprimé en [cheval]. |
| NG | Next Generation | Génération suivantes |
| O | | |
| OACI | International Civil Aviation Organization | Organisation de l'aviation civile internationale |
| P | | |
| PH | autopilot | Pilote automatique |
| PMC | Programme Management Cell | programme de gestion du Cellule |
| PMS | Performance | Système de gestion du rendement |

Glossaires

| | | |
|-------------------|--|--|
| | Management System | |
| PNT | The flight crew | Personnel Navigant Technique |
| QFU | Magnetic orientation of runway | Direction magnétique de la piste |
| R | | |
| Rn | | Nombre de Reynolds. |
| RR | Rolls-Royce | Rolls-Royce (type de moteur) |
| RS | Specifique range | Rayon spécifique |
| S | | |
| S | Wing surface | Surface des ailes [ft ²]. |
| SAT | Static air temperature | Température de l'air statique |
| SIE | Internal security establishment | Sûreté interne établissement |
| SID | Standard instrument departure | Départ normalisé aux instruments |
| SGS | Security management system | Système de Gestion de la Sécurité |
| SGQ | Quality Management System | Système de Gestion Qualité |
| SSE | Health , Safety and Environment | Sante, Sécurité , environnemen |
| STAR | Standard instrument arrival | Arrivée normalisée aux instruments |
| T | | |
| T _{amb} | Room temperature | Température ambiante [°C]. |
| TAS | True airspeed | Vitesse propre |
| TAT | Total temperature | Température totale [°C]. |
| Th | Deflection coefficient | Coefficient de déviation |
| THR | Degradation coefficient of the thrust required | Coefficient de déviation de la poussée requise |
| T _{fuel} | Fuel temperature | Température du carburant [°C]. |
| TOC | Top of climb | Fin de montée |
| TOW | Take of weight | Masse au décollage |
| TRQD | Thrust required | Poussée requise. |
| TTR | Real road | Route vraie |
| V | | |

Glossaires

| | | |
|-----------------|----------------------------------|--|
| V_{wind} | Speed Wind | Vitesse du vent [kt]. |
| V_g | rate of climb | Vitesse ascensionnelle. |
| VIP | Very important person | Personnalité importante |
| VOR | VHF omnidirectional radio range | Radiophare omnidirectionnel VHF |
| <u>W</u> | | |
| W | Gross weight of the aircraft | masse brut de l'avion |
| W_{corr} | Corrected weight of the aircraft | masse corrigé de l'avion |
| WTCGBS | Centering without fuel | position du centre de gravité des réservoirs en vol par rapport à l'origine. |
| <u>Z</u> | | |
| Z | Coordinated Time Universal | Temps universel coordonné (dans les messages météorologiques) |
| ZFW | Zero fuel weight | masse sans carburant |

2. Définitions :

| Thermes | Définitions |
|---------------------------------|---|
| <u>A</u> | |
| <u>ACARS</u> | C'est un système numérique de liaison de données pour la transmission de petits messages entre avion et stations au sol par l'intermédiaire de radio ou satellite. Le protocole a été défini dans les années 70 et les utilisations télex formats. |
| <u>ACMS</u> | Système enregistrer les paramètres significatifs et opérationnelles pour les faire exploités dans le contrôle des moteurs et l'analyse des problèmes spécifiques de l'avion. |
| <u>Angle de dérapage</u> | Terme général indiquant que le vecteur vitesse-air n'est pas dans le plan de symétrie de l'appareil. Le vol "dérapé rectiligne" est un vol à cap constant avec dérapage stabilisé. |
| <u>D</u> | |
| <u>DB (database)</u> | Une base de données (son abréviation est BD, en anglais DB, database) est une entité dans laquelle il est possible de stocker des données de façon structurée et avec le moins de redondance possible. Ces données doivent pouvoir être utilisées par des programmes, par des utilisateurs différents. Ainsi, la notion de base de données est généralement couplée à celle de réseau, afin de pouvoir mettre en commun ces informations, d'où le nom de base. On parle généralement de système d'information pour désigner toute la structure regroupant les moyens mis en place |

| | |
|--------------------------|---|
| | pour pouvoir partager des données. |
| <u>F</u> | |
| <u>FMS(SGV)</u> | Le FMS est un système aide les équipages navigants à calculer le plan de vol le plus efficient et dirige l'appareil de façon automatique. |
| <u> finesse</u> | La finesse est une caractéristique aérodynamique; c'est le rapport entre la portance et la traînée. Elle est souvent désignée par le terme anglophone L/D ratio (Lift/Drag ratio = rapport portance/traînée). |
| <u>H</u> | |
| <u>HERMES</u> | Est un logiciel utiliser pour déchiffrer les codes qui sont émis par l'ACARS |
| <u>M</u> | |
| <u>MCDU</u> | Unité D'Visualisation Multifonction De Commande. Un dispositif de texte-seulement qui montre des messages à l'équipage aérien et les accepte servent d'équipier l'entrée sur (integrated) le clavier. MCDUs ont sept ports entrés et peuvent être employés avec sept systèmes différents, comme CMU ou FMS. Chaque système s'est relié à un MCDU produit de ses propres pages d'affichage et accepte l'entrée de clavier, quand il est choisi comme système commandant le MCDU. |
| <u>p</u> | |
| <u>la poussée</u> | la poussée est la force exercée par l'accélération de gaz (souvent de l'air ou des gaz résultant d'une combustion) grâce à un moteur, dans le sens inverse de l'avancement. |
| <u>S</u> | |
| <u>SID</u> | Une procédure SID (de l'anglais Standard Instrument Departure) est la route à suivre au départ d'un aéroport par un aéronef évoluant en régime de vol IFR. Elle est publiée sur une carte qui regroupe la projection au sol de la trajectoire à suivre (distance et relèvement par rapport à l'aéroport ou par rapport à une balise) ainsi que les différentes altitudes de survol. |
| <u>STAR</u> | Une procédure STAR (de l'anglais Standard Terminal Arrival Route) est la route à suivre à l'arrivée sur un aéroport par un aéronef évoluant en régime de vol IFR. Elle est publiée sur une carte qui regroupe la projection au sol de la trajectoire à suivre (distance et relèvement par rapport à l'aéroport ou par rapport à une balise) ainsi que les différentes altitudes de survol. La procédure STAR est suivie par la procédure d'approche pour la piste en service sur l'aéroport de destination. |

Introduction :

Dans les dernières années le domaine de « transport aérien » devient de plus en plus compétitif nécessitant des compétences et des investissements énormes dans le domaine des opérations pour faire face à la concurrence.

Le carburant contribue plus de 10% aux coûts directs d'exploitation, la maintenance dépasse les 25%, donc l'opération a besoin d'avoir des informations précises et divers sur les conditions d'utilisation des avions et leurs performances.

Pour « Tassili Airlines» chaque avion doit effectuer en moyen un grand nombre d'heure de vol par mois, la flotte de la compagnie nationale présente donc un nombre considérable de pannes provenant de différentes causes en ajoutant à cela la dégradation des performances des avions ce qui fait du suivie de performances une nécessité pour permettre une exploitation optimale.

L'exploitation des aéronefs engendrera une dégradation des performances au niveau de la cellule et moteur due aux condition météorologique, maintenance...Etc. qui aura un impact sur la consommation carburant exprime en coefficient de dégradation qui sera introduit dans le système de calcul de plan de vol automatique conformément aux exigences réglementaires.

L'objet de ce travail est de faire un suivie de performances de la flotte Boeing de la compagnie Tassili Airlines en faisant le calcul des coefficients de dégradation en utilisant le programme APM.

Ce travail est organisé comme suit : nous commençons par une introduction à l'étude.

Le premier chapitre « Présentation de la compagnie tassili Airlines et sa flotte » qui donne une présentation de la compagnie Tassili Airlines et ces aéronefs.

Dans le second chapitre « Le suivie des performances des aéronefs » nous présentons les exigences réglementaire et d'une manière générale les différentes méthodes d'analyse et l'opération de suivie des performances

Nous présentons dans le troisième chapitre « Utilisation de l'APM pour suivie les performances de Boeing 737-800 » Nous avons commencé ce chapitre introduit le Boeing 737-800, Avec la mise à disposition des étapes que nous suivons dans le programme de l'APM pour surveiller la performance de notre flotte.

Et Nous terminerons enfin par une conclusion et les perspectives.

Chapitre01 : Présentation de la compagnie Tassili Airlines et sa flotte

1.1. Introduction :

Une compagnie aérienne est une entreprise de transport aérien qui transporte des passagers ou/et du fret. Les compagnies aériennes louent ou achètent leurs aéronefs pour offrir leurs services. Nous présentons dans ce chapitre la compagnie Tassili Airlines ainsi et sa flotte.

1.2. Présentation de la compagnie TASSILI AIRLINES :

Tassili Airlines a été créée le 30 mars 1998, à l'origine il s'agissait d'une joint-venture entre le groupe pétrolier algérien Sonatrach (51% du capital social) et la compagnie aérienne Air Algérie (49% du capital social). Sa mission était de réaliser des services aériens dédiés aux sociétés pétrolières et para-pétrolières en Algérie. [1]

En avril 2005, le groupe Sonatrach a acheté les parts que détenait Air Algérie pour en faire une filiale à part entière, pour arriver à la création d'une Société de transport aérien pour la prise en charge de la relève pétrolière et parapétrolière dans les meilleures conditions de sécurité, ponctualité, qualité, flexibilité et confort. Pour les Pouvoirs Publics ; Souhait de voir Tassili Airlines contribuer au développement du transport régulier national et du travail aérien.

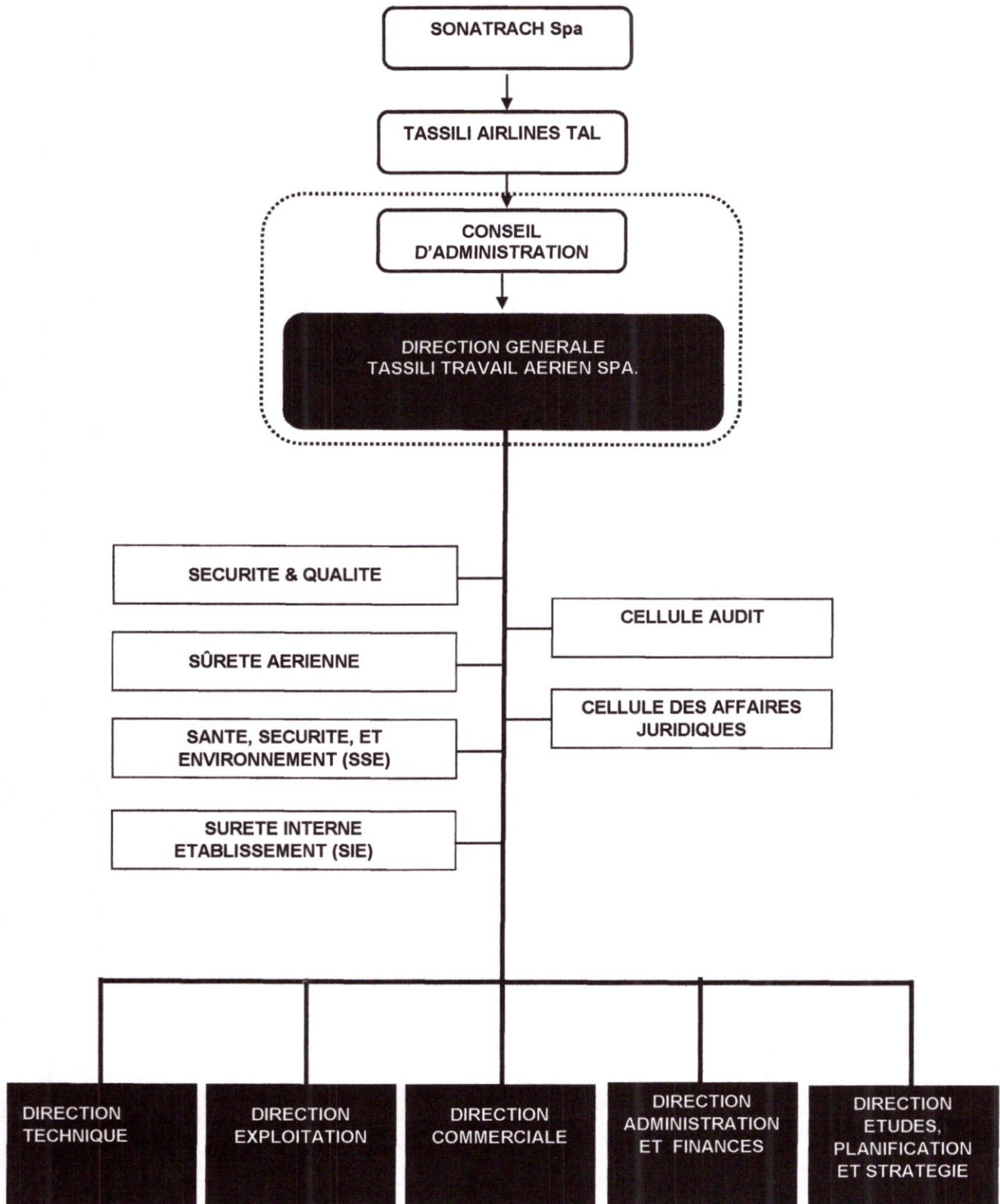


Figure.1.1 : L'organisation de la compagnie de tassili Airlines [1]

1.3. Les Domaines d'activité de Tassili Airlines :

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

1.4. Les différentes missions de Tassili Airlines :

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

- Réalisation de vols réguliers.
- Réalisation de vols à la demande.
- Affrètement technique des aéronefs.
- Entretien technique des aéronefs.
- Formation du personnel technique aéronautique.
- Activité connexe (Catering, assistance au sol, représentation).

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

1.4.1. La Politique de Tassili Airlines :

Une politique articulée autour de 5 engagements fondamentaux :

- Sécurité des Vols
- Sûreté Aérienne
- Qualité
- HSE
- Certification IOSA

- L'implication collective garante de l'efficacité maximale (Sensibilisation et harmonisation des processus).

a).Sécurité des Vols :

La sécurité des vols est basée sur l'implémentation du Système de Gestion de la Sécurité (SGS) exigé par l'OACI :

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

b).Sûreté Aérienne :

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

- Création de la structure chargée de la Sûreté Aérienne.
- Élaboration du programme de sûreté de la Compagnie.

c).Qualité :

1. Implémentation du Système de Gestion Qualité (SGQ) exigé par la réglementation nationale et internationale.
2. Programme d'Audit Qualité 2011 approuvé et en cours d'exécution
- 3.Sensibilisation du personnel de Tassili Airlines en matière de Qualité et de Facteur Humain.

4. Surveillance permanente de l'application des procédures réglementaires.
5. Application du principe de l'amélioration continue.

d).HSE (Hygiène, sante, sécurité et environnement) :

- Application effective de la politique du Groupe SONATRACH en matière d'hygiène, santé, sécurité et environnement.
- Maitrise des risques professionnels en entreprise.
- Coordination des travaux en vue de l'obtention des certifications ISO 14001 et OHSAS 18001 dès 2012.

e).IOSA (IATA Audit de Sécurité Opérationnelle) :

Tassili Airlines s'est inscrite volontairement dans le programme IOSA (IATA Operational Safety Audit) en vue de rehausser le niveau de sécurité de ses activités

1.5. Les services fournis par Tassili Airlines :

1.5.1. Vols charters pétroliers :

Les vols charters pétrolier sont pour intérêt de faciliter les voyages professionnels selon des vols navettes qui représente la vocation première de Tassili Airlines

C'est la vocation première de Tassili Airlines qui collabore avec les sociétés pétrolières, para pétrolières et toutes celles du secteur de l'énergie et des mines, en mettant à leur disposition des vols charters dédiés à leurs besoins spécifiques. [1]

1.5.2. Vols à la demande :

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

1.5.3. Vols réguliers domestique :

Tassili Airlines possède un réseau de ligne régulières publique en Algérie exploitées en aéronef Boeing de 155 sièges, Bombardier Q400 de 74 sièges et Bombardier A200 de 37 sièges. De nouvelles autres lignes suivront au fur et à mesure du renforcement de la flotte de Tassili Airlines. [1]

1.5.4. Travail aérien :

a).Une multitude de services aériens:

- Balayage laser par hélicoptère.
- Prises de vues aériennes sur CESSNA ou PILATUS.
- Thermographie.
- Surveillance des Lignes à Haute Tension et Très Haute Tension sur un réseau de 27 000 km.
- Surveillance de pipelines sur un réseau de 16 000 km extensible à 21 000 km.
- Traitement phytosanitaires fertilisation ensemencement prospection et lutte anti acridienne lutte contre incendies de forêts en collaboration avec la protection civile algérienne. [1]

b).La flotte de la compagnie Tassili Airlines :

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

| Aéronef | Type de moteur | Capacité | Rayon d'action | Vitesse de croisière |
|-------------------------|---------------------|------------|----------------|----------------------|
| Boeing 737 - 800 | biréacteur | 155 sièges | 5000 Km | 900 Km/h |
| Bombardier Q400 | bi turbopropulseurs | 74 sièges | 2415 Km | 667 Km/h |
| Bombardier Q200 | bi turbopropulseurs | 37 sièges | 1802 Km | 537 Km/h |
| Beechcraft 1900D | bi turbopropulseurs | 18 sièges | 2000 Km | 480 Km/h |

Tableau 1.1: La flotte de la compagnie Tassili Airlines[1]

L'aéronef Beechcraft 1900D est parmi les Aéronefs régionaux les plus perfectionnés du monde sur le plan technologique. Il présente une cabine améliorée. De plus faibles coûts d'exploitation, une faible consommation de carburant et de faibles émissions-assurant un équilibre idéal entre le confort des passagers et les coûts d'exploitation, avec une fiche environnementale inégalée.

| Aéronefs | Type de moteur | Capacité | Autonomie | vitesse | Version Evasan |
|--------------------------------|--|-------------|-----------|----------|---------------------------------|
| Cessna 208 G/C | monomoteur turbopropulseur | 9 passagers | 5h00 | 280 Km/h | 2 civieres et 2 accompagnateurs |
| Pilatus PC6 | mono moteur turbopropulseur de type STOL | 7 passagers | 7h40 | 220 Km/h | 2 civieres + 1 accompagnateur |
| Bell 206 LR Hélicoptère | mono turbine Bell 206 Long Ranger | 5 passagers | 3h00 | 200 Km/h | 1 civiere et 1 accompagnateur |

Tableau 1.2:Représente les aéronefs léger.[1]

1.5.5. Infrastructures :

Tassili Airlines dispose de centre de maintenance et d'exploitation :

a).Centre de maintenance :[1]

- Capacité de traitement aéronef : deux Q400 et deux Q200.
- Hangar de 72 X65m disposant de 1800 m² de locaux.
- 900 m² au rez-de-chaussée : ateliers, magasins, bureaux de contrôle et de supervision.
- 900 m² au 1er étage : bureaux, salle de réunion, de formation, de documentation et bibliothèque technique.

b).Centre d'exploitation :

Surface de 3000 m² répartie sur 3 niveaux : bureaux, salles d'opérationsaériennes, salle de repos pour équipage, salle de briefing-débriefing, documentation et bibliothèque technique. [1]

c).Projets en cours de réalisations :

- Hangars pour aéronef à Hassi Messaoud.
- Base à Hassi Messaoud.
- Siege sociale définitif du groupe à Alger.
- Un accord cadre de cession et de réalisation d'un siège sociale pour groupe TAL a été signé le 5 août 2007 entre COSIDER et TASSILI AIRLINES.
- Modification en cours de l'architecture du bâtiment (style arabo-mauresque)
- Signature prochaine du contrat de réalisation, entre les parties, pour entamer les travaux de gros œuvre.
- Direction régionale et structure d'hébergement à Hassi Messaoud.
- Centre de location signé en septembre 2007 pour une durée de 2 ans.
- Bâtiment d'une superficie globale de 1125 m² abrite les services de la direction régionale de Hassi Messaoud ainsi que l'hébergement des équipages.
- Base de vice à Hassi Messaoud.

d).Ressources Humaines :

d).1.Recrutement :

Une démarche de développement des Ressources Humaines est mise en œuvre en appui à la stratégie de la Compagnie: Plans annuels de recrutement et de formation ciblant en priorité les métiers clés (Maintenance, Exploitation et Commercial). Outils modernes de GRH (Bourse de l'Emploi pour les postes de responsabilité et sélection pour les postes clés de la Compagnie).

d).2.Formation:

Poursuite des efforts de valorisation du potentiel humain et amélioration constante de ses performances techniques par des actions de formation et de perfectionnement
Effort focalisé sur les formations qualifiantes du Personnel Navigant et de maintenance.


d).3.Stratégie :

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

- la modernisation de son organisation;
- la mise en conformité des pratiques et des procédures;
- le renforcement de tous ses moyens matériels et humains;
- Sur le plan de l'activité commerciale, un programme de développement ciblant aussi bien le marché pétrolier que celui du grand public est envisagé en vue d'augmenter les parts de marché de Tassili Airlines tout en intensifiant l'exploitation des segments de marché existants.

1.6.Conclusion :

La compagnie Tassili Airlines contribue au développement du transport aérien régulier national et du travail aérien, en matière de sécurité, de sûreté et de qualité opérationnelle des compagnies aériennes.



Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

2.1. Introduction :

Nous abordons dans ce chapitre les méthodes de suivi des performances qui sont utilisées les données récupérées par l'enregistreur qui est à bord de l'aéronef pour calculer les coefficients de dégradations puis nous allons comparer ces résultats avec les coefficients Standard ; si nous détectons des dégradations importantes il doit les signaler au service de maintenance qu'il découvre les causes de ce problème et le corriger.

2.2. Les Exigences réglementaires :

L'exploitant doit disposer d'un système, processus et / ou des procédures pour s'assurer la quantité utilisable pour être transporté sur un aéronef selon DSP 4.3.1 et pour cela, nous prenons en compte, la base des données et les conditions d'exploitation suivantes pour chaque vol prévu ;

À condition que les données actuelles de l'aéronef sont disponibles et doivent être surveillés par le système de contrôle de la consommation de carburant ; si non les données doivent être fournies par le constructeur de l'aéronef

2.2.1. Le Suivi des performances des aéronefs :

2.2.1.1. Les Enjeux :

Le suivi des performances des aéronefs se fait par la mesure de la consommation réelle de carburant pour un aéronef donné. Le but est de pouvoir déterminer avec le plus de précision possible la consommation d'un aéronef, afin de déterminer le carburant à embarquer pour un vol donné. [2]

La réglementation impose, en plus du délestage prévu pour 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'aéronef (sous forme des abaques pour les calculs manuels de formules ou pour les calculs par ordinateur). Ces données

correspondent à un aéronef standard (déterminées pour un type d'aéronef par le calcul et lors d'essai en vol).

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

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

2.2.2. Les paramètres affectant la dégradation :

La dégradation des performances peut être en effet due à deux causes : [2]

2.2.2.1. 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 doit alors être envisagée.

2.2.2.2. Dégradation des performances aérodynamiques de la cellule:

Pour des conditions de vol données, la poussée (voire la figure.2.1) 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 de maintenance pourra dans ce cas également être lancée.

b) La masse de l'aéronef, une pesée de l'aéronef permettra de corriger éventuellement la masse de base de l'aéronef.

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 Annaba par exemple, les passagers sont statistiquement plus légers que vers Tamanrasset). Un traitement des relevés par destination du vol permettra de confirmer cette hypothèse.

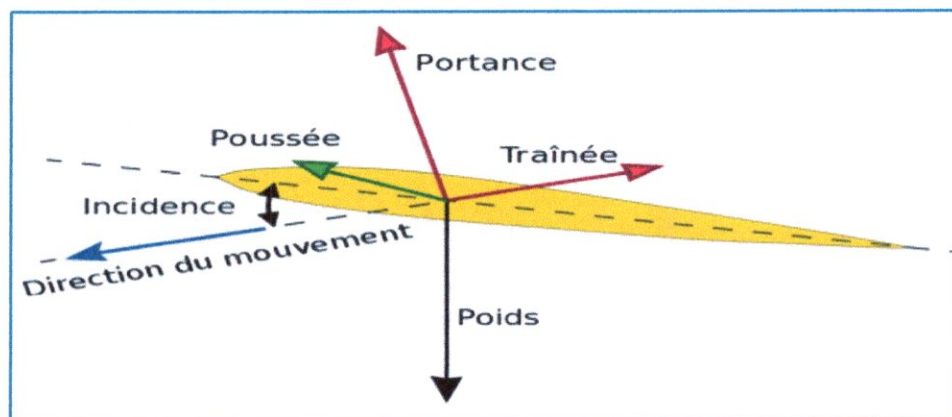


Figure.2.1 : Les forces aérodynamiques appliquées sur un aéronef

2.2.3. L'utilisation des résultats de suivi des performances :

Les résultats de suivi des performances aéronefs sont utilisées dans le but de : [2]

- Ajuster le facteur performance (RS) pour :
 - plan de vol technique (JETPLAN) ; (voir l'annexe n°01)
 - les prédictions FMS.

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

- Pour contrôler les conditions périodiques de l'aéronef dans le but d'analyser la tendance d'un aéronef donné ou la flotte, et actionner les corrections :
 - au niveau de maintenance ;
 - Les restrictions de routes.

- Il permet de développer des statistiques sur la consommation du carburant de la flotte et établir une politique d'économie carburant pour la compagnie.

| Maintenance Moteur | Opération | Maintenance cellule et APU |
|---|--|---|
| -suivie des performances moteur. -calibrage des indicateurs vitesse et leurs sources. -control de masse (OEW) masse à vide opérationnel | -les restrictions de routes. -la préparation des vols (JETPLAN). -le facteur performance FMS | -suivie de l'APU. -suivie des performances cellule. -élaboration des procédures de maintenance. |

Tableau.2.1 : Processus de suivi des performances [2]

2.3. Processus d'application du suivi des performances sur le système préparation des vols et le système FMS :

2.3.1. Description de système de gestion de vol (FMS) Flight Management Système :

2.3.1.1. But du FMS :

Il permet grâce notamment à une centrale inertielle couplée à un calculateur d'assister le pilote pendant le vol. Il lui fournit des renseignements sur le pilotage, la navigation, les estimées, la consommation, etc.

Le pilote dispose d'une interface lui permettant avant le départ d'entrer son plan de vol. Il s'agit d'une sorte de « contrat » passé au préalable avec les autorités du contrôle aérien qui décrit la façon dont le vol va se dérouler.

À partir de plan de vol, le FMS calcule la trajectoire qui sera affichée sur les écrans de visualisation et une estimation de l'ensemble des données susceptibles d'être utile au pilote pendant le vol: heures de passage aux différents points du plan de vol, estimation de la quantité de fioul à bord, etc. Le FMS est en général couplé au pilote automatique pour l'assister dans le guidage de l'avion.

a). Système de pilotage automatique :

AP (système de communication par micro permettant à l'équipage de s'adresser aux passagers) ou AFCS - Automatic Flight Control System.

Il permet, grâce à un ensemble de servocommandes, d'asservir l'avion dans une configuration de vol (mode de base) ou sur une trajectoire donnée (mode supérieur). Ces deux systèmes partagent le ou les mêmes calculateurs. Ils fonctionnent selon trois phases : armé (le calculateur acquiert les données), capture (le calculateur indique les corrections à effectuer) et maintien (le calculateur tient les paramètres).

b). Directeur de vol (DV):Flight Director (FD) en anglais

Il fournit au pilote de l'avion une aide, en lui indiquant le sens et l'amplitude des manœuvres à effectuer pour amener l'avion dans une configuration de vol ou sur une trajectoire sélectionnée. Il se présente sous la forme de « moustaches » sur l'horizon artificiel qu'il s'agit de faire correspondre avec la maquette de l'avion qui y figure, ou sur la forme d'une croix sur laquelle aligner le repère central représentant l'avion.

2.3.1.2. Les Composantes du système FMS :[2]

a).CDU ou MCDU :

Interface de commande et de contrôle assurant les fonctions suivantes :

- insertion initiale et actualisation par un clavier multiplexé et éclairé ;
- visualisation du 'plan de vol' et d'informations sur plusieurs pages par un écran polychrome ;
- signalisation de messages de défaillance ;
- affichage 'ambre' des informations de défaillance ;
- affichage 'rouge' des informations concernant la sécurité.

Chaque pilote dispose d'un CDU ou MCDU généralement disposée sur le pylône central du cockpit :

b).FMC :

Calculateur numérique haute capacité effectuant les calculs de navigation et de performance ainsi que l'élaboration des ordres de guidage et de gestion de trajectoire.

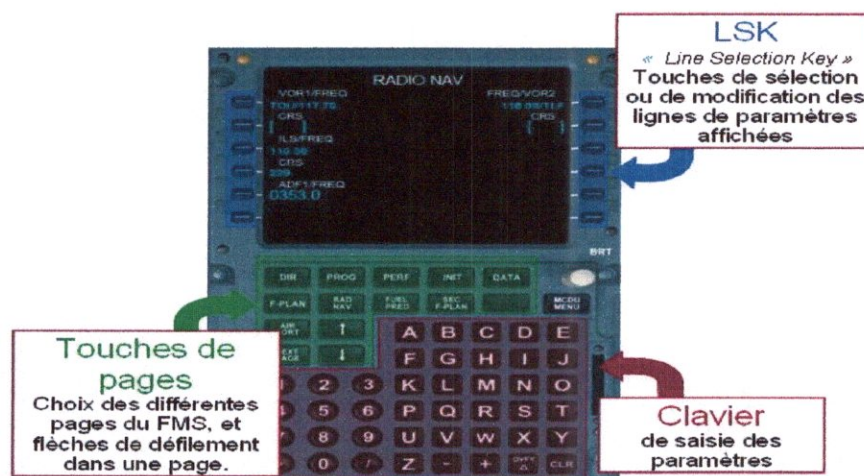


Figure.2.2: FMC

Le dialogue avec le FMC s'effectue via le MCDU. L'équipage peut entrer des données dans le FMC en utilisant indifféremment n'importe quel interface. Chaque pilote peut choisir de façon indépendante la page désirée sur son propre MCDU.

2.3.1.3. Fonctionnalités basiques :

Le FMS synthétise 2 fonctionnalités :

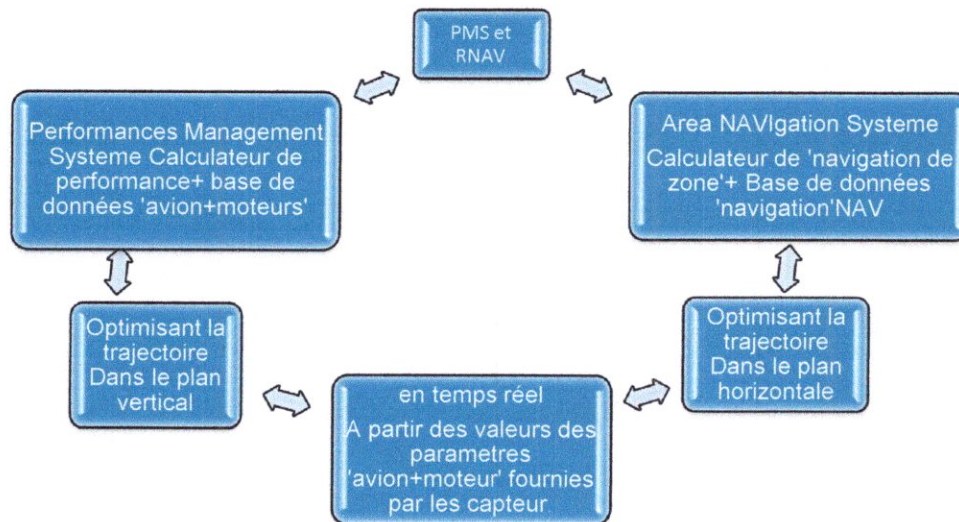


Figure.2.3:Les fonctionnalités de FMS [2]

2.3.2. Les informations exploitées par le (FMS) :[2]

a). Les données « plan de vol » :

- Aéroport de départ (piste(QFU)) ;
- Aéroport d'arrivée (piste(QFU)) ;
- Aéroport de dégagement ;
- Routes, altitudes ;
- Masse 'aéronef' sans carburant (ZFW) et carburant au bloc ;
- Température et vent prévus ;

(2) Les valeurs instantanées des paramètres 'avion+moteurs' fournies par les capteurs ;

(3a) la partie « performances 'avion+moteur' » de la base de données

➤ Informations figurant habituellement dans le manuel d'utilisation de l'aéronef (ainsi que éventuellement des données spécifiques aux moteurs) ;

(3b) la partie « navigation » de la base de données

➤ Informations définissant l'atmosphère standard, les aides à la radionavigation (NAVAIDS), les routes aériennes (AIRWYS), les aéroports (AEROPORT)...

En fait, les données « plan de vol » suffisent à déterminer directement :

- Le profil de vol optimal ;
- Les informations « segments ou tronçons » (legs) dans le plan horizontal.

(3a) et surtout (3b) sont spécifiques à l'exploitant qui se doit, par sécurité, de les actualiser (Data Loading) avec une périodicité convenable.

Précisions également que (3b) comporte :

- La localisation et les caractéristiques d'émission des aides de radionavigation (balises NDB, stations VOR / DME, émetteurs ILS, indicatifs et fréquence) ;
- Les caractéristiques d'exploitation des pistes d'aéroport (QFU, longueur de piste, altitude terrain) ;

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

- Les cheminement de départ et d'arrivées de zone terminales d'aéroport (SID et STAR) ;
- Les contraintes ATC éventuelles (niveau de vol et vitesse).

Les capteurs fournissant (2) sont :

- Pour la fonctionnalité « PMS » :

- Centrale aérodynamique ADC = paramètres aérodynamiques de vol ;
- Débitmètres FF (Fuel Flow) +jaugeurs éventuellement FQ (Fuel Quantity)

=> Consommation « carburant » et masse instantanée « aéronef ».

- Pour la fonctionnalité « RNAV » :

- centrale inertielle IRS ou INS ;
- récepteurs VOL/DME ;
- récepteurs ILS ;
- récepteurs GPS.

=>paramètres de localisation

2.3.3. Les informations fournies par le (FMS) Flight

Management Système :

Diverses fonctions sont visualisables sur l'écran du CDU ou MCDU sous la forme de ' page' dont l'apparition est commandée à partir du clavier et qui concernent :

- La gestion « verticale » :
 - Point de fin de montée ou de débit de descente en temps, distance, consommation ;

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

- La gestion « horizontale » :
 - Position instantanée P ;
 - Temps, distance, consommation, jusqu'à ou depuis un point de report (wayPoint) du plan de vol ou un nouveau point inséré « en route » ;
 - Ecart/ route programmée = XTK ;
 - Utilisation d'une route // route programmée (offset) ;
 - Utilisation d'hippodromes d'attente (holding patterns) ;
 - Temps, distance, consommation prise en compte d'un déroutement ou dégagement (alternate) ;
- Les paramètres de décollage, de croisière et d'atterrissage (vitesses économiques, niveaux optimums, vitesses caractéristiques) ;
- les données de navigation mémorisées.

La position P est déterminée par le FMC :

- en survol océanique ou désertique, à partir de l'information issue des centrales IRS ou INS, le FMS calcule une position dite 'mix IRS'.
- en porte d'une station VOR/DME, par 'recalage' de l'information IRS ou INS sur l'information DME (la position géographique de la station étant connue) ;
- en survol continental où la densité de stations est importante, par 'recalage' de l'information IRS ou INS sur l'information DME (les positions géographiques des stations étant connues) ;

Il convient encore de savoir :

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

- Que le recalage volontaire de P par le PH est toujours possible « en route » en insérant dans le CDU ou MCDU une position déterminée à l'aide d'une information QDM/VOR + distance DME par exemple ;
- Que 2 vols successifs ne sont pas considérés par le FMS comme dépendants => si P indiquée à l'arrivée à l'escale ≠ P insérée par le PH pour le départ de l'étape suivante, seul un message d'alerte sera visualisé par le CDU ou MCDU ;
- Que lorsque l'aéronef est aligné sur la piste pour décoller, le système se recalcule sur la position du deuil mémorisée en Data Base. P est alors comparée par le FMC avec P réelle => l'écart éventuel est pris en compte pour la détermination des p futures (erreur à l'origine ou biais).

Différents messages destinés à l'information de l'équipage en lui proposant d'effectuer une action déterminée sont susceptibles d'apparaître sur l'écran du CDU.

2.4. Enregistrement des données:[2]

La récupération des données est le point clé de suivi des performances, et la qualité des données déterminent la rentabilité de suivi des performances, et pour cela il existe deux procédures de récupération des données :

1. L'enregistrement manuel des données du vol ;
2. L'enregistrement automatique basé sur les enregistreurs à bord de l'avion ACMS.

Les procédures de récupération des données sont développées durant les conditions stables du vol, pour tous les types d'aéronefs la collecte des données peut être manuelle par un membre d'équipage (PNT) ou par un spécialiste chargé par la direction des opérations aériennes, par contre il est

déconseillé d'utiliser cette méthode car elle devient s'ennuyeuse lorsque elle devienne systématique (travail de routine) et augmente la charge de travail de l'équipage , c'est pour cette raison qu'il y'ai une tendance a utiliser la méthode automatique , par contre on peut utiliser ces deux méthodes simultanément et indépendamment pour augmenter le niveau de fiabilité de suivi des performances

2.4.1. Enregistrement manuel :

Est utilisé lorsque l'aéronef n'est pas équipé de matériel à enregistrement automatique (ACARS ou ACMS).L'opérateur est chargé d'introduire manuellement les paramètres provenant de la fiche **performance log** (voir l'annexe 02) dans le module d'acquisition manuelle de données.

2.4.1.1. Les procédures de mesures de carburant réel et les précautions : [2]

L'enregistrement des données doit être effectué en respectant les règles suivantes :

a). Dans le dispatché :

- -prendre une copie de plan de vol technique, dossier météo, feuille de chargement

- prendre un échantillon du carburant à partir d'engin ravitailleur et faire les analyses pour déterminer FLHV (on fait ces analyses une fois) ;

- vérifier l'état de la structure de l'aéronef pour détecter les dégradations de la cellule possibles qui peuvent augmenter la trainé (prendre des photos pour détailler les observations) ; (voir l'exemple en figure.2.4).

- l'immatriculation, date, secteur de vol.

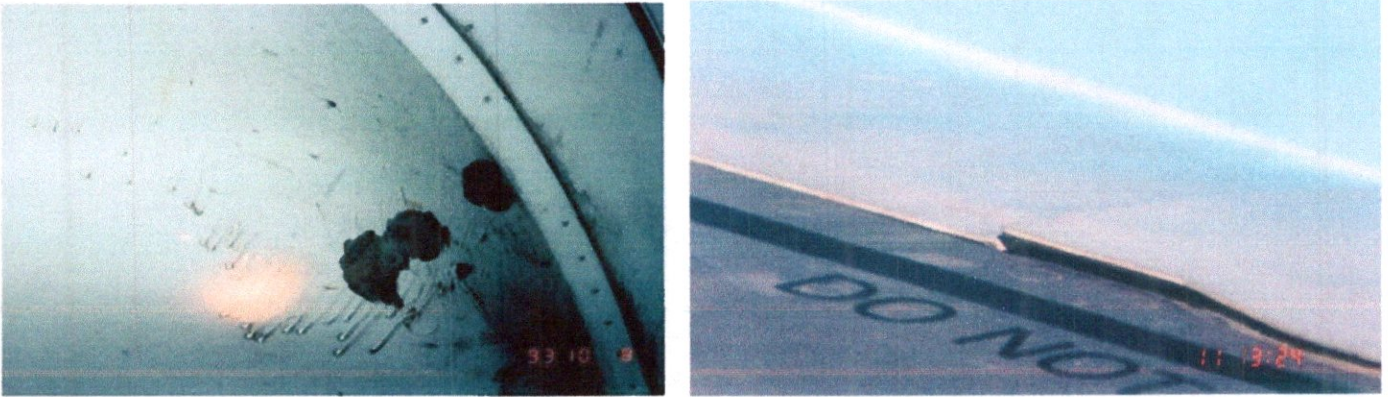


Figure.2.4 : Exemples de dégradation cellules

b). Avant le décollage :

-enregistrer le carburant à bord(FOB) sur le réacteur principal de démarrage (MES) à l'aide de l'indicateur du carburant à bord (FQI) ;

- le ZFW de la feuille de chargement ;

-calculer le poids de l'avion à partir de (MES) (lire sur Moniteur électronique centralisé de bord ECAM) ;

- le temps de démarrage APU pour amender la consommation carburant (100kg, 150kg.....) ; (la consommation horaire de l'APU d'un **B737-800 TASSILLI AIRLINES** au sol dans les opérations normales est de 115kg/h.) ;

- la position de CG au décollage.

c). En vol :

- Vérifier que l'avion est en vol de palier dans un segment qui dura au moins 15 minutes ;

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

- Déterminer le transfert du carburant, en cas de l'absence de transfert entre les réservoirs d'aile s'il n'y a pas de fuite ;

- Déconnecter l'auto poussée (auto-trust) et régler N1/EPR sur une valeur appropriée pour maintenir une vitesse constante ;

-Ne pas actionner la manette des gaz durant la période d'enregistrement sinon l'enregistrement sera annulé pour des raisons de non stabilité ;

-Engager le pilote automatique sur les modes ALT/HLD/HDG ;

-Choisir AIRCONDT → normal

Bleed pack → on

Antigivrage moteur → off

Antigivrage ailes → off

-Patienter 5 minutes pour la stabilisation de l'avion avant de commencer l'opération (prenez : EGS, GS, SAT comme référence) ;

-Met l'angle de dérapage β (voir le figure 2.5) a moins de 5° et le taux de changement ne doit pas dépasser le 0.5/minute.

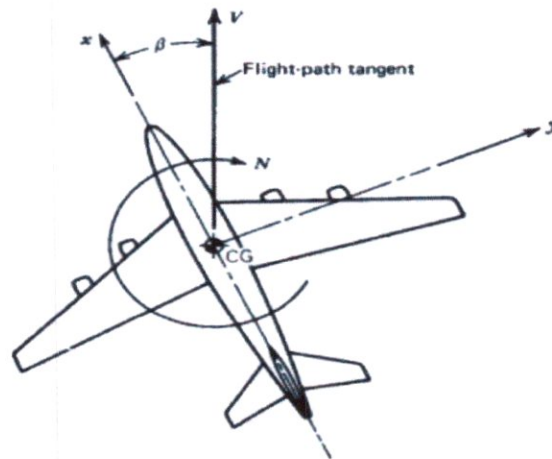


Figure.2.5:L'angle de dérapage

Note :

-en cas de vol de long courrier il est recommandé de collecter les données avec des combinaisons différentes de masse /altitude (masse brute élevée /altitude basse (au début de vol), masse brute basse /altitude <<haute à la fin du vol >>) ;

-Inspection visuelle des spoilers, ailerons et position des flaps pour détecter une éventuelle dégradation des caractères aérodynamique

- il est recommandé de ne pas enregistrer qu'après 15 minutes de TOC, pour éviter une instabilité.

-il doit s'effectuer au moins après 6 minutes de l'établissement des conditions du vol stabilisé ;

-Les enregistrements des données seront validés en prenant en considération les critères de stabilité suivant ;

- a) $\Delta Z_p \leq \pm 20\text{ft}$;
- b) $\Delta \text{SAT} \leq \pm 1^\circ\text{C}$;
- c) $\Delta G_s / \Delta t \leq 1\text{kt/min}$;
- d) $\Delta M \leq \pm 0.003$
- e) angle de dérapage $\leq 5^\circ$

Les paramètres suivants seront enregistrés selon les taux indiqués dans le tableau suivant :

| Paramètre | Noter dans un intervalle de temps | Paramètre | Noter dans un intervalle de temps |
|-----------|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Zp | 60sec | FF | 60sec |
| Mach/TAS | 60sec | EGT | 60sec |
| TAT | 60sec | FU | 60sec |
| N1 | 60sec | GS | Vérifier chaque 30sec |
| CG | 60sec | | |

Tableau.2.2 : les critères de stabilité[2]

2.4.2. Enregistrement automatique : [2]

Il est basé sur les enregistreurs à bord de l'aéronef (ACMS), et les fonctions de système ACARS qui assure la liaison entre l'aéronef et le support sol.

2.4.2.1. L'ACARS :

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 des nouveaux systèmes dont la rentabilité n'est pas toujours assurée à court terme.

Figure.2.6 : Gestion des données (par des notes de service)

2.4.2.2. Le Système de surveillance de l'état d'aéronef

ACMS : [3]

Les systèmes d'aide à la maintenance (ACMS : Aircraft Condition Monitoring Systems) enregistrent les données et informations en provenance des systèmes de l'aéronef : paramètres au décollage, vitesse de vol, température des moteurs, etc. Ils permettent de surveiller et contrôler l'état de ces systèmes et des équipements de bord, mais aussi les variations des conditions de vol et les conditions d'opération des appareils.

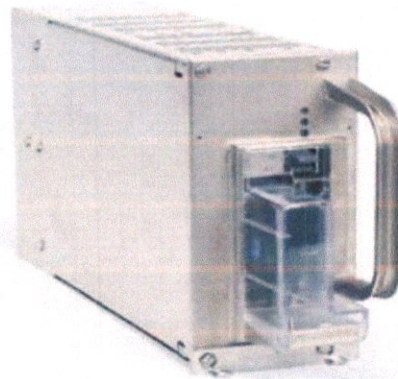


Figure.2.7:Les enregistreurs à bord de l'avion (ACMS)

- Les données nécessaires pour le suivi des performances :

Nous avons récupéré les données à partir de l'enregistreur ACMS qui donne des fichiers codés puis on va les déchiffrer par le logiciel BPS.

Après le décodage, le tableau suivant présente les données nécessaires pour le suivi des performances :

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

| Paramètres | Unité | Commentaire |
|---|--------------|---|
| Immatriculation | (-) | |
| Date | jj/MM/AA | |
| Case de vol ou DMU : temps d'enregistrement | 1-99 | Nombre de données dans le même vol s'il n'y a pas Le programme met à 1 |
| | HH/MM | Temps dans lequel les performances sont prises |
| Numéro de série moteur | (-) | |
| Altitude | (ft) | A partir des 2 ADC |
| Mach | (-) | A partir des 2 ADC |
| TAT (température) | (c°) | A partir des 2 ADC |
| Masse avion (poids) | KG/LB | |
| Centre de gravité | % | |
| Accélération horizontale | (G) | Mesuré en g |
| Vitesse verticale Vz | FT/Mn | Accélération verticale |
| Cap vrai | (°) | Optionnel utilisé uniquement si la correction de gravité est activé |
| Latitude | (°) | Optionnel utilisé uniquement si la correction de gravité est activé |
| Vitesse vent | Kt | Optionnel utilisé uniquement si la correction de gravité est activé |
| Direction du vent | (°) | Optionnel utilisé uniquement si la correction de gravité est activé |
| Température moyenne du carburant | du (c°) | Non activé |
| Densité moyenne du carburant | du L/KG | Non activé |
| N1-réglage puissance ERP réglage puissance | % | Dépend de type moteur SPR pour les RR, P&W N1 : pour GE, CFM |
| Le débit carburant (FF) actuel | KG/H | Débit moteur réacteur |
| EGT | (c°) | Réglé pour chaque moteur |
| Température basse d'échauffement du carburant (FLHV) | BTU/LB | (-) |
| Le débit de prélèvement du moteur gauche | KG/S ou LB/S | Moteur 1 (biréacteur) Ou 1+2 (quadri-réacteur) |
| Le début prélèvement du moteur droit | KG/S ou | Moteur 2 (biréacteur) Ou 3+4 (quadri-réacteur) |
| Code de prélèvement (BLEED) (facultatif d'ajouter le débit) | (-) | O OFF E économique (bas) N normal H high (max) |

Tableau.2.3: Les données nécessaires pour suivi des performances d'un aéronef [3]

2.5. Les Méthodes de suivi des performances des aéronefs :

2.5.1. Les méthodes de suivi des performances manuel :[2]

Il existe 3 méthodes pour comparer le niveau des performances aéronef au niveau théorique appelé (**LEVEL BOOK**) donné par le constructeur celle prototype :

- a)-méthode carburant utilisé (**FUEL USED**) ;
- b)-méthode carburant embarqué (**FUEL ON BOARD**) ;
- c)-méthode de rayon spécifique (**spécifique range**)

2.5.1.1. Méthode du carburant embarqué (FUEL ON BOARD) :

Cette méthode compare le carburant consommé durant tout le vol avec le carburant estimé par le JETPLAN, la consommation réelle doit être corrigé en réduisant la différence entre la consommation réelle et celle prévue par le JETPLAN.

2.5.1.2. Méthode du carburant utilisé (FUEL USED) :

Le principe de cette méthode est de mesurer le carburant consommé dans un niveau de volet le comparer avec les prédictions du (**FCOM/section /flight planning**) voir le FCOM (flight crew operating manual) ou bien avec les calculs de logiciel des performances (In Flight speed performance calculator (IPF program)) voir le IFP (instrument flight procedure).

L'inconvénient de cette méthode est qu'elle fournit moins d'informations (voir le tableau 2.4) que la méthode de rayon spécifique et elle est moins précise a cause de manque de stabilité dans les données observées.

2.5.1.3. Méthode de rayon spécifique (SR : spécifique range) :

a). Présentation de la méthode :

Les données enregistrées au cour du vol représente l'état actuel des performances structure /moteur pour mesurer le rayon spécifique qui représente la consommation réelle de l'avion (KG/NM, ou LB//NM).

Le rayon spécifique (RS) c'est la distance parcourue par une unité du carburant consommée il est égale à :

$$RS (sol)=Vitesse sol (GS) /consommation carburant par heure (FF).....2.1$$

$$RS (air)=Vitesse air (TAS)/consommation carburant par heure (FF).....2.2$$

Le rayon spécifique dépend des caractéristiques aérodynamiques (M, Finesse) et des performances moteur (consommation spécifique (FF/poussé fournie), masse avion, vitesse de son au niveau de la mer).

$$SR = \frac{a_0 M \frac{L}{D}}{\frac{SFC}{\sqrt{T}} \sqrt{F}}2.3$$

La formule.2.3 : Rayon spécifique

Tel que :

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

SR : le rayon spécifique (NM/KG)

a_0 : vitesse du son au niveau de la mer (m/s)

M : nombre de mach

F : rapport portance /trainée (finesse)

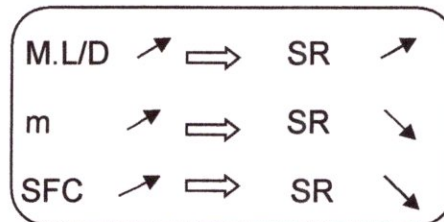
SFC : consommation spécifique

M : masse avion (kg)

T : température statique (kalevin)

T_0 : c'est la température statique (kalevin) au niveau de la mer

Donc :



b). Le principe de la méthode :

Les paramètres suivants sont déterminés à base des données enregistrées dans une étape de vol stabilisé :

- RS actuel (la remplacer par temps t);
- Δ RS entre l'actuel et le théorique ;
- Δ EPR/N1 nécessaire pour maintenir les conditions de vol ;
- Δ FF (débit carburant) résultant de Δ EPR/N1 ;

- ΔFF nécessaire pour maintenir cette $\Delta EPR/N1$.

Note :

-L'estimation de RS est obtenue grâce au IFP (In flight performance calculator program) ;

-APM compare entre les données enregistrées et le LEVEL BOOK ;

-Le RS estimé correspondant au LEVEL BOOK peut être obtenue du FCOM/performance chart.

• Comparaison entre les méthodes :

| | Avantage | Inconvénient | Commentaires |
|---|--|---|--|
| (SR) Specific range | -possibilité de détection d'éventuelle dégradations et d'actions correctives | Sensible, stabilité critique | -N'est pas adapté au calcul de coefficient de dégradation au court /moyen courrier |
| Méthode de carburant utilisé | -collecte d'information facile avec possibilité de filtrage (élimination des données non utilisable) | -L'impossibilité de pré filtrage des données | -Adapté pour les conditions opérationnelles de préparation du vol |
| Méthode de carburant embarqué trip fuel burn-off | -Elimination des données non utilisable (traitement des données) | -Surcharge de travail de l'équipage pour le rassemblement des données | -Adapté pour le calcul de coefficient de dégradation les vols court courrier |

Tableau.2.4 : Comparaison entre les méthodes d'analyse des données récupérer [2]

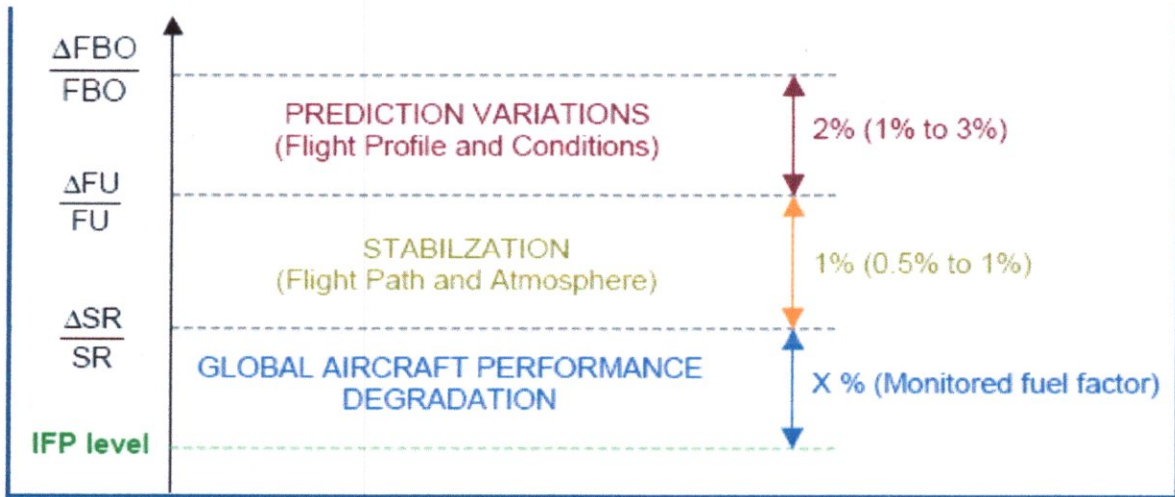


Figure.2.8 : Comparaison entre les différentes méthodes de calcul manuel de la suivi de performances et les résultats de l'IFP [2]

2.5.2.Méthode de détermination de suivi des performances des aéronefs :

2.5.2.1. Descriptions de logiciel « BPS »(Boeing

Performance Software) :

- BPS en général : [4]

- Correction toutes les erreurs connues pour créer et exécuter des entrées pour le Boeing STAS, Programmes LAND, Inft, /RAPPORT, et APM /Histy.
- versions Intégrales les plus récentes de STAS, TERRE Inft/RAPPORT, et

Décollage et atterrissage

- Ajoute de la capacité de soutenir les paramètres suivants SCAP pour l'analyse d'atterrissage: ConfL (47) - Installations extérieures (pour soutenir winglets)

- Ajoute du support pour l'utilisation de POPTL (34) pour les entrées d'atterrissage non-normales.

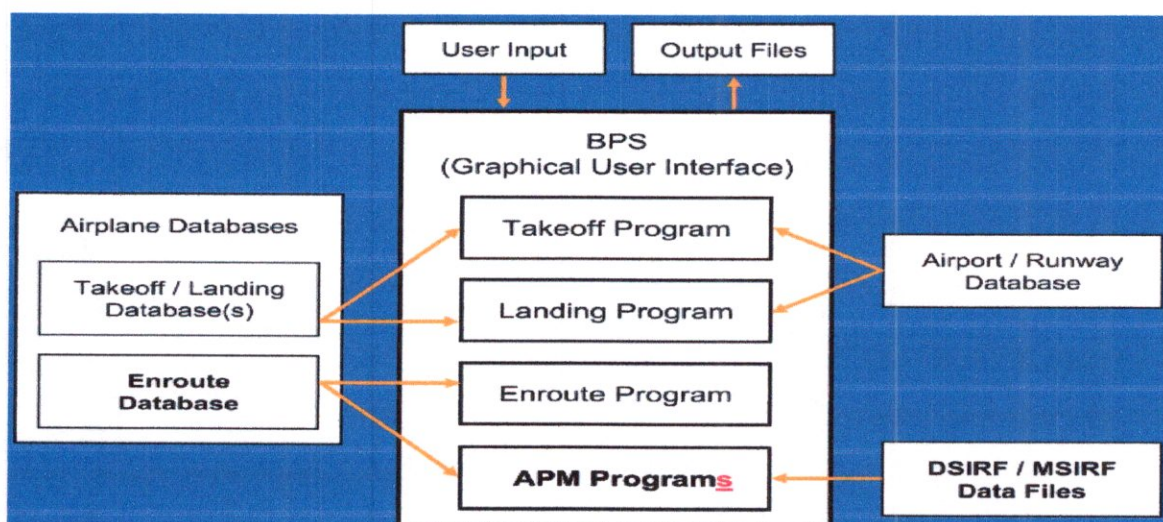


Figure.2.9 :L'organisation de logiciel BPS [3]

2.5.2.2. Programme de suivi des performances des aéronefs APM:

Le programme APM est un logiciel conçu par le constructeur BOEING, et est fourni aux opérateurs afin de calculer les coefficients de dégradations de performances 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 dégradations 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 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 :

- La configuration moteur (power setting) en %N1 ou en EPR (taux de pression).
- La poussée requise (thrust required).
- Début du carburant (fuel flow).
- La consommation distance du carburant (fuel millage).

Le programme APM est fourni aux opérateurs pour la surveillance des performances de leurs avions. Les résultats du programme servent principalement à déposter 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.

a). Principe de l'APM :

a).1. Description :

a).1.1. Les données d'entrée :

Comme nous l'avons indiqué, le programme APM reçoit 3 types d'entrées [5] :

- 1- Le fichier base de données (MOTEUR/FUSELAGE).
- 2- Le fichier d'entrée MSIRF ou DSIRF (voir l'annexe n°03).
- 3- Le fichier d'entrée option utilisateur APMINP.

1- La base de données MOTEUR/FUSELAGE :

Pour chaque ensemble moteur/fuselage est associée une base de données ou sont enregistrées les caractéristiques aérodynamique du fuselage ainsi que les caractéristiques mécanique 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 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 performances est nommé CONFIG50. Il est également indiqué au programme APM par opérateur.

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 performances.

3- Les fichiers d'entrée option utilisateur APMINP :

Comme son nom l'indique, l'utilisateur crée ce fichier afin de définir au programme APM de 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), les noms des fichiers de sortie où sont présentés les résultats, et les options d'exécution où l'opérateur précisé 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.

D'après le fichier option utilisateur est constitué principalement de trois éléments :

- a. Le nom de la base de données.
- b. Le cahier de charge de configuration MOTEUR/FUSELAGE.
- c. 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 (01à99).

Des détails supplémentaires de "CONFIG" sont contenant 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 un mot-clé ; dans la plupart des cas une

2.5.2.3. Le flux des données :

a). Ecoulement général des données dans le programme APM :

Trois environnements structurent l'écoulement des données dans le programme APM :

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

a).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.

a).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.

a).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 ou ils sont traités et convertis par un dispositif au sol (HERMES).

b). Description de l'écoulement général des données dans le Programme APM :

D'après la figure 2.6 , 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 ou 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 donnée 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 ou 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 des données MSIRF.

Le programme APM procède à l'analyse et aux traitements des entrées citons dans la description 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.

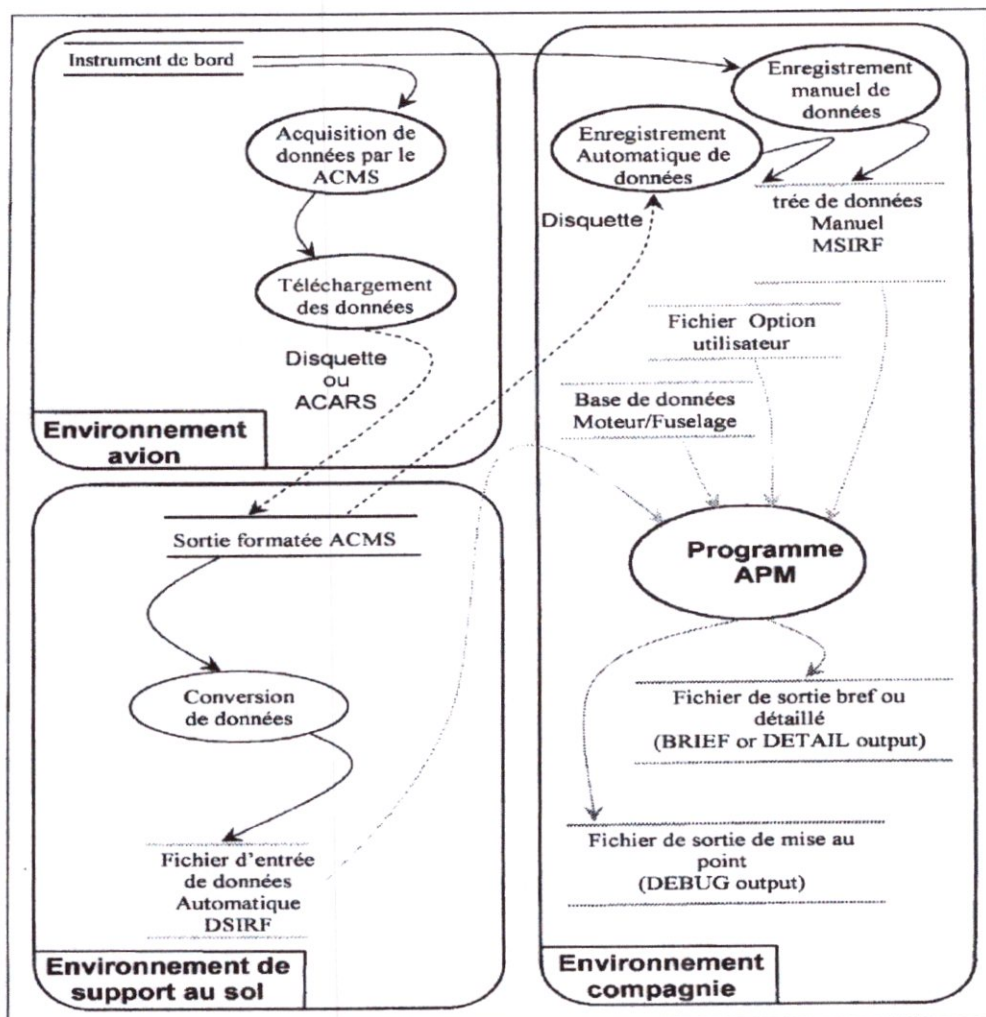


Figure.2.10: Ecoulement générale de données dans le programme APM [2]

2.5.2.4. Processus de calcul dans le programme APM :

La figure ci-dessous (figure 2.11) illustre le processus de calcul dans le programme APM :

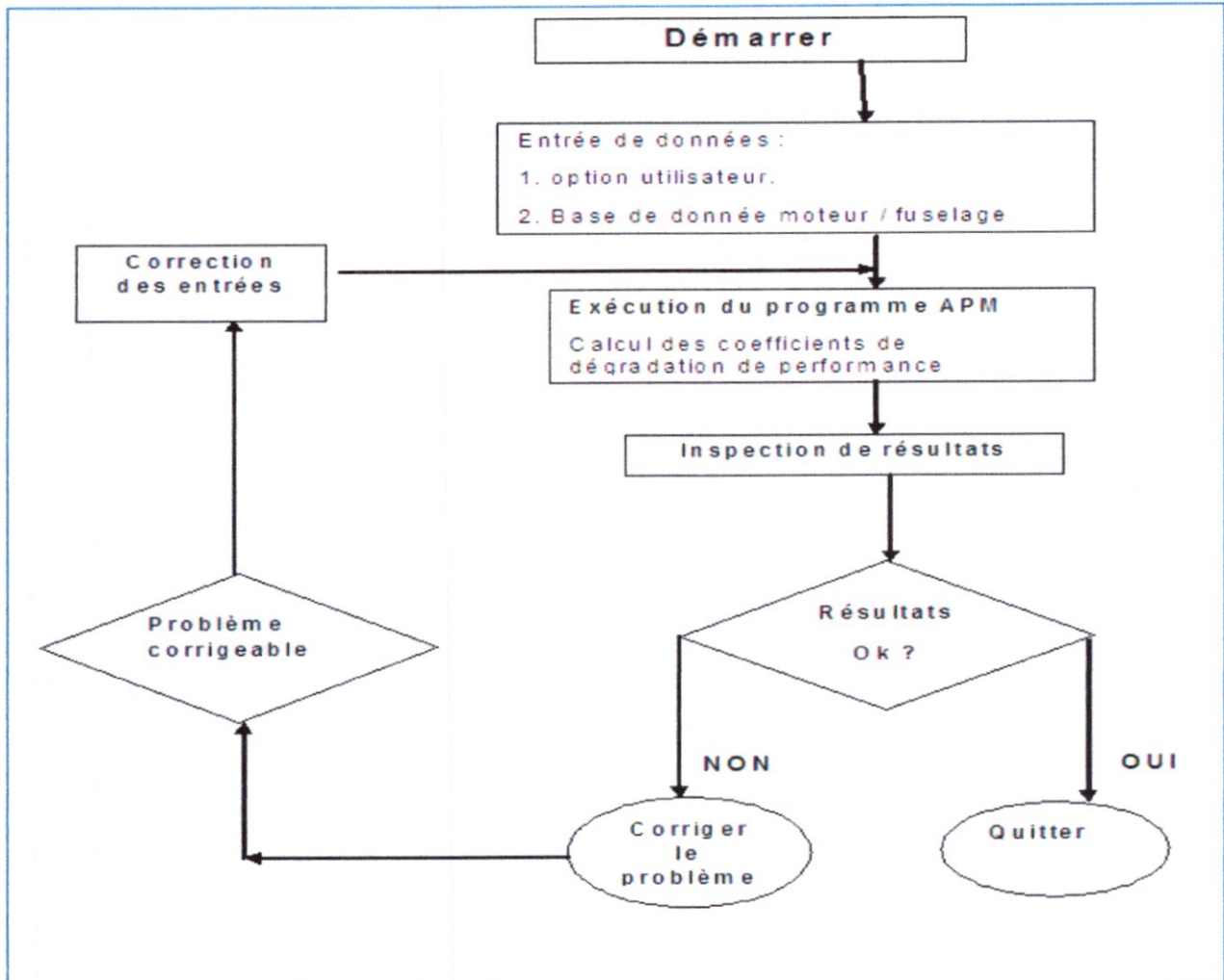


Figure.2.11: Processus de calcul dans le programme APM [4]

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 est définie la base de données moteur/fuselage, le fichier d'entrée des paramètres de vol de croisière (MSIRF/DSIRF) ainsi que les options d'exécution.

Chapitre 02: Le Suivi des performances des aéronefs

A partir d'un seul fichier d'entrée APMINP, le programme APM peut effectuer plusieurs opérations de calcul. L'application 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 anomalie se présente et dont le problème est corrigable, une correction au niveau des données d'entrée est effectuée pour les réintroduire dans le programme APM, sinon un message d'erreur apparaît indiquant le type d'anomalie détectées.

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

2.5.2.5. L'archivage de l'APM :

L'APM est capable d'archiver les performances des avions dans une bibliothèque des données (library) pour le suivi des performances de long terme, les inputs et les outputs sont archivés de la même façon et sous le même format ce qui permet d'identifier une éventuelle dégradation et de déterminer les actions correctives donc une meilleure exploitation de la flotte.

2.6. Conclusion :

Le principal intérêt du suivi des performances est de développer les statistiques sur la consommation du carburant de l'aéronef, établir une politique d'économie carburant pour la compagnie et mettre notre flotte en toute sécurité.

Chapitre 03 : Utilisation de
l'APM pour le suivi des
performances du B 737-800

• Commentaire pour le graphe (figure.3.8)

Nous notons pour 7T-VCC le coefficient de dégradation FF est dégradé mais la dégradation est très faible; avec diminution du coefficient de la dégradation de ces années et une amélioration de la performance.

D. L'avion 7T-VCD :

Le tableau ci-dessous contient les valeurs des coefficients de dégradation (il faut préciser obtenu en utilisant le programme APM) pour l'aéronef 7T-VCD pour les années 2012,2013et 2014 :

| Année | %N1 | %THRST | %FUEL FLOW | %FM |
|-------|------|--------|------------|------|
| 2012 | 1.22 | 5.1 | 0.6 | -5.3 |
| 2013 | 1.28 | 4.9 | 0.5 | -4.9 |
| 2014 | 1.32 | 4 | 0.4 | -4.8 |

Tableau.3.8:Les dégradations d'avion 7T-VCD

Remarque : dans ce cas le coefficient de dégradation FF est dégradé mais pas importante.

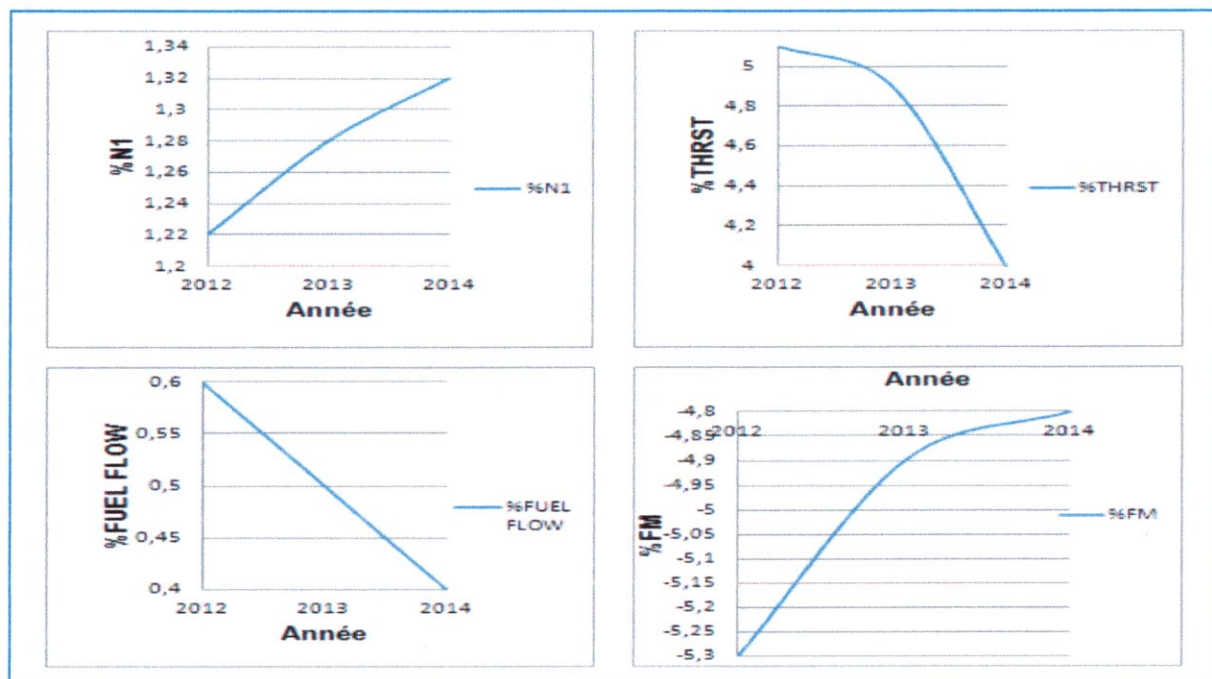


Figure.3.9 : La variation des coefficients de dégradation du7T-VCD

- [Commentaire pour le graphe \(figure.3.9\)](#)

Pour cet aéronef, il y a une dégradation mais très faible avec une amélioration de la performance pendant ces années

3.5.3. Interprétation des résultats :

Le tableau suivant résume le calcul APM des coefficients de dégradation de la flotte.

| BOEING APM PROGRAM FLEET SUMMARY | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|----------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|---------------|------|
| MODEL = 737-800WSFP1 | | | | ENGINE = CFM56-7B | | | |
| AIRCRAFT IDENT. NUMBER | #PTS | DATE FROM (DD-MM-YY) | DATE TO (DD-MM-YY) | %N1 REQD | %THRST REQD | %FUEL FLOW | %FM |
| D-XXXD | 28 | 01-02-12 | 01-02-12 | 0.78 | 2.9 | 2.7 | -5.3 |
| D-XXXF | 24 | 01-02-12 | 01-02-12 | 1.34 | 5.0 | 1.4 | -6.1 |
| D-XXXG | 20 | 01-02-12 | 01-02-12 | 1.39 | 5.2 | 0.8 | -5.6 |
| D-XXXH | 26 | 01-02-12 | 01-02-12 | 1.22 | 5.1 | 0.6 | -5.3 |
| D-XXXS | 19 | 01-02-12 | 01-02-12 | 0.86 | 3.2 | 2.0 | -5.0 |
| FLEET AVERAGE (AIRCRAFT AVG.) | | | | 1.12 | 4.3 | 1.5 | -5.4 |
| FLEET STANDARD DEVIATION | | | | 0.28 | 1.1 | 0.9 | 0.4 |

Tableau.3.9: Les valeurs des coefficients de dégradation obtenues par le programme APM

3.5.3.1. L'interprétation :

La déviation moyenne de la configuration moteur (N1% REQD) est de **0.28%**, donc on peut dire en moyenne que la configuration moteur actuel est meilleure que la configuration moteur théorique ($0.28\% > 0$), dans ce cas les avions ont présentés une performance meilleure que celle donnée par le constructeur dans la base de donnée.

La déviation moyenne de la poussé requise (THRUST REQD %)est de **1.1%**, 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 donnée.

La déviation moyenne du débit carburant (FUEL FLOW %) est de **0.9** cela signifie que le débit actuel du carburant est égale au carburant théorique.

La déviation moyenne de la consommation distance (**FM REQD %**) est de **0.4%**, la consommation distance observée est inférieure à la consommation distance théorique.

- Pour les aéronefs non dotés de system ACARS et de logiciel APM : on procède comme suit pour le suivi des performances et la détermination des coefficients de dégradation :

* on note la consommation réelle du carburant pour une étape donnée ;

* on compare les résultats (consommation réelle, coefficient de dégradation et le **JETPLAN** et on prend le coefficient de dégradation qui donne une consommation plus proche de la valeur réelle, et cela pour corriger le facteur performance dans le **jet plan**.

3.5.3.2. Remarque :

Il est important de noter que les avions B737-800 de la compagnie « TASSILI AIRLINES » sont des appareils récents, dont la première a été réceptionnée le 01-février-2012, donc c'est clair que la déviation des performances de ces appareils ne sera pas importantes, et même parfois certains appareils présentent des performances plus élevées que celles prévues par le constructeur dans certaines conditions de vol.

3.6. Conclusion :

Avec cette nouvelle acquisition, cette compagnie sera en mesure de proposer et répondre d'abord aux besoins des sociétés étrangères en termes de transport aérien, ensuite aux services liés au secteur du pétrole et enfin aux besoins du transport grand public.

Conclusion

Dans le but de valoriser l'importance de l'opération de suivi des performances, on s'est basé sur les deux axes suivant :

Le première axe c'est le côté théorique ; Nous dirons que le suivi des performances d'un aéronef est un aspect qui se révèle impératif est doit avoir la même importance que le contrôle technique régulier effectué sur la flotte de toute compagnie aérienne.

L'APM est donc un système d'une grande importance qu'il faut inclure dans le cadre de la gestion des avions d'une compagnie, car les enjeux économiques sont considérables.

Le deuxième axe c'est la partie pratique qui nous avons suivi les performances par le programme APM pour obtenir des résultats des dégradations de B737-800 puis faire des analyses pour découvrir le problème s'il existe.

D'après les résultats obtenue des coefficients des dégradations on propose de faire juste de modification dans la base des données de FMS et JETPLAN, dans les cas contraire (où la dégradation dépasse la limite acceptable) on propose de faire une maintenance des appareils affecté au niveau de service maintenance da Tassili Airlines.

Enfin, elle nous a permis de mettre en œuvre nos connaissances théoriques acquises durant notre formation «cycle des études supérieur».

Conclusion et les perspectives

Les perspectives :

Une étude complémentaire s'avère essentielle pour rendre notre travail plus perfectible, notamment par :

1. On propose de suivre les performances pour toute la flotte de la compagnie Tassili Airlines par une autre méthode de suivi des performances pour valider les résultats de programme APM.
2. Nous proposons de faire une formation sur les programmes de BPS (TAKEOFF/LANDING/ALL ENROUTE CASES...).

bibliografie

- [1] : Manuel d'exploitation général Tassili Airlines /fondements. Révision N°05,24Avril 2012.
- [2] : Par Mr Alili Hichem .Suivie des performances "APM"B7373NG et A330-202. Projet de Fin d'Etude Pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Aéronautique, Option : Opérations Aériennes.2007.
- [3] :Flight operations engineering, Boeing Performance Software (BPS), Airplane Performance Monitoring, Performance Software and Applications Course.PDF. 2009.
- [4] : Boeing Performance Software (BPS).Graphical User Interface.PDF. Version n°2.2, revision 15 February 2010.
- [5] : Cruise Performance Analysis, Operational performance and technical methods.PDF. Mars Feb 2013.
- [6] : par Zoubir MAROUF ARAIBI. Description et fonctionnement du système anti-pompage du Boeing 737/800. Thèse. - D-E-U-A en Aéronautique Option : Propulsion, Université Saad Dahleb de Blida .2007.
- [7] : 737-600/-700/-800/-900 Operations Manual the Boeing Company D6-27370-TBC.PDF.Révision N° 10, 30 Septembre 2002.

Logiciels:

- [8] : Boeing Performance Software. Version n° 2.2, revision18 Fev 2010.

Annexe 01 :
généralités sur
le JETPLAN

01. Généralités :

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

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

- immatriculation de l'aéronef ;
- type et variante de l'aéronef ;
- date du vol ;
- identification du vol ;
- lieu de départ ;
- heure de départ (heure bloc et heure de décollage réelles) ;
- lieu d'arrivée (prévu et réel) ;
- heure d'arrivée (heure bloc et heure d'atterrissage réelles) ;
- type d'exploitation (IFR, VFR, vol de Convoyage, etc.) ;
- route et segments de route avec les points de report ou les points de cheminement, distances, temps et routes ;
 - vitesse de croisière et durée de vols prévus entre les points de report ou les points de cheminement. Heures estimées et réelles de survol ;
 - altitudes de sécurité et niveaux de vol minimums ;
 - altitudes et niveaux de vols prévus ;
 - calculs carburant (relevés carburant en vol) ;
 - carburant à bord lors de la mise en route des moteurs ;
 - clairance initiale du plan de vol circulation aérienne et clairances ultérieures;
 - calculs de planification en vol ;
 - informations météorologiques pertinentes.

Les inscriptions sur le plan de vol exploitation doivent être faites en temps réel et de manière irréversible.

Le JETPLAN est calculé en fonction des conditions prévues du vol telles qu'elles sont connues au moment de la demande.

2. Exemple d'un JETPLAN :

L'exemple est calculé pour B737-800 (7T-VCD)/ORN-ALG

7 PLAN 5712 DAON TO DAAG 73W2 M79/F IFR 22/09/14 9
 1 2 3 4 5
 NONSTOP COMPUTED 0859Z FOR ETD 1100Z PROGS 2200UK 7T-VCD KGS

6

| DEST | DAAG | E.FUEL | A.FUEL | E.TME | NM | NAM | FL |
|-------|------|--------|--------|-------|-------|------|-------|
| R.R. | | 000088 | | 00/02 | 0253 | 0225 | 330 |
| ALT | DAOO | 001852 | | 00/41 | 0228 | 0266 | 340 |
| HOLD | | 001129 | | 00/30 | | | |
| XTR | | 003019 | | 01/20 | SIGN | CDB | |
| TOF | | 007850 | | 03/14 | | | |
| TAXI | | 000150 | CORR. | + / - | | | |
| BLOCK | | 008000 | | 03/14 | BLOCK | FUEL | |

8 10 13

FL 330 11 12

14 FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 4000 FT DECREASE IN CRZ ALTITUDE: KGS
 FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 4000 FT INCREASE IN CRZ ALTITUDE: KGS
 FUEL BURN ADJUSTMENT FOR 1000KGS INCREASE/DECREASE IN TOW:0016KGS } 15

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

17

| | E. WT | CORR. | OP. LIMIT | STRUC. | REASONS FOR OP. LIMIT |
|-------|--------|-------|-----------|--------|-----------------------|
| BASIC | 043181 | | | | |
| EPLD | 016048 | | | | |
| EZFW | 059229 | | ZFW | | 062731 / |
| TOF | 007850 | | OTOW | | 079015 / |
| ETOW | 067079 | | LAW | | 065317 / |
| EB/O | 001762 | | | | |
| ELAW | 065317 | | | | |

18 19

DAON..ORA UA411 CHE..DAAG } 20

BLOCK OFF LANDING FOB. TO
 BLOCK ON TAKE OFF FOB. LAW
 TIME TIME DELAI } 21

WIND P065 MXSH 2/TOD } 22

MET / } 23

CLEARANCE / } 24

DISPATCH BRIEFING INFO

DAON ELEV 0814FT

ETA 1140Z

| WPT | AWY | FL | OAT | WIND | MCS | COMP | TAS | ZDST | ZT | ETA | ZFU | EFR | VAR |
|---------------|-------|-----|-----|-------|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|-----|
| FREQ | MORA | TP | DEV | S | MH | TCS | G/S | DSTR | CT | ATA | CFU | AFR | |
| LAT/LONG | | | | | | | | | | | | | |
| ORA | | CLB | ... | ... | 048 | ... | ... | 0053 | 0/09 | ... | 010 | 0069 | ... |
| 114.0 | 054 | .. | ... | . | 047 | 047 | ... | 0200 | 0/09 | ... | 010 | ... | ... |
| N35368W000393 | | | | | | | | | | | | | |
| MOS | | CLB | ... | ... | 067 | ... | ... | 0042 | 0/05 | ... | 003 | 0065 | ... |
| 112.2 | 053 | .. | ... | . | 072 | 066 | ... | 0158 | 0/14 | ... | 013 | ... | ... |
| N35539E000082 | | | | | | | | | | | | | |
| TOC | | 330 | ... | ... | 068 | ... | ... | 0011 | 0/02 | ... | 001 | 0065 | ... |
| | 053 | .. | ... | . | 069 | 067 | ... | 0147 | 0/16 | ... | 014 | ... | ... |
| N35582E000204 | | | | | | | | | | | | | |
| TOD | UA411 | 330 | -46 | 21381 | 068 | P65 | 463 | 0017 | 0/02 | ... | 001 | 0064 | ... |
| | 053 | 39 | P04 | 2 | 069 | 067 | 528 | 0130 | 0/18 | ... | 015 | ... | ... |
| N36048E000396 | | | | | | | | | | | | | |
| DAHRA | | DSC | ... | ... | 068 | ... | ... | 0044 | 0/05 | ... | 001 | 0063 | ... |
| | 053 | .. | ... | . | 069 | 067 | ... | 0086 | 0/23 | ... | 016 | ... | ... |
| N36219E001300 | | | | | | | | | | | | | |
| CHE | | DSC | ... | ... | 067 | ... | ... | 0036 | 0/05 | ... | 000 | 0062 | ... |
| 397.0 | 076 | .. | ... | . | 069 | 067 | ... | 0050 | 0/28 | ... | 016 | ... | ... |
| N36361E002116 | | | | | | | | | | | | | |
| DAAG | | DSC | ... | ... | 083 | ... | ... | 0050 | 0/12 | ... | 002 | 0061 | ... |
| | 083 | .. | ... | . | 089 | 083 | ... | 0000 | 0/40 | ... | 018 | ... | ... |
| N36416E003129 | | | | | | | | | | | | | |

| | MSA | TKK | DIST | TIME | ETA | FUEL |
|---------------|------|-----|------|------|------|-------------|
| ALTERNATE - 1 | DAOO | 083 | 251 | 0228 | 0.41 | 1221 001852 |
| ALTERNATE - 2 | DABC | 099 | 098 | 0186 | 0.32 | 1212 001532 |

-N0439F340 SID7 DAHRA A411 ORA DCT

| CPT | LAT | LONG | MSA | TKK | DIST |
|-------|--------|---------|-----|-----|------|
| CELBA | N37069 | E002531 | 083 | 328 | 0031 |
| CHE | N36361 | E002116 | 076 | 227 | 0045 |
| DAHRA | N36219 | E001300 | 076 | 247 | 0036 |
| MOS | N35539 | E000082 | 053 | 248 | 0072 |
| ORA | N35368 | W000393 | 053 | 246 | 0042 |
| DAOO | N35376 | W000367 | 047 | 068 | 0002 |

-N0394F270 SID4 BABOR UA31 CSO DCT

| CPT | LAT | LONG | MSA | TKK | DIST |
|-------|--------|---------|-----|-----|------|
| SMR | N36416 | E003054 | 083 | 248 | 0010 |
| BNA | N36391 | E003355 | 083 | 087 | 0027 |
| BABOR | N36291 | E005000 | 099 | 098 | 0069 |

26

27

28

| | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-----|------|
| TAJEN | N36230 | E005512 | 099 | 098 | 0042 |
| CSO | N36176 | E006365 | 089 | 098 | 0037 |
| DABC | N36171 | E006372 | ... | 360 | 0001 |

28

29

(FPL-ETUDES-IN
 -B738/M-SDE1E2E3FGHIM1RWXY/LB2
 -DAON1100
 -N0463F330 DCT ORA UA411 CHE DCT
 -DAAG0040 DAOO
 -PBN/B2B3B4B5 DOF/140922 REG/7T-VCD SEL/JRBS OPR/TASSILI AIRLINES
 -E/0314 P/TBN R/VE S/MD J/LF D/3 189 C YELLOW
 A/WHITE/BLUE/GREEN)

END OF JEPPESEN DATAPLAN
 REQUEST NO. 5712

03. Description du plan de vol informatisé JETPLAN :

| N° | Description |
|----|--|
| 1 | Numéro du plan de vol unique, qui est assigné pour chaque plan de vol et sauvegarde sur le serveur pour une durée de 24 heures, et permet aussi au Flight Dispatcher de recharger le plan de vol afin de changer les données de dernières minutes. |
| 2 | Code OACI en 4 lettres de l'aéroport de départ et de destination. |
| 3 | Code de type d'aéronef |
| 4 | Régime de croisière et condition de vol (Mach.79, vol IFR). |
| 5 | Date du plan de vol établi |
| 6 | Heure de calcul en UTC. |
| 7 | Heure estimée de départ en UTC |
| 8 | « PROGS 2200UK » la date du programme et l'heure de validité des bases de données Météo, vent et température utilisé pour le calcul du plan de vol. Exemple : PROGS 2200UK :30 septembre 2014 valide jusqu'à 00 :00 UTC |
| 9 | Immatriculation de l'avion. |
| 10 | Unité utilisée le Kg |

| | |
|----|--|
| 11 | <p>Cartouche bilan fuel estimé donner par le système JETPLAN.</p> <p>DEST : Délestage carburant au lâcher des freins jusqu'à l'atterrissage ;</p> <p>R.R : réserve de route, pourcentage du délestage</p> <p>ALT XXXX : Code OACI du terrain et la quantité de carburant pour le dégagement ;</p> <p>HOLD : Attente de 41 minute au niveau de 3000 ft dans les conditions standard pour la masse maximale à l'atterrissage ;</p> <p>XTR : Carburant supplémentaire pour l'étape de retour (FUEL TANKERING) ;</p> <p>TOF : Quantité de carburant au lâcher des freins</p> <p style="text-align: center;">TOF=DEST+R.R+ALT+HOLD +XTR</p> <p>TAXI: Quantité de carburant pour le roulage</p> <p>BLOCK : Quantité de carburant emporté</p> <p style="text-align: center;">BLOCK=TOF+TAXI</p> |
| 12 | <p>Cartouche bilan fuel réel qui doit être rempli par l'équipage de conduite</p> |
| 13 | <p>E.TME : Temps de vol estimé</p> <p>NM : Distance sol total pour la route planifiée, exprimé en Nautical Miles (NM)</p> <p>NAM : Distance air total pour la route planifiée exprime en Nautical Air Miles (NAM), Déterminer en appliquant la formule pour chaque segment de route sur le plan de vol.</p> <p style="text-align: center;">NAM : TAS*DISTANCE (NM)</p> <p>FL : Niveau de croisière planifié</p> <p>VISA CDB : Signature du commandant de bord Après vérification</p> <p>BLOCK FUEL : Quantité de carburant réelle dans les réservoirs</p> |
| 14 | <p>Niveau de vol</p> |
| 15 | <p><u>Première ligne</u> : Niveau de vol</p> <p>Correction de la consommation de carburant en fonction du changement de niveau de vol planifiée au départ :</p> <p style="padding-left: 40px;">FL planifié+4000 ft augmenter la consommation de carburant deKGS</p> <p><u>Deuxième ligne</u> : Masse au décollage</p> <p>Correction de la consommation du carburant en fonction du changement de</p> |

3.3.3. Les Performances :

| Performances | |
|--|-------------------|
| Plafond | 41000 ft |
| Vitesse de croisière | M 0.78 / 823 km/h |
| Vitesse max | M 0.82 / 876 km/h |
| Moteur | CF 56-7B27 |
| Poussée maxi | 121.4 kN |
| Distance de décollage en ISA au niveau de la mer | 1,750 m |
| Rayon d'action pleine charge | 3,265 NM |

Tableau.3.3: Les performances du B737-800

3.4. Motorisation du B737-800 :

Le B737-800 est motorisé par deux turbofans (CFM56-7B 24-27),(voir figure.3.4).Le CFM56-7B est un turbo fan, double corps à flux axial à haut taux de dilution, court et léger et d'une conception entièrement modulaire pour faciliter sa maintenance. Il délivre une poussée à l'avion et assure la puissance des circuits de bord [2]. Ses caractéristiques sont inscrites dans le tableau; (voir tableau.2.4):



Figure.3.4: Motorisation du B737-800

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

Tableau.3.4: Caractéristiques et performances du moteur CFM5

3.5. Le suivi des performances du B737-800 en utilisant le programme APM :

Pour cette partie nous avons utilisé le logiciel BPS, qui utilise comme input les données récupérées par l'ACMS au cours du vol (voir 2.4.2.2.), et cela pour les 4 appareils de type B737-800 de « TASSILI AIRLINES » immatriculés comme suit : 7T-VCA ; 7T-VCB ; 7T-VCC ; 7T-VCD

3.5.1. Utilisation du programme APM :

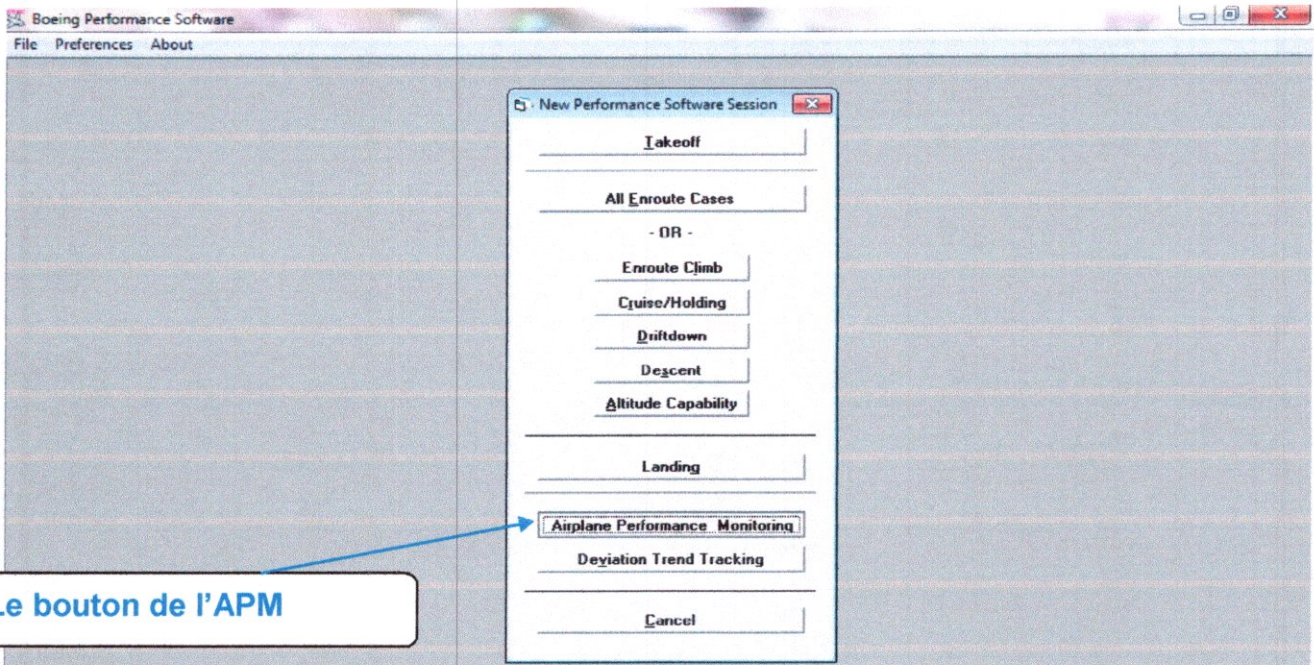
3.5.1.1. L'ouverture du logiciel BPS-APM:

- Un simple clic sur l'icône

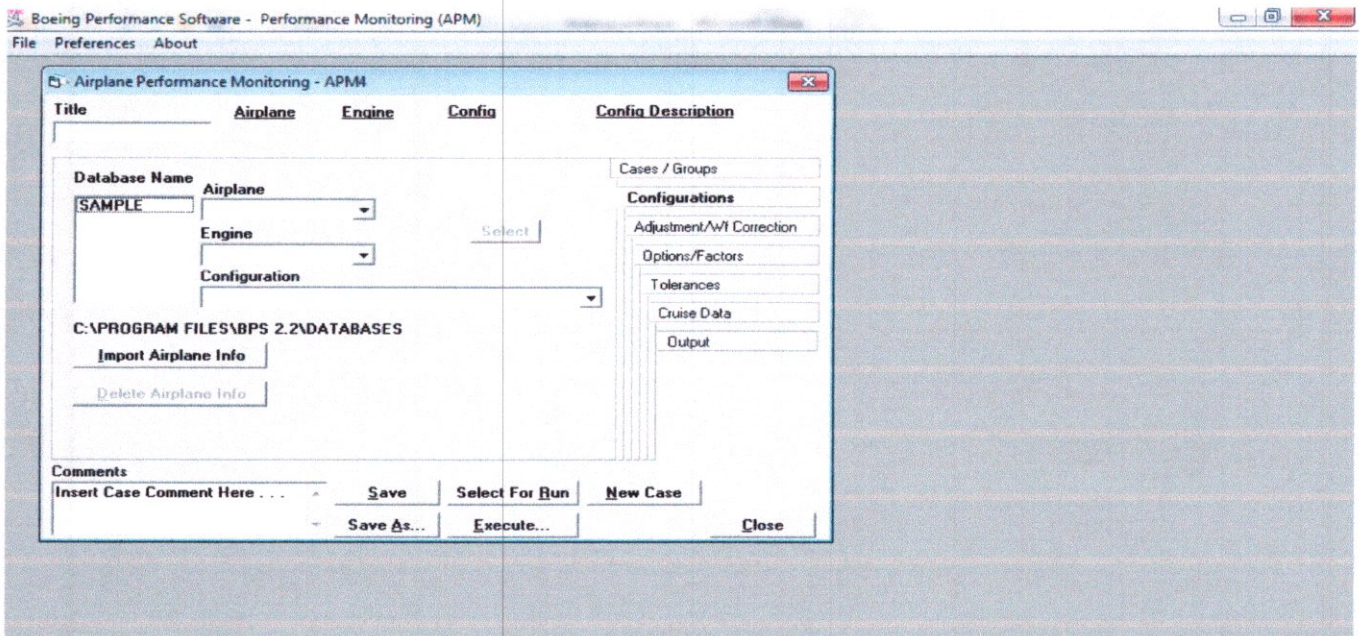


le figure suivant s'affiche :

Chapitre 03 : Utilisation de l'APM pour le suivi des performances du B 737-800

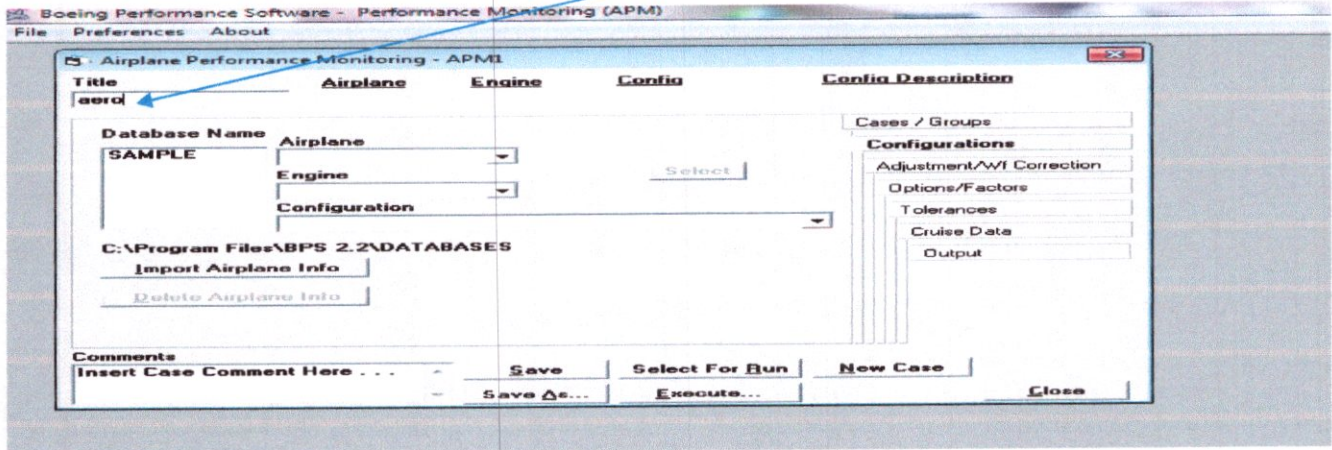


- Nous cliquons ensuite sur le bouton Airplane performance Monitoring 'APM', la fenêtre du programme APM s'ouvre:

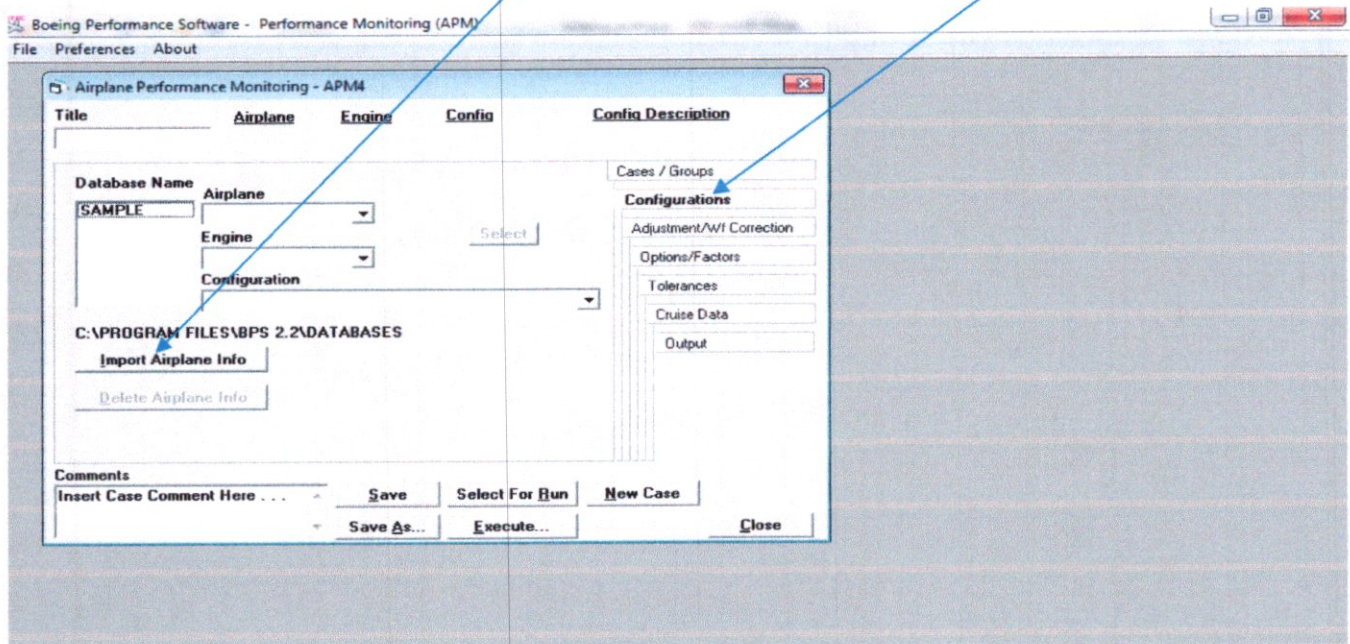


3.5.1.2. L'insertion des données :

- Renommer le titre par exemple le nom aero.

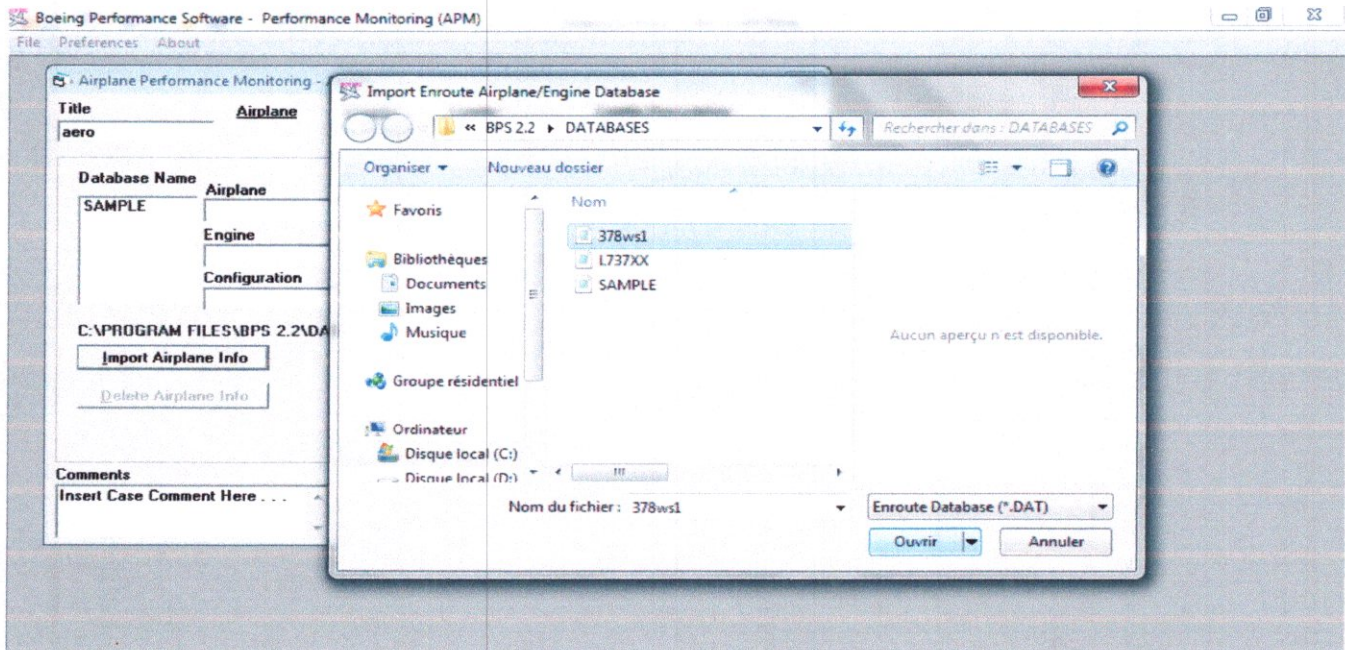


- Pour importer la base de données nous cliquons sur « configuration » puis sur **Import Airplane Info**

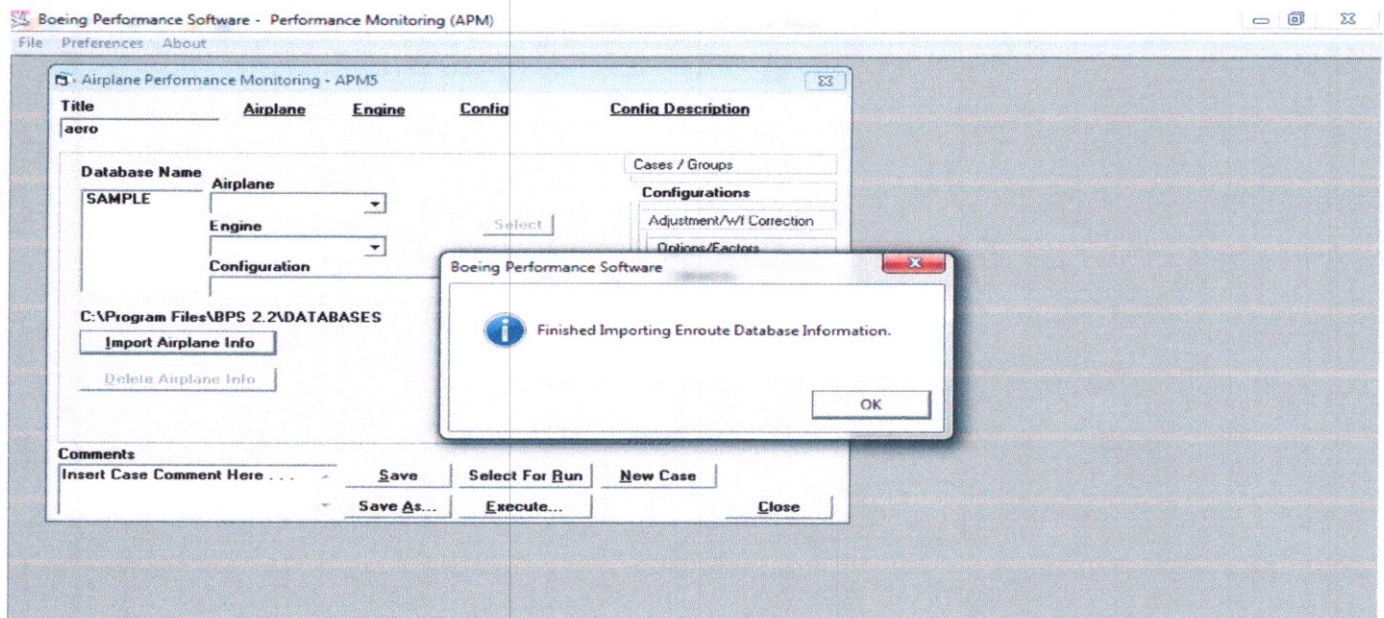


Chapitre03:Utilisation de l'APM pour le suivi des performances du B 737-800

- On introduit la DB comme suit :



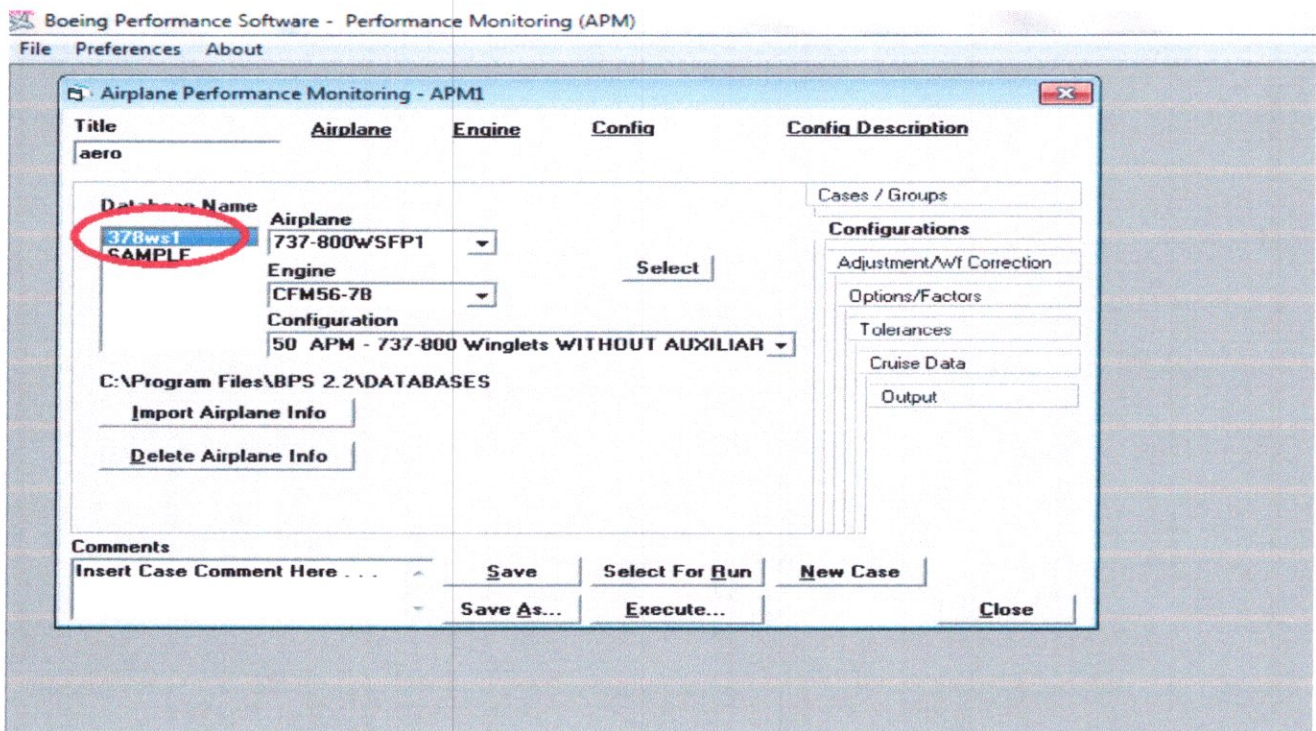
- Après avoir cliquer sur le bouton  , nous voyons cette figure :



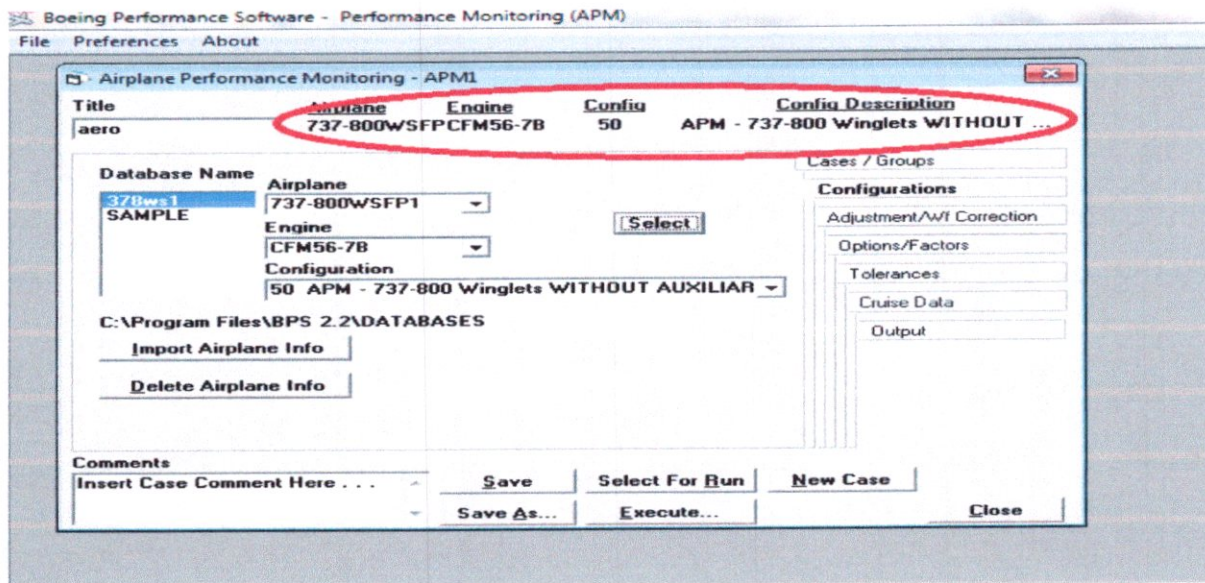
- Cliquer sur le bouton «OK»; la base de données importées est désormais disponibles pour son utilisation dans le BPS-APM.

Chapitre03:Utilisation de l'APM pour le suivi des performances du B 737-800

- Le nom de la Base de données importée s'affichera dans l'onglet «Configurations».

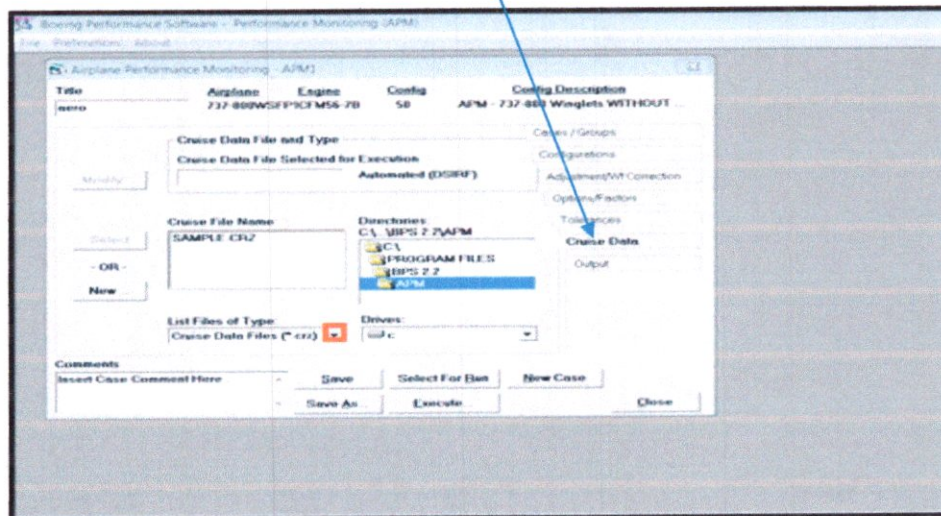


- Cliquez sur le bouton **Select** ; le nom de la base de données en question sera affichera en haut de la fenêtre :

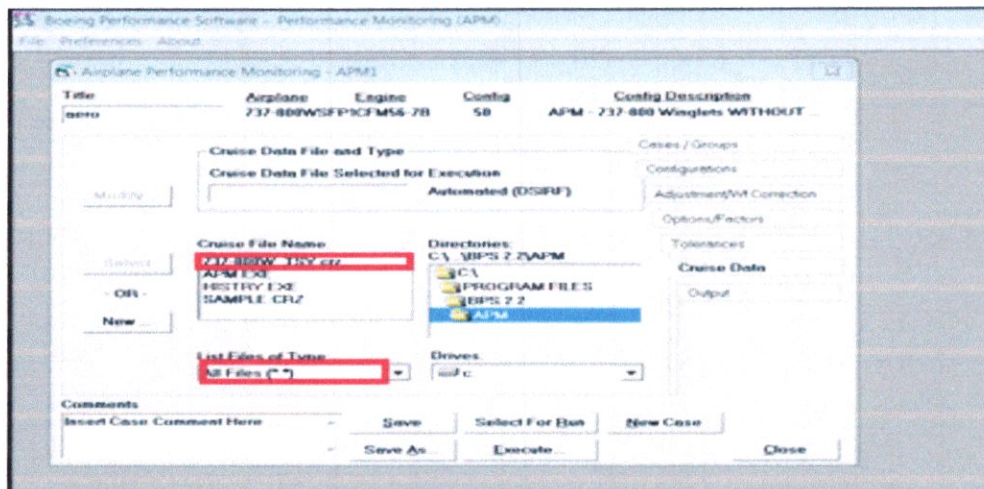


3.5.1.3. L'insertion des données de croisière :

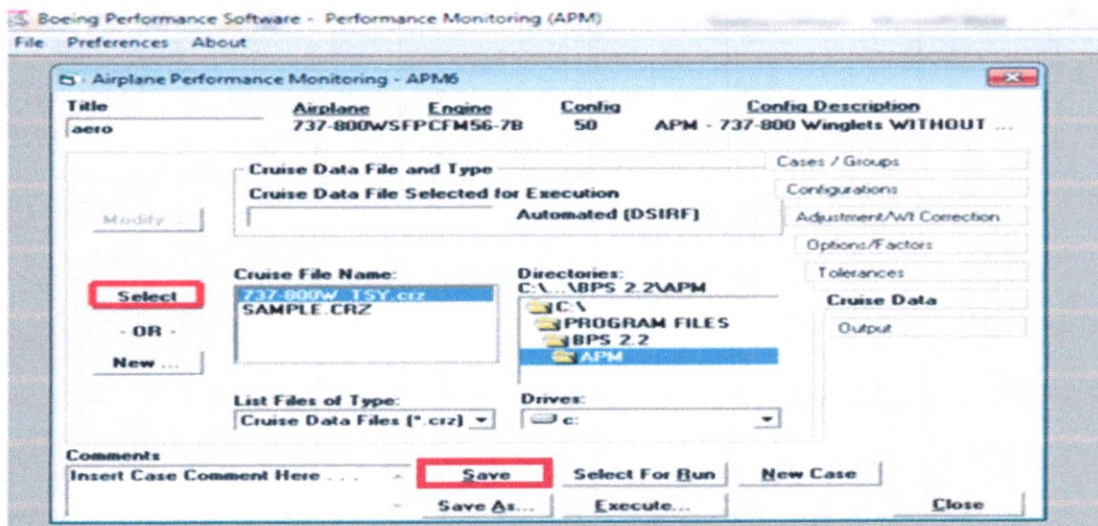
- en cliquant sur le bouton Cruise Data, la fenêtre suivante s'affiche :



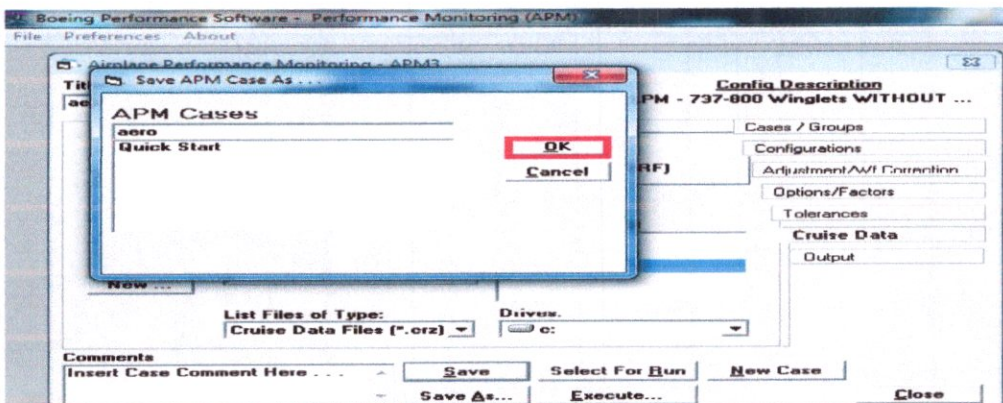
- Sélectionner ensuite « all files » ;
- Insérer le DSIRF ;



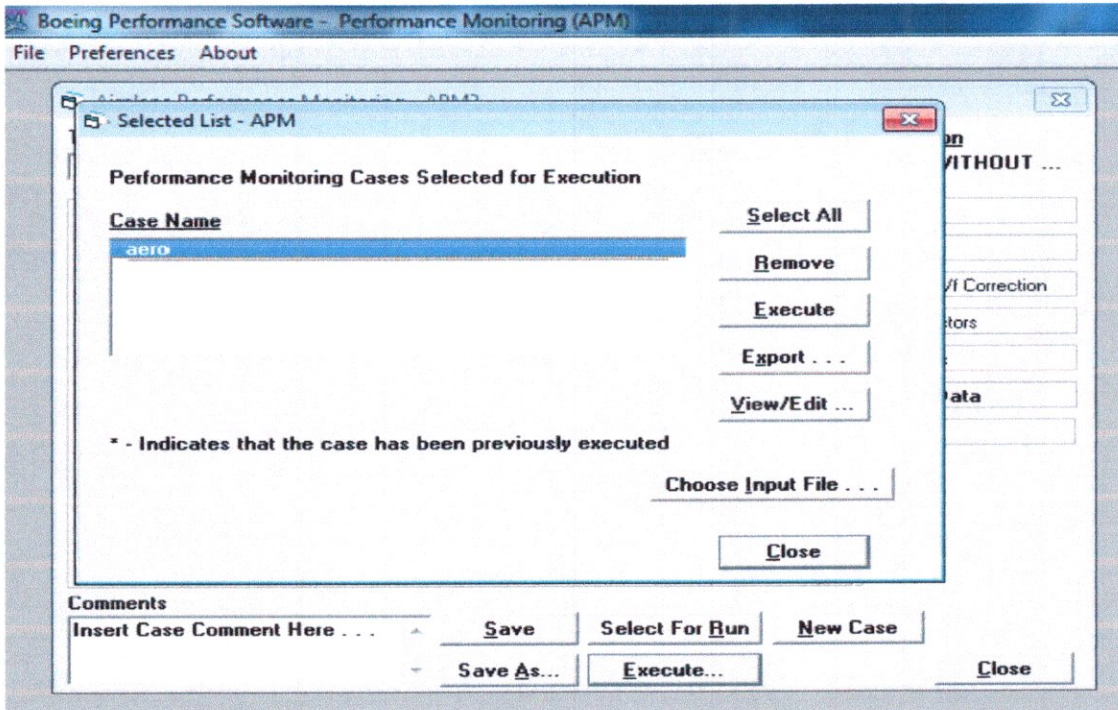
- Une fois fait, le fichier de données de croisière (DSIRF) sera analysé est sélectionné sous « Cruise Data ».
- Sélectionnez par la suite le/les fichiers puis cliquez sur le bouton « Select ». la fenêtre suivante apparait



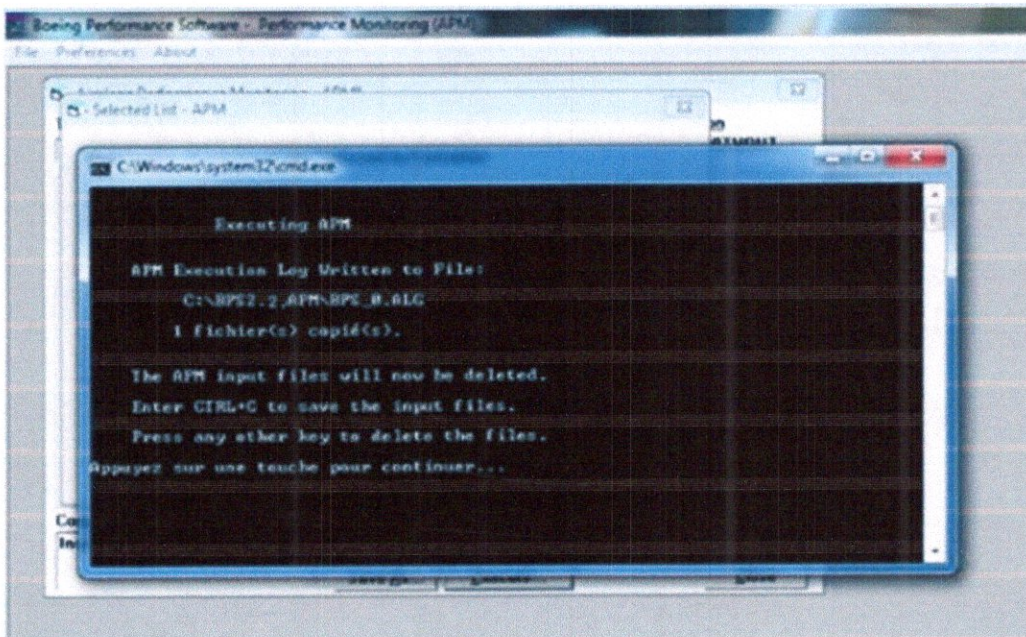
- Cliquer ensuite sur le bouton « Save » pour l'enregistrement



- Cliquer sur le bouton « Select For Run » puis sur le bouton « Execute » pour obtenir l'affichage suivant :



- Sélectionner le nom du fichier de données, une fenêtre "DOS" s'ouvre montrant l'exécution du programme.



- Lorsque l'exécution se termine, appuyer sur n'importe quelle touche pour revenir à la boîte de dialogue précédente. l'exécution donne lieu à un fichier de résultats qui s'appelle ' Output '

3.5.2.Les résultats d'analyse de l'APM:

Les 4 tableaux ci-dessous (3.5, 3.6, 3.7, 3.8) regroupe le calcul des coefficients de dégradation qu'on les obtient en utilisant le programme APM pour les 4 aéronefs de Tassili Airlines immatriculés : 7T-VCA ; 7T-VCB ; 7T-VCC ; 7T-VCD.

L'utilisation du Microsoft Excel nous a permis de représenter, pour chaque aéronef, la variation des coefficients de dégradation durant les 3ans (2012,2013 et 2014).

3.5.2.1. Méthode d'analyse des graphes :

L'opérateur du service technique de Tassili Airlines compare le fuel flow calculé par programme APM avec le graphe Fuel Milleage (fournis par le constructeur) par rapport à la mise en entée en service(%) pour les aéronefs d'un seul couloir et de deux couloirs (voir la figure.3.5) en utilisant l'équation suivante :

$$\text{FF (fuel flow) Factor} = -\text{FM}\% \dots \dots \dots \text{3.1}$$

Pour l'analyse des résultats :

- Si le FF supérieur à zéro=>il n'y a pas une dégradation
- Si le FF inférieur à zéro => il y a une dégradation

Et comme cette dégradation à des limites acceptables qu'il ne faut pas dépassés, nous la comparons avec la tendance de FM% (fig 3.5).

Si le facteur FF dépasse la valeur (-2%) cela monte qu'il y a une dégradation très importante, donc nous envoyons directement un avertissement au service maintenance pour corriger le problème, par contre si le facteur FF est inférieur à cette valeur on doit corriger seulement le JETPLAN et le FMS.

Remarque :

Nous analysons le fuel flow seulement parce que l'analyse des autres coefficients se fait au niveau du service de maintenance.

3.5.2.2. Le niveau de détérioration de performance:

Pour connaître l'état de détérioration de performance

- nous devons connaître les tendances de dégradation de l'avion pour protéger le bien et typique
- Les tendances sont basées sur des données fournies par les services aériens (Un nombre très limité de données disponibles pour la plupart des modèles)

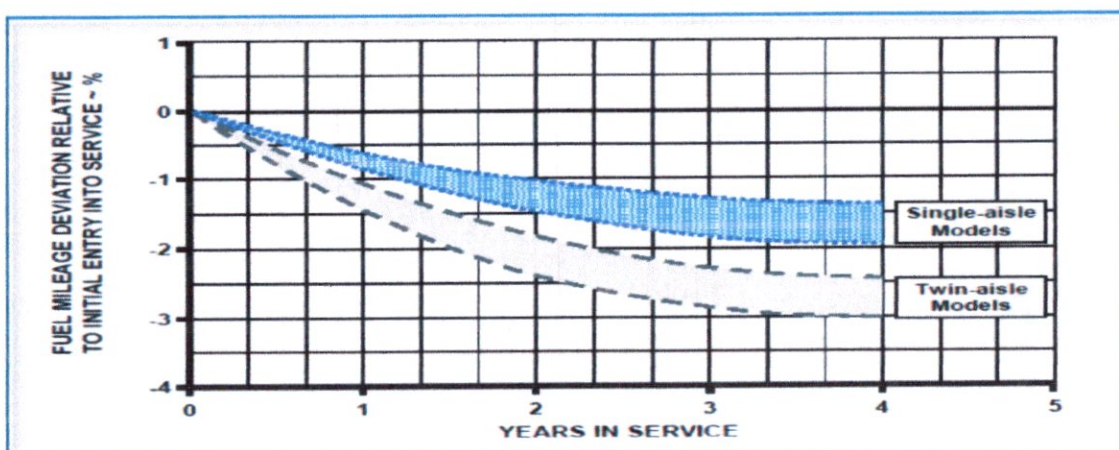


Figure.3.5:les tendances de dégradation du fuel mileage en (%) pour les aéronefs d'un seul couloir et de deux couloirs

Nous suivons la même méthode que l'opérateur de Tassili Airlines et nous l'appliquons pour notre résultat pour permettre leur analyse.

a). L'avion 7T-VCA :

Le tableau ci-dessous contient les valeurs des coefficients de dégradation (il faut préciser obtenu en utilisant le programme APM) pour l'aéronef 7T-VCA pour les années 2012,2013et 2014 :

| Année | %N1 | %THRST | %FUEL FLOW | %FM |
|-------|------|--------|------------|------|
| 2012 | 0.78 | 2.9 | 2.7 | -5.3 |
| 2013 | 0.48 | 3.6 | 2.9 | -4.8 |
| 2014 | 0.45 | 3.4 | 2.4 | -4.4 |

Tableau.3.5: Les coefficients de dégradations du 7T-VCA

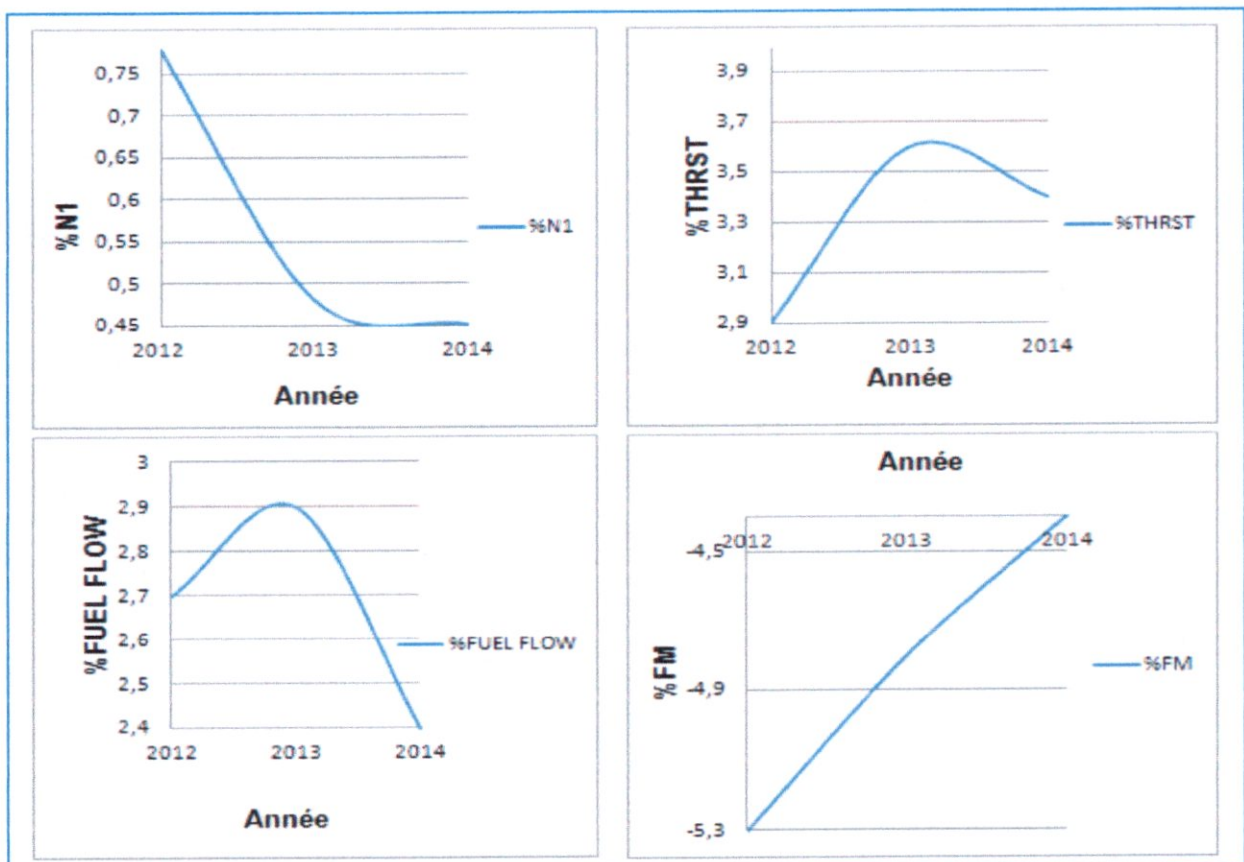


Figure.3.6: La variation des coefficients de dégradation du 7T-VCA

• Commentaire pour le graphe (figure.3.6)

Nous notons pour ce graphe, qu'il y a une dégradation de la performance et une augmentation du coefficient de dégradation FF entre l'année 2012 et 2013 ; avec une amélioration des performances et une diminution du coefficient de la dégradation pendant les années 2013 et 2014.

B. L'appareil 7T-VCB :

Le tableau ci-dessous contient les valeurs des coefficients de dégradation (il faut préciser obtenu en utilisant le programme APM) pour l'aéronef 7T-VCB pour les années 2012,2013et 2014 :

| Année | %N1 | %THRST | %FUEL FLOW | %FM |
|-------|------|--------|------------|------|
| 2012 | 1.34 | 5 | 1.4 | -6.1 |
| 2013 | 1.3 | 4.9 | 1.8 | -5.8 |
| 2014 | 1.25 | 4.5 | 1.3 | -5.3 |

Tableau 3.6: Les coefficients de dégradations du 7T-VCB

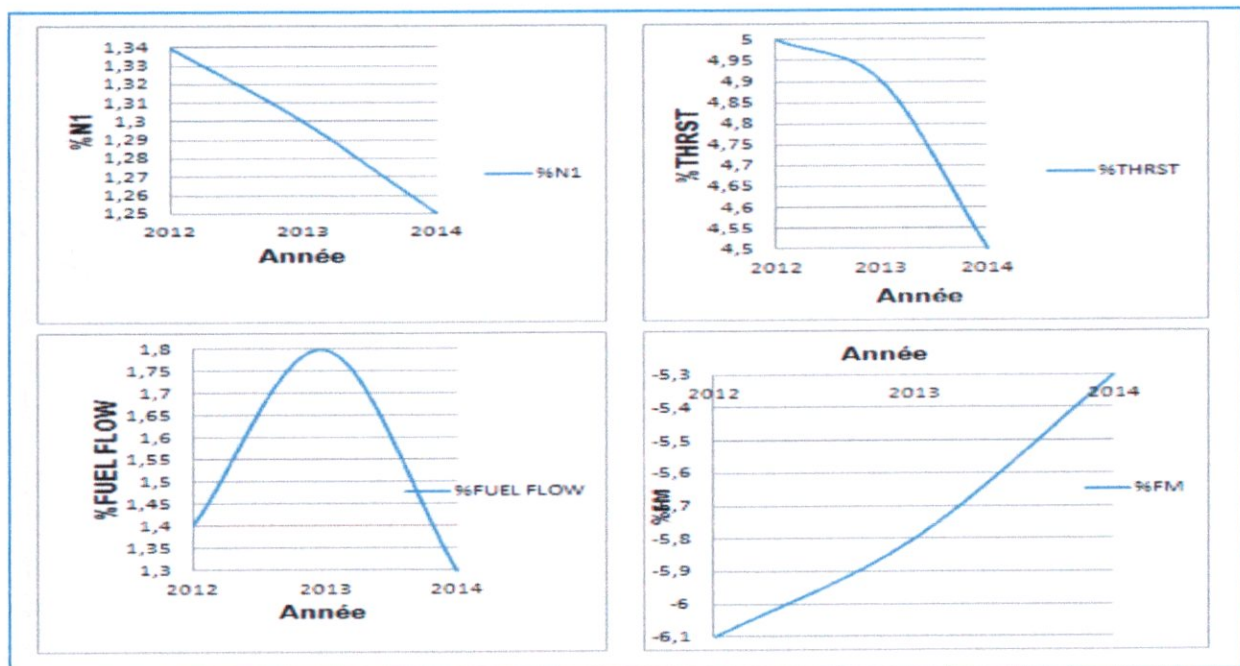


Figure.3.7 : La variation des coefficients de dégradation du7T-VCB

| | |
|----|--|
| | <p>masse au décollage</p> <p><u>Estimée au départ :</u></p> <p>Masse au décollage + 1000KGS augmenter la consommation de carburant de 0016 KGS</p> |
| 16 | <p>ALT AIRPORT : Altitude de l'aérodrome de départ</p> <p>BLOCK : carburant embarquer avant la mise en route des moteurs</p> <p>CMD(-) : Quantité de carburant = Carburant de dégagement (ALT) +Attente (HOLD) : Quantité de carburant pour l'Attente</p> <p>MAX B/O : Maximum de carburant à consommer=BLOCK-CMD</p> <p>CIE NIAME : Nom de la compagnie qui fournit le carburant</p> <p>NUMERO B/L : Numéro du bon de livraison carburant</p> <p>QUANTITY : Quantité carburant livrée</p> <p>COST INDEX : Index du cout de l'étape a introduire dans le FMC</p> |
| 17 | <p>Bilan des masses :</p> <p>BASIC= Masse de base de l'aéronef</p> <p>EPLD= Charge marchande estimée</p> <p>EZFW= Masse sans carburant estimée = BASIC +EPLD</p> <p>TOF= Carburant embarqué au lâcher des freins</p> <p>ETOW= Masse au décollage estimée = EZFW+TOF</p> <p>EB/O= Carburant nécessaire pour l'étape</p> <p>ELAW= Masse à l'atterrissage estimée = ETOW-EB/O</p> |
| 18 | <p>Les limitations structurales certifiées :</p> <p>ZFW= Masse maximale structurale sans carburant</p> <p>OTOW= Masse maximale structurale au décollage</p> <p>LAW= Masse maximale structurale à l'atterrissage</p> |
| 19 | <p>Les limitations opérationnelles</p> |
| 20 | <p>Route ATC, résumé de la route planifiée avec les points de report et les désignations des routes. Cette représentation est utilisée pour intégrer la route dans le FMC RTE.</p> |
| | <p>A remplir par l'équipage :</p> <p>BLOCK OFF : Heure la mise en route des moteurs</p> <p>BLOCK ON : Heure d'arrivée au parking et les moteurs coupés</p> <p>TIME : Temps de vol block = BOCK ON – BLOCK OFF</p> |

| | | | |
|-----------------------------|--|----------------------------|---|
| 21 | LANDING: Heure à l'atterrissage à l'aéroport de destination TAKE OFF : Heure de décollage TIME : Temps de vol (LANDING- TAKE OFF) FOB TO: Carburant à bord au décollage FOB. LAW : Carburant restant à l'atterrissage à destination CODE DELAI : Code de retard | | |
| 22 | WIND P065 : vent, la direction et la force en Kts ; MXSH 2/TOD : Vent de cisaillement maximal force /position géographique sur la route | | |
| 23 | Réservé à l'équipage pour reporter les derniers messages météo. | | |
| 24 | Réservé à l'équipage pour reporter les changements en vol de la route déposé due au contrôle de la circulation aérienne (ATC). | | |
| Code et abréviations | | | |
| 25 | ABREVIATIONS | DESIGNATION | SIGNIFICATION |
| | DWPT | Waypoint | Point de cheminement |
| | FREQ | Frequence navais | Fréquence du moyen radion |
| | ALT/LONG | Latitude/longitude | Coordonnées géographiques des points de reports |
| | FL | Flight level | Niveau de vol |
| | TP | Tropopause | Tropopause |
| | OAT | Outside Air Temperature | Température extérieure |
| | DEV | Deviation temperature from | Variation de température par rapport au STD |
| | WIND | Wind | Le vent |
| | S | Windshear component | Composante du vent de cisaillement |
| | MCS | Magnetic course | Route magnétique |
| | MH | Magnetique heading | Cap magnétique |
| | COMP | Wind component | Composante du vent |
| TCS | True course | Route vraie | |
| TAS | True Air Speed | Vitesse vraie | |

| | | |
|--------------|---|---|
| G/S | Ground speed | Vitesse sol |
| ZDST | Zone distance | Distance par segment de route |
| DSTR | Distance remaining | Distance restante avant l'arrivée à destination |
| ZT | Zone time | Temps de vol par segment de route |
| CT | Cumulative time | Temps de vol cumulé |
| E.T.A | Estimated time of arrival actual | Temps estimé d'arrivée |
| A.T.A | Time of arrival | Temps réel d'arrivée |
| ZFU | Zone fuel | Consommation de carburant par segment |
| CFU | Cumulative fuel used | Consommation de carburant cumulée |
| EFR | Estimated fuel remaining | Consommation de carburant estimée |
| AFR | Actual fuel remaining | Consommation de carburant réelle |
| VAR | Variation magnetic | Variation magnétique |
| TOC | Top of climb | Point de début de croisière |
| TOD | Top of descent | Point de fin de croisière |
| 27 | Route ATC pour le dégagement | |
| 28 | Plan de vol de dégagement | |
| 29 | Détails du plan de vol ATC présenté dans le format OACI | |

4. La Météorologie :

4.1. Données météorologiques :

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

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

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

4.2. Services fournis :

Les services fournis par JETPLAN en matière de météorologie sont:

a). Messages météorologiques : TAF, METAR.....

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

b).les cartes graphiques :

- a) TEMSI : Haute et basse altitude
- b) Cartes de vents et températures

c).NOTAM :

JETPLAN fournit les informations NOTAM par :

- a) Aérodrome et
- b) FIR (Flight Information Region).

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

5. Les données navigation :

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

a). Les données officielles :

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

b). Les routes préférentielles AH

5.1. Les données aéronef :

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

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

5.2. Calcul du carburant :

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

Concernant les réserves:

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

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

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

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

Pour bénéficier des dernières prévisions météorologiques connues :

- un vol dont l'heure de départ se situe entre 08H00 Z et 20H00 Z peut être préparé à partir de 18H00 Z.

Cependant la nécessité de connaître le plus exactement possible, les autres éléments indispensables à l'élaboration du plan de vol comme la charge, les informations aéronautiques liées aux routes etc..., le JETPLAN doit être tiré le plus près possible de l'heure de briefing équipage.

5.3. Préparation du vol avec JETPLAN :

a). Règles générales :

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

b). Choix du dégagement :

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

5.4. Validité du JETPLAN :

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

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

5.5. Contrôle du JETPLAN :

a).Par l'escale :

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

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

Si le JETPLAN n'est pas conforme l'escale doit informer le service JETPLAN par message SITATEX à l'adresse ALGOWAH en précisant la nouvelle route ATC déposée pour qu'un nouveau plan de vol JETPLAN soit envoyé.

b).Par l'équipage :

Il est nécessaire que l'équipage vérifie et signe le plan de vol.

Dans tous les cas, l'équipage peut demander qu'un nouveau plan de vol JETPLAN soit établi.

5.6. Utilisation du document JETPLAN

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

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

En croisière :

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

Annexe 02 : Performance log

1. Définition de 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 stabilités. Elle est divisée en deux parties (voir figure01).

2. Les composantes Performance log :

2.1. 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'aéronef ;
- 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).

2.2. 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 .

737/757/767 Performance Log

Header

Line 1 Model Airline Aircraft Flight DD MM YY Flight Leg

Optional

Line 2 TOW ZFW Init CG Engine Serial Numbers APU Time

Line 3 Initial Fuel Tank Quantities
Center Main 1 Main 2 Aux

Monitor

| Monitor | Engine | Power Setting | Fuel Flow | Fuel Quantities | | | Gen Load | | | | True Hdg | True Track | Drift Angle | FOCAS | Alt |
|---------|--------|---------------|-----------|-----------------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|------------|-------------|-------|-----|
| | | | | Center | Main 1 | Main 2 | Gen 1 | Gen 2 | Gen 3 | Gen 4 | | | | | |
| 1 CAS | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 CAS | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 CAS | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 CAS | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 CAS | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | | |


 = absolute minimum parameters that need to be recorded

Figure.2.1 : la fiche de Performance log

Annexe 03 : DSIRF

Annexe 04 :
Définition des mots-
clés(INPUT,OUTPUT)

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 (\$).

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 défaut

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 égale (=) 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.

Exemple :

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.

Exemple :

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 aéroélasticité de l'aile doivent être considérés dans le calcul de la traînée d'aéronef. 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'aéronef. 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 aéronefs 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 coté loin de la ligne de sortie.

Exemple :

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 la flotte. Les options a 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 choisi l'option TAIL les données moyennes de flotte sont calculées en utilisant la somme des moyennes pour chaque aéronef analysée dans traitement de phase.

Exemple :

FLEETAVG= TAIL par défaut.

FLEETAVG= ALL.

FMHI FMLO :

Ce sont les tolérances 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 effectué 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).

Exemple :

INPUT= ACMS par défaut

INPUT= MANUAL

INSTR :

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

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 utiliser 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 utiliser 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'aéronef 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

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 utiliser 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 coté 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 traînée. 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 (\$), inclus ou les espaces. La valeur par défaut est **MONTHLY AVERAGE**.

Exemple :

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

TITLE= MONTHLY AVERAGE.

TEMPUNTIN TEMPUNTOUT :

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 TEMPUNTOUT 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

TEMPUNTOUT= C par défaut.

TEMPUNTOUT= 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 coté 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 l'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'aéronef 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'aéronefs, 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= 0.922 soit 0.8% de traînée plus basse.