

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN AERONAUTIQUE
OPTION : OPERATION



THEME



Réalisation d'une application pour le calcul de la consommation carburant et temps de vol réel en exploitant les fichiers HERMES

Réalisé par :

M^{elle} BOUCHICHA Samira
M^{elle} SAHLI Warida

Dirigé par :

M^R. TERMELLIL Farid

PROMOTION -2010-

Abstract:

The DATALINK ACARS is one of the recent technologies which helps airlines in their tasks in order to monitor different flights.

Performance monitoring has to use APM program which is based on ACARS to calculate the fuel factor.

The system advantages are precision and accuracy of the recorded parameters.

The same for our program: it will be based on ACARS and specially HERMES in order to calculate real consumption and flight time values.

ملخص

DATALINK ACARS نظام تكنولوجي جديد يخدم شركات الطيران

يهدف الى متابعة ومراقبة الملاحة من أجل متابعة قدرات (أداء) الطائرة.

البرنامج APM يعتمد على ال ACARS , لحساب معامل التدهور

لأن هذا الأخير يوفر دقة عالية للقيم و المعاملات المسجلة .

بالتماثل مع APM , برنامجنا سيعتمد أيضا على ACARS بالخصوص مع HERMES

بهدف استغلال المعلومات اللازمة, من أجل حساب القيم الحقيقية

لكمية الوقود المستهلك و مدة الطيران.

Résumé :

Le DATALINK ACARS est l'une des technologies les plus récentes en faveur des compagnies aériennes dans le but du suivi et de la surveillance des vols.

Pour le suivi des performances : tâche impérative pour l'exploitant, le programme APM se base sur l'ACARS pour le calcul du coefficient de dégradation des avions car ce dernier assure une grande précision des valeurs et paramètres enregistrés.

Par analogie, et en profitant de cette précision, notre application va se baser sur le système ACARS et spécialement via HERMES dans le but de calculer les valeurs réelles de la consommation et du temps de vol.

Introduction

Dans ces dernières décennies, la concurrence entre les grandes compagnies aériennes impose l'utilisation des différents systèmes informatisés pour une bonne gestion des vols dans les meilleurs délais.

L'objectif principal des opérations aériennes est de réaliser un vol en toute sécurité en réduisant les coûts par l'utilisation optimale des différents systèmes et le calcul exact du temps de vol et du carburant.

Le constructeur 'ROCKWELL COLLINS' a octroyé comme moyen de mesure d'accompagnement des accessoires à AIR ALGERIE parmi eux le système de traitement au sol '**HERMES**' qui a été acquis en 2000 qui sert à gérer les messages **SOL/AIR** et **AIR/SOL**.

La mission principale de ce système est d'assurer la communication et la transmission des données entre les services opérations au sol et le personnel navigant technique (**PNT**) en vol en utilisant le système **ACARS** (**A**irborne **C**ommunication **A**ddressing and **R**eporting **S**ystem).

Le carburant constitue un facteur important pour les compagnies aériennes, est devenu l'une de leurs préoccupations puisque le prix du pétrole a évolué, et il est devenu le deuxième plus grand article du coût (20% du budget total).

Le but de notre étude est la réalisation d'une interface sous Delphi5, qui assure l'exploitation des messages HERMES pour la détermination de la quantité de carburant consommée et le temps de vol réel, afin de déterminer :

- Les cycles de maintenance des ;
- Déterminer les salaires PN ;
- Déterminer les coûts carburant ;
- Evaluer les performances ;

SOMMAIRE DU CHAPITRE I :

- 1) *Historique de la compagnie*
- 2) *AIR ALGERIE aujourd'hui*
- 3) *Description administrative d'AIR ALGERIE*
- 4) *Les missions*
- 5) *Le réseau de la compagnie*
- 6) *Flotte d'Air Algérie*

Présentation de la compagnie

I. Historique de la compagnie :

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

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

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

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

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

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

- *En 1966, l'algérianisation du personnel navigant commercial est menée à son terme.*

- 1968 : les actions encore détenues par les sociétés étrangères sont rachetées par l'état algérien. Cette année a également été marquée par l'acquisition de quatre CONVAIR G60 et retrait des DC4 et DC3.

En 1971 : Mise en service des premiers « SUPERJET » BOEING (B727 ET B737). L'effort fourni pour la formation de personnels navigants permettra la composition du premier équipage entièrement algérien.

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

Au début de l'année 1990, l'entreprise a pleinement pris conscience du besoin d'élaborer des stratégies autonomes qui permettent un développement cohérent et efficace des activités de transport et de travail aérien. Le 17 février 1997, s'est tenue l'Assemblée Générale constitutive consacrant le passage Air Algérie à l'autonomie. Elle a procédé à l'approbation des nouveaux statuts qui transforment la compagnie en société par action (SPA) et à la nomination des commissaires aux comptes.

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

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

II. AIR ALGERIE aujourd'hui :

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

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

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

(2004 - 2011) indiquant :

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

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

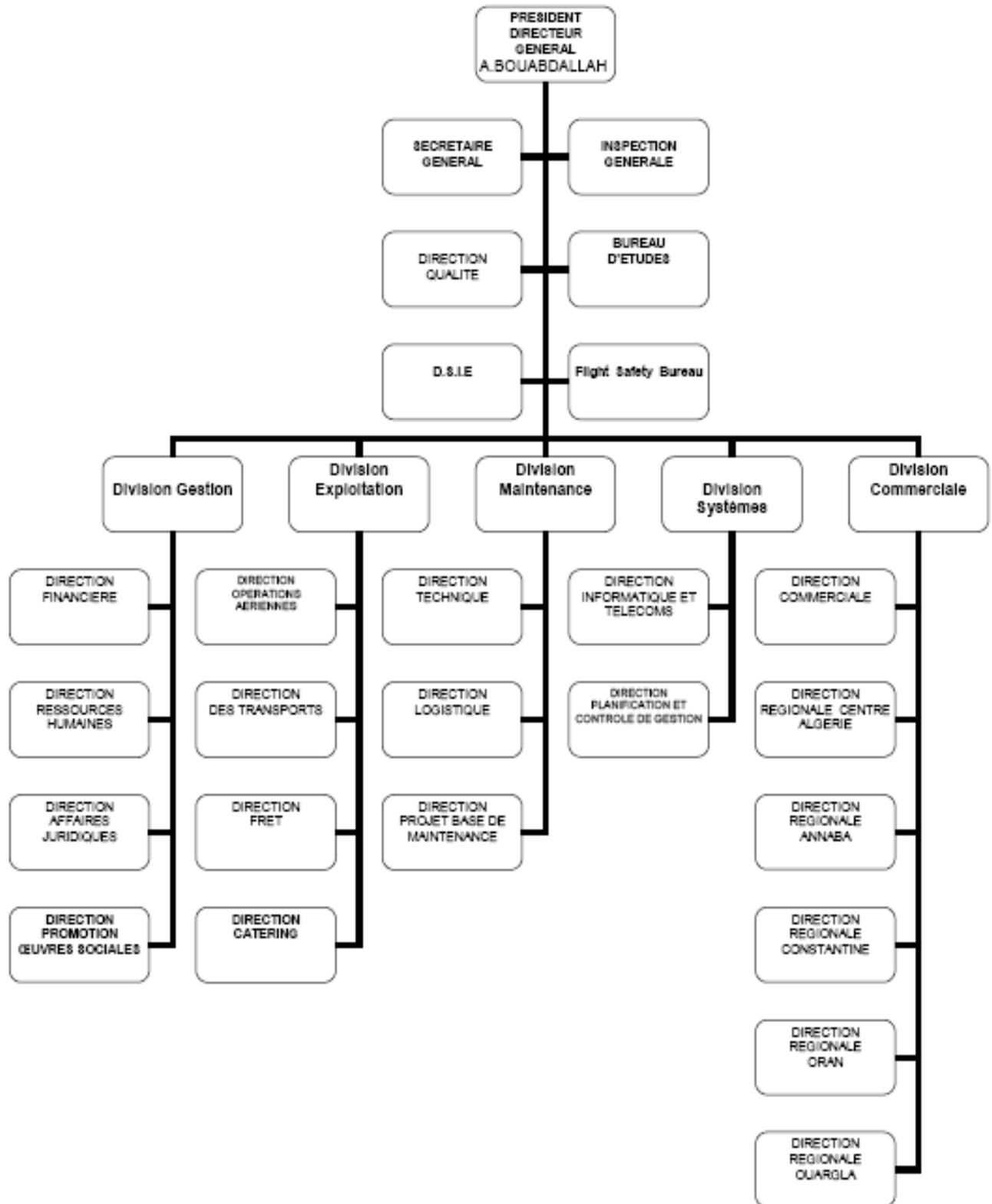
- *une flotte entièrement renouvelée (26 nouveaux avions). L'âge moyen de la flotte passage est de 5 ans au 31/12/2006 ;*
- *une base de maintenance de toute dernière technologie à l'aéroport d'Alger, constituant pour AIR ALGERIE, un nouveau centre de profit ;*
- *la poursuite du processus de certification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

III Description administrative d'AIR ALGERIE :

La compagnie aérienne (AIR ALGERIE) est organisée et partagée en plusieurs directions et divisions.

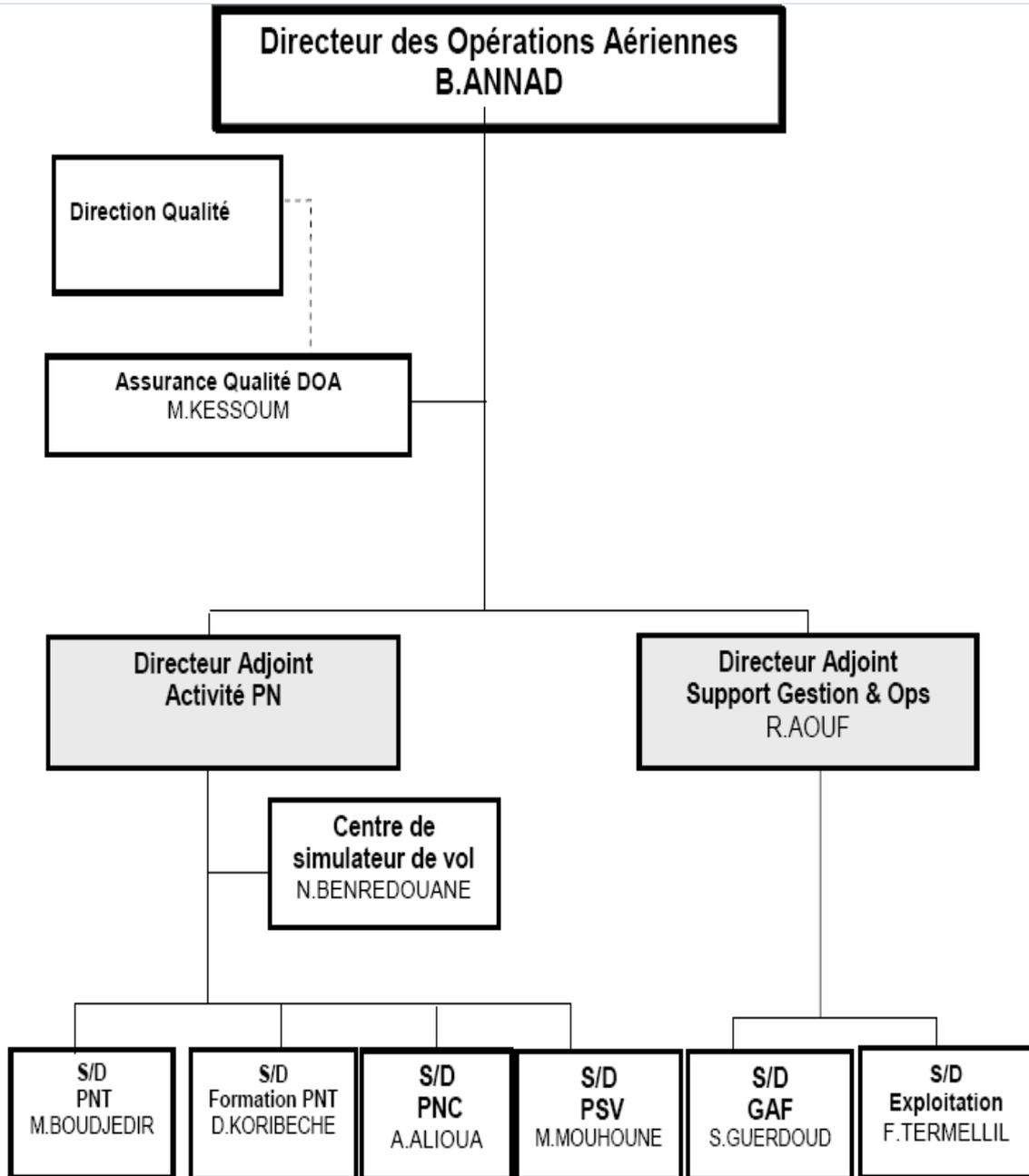
Notre projet a été fait en collaboration avec la direction des opérations aériennes, cela a de différents rôles qui sont les suivants :

- **Validation** des pratiques des opérations aériennes, et s'assurer de leur conformité aux règlements nationaux et internationaux.
- **Etablir** et maintenir à jour les listes des PN
- **Publier** le manuel d'exploitation et approuver son contenu
- **Publier** les directives nécessaires au PN
- **La direction** des opérations aériennes est responsable de la liaison et de coordination avec les autres départements et finalement il autorise toutes les opérations aériennes.



D.S.I.E : Direction Sécurité Interne Entreprise

Figure I.1 Organisation générale de la compagnie



GAF : Gestion Administrative & Financière

PSV : Programmation et Surveillance des vols

Figure 1.2 : Organisation de la direction des opérations aériennes

III. Les missions :

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

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

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

V. Le réseau de la compagnie :

V.1 Le réseau domestique :

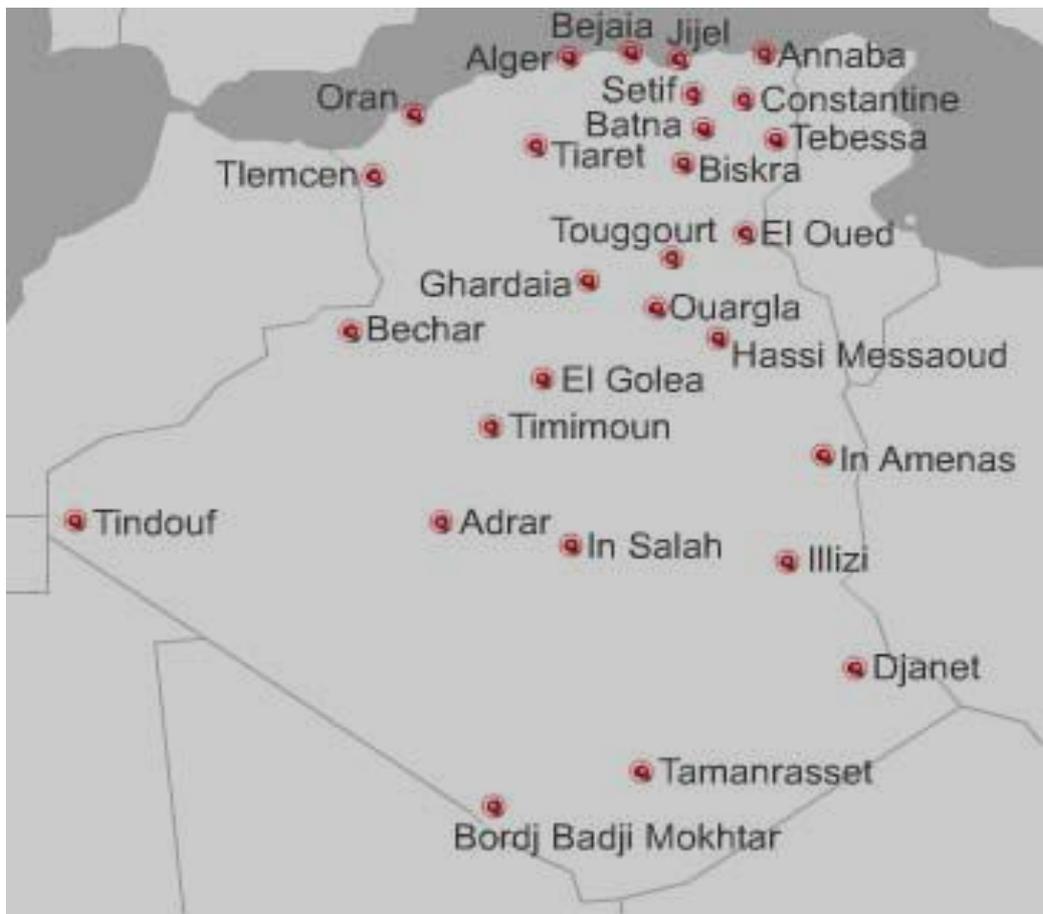


Figure I.3 : le réseau domestique

Adrar : Ouargla – Oran

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

Annaba : Oran

Batna : Oran – Tindouf

Bechar : Oran– Tindouf

Constantine : H. Messaoud - Sétif – Oran

Djanet : Ouargla – Tamanrasset 5

Ghardaïa : Illizi – Tamanrasset

H–Messaoud : Constantine – In Amenas – Oran

Illizi : Ghardaïa – Ouargla

In Amenas : H. Messaoud – Oran – Ouargla

In Salah : Tamanrasset.

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

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

Tamanrasset : Djanet – Ghardaïa – In Salah – Ouargla

V.2 Le réseau international :**Figure I.4 : le réseau international****France :****Alger :** Bordeaux - Lille – Lyon– Marseille – Nice– Paris –Toulouse**Oran :** Bordeaux - Lyon – Marseille– Paris –Toulouse**Annaba :** Lyon – Marseille– Paris**Constantine :** Lyon – Marseille –Bale - Paris.**Biskra :** Lyon – Paris**Batna :** Lyon – Marseille– Paris**Europe :****Alger :** Barcelone– Berlin– Bruxelles –Francfort – Genève –Istanbul –Londres

Madrid – Moscou – Prague – Rome

Oran : Alicante- – Casablanca**Maghreb & Moyen Orient :****Alger :** Amman– Le Caire – Casablanca – Damas – Nouakchott –Dubai – Tunis.**Amman :** Dubai.**Casablanca :** Nouakchott.

Afrique :**Alger:** Bamako – Dakar – Niamey – Ouagadougou – Abidjan.**Amérique du nord :****Alger :** Montréal**Asie :****Alger :** Pékin**VI. Flotte d’Air Algérie :**

La flotte est renouvelée par l'acquisition de nouveaux avions tels que les Boeing

737 - 800, 737 – 600, les ATR – 72-500 et par des Airbus A330 - 200.

A ce jour, Air Algérie compte une flotte de 37 avions composée de :

Passagers :

- **B737-600** : 5 appareils
- **B737-800** : 10 appareils
- **B767-300** : 3 appareils
- **A330-200** : 5 appareils
- **ATR-72** : 12 appareils

Cargo :

- **Hercule L 130** : 2 appareils

AIRCRAFT	TYPE & SERIE	MTOW (KGS)	MAX PAX CAPACITY	ENGINE
7TVES	B737-200	52 390	CARGO	JT8-D15

7TVHG	L382G	70 306	CARGO	501-D22A
7TVHL	L382G	70 306	CARGO	501-D22A
7TVJG	B767-300	156 489	253	CF6-80C2B2F
7TVJH	B767-300	156 489	253	CF6-80C2B2F
7TVJI	B767-300	156 489	253	CF6-80C2B2F
7TVJJ	B737-800	78 244	160	CFM56-7B26
7TVJK	B737-800	78 244	160	CFM56-7B26
7TVJL	B737-800	78 244	160	CFM56-7B26
7TVJM	B737-800	72 802	160	CFM56-7B24
7TVJN	B737-800	72 802	160	CFM56-7B24
7TVJO	B737-800	72 802	144	CFM56-7B24
7TVJP	B737-800	72 802	144	CFM56-7B24
7TVJQ	B737-600	65 090	101	CFM56-7B22
7TVJR	B737-600	65 090	101	CFM56-7B22
7TVJS	B737-600	65 090	101	CFM56-7B22
7TVJT	B737-600	65 090	101	CFM56-7B22
7TVJU	B737-600	65 090	101	CFM56-7B22
7TVJV	A330-202	210 000	269	CF6-80E1A4
7TVJW	A330-202	210 000	269	CF6-80E1A4
7TVJX	A330-202	210 000	269	CF6-80E1A4

SOMMAIRE DU CHAPITRE II :

II. Description des paramètres opérationnels :

II.1 Le carburant

II.1.1 Introduction

II.1.2 Politique carburant

II.1.3 Planification standard carburant

II.1.4 Le carburant réglementaire

II.1.5 Cout carburant

II.2 Temps de vol

II.2.1) Introduction

II.2.2) Cout équipages

II.2.3) Cout maintenance

II.3 Temps de roulage

II. Description des paramètres opérationnels :

Les impératifs économiques liés à l'exploitation du transport aérien ont conduit les compagnies aériennes à se soucier de la rentabilité de leurs avions en recherchant une meilleure exploitation possible dans le but de maximiser ses gains tout en minimisant les coûts d'exploitation, cependant il faut trouver les procédures les plus adéquates pour optimiser au maximum sa flotte en fixant une politique basée principalement sur les charges liés au deux points suivants :

- Le coût de carburant
- Le coût lié au temps de vol

II.1 Le Carburant:

II.1.1) Introduction :

La réglementation impose, en plus de délestage prévu sur une étape certaines réserves de carburant pour effectuer le vol en sécurité et faire face à certaines situations (météorologiques, trajectoire de l'étape, contraintes dues au trafic aérien...). Les calculs de carburant sont effectués à partir des données de consommation fournies par le constructeur de l'avion (sous forme d'abaques pour les calculs manuels ou des formules pour les calculs par ordinateur). Ces données correspondent à un avion standard (déterminées pour un type d'avion par le calcul et lors d'essai en vol). Les quantités sont fixées par l'arrêté du 5 novembre 1987 paragraphe 7-10 figurant au chapitre 3 du règlement de transport aérien.

II.1.2) Politique carburant :

(a) L'exploitant doit établir une politique carburant, pour les besoins de planification du vol et de replanification en vol, permettant d'assurer l'emport, sur chaque vol, d'une quantité de carburant suffisante pour l'opération envisagée et des réserves couvrant les écarts par rapport à celle-ci.

(b) L'exploitant doit s'assurer que la planification d'un vol repose au moins sur les points (1) et (2) suivants :

(1) Des procédures contenues dans le manuel d'exploitation et des données issues :

(i) de données fournies par le constructeur de l'avion ;

(ii) ou de données à jour, spécifiques à l'avion, issues d'un système de suivi de la consommation de carburant.

(2) et sur les conditions d'exploitation dans lesquelles le vol doit être effectué, notamment :

(i) les données relatives à la consommation en carburant de l'avion ;

(ii) les masses estimées ;

(iii) les conditions météorologiques prévues ;

(iv) les restrictions et procédures des services de la circulation aérienne.

(v) la route et les retards.

(c) L'exploitant doit s'assurer que lors de la préparation du vol, le calcul de la quantité de carburant utilisable nécessaire pour le vol comprend :

- le carburant pour le roulage ;
- la consommation d'étape ;
- des réserves de carburant ;
- et le carburant supplémentaire

(d) L'exploitant doit s'assurer que les procédures de planification en vol pour le calcul du carburant utilisable, lorsque le vol doit suivre une route ou se diriger vers une destination autres que celles prévues à l'origine, comprennent :

- la consommation d'étape pour la partie restante du vol ;
- des réserves de carburant ;
- et du carburant supplémentaire ;

II.1.4 Planification standards de carburant :

(i) Pour les vols de **A vers A** - L'exploitant doit spécifier les quantités minimales de carburant devant rester à la fin d'un vol. Cette réserve finale minimale ne doit pas être inférieure à la quantité nécessaire pour effectuer un vol de 45 minutes.

(ii) Pour les vols **de A vers B**- L'exploitant doit s'assurer que la détermination, avant le vol, du carburant utilisable requis pour le vol comprend le carburant réglementaire.

II.1.4 Le carburant réglementaire :

1.1 Le carburant pour le roulage : qui ne devrait pas être inférieur à la quantité qu'il est prévu d'utiliser avant le décollage.

Les conditions locales à l'aérodrome de départ et la consommation du groupe auxiliaire de puissance devraient être prises en compte ;

Cette consommation doit comprendre le démarrage des moteurs, le roulage et la consommation du groupe auxiliaire de puissance (APU). La quantité de carburant au roulage dépend de l'avion.

Voici la quantité de carburant forfaitaire au roulage des avions exploités par

AIR ALGERIE :

Avion	Quantité (KG)
A330-200	300
B767	300
L382G	300
B737-600/800	150
ATR 72-500	150

TABLEAU II.1. Quantité de carburant forfaitaire au roulage

1.2 La consommation d'étape qui devrait inclure :

- a. le carburant utilisé pour le décollage et la montée du niveau de l'aérodrome jusqu'à l'altitude ou niveau de croisière initial, compte tenu du cheminement de départ prévu ;
- b. le carburant utilisé de la fin de la montée au début de la descente, en tenant compte de toute montée ou descente par paliers ;
- c. le carburant utilisé du début de la descente jusqu'au début de la procédure d'approche, en tenant compte de la procédure d'arrivée prévue ;

- d. et le carburant nécessaire à l'approche et à l'atterrissage sur l'aérodrome de destination ;

1.3 La réserve de route : qui devrait être la plus élevée de (a) ou (b) ci-dessous,

- a. 5 % de la consommation d'étape ou, en cas de replanification en vol, 5 % de la consommation prévue pour le reste de l'étape ;
- b. Soit le carburant nécessaire pour voler pendant 5 minutes à la vitesse d'attente à 1500 ft au dessus de l'aérodrome de destination en conditions standards.

1.4 Le carburant de dégagement qui devrait être suffisant pour effectuer :

- a. une approche interrompue à partir de la MDA/DH applicable à l'aérodrome de destination jusqu'à l'altitude d'approche interrompue, compte tenu de l'ensemble de la trajectoire d'approche interrompue ;
- b. une montée de l'altitude d'approche interrompue jusqu'à l'altitude ou le niveau de croisière;
- c. la croisière entre la fin de la montée et le début de la descente ;
- d. du début de la descente jusqu'au début de l'approche initiale, compte tenu de la procédure d'arrivée prévue ;
- e. et l'approche et l'atterrissage sur l'aérodrome de dégagement à destination sélectionné
- f. si, deux aérodromes de dégagement à destination sont nécessaires, le carburant pour le dégagement doit être suffisant pour voler jusqu'à l'aérodrome de dégagement exigeant la quantité de carburant de dégagement la plus importante ;

1.5 La réserve finale de carburant, qui devrait être :

- a. pour les avions équipés de moteurs à pistons, la quantité de carburant nécessaire à un vol de 45 minutes ;
- b. pour les avions équipés de moteurs à turbines, la quantité de carburant nécessaire à un vol de 30 minutes, à la vitesse d'attente, à 1 500 ft (450 m) au-dessus de l'aérodrome, en conditions standard, calculée en fonction de la masse estimée à l'arrivée à l'aérodrome de dégagement ou à l'aérodrome de destination, si aucun aérodrome de dégagement n'est exigé ;

1.6 Le carburant additionnel qui devrait permettre :

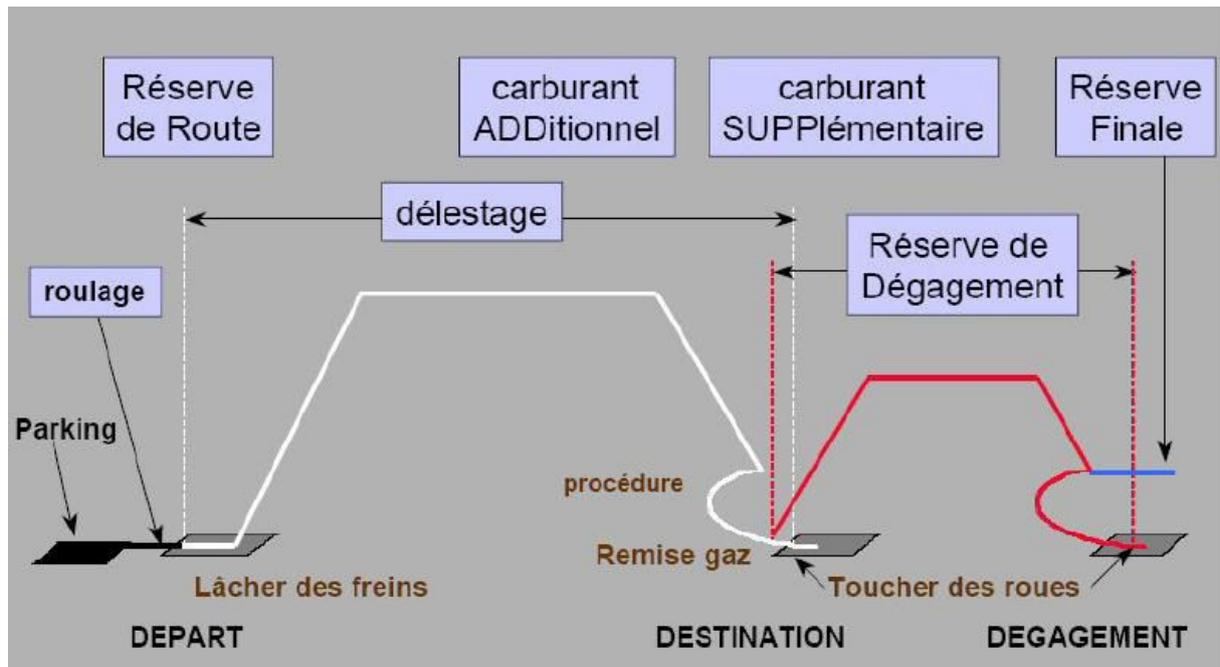
- a. une attente de 15 minutes, à 1500 ft (450 m) au-dessus de l'aérodrome, en conditions standard, lorsque le vol est exploité sans aérodrome de dégagement à destination ;
- b. et suite à la panne éventuelle d'un moteur ou du système de pressurisation, en supposant que la panne se produit au point le plus critique de la route, à l'avion :
 - i. de descendre autant que nécessaire et poursuivre le vol jusqu'à un aérodrome adéquat ;
 - ii. et d'attendre ensuite pendant 15 minutes à 1 500 ft (450 m) au-dessus de l'aérodrome en conditions standard ;
 - iii. et effectuer une approche et un atterrissage.

Cependant, l'emport de carburant additionnel est requis uniquement si la quantité minimale calculée en application des paragraphes 1.2 à 1.5 ci-dessus ne permet pas de faire face à une telle défaillance.

Avion	Quantité (kg)
ATR 72-500	160
B737-200	800
B737-600	600
B737-800	600
B767-300	1000
A330-200	1200
L382G	920

Tableau II.2. Carburant additionnel pour chaque type d'avion

1.7 Le carburant supplémentaire: qui devrait être laissé à la discrétion du commandant de bord. Le carburant que le commandant de bord peut exiger en supplément des quantités exigées par les paragraphes ((1.1) jusqu'à (1.6)).



Chapitre II.1 : le carburant réglementaire

II.1.5 Cout carburant :

Le cout carburant est calculé selon les enlèvements théoriques et en fonction des coefficients suivants :

- ❖ La charge transportée
- ❖ Le tarif carburant (tarif départ, destination, escale) qui est exprimé en dollars/pounds.

Exemple chiffré : des dépenses du cout de carburant pour l'année 2005 :

	A330-200	B737-800
Nombre d'heure de vol (HDV)	11698	28786
Cout de carburant	2290572585	1816426442

Tableau II.3. Cout de carburant

Cout de carburant en fonction des couts totaux d'exploitation :

a. AIRBUS 330-200

Cout total d'exploitation : **12717322584 DZD.**

Cout de carburant : **2290572585 DZD.**

Soit **18%** du cout total d'exploitation.

b. B737-800

Cout total d'exploitation : **13544026505 DZD.**

Cout de carburant : **1816426442 DZD.**

Soit **13%** du cout total d'exploitation.

Exemple chiffré : des dépenses du cout de carburant pour l'année 2009 :

	A330-200	B737-800
Nombre d'hectolitres consommés	873533	893119
Cout de carburant(DA)	3090183618	2188581521

Tableau II.4.cout de carburant pour A330 et B737

II.2 Temps de vol :

III.2.1 introduction :

Le temps de vol est défini comme le temps ou le pilote commence la mise en route jusqu'à l'arrêt final de l'appareil.

Les couts équipage et les couts maintenance ont une considérable part dans les couts d'exploitation. Le paramètre essentiel utilisé pour calculer ces couts : **le temps de vol**.

Le dossier de vol doit être muni d'un document « feuille d'instruction » qui va être rempli par le pilote commandant de bord contenant les informations suivante ;

- Escale
- N° ligne
- L'heure de départ par escale (temps universel).
- L'heure d'arrivée par escale (temps universel).

II.2.3 cout équipage (PNT, PNC) :

C'est la charge liée au personnel navigant technique (PNT) et commerciale (PNC), qui est en fonction des facteurs suivants :

La rémunération minimale du personnel navigant (PNT, PNC) à laquelle s'ajoutent les primes liées aux heures de vol et/ou type de vol (domestique, international).

Les couts PN (PNT, PNC) sont répartis en deux groupes : **Couts directs** et **Couts indirects**, dans notre étude on s'intéresse à tous ce qui est en fonction du temps de vol seulement donc on va traiter les couts directs,

a. Couts directs :

Les couts directs englobent les salaires bruts ainsi que le cumul des bons en monnaie convertibles attribué aux personnels navigants selon le grade et la fonction de chacun du crew (PNT, PNC, OMN).

A titre d'exemple le tableau suivant représente les différents couts directs relatifs au personnel navigant pour l'année 2009.

➤ Boeing 737 NG :

Personnel navigant	Charge en DZD
Personnel navigant technique(PNT)	643801585
Personnel navigant commercial(PNC)	271763170
Officier mécanicien navigant (OMN)	
Bons PNT	53121661
Bon PNC	57470992

Tableau II.5 : les couts directs PN pour le B737-800.

Donc les couts directs PN (total) pour le B737-800 est de 1038294409 DZD

➤ AIRBUS 330-200 :

Personnel navigant	Charge en DZD
Personnel navigant technique(PNT)	173060616
Personnel navigant commercial(PNC)	202387196
Officier mécanicien navigant (OMN)	
Bons PNT	14421940
Bon PNC	390878206

Tableau II.6 : les couts directs PN pour l'A330-200.

Donc les couts directs PN (total) pour le A330-200 est de 428997959 DZD

Couts directs PN en fonction du cout total d'exploitation :

➤ Boeing 737 NG :

❖ Cout total d'exploitation : **13544026505 DZD.**

❖ Couts directs PN **1038294409 DZD**

Soit 09 % du cout total d'exploitation.

➤ AIRBUS 330-200 :

Cout total d'exploitation : **12717322584 DZD.**

Couts directs PN : **428997959 DZD**

Soit 34 % du cout total d'exploitation.

*Quel est l'ordre de précision dans le remplissage de ce document par le CDB
en ce qui concerne le temps de vol ?*

Si on suppose que l'écart entre le temps de vol réel et celui mentionné par le CDB est 10 minutes ; de combien changent ils les couts PN ?

Et si on prend à titre exemple le B737 NG ;

- ✓ Nombre d'heure de vol : 48486 heures
- ✓ Cout total : 1916426442 DA
- ✓ Le cout PN lié à une heure de vol est : 39648 DA
- ✓ Durée moyenne de vol est : 2H

Donc il a fait 24243 vols.

On aura :

$(10 \times 24243) / 60 = 4040,5$ HDV correspond à 160197744 DA.

II.2.4 Cout maintenance :

Ce sont tout les dépenses liées à l'entretien des avions, pour les garder dans l'état conforme aux normes dictées par les autorités compétences. On distingue deux types de maintenances : une préventive et l'autre curative. Les couts sont définis comme suit :

- Cout entretien des structures
- Cout main d'œuvre
- Cout pièces détachées
- Assistance d'une tierce partie.

Définition de la maintenance :

L'entretien d'un aéronef peut être défini comme étant l'ensemble des actions destinées à maintenir ou à remettre l'aéronef ou certains de ces éléments en état d'être exploités normalement.

Objectif de la maintenance :

1- La sécurité :

C'est une exigence réglementée par l'**OACI**, qui a un représentant qui contrôle la maintenance des aéronefs.

C'est une exigence réglementaire et commerciale. L'aéronef doit au cours du temps conservé les caractéristiques de navigabilité définies et approuvées lors de sa certification, de plus il est évident qu'un accident ou une série d'accident peut nuire l'image de marque du constructeur et du transporteur.

2- La disponibilité :

L'aéronef représente un investissement coûteux, une compagnie aérienne recherche des taux d'utilisation élevés, pour cela un aéronef doit être en état d'accomplir sa mission au moment voulu, le retard ou l'annulation d'un vol constitue non seulement une perte directe pour la compagnie mais nuit aussi à son image au prît des passagers.

3- Le coût :

L'entretien des aéronefs nécessite une organisation des moyens matériels et humains, qui coûtent cher.

Minimiser les coûts d'entretien constitue donc un troisième objectif, il faut trouver le meilleur compromis entre les deux premiers objectifs et le troisième.

Type de maintenance :

a) Maintenance programmée ou maintenance préventive :

C'est l'ensemble des opérations destiné à maintenir ou à remettre

L'avion en état d'être exploité selon les normes définies par les autorités compétentes, il est effectué selon des critères bien définis (périodique en fonction des heures de vol HDV), donc l'entretien doit réduire la probabilité de défaillance d'un bien (équipement).

➤ Les différents types de visite :

L'entretien des aéronefs doit être organisé en un temps cohérent de façon à minimiser le temps d'immobilisation, il s'agit donc de grouper les opérations élémentaires d'entretien d'importance et de périodicité comparable, ces groupes d'opération sont appelés **visites**.

1) Visite prévol :

Qui peut être éventuellement fait par l'équipage.

Exemple : vérification du plein carburant, de l'huile et de l'état et du gonflage des pneus.

2) Visite journalière :

Elle s'effectue chaque trois jour.

$VJ = VP + AI$.

VJ : visite journalière.

VP : visite pré vol.

AI : autre inspections.

Exemple : vérification de l'état de fuselage, des voilures et les entrées d'air.

3) Visite A (après 300 à 400 heures de vol) :

Comporte une inspection visuelle plus détaillée des systèmes et composantes structurelles, par exemple train d'atterrissage, surface des ailes, moteur et fixation, mécanisme des parties mobiles de la voilure (volet). Elle s'effectue au niveau de l'atelier pendant 8 heures ($VA=VJ+AI$).

4) Visite B (après 1000 à 1200 heures de vol) :

On ajoute à la visite "A" les inspections de poussée, pour vérifier le fonctionnement de système, la durée de l'inspection de 2à3 jours.

5) Visite C (après 3600 à 4000 heures de vol) :

Des inspections supplémentaires entraînent le démontage, pour vérifier les parties à accès difficile. La durée de la visite est environ une semaine.

6) Visite D (après 5à7 ans de vol) :

Une vérification complète de l'avion (GV : grande visite, RG : révision générale) est effectué avec examens méniscaux de tout le système et de toute la structure, la cellule est pratiquement remise à neuf. La durée de la visite est un (1) mois.

b) Maintenance non programmée ou maintenance curative :

Tout incident ou anomalie constaté en vol par l'équipage, fait l'objet d'un compte rendu CRM compte rendu matériel dont l'analyse fait à chaque escale, permet de déterminer les actions correctives adaptées (action immédiate, rapport jusqu'au retour à la base principale d'entretien ou rapport à la prochaine visite programmée) .

Différents modes d'entretien :

Différents éléments (ensemble, sous ensemble, équipements, pièces,) d'un aéronef peuvent faire l'objet de trois modes d'entretien principaux :

- Entretien avec temps limite.
- Entretien selon vérification de l'état
- Entretien avec surveillance du comportement

a. Entretien avec temps limite : **''HARD TIME-HT''** :

Dire qu'un élément fait l'objet d'un entretien avec un temps, signifie que cet élément devra être déposé avant d'atteindre son potentiel :

- ✚ Soit pour subir certains travaux qui permettent de le libérer pour une nouvelle période.
- ✚ Soit pour être retiré du service (HS).

b. Entretien selon vérification de l'état :

L'entretien s'effectue après une vérification de l'état de fonctionnement des équipements et de la structure, selon les endommagements et les anomalies rencontrés pendant les inspections, des modifications ou des changements relatifs doivent être effectués.

c. Entretien avec surveillance du comportement :

Si l'équipement à inspecter ne touche pas la sécurité il faut doubler ou tripler les systèmes (la redondance) par exemple la fuite de l'huile du moteur.

Données chiffrées des dépenses du cout de maintenance pour l'année 2005 :

	A330	B737-800
Nombre d'heure de vol	11698	28786
Cout de la maintenance	1009102526	2002441843

Tableau II.7. Cout de la maintenance en fonction des heures de vol par type d'avion

Cout de la maintenance en fonction de cout total d'exploitation de l'avion :

1) AIRBUS 330 :

Cout total d'exploitation : 12717322584 DA

Cout de la maintenance : 1009102526 DA

Soit 8 % du cout total d'exploitation.

2) BOEING 737-800 :

3) Cout total d'exploitation : 13544026505 DA

4) Cout de la maintenance : 2002441843 DA

5) Soit 14 % du cout total d'exploitation.

**Est-ce que l'enregistrement des heures de vol pour le déclenchement de telle
visite est vraiment précis ?**

Si on suppose l'écart entre le temps réel et celui enregistré pour un vol est 10 minutes ; comment ça va influencer sur les couts d'exploitation et sur la rentabilité des avions ?

Si on prend à titre d'exemple le B737 NG (cycle des visites A pour l'année 2005) :

- Nombre d'heure de vol par an :11698
- Durée moyenne de vol 2 HDV
- Le nombre des vols par ans 5849 vols
- Ecart entre le temps réel et celui enregistré 10 minutes
- Type de visite envisagé A
- Périodicité pour le déclenchement : 300 à 400 HDV

Sur une(1) heure de vol on aura $11698 / 300 = 39$ visite A par an

L'écart est : $(5849 * 10 / 60) = 974,83$ HDV

Le temps réel de vol $11698 - 974,83 = 10723,17$ HDV

Nombre de visites réel : 35 visite A

Commentaire : l'écart entre le temps de vol réel et celui enregistré a engendré une différence de quatre (4) visites A, donc une différence de couts .

Conclusion :

Le moyen le plus simple serait de suivre le temps de vol grâce au système ACARS à chaque vol et mettre au point des procédures visant à le réduire.

II.3 Temps de roulage :

Pour avoir une bonne économie carburant au sein d'une compagnie aérienne il faut prendre en considération toutes les procédures qui ont un lien direct ou indirect avec la consommation carburant.

Le roulage est un point qui joue un rôle très important sur la consommation carburant donc la bonne évaluation de temps du roulage est exigée.

Le temps réel de roulage est standardisé et changé si c'est nécessaire.

Ce temps peut être augmenté à cause d'un embouteillage ou de la dimension aéroportuaire, de travaux sur les infrastructures ou d'un ordre de l'ATC, ces derniers jouent un grand rôle dans le gaspillage de temps et du carburant.

A titre d'exemple :

- ❖ L'aéroport d'Alger **12 mn**
- ❖ L'aéroport d'Oran **11 mn**
- ❖ L'aéroport de Constantine **8 mn**

Les tableaux suivants expliquent **l'influence du facteur temps sur la consommation carburant** :

1) Flotte A330-200 :

- La consommation horaire 25kg / mn

ETAPE	FUEL KG	FLOW	TIME TAXI MN (ON/OF)
MRS -ALG	300		12
MRS ORN	500		20
AMM ALG	500		20
SHJ AMM	400		16
ALG MRS	325		13
CDG ALG	550		22
ORY ALG	425		17
JED DAM	525		21
DMA ALG	500		20
ALG BEY	400		16
ALG DXB	500		20
BEY DXB	626		25
ALG LYS	365		15
ORY CST	425		17
DAM ALG	500		20
JED DAM	500		20

TABLEAU II.8. La consommation horaire au roulage pour A330

Remarque : Les statistique HERMES montrent que A330 passe un temps de roulage considérable, ce dernier s'étend du parking jusqu'au point de lâcher des freins c.à.d. la piste.

2) Flotte B737-800 :

- La consommation horaire 15kg / mn

DEP/ARR	T out/off (min)	T out/ in(min)	Moy taxi Time (min)	FF TAXI (kg)
AAE/ALG	8	7	15	225
ALG/AAE	9	5	14	210
ALG/ORY	9	9	18	270
ORY/ALG	7	10	17	255
ABJ/ALG	9	7	17	240
AAE/MRS	8	8	16	240
ALG/BJA	10	6	16	240
BJA/ALG	7	8	15	225
ALG/BKO	6	9	15	225
BKO/ALG	10	6	16	240
ALG/BOD	6	8	14	210
BOD/ALG	8	7	15	225
ALG/IST	8	11	19	285
CAI/ALG	12	11	23	345
FRA/ALG	16	10	26	390
ALG/ORN	10	7	17	255

ALG/BRU	8	9	17	255
ALG/CBH	10	5	15	255
ALG/CZL	7	7	14	210
ALG/HME	8	6	14	210
ALG/OGX	8	6	14	210
ALG/TLM	9	7	16	240
ALG/TLS	7	9	16	240
MOYENNE	8	8	16	247

Tableau II.9. La consommation horaire au roulage B737

Rouler moins pour ne pas gaspiller du temps donc du carburant

SOMMAIRE DU CHPITRE III :

1. *Suivie des performances avions (APM)*
2. *La dégradation des performances*
3. *Les données nécessaires pour le suivie des performances.*
4. *Enregistrement des données.*
5. *Méthodes d'analyses.*
6. *Interprétation des résultats.*
7. *L'utilisation des résultats de suivie des performances.*
8. *Définitions et descriptions des logiciels de calcul des performances 'APM' des avions airbus.*
9. *Définitions et descriptions des logiciels de calcul des performances 'APM' des avions Boeing.*
10. *Description du système de gestion de vol (FMS)*

III-1- SUIVIE DES PERFORMANCES AVIONS (APM):

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

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

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

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

Le principal intérêt du suivi des performances est, comme il a été expliqué précédemment, de permettre une économie de carburant. Cette économie justifie à elle seule l'investissement nécessité par la mise en place du suivi.

Toutefois, l'automatisation permettant d'augmenter le nombre de relevés par avion, les résultats, qui n'étaient significatifs pour les avions anciens qu'au niveau d'une flotte deviennent significatifs pour un matricule donné, voire pour un moteur particulier sur un avion, ou sur une ligne particulière.

III-2) La dégradation des performances :

La dégradation des moteurs. Pour des conditions extérieures données et une valeur de N1 mesurée, la comparaison de la consommation réelle à la consommation théorique (prévue pour donner cette valeur de N1) permet de détecter une dégradation dans le fonctionnement du réacteur. Une action de maintenance peut alors être déclenchée.

- La dégradation des performances aérodynamiques de la cellule. Pour des conditions de vol données, la poussée, et donc le N1, devrait avoir une certaine valeur théorique. La valeur réelle mesurée permet de détecter une dégradation. Cette dégradation peut être imputée à différents facteurs.

La cellule, qui traîne plus que prévu. Si la différence est importante, une action de maintenance pourra dans ce cas également être lancée. La masse avion. Une pesée de l'avion permettra de corriger éventuellement la masse de base de l'avion. D'autre part, la masse totale est obtenue notamment en prenant en compte une masse forfaitaire pour les passagers. Suivant les lignes, cette masse peut s'avérer éloignée de la réalité. Un traitement des relevés par destination du vol permettra de confirmer cette hypothèse.

D'autre part, la masse totale est obtenue notamment en prenant en compte une masse forfaitaire pour les passagers. Suivant les lignes, cette masse peut s'avérer éloignée de la réalité (sur les lignes vers l'Asie par exemple, les passagers sont statistiquement plus légers que vers les Etats-Unis). Un traitement des relevés par destination du vol permettra de confirmer cette hypothèse.

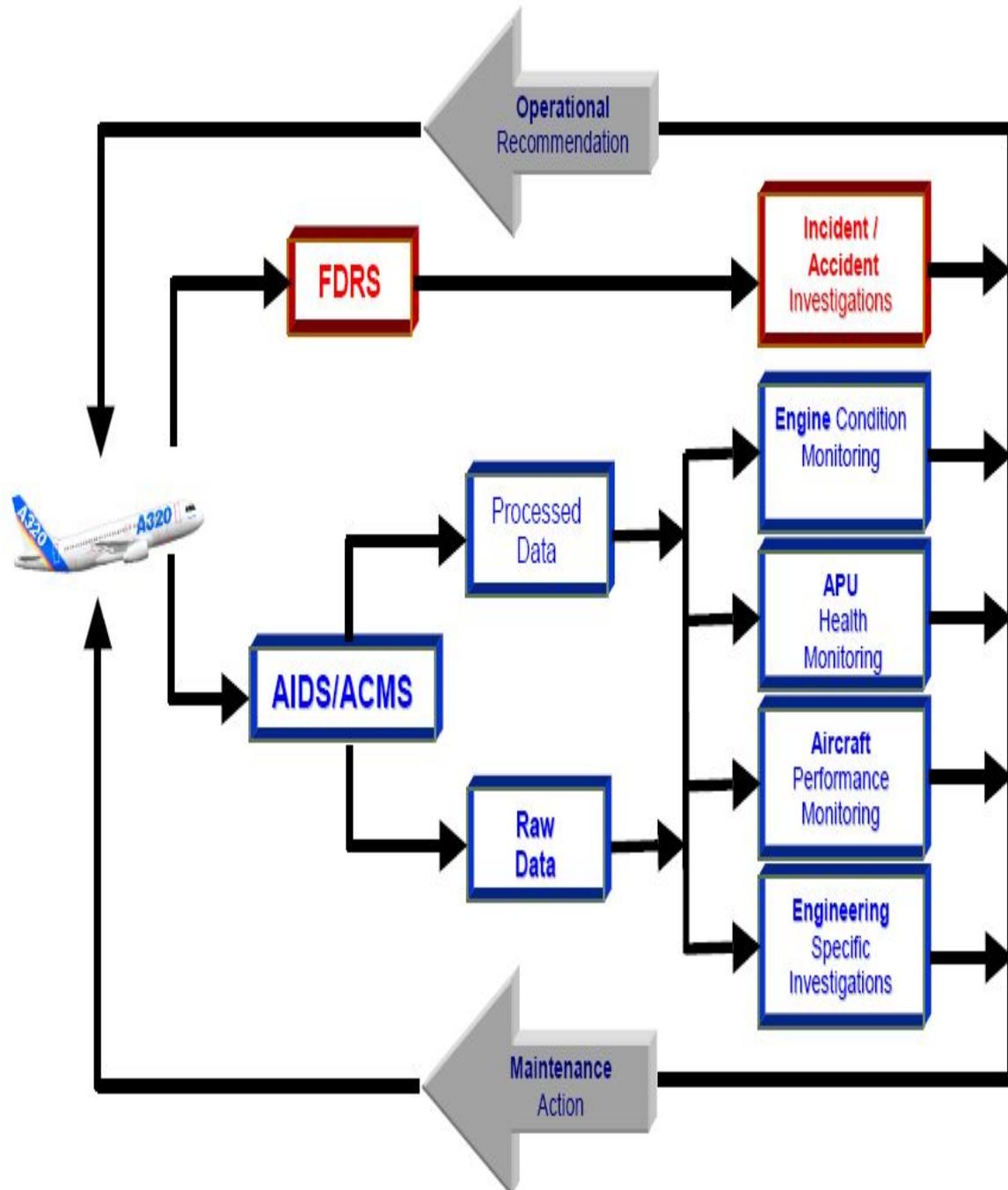


Figure III.1 :Cycle APM

Le schéma précédent montre clairement que l'exploitation, le suivi des performances, la maintenance et recommandations opérationnelles forment un cycle fermé

III-3) Les données nécessaires pour le suivi des performances :

Les données nécessaires pour l'analyse et le suivi des performances d'un vol sont les suivantes :

Tableau III.1. Les données de suivies des performances

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 V_z	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	(c°)	Non activé
Densité moyenne du carburant	L/KG	Non activé
N1-réglage puissance EPR réglage puissance	%	Dépend de type moteur EPR pour les IAE, RR, P&W N1 : pour GE, CFM
Le débit carburant (FF) actuel	KG/H OU LB/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 (quadriréacteur)
Le débit de prélèvement du	KG/S ou	Moteur 2(biréacteur)

moteur droit	LB/S	Ou 3+4 (quadriréacteur)
Code de prélèvement (BLEED) (facultatif d'ajouter le débit)	(-)	O OFF E économique (bas) N normal H high (max)

III-4) ENREGISTREMENT DES DONNEES :

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

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

Les procédures sont développées durant les conditions stables du vol, pour tous les types d'avions la collection des données peut être manuel par un membre d'équipage (PNT) ou par un spécialiste chargé par la direction des opérations aériennes par contre il est déconseillé utiliser cette méthode car elle devient ennuyeuse lorsque elle devient systématique (travail de routine) et augmente la charge de travail de l'équipage, c'est pour cette raison qu'il y'a une tendance à utiliser la méthode automatique,

Par contre on peut utiliser ces deux méthodes simultanément et indépendamment pour augmenter le niveau de fiabilité de suivie des performances.

Enregistrement manuel

Est utilisé lorsque l'avion n'est pas équipé de matériel nécessaire à l'enregistrement automatique (ACARS). L'opérateur est chargé d'introduire manuellement les paramètres provenant de la fiche rempli par le pilote dans le module d'acquisition manuelle de données.

Enregistrement automatique :

Il est basé sur les enregistreurs à bord de l'avion (ACMS), et les fonctions

de system ACARS qui assure la liaison entre l'avion et le support sol.

- Avantage :
 - Aucun impact sur charge de travail d'équipage
 - Assure/mesure la stabilité de condition
 - Continuellement cherche les meilleures données de qualité
 - Les plus grandes quantités (sommés) de données peuvent être rassemblées
- Inconvénients :
 - Exige l'achat de matériel ACMS et le logiciel

III-5) METHODES D'ANALYSES :

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

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

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. Méthode du carburant utilisé (FUEL USED)

Le principe de cette méthode est de mesurer le carburant consommé dans un niveau de vol et le comparer avec les prédictions du (FCOM /section /flight planning) voir le FCOM ou bien avec les calculs de logiciel des performances (high speed performance calculator).

L'inconvénient de cette méthode c'est qu'elle fournit moins d'informations que la méthode de rayon spécifique et elle est moins précise à cause de

manque de stabilité dans les données observées.

3. Méthode de rayon spécifique (SR : specific range)

3.1. Présentation de la méthode :

Les données enregistrées dans le vol représentent 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).

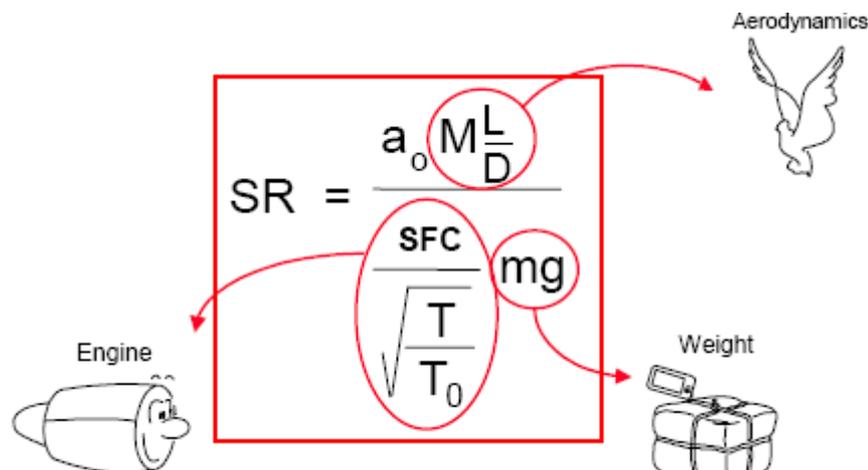
Définition :

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

$$RS (sol) = \text{Vitesse sol (GS)} / \text{consommation carburant par heure (FF)}$$

$$RS (air) = \text{Vitesse air (TAS)} / \text{consommation carburant par heure (FF)}$$

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



Tel que :

SR : le rayon spécifique (NM/KG)

A0 : vitesse du son au niveau de la mer (m/s)

M : nombre de mach

L/D : rapport portance/traînée (finesse)

SFC : consommation spécifique

M : masse avion (Kg)

T : température statique (kalevin)

T0 : c'est la température statique (kalevin) au niveau de la mer.

II-6) INTERPRETATION DES RESULTATS :

La dégradation de la flotte (de chaque avion) est directement proportionnelle à la déviation calculée par l'APM.

Les programmes APM diffèrent d'un constructeur à un autre, l'exactitude des résultats dépend de la quantité de paramètre suivis.

L'études des performances se fait pour chaque avion (par immatriculation), et prend en compte un coefficient de dégradation commun pour un certain nombre d'avion dans le but d'éviter les calculs multiples, sauf que l'analyse de performances ne serra pas vraiment raffinée.

Après le calcul de ce coefficient, on détermine les dégradations normales ou anormales.

Les changements de donnée, des tendances, avec le temps sont interprétées et servent à identifier les exigences et les conditions.

III-7) L'UTILISATION DES RESULTATS DE SUIVI DES PERFORMANCES :

Les résultats de suivie des performances avions sont utilisées dans le but de :

- Ajuster le facteur performance pour :
 - Plan de vol technique (JETPLAN) ;
 - Les prédictions FMS.

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

- Permet de développer les statistiques de suivi de la consommation du carburant pour la flotte et établir une politique efficace pour l'économie carburant pour la compagnie.

- Optimiser les correspondances de types d'avions avec les parcours (routes).

- Les changements de données, des tendances et des interactions avec le temps sont utilisés pour identifier les exigences d'exploitation.

III-8) :DEFINITIONS ET DESCRIPTIONS DES LOGICIELS DE CALCUL DES PERFORMANCES 'APM' DES AVIONS AIRBUS :

Présentation :

Le programme de suivie des performances de AIRBUS APM (Airbus performance monitoring), est destiné à effectuer une analyse rapide des performances de toutes la famille d'avion Airbus, c'est un logiciel utile chaque fois qu'on veut produire un audit des performances en plus, le programme APM permet de comparer le niveau des performances de l'avion en croisière (consommation carburant, paramètres moteurs, le rayon spécifique) qui sont enregistrés pendant le vol avec la base de données performance compagnies.

Cette base de données représente le niveau moyen des performances de la flotte d'un type d'avion et moteurs nouveaux établie dans la production.

Les performances données par le constructeur Airbus dans la documentation (FCOM, AFM) reflètent cette base de données.

La détérioration des performances des avions peut se produire des raisons suivantes :

- La détérioration des performances moteur (augmentation de EGT).
- La détérioration cellules.

Les taches de programme :

Le programme permet la comparaison entre le niveau des performances enregistré durant le vol et le " level-book " sauvegardé dans la base de données constructeur.

L'APM calcul les performances croisière de l'avion avec la méthode appelée la méthode de détermination. Tout ça en évitant les méthodes mathématiques de probabilité, d'estimation ou des techniques de filtrage mais juste en utilisant les équations de poussé, traîné et la poussé moteur pour les conditions de stabilité.

Pendant le vol, l'analyse des performances est basée sur la méthode de rayon spécifique expliqué dans le chapitre méthodes d'analyse.

Pour chaque vol, les données enregistrées en croisière sont utilisé pour

calculer le rayon spécifique, pour les conditions de vol spécifique (poids, altitude, TAT, nombre de Mach) et comparées avec le rayon spécifique de la base de donnée constructeur tout en déterminant la déviation de rayon spécifique, il permet aussi la distinction entre l'influence de détérioration cellule et celle des moteurs.

L'application :

L'APM est écrit en langage FORTRAN77 organisé en structure modulaire avec 4 modules exécutables séparément.

Le programme APM peut être installé dans des micros serveur (IBM, MVS/VM system), les terminaux (UNIX) et aussi dans des PC.

La bibliothèque de programme APM :

Le programme " APM " permet de sauvegarder les données performances dans la bibliothèque pour une analyse des données à long terme.

Les données utilisées dans l'analyse et celles issues de l'analyse peuvent être enregistrées de suivre la tendance de dégradation de l'avion en fonction de temps et d'effectuer des actions correctives si nécessaire. Il permet aussi d'obtenir des résultats d'analyse pour un avion donné ou pour la flotte.

Actuellement, plusieurs opérations peuvent être effectuées sur les données enregistrées dans la bibliothèque avec une interface " outils utilisateurs " qui permet la gestion des données.

Comment l'APM calcul?

Méthodologie :

Les données d'entrée :

L'analyse des performances effectuées par l'APM est basé sur des équations de traînée, portance et poussé moteur pour un vol stabilisé et durant la croisière.

Les données actuelles et de références sont données pour :

- Un model aérodynamique informatisé.
- Un model informatique pour le moteur.

- Les entrées spécifiques constantes de l'avion et moteur.
- Les entrées des paramètres mesurées (description d'un vol donné).

- Les paramètres suivis pour chaque vol sont :
 - Les paramètres du vol :
 - Altitude.
 - Nombre de Mach.
 - TAT (température totale de l'air).
 - Les paramètres additionnels pour le calcul de traînée :
 - Masse avion.
 - Centre de gravité.
 - Accélération en palier.
 - Vitesse verticale (V_z).

Pour effectuer une correction de poids d'avion des effets de la gravitation due aux :

- Altitude ;
- La rotation terrestre ;
- Accélération de Coriolis ;
- La vitesse relative.

Les paramètres optionnels :

- Cap vrai ;
- La latitude ;
- Vitesse du vent ;
- Direction du vent
- Les paramètres moteurs :
 - Réglage moteur (énergie (vitesse FAN N1 ou EPR).
 - Débit carburant.
 - EGT.
 - Niveau prélèvement d'air (optionnel).
 - FLHV (valeur basse de réchauffement de carburant).

L'analyse des performances :

L'analyse des performances se fait en trois (3) étapes :

La première étape :

- Calcul théorique de réglage poussé moteur et les résultats théoriques (débit carburant pour un vol donné).
- Les résultats sont basés sur des modèles de référence aérodynamique moteur (ou les valeurs de la base de donnée).
- Le poids de l'avion donné pour cette étape peut être actualisé en fonction de gravité qui est corrigé pour les effets de l'altitude, l'accélération de Coriolis, et la vitesse relative.

La deuxième étape :

- Calcul de débit carburant et EGT (optionnel) pour un model de référence du moteur en fonction de réglage énergie moteur N1 ou EPR.

La troisième étape :

- Calcul de déviation entre les valeurs calculées et celles des étapes précédentes.

III.9 DEFINITIONS ET DESCRIPTIONS DES LOGICIELS DE CALCUL DES PERFORMANCES 'APM' DES AVIONS BOEING :

Présentation :

Le programme APM est un logiciel conçu par le constructeur BOEING, il 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 la portance, de la traînée et de la poussée du moteur, pour des conditions de stabilité de croisière.

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

- La configuration moteur (power setting) en %N1 ou en EPR (taux de pression).
- La poussée requise (thrust required).
- Débit 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 dépister les tendances à long terme des performances du fuselage/moteur et à corriger les tables de marche du jet plane.

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

. Principe

Description

Les données d'entrée

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

- A- Le fichier base de données (MOTEUR/FUSELAGE).
- B- Le fichier d'entrée (MSIRF/DSIRF).
- C- Le fichier d'entrée option utilisateur APMINP.

A- Les fichiers d'entée de données (MSIRF/DSIRF) :

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

B- Les fichiers d'entée option utilisateur APMINP :

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

Le fichier d'entrée option utilisateur doit impérativement être nommé APMINP (voir figure).

le fichier option utilisateur est constitué principalement de trois éléments :

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

Le premier élément indique le nom de la base de données moteur/fuselage. Le deuxième comprend le caractère "CONFIG" suivi d'une extension à deux chiffres (01 à 99). Le troisième élément est le bloc /CASE. Il contient les options d'exécution du programme APM. dans la plupart

des cas une valeur est associée. Des commentaires peuvent être insérés dans le bloc /CASE.

. Ecoulement général des données dans le programme APM

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

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

a). 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.

b). 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.

c). L'environnement support au sol

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

Description de l'écoulement général des données dans le programme APM :

D'après la figure II.1, La récolte des paramètres de vol de croisière peut se faire par deux méthodes différentes au sein de l'environnement avion. La première est une méthode automatique où les paramètres de vol sont acquis par le module ACMS, téléchargé ultérieurement par disquette ou ACARS à l'environnement support au sol sous un format spécifique, qui peut être convertie par un certain dispositif (application) afin d'obtenir un format standard d'entrée manuelle de données MSIRF ou un format standard d'entrée digitale de données DSIRF qui seront chargés dans le programme APM se trouvant dans l'environnement compagnie. La deuxième est une méthode manuelle où le pilote est chargé de remplir un formulaire nommé **Performance log** contenant les paramètres de vol de croisière nécessaire pour le suivi des performances. Une fois les données enregistrées, l'opérateur se trouvant dans l'environnement compagnie convertira les données transmises par le pilote en un format standard d'entrée manuelle de données MSIRF.

Le programme APM 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.

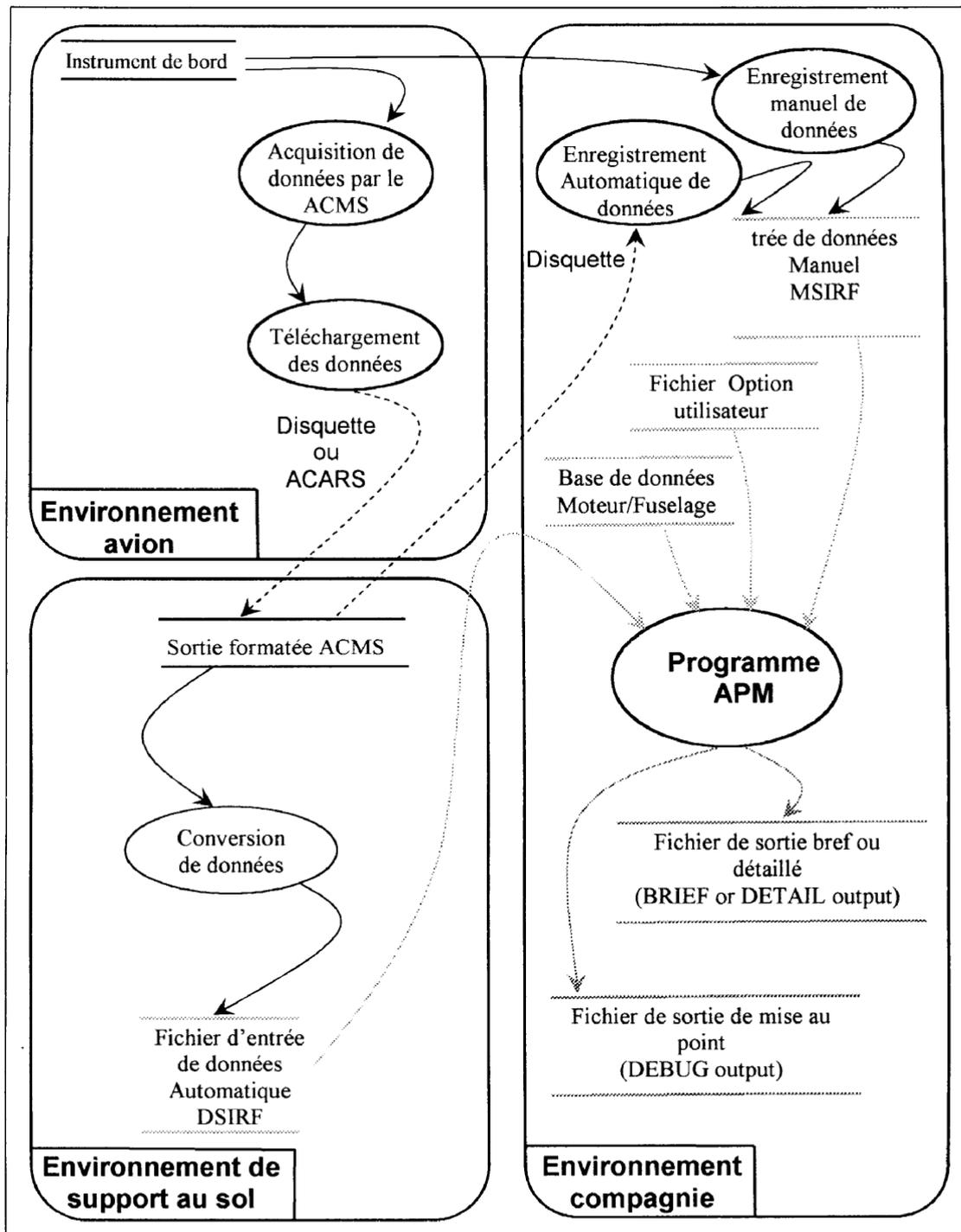
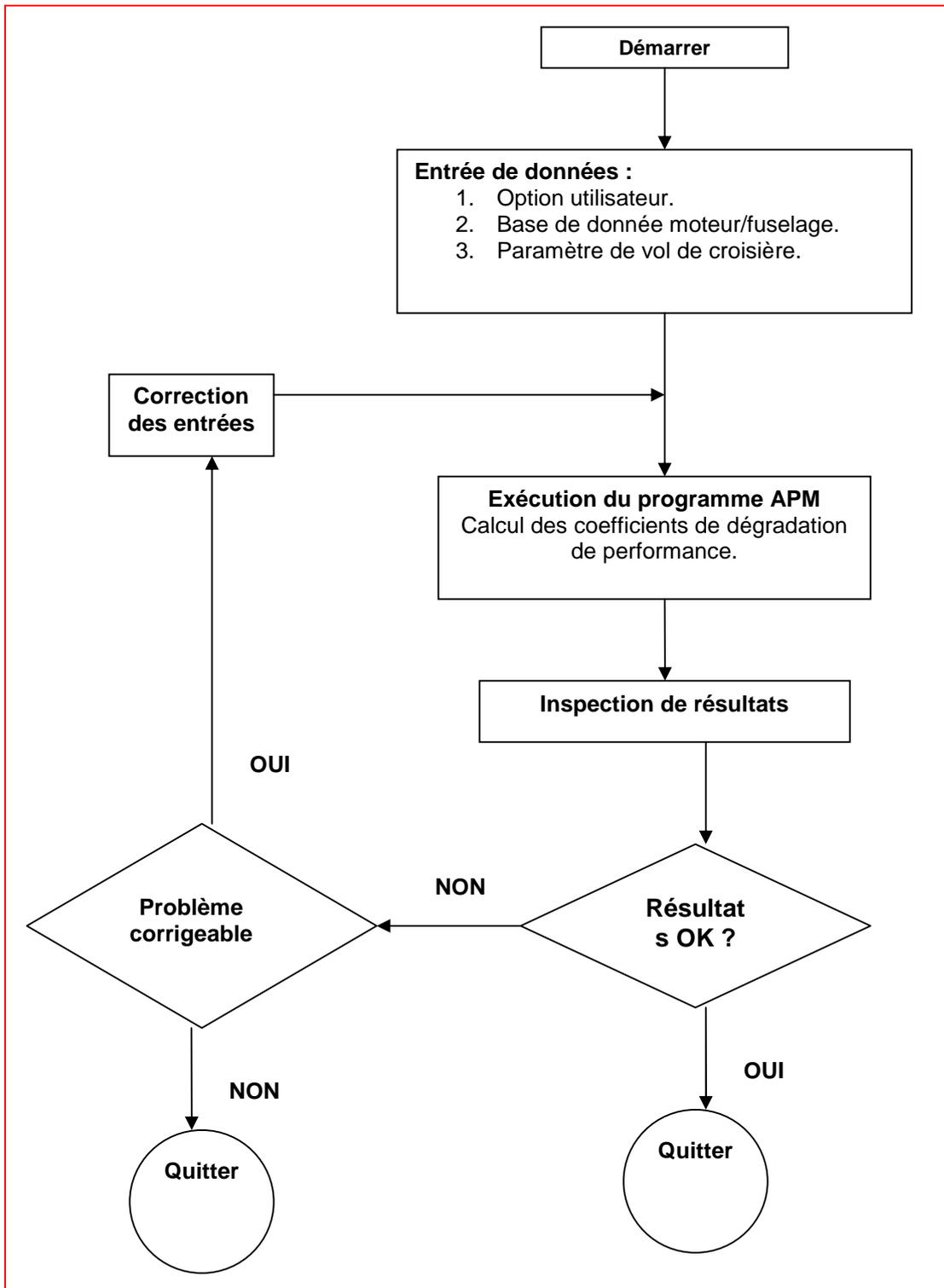


Figure III.2. Ecoulement générale de données dans le programme APM

Processus de calcul dans le programme APM :

La figure ci-dessous illustre le processus de calcul dans le programme APM.



Processus de calcul dans le programme APM

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

(MSIRF/DSIRF) ainsi que les options d'exécution.

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

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

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.

10. Description de système de gestion de vol (FMS) :

Le rôle du FMS est de commander la trajectoire de l'avion dans les plans vertical et horizontale de façon optimale, en temps ou en consommation ou en coût d'exploitation par l'entremise d'un système de contrôle automatique de vol:

- A partir d'un plan de vol mémorisé au départ ;
- A l'aide de modifications introduites en vol => gestion du vol en temps réel.

La trajectoire de l'avion est ainsi contrôlée 'à long terme' :

- En site par un guidage longitudinal dans le plan vertical ;
- En azimut par un guidage latéral dans le plan horizontal ;
- En vitesse, par un guidage longitudinal suivant l'axe 'moteurs'.

Le rôle du FMS résulte de l'intégration des systèmes et positionne le pilote en donneur d'ordres, supervisant l'accomplissement automatique de différentes tâches conjointes et complexes, allégeant par conséquent la charge de travail.

A l'origine, le FMS était destiné à fournir au pilote des valeurs de paramètres de conduite permettant d'optimiser le vol, plus particulièrement au plan de la consommation, c'est là que le coefficient de dégradation rentre en jeu :

Le FMS durant ses calculs prend en considération l'état de dégradation de l'avion et donc sa prévision sera plus juste et plus réel.

En d'autres termes l'une des fonctions de base du FMS est de permettre à l'équipage de tracer un parcours (une route) d'une destination à une autre et l'engager en suite avec le pilote automatique.

Sauf que la vérification du pilote pour toutes les informations ainsi que la validation du plan de vol est exigée.

SOMMAIRE DU CHAPITRE IV :

IV.1.Introduction :

IV.2. *But de l'application :*

IV.3. **Sous application carburant consommé :**

A 1.Les messages utilisés

A2.Les informations retenues

B. Traitement des fichiers

C. Création de la base de données :

D. Consultation de la consommation carburant réelle :

E. Out put

IV.4. **Sous application temps de vol**

A 1.Les messages utilisés

A2. Les informations retenues

B. Traitement des fichiers

C. Création de la base de données :

D. Consultation de la consommation carburant réelle :

E. Out put

IV.5. Manipulation de l'application

IV.6. Conclusion

IV. 1.Introduction :

HERMES est un produit pour des opérateurs d'avion commercial. Des grandes compagnies aériennes. De plus en plus grands et petits, existants et nouveaux utilisateurs de lignes aériennes, regardent à la liaison de transmission de données pour réaliser les niveaux concurrentiels de l'efficacité et de l'exactitude

Les avions de nouvelles générations sont maintenant équipés de système de liaison de transmission de données en tant que norme.

Le système d'exploitation a connu des progrès immenses ces dernières années, il est basé sur la surveillance et le **suiti instantané des paramètres du vol** pour les opérations aériennes et les paramètres moteurs pour la maintenance. Cependant l'utilisation de ce système permet à la compagnie aérienne de gagner beaucoup de **temps** dans chaque escale, gagner de l'argent dans la **consommation de carburant** et surtout la sécurité du vol quand il s'agit des vols moyens et long courrier.

IV.2. But de l'application :

Afin d'assurer une exploitation efficace et économique, l'exploitant doit étudier la flotte à travers plusieurs paramètres :

- Paramètres techniques
- Paramètres opérationnels

Ces études effectuées par les compagnies aériennes ont plusieurs but :

- Calcul de la consommation
- Calcul de la surconsommation
- Calcul des paramètres opérationnels réels
- Calcul du coefficient de dégradation.

En exploitant les fichiers HERMES, notre application (nom) va contribuer à l'automatisation du transfert des données afin de réaliser les buts cités précédemment et plus exactement dans le calcul des paramètres opérationnels réels :

- Consommation réelle du carburant
- Temps de vol réel
- Schématiser ces paramètres dans des graphes.

Cette application peut être destiné à :

- Archiver les données de la consommation et du temps de vol
- Outil de suivi de performances
- Source de calcul du CO₂ éjecté
- Ajuster les couts PN et maintenance au temps réel

La figure ci-dessous résume le schéma synoptique du fonctionnement de l'interface avec le cheminement des données :

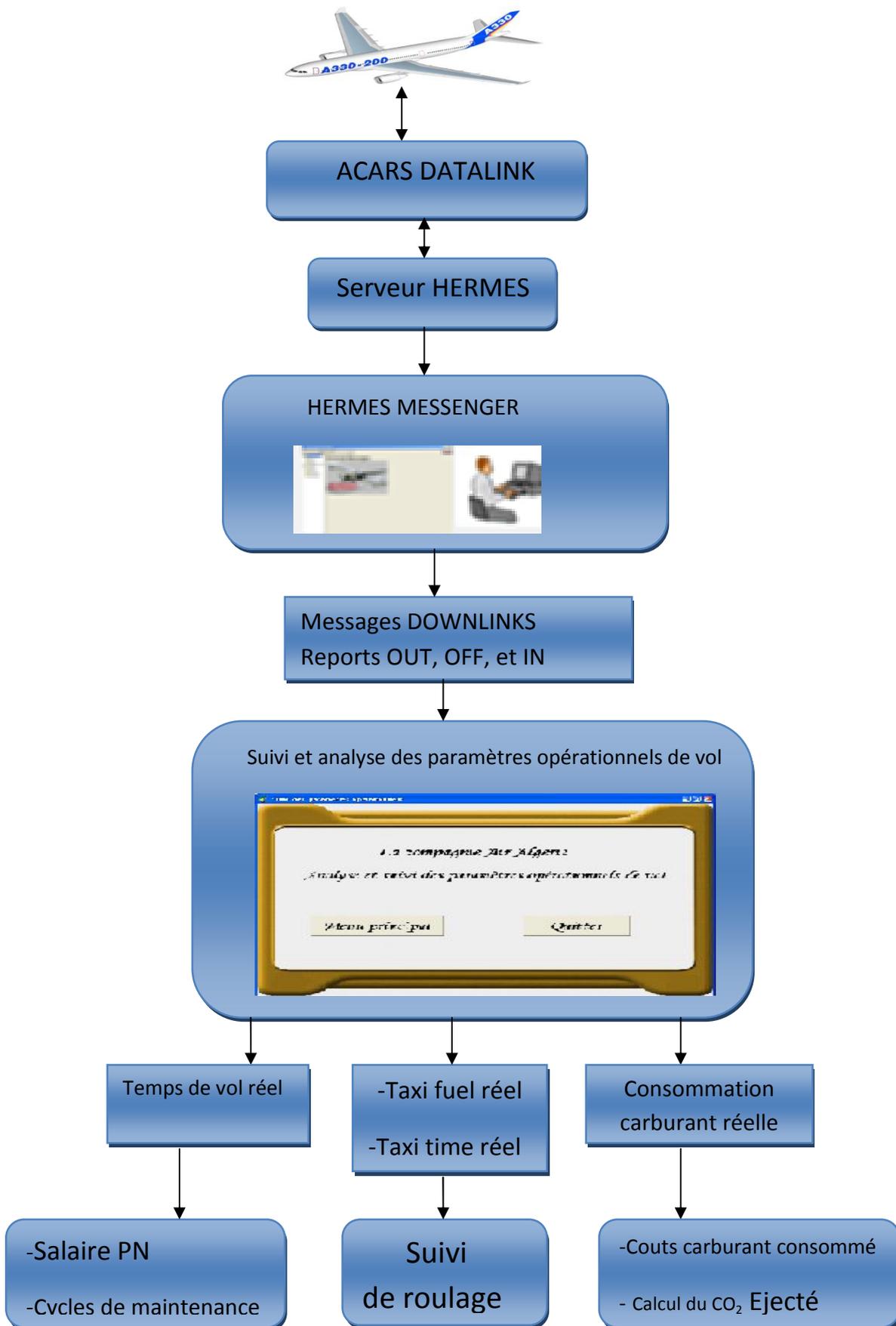


Figure IV.1. Schéma synoptique de l'application

IV.3. Sous application carburant consommé :

Puisque le système HERMES fournit des messages en temps réel automatiquement reçu de l'avion, et ces messages DOWNLINK contenant des informations très intéressantes en ce qui concerne la consommation carburant et plus précisément, il donne la quantité du carburant à bord au temps de l'envoi du message (fuel on board), notre application contient :

- Une étude de suivi de la consommation carburant sur une étape en exploitant les deux messages DOWNLINK : OUT REPORT et IN REPORT
- Le suivi de la consommation carburant au roulage(TAXI) en exploitant les deux messages DOWNLINK : OUT REPORT et OFF REPORT.

A. Input :

Récupérer et charger tout les fichiers HERMES (fichiers texte) un par un, le chemin pour accéder et charger un fichier HERMES est déterminé par le choix de l'**immatriculation**.

Pour cela un bouton est mis en place pour définir l'emplacement du fichier et le télécharger vers un memo.

Le chargement du memo se fait **automatiquement** à partir des fichiers HERMES.

A.1 Les messages utilisés :

➤ Message OUT

```
Out Report received 06/10/2009 08:02:08
From: 7T-VJK, AH1150 (AAE -> MRS)

BQU ALGJMAH
.QXSXMXS 060757
DA80
FI AH1150/AN 7T-VJK
DT QXS MAH1 060757 M06A
- 1001 OUTRP 1150/06 DABB/LFML .7T-VJK
/OUT 0749/FOB 0232/BRD 007240/UNT LITERS /TYP
```

➤ Message OFF

```
Off Report r
From: 7T-VJK

BQU ALGJMAH
.QXSXMXS 0607
DA80
FI AH1150/AN
DT QXS MAH1 0
- 1101 OFFRP
/OUT 0749/OFF
```

➤ Message IN

```
In Report r
From: 7T-VJ

BQU ALGJMAH
.QXSXMXS 060
DA80
FI AH1150/AN
DT QXS MRS1
- 1301 INRF
/ON 0903/IN
```

REMARQUE IMPORTANTE1:

Pour les vols effectués par les avions BOEING on utilise les fichiers **HERMES** « flight summary report » et pas les **OOOI**, messages.

```
9  
T-VJK  
1929 M75A  
1135/30 LFLL/DABC .7T-VJK  
/OUT 1732//FOB 0163  
/OFF 1747//FOB 0163  
/ON 1909//FOB 0079  
/IN 1913//FOB 0076  
/TKO CAPT /CRW  
/LND CAPT /CRW  
/APP N /RWY /RVR /ALT  
/ERR /ERR /ERR  
/CPT DJOUDI /FO 31779  
/SO1 /SO2  
HK
```

A.2 Les informations retenues :

FOBOUT : La quantité de carburant réelle à bord au moment du lâcher des freins.

FOBOFF : La quantité de carburant réelle à bord au moment de décollage.

FOBIN : La quantité de carburant réelle à bord au moment où l'avion est en parking bien stationné.

B. Traitement des fichiers :

- La consommation réelle sera la **différence** entre la quantité de carburant à bord au lâcher des freins(FOBOUT), et la quantité de carburant à bord après le stationnement(FOBIN), et donnée par la formule suivante :

$$\text{Consommation réelle} = \text{FOBOUT} - \text{FOBIN}$$

- La consommation au roulage (TAXI) sera la différence entre la quantité de carburant à bord au lâcher des freins(FOBOUT), et la quantité de carburant à bord lors de décollage (FOBOFF) et est donnée par la formule suivante :

$$\text{Taxi fuel réel} = \text{FOBOUT} - \text{FOBOFF}$$

REMARQUE IMPORTANTE2 :

L'unité du fuel dans les messages IN REPORT , ON REPORT, OFF REPORT, et OUT REPORT des avions BOEING est en LB est pour convertir en TONNE on a suivi l'étape suivante :

- FOB = 153 c'est-à-dire la quantité du fuel est égale à 153 lb pour convertir :
1 lb = 0.04536 Tonne donc
153 lb = 153 x 0.04536 = 6 .94 Tonne

C. Création de la base de données :

La base est créée avec le SGBD (système de gestion de bases de données) PARADOX sous Delphi 5.

Les champs seront remplis automatiquement, donc une fois qu'on sélectionne un nouveau fichier à charger, les informations en contenues vont être automatiquement chargées sur un memo puis stockées dans la base de données carburant.

D. Consultation de la consommation carburant réelle :

Cette option permet d'accéder à la base de données et récupérer les informations correspondantes au choix déjà fait, afin de pouvoir consulter la consommation carburant réelle sur une étape ou même pendant le roulage, et cela selon les choix possibles : type d'avion (A330 et B737-800), matricule, pour chaque étape, et même selon un type d'avion(ou l'aéronef) et l'étape effectué par ce dernier.

E. Out put

La sortie du programme est un fichier TEXTE qui contient les informations suivantes :

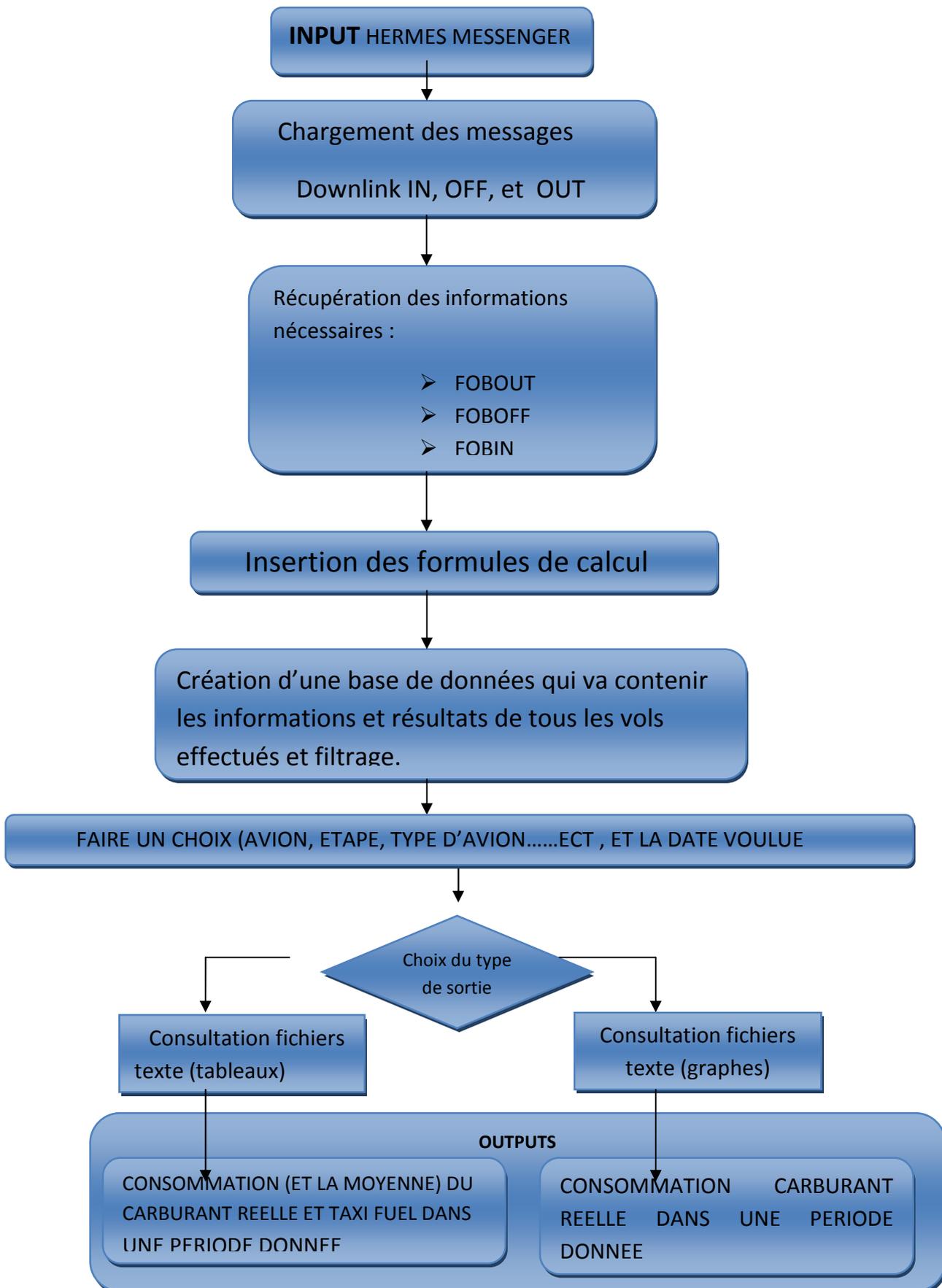
1. Les informations communes entre tous les types de rapport choisi :
 - ✓ La date
 - ✓ Le numéro de vol
 - ✓ La consommation carburant
 - ✓ Taxi fuel

2. Si on choisit la consultation selon un type d'avion on aura en plus des informations communes :
 - ✓ L'étape effectuée
 - ✓ L'avion (immatriculation)

3. Si on choisit la consultation selon une étape effectuée on aura en plus des informations communes :
 - ✓ L'avion (immatriculation)
 - ✓ Le type d'avion

4. Et si on choisit la consultation selon l'immatriculation on aura en plus des informations communes :
 - ✓ L'étape effectuée
 - ✓ Le type d'avion

Figure IV.2. Organigramme :



IV.4. Sous application temps de vol :

Pour notre compagnie la seule source qui permet le calcul du temps de vol (block time) est « la feuille d'instruction », mais on a déjà vu au cours du 1^{er} chapitre que le manque de précision lors du remplissage de ce dernier présente un grand problème pour la compagnie.

Notre application propose une meilleure solution pour ce problème en utilisant les deux messages DOWNLINK **IN** et **OUT** fournis par le système HERMES qui assure une grande précision en ce qui concerne l'heure pendant chaque phase de vol.

Comme elle permet le suivi du temps de roulage en utilisant les deux messages **OUT** et **OFF** pour un calcul exacte du temps de roulage.

A. Input :

Récupération et chargement automatique des informations provenant des fichiers HERMES.

A.1 Les messages utilisés :

Message OUT

```
Out Report received 06/10/2009 08:02:08
From: 7T-VJK, AH1150 (AAE -> MRS)

@QU ALGJMAH
.QXSXMXS 060757
@A80
FI AH1150/AN 7T-VJK
DT QXS MAH1 060757 M06A
- 1001 OUTRP 1150/06 DABB/LFML .7T-VJK
/OUT 0749/FOB 0232/BRD 007240/UNT LITERS /TYP A1
```

Message OFF

```

OFF Report received 06/10/2009 08:02:12
From: 7T-VJK, AH1150 (AAE -> MRS)

@QU ALGJMAH
.QXSXMXS 060757
@A80
FI AH1150/AN 7T-VJK
DT QXS MAH1 060757 M07A
- 1101 OFFRP 1150/06 DABB/LFML .7T-VJK
/OUT 0749/OFF 0753/FOB 0231/ETA 0903

```

Message IN

```

In Report received 06/10/2009 09:12:34
From: 7T-VJK, AH1150 (AAE -> MRS)

@QU ALGJMAH
.QXSXMXS 060908
@A80
FI AH1150/AN 7T-VJK
DT QXS MRS1 060908 M12A
- 1301 INRP 1150/06 DABB/LFML .7T-VJK
/ON 0903/IN 0908/FOB 0153

```

REMARQUE IMPORTANTE:

Pour les vols effectués par les avions BOEING on utilise les fichiers **HERMES** « flight summary report » et pas les **OOOI**, messages.

```

@QU ALGJMAH
.QXSXMXS 301929
@A80
FI AH1135/AN 7T-VJK
DT QXT AOE2 301929 M75A
- 3501 SUMMRY 1135/30 LFLL/DABC .7T-VJK
/OUT 1732/FOB 0163
/OFF 1747/FOB 0163
/ON 1909/FOB 0079
/IN 1913/FOB 0076
/TKO CAPT /CRW
/LND CAPT /CRW
/APP N /RWY /RVR /ALT
/ERR /ERR /ERR
/CPT DJOUDI /FO 31779
/SO1 /SO2

```

A.2 Les informations retenues :

- **OUT (RTD)** : l'heure exacte au moment où l'avion commence à rouler pour le décollage (lâcher des freins).

- **OFF_{time}** : l'heure exacte au moment où l'avion quitte le sol et commence la croisière.

- **IN (RTA)** : l'heure exacte au moment où l'avion est en parking bien stationné.

B. Traitement des fichiers :

- Le temps de vol réel sera la différence entre l'heure exacte d'arrivée et celle de départ et est donné par la formule suivante :

$$\text{TDV réel} = \text{RTA} - \text{RTD} \text{ [heure]}$$

- Le temps de roulage (taxi) sera la différence entre **OFF_{time}** et l'heure exacte de départ et est donné par la formule suivante :

$$\text{TAXI (réel)} = \text{OFF}_{\text{time}} - \text{RTD}$$

B. Création de la base de données :

Les champs de la base de données vont être automatiquement remplis à partir des fichiers HERMES dont les informations vont être automatiquement stockés dans la base de données temps.

C. Consultation du temps de vol et de roulage

Cette option permet d'accéder à la base de données et récupérer les informations correspondantes au choix déjà fait, afin de pouvoir consulter le temps de vol réel sur une étape ou même pendant le roulage, et cela selon les choix possibles : type d'avion (A330 et B737-800),

immatriculation (avion), une étape effectuée, et même selon un type d'avion(ou l'aéronef) et l'étape effectué par ce dernier,

D. Outputs

La sortie du programme est un fichier Excel qui contient les informations suivantes :

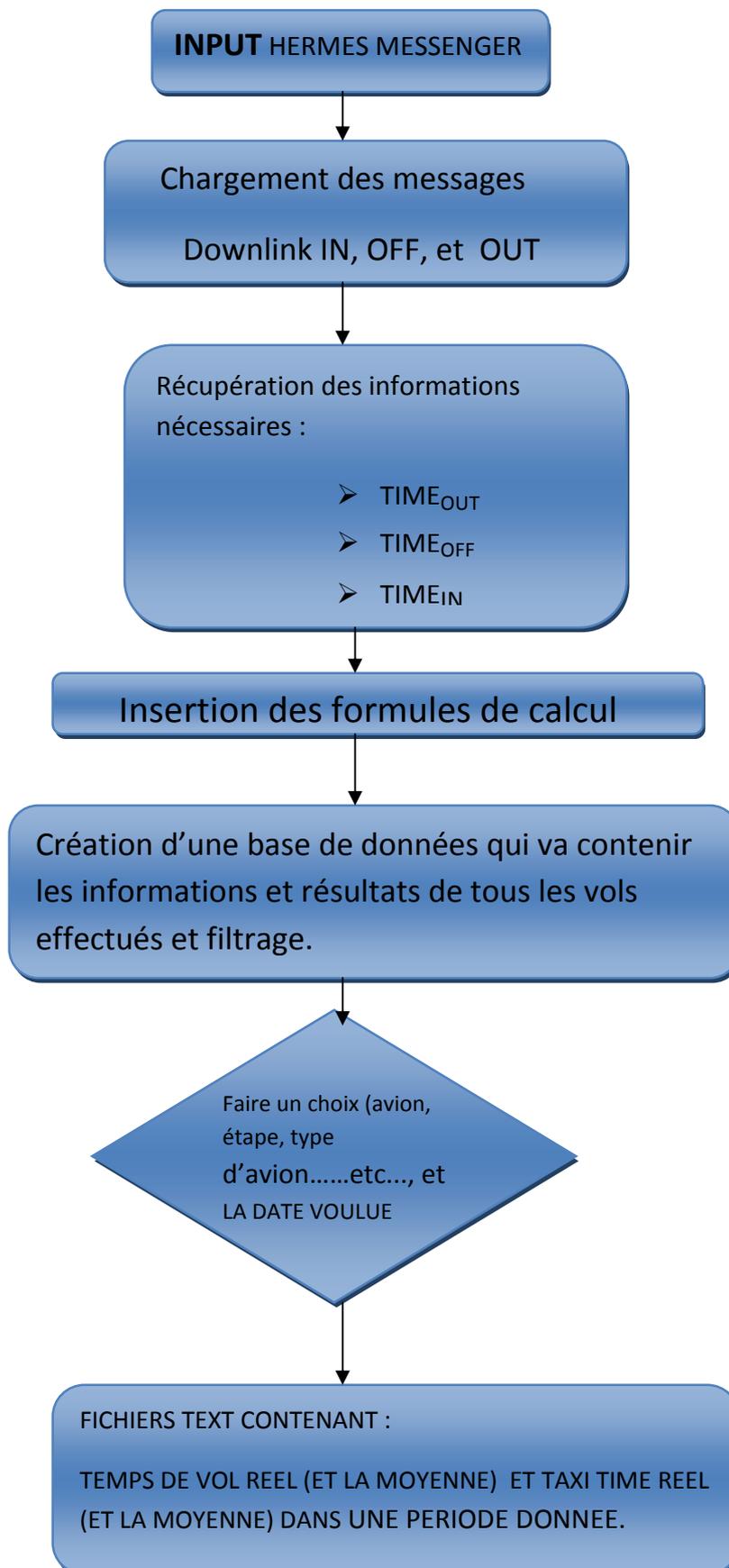
1. Les informations communes entre tous les types de rapport choisi :
 - ✓ La date
 - ✓ Le numéro de vol
 - ✓ Le temps de vol
 - ✓ Temps de roulage

2. Si on choisit la consultation selon un **type d'avion** on aura en plus des informations communes :
 - ✓ L'étape effectuée
 - ✓ L'avion (immatriculation)

3. Si on choisit la consultation selon une **étape** effectuée on aura en plus des informations communes :
 - ✓ L'avion (immatriculation)
 - ✓ Le type d'avion

4. Et si on choisit la consultation selon l'**immatriculation** on aura en plus des informations communes :
 - ✓ L'étape effectuée
 - ✓ Le type d'avion

Figure IV.3. Organigramme :



IV.5. Manipulation de l'application :

La première interface nous permet de passer au menu principal ou de quitter l'application.



Figure IV.4. La première interface

Le menu principal nous permet d'effectuer plusieurs fonctions :



Figure IV.5. Le menu principal

A. La saisie et le chargement des données HERMES



B. La consultation des paramètres réels de vol sous forme de tableaux :



C. La consultation de la consommation carburant sous forme de graphes :



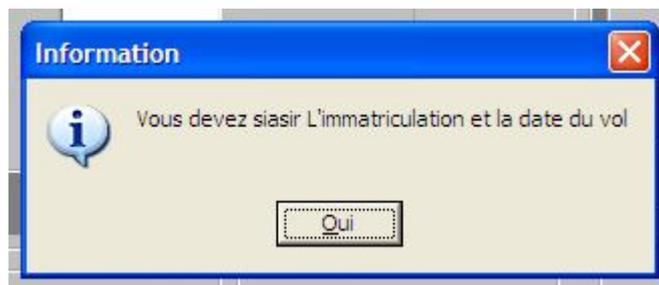
D. Le retour vers la page précédente



A) Pour saisir les données **HERMES** :

La première instruction apparaîtra sur un message pour indiquer les champs à remplir en priorité qui sont :

- L'immatriculation
- La date du vol



Si l'avion choisit (immatriculation) est un B737-800 l'interface de la saisie prend la forme suivante :

Saisie des données

Choisir l'immatriculation 7T-VJK

N de vol AH1135 Etape LYS->CZL Type d'avion B737-800

Date 12/01/10 Moteur CFM56-7B-26

Résultats

Consommation (T) 3,94632

Taxi fuel (T) 0

Temps de vol 01:41:00

Taxi time 00:15:00

FOBOUT (T) 7,39368 FOBOFF (T) 7,39368 FOBON (T) 3,58344 FOBIN (T) 3,44736

OUT 17:32 OFF 17:47 ON 19:09 IN 19:13



Retour au menu principal

Charger à partir d'un fichier HERMES

Consommation carburant

N de vol	Etape	Alype	Aeronef	Moteur	FOBTOF	FOBLAN
AH2017	ALG->ORN	B737-800	7T-VKA	CFM56-7B-27	7,030	5,125
AH6023	ORN->CZL	B737-800	7T-VKC	CFM56-7B-27	6,940	3,991
AH1009	ORY->ALG	A330-202	7T-VJY	CF6-80E1A4	18	9
AH1135	LYS->CZL	B737-800	7T-VJK	CFM56-7B-26	7,393	3,447

Supprimer

Temps de vol

Date	N de vol	Etape	Aeronef	Alype	Block time	Taxi time
12/01/2010	AH1135	LYS->CZL	7T-VJK	B737-800	01:41:00	00:15:00
16/01/2010	AH1009	ORY->ALG	7T-VJY	A330-202	02:03:00	00:13:00
22/01/2010	AH4001	ORN->ALG	7T-VJU	B737-800	01:14:00	00:13:00
04/02/2010	AH2017	ALG->ORN	7T-VKA	B737-800	00:54:00	00:12:00

Supprimer

COPYRIGHT DARREN VARNEY

AIRLINERS.NET

Figure IV.6. L'interface de la saisie automatique des données HERMES

Les autres champs se remplissent automatiquement en cliquant sur le bouton "charger".

Charger à partir d'un fichier HERMES

Les autres champs sont les suivants :

- Numéro de vol
- L'étape
- Type d'avion
- Moteur
- FOB OUT
- FOB OFF
- FOB ON
- FOB IN
- Et les heures réelles : OUT, OFF, ON, IN

Et si l'avion choisit est un A330 l'interface prend la forme suivante :

Saisie des données

Choisir l'immatriculation **7T-VJY**

N de vol **AH1003** Etape **LFPG->DAAG** Type d'avion **A330-202** Moteur **CF6-80E1A4**

Date **02/06/09**

Résultats
 Consommation (T) **10**
 Taxi fuel (T) **0**
 Temps de vol **02:06:00**
 Taxi time **00:17:00**
0.2833333333

Charger la base de données

Retour au menu principal

FOBOUT (T) **17** FOBOFF (T) **17** FOBON (T) **7** FOBIN (T) **7**

OUT **10:48** OFF **11:05** ON **12:49** IN **12:54**

Consommation carburant

Date	N de vol	Etape	Alype	Aeronef	Moteur
02/06/2009	AH1004	DAAG->LFPD	A330-202	7T-VJW	CF6-80E1A4
02/05/2009	AH1002	DAAG->LFPG	A330-202	7T-VJY	CF6-80E1A4
02/05/2009	AH4062	DAAG->OMDB	A330-202	7T-VJY	CF6-80E1A4
02/06/2009	AH1003	LFPG->DAAG	A330-202	7T-VJY	CF6-80E1A4

Supprimer

Temps de vol

Date	N de vol	Etape	Aeronef	Alype	Block time
02/06/2009	AH1004	DAAG->LFPD	7T-VJW	A330-202	02:18:00
02/05/2009	AH1002	DAAG->LFPG	7T-VJY	A330-202	02:29:00
02/05/2009	AH4062	DAAG->OMDB	7T-VJY	A330-202	05:59:00
02/06/2009	AH1003	LFPG->DAAG	7T-VJY	A330-202	02:06:00

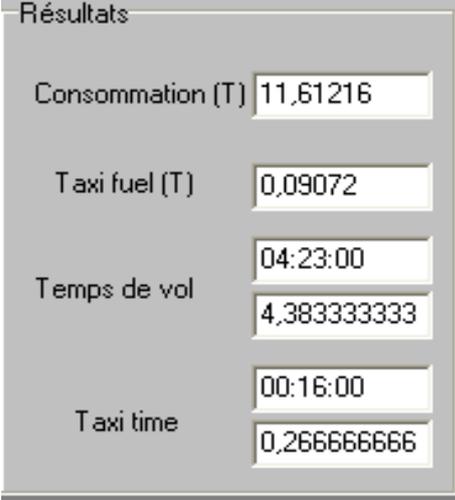
Supprimer

Figure IV.7 L'interface de la saisie automatique des données HERMES d'A330

Les autres champs cités précédemment seront remplis automatiquement en cliquant successivement sur les boutons OUT, OFF, ON, IN.

D'autres résultats sont calculés automatiquement par le programme :

- *Consommation carburant*
- *Taxi fuel (carburant de roulage)*
- *Temps de vol*
- *Taxi time (temps de roulage)*



Résultats	
Consommation (T)	11,61216
Taxi fuel (T)	0,09072
Temps de vol	04:23:00 4,383333333
Taxi time	00:16:00 0,266666666

Et au même temps toutes ces informations seront stockées dans la base de données propre au programme.

B. La consultation des paramètres réels de vol sous forme de tableaux :

Cette opération nous permettra d'accéder à la base de données pour consulter les paramètres opérationnels : consommation carburant d'étape (ou du roulage) et temps de vol (ou temps de roulage).

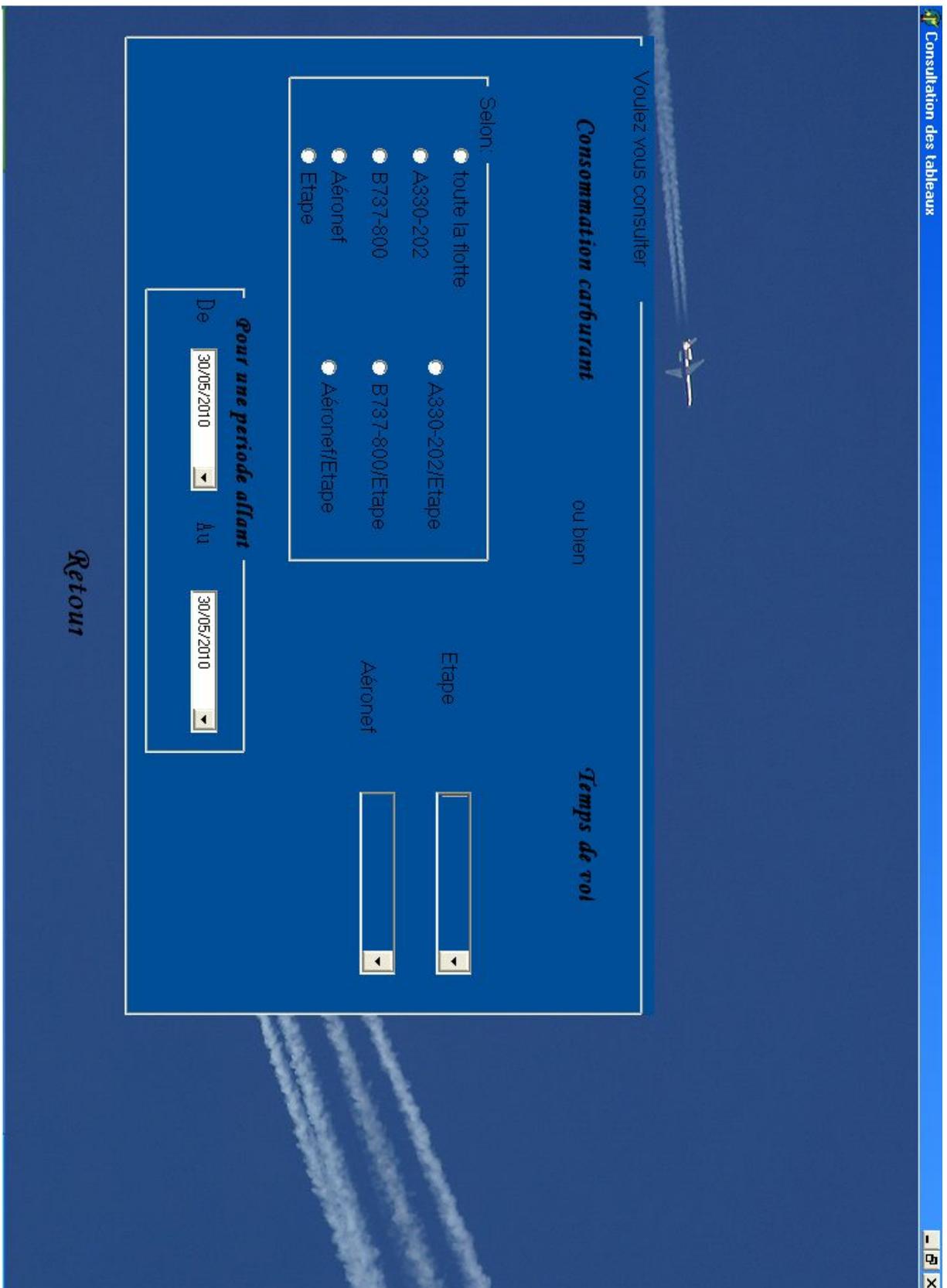


Figure IV .8. L'interface de la consultation de la consommation carburant et temps de vol réels

B.1) Cette opération nous permettra d'accéder à la base de données pour consulter la consommation étape et le carburant du roulage selon le besoin et

D'après :

- *Toute la flotte*
- *Type d'avion*
- *Etape*
- *Immatriculation*



Selon:

- toute la flotte
- A330-202
- B737-800
- Aéronef
- Etape
- A330-202/Etape
- B737-800/Etape
- Aéronef/Etape

Et en plus, deux *DateTimePicker* nous permettrons d'effectuer la consultation précédente dans une période de temps.



Pour une période allant

De Au

B.2) Les étapes citées précédemment (en (B.1)) seront valable même pour la consultation des temps de vol

C'est-à-dire qu'on peut même consulter les temps de vol et de taxi réels selon :

- *Toute la flotte*
- *Type d'avion*
- *Etape*
- *immatriculation*

C. La consultation de la consommation carburant sous forme de graphes :

Cette opération nous permettra d'accéder à la base de données pour consulter la consommation carburant d'étape selon les différents choix qu'on peut effectuer et les représenter sur un graphe :

*Il faut faire un des choix cités précédemment, puis entrer le mois à l'aide d'une liste déroulante et la période voulue (deux DateTimePicker) et finalement cliquer sur le bouton '**Valider**' et cliquer sur '**Imprimer**' pour percevoir le graphe demandé.*

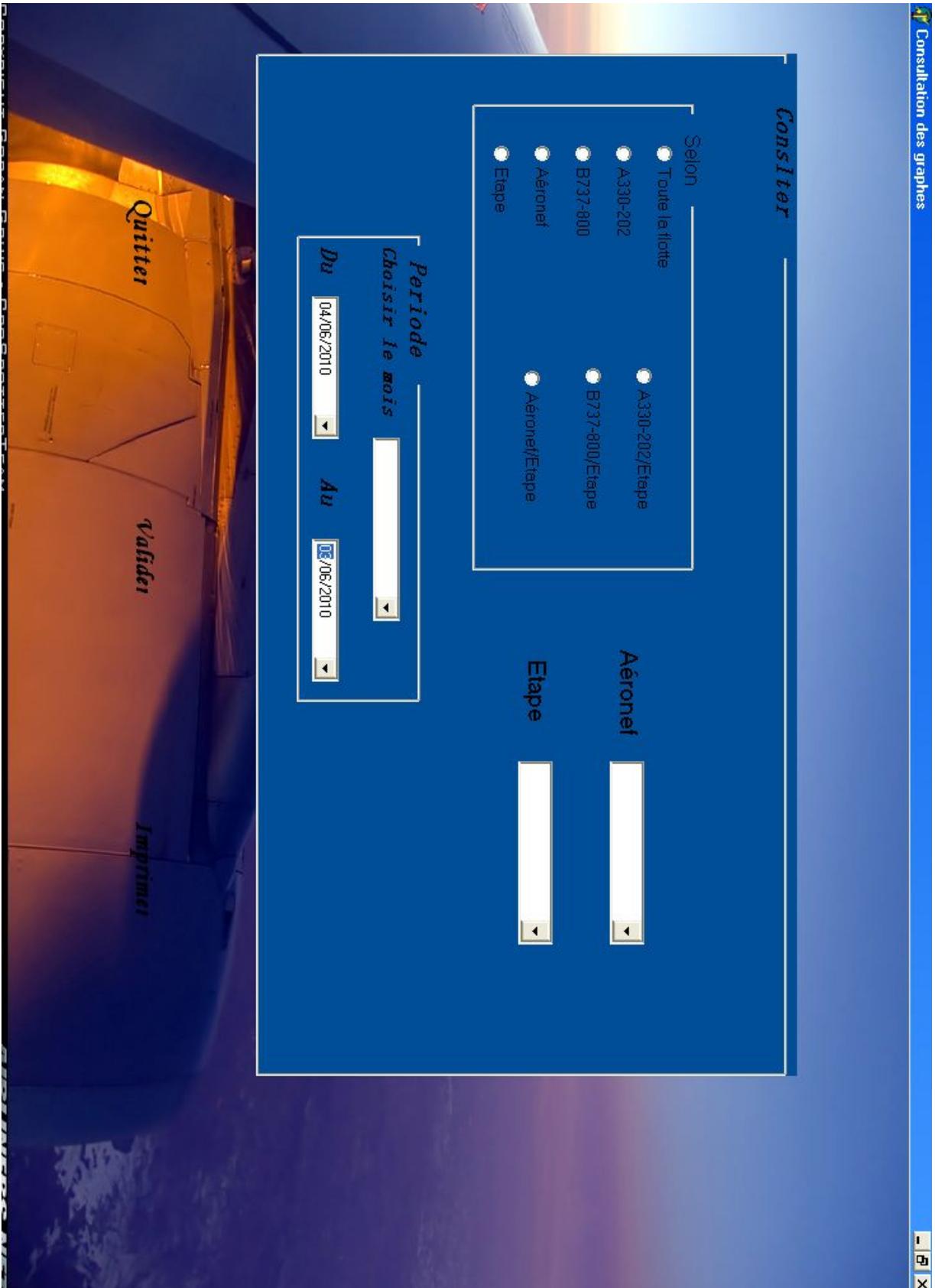


Figure.IV.9. L'interface de la consultation de la consommation carburant représentée sur un

IV.6. Conclusion :

Notre application permettra aux utilisateurs après le remplissage **automatique** de la base de données à partir des fichiers HERMES, de suivre :

- *La consommation carburant réelle sur une étape ou au roulage, ainsi que le temps de vol réel et le temps de roulage (taxi) réel ;*
- *Temps de vol moyen, et la consommation moyenne sur une étape ;*
- *Temps de roulage moyen, et la consommation carburant moyenne au roulage sur une étape ;*

Conclusion :

La puissance et l'exactitude des programmes et des applications est relative et d'après le besoin puisque l'erreur nulle n'existe pas et c'est pour cela que l'exploitant doit les améliorer.

Toutes les politiques, procédures ou programmes qui permettent la connaissance de la consommation carburant et temps de vol réel ne peuvent avoir qu'un impact bénéfiques sur la situation économique de la compagnie en réduisant les pertes financières dues aux statistiques et suivis à base de valeurs toujours plus importantes que les réelles.

Bibliographie

1 - Les Ouvrages

→ Doc. Procédure de suivi fuel pour les vols HADJ

Par : M.NEDJEM Mahmoud en 2009

2 - Les Thèses :

→ Actions et mesures opérationnelles visant la réduction des couts d'exploitation flotte

AIR ALGERIE (A330/B767-300/B737NG)

Par MENACER Leila et HAOUATI Fatma-Zohra 2006-2007

→ Réalisation D'une Interface Pour La Gestion Et L'exploitation De La Messagerie

HERMES

Par DEIBOUNE Khaled et RIHANE Sofiane 2007-2008

→ Etude d'économie carburant et application de suivi et analyse des gains de fuel

Par KOAKA Mohamed et BOUDEHANE Yahia 2008-2009

3 - les Sites Internet :

www.aviation-fr

www.fr.wikipedia.org

aviation-civile.gouv.fr

www.dgac.fr

PRESENTATION DE L'ACARS :

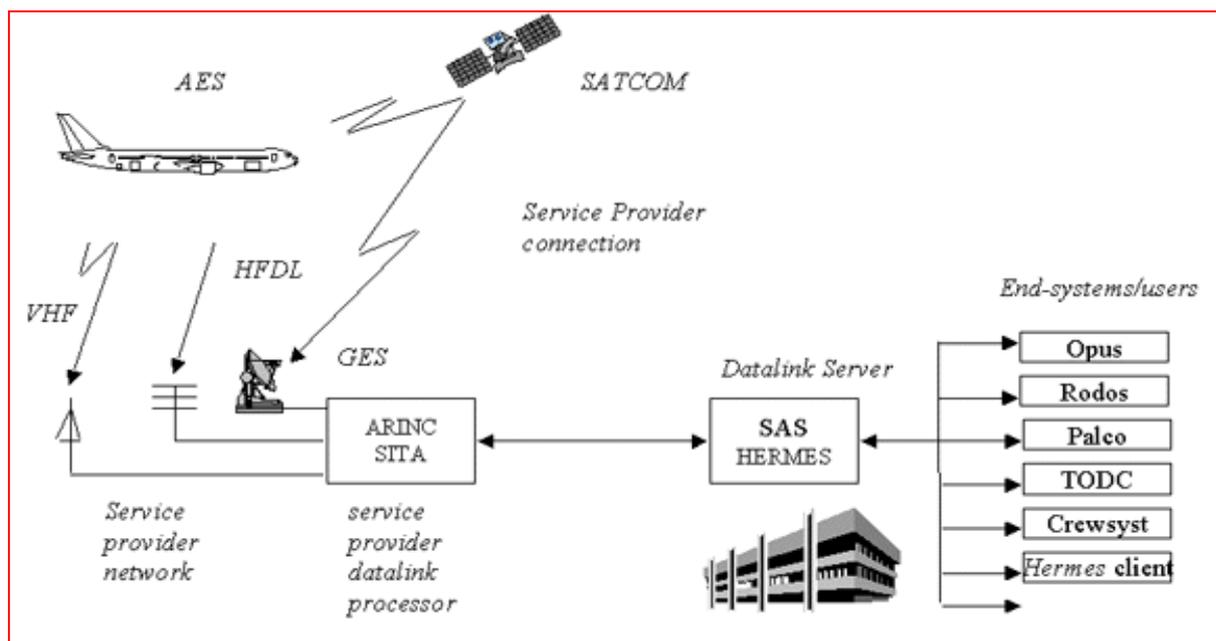
I. Définition du système Datalink ACARS

AIR ALGERIE va utiliser le système de Datalink ACARS. C'est une technologie de Datalink développée spécifiquement pour l'industrie de la compagnie aérienne. Un réseau des stations de radio au sol s'assurent que l'avion peut communiquer avec AIR ALGERIE en temps réel pratiquement de n'importe où dans le monde à travers des satellites SATCOM. ACARS manipule l'information base-texte essentiellement du même type que peut être envoyé par l'intermédiaire de sol-sol télex.

Une personne ou un système à bord peut créer un message et l'envoyer par l'intermédiaire d'ACARS à un système ou à un utilisateur sur la terre, et vice versa. Des messages sont envoyés automatiquement et manuellement.

Il y a 3 composants principaux au système de Datalink d'ACARS :

- Equipements d'avion (ACMS, MCDU, FMCetc).
- Fournisseur de service (SITA ou ARINC) pour AIR ALGERIE c'est SITA.
- Système de traitement au sol (HERMES).



II. Equipements d'avion

Le cœur du système de Datalink à bord de l'avion est l'unité de gestion d'ACARS (Management Unit). C'est un ordinateur " de boîte noire " situé dans la soute électronique. Le MU est relié à un certain nombre d'autres dispositifs à bord de l'avion:

- Une radio de VHF.
- Un clavier et un affichage pour le pilote (MCDU) (FMC) et un imprimeur.
- ACARS (MU) est également relié à l'autre ordinateur de gestion de vol de systèmes par exemple, le système de surveillance d'état d'avion (ACMS).

Annexe

- SATCOM.
- Radio HF.

Lire plus au sujet de l'architecture de l'avionique de l'avion ACARS.

I. Fournisseur de service

Le rôle du fournisseur de service de Datalink est de fournir un message de l'avion à la compagnie aérienne, et vice versa. Le fournisseur de service fonctionne un réseau des stations au sol à distance de VHF d'ACARS (Remote Ground Stations) (RGSs).

Les stations au sol sont situées aux aéroports et aux autres emplacements afin de fournir l'assurance de VHF ACARS dans les secteurs où l'avion survoler.

Il y a plusieurs fournisseurs de service de concurrence de Datalink dans le monde.

Les deux fournisseurs de service de domination sont SITA et ARINC. Les fournisseurs de service fournissent également le service par l'intermédiaire de SATCOM et HF Datalink comme alternative au VHF pour fournir de pleines possibilités de Datalink également dans des régions éloignées ou au-dessus des océans.

Pour notre compagnie AIR ALGERIE le fournisseur de service est SITA avec l'option de connexion X25 par l'intermédiaire de SATCOM.

Annexe

III.1 ACARS Initialisation



ACARS INIT DATA PAGE ON THE MCDU

L'initialisation est le point de départ d'une étape de vol d'ACARS.

Quand l'équipage est à leurs stations avant le départ la première action doit être d'appuyer sur le bouton d'INIT REQ sur "ACARS TERMINAL" (voir ci-dessous).

Ceci envoie une demande à Hermes et signale que l'avion est préparé pour le départ.

À la réception de la demande INIT, Hermes accomplit les tâches suivantes:

- Obtenir les données d'initialisation d'ACARS (N° de vol, date, station de départ, aéroport de destination, ETD ...etc) OPUS (SRV) et l'uplink à l'avion. Le pilote ne doit pas entrer ces données et tous les downlink messages de l'avion seront correctement identifiés ;
- Obtenir Loadsheet (feuille de chargement) préliminaire et final du PVD et d'uplink automatiquement ;
- Obtenir NOTOC (marchandises dangereuses manifestes) de PVD et d'uplink automatiquement (si c'est approprié).

Annexe

- Obtenir une liste d'équipage (Programme et SRV) et d'uplink automatiquement
- Obtenir l'information d'irrégularité et l'uplink automatiquement (si c'est approprié).

III.2 Performance D'ACARS 'Délai de livraison de Message'

Le délai de livraison pour des messages d'ACARS dépend des choses telles que la taille de message, le milieu d'air/sol et le fournisseur de service.

Performance moyenne en réalité :

- Délai de livraison end-to-end, message d'uplink : 10-20 sec ;
- Délai de livraison, end-to-end message de Downlink : 5-10 sec ;
- Cependant, 99.5% de tous les messages sont livrés dans <60 sec.

III.3 Taux de Succès de la livraison de message

Le taux de succès de la livraison de message dépend des choses comme:

Taille de message,

Fournisseur de service,

Performance moyenne en réalité :

- Taux de succès de Downlink: :>99% ;
- Taux de succès d'Uplink: >95%.

III.4 Freetext télex au-dessus d'ACARS

L'unité d'ACARS à bord de l'avion permet au pilote d'envoyer plusieurs variantes des messages freetext. Quelques messages sont avec adresse pré imprimée aux départements au sol spécifiques tandis que d'autres télex peuvent être adressés par l'individu pilote à la destination finale.

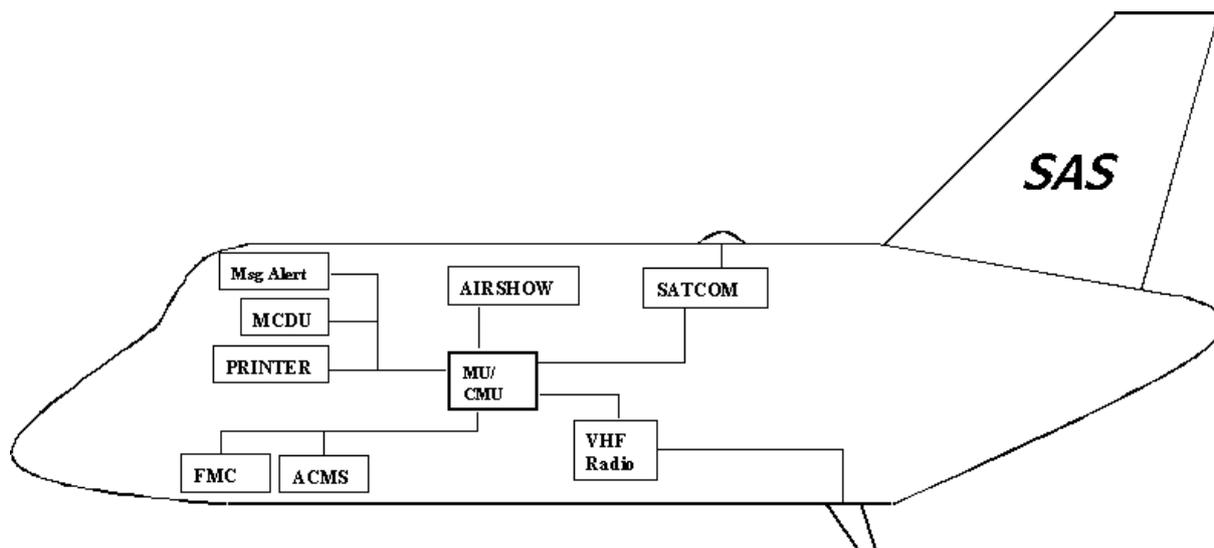
Annexe

S'il n'y a aucun message but conçu approprié sur l'unité d'ACARS il est toujours possible d'employer les télex de freetext pour communiquer avec le personnel au sol.

Tandis que l'interface de l'ACARS du pilote (le MCDU) n'est pas idéale pour de longs messages d'écriture, ACARS offre toujours une amélioration significative des possibilités pour communiquer sûrement dans tout le vol comparé à l'utilisation traditionnelle de la radio HF ou de VHF.

Le personnel au sol peut envoyer des messages de freetext à l'imprimeur du cockpit ou à l'écran de MCDU. Du programme de PC de *Hermes Messenger de d'email-modèle*.

III.5 ACARS Avionique



L'architecture d'avionique d'ACARS typiquement dans un avion

Le schéma ci-dessus illustre une architecture typique pour l'avionique d'ACARS-related dans un avion.

Unité de Gestion d'ACARS (Management Unit) (MU) est le cœur du système de Datalink. La dernière génération de l'avionique de Datalink s'appelle Unité de Gestion de Communication (CMU) et offre les possibilités additionnelles au-dessus d'un MU, en particulier pour le soutien de futurs Datalink de la nouvelle génération air/sol prévus pour devenir opérationnelle pendant le 2001-2005. Le MU/CMU reçoit et envoie des messages par une radio de VHF.

La radio de VHF fournit la communication avec ACARS (RGSS) stations au sol à distance, jusqu'à approximativement 200-250 nautical miles de l'avion à l'altitude de croisière.

Une alternative ou un complément à Satcom pour des communications à longue portée est la liaison de transmission de données à haute fréquence (HF DL).

Sur l'avantage de HF DL est qu'il offre l'assurance dans des régions polaires extrêmes qui n'est pas possible avec les systèmes géostationnaires courants de satellite de Satcom.

Annexe

Les interfaces principales du pilote avec ACARS sont l'unité Multi-Fonction de commande et de visualisation (MCDU) (Multi-Function Control and Display) et l'imprimeur dans cockpit. Le MCDU montre des menus et des pages d'ACARS. Un clavier permet au pilote de diriger le système ACARS, de choisir des applications et d'entrer des données.

Des messages de Downlink sont envoyés manuellement par le pilote ou automatiquement par le MU/CMU. Ils peuvent également provenir autre end-system par exemple le système de surveillance d'état d'avion (ACMS) (Aircraft Condition Monitoring System), l'ordinateur de gestion de vol (FMC) (Flight Management Computer), le système Airshow.

La plupart des messages d'uplink sont signifiés pour le pilote et seront expédiés par le MU/CMU à l'imprimeur de cockpit. Quelques messages d'uplink sont envoyés seulement pour l'affichage sur le MCDU si une liste imprimée n'est pas exigée. Selon le type du message et de la phase du vol, une alerte de message sous forme de sonneur et une lumière peuvent être activées pour apporter l'attention du pilote au message.

Des messages d'Uplink peuvent également être envoyés à d'autres par exemple ACMS, le FMC, Airshow .Dans ces cas-ci le MU/CMU conduira seulement le message au end-system applicable où il est traité.



Annexe

Boeing 767-383ER cockpit. The left and right MCDUs are located on the forward part of

The center pedestal.

The printer is located in the aft right corner of the pedestal (just out of view in the picture).

Photo by Ottmar Raeymaeckers 1999.

PRESENTATION DU SYSTEME HERMES :

I. INTRODUCTION

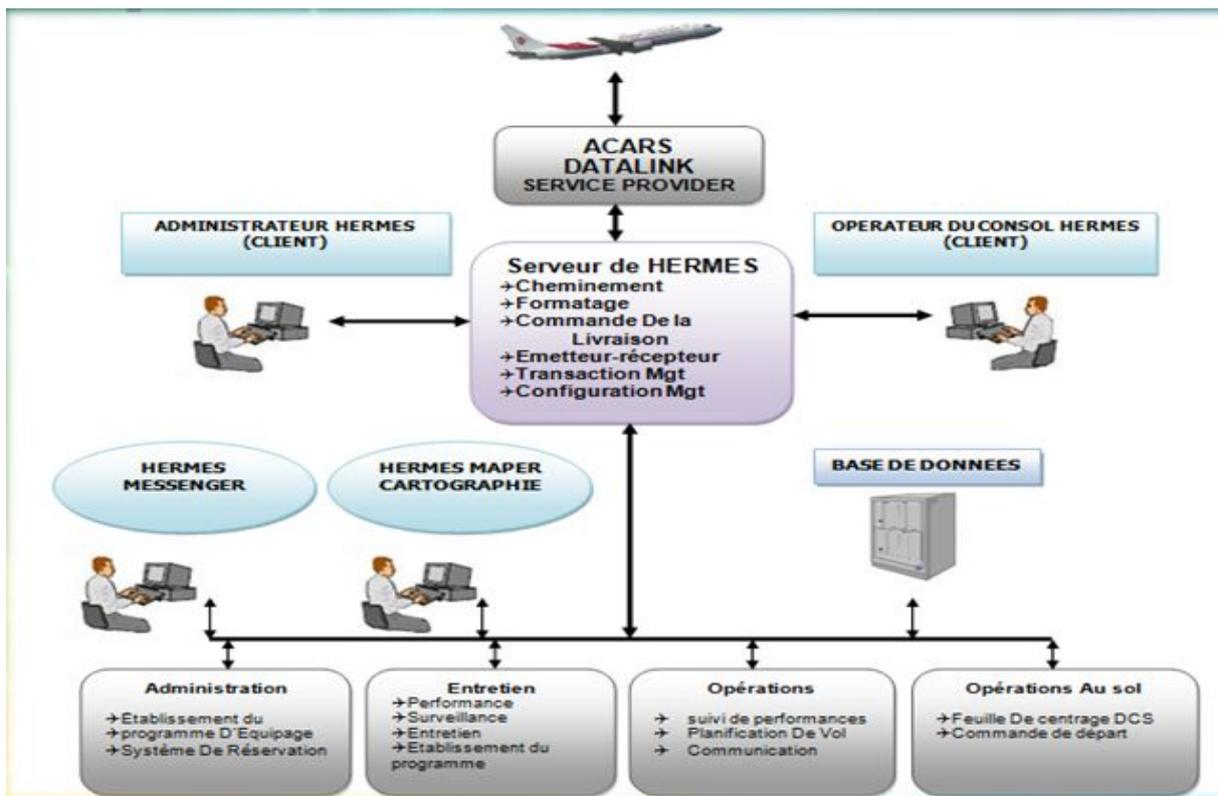
*Aujourd'hui dans les grandes compagnies aériennes, une grande partie de la surveillance des vols est totalement automatisée en utilisant les moyens d'échange d'information entre l'avion en vol et le personnel opération grâce aux systèmes **HERMES** et **ACARS**.*

*Le centre **HERMES** constitue un outil de surveillance des vols supplémentaire qui inscrit dans le cadre de l'évolution de l'ATM et de la conception des systèmes de gestion de vol (**FMS**).*

II. Le centre HERMES AIR ALGERIE

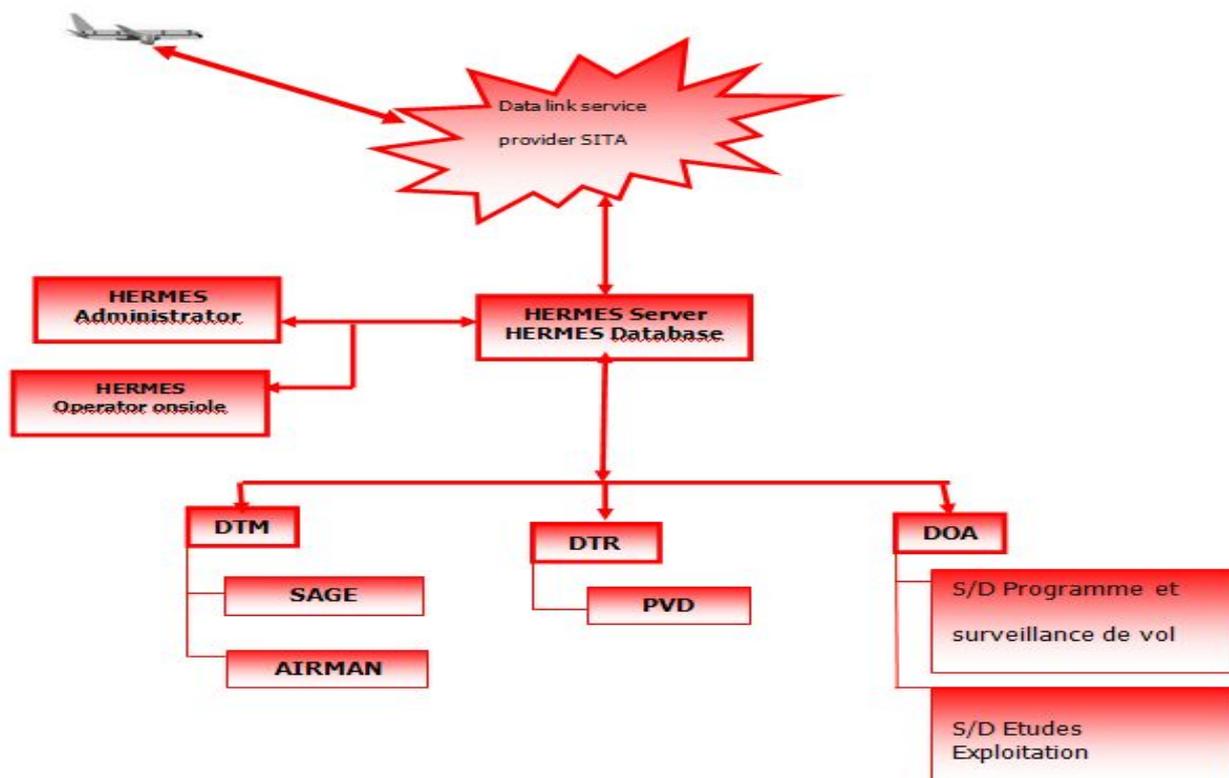
1. HISTORIQUE

Suite à l'acquisition de 12 avions B737-NG, équipés par des systèmes avioniques du constructeur **Rockwell Collins** à savoir **ACARS, TCAS, CMU**, cette compagnie a octroyé comme mesure d'accompagnement des concessions à Air Algérie, parmi elles le système **HERMES** qui a été acquis en 2000.



Architecture du système HERMES

Annexe



Organigramme du système de traitement au sol HERMES AIR ALGERIE

2. DESCRIPTION

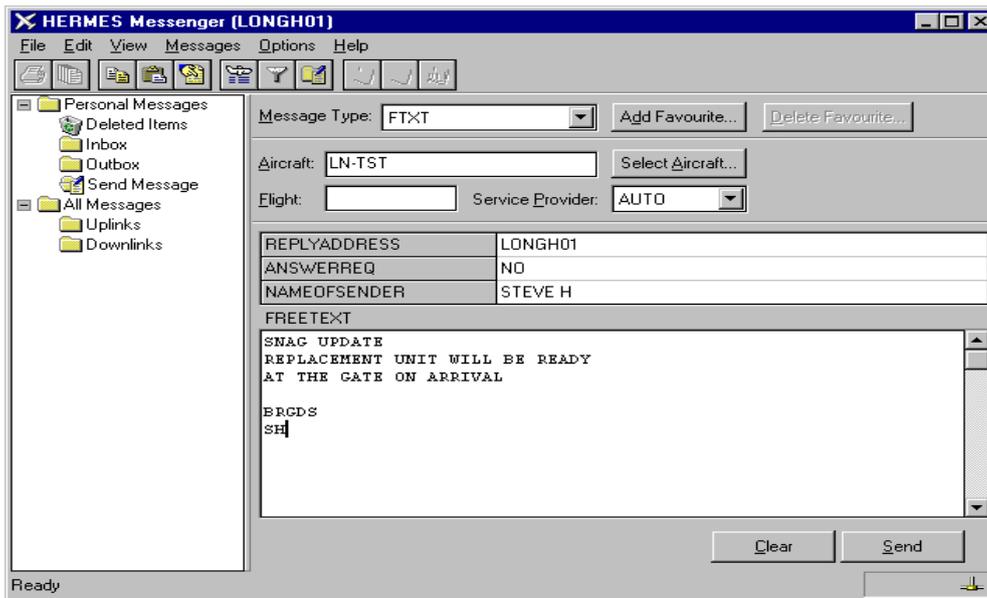
La fonction principale de ce système est le suivi en temps réel le déroulement du vol. Pour cela l' **HERMES** offre trois principaux modules :

- a. Le **HERMES** "*Messenger*" est un outil très facile d'utilisation, en effet il est doté d'une interface dans le style E-MAIL, c'est donc un programme qui fonctionne sous Windows avec une aide étendue sur écran. Il permettra de composer, recevoir et envoyer des messages entre les utilisateurs au sol et l'avion soit au sol ou en vol.

Les différentes fonctions de l'HERMES Messenger est :

- Composer et envoyer des messages (UPLINKS) vers l'avion.
- Recevoir des messages (DOWNLINKS) de l'avion.
- Permettre de lire les messages UPLINKS et DOWNLINKS.
- Donner le statu aircraft (l'état actuel de l'avion).

Annexe

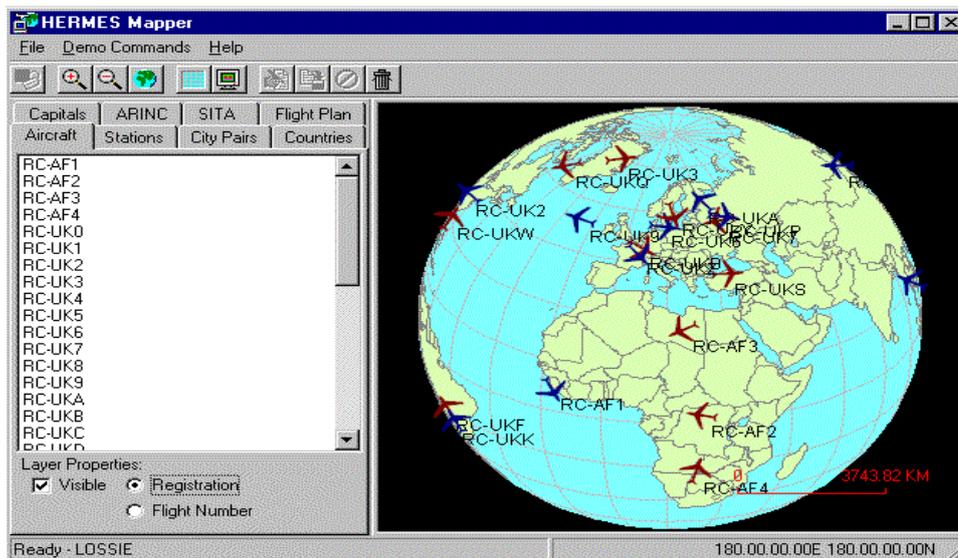


b. L'HERMES MAPPER

Fournit aux opérateurs une vue étendue sur la position et le mouvement de la flotte équipée DATALINK à travers le monde et ceci en temps réel.

Les différentes fonctions de L'HERMES MAPPER est :

- ✓ Visualiser l'état de l'avion et la progression de l'étape du vol ;
- ✓ Permet le Zoom Out et le Zoom In ;

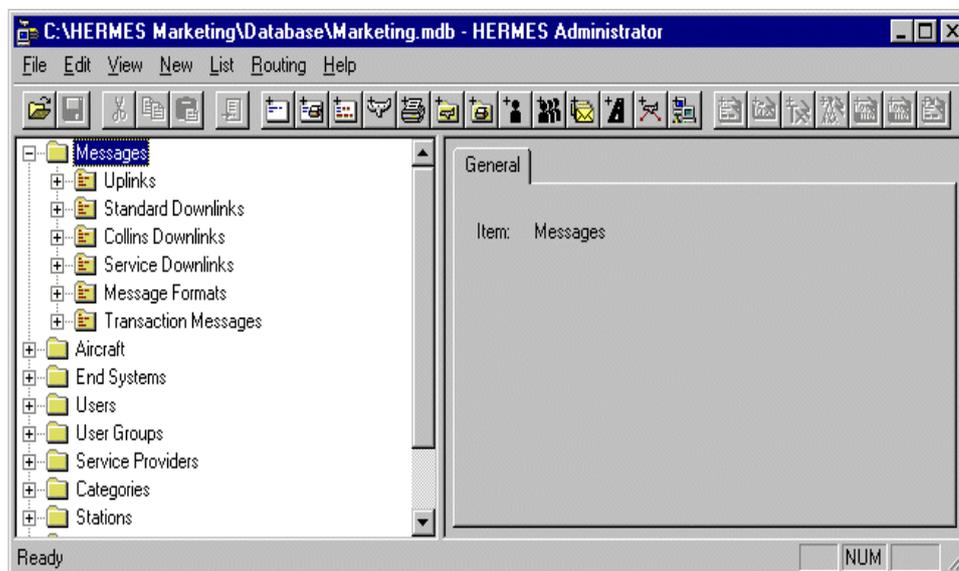


c. Le HERMES ADMINISTRATOR

C'est un programme Windows qui permet aux administrateurs (utilisateurs autorisés – entrée par mot de passe) de configurer et de personnaliser le fonctionnement du

Annexe

serveur **HERMES**. L'administrateur permet la maintenance et la configuration du format, du cheminement et du traitement des messages, des avions de la flotte et des autres systèmes au sol, l'utilisateur et groupes d'utilisateur. La logique de traitement avancé des messages est configurable selon l'utilisateur.



❖ Description de la fenêtre

- Message
- Fleet
- Network
- User
- System

3. Types de message

3.1 **Downlinks:** (processus de liaison de transmission descendante)

Les messages DOWNLINKS sont tout les messages envoyés par l'avion en vol ou au sol.

Ils sont créés soit automatiquement par le MU, manuellement par le pilote, ou ils proviennent d'un sous système à bord (ACMS, FMC). Le MU envoie le message par l'intermédiaire du VHF ou du SATCOM, la station au sol reçoit le message. A AIR ALGERIE HERMES reçoit et identifie le message qui est entré dans une base de données. Par la suite l'HERMES accomplit certains nombre de taches selon le type de message. Certains messages finissent dans l'HERMES à l'usage du système de liaison lui même, d'autre sont envoyés à une ou plusieurs adresses d'utilisateurs.

Annexe

Le temps total de transmission d'un DOWNLINK de l'avion au système est de 5-15

Mouvement	Evénements	Condition De Déclenchement	Contenu De Message	Exemple

secondes.

3.1.a) Suivi flotte

- i. **Message de mouvement OOOI** (Out, Off, On and In) au dessus d'ACARS :

La méthode actuelle dans AIR ALGERIE pour recevoir les messages de mouvement des avions est manuelle par TELEX de mouvement. Les rapports de mouvement sont employés pour produire des statistiques d'exactitude, et ils ont beaucoup d'avantages par exemple :

- Le rapport de mouvement est reçu par SRV avec le retard minimum (secondes).
- Le rapport de mouvement est reçu plus sûrement.
- Les temps de mouvement sont corrects et synchronisés à UTC (GMT).
- Le personnel au sol peut être utilisé pour des fonctions plus productives.

Les messages d'OOOI sont envoyés automatiquement, déclenchés par des sondes sur l'avion.

Annexe

Out	Quitter la porte ou la position parque	Lâcher les freins dans la station et toutes les portes sont fermées.	Out Time	<p>QU ALGJMAH .QXSXMXS 112345</p> <p>A80 FI AH3019/AN 7T-VJL DT QXS IST1 112345 M19A - 1001 OUTRP 3019/11 LTBA/DAAG .7T-VJL /OUT 2345/FOB 0286/BRD 007000/UNT LITERS /TYP A1</p>
Off	Décollage	Sonde d'Air/sol sur l'état " enlèvement " de train d'atterrissage	Out Time Off Time Initialisation ETA	<p>QU ALGJMAH .QXSXMXS 112354</p> <p>A80 FI AH3019/AN 7T-VJL DT QXS IST1 112354 M20A - 1101 OFFRP 3019/11 LTBA/DAAG .7T-VJL /OUT 2345/OFF 2353/FOB 0286/ETA 0253</p>
On	Atterrissage	Sonde d'Air/sol du train d'atterrissage sur la piste	On Time	<p>QU ALGJMAH .QXSXMXS 120259</p> <p>A80 FI AH3019/AN 7T-VJL DT QXS ALG1 120259 M27A - 1201 ONRP 3019/11 LTBA/DAAG .7T-VJL /ON 0259/FOB 0090</p>
In	Arrivée à la porte ou au parking	remettre les freins de stationnement, et n'importe quelle porte est ouverte.	On Time	<p>QU ALGJMAH .QXSXMXS 120304</p> <p>A80 FI AH3019/AN 7T-VJL DT QXS ALG1 120304 M29A</p>

Annexe

				- 1301 INRP 3019/11 LTBA/DAAG .7T-VJL /ON 0259/IN 0303/FOB 0087
<i>Return-to-gate</i>	<i>Retours à la porte après out événement</i>	<i>Un événement détecté après out événement.</i>	<i>Return Time</i>	QU ALGJMAH .QXSXMXS 281449 A80 FI AH2073/AN 7T-VJL DT QXS ALG1 281449 M65A - 1401 RTNRP 2073/28 DAAG/ .7T-VJL /RTN 1449
<i>Touche-and-go</i>	<i>Décollage juste après l'atterrissage</i>	<i>Outre de l'événement détecté ensuite sur l'événement.</i>	<i>T&G Time</i>	QU ALGJMAH .QXSXMXS 102201 A80 FI AH0738/AN 7T-VJL DT QXS ALG1 102201 M23A - 1501 TCHRP 0738/10 DAAG/DAAG .7T-VJL /TCH 2200

ii. **Rapport ETA** (Estimated Time of Arrival) au dessus de l'ACARS

Annexe

Pour le contrôle efficace des opérations (SRV) il est critiqué pour être informé au sujet de la dernière heure d'arrivée estimée (ETA) d'un vol. L'ACARS fournit les informations d'ETA aux systèmes au sol par les applications suivantes :

3.1.b) Procédures ACMS au-dessus d'ACARS

*ACMS (Aircraft **C**ondition **M**onitoring **S**ystem) est un acronyme pour le système de surveillance d'état de l'avion. Ceci se compose d'un ordinateur lié à l'enregistreur de vol (**Flight Recorder**) a également appelé " la boîte noire " (bien que sa couleur est orange!). Les paramètres de divers circuits de bord sont acquis et disponibles pour le traitement. Les paramètres typiques sont :*

- Vitesse d'avion.*
- Altitude.*
- Position.*
- Cap (**heading**).*
- Vitesses de rotor de moteur.*
- Températures et diverses pressions.....etc.*

*Dans un avion moderne comme Boeing 767-XXX et Boeing 737-(900-800-700-600) il y a plus de 1000 paramètres disponibles. Ainsi, avec l'introduction du DATALINK, nous pouvons maintenant obtenir les données d'un avion en vol S'il y a un besoin de certaines données d'avion, nous pouvons l'obtenir sur un **PC** dans quelques minutes!*

Le logiciel d'ACMS peut automatiquement DOWNLINK les données de aux excédantes prédéfinis de limite de paramètre si par exemple un défaut de fonctionnement technique se produirait. Il est cependant, également possible d'obtenir des données sur demande de la station au sol.

Actuellement à AIR ALGERIE on a l'interface entre HERMES, SAGE et AIRMAN (deux logiciels de monitoring existe déjà au niveau de la base Maintenance et sont opérationnels.

Exemple d'un rapport d'ACMS :

1-B737-800 et 600

QU ALGJMAH

.QXSXMXS 260944

DFD

FI AH1036/AN 7T-VKA

DT QXS ALG1 260944 D03A

- 4310100008B737-80026NOV05AH1036DAAGLFL0381AH7002

094303CL36680204216325601080145N36416E003102142480

09420944097109720781078500020001

086770872000740074060057072073

029025031030004004011005

266307336001000

110000001117040938093910071007

098CE018CE0000000000620906209398C6398C6

001000010010000200007F0927F0924008940009BA

408424084100050005094209448934358934567E147E14

076207690000-001100100026026-0010001

09850985350035311061060513051778157853

1101110111111111X01111010382006320

1101110111111111X01111010382006320

2 – A330-202

QU ALGJMAH

Annexe

.QXSXMXS 251840

DFD

FI AH4039/AN 7T-VJX

DT QXS ALG1 251840 D05A

- R02/A33002,1,1

C1,.7T-VJX,05NOV25,15.56.39,HECA,DAAG,DAH4039 ,5000,373

C2,001,06.0,000000,D0333GE01CDAH01,000,000,000C3,-

24.0,34994,0.815,111,0.86,111,10,0,01,111,0.86,XC4,-

24.1,34993,0.814,111C5,811284,00316,01561,00113,1111H1111111111,0000

1,26064,4,050C6,811286,00316,01569,00113,1H151111111111,00001,26064

,4,050N1,091.31,091.3,091.3,098.0,0658,---.,02686,---.,---.

N2,091.31,091.3,091.3,098.2,0659,---.,02676,---.,---.S1,063.1,147.6,422.9,--

-.-,71.0,-0.0,077,050,021.0,47,130S2,063.5,148.0,423.0,---.-

,71.3,00.0,077,050,023.6,46,131T1,---.

50,111.4,0,00.8,0.01,0.34,00.5,051,033,0.19,0.38T2,---.

,050,110.0,0,00.3,0.01,0.32,00.1,036,060,0.12,0.31X1,000.2,001.8,004.4,-

0001,00.0005,N31.71X2,000.4,001.9,004.2,00000,00.0006,N31.71X3,-

00.1,000.3,-01.9,-00.0,-00.0,001.9,-02529,173547,38.1X4,-00.1,-00.1,-00.1,-

00.1,-00.1,-00.1,000.0,000.0,-084.9X5,-00.1,-00.2,-00.2,-00.1,-00.1,-

00.1,000.0,000.0,-084.8X6,-00.4,000.6,069,-111,000,0.811X7,-

00.4,000.7,067,-111,000,0.810:

Procédures performance

Annexe

Interface entre HERMES et APM suivi des performances avion COST INDEX.

3.2 Up links (processus de liaison de transmission ascendante)

Le processus est plus ou moins l'inverse du processus de DOWNLINKS. Un message est créé automatiquement par HERMES, ou manuellement par un utilisateur au sol. HERMES convertit le message en format d'ACARS et l'envoie au fournisseur de service, le choix du fournisseur et des médias de service est automatique, fournisseur de service envoie le message à une station au sol près de l'avion ou par satellite, le MU reconnaît le message et l'envoie à son bord de destination : une imprimante, un écran de visualisation, ou tout autre système de bord.

Le temps total de transmission d'un UPLINK est de 10-20 secondes.

3.2. a. Liste d'équipage :

Pendant le départ une mise à jour de la liste d'équipage est uplinked vers le cockpit imprimeur.

3.2. b .JET PLAN : *le jet plan peut envoyer en uplink un plan de vol automatique à travers l'ACARS. Le plan de vol peut être affiché sur le MCDU ou sur l'imprimante du cockpit avec un format spécial.*

3.2.c. Procédures NOTOC (Notification TO Captain) au-dessus d'ACARS

Le NOTOC est un message envoyé automatiquement en même temps que le Loadsheet.

Le NOTOC contient des spécifications des matériaux à bord qui peuvent nécessiter des procédures spéciales en cas d'une urgence.

Le NOTOC est envoyé au MCDU et imprimé sur l'imprimante dans le cockpit.

3.3 Msg in:

Sont tout les messages envoyés par n'importe qu'elle autre interface les avions sont inclus.

3.4 Msg out:

Sont tout les messages envoyés vers n'importe qu'elle autre interface les avions sont inclus.

CONCLUSION :

Puisque le système Hermes fournit des messages en temps réel automatique reçu de l'avion, ces messages DOWNLINK contenant des informations très intéressante en ce qui concerne la consommation du carburant et plus précisément il donne la quantité de carburant à bord au temps de l'envoi du message (fuel on board).

Donc on peut faire le suivi de vol en exploitant les données de ces messages DOWNLINK.