

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB - BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE
L'INGENIEUR



INSTITUT D'AERONAUTIQUE
DEPARTEMENT DE NAVIGATION AERIENNE



PROJET DE FIN D'ETUDE
En vue de l'obtention du titre

D'INGENIEUR D'ETAT EN AERONAUTIQUE
OPTION : opérations aériennes

*L'ETUDE DES COUTS D'EXPLOITATION DU
BEECH 1900D ET ATR42/500 DE LA
TASSILI AIRLINES*



Promoteur :
M^{me} BEN-KHEDA.AMINA

Présenté par :
BENAISSA DJILALI
LABASSIA BELAIDOUNI

Promotion 2004

REMERCIEMENT

Nous tenons remercier notre grand dieu tout puissant, c'est grâce à lui que nous avons pus effectuer ce modeste travail.

Un grand merci pour notre promotrice **M^{me} BEN-KHEDA** pour son aide de son orientation.

Ainsi le directeur d'institut d'Aéronautique monsieur **BERGUEL**.

Et à tous les personnels de la direction d'exploitation de **TASSILI AIRLINES** notamment **CHAHRAZED** et **LIELA**.

Et les personnels de la direction commercial surtout monsieur **NOUAR**.

Nous remercions aussi monsieur **DJALEL** qui nous bien aider.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers PARENTS pour leur soutien et leur sacrifice.

A ma chère GRAND MERE que je la souhaite une longue vie.

A mes chers sœurs et frères et notamment ma bien aimé la petite KOULOUD.

A toutes ma famille grand et petit.

*A mes amies : NABILA ,IDRINE ,HAYAT, LILA,
ESMA,RADIA,(K34).*

AHLEM,AMINA,KARIMA,AZIZA

Cheres Amies :MALIKA,FOUZIA,SABRIA,NAIMA.

Mes amis : HOUARI,MOHAMED,DJAMIL,SALIM,CHOVAIB,AEK

A mon binôme BENAÏSSA DJILALI et sa famille.

A tous mes amies de la promotion 5'eme année aéronautique 2004 .

BELAIDOUNI LABASSIA

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- ✓ *Ma chère mère Khiera qui m'a soutenue durant ma vie et mes études.*
- ✓ *Mon cher père Abdelkader qui m'a encouragé le long de mon cursus.*
- ✓ *Mes chers soeurs Samira et Meriam. et Nadjia*
- ✓ *Aux maries de mes sœurs Djillali et Radouane et leur enfants Sofia et Manel.*
- ✓ *Toute la famille Benaissa.*
- ✓ *Mon binôme Labassia et sa famille.*
- ✓ *Mes amis de la cité universitaire Soumaa II en particulier Halim et*
- ✓ *Mes amis de Mostaganem. (Radouane, sofian, Chelat, Sidehmed, Abed, Rachid, Hamidou, Kamel, Yassin, Azzedine, Belahoul, Kacem.)*
- ✓ *A tous mes amis de l'option Opérations Aériennes :*
- ✓ *A tous mes amis de l'université de Blida en particulier Abdou Med et tout sa famille*
- ✓ *A tous qui connaissent BENAÏSSA Djillali.*
- ✓ *A la mémoire de ma cousine Boumendjote Sofia*
- ✓ *A Mes Troie Tente en particulier Tata Hlima*
- ✓ *A mon cousin RACHID et ça famille, A ISMAIL et ma cousin LINDA*

DJILLALI BENAÏSSA

NOMENCLATURE

LES GRAPHES

Figure I.1 : Organisation d'ensemble de la compagnie TASSILI AIRLINES(TAL).....	4
Figure I.2 : Organisation d'ensemble de la direction Commercial.....	5
Figure I.3 : Organisation d'ensemble de la direction Exploitation.....	6
Figure I.4 : Organisation d'ensemble de la direction Technique.....	7
Figure I.5 : Organisation d'ensemble de la direction Ressources humaines et Moyens.....	8
Figure I.6 : Organisation d'ensemble de la direction Finances	9
Figure I.7 : Réseau 'A' : Sud – Nord.....	15
Figure I.8 : Réseau 'B' : Sud – Sud.....	16
Figure I.9 : Réseau 'c' : Bases vers HME.....	17
Figure I.10 :Réseau TASSILIAIRLINE.....	18
III.1 variation de R_s en fonction de la masse (m) et du nombre de mack	32
III.2 régime maxi range	33
III.3 régime long range	35
III.4 coût carburant en fonction de nombre de Mack.....	37
III.5 coût total en fonction du nombre de Mack.....	37
III.6 variation de poussée en fonction de Mack	38
III.7 variation de R_s en fonction de la masse, nombre de Mack, température ..	39
III.8 variation de R_s en fonction de l'altitude, pression	39
III.9 variation de l'altitude pression en fonction de R_s	41
III.10 variation de l'altitude pression en fonction de la masse, nombre de Mack.....	42
III.11 variation de l'altitude pression en fonction de la vitesse	43
III.12 variation de l'altitude pression en fonction de V.....	43
III.13 montée a consommation distance minimum.....	44
III.14 montée cabine	45
	46

III.15 descente a PRM normale	46
Figure IV.2 vol avec ETF	64

LES ABREVIATIONS

m	: masse en Kg
g	: Accélération de pesanteur en M/S^2
Vp	: Vitesse propre en Kt
Cz	: Coefficient de portance
Cx	: Coefficient de traînée
M	: Nombre de Mach
MLR	: Mach Long Range
MMR	: Mach Maxi Range
MPRM	: Mach à prix de revient minimal
Tn	: Poussée nécessaire en N
Tu	: Poussée utile en N
Wn	: Puissance nécessaire en W
Wu	: Puissance utile en W
γ	: Coefficient de viscosité
T°	: Température extérieure
f	: Finesse
Rs	: Rayon d'action spécifique en NM/Kg
Zp	: Altitude pression en ft
Ch	: Consommation horaire en kg/h
Csp	: Consommation spécifique en Kg/h*N
Cd	: Consommation distance en Kg/Nm
CF	: Coût carburant en DA/Kg

Vs : Vitesse sol en kt
Vz : Vitesse ascensionnelle
P : Pression atmosphérique en
 δ : Densité d'air
 ρ : Masse volumique de l'air en Kg/m³
a : Vitesse du son en Kt
 θ : Pente de l'avion
K : Coefficient de transport
ETF : Escale technique facultative
D : Distance en Nm
d : Délestage en kg ou LBS
Rr : Réserve de route en Kg ou LBS
Rf : Réserve finale en Kg ou LBS
Rd : Réserve de dégagement en Kg ou LBS
R : Roulage en Kg ou LBS
OAT : Out air temperature (température ambiante) en C°
TAS : Truth air speed (vitesse vraie) en Kt
IAS : Indicated air speed (vitesse indiquée) en Kt
CAS : Vitesse conventionnelle en Kt
TOC : Top of climb(fin de montée)
TOD : Top of descent (début de descente)
Ds : Distance sol en Nm
Ve : Vitesse de vent
Td : Temps de descente

Fueled : Consommation carburant de la descente

Dd : Distance air de la descente

FF :Fuel flow (consommation horaire des deux moteurs) Kg/h

RESUME

Cette étude consiste à évaluer les coûts d'exploitation de la TASSILI AIRLINES à partir des programmes de vols d'avions et des vols réels réalisés. Les résultats de cette étude constitueront un outil pour l'évaluation des coûts au sein de la compagnie TASSILI AIRLINES .

RESUME

The aim of this work is to evaluate the cost's exploitation for TASSILI AIRLINES , from the flight program , and from real flight .
The result of this study will be used by the TASSILI AIRLINES company, for cost's evaluation .

Sommaire

INTRODUCTION.....	01
Chapitre I : Présentation de la compagnie TASSILI AIRLINES.....	02
I.1. Définition.....	02
I.2. Historique de la compagnie.....	02
I.3. organisation de l'ensemble de la compagnie TASSILI AIR LIGNE	02
I.4. les activités offertes par la compagnie TASSILI AIR LINES (TAL).....	10
I.4.1 vol passagers.....	10
I.4.2 transports personnelle Sonatrach.....	10
I.4.3 fret aérienne.....	10
I.4.4 vol ambulance.....	10
I.4.5.operation de surveillance	10
I.4.6. photographie aérienne.....	10
I.5.la flotte de la compagnie TASSILI AIR LINES.....	10
I.5.1. ATR 42-500	11
I.5.2. BEEHCRAFT 1900D	11
I. 5.3. CESSNA 208 B.....	11
I.5.4. KING AIR 100	11
I. 5. 5. PILATUS.....	11
I. 5. 6. BELL 206 L 3.....	12
I. 5. 7. BELL 206 L 4.....	12
I. 6. Réseau.....	13
I.6.1.reseau domestique	13
I.6.2. réseau internationale.....	13
I.7.Présentation de BEACH 1900D et ATR 42/500.....	14
I.7.1 Présentation de BEACH 1900D.....	19
I.7.2. Présentation de ATR 42/500.....	19
Chapitre II : les charge de la compagnie aérienne	21
II.1 la nature des charges d'une compagnie	23
II.1.1.définition d'une charge.....	23
II.1.2.Les différent charges d'une compagnie aérienne	24

II.1.2.1. Le personnel	24
II.1.2.2. Les avions.....	24
II.1.2.3. Le carburant.....	26
II.1.2.4. Autres charges	27
II.2. le coût de revient d'une ligne	28
II.2.1. Définition.....	29
II.2.2. coûts d'exploitation prise en compte dans les études opérationnelles.....	29
Chapitre III :étude opérationnelle.....	29
III.1. méthode d'exploitation	30
III.1.1. Consommation.....	30
III.1.1.1. La croisière.....	30
III.1.1.2 Montée en exploitation.....	32
III.1.1.3 la descente	41
III.1.1.4 l'attente	45
III.2. Le cost index.....	46
III.2.1. Analyse de coût d'exploitation opérationnel.....	47
III.2.2. définition	47
III.2.3. optimisation du profil de vol par le FMS à partir du cost index	48
III.2.4. l'effet du cost index sur le coût d'exploitation.....	48
Chapitre IV : analyse des coût d'exploitation	55
IV.1. Intérêt d'étude.....	56
IV.2. Analyse de différents termes des coûts d'exploitation.....	56
IV.2.1. Les coûts directs d'exploitation.....	56
IV.2.1.1. Coût carburant.....	56
IV.2.1.2. Coût équipage.....	56
IV.2.1.3. Coût de maintenance.....	67
IV.2.1.4. Affrètement.....	73
IV.2.1.5. Coût assistance "handling"	74
IV.2.1.6. Redevance d'aérodromes et de service de navigation aérienne.....	77

IV.2.1.6.1. Principes généraux.....	78
IV.2.1.6.2. Répartition des redevances.....	78
IV.2.1.6.3. Montant des redevances de navigation aérienne.....	78
IV.2.1.7. Catering.....	79
IV.2.2. Les coût indirectes d'exploitation.....	83
IV.2.2.1. Coût fixes compagnies.....	84
IV.2.2.2. Coût fixes avions.....	84
Chapitre V : étude pratique.....	84
V.1. méthode de travaille	86
V.2. calcule des coût.....	86
V.2.1. les coût directes.....	87
V.2.1.1. Coût carburant.....	87
V.2.1.2. Coût équipage	87
V.2.1.3. Coût de maintenance	87
V.2.1.4. L'affrètement	88
V.2.1.5. Les redevances	88
V.2.2. Les coût indirects	90
V.3 la rentabilité.....	90
V.4 l'interface informatique	91
VI Conclusion	
VII Bibliographie	
VIII Nomenclature	
IIIX Les abréviations	
IX Annexe	

Introduction

INTRODUCTION

L'équilibre financier est un processus recherché par toute compagnie d'une façon générale.

Pour rentabiliser au maximum ces vols, la compagnie TASSILI AIRLINES comme toute autre compagnie, doit adopter une stratégie en se basant sur ses dépenses (charges) qui sont principalement les coûts d'exploitation.

Ces coûts permettront à la compagnie de déterminer les mécanismes de formation des tarifs en fonction du prix de revient d'une ligne.

L'adaptation des coûts d'exploitation pour une rentabilité sûre est primordiale. Ces coûts représentent une référence pour établir une politique d'action et sont souvent des paramètres d'entrées dans les différents logiciels d'optimisation des vols.

Cette étude a été réalisée au sein de la compagnie TASSILI AIRLINES au niveau de la Direction d'Exploitation. Son but est d'évaluer les coûts de revient d'une façon globale pour le **BEECH 1900D** et l'**ATR 42/500**, opérant dans les différentes bases du réseau de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES.

Les méthodes qui ont permis le calcul de ces coûts sont :

- Le programme de vol d'un avion.
- Le réel des vols effectués.

Nous avons organisé le travail de la manière suivante :

- Au chapitre I est présenté la compagnie Tassili Airlines.
- Le chapitre II est consacré aux différentes charges d'une compagnie aérienne.
- Le chapitre III englobe l'étude opérationnelle.
- Le chapitre IV établit une analyse des différents termes des coûts d'exploitation.
- Le chapitre V illustre l'application de calcul des coûts d'exploitation pour la Tassili Airlines

CHAPITRE I

Présentation de la compagnie
"Tassili Air Lines"

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA COMPAGNIE

I.1. DEFINITION

TASSILI AIR LINES est une compagnie aérienne parapétrolier, qui assure les services du travail aérien ainsi que le transport du personnel SONATRACH.

I.2. HISTORIQUE DE LA COMPAGNIE

La compagne aérienne TASSILI AIR LINES est née suite à une convention entre Air Algérie , SONATRACH et la DTA (Direction du Travail Aérien) .

Il est à signaler également que la DTA fut crée par Air Algérie en 1975, suite à la reprise de la SOCIETE DU TRAVAIL AERIEN crée elle en 1968.

L'actuelle TASSILI AIR LINES compte 51% du capital détenu par SONATRACH et 49% par Air Algérie.

I.3. ORGANISATION DE L'ENSEMBLE DE LA COMPAGNIE TASSILI AIRLINES

La compagnie TASSILI AIR LINES est constituée de quatre (04) départements généraux qui sont :

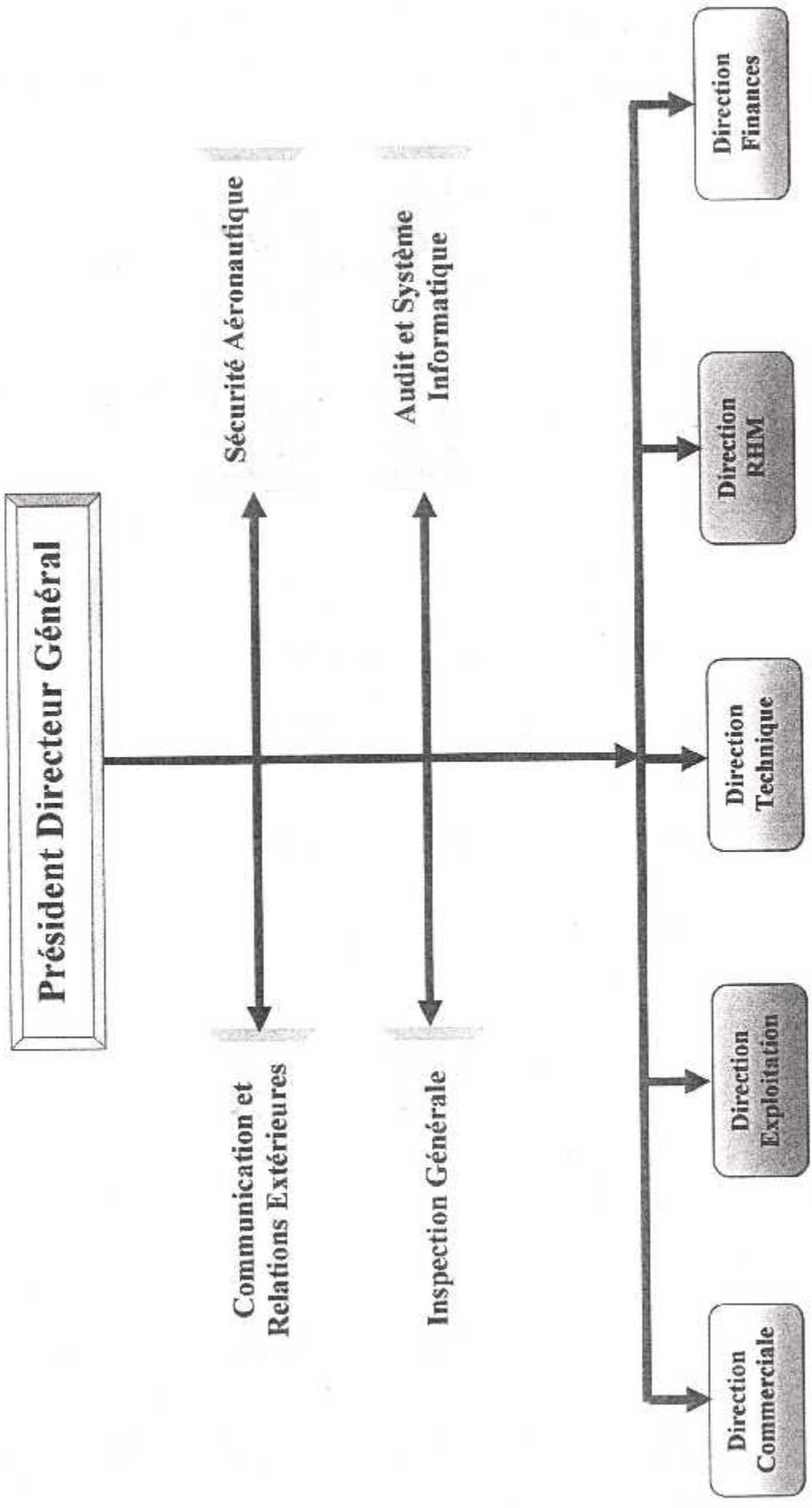
- Communications et relations extérieures.
- Sécurité aéronautique
- Inspection générale
- Audit et système informatique .

Ainsi que de cinq (05) direction qui sont :

- Direction commerciale.
- Direction d'exploitation.
- Direction technique.
- Direction de ressources humaines et moyennes (RHM).
- Direction finances.

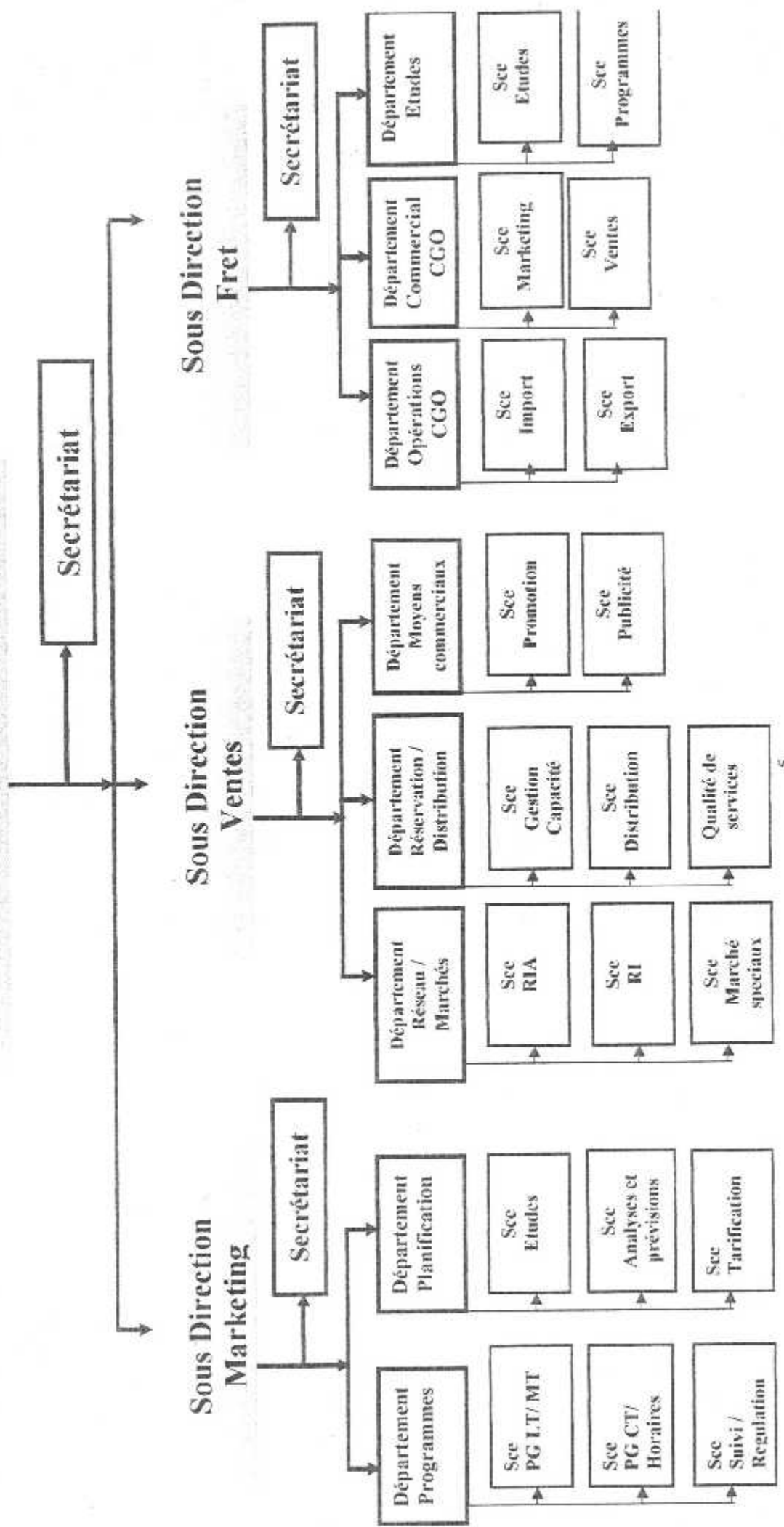
L'ensemble est coordonnée par le Président Directeur Général (voir l'organigramme de l'organisation de la compagnie

Organigramme d'ensemble de la compagnie aérienne TASSILI AIRLINES (TAL)



Organigramme d'ensemble de la Direction Commerciale

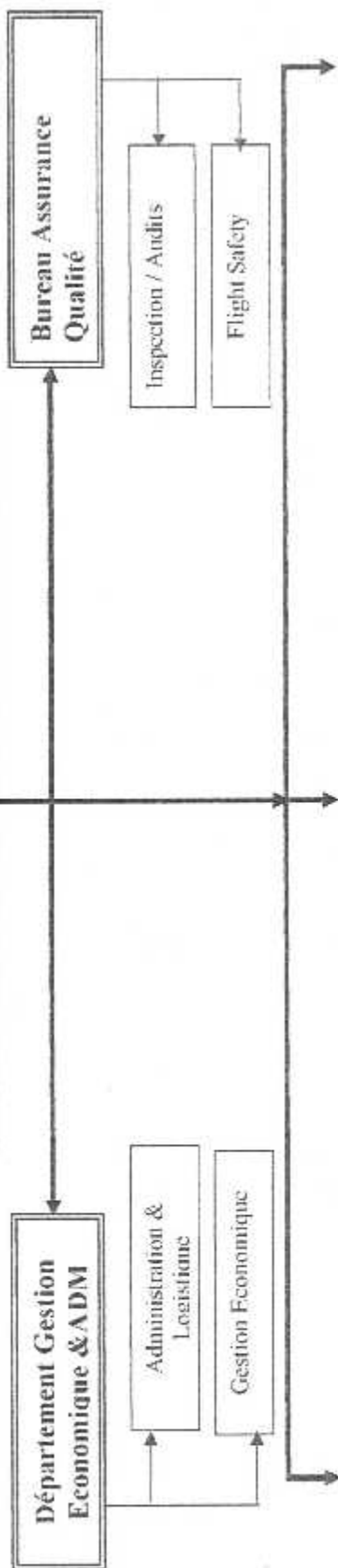
Direction Commerciale



Organigramme d'ensemble de la Direction Exploitation

Direction Exploitation

Mohamed Boucebei



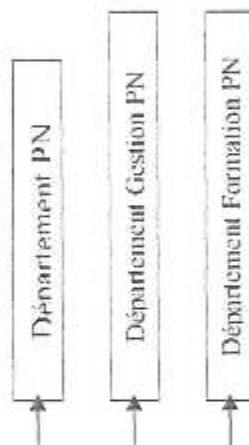
Sous Direction Opérations Aériennes

Djillali Athmene



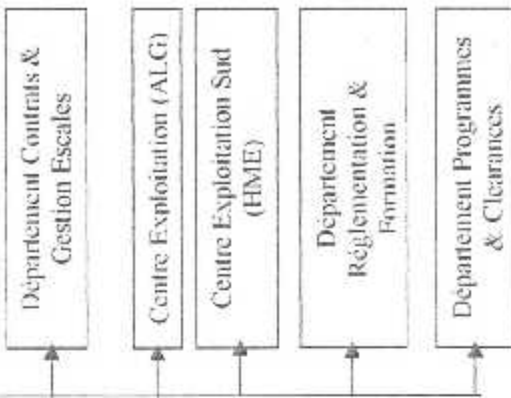
Sous Direction Personnel Navigant

Rachid Nouar



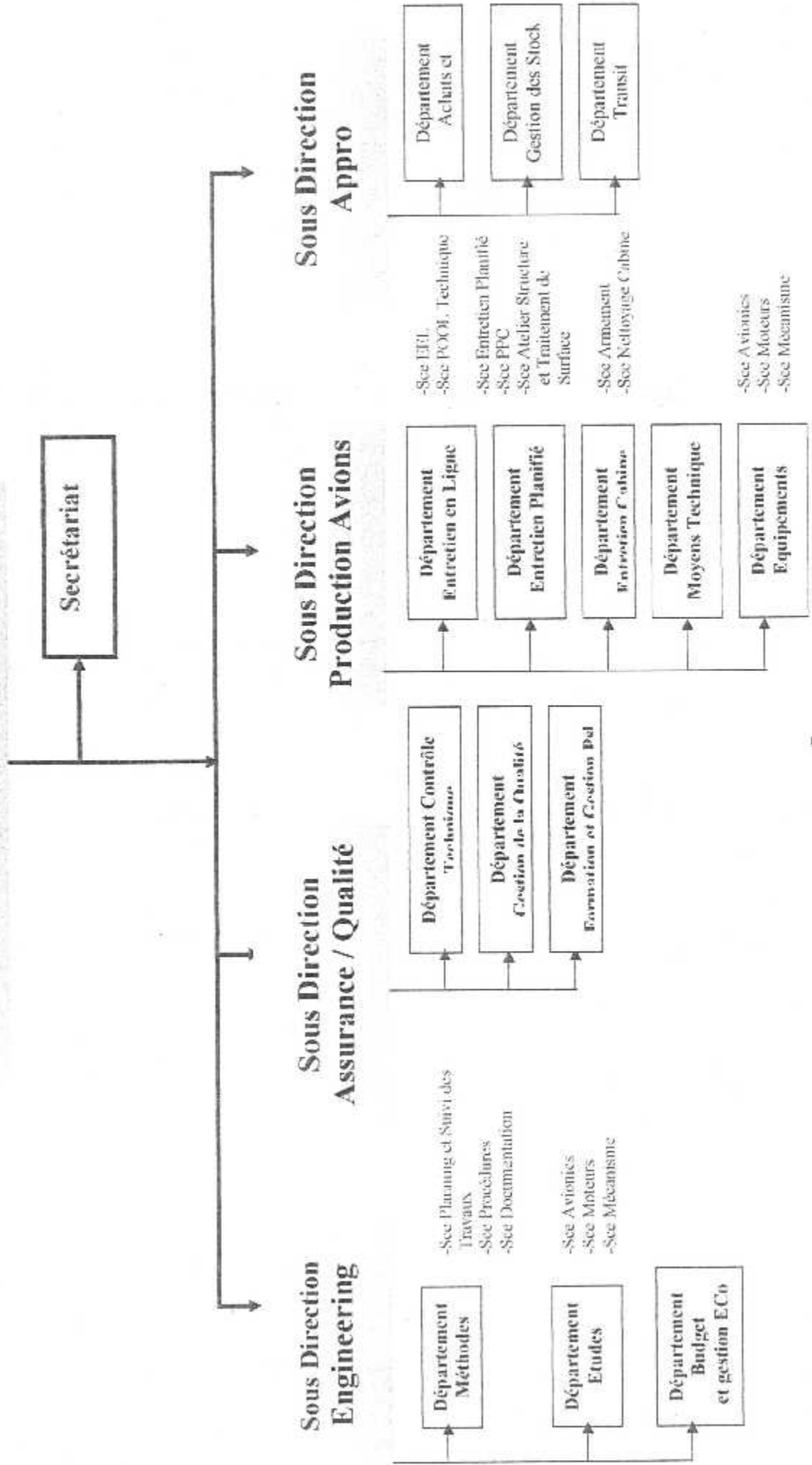
Sous Direction Opérations au Sol

Mohamed Benai



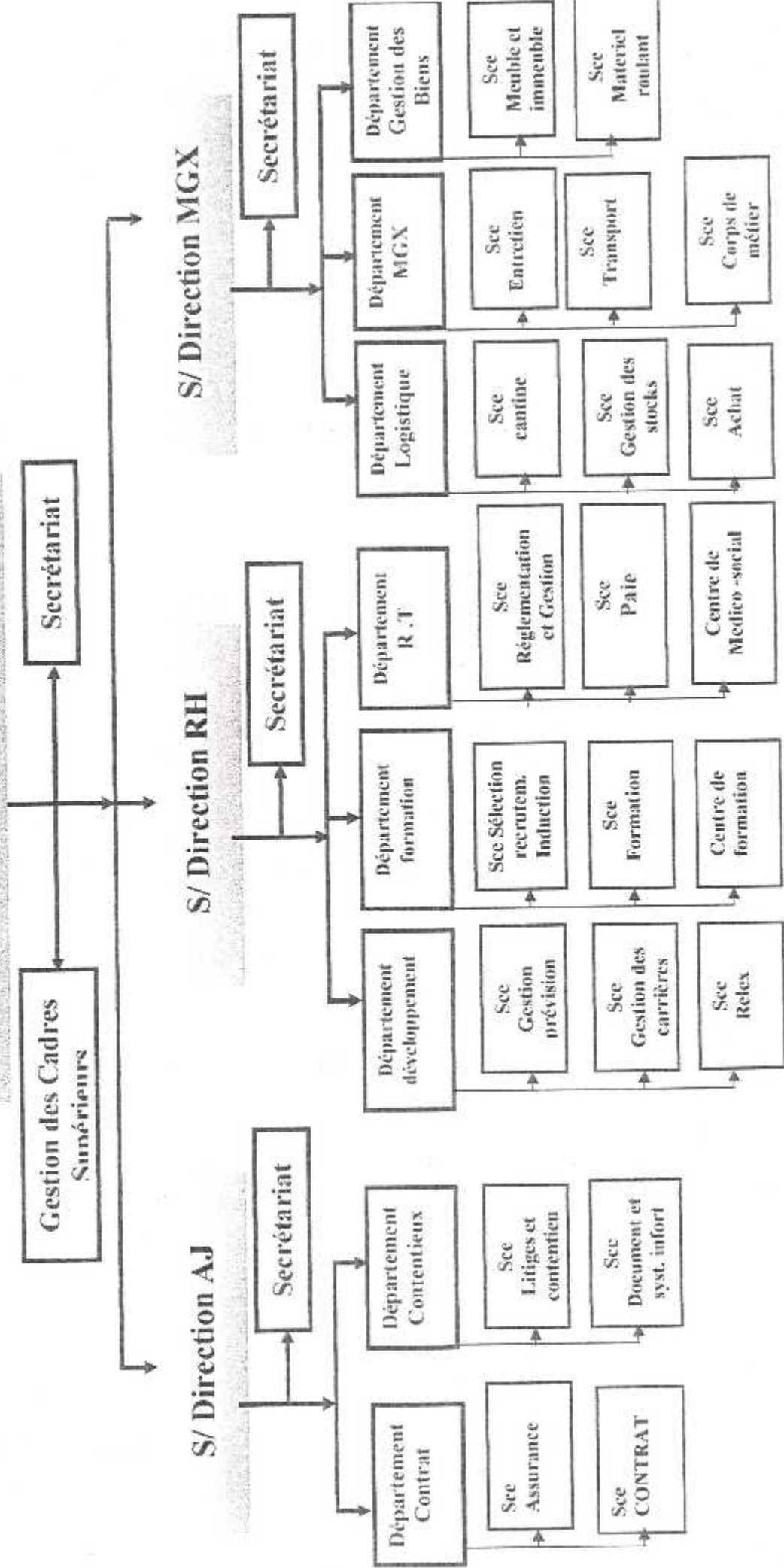
Organigramme d'ensemble de la Direction Technique

Direction Technique



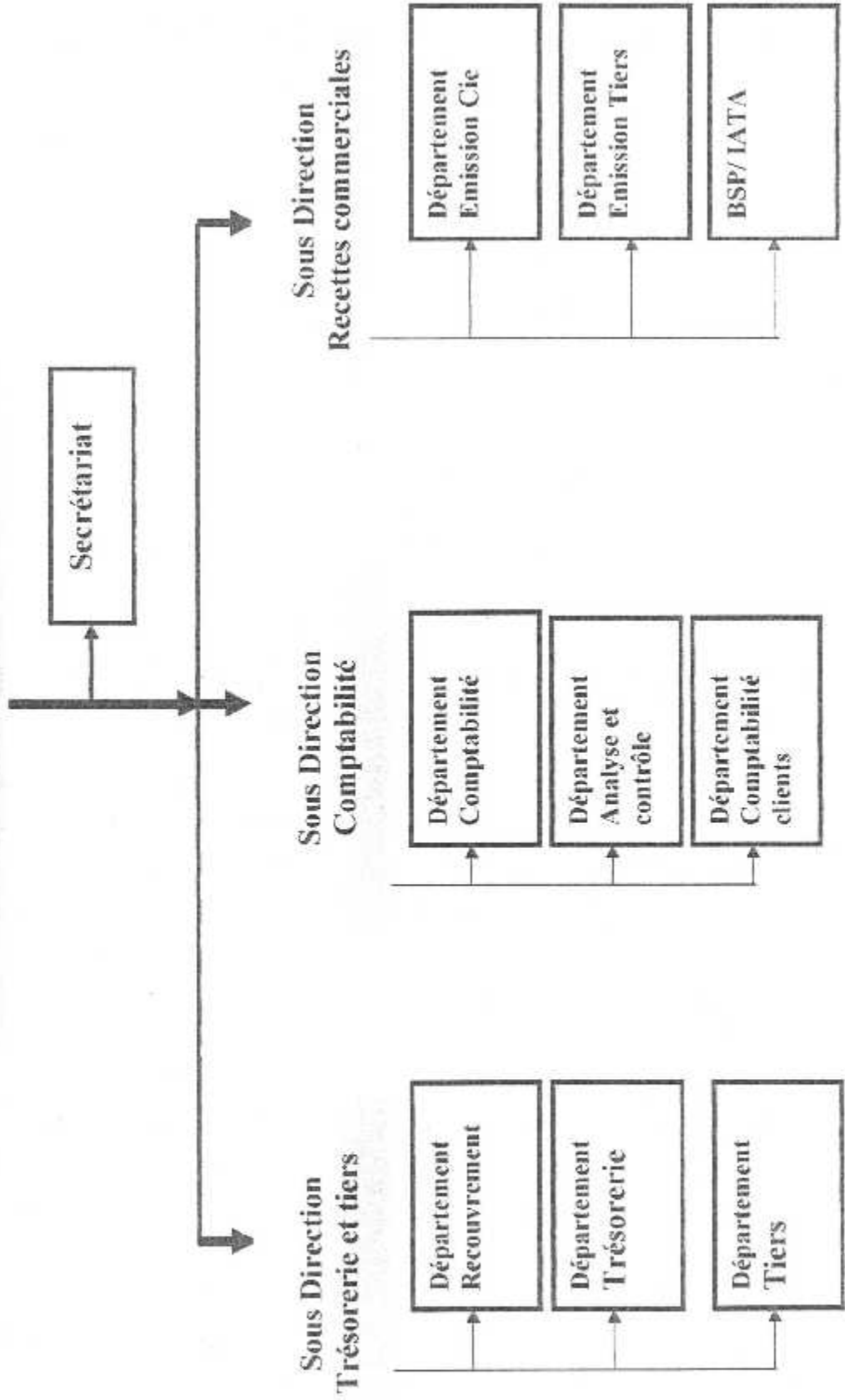
Organigramme d'ensemble de la Direction Ressources Humaines et Moyens

DRHM



Organigramme d'ensemble de la Direction Finances

Direction Finances



I.4 LES ACTIVITES AERIENNES DE LA COMPAGNIE TASSILI AIR LINES (TAL)

l'ensemble des vols assurés à titre onéreux, sont définis comme services du travail aérien et ont pour objet :

- La prise de vues aérienne photographiques ou cinématographiques ;
- L'exécution de relevés géophysiques et aérotopographiques ;
- Le jet de produits ou de matières à des fins agricoles, d'hygiène publique ou de lutte anti – incendie et de préservation de l'environnement ;
- La réalisation de missions éducatives, scientifiques ou publicitaires.
- La compagnie peut aussi effectuer des vols à la demande

I.4.1 .VOLS PASSAGERS

TASSILI AIRLINES permet d'effectuer des vols sur demande dans d'excellente condition de confort et de sécurité.

I.4.2.TRANSFORT PERSONNEL SONATRACH

TASSILI AIRLINES assure le transport des travailleurs de Sonatrach.

I.4.3.FRET AERIEN

TASSILI AIRLINES est disposée à transporter les frets urgents et courriers rapides qui ne peuvent transiter par les moyens de transport habituels.

I.4.4. VOLS AMBULANCES

TASSILI AIRLINES répond rapidement aux appels de détresses pour les transferts de malades urgents.

I.4.5. OPERATION DE SURVEILLANCE

TASSILI AIRLINES assure un service de surveillance , comme la surveillance des lignes à haute tension .

I.5 LA FLOTTE DE LA COMPAGNIE TASSILI AIR LINES**I. 5.1. ATR 42-500**

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
- F - GVZA	48
- F - OHQL	

I. 5. 2 BEEHCRAFT 1900D

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
- 7T - VIO	19
- 7T - VIN	
- 7T - VIP	
- 7T - VIQ	
- F-GLNK	
- F-GTVC	

I.5.3. KING AIR 100

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
7T-VCV	9
7T-VRF	

I.5.4. CESSNA 208 B

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
7T-VIG	
7T-VIH	
7T-VII	
7T-VIJ	14
7T-VIK	
7T-VIL	
7T-VIM	

I.5.5. PILATUS

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
- 7T - VCG	
- 7T - VCH	
- 7T - VCI	7
- 7T - VCJ	
- 7T -- VCK	

I.5.6. BELL 206 L 4

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
7T-WUL	7
7T-WUM	

I.5.7. BELL 206 L 3

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
7T-WUE	
7T-WUF	
7T-WUH	7
7T-WUJ	
7T-WUK	

Remarque :

les avions qui sont immatriculés F sont affrètes, et le 7TVIN a craché le 28/02/2003 .

I.5.6. BELL 206 L 4

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
7T-WUL	7
7T-WUM	

I.5.7. BELL 206 L 3

Immatriculation	Nombre Maximum de passagers à embarquer
7T-WUE	
7T-WUF	
7T-WUH	7
7T-WUJ	
7T-WUK	

Remarque :

les avions qui sont immatriculés F sont affrétés, et le 7TVIN a craché le 28/02/2003 .

I. 6. RESEAU

I.6.1. RESEAU DOMESTIQUE

RESEAU EST	RESEAU OUEST
Annaba (AAE)	Oran (ORN)
Batna (AAE)	Telemcen
Constantine (CZL)	(TIM) Mascara
Biskra (BSK)	(MUW)
Tébessa (TEE)	Tiaret (TID)
Jijel (GIL)	Arzew
Bejaia (BLJ)	
Skikda	

RESEAU SUD
Hassi Messaoud
Hassi -Remel (HRI)
Ilaoud el hamra (HEH)
In-amenas
Rourdel Nous
Tiguentour (In.salah)
Bou saàda (BSA)
Touggourt (TGU)
El oued (ELU)
Ouargla (OGX)
Ghardaïa (GHA)
Tin fouye (TFT)

1.6.2. RESEAU INTERNATIONAL

Pour les vols international la compagnie assure les vols à la demande.

Les réseaux de la compagnie TASSILI AIRLINES sont représentées dans les figure suivantes :

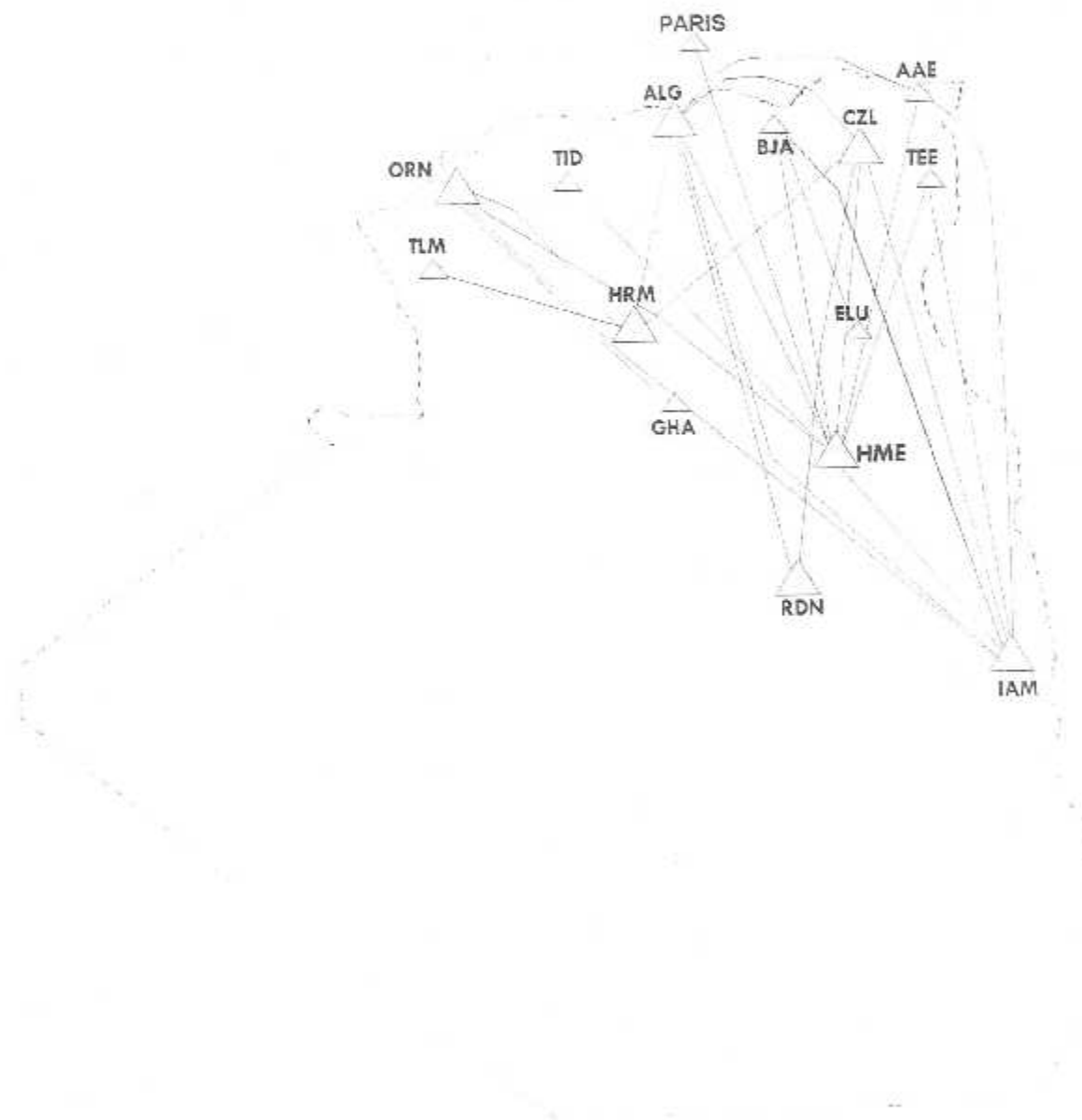


Figure I.1 : Réseau 'A' (SUD - NORD)

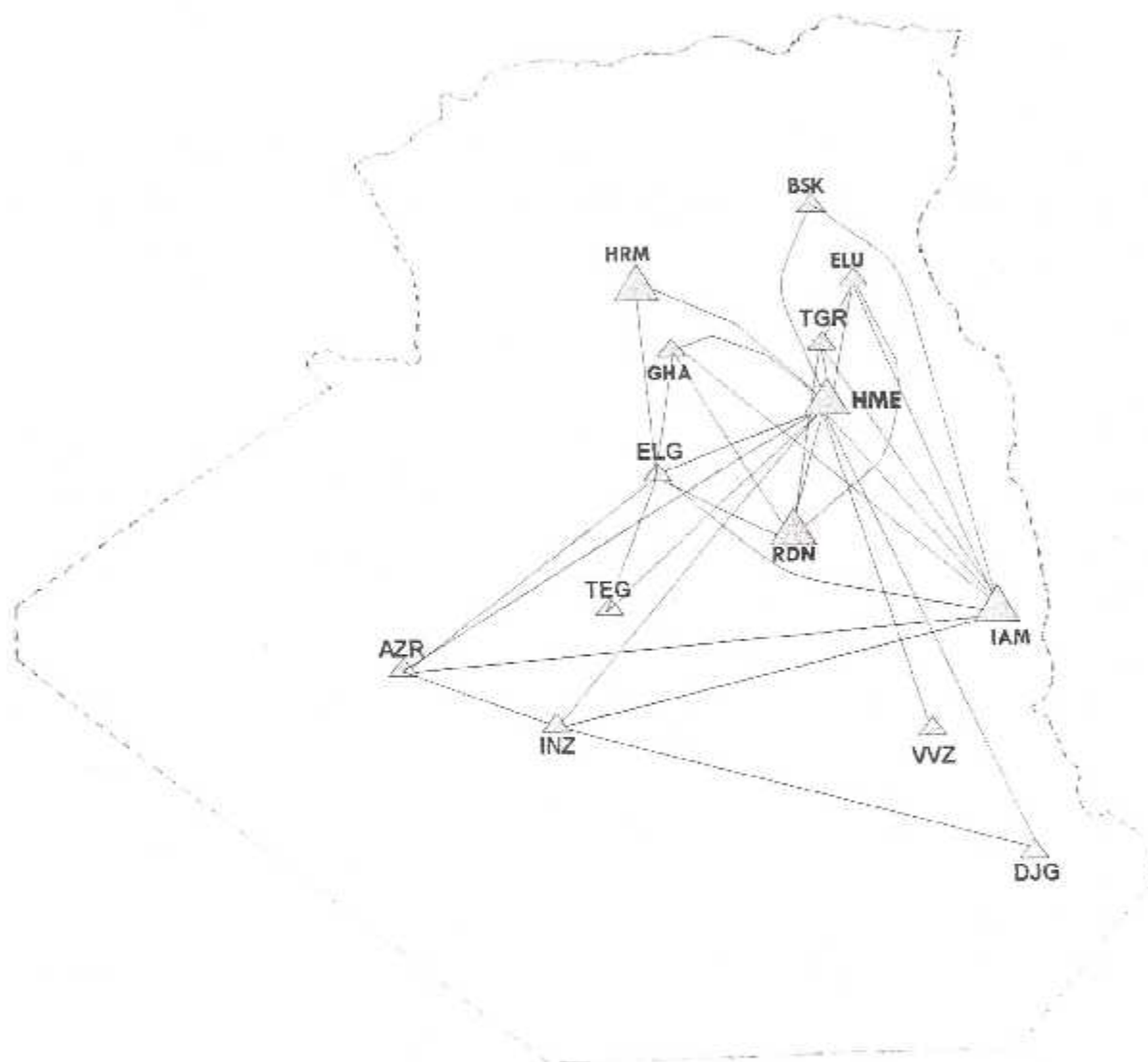


Figure I.2 : Réseau 'B' (SUD - SUD)

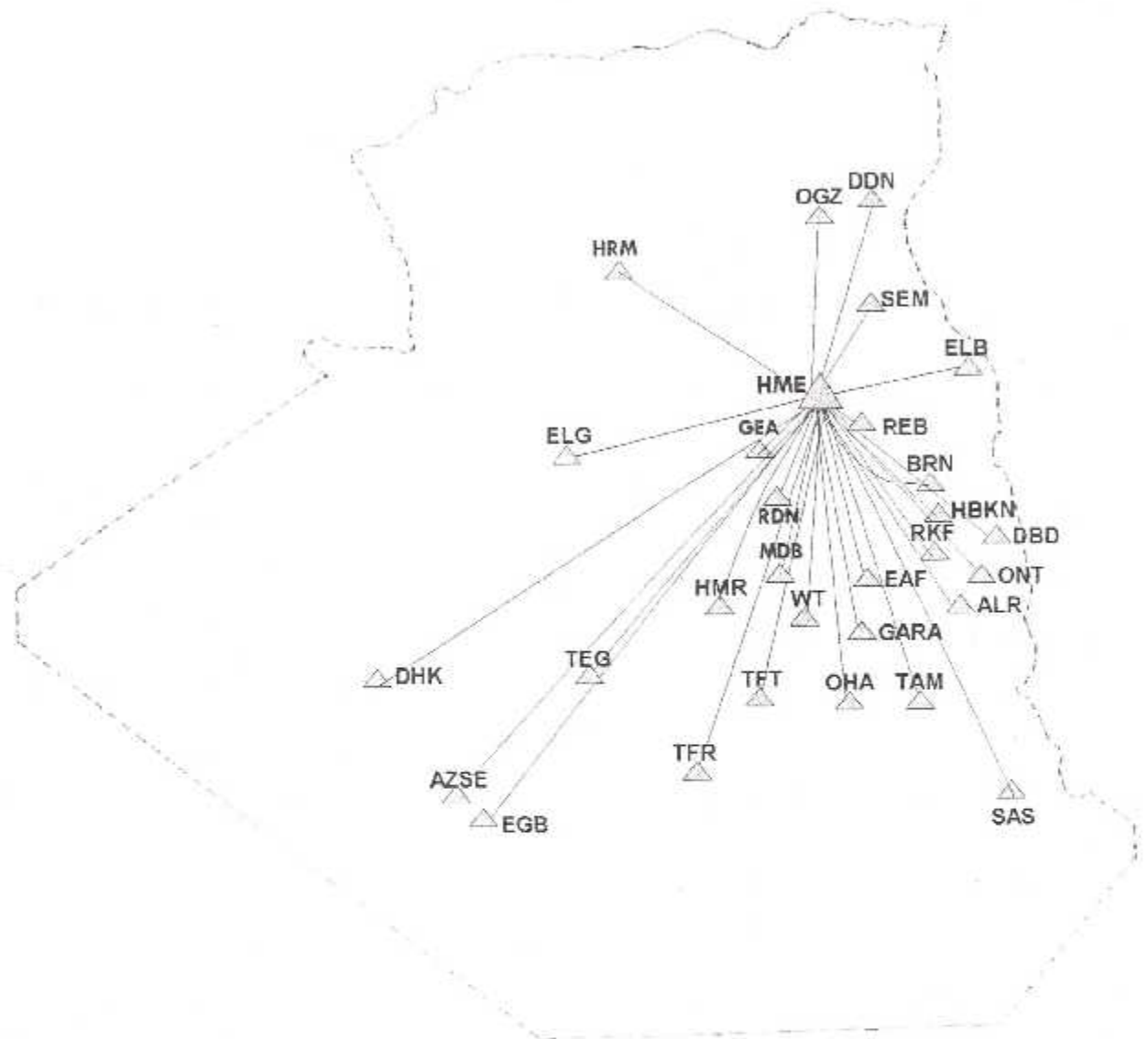


Figure I.3 Réseau 'C' (BASES VERS HME).

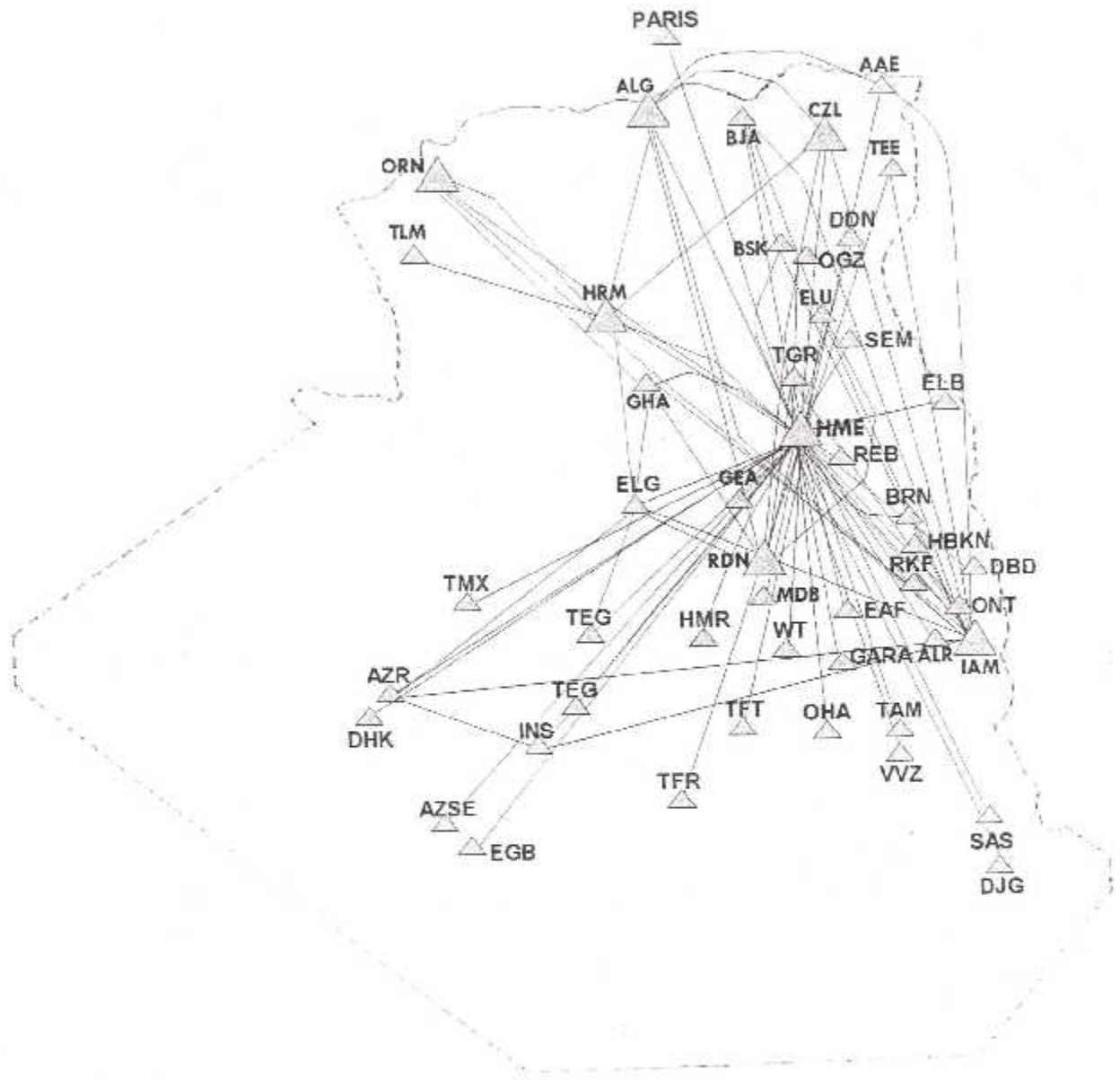


Figure I. 4 : RÉSEAU TASSILI AIRLINES

I.7. PRESENTATION DE BEECH 1900D ET ATR 42/500

Notre étude s'intéresse aux coûts d'exploitation des deux appareils **BEECH 1900D** et **ATR 42/500** qui sont actifs dans le réseau de la compagnie **TASSILI AIRLINES**.

I.7.1 PRESENTATION DE BEECH 1900 D [1]

Le Beech 1900, qui a volé la première fois le 03/09/1983, est l'appareil le plus volumineux de la gamme des Beechcraft, il est classé comme avion d'affaire de la ligne du superking air. Après avoir obtenu sa certification FAA le 22/11/1983, le beech 1900 fait partie de la flotte aérienne de dix compagnies aérienne régionales au Etats-Unis. ..[1]

❖ DESCRIPTION DE L'AVION ...[2]

Le Beech 1900 D est un appareil bimoteur a turbopropulseur, court courrier a empennage haut, ayant une capacité de 19 passagers, il a tout les équipements nécessaire pour survoler les zone désertique.

❖ LES CARACTERISTIQUE DE BEECH1900 D...[3]

Appellations

Model: BEECH 1900 D.

Code OACI: BE 1900D.

Siège

PNT: - configuration passagers inférieure à 09 : 1pilote

-configuration passagers supérieure à 09 et autres: 1 pilote et 1 copilote.

Passagers: 19.

Dimension :

Longueur : 17.63 m.

Envergure : 17.66 m.

Voie : 0.523 m

Empattement : 0.725 m..

Masse :

Masse maxi de décollage: 7688 kg

Masse maxi d'atterrissage: 7529 kg.

Masse maxi sans carburant: 6854 kg.

Maxi carburant : 2034 kg

Masse maxi de roulage : 7815 kg.

Moteurs :

Type : PRATT & WHITNEY- PT6A-67D

Puissance: 954 kg ; SAP : 1279.

Hélices :

Type : Hartzel propeller (piqua, dio).

Nombre d'hélices : 02

Nombre de pales : 04.

Diamètre : 279 Cm.

Performance:

Vitesse maxi croisière : 250 kt

Consommation horaire: 800 lb

Mmo: 0.48

Vmo : 248 kt

VVE (vitesse maxi : volet sortie)

-position décollage 10°: 188 kt à 17.5 °

-position approche 20°.

-position atterrissage 25°.

Altitude maxi en vol: 25000.

I.7.2. PRESENTATION DE L'ATR42/500

❖ A. DESCRIPTION DE L'ATR 42/500

L'ATR42/500 est un appareil bimoteur à turbopropulseur, court courrier à fuselage étroit et aile haute, ayant une capacité de 48 passagers .

❖ B. LES CARACTERISTIQUE DE L'ATR 42/500

Appellation :

Modèle : ATR 42/500

Code : OACI : ATR42/500.

Siège:

PNT : 1pilot + 1 co-piloted

Passagers : 48.

Dimensions :

Longueur : 22.67 m

Envergure : 24.57 m

Hauteur : 7.59 m.

Voie : 4.10 m

Empattement : 8.078m.

Masse :

Masse Maxi Atterrissage : 18300 Kg

Masse Maxi Décollage : 18600 kg

Masse Maxi Sans Carburants : 16700 kg

Masse Maxi De Roulage : 18700 Kg

Moteurs

Types : PRATI et WHITRY CANADA

Puissances : PW 127 F.

Hélices :

Type : HAMILTON STANDARD 508 F-1.

Nombre d'hélices : 02.

Nombre de pales : 03.

Diamètre : 13 ft.

Performance :

Consommation Horaire :

Mmo : 0.55

Vmo : 250 Kt (Maximum operation limit speed)

VFE (maximum speed flaps extended)

- Configuration au décollage 170Kt
- Configuration d'approche 160Kt
- Configuration d'atterrissage 150Kt

CHAPITRE II

Les charges
D'une compagnie Aérienne

CHAPITRE II

LES CHARGES D'UNE COMPAGNIE AERIENNE

II.1. NATURE DES CHARGES D'UNE COMPAGNIE AERIENNE [4]

Pour déterminer le chiffre moyen du coût du transport aérien, il faut tenir compte que ce coût doit être celui d'une quantité de produit bien définie et bien représentative.

Considérant trois possibilités :

❖ ***Première possibilité***

On choisit l'élément le moins dissociable soit le vol. Celui-ci est peut-être représentatif, car il peut réunir des villes plus ou moins éloignées l'une de l'autre et avec des avions plus ou moins gros.

❖ ***Deuxième possibilité***

Le choix de l'heure de vol règle le problème de la distance, mais pas celui de la capacité offerte, ni plus celui des différences de qualité de service pouvant exister entre un ATR et un autre avion.

❖ ***Troisième possibilité***

Le passager transporté (ou le siège offert) règle au contraire le problème de capacité, mais nullement celui de la distance, ni celui de service à bord.

Il faut donc disposer d'un coût rapporté au PKT (Passager Kilomètre Transporté) ou à ce qui pose outre le problème de la qualité de service, le problème de l'intégration du fret

L'idéal serait bien entendu de disposer du coût de l'EPKT (Equivalent Passager Kilomètre Transporté) ou l'ESKO (Equivalent Siège Kilomètre Offert)...

L'OACI et l'IATA ont choisi donc de déterminer chaque année un coût moyen à la TKO (ou à la TKT), en 1988 celui ci étant de 46.8 US cents pour l'OACI et de 48.2 US pour l'IATA. Ces écarts proviennent du fait que chaque une regroupe les statistiques de ses membres.

Donc pour évaluer le coût moyen, il faut connaître les différents produits et charges de l'exercice écoulé dans la compagnie aérienne.

II.1.1. DEFINITION D'UNE CHARGE

Il est important de noter la définition d'une charge selon le plan national : Une charge c'est « tout élément lié à un décaissement pouvant être antérieur, simultané ou postérieur à la période durant laquelle la charge est inscrite ».

II.1.2. LES DIFFERENTES CHARGES D'UNE COMPAGNIE AERIENNE

Le produit d'exploitation n'est pas obtenu de la même manière ainsi le transport passagers qui représente un certain pourcentage des recettes d'exploitation diffère d'une compagnie à une autre.

Donc pour chiffrer les coûts, il est nécessaire d'affecter les charges qui sont :

II.1.2.1. Le personnel

Sa part représente en général environ un tiers des charges totales. Les écarts de niveau de cette charge sont assez importants d'une compagnie à l'autre.

Deux notions expliquent celles ci :

- Le niveau salarial moyen.
- La productivité.

❖ Le niveau salarial

C'est le salaire moyen qui exprime le rapport entre la masse salariale d'une compagnie et l'effectif nécessaire pour le produire.

Le niveau salarial moyen = masse salariale / nombre d'employés.

❖ La productivité

Elle exprime le rapport entre quantité produite et l'effectif nécessaire pour la produire. Un problème apparaît

La productivité = production totale / nombre employés

Pour mesurer la production ou l'activité d'une compagnie aérienne (offre et demande), on a quatre principaux indicateurs, à savoir :

◆ PKT et TKT pour la demande réalisée :

-les PKT (Passagers Kilomètre Transporté) pour l'activité passager.

-le TKT (Tonne Kilomètre Transporté) pour l'activité fret.

-Pour l'activité globale, il faut additionner passagers et fret, ce qui implique de trouver une conversion entre les PKT et TKT (avec 1 TKT =4 EPKT).

◆ SKO et TKO pour l'offre :

-les SKO (Siège Km Offert).

-les TKO (Tonne Km Offert).

Pour relier l'offre et la demande, on utilise le coefficient de remplissage (CR) ou load factor.

	L'offre	La demande	CR (%)
Passagers (pax)	mesurée en SKO	mesurée en PKT	PKT/SKO
Fret	mesurée en TKO	mesurée en TKT	TKT/TKO

En effet on peut écrire que :

$$\frac{\text{Charge personnel}}{TKO} = \frac{\text{salaires}}{\text{effectif}} * \frac{\text{effectif}}{TKO} = \frac{\text{ salaire moyen}}{\text{productivité moyenne}}$$

II.1.2.2. Les avions

Dans les charges avions on distingue trois sections :

- Les dotations des amortissements.
- La consommation de fourniture extérieur (appareils faisant l'objet d'un crédit bail : leasing).
- les frais financiers (quand le financement a été en partie par emprunt).

Sa part représente entre 10%et 20% des dépenses totales , là aussi plusieurs critères permettent d'expliquer les écarts unitaires : le prix d'acquisition et la productivité de l'avion.

En effet si on assimile le loyer du leasing à un amortissement, on peut écrire :

Charge annuelle avion = prix du siège* nombre de sièges * f (règle amortissement).

TKO = nombre de sièges * l * longueur moyenne d'étape (LME) * nombre de vols.

Nombre de vols annuel = heures de vols * vitesse / LME.

D'où :

Charge / TKO = K * prix du siège* f (règle) / vitesse amortissement * utilisation annuelle.

❖ *Le prix d'acquisition*

Le prix au siège d'un avion peut être déterminé en fonction :

- de la capacité.
- du rayon d'action.
- de la consommation.

La position de force d'une grande entreprise peut lui permettre de mieux négocier une acquisition mais aussi, la manière du financement. Enfin, un important nombre d'appareils de même type peut permettre une réduction du coût unitaire de stockage de pièces détachées.

❖ *Utilisation annuelle*

- Les appareils long courrier ont une meilleure utilisation annuelle (exemple : Air France ou les compagnies américaines).
- Les gros porteurs également (exemple Airbus Air France et B777).
- L'utilisation d'un grand nombre d'appareils semble corrélée avec une bonne utilisation (exemple B747 d'Air Gabon, Fk 28).

❖ *La vitesse commerciale*

En plus des caractéristiques d'un avion, il est évident que plus l'étape est longue, plus la vitesse augmente (en effet le temps de vol comprend une partie fixe décollage, roulage, atterrissage).

On déduit donc qu'il existe ici un avantage à exploiter des avions de forte capacité sur de grandes étapes et de préférence en grand nombre.

❖ *La règle d'amortissement*

L'amortissement de l'avion est le coût fixé par la compagnie pour le renouvellement de la flotte, on peut aussi dire que c'est la valeur de remplacement de l'avion par un autre avion neuf.

Bien entendue que les règles d'amortissement sont différentes d'un pays à l'autre (durée, valeur résiduelle, progressivité ou dégressivité...).

La diversité des cas s'augmente encore quand on tient compte des différents contrats des leasing (généralement de durées de 5 à 7 ans avec valeur résiduelle eu terme du contrat).

II.1.2.3 Le carburant

Cette charge peut subir une très forte variation, sa part peut atteindre plus du quart des charges d'exploitation.

Deux raisons expliquent cette variation :

- La variation des cours pétroliers.
- La variation des consommations.

❖ *Le prix carburant*

Le prix du carburant varie fortement d'un point à l'autre du globe, mais également sur un même aéroport en fonction de la qualité de carburant acheté.

❖ *La consommation carburant*

le coût carburant unitaire vari selon la longueur d'étape donc , on déduit que :

- La consommation spécifique est plus faible pour les gros-porteurs.
- Les améliorations sont très importantes sur des appareils récents.

II.1.2.4 Autres charges

D'autre charges sont importantes (taxes aéroportuaires , pièces de maintenances, commission d'agence...).

Nous percevons donc maintenant mieux le mécanisme de fixation du coût moyen d'une compagnie, mais est-ce la le problème essentiel ?...que représente réellement ce coût ?

En effet, une compagnie aérienne exploite en général plusieurs avions sur plusieurs lignes, il est évident que le coût moyen n'a d'intérêt que purement indicateur, car il peut être la résultante des coûts des lignes différentes ;toutefois au moment de choisir le tarif à pratiquer sur une ligne, la compagnie doit tenir compte de ce coût individuel.

II.2. LE COUT DE REVIENT D'UNE LIGNE [6]

II.2.1. DEFINITION

Le coût total d'exploitation d'un avion sur une étape spécifique est la somme de toutes les dépenses nécessaire pour que le vol ait lieu, et pour lesquelles on pourra réaliser le vol en toute sécurité.

II.2.2. COUTS D'EXPLOITATION PRISE EN COMPTE DANS LES ETUDES OPERATIONNELLES

Les études ayant pour but de minimiser le coût de l'étape, ne considèrent que les dépenses qui peuvent être influencées par ces dernier.

Les dépenses effectives à considérer sont :

- Le coût carburant.
- La pale PN (Personnel Navigant).
- La maintenance.

Le coût total d'exploitations se présente alors sous la forme :

$$C = CF * F + CH * T + Ci. \quad [III.1]$$

Toutes dépenses non liées directement à l'heure de vol ou à la consommation doit être ignorée

La formule du coût sera alors :

$$C = CF * F + CH * T. \quad [III.2]$$

CHAPITRE III

Etude Opérationnel

CHAPITRE III**ETUDE OPERATIONNEL****III.1. METHODES D'EXPLOITATION [5]**

Afin de palier à l'optimisation du vol, il est intéressant d'adopter les méthodes d'exploitation sachant que les opérations représentent le vol :

➤ *Equation de sustentation* $Mg = \frac{1}{2} \rho_0 S V_p^2 C_p$ [III.1]

➤ *Equation de propulsion :* $n = \frac{1}{2} \rho_0 S V_p^2 C_x$ [III.2]

➤ *puissance nécessaire au vol en palier*

$$W_n = \frac{1}{2} \rho_0 S V_p^3 C_x \quad [III.3]$$

➤ *En fonction du Mach*

$$V_p = M \cdot a$$

$$a = \sqrt{\gamma r T_s} \text{ : célérité du son tel que :}$$

$$T_s \text{ : température statique en } K^\circ$$

$$r = 287 \text{ j/Kg/ } K^\circ$$

$$\gamma = 1.4$$

$$P = \rho_0 \cdot r \cdot T$$

$$r \cdot T = p / \rho_0$$

$$a = \sqrt{\gamma \cdot p / \rho_0}$$

$$\text{Donc : } V_p = M \cdot \sqrt{\gamma \cdot r \cdot T} \quad [III.4]$$

III.1.1. CONSOMMATION

Nous distinguons différents types de consommation carburant :

❖ **Consommation horaire Ch**

C'est la consommation par unité de temps exprimée en général kg/h.

❖ **Consommation spécifique Csp**

C'est la variation de la consommation horaire par unité de poussée fournie exprimé en général [kg/h.N].

$$C_{sp} = Ch / Tu \tag{III.5}$$

❖ **Consommation distance Cd**

C'est la consommation par unité de distance parcourue exprimé en général par kg/NM.

$$Cd = Ch / V_{sol}, \text{ par vent nul } Cd = Ch / V_p$$

$$Cd = \frac{Ch}{V_s} = \sqrt{\frac{Sg}{2}} C_{sp} \sqrt{m} \sqrt{\rho} \frac{C_x}{\sqrt{C_z}} \tag{III.6}$$

❖ **Rayon d'action spécifique Rs**

C'est la distance parcourue par unité de consommation exprimé généralement en NM/kh.

$$Rs = (1/Cd) = Vs/Ch ; \text{ Par vent nul : } Rs = V_p/Ch$$

$$V_p = a..M$$

$$C_{sp} = Ch/Tu \quad \Leftrightarrow \quad Ch = C_{sp} . Tu$$

$$\text{En palier : } Tu = T_n = mg/f$$

$$a = a_0 = (T/T_0)^{1/2}$$

Alors :

$$\Rightarrow Rs = \frac{a_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}} * M}{C_{sp} * \frac{mg}{f}} \Rightarrow Rs = \frac{a_0 * M * f}{C_{sp} * mg} \text{ vent nul. [III.7]}$$

III.1.1.1. LA CROISIERE

1. Généralités

Les coûts directs d'exploitation (DOC) sont en fonction de deux paramètres :

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

La consommation dépend de :

- la conduite moteur (C_{sp})
- la masse avion
- l'aérodynamique (finesse f)
- la vitesse de l'avion (Mach M) .
- l'altitude de vol de l'avion varie en fonction de $\frac{C_{sp}}{\sqrt{T}} Z_p$.

2. Variation de R_s en fonction de la masse (m) et du nombre de mach

$$R_s = \frac{a_0 * M * f}{\frac{C_{sp}}{\sqrt{T}} * mg \sqrt{T_0}}$$

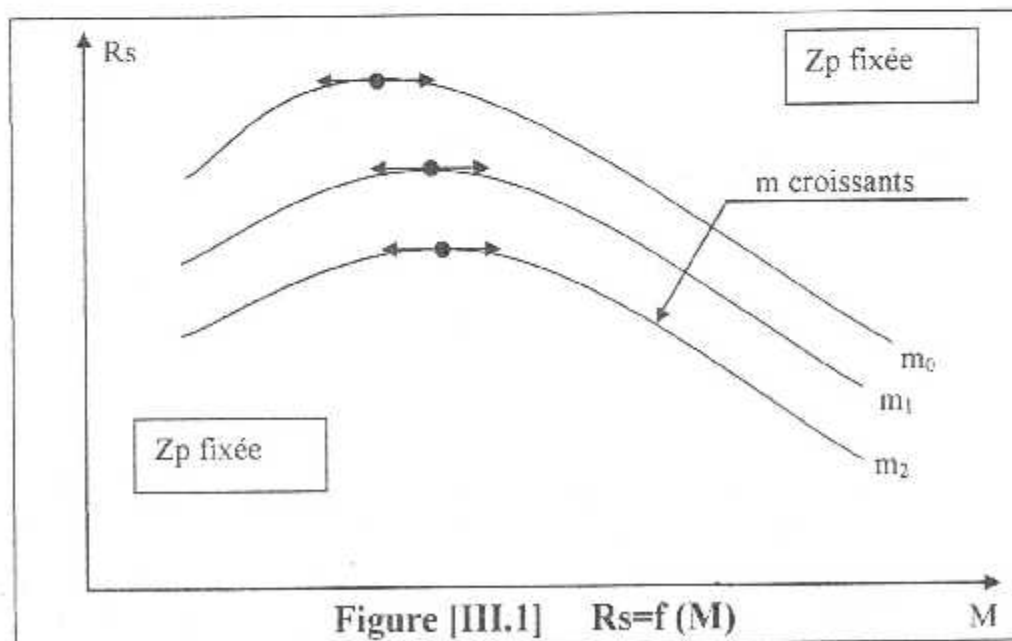


Figure [III.1] $R_s=f(M)$

D'après cette figure on constate que la masse augmente, R_s va diminuer.

3. Régime de marche

❖ *Maximum Range*

Le nombre de Mach maxi Range correspond à $R_{s_{maxi}}$ ou $C_{d_{min}}$.

Pour $Z_p = C_{tc}$; m augmente, M_{MR} augmente.

Et à $m = cte$; Z_p augmente, M_{MR} augmente. (Le nombre de Mach augmente avec Z_p).

Avantage : Minimise la consommation (mais à vitesse faible).

Inconvénient : Exige un affichage très précis des paramètres.

Utilisation : en secours au cours du vol.

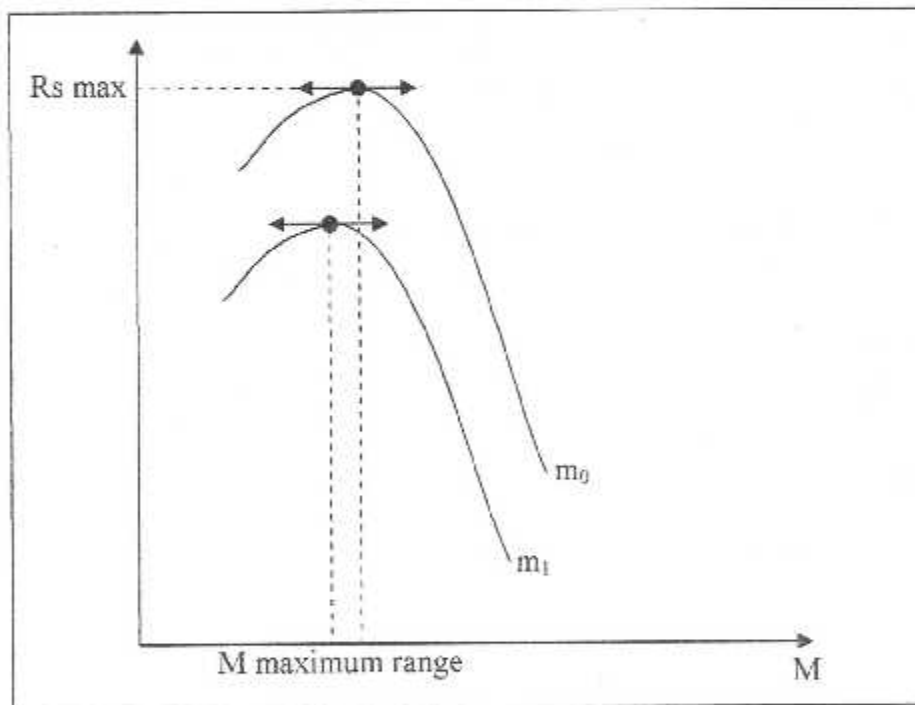


Figure [III.2] $R_s = f(M, m)$

❖ *Long Range*

Le nombre de Mach Long Range correspond à $R_{SLR} = 99\% R_{SMR}$.

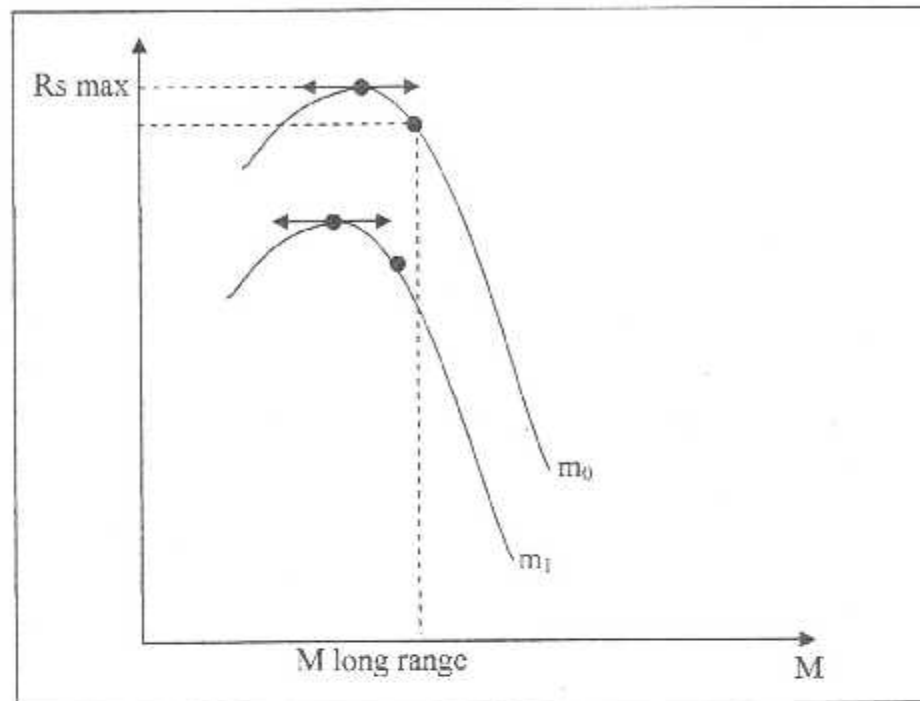


Figure [III.3] $R_s = f(M, m)$

Avantages : Faible perte de consommation

C_d augmente $\Rightarrow R_s$ diminue \Rightarrow Temps de vol diminue.

$M < M_{LR} \Rightarrow R_s$ augmente $\Rightarrow C_d$ diminue .

Utilisation : Vol ou l'économie de carburant est intéressante (exemple : Paris - Los-Angeles).

❖ **Mach à prix de revient minimal**

$Mach_{PRM}$ est le Mach à afficher pour minimiser les coûts directs.

❖ **Coûts liés au temps de vol**

$$C_1 = \frac{K}{aM} = \frac{\text{Dinars}}{NM} \quad [III.8]$$

❖ **Coût carburant**

$$C_2 = C_d \cdot P_c \quad , \quad [kg/NM] \cdot [Dinars/kg] = [Dinars/NM]. \quad [III.9]$$

P_c : est le prix d'un Kg de carburant

Coût opérationnel total = $C_1 + C_2$.

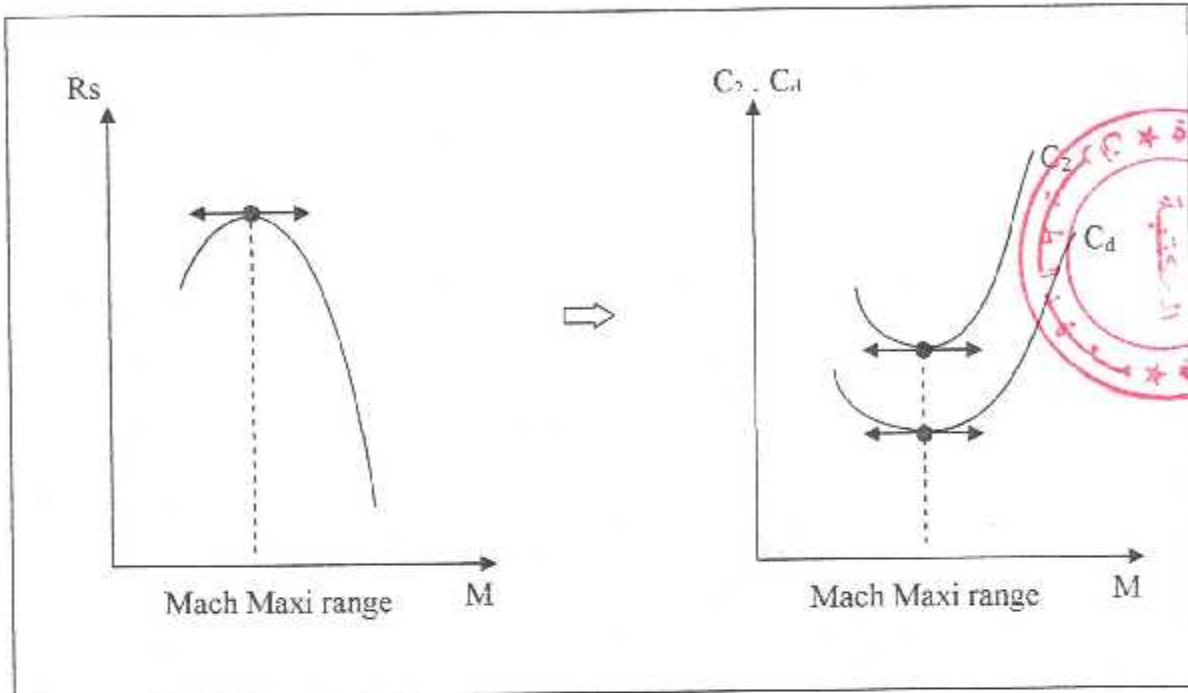


Figure [III.4] $C_2, C_d = f(M)$

D'après ces graphes on a :

- ✓ m augmente $\Rightarrow M_{PRM}$ augmente (m augmente \Rightarrow coût augmente $\Rightarrow M$ augmente).
- ✓ $m = Cte$: Z_p augmente $\Rightarrow M_{PRM}$ augmente.
- ✓ P_c fixe : K augmente $\Rightarrow M_{PRM}$ augmente (car le temps de vol diminué).
- ✓ C_i fixe : P_c augmente (C_2 augmente) $\Rightarrow M_{PRM}$ tend vers M_{Maxi} .

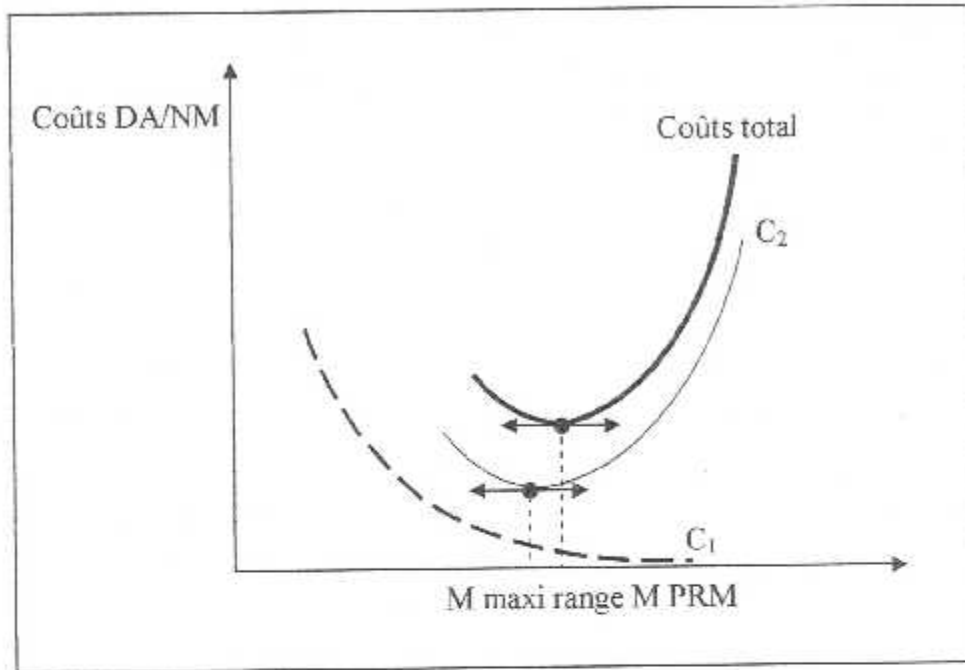


Figure [III.5] coût = f (M)

De ce qui précède, on déduit que le vol au Mach de PRM devient plus avantageux en coût total et carburant.

❖ *Mach constant*

Une croisière peut également se faire à Mach constant.

Avantage : Facilité du suivi du paramètre vitesse.

Inconvénients : Eloignement des conditions optimum, surtout lorsque $Z_p = Cte$.

5. *Mach limite en croisière a altitude pression constante :*

Pour chaque moteur est défini un régime maxi croisière à ne pas dépasser. Celui-ci est fonction de la T° maxi turbine EGT.

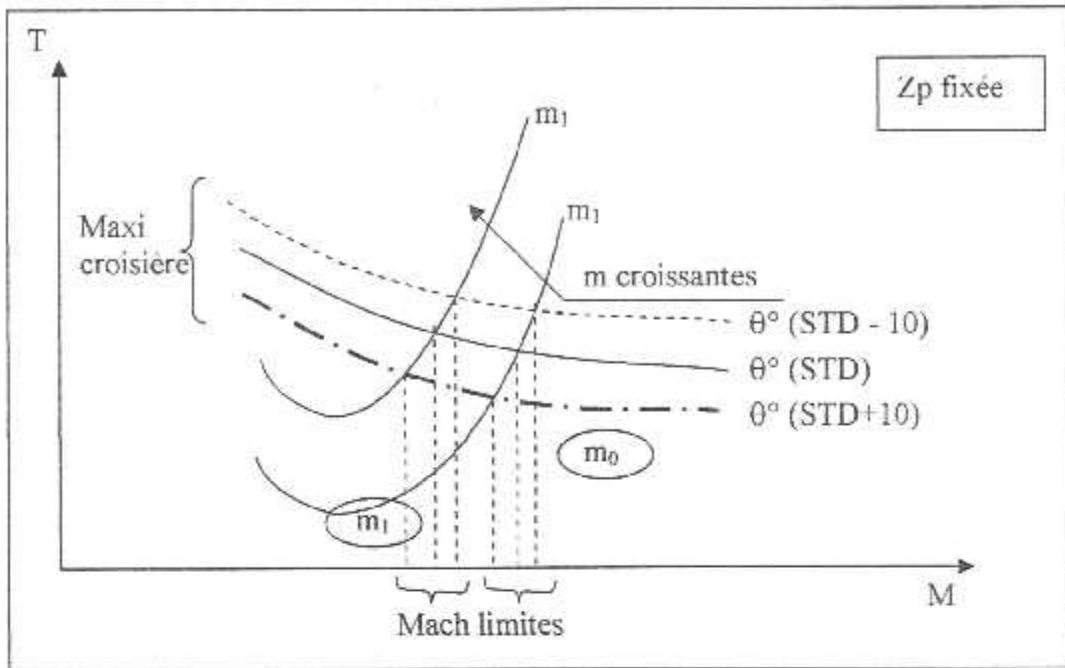


Figure [III.6] $T_n = f(M)$

À partir de ce schéma

- ✓ T°_{ext} augmente $\Rightarrow T_n$ diminue.
- ✓ M augmente $\Rightarrow T_n$ augmente.

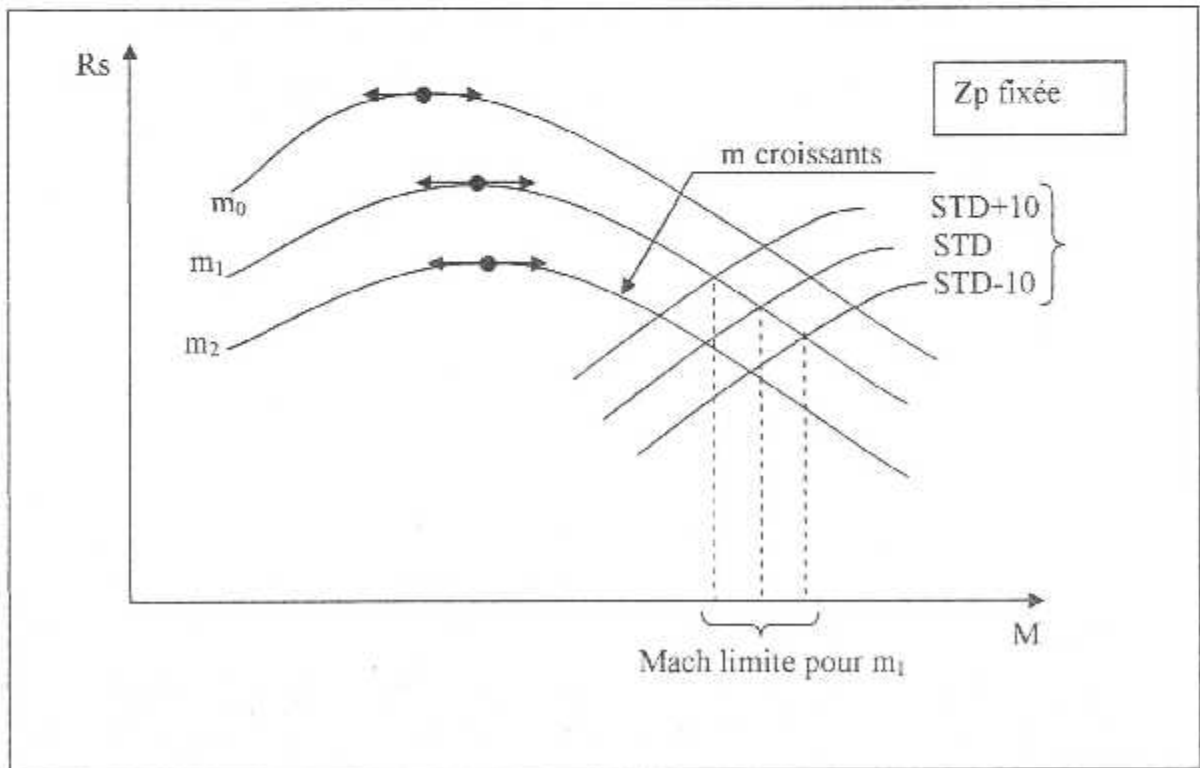


Figure [III.7] $R_s = f(M, m, T)$

De ce graphe :

- ✓ $m = Cte$: T° augmente \Rightarrow Mach limite diminué.
- ✓ à $T^\circ = Cte$: m augmente \Rightarrow Mach limite diminué.

5. Altitude optimale

❖ *Vol à nombre de Mach constant*

a. *Variation de R_s à $m = Cte$ en fonction de Z_p*

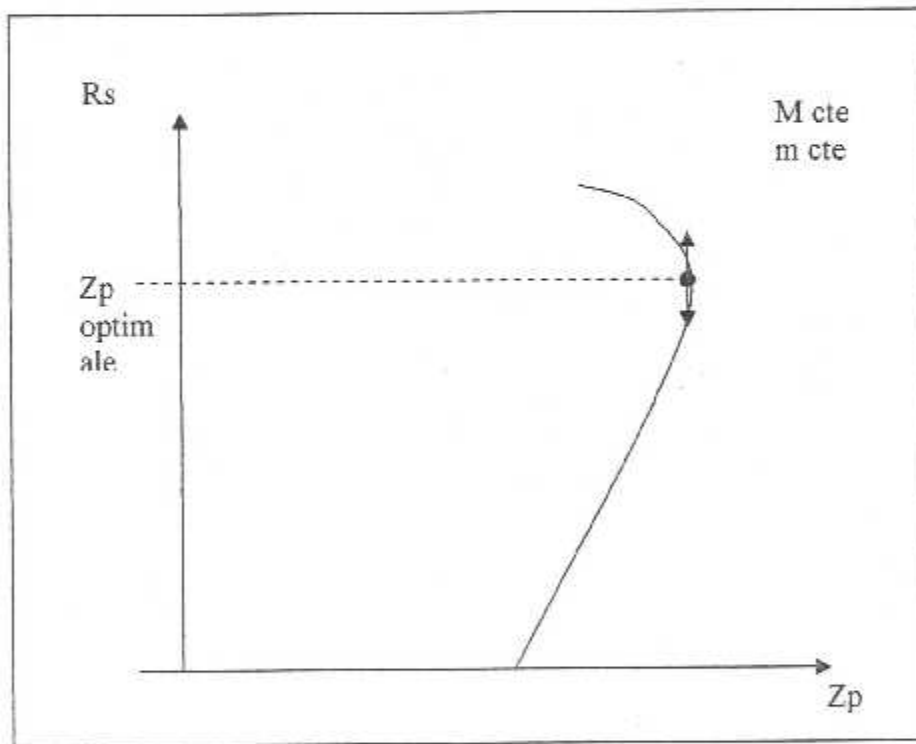


Figure [III.8] $R_s = f(Z_p)$

$\left. \begin{array}{l} m = Cte \\ M = Cte \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} Z_p \text{ augmente} \\ R_s \text{ passe par un max} \end{array}$

b. Variation de l'altitude optimale en fonction de la masse

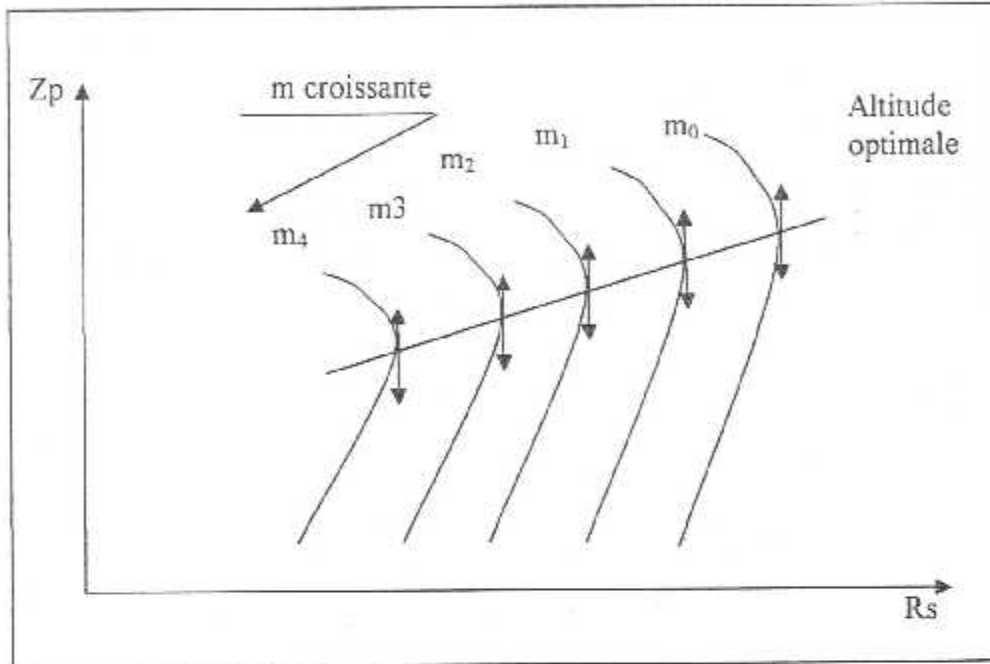


Figure [III.9] $Z_p=f(R_s)$

Donc , lorsque : m augmente $\Rightarrow R_s$ diminué.

Z_p augmente $\Rightarrow R_s$ passe par un max..

❖ Vol au Maxi Range, Long Range, Mach PRM

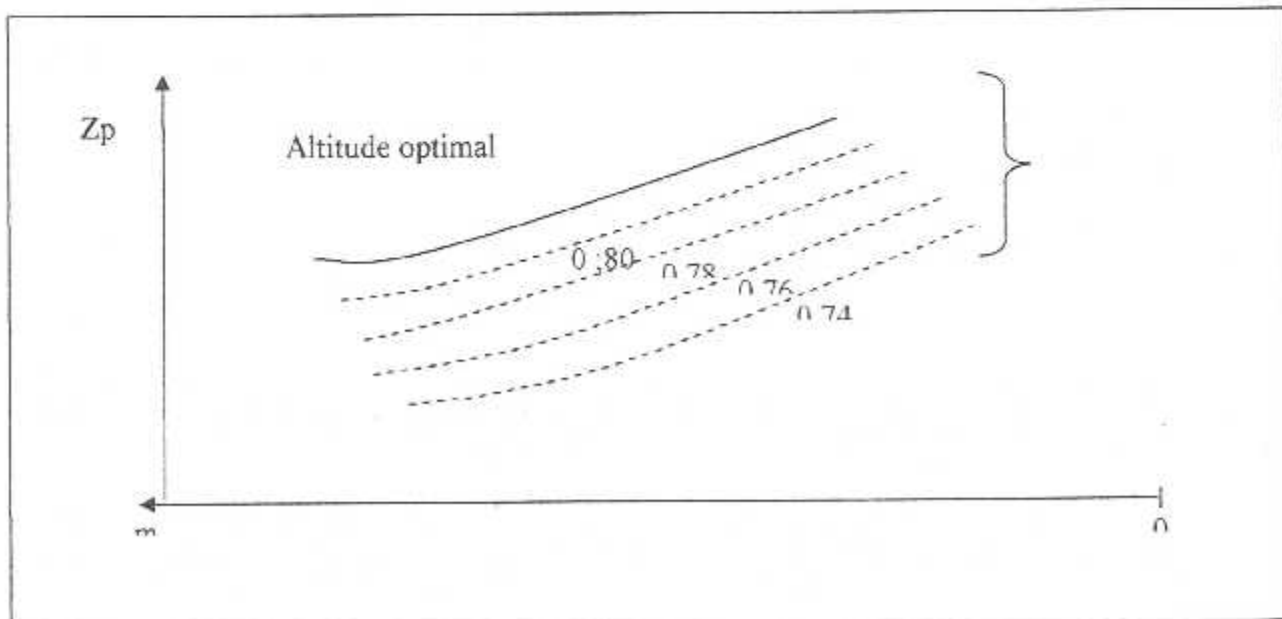


Figure [III.10] $Z_p=f(m)$

Nous avons :

$$R_s = \frac{a_0 * (M * f)_{MAX}}{\frac{C_{sp}}{\sqrt{T}} * mg}$$

Et d'après le graphe :

- ✓ $m = Cte$: $(M.f)_{max}$ passe par un maximum pour une Z_p donnée, et l'augmentation de Z_p implique augmentation de M .
- ✓ $M = Cte$: $C_{sp} / (T/T_0)^{1/2}$ varie peu et augmente en suite

❖ $m = Cte$: augmente $(M.f)_{max}$ passe par max $\Rightarrow R_s$ passe par max
 $C_{sp} / (T/T_0)^{1/2}$

Les Mach Maxi Range, Long Range, PRM sont très proches les uns des autres, les résultats seront bien sur sensiblement différents.

Les lignes iso-Machs sont pratiquement parallèles à la ligne d'altitude optimale.

6. Influence du vent

❖ Sur l'altitude optimale

- ✓ $Z_p < Z_p$ optimale $\Rightarrow R_s$ diminue.
- ✓ Vent favorable $\Rightarrow R_s$ sol augmente alors suivant l'écart du vent entre les deux altitudes, le rayon d'action spécifique sol à l'altitude inférieure peut dépasser celui de l'altitude optimale.

❖ Sur le Mach de Maxi Range

Par vent nul, le Mach de Maxi Range est déterminé par le maximum de la courbes $R_s = f(M)$.

Le Maxi Range sera déterminé, pour V_e fixée, par le maximum de la courbe

$$R_{s_{sol}} = f(M).$$

III.1.2 MONTEE EN EXPLOITATION

En général, les montées se font au régime moteur Maxi Montée défini par le constructeur.

A vitesse donnée, ce régime donne les meilleures performances ascensionnelles.

III.1.2.1 MONTEE A PENTE MAXIMUM

Régime moteur : Maxi Montée.

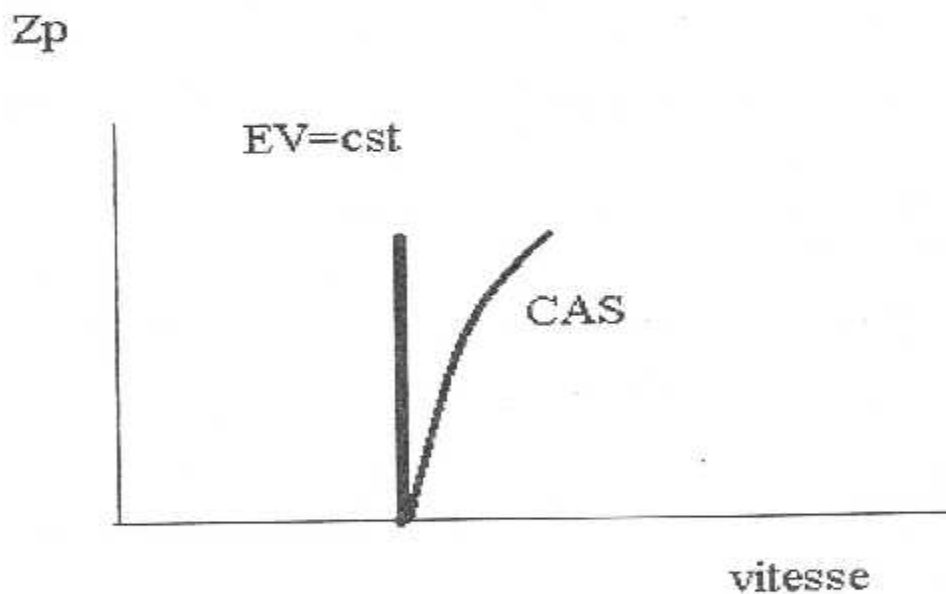


Figure [III.11] $Z_p = f(\text{vitesse})$

La vitesse à afficher est la vitesse correspondante au vol à incidence de finesse max.

Donc:

- A masse donnée, lorsque Z_p augmente, la CAS de pente MAX augmente.

- Z_p donnée ; m augmente \Rightarrow CAS de pente max augmente. (puisque l'EV augmente)

Utilisation : Cette montée est surtout utilisée pour atteindre un niveau min en un point donnée (balise, obstacle) proche du terrain de décollage.

III.1.2.2 MONTEE A VITESSE ASCENSIONNELLE MAXIMUM

Régime moteur : Maxi Moteur

La vitesse à afficher est en fonction de la masse et de l'altitude.

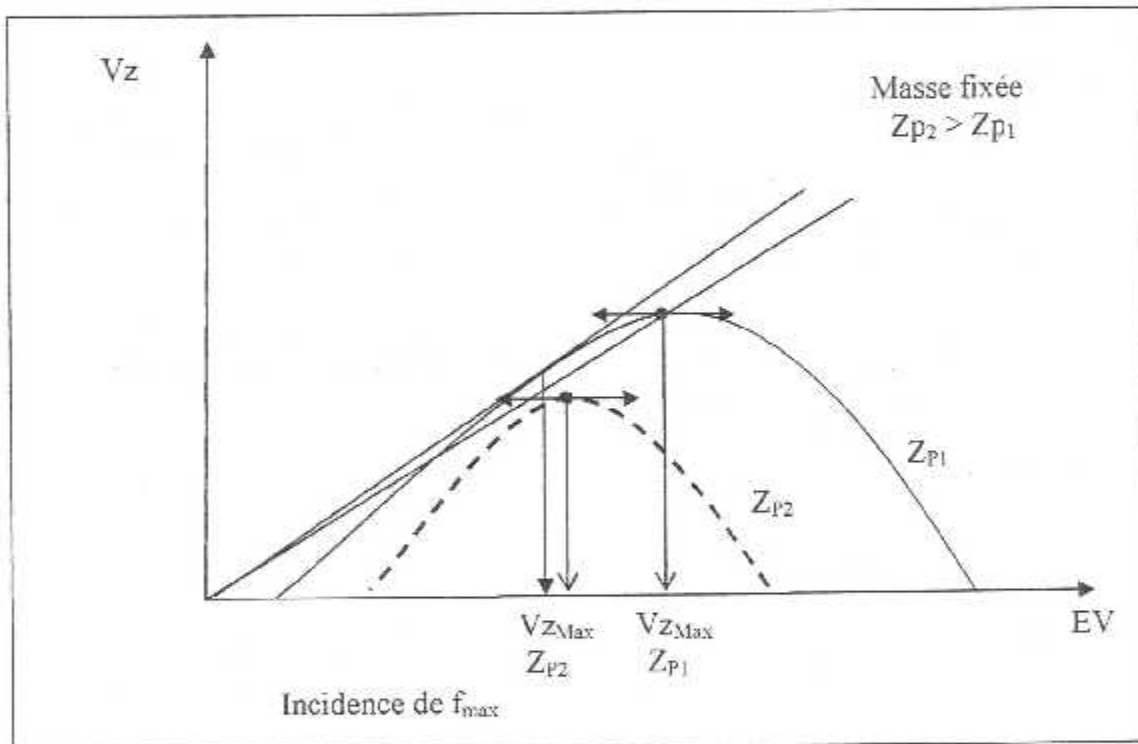


Figure [III.12] $V_z=f(EV)$

D'après le graphe :

- à m fixée, lorsque Z_p augmente la vitesse correspondante à la vitesse $V_{z_{max}}$ diminue et tend vers la vitesse correspondante à la finesse maximum.
- A Z_p fixée, lorsque m augmente la CAS de $V_{z_{max}}$ augmente.

Cas d'Utilisation de $V_{z_{max}}$

Le plus souvent, à la demande du contrôle pour rejoindre un niveau de vol dans un minimum de temps.

III.1.2.3 MONTEE A CONSOMMATION- DISTANCE MINIMUM

Régime moteur : Maxi montée.

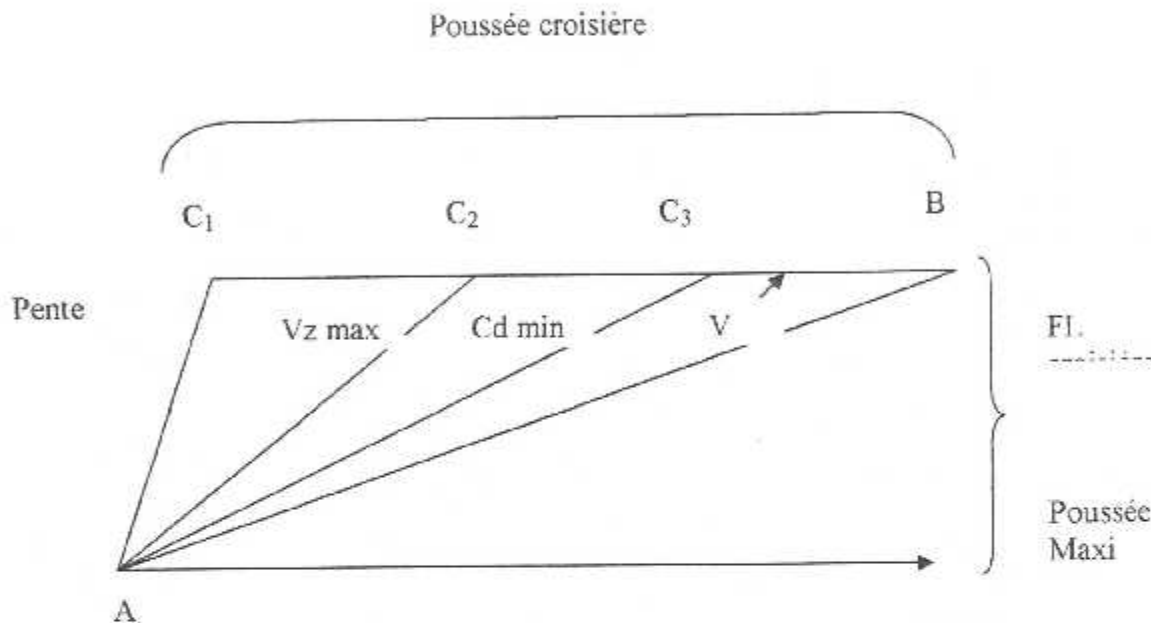


Figure [III.13] montée a Cd min

Pour minimiser la consommation il faut chercher la vitesse à afficher, pour ceci

A la poussée maxi montée, le moteur consomme deux fois plus qu'en croisière. Donc, il faut minimiser le temps d'affichage de cette poussée en notant que le temps minimum s'obtient à $V_{z_{max}}$ (en C2).

Pour une distance parcourue supérieure, les courbes de Vz sont assez plates au voisinage du maximum $t_{AC3} = t_{AC2}$, d'ou une meilleure consommation distance.

III.1.2.4 MONTEE A PRIX DE REVIENT MINIMAL DITE « NORMALE »

Régime moteur : Maxi montée.

Il s'agit de réaliser le meilleur compromis temps/consommation distance :

- Vitesse un peu supérieure à la vitesse précédente => (t diminué).
- Peu de perte sur la consommation.

Lorsque le prix du carburant augmente, la « montée normale » se rapproche à « la montée Cd_{min} ».

III.1.2.5 MONTEE A VITESSE ELEVEE DITE « RAPIDE »

Régime moteur : Maxi montée.

Utilisation : sur des avions court-courriers ou le gain sur le temps de vol est important.

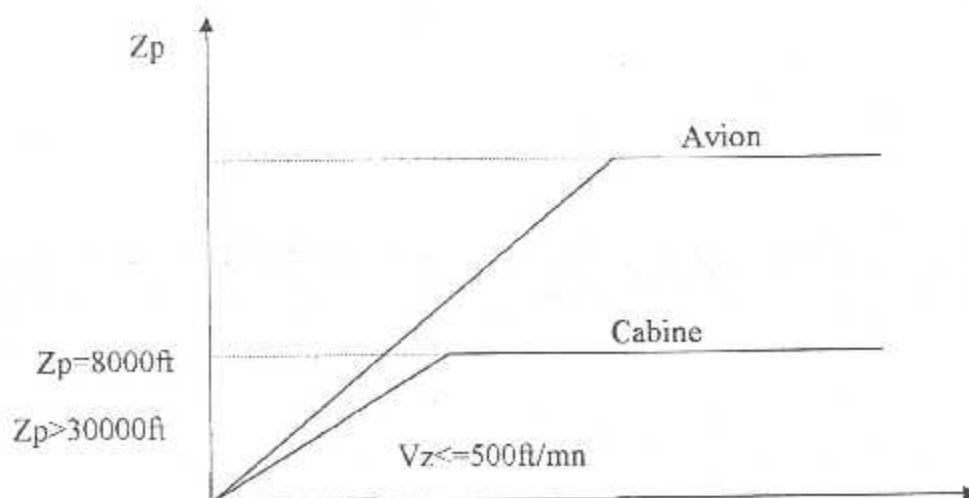
III.1.2.6 MONTEE A « POUSSEE REDUITE »

De manière à augmenter la durée de vie des moteurs on diminue la poussée, cette procédure est surtout utilisée sur les gros porteurs

III.1.2.7 MONTEE CABINE

Pour la raison de confort passager la pression qui règne à l'intérieure de la cabine ne doit pas dépasser celle qui correspond à une altitude pression de 8000 ft. D'autre part le taux de montée cabine doit rester inférieur à 500 ft/min.

Figure [III.14] montée cabine



III.1.3 LA DESCENTE

III.1.3.1 DESCENTE EN CABINE

Le taux de descente confort est de 300 ft/min et ne doit pas dépasser 500ft/min, alors il faudra rétablir progressivement la pression en ne dépassant pas la pression différentielle maximale ρP_{\max} .

III.1.3.2 DESCENTE EN EXPLOITATION

❖ *Descente à consommation minimum*

Il suffit de voler sur une plus grande distance à régime moteur réduit et réduire la pente de descente, donc se rapprocher de la vitesse de finesse max.

❖ *Descente à prix de revient minimale dite « Normale »*

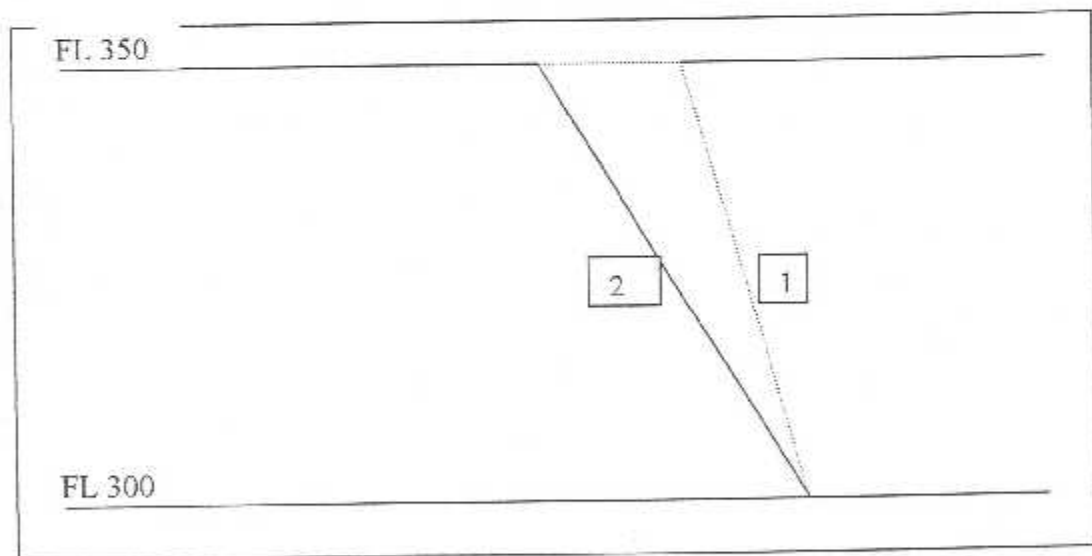


Figure [III.15] descente PRM « normal »

Il s'agit de réaliser le meilleur compromis temps/consommation distance pour gagner du temps, il faut rester en croisière un peu plus longtemps et descendre à une vitesse plus importante (voir 1 sur le graphe [III.15]).

Pour gagner du carburant, il faut diminuer les vitesses de descente pour se rapprocher de la vitesse à finesse maximale f_{\max} (voir 2 sur le graphe [III.15]).

Cette économie de carburant ne peut être réalisée que si on détermine le point de descente qui varie avec le vent.

❖ *Descente de secours*

Il faut avoir une très forte vitesse verticale de descente, donc il faut afficher la vitesse maximum avec les moteurs réduits.

Elle est réalisée par les quatre procédures suivantes :

- Vitesse : VMO.
- Moteurs réduits.
- Aérofreins, spoilers sortis.
- Trains rentrés

Cette descente est utilisée en cas de panne de pressurisation.

III.1.4. L'ATTENTE

III.1.4.1. LA VITESSE D'ATTENTE

Il s'agit de minimiser la consommation horaire Ch , tel que

$$Ch = C_{sp} \cdot T_n.$$

Il faudra donc. Minimiser T_n c'est-à-dire voler à une vitesse d'incidence de finesse max.

III.2. Le COST INDEX [6]

III.2.1 ANALYSE DE COUT D'EXPLOITATION
OPERATIONNEL

$$C = CF * F + CH * T \dots\dots\dots[III.10]$$

Si on considère le coût par unité de distance, on a :

$$C/NM = CF * \frac{F}{NM} + CH * \frac{T}{NM} \dots\dots\dots[III.11]$$

Où:

$$\frac{F}{NM} = \frac{1}{RS} = \frac{KG}{NM} \text{ et } \frac{T}{NM} = \frac{1}{VP} = \frac{K}{NM} \dots\dots\dots[II.12]$$

VP= a* M: vitesse propre de l'avion

La formule [III.11] devient :

$$C/NM = CH * \frac{1}{RS} = CH * \frac{1}{a*M} \dots\dots\dots[III.13]$$

Pour une altitude donnée, le coût minimum de la croisière est obtenue quand $\frac{dc}{dM} = 0$.

De la formule [III.13] on a :

$$\begin{aligned} \frac{dc}{dM} &= CF * \frac{d}{dM} \frac{(1)}{Rs} - CH * \frac{1}{a*M} \\ \frac{dc}{dM} = 0 &\implies \frac{d(1/RS)}{dM} = \frac{1}{a*M} * \frac{CH}{CF} \dots\dots\dots[III.14] \end{aligned}$$

De la formule [III.14] on remarquera que le nombre de Mach qui est fonction de cette équation est le nombre de Mach économique. Il est fonction de la constante

$\frac{CH}{CF}$ Qui est définie comme étant le cost index.

$$\frac{dc}{dM} = 0, \text{ ce qui donne } \frac{CH}{CF} = \frac{aM^2eco}{Rs^2} \left(\frac{-dRs}{dM} \right) = \text{cost index} \dots [III.16]$$

$$a = a_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}} = a_0 \sqrt{gamb} \dots [III.17]$$

$$\text{Cost index} = \frac{CH}{CF} = \left[\frac{a_0 \sqrt{gamb}}{R s^2} M^2 eco \right] \left[\frac{-Rs}{dM} \right] \dots [III.18]$$

❖ *Analyse de la fonction cost index CI*

D'après la formule $CI = f\left(\frac{dRs}{dM}, Meco, Rs\right)$

Ou : $\frac{dRs}{dM} = \frac{d}{dM} f(M, m, f, Csp, am)$.

Pour un cost index et une altitude donnée, si la masse de l'avion augmente, le Rs diminue, ce qui fera augmenter la Mach économique

❖ *Détermination du Mach économique par le FMS*

Un nombre de Mach économique peut être déterminé pour les aéronef équipés de FMS, une fois le cost index introduit dans le FMS, ce dernier calculera le Mach qui minimisera le coût d'exploitation de la croisière .ce calcul étant fait par le biais de la fonction ECCF dans le FMC (Economique croisière cruise function) fonction du coût de la croisière .

❖ *Définition de ECCF*

Le coût d'exploitation est sous la forme :

$$C = CF.F + CH.T \dots [III.19]$$

Le cost index

$$CI = \frac{CH}{CF}, CH = CF.CI \dots [III.20]$$

La formule [III.19] devient :

$$C = CF.F + CF.CI.T/NM \dots\dots\dots [III.21]$$

Par unité distance :

$$C/NM = CF.F/NM + CF.CI.T/NM \dots\dots\dots [III.22]$$

Ou $\frac{T}{NM} = \frac{1}{Vp}$ et $\frac{F}{NM} = \frac{Wf}{VS}$

Wf = fuel flow (consommation horaire)

VS = vitesse (tenant compte du vent)

Et (CH= \$/h et CF = $\frac{Cents}{Lb} = \$ / 100.Lb$.)

De equation [III.22] :

$$C/NM = CF \cdot \left(\frac{100.CI}{VS} + \frac{Wf}{VS} \right) \dots\dots\dots [III.23]$$

L'ECCF defini par la formule suivante :

$$ECCF = \frac{C}{CF NM} = \frac{100.CI + Wf}{VS} \dots\dots\dots [III.24]$$

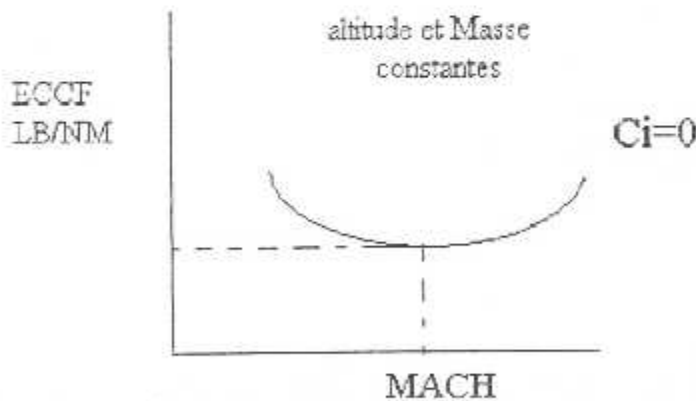


Figure [III.16 | ECCf=f (M)

❖ Analyse de la fonction ECCF

Si on regarde attentivement ECCF, on remarquera les termes :
 (Wf) consommation horaire (fuel flow) et (100Cf) ont pour dimension :
 Lb/h (pounds/heure) .On pourra dire que le numérateur est la somme de
 deux fuel flow, le premier (Wf) est lié au moteur donc au coût carburant, le
 deuxième (100.CI) est un équivalent fuel flow qui est lié au coût temps de
 vol d'exploitation.

❖ *Influence du cost index : CI : soit les cas extrêmes*

1- CI = 0 : $ECCF = \frac{Wf}{VS} = \frac{1}{Rs} = CD$

Pour ce cas le (Meco) est donnée par l'équation $\frac{dECCF}{dM} = \frac{dCD}{dM}$ qui
 correspondra a la valeur du Mach maxi charge.

2- CI ≠ 0 / SI CI ≠ 0 cela augmentera la ECCF = f (Wg, CI) et déplacera le
 sceau de ECCF (courbe) vers la droite, d'où le nombre de Mach
 économique plus grand.

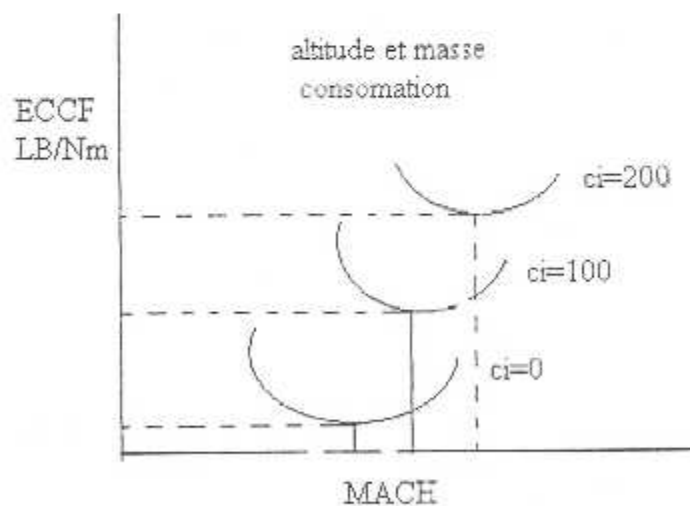


Figure [III.17] ECCF= f (M,Ci)

❖ *Altitude optimale*

L'altitude optimale est une fonction de la masse totale de l'aéronef, le vent croisière et le cost index. Le FMS calculera l'altitude de croisière qui minimisera le coût direct d'exploitation.

Soient les cas extrêmes qui montrent l'effet de la valeur de cost index, sur l'altitude optimale :

1-CI=0 le coût horaire n'est pas prioritaire, l'altitude optimale correspondra à l'altitude de rayon d'action spécifique maximal (R_s max).

2-CI \neq 0 le coût horaire est primordial, il est préférable consommer plus pour réduire l'effet de ce dernier sur le coût d'exploitation. L'altitude correspondant à l'altitude optimale. Cette dernière sera inférieure à celle où CI=0, en plus la consommation est plus élevée.

Remarques

1-Le vent de face (debout) diminue la V_s , donc augmentera le temps de vol, ce qui entraînera une consommation supplémentaire (correspond à une altitude basse).

Un vent arrière augmentera la V_s , donc le temps de vol sera réduit, ce qui entraînera une consommation moindre et correspond à une altitude supérieure (haute).

2-Des contraintes existent comme celle de l'ATC (Air Traffic Control) et méthodes de pilotage. Pour définir une altitude optimale qui est fonction du temps de vol et la masse totale, le pilote doit agir donc sur le badin pour déterminer une poussée qui correspond à l'altitude optimale.

Cependant un changement d'altitude sera effectué avec une consommation supplémentaire due à la montée (changement de niveau de vol) et à la descente finale.

III.2.3 LA MONTEE

Le FMS choisira le profil de montée a prix de revient minimum (PRM) , qui sera a faible coût de montée .Il déterminera les vitesses de montée (CAS : Calibra Ted Air Speed) et le nombre de Mach qui correspondent a la trajectoire de montée.

La montée se fait en premier lieu avec une CAS constante puis avec un nombre de Mach constant . Le FMS choisira un Mach de fin montée égal au Mach économique de début croisière.

Soient deux cas extrêmes qui montrent l'effet du cost index sur la CAS économique :

1-CI=0 : La CAS économique de montée est proche de la vitesse de montée avec pente maximale .Cela diminue le temps de montée, donc celui de l'application de la M C L (Maxi CLIM poussée maximale de montée) qui correspond a un grand fuel flow.

2-CI≠0 : si le cost index augmente, il est nécessaire d'augmenter la vitesse pour diminuer le coût horaire, ce qui entraîne des montées profondes (trajectoires plates).

III.2.3. LA DESCENTE

Le FMS choisira pour l'aéronef la trajectoire à PRM. Pour cela .il déterminera le Mach et la vitesse de décente ou le nombre de Mach est égal a celui de fin de croisière . La CAS de décente est fonction de la masse, et du cost index CI.

Ce qui est critique dans les opérations de descente, c'est de déterminer avec précision le TOP de descente (TD) : point de début de descente sur la trajectoire croisière, afin d'éviter des consommations supplémentaires si la trajectoire n'est pas nominale (théorique de descente).

Résumé

Exemple illustrant le choix du profil de vol par le FMS à partir de la valeur du cost index

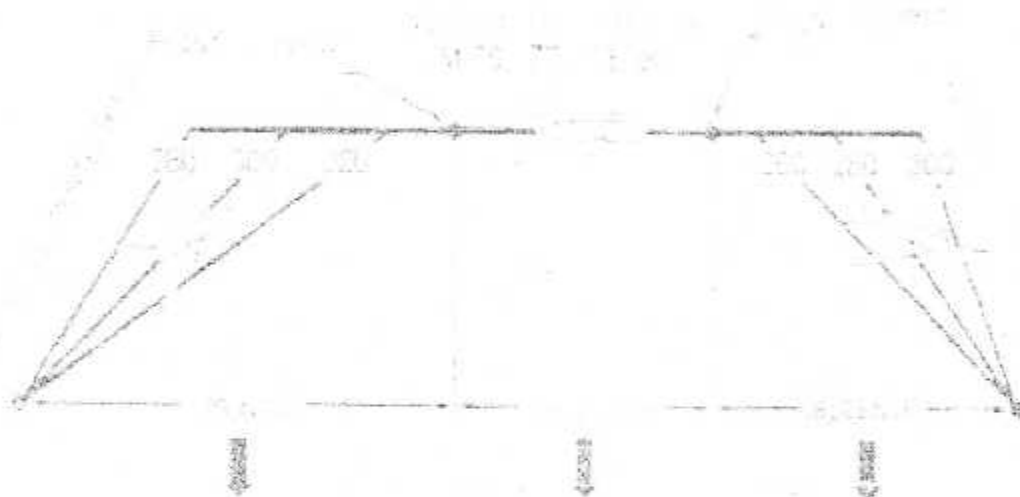


Figure [III.18] FMS-CI

III.2.4. L'EFFET DU COST INDEX SUR LE COUT D'EXPLOITATION

Le cost index est un nombre qui reflète les dépenses réelles liées à l'exploitation de l'avion. L'objectif d'efficacité et de rentabilité de la consommation distance/temps de vol, sera optimale si il y a un bon choix concernant le vol (routing) et le respect des procédures par les équipages.

En effet, comme cela a été démontré précédemment le cost index dépend directement de la route par le délestage et le temps de vol.

L'optimisation du FMS a partir du cost index est une fonction direct liée la masse total avion, c'est-à-dire que le FMS fixera les paramètre optimaux de vol à partir de la quantité du carburant dans les réservoirs .

Cette dernier est d'une importance capitale pour l'évaluation du délestage nécessaire à l'étape. Il est très important de calculer le cost index à partir du délestage correspondant au Mach PRM qui réduira la quantité de carburant à emporter

Remarque

Les avions qui ne sont pas équipés de FMS, volent à un Mach pRM fixe alors qu'il devrait changer car la masse de l'avion diminuent durant le vol.

Après avoir exposé les principales formulations concernant l'étude opérationnel des coûts d'exploitation , on peut conclure que :

- 1- la valeur du cost index a un effet direct sur le délestage et le temps de vol.
- 2- le choix de certains paramètres comme l'altitudes le plan de vol contribue énormément à la réduction du coût d'exploitation .

CHAPITRE IV

Analyse Des coût D'exploitation

CHAPITRE IV

ANALYSE DES COUT D'EXPLOITATION

V.1. INTERET D'ETUDE

Pour tout investissement l'étude des coûts d'exploitation des avions permet au transporteur aérien d'évaluer sa productivité et de développer sa politique tarifaire.

Alors que représente le coût individuel ou le coût de revient d'une ligne ?.

IV.2. ANALYSE DES DIFFERENTS TERMES DES COUTS D'EXPLOITATION

Dans l'ensemble des coûts d'exploitation d'une compagnie aérienne qui constituent le coût total d'exploitation d'un avion, on peut divisé ces coûts en deux catégories:

Première catégorie

C'est tous les coûts variables dont dépend l'exploitation de l'avion sur une ligne bien définie et qui sont les coûts directs d'exploitation.

Deuxième catégorie:

Elle comprend les coûts fixés qui ne sont pas liés directement à l'utilisation des avions sur une étape, mais pour toute la durée d'exploitation de l'avion ; donc ce sont les coûts indirects d'exploitation.

IV.2.1. LES COUTS DIRECTS D'EXPLOITATION

IV.2.1.1. COUT CARBURANT [6]

Le coût carburant est le plus important des coûts directs, il est évalué et donné par les entreprises pétrolières dans chaque pays comme "SONATRACH" qui évalue le prix du carburant en Algérie.

La politique d'emport carburant suivant les routes, nécessite une étude détaillée pour déterminer le point à partir duquel, on préfère la surconsommation compte tenu du prix du carburant pour chaque destination.

Tous d'abord, nous allons considérer les différents paramètres qui influent sur la variation de la quantité de carburant embarquée, et par la suite les conséquences sur le coût carburant.

1. Préparation des vols

D'une façon générale, on peut retenir trois méthodes possibles de préparation de vol :

❖ *Préparation type*

Ce mode de préparation est destiné aux étapes courtes où intervient la limitation MMSC (soit $c/o = c/o \text{ maximum}$) sur la courbe $c/o = f(D)$. Cette préparation comprend toutes les données nécessaires au CDB pour fixer :

- ✓ Un niveau de vol
- ✓ Délestage
- ✓ Dégagement
- ✓ Total de réserve
- ✓ Carburant définitif à embarquer

❖ *Préparation normale*

❖ *Préparation normale*

Ce mode de préparation s'applique généralement aux étapes pour lesquelles la charge offerte est conditionnée par la masse maximale admissible au décollage.

Dans ce cas, sur la courbe $c/o=f(D)$; intervient la limitation atterrissage ou bien on est à la frontière de deux limitation (MMSC/M.att) ou (M.att/M.dec) ou (MMSC/M.dec).

2. Quantité de carburant à embarquer

❖ *Généralités*

L'exploitant entreprendra un vol en fonction des conditions météorologiques, de la catégorie de l'étape et des contraintes dues au trafic aérien prévu pour ce vol, l'avion emporte :

- Une quantité de carburant et de lubrifiant suffisant pour effectuer le parcours prévu dans les conditions normales de fonctionnement des équipements de l'avion.
- Une quantité supplémentaire lui permettant, d'une part d'atteindre l'aérodrome de dégagement si un tel aérodrome est requis et d'autre part, de faire face aux aléas du voyage.
- Ces quantités sont fixées par l'arrêt du 5 novembre 1987, paragraphe 7.10 ; figurant au chapitre 3 du règlement de transport aérien .

❖ *Différent types de quantités*

Pour effectuer un vol, le pilote doit embarquer une quantité de carburant nommée : quantité de carburant au lâcher des freins (QLF) qui débute du lâcher des freins jusqu'à ce que l'avion touche le sol à l'aéroport de destination.

Cette quantité de carburant est la somme de quatre quantités :

- Délestage d'étape
- Réserve de route
- Réserve de dégagement
- Réserve finale.

a. Délestage d'étape «d»

C'est la quantité de carburant nécessaire depuis le lâcher des freins à l'aérodrome de départ, jusqu'au toucher des roues à l'aérodrome de destination, cette quantité doit être en fonction des conditions de vol prévues, (météorologie, circulation aérienne, procédure antibruit, performance avion...etc.).

b. Réserve de dégagement «rd»

Cette quantité est destinée à couvrir la consommation depuis le début (remise des gaz) à destination jusqu'à l'atterrissage de dégagement. Même cette quantité est fonction des conditions de vol prévu.

c. Réserve de route «rr»

Elle est destinée à couvrir les écarts entre les conditions réelles du vol et les conditions prévues, elle est calculée en pourcentage de délestage d'étape prévue qui doit tenir compte de la route utilisée, des

conditions opérationnelles, de l'expérience de l'exploitant et doit être exploitée par les services officiels.

Cette quantité est fixée à 5% du délestage.

d. Réserve finale «rf»

Elle est destinée à couvrir des besoins imprévus dans la phase du vol. Elle correspond à un vol de 30 minute à la vitesse d'attente en température standard à 450 mètres au-dessus de l'aérodrome de décollage.

La quantité de carburant au lâcher des freins est :

$$QLF = d + Rd + Rr + Rf \dots\dots\dots[IV.1]$$

e. Roulage

C'est la quantité de carburant nécessaire pour assurer la mise en route et le roulage jusqu'au point du lâcher des freins .Il est calculé par type d'appareil.

donc la quantité embarquée est

$$Q \text{ Totale} = QLF + \text{roulage} \dots\dots\dots [IV.2]$$

f. Quantité supplémentaire

Les quantités que nous avons cité sont complétées pour pouvoir répondre aux exigences suivantes :

- ✓ Panne de pressurisation
- ✓ Panne moteur

3. Plan de vol technique

- ❖ *Détermination de la masse maximale au lâcher des freins limitation utile Vu :*

Pour tenir compte des limitations, nous devons vérifier le respect simultané des relations suivantes :

- Masse réelle au lâcher des freins \leq MMSLF
- Masse réelle au lâcher des freins \leq MMSC+QLF

Alors :

- Masse réelle au lâcher des freins \leq MMSLF
 \leq MMSA+d
 \leq MMSC+QLF

Limitation utile = inf. (MMLF, MMSA+d, MMSC+QLF) [IV.3]

❖ *Calcul de la charge offerte*

Sachant que la masse maximale au lâcher des freins = limitation utile, et que la masse avion est constituée par :

- Masse de base (mb) = masse de l'avion pour l'étape considérée ;
- Quantité de carburant au lâcher des freins (QLF) ;
- Charge.

Nous devons vérifier que :

$$\text{Limitation utile} \Rightarrow \text{mb} + \text{QLF} + \text{charge} \dots \dots \dots [IV.4]$$

Si on appelle charge offerte C/o telle que l'égalité soit vérifiée, on aura :

$$C/o = L/u - (\text{mb} + \text{QLF}) \dots \dots \dots [IV.5]$$

La quantité (mb+QLF) est appelée masse en opérations (mops)

$$\text{Mb} + \text{QLF} = \text{Mops} \dots \dots \dots [IV.6]$$

4. coefficient de transport

❖ *Intérêt du calcul du coefficient de transport :*

On sait que la consommation de carburant est en fonction de la masse avion. Par conséquent, il faut éviter les surcharges au décollage qui

entraînerait une augmentation de la consommation de carburant sur une étape donnée.

Cependant, il peut être intéressant d'embarquer du carburant supplémentaire lorsque les prix entre les aérodromes de départ et de destination sont très différents.

La perte due à l'augmentation de consommation peut être largement compensée par le gain réalisé sur la quantité achetée à l'aérodrome de destination (à condition que cela n'affecte pas la charge offerte à transporter).

Le coefficient de transport est égal à la variation de la masse au décollage / variation de la masse à l'atterrissage

$$K = \Delta MD / \Delta MA \dots\dots\dots [IV.7]$$

Cela veut dire que l'embarquement d'une quantité supplémentaire de carburant entraînera une différence de consommation sur l'étape considérée.

❖ *Ordre de grandeur*

- Pour des vols court-courriers : K peu différent de 1.
- Pour des vols moyens-courriers : il est souvent supérieur à 1.1.
- Pour des vols long-courriers : il peut atteindre des valeurs de l'ordre de 1.3 à 1.5.

❖ *Variation de K en fonction de la distance*

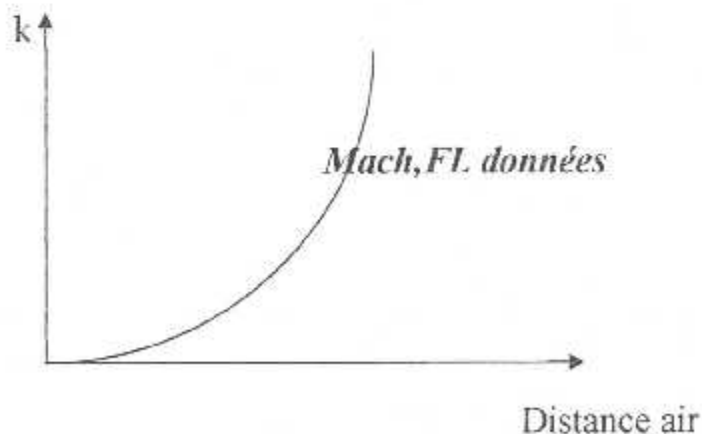


Figure [IV.1] $K=f(D'air)$

D'après le graphe, on voit que le coefficient K varie en fonction de la distance car le K augmente suivant l'augmentation de la quantité de carburant.

❖ *Principe de calcul du gain et de perte*

Soit Pa le prix du carburant à l'aéroport d'arrivée et Pd celui de départ, soient :

Δ MD: la surcharge de carburant au décollage

Δ MA: la variation de la masse d'atterrissage

Δ C: la surconsommation due a cette surcharge

Δ T: variation du temps de vol. duc à la surcharge Δ MD

PH: coût marginal du temps (heures de vol.)

➤ Si par exemple, on achète moins de carburant au terrain d'arrivée, l'économie réalisée sera : $(\Delta MD - \Delta C) * Pa$

➤ Par contre au terrain de départ : on aura une perte de $\Delta MD * Pa$

Quant au coût lié à la variation de temps de vol, il sera donc égale à :

➤ $\Delta T * Pa$ (avec $\Delta T > 0$ pour une augmentation de temps de vol) d'ou le bilan économique :

$$(\Delta MD - \Delta C) * Pa - MD * Pd + (\Delta T * PH) \dots \dots \dots [IV.8]$$

$$\Delta MD(Pa - Pd) - (\Delta C * Pa) + (\Delta T * PH) \dots \dots \dots [IV.9]$$

Si cette équation (1) > 0 on a un gain financier

(1) < 0 on a une perte financière

➤ Exprimons maintenant le gain ou la perte par tonne embarquée en supplément

(Δ MD=1), on aura :

$$\text{Gain ou perte} = (Pa - Pd) - (\Delta C * Pa) + (\Delta T * PH) \dots \dots [IV.10]$$

Cas du vol à M=cte

Dans ce cas ΔT=0 d'ou gain ou perte = Δ MD(Pa-Pd)- Δ C*Pa, avec

$$\Delta C = \Delta MD - \Delta MA$$

$$[IV.9] \Rightarrow \Delta MD(Pa - Pd) - (\Delta MD - \Delta MA) * Pa = Pa * \Delta MA - \Delta MD * Pd$$

$$\Rightarrow \Delta MA [Pa - (\Delta MD / \Delta MA) * Pd], \text{ avec } (\Delta MD / \Delta MA) = K$$

Donc il y aura si : $(Pa - K * Pd) > 0$ d'où :

$(Pa/Pd) > K$ pour un Mach cte

Pour les étapes courtes ou $K \neq 1$ (peut différent de 1) une petite différence de prix se traduira par un gain financier positif. Par contre pour les longues étapes, la différence de prix devra être plus importante.

Cas des vols au LR ou PRM

Dans ce cas $T \neq 0$ ainsi le rapport Pa/Pd qui permettra de réaliser un gain sur la fonction de variation de temps de vol et du coût marginal à l'heure de vol.

Dans le but de minimiser le coût carburant, la compagnie TASSIL AIRLINES préfère de ravitailler ses avions pour chaque étape de vol sur son réseau, essayant d'éviter le transport plus de la masse des surconsommations du carburant ; et pour cela l'avitaillement du carburant se fait au niveau de quatre zones :

- 1- Zone A : Alger, Oran, Constantine.
- 2- Zone B : Annaba, Tlemcen, Bejaia, Tébessa, Batna.
- 3- Zone C : Hassi Messaoud, Ghardaïa, Biskra, El-Oued, Tiaret.
- 4- Zone D : Hassi R'mel, Bechar, Elgolia, Adrar, Ain Amenas, Ain Salah, Illizi, Tindouf, Tamanrasset, Djanet, Bordj Badji Mokhtar.

Plus ces zones la compagnie peut avitailler ses avions en Ouargla

5. Cas d'une préparation de vol avec escale technique facultative (ETF)

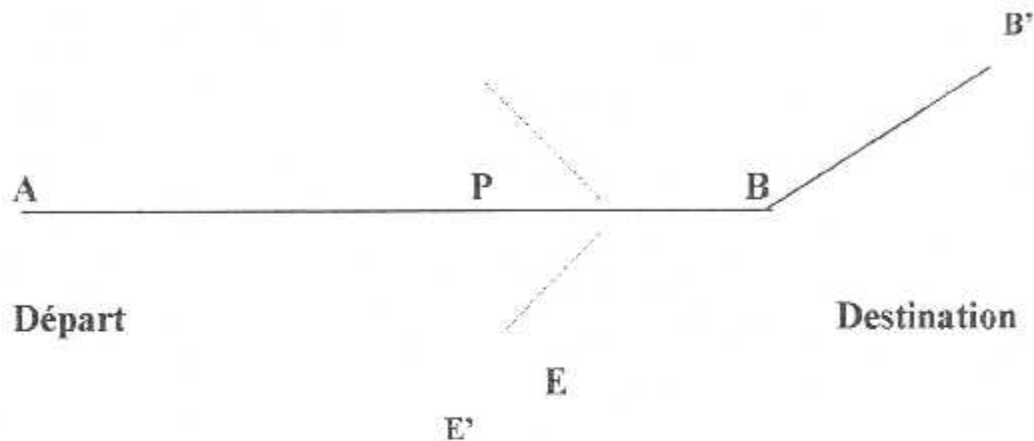


Figure [IV.2] vol avec ETF

❖ Intérêt de l'ETF

La pratique de l'escale technique facultative se fait lorsqu'il y a des problèmes de charge ou de carburant. Elle permet par diminution de la quantité de carburant à embarquer soit d'augmenter la charge, soit pour une charge donnée d'augmenter le rayon d'action.

❖ Principe de l'ETF

Au lieu de déposer un plan de vol sur une étape AB il est déposé sur le trajet ABE de manière à diminuer la quantité de carburant embarquée. Au point P retenu comme point de décision, le pilote fait le point sur la quantité de carburant restante à bord, alors deux possibilités sont à lui:

- Si la quantité est suffisante, il demande une modification du plan de vol pour poursuivre vers B.

- Dans le cas contraire, il se pose en E (ETF) pour se ravitailler en carburant.

❖ *Condition pour le choix de E*

Le terrain choisit comme ETF doit :

- Etre suffisamment près de B (destination) pour que l'avion ne soit pas limiter à l'atterrissage pour E
- Etre suffisamment près de la route AB.

❖ *Quantité de carburant à embarquer*

1-Sur le plan réglementaire, le dépôt d'un plan de vol sur le trajet APE suffit d'embarquer la quantité réglementaire notée **Q1**, pour effectuer ce parcours à savoir :

$$Q1=r+d_{APE}+RR_{APE}+RF+RD_E \quad [IV.11]$$

Au point de décision P, la demande de modification du plan de vol vers le terrain de dégagement B ne peut être accepté que si la quantité de carburant restante à bord est au moins égale à la quantité réglementaire q pour effectuer le parcours à savoir :

$$Q=d_{PB}+RR_{PB}+RF+RD_B \quad [IV.12]$$

2- Sur le plan commercial , la quantité Q suffit d'embarquer au point A pour satisfaire aux exigences réglementaires peut néanmoins pour rejoindre presque à tous les coûts le terrain B. Pour assurer la régularité des vols, les compagnies définissent une quantité **Q2** permettant d'assurer avec une forte probabilité de vol direct.

$$Q3 \Rightarrow Q2 \Rightarrow Q1$$

Q : étant la quantité réglementaire lorsque le plan de vol est déposé sur le trajet AB

$$Q=r+d_{AB}+RR_{AB}+RF+RD_B \quad [IV.13]$$

De ce qui précède , nous constatons que l'augmentation de la quantité de carburant embarquée entraîne des surconsommation d'une part et la réduction des charges offertes d'autre part , en raison de limitation de la masse maximale au décollage intervient à cet effet le coût de revient du vol décroît considérablement.

Il est donc indispensable d'évaluer correctement les besoins réels en carburant de chaque étape .

6. Calcul du coût carburant

Si l'information de la consommation du carburant, à l'heure de vol ; par appareil existe, le problème de répartition des coûts ne se pose plus.

Dans se cas, la consommation par appareil est égale à :

Consommation a l'heure de vol * prix unitaire du carburant * nombre d'heure de vol réalis.....[IV.15]

S'il existe une forte différence de prix du carburant par avion, la connaissance du coût réel de chaque appareil nécessite de mieux définir la répartition, celle-ci peut se faire en ventilant à l'heure de vol la consommation et en multipliant celle-ci par le prix d'achat moyen du carburant.

(Consommation * heure de vol / total heure de vol)/ Prix d'achat moyen du carbura [IV.16]

IV.2.1.2. COUT EQUIPAGE [6]

Le coût équipage est donnée et évalué par le département de finance de la compagnie aérienne, à partir des différents statuts du personnel naviguant.

Ce poste prend en compte, d'une part des charges fixes qui sont indépendantes du nombre d'heure de vol (salaire de base du personnel navigant, frais de mission, les dépenses d'instruction et d'entraînement; et d'autre part des dépenses liées à l'heure de vol.

En rassemblant toutes les informations ; on peut estimer le coût horaire équipage. En effet dans la compagnie TASSILI AIRLINES, seule une prime dans la pale équipage est en relation directe avec le nombre d'heure de vol : c'est la PHV (prime par heure de vol).

❖ .Analyse de la PHV

Cette prime diffère d'une fonction à une autre et dans la même fonction, elle dépend du type d'appareil, de l'ancienneté et de salaire de référence différent.

On calcul respectivement un taux de référence ou un taux de base, suivant que la personne est PNT ou PNC et suivant son licence et son aptitude. Ce taux subit des majorations :

a- machine

b- ancienneté.

c- selon nature des heures des vol effectuées : nuit N, jours J, jours férié JF, instruction INS, control CTL, mise en place MEP, heures supplémentaires HS.

Remarques:

1-Dans le réseau sud de la compagnie TASSILI AIRLINES les membres d'équipage doit voler au dessus des certaines zones inhospitalières ; donc une autre majoration de la PHV pour ces heures des vols.

2- Les heures des vols supplémentaires (HS) ont une PHV propre, différente de celle qui précède.

On considère le taux de base (PNT, ou PNC) majoré par un coefficient au quel on ajoute la PHV réelle qui a été également majorée par une autre coefficient ; la prime est le produit de cette PHV par le nombre d'heure de vol supplémentaires.

❖ Calcul de la PHV :

Pour le calcul de la prime liée au nombre d'heure de vol effectué par une personne (CDB, copilote,) on doit suivit ces étapes:

1-Calcul du taux de référence (TSR) qui est le rapport entre le salaire de référence (SR) et le nombre d'heure de référence (HR); c- à- d :

$$TSR = SR / RH$$

2- La PHV réel est égale :

$$TSR * \text{coefficient de majoration machine} * \text{coefficient de majoration spécialité} \dots\dots\dots [IV.17]$$

Remarque :

Pour la PHV des de vol supplémentaires avec un salaire de base (SB) et si l'on considère ce nombre d'heure de vol de référence (HB) :

a- Le taux de base est égale: SB/HB.

b - La PHV réelle correspond aux heures de vol supplémentaires (HS)est égale à :

$$TSB * \text{coefficient de majoration} * PHV * \text{coefficient de majoration.}$$

3- La PHV doit être majoré par un autre coefficient de majoration suivant des heures de vol.

Donc la prime est égale:

$$PHV = \sum_{i=1}^n N_i C_i PHV \dots \dots \dots [VI.18]$$

i : nombre d'heure de vol effectués selon la nature de ces heures de vol (J, N, JF, \dots).

C_i : coefficient de majoration qui correspond ces heures de vol.

Remarque:

- Cette méthode est applicable pour chaque fonction.
- Les coefficients de majoration sont évalués et fixés selon les règlements de la compagnie aérienne. Et pour la TASSILI AIR LINES on a trouvée que cette méthode est applique

❖ **Méthode de calcul du coût horaire:**

Pour évaluer le coût horaire de l'ensemble du personnel navigant d'un avion, en prenant le détail des heures de vol effectuées, il faut prendre en considération que le CH n'est pas uniforme d'une personne à l'autre, et c'est le même cas pour l'ancienneté. La meilleure manière d'approcher la valeur du coût horaire équipage ; c'est de faire une moyenne pondérée suivant l'ancienneté et la nature des heures de vol.

Pour cela on suivra les étapes suivantes:

1) *Prise en compte du détail de l'ancienneté:*

- a- Suivant chaque fonction calculer le coefficient d'ancienneté moyen pondéré en tenant compte l'ancienneté de l'ensemble des personnes qui ont la même fonction.
- b- on majore le taux de base ou de référence par coefficient machine pour chaque fonction.

Remarque :

-Il faut différencier les fonctions car elles correspondent à des salaires de base différents.

- Le coefficient machine est le même pour les membre d'équipage.

Le coefficient machine :

c- majorer ensuite par le coefficient de l'ancienneté moyen pondéré dans chaque fonction.

Résultat:

La PHV réel moyennes pondérés par fonction en considérant l'ancienneté.

PHV de vol supplémentaire

Pour le calcul de la PHV réelle des heures de vol supplémentaires il suffit de majorer la PHV réelle moyenne pondérée par un coefficient puis de l'ajouter au taux de base qui a été également majorer par un autre coefficient, on trouvera la PHV réelle moyenne pondérée correspondantes aux heures de vol supplémentaires.

Exemple : dans cet exemple, on ce propose de calculer la PHV réelle moyenne pondéré pour la fonction CDB du Beech soit le détail d'ancienneté de l'ensemble des personnes qui ont cette fonction.

Par exemple il y a :

X1 : nombre de CDB qui ont 02 ans d'ancienneté.

X2 : nombre de CDB qui ont 07 ans d'ancienneté.

X3 : nombre de CDB qui a 10 ans d'ancienneté.

X4 : nombre de CDB qui a 12 ans d'ancienneté.

1- a partir du tableau précédent, le coefficient de majoration moyenne pondéré est égale à :

$$C (CDB) = \frac{\sum_{i=1}^4 X_i C_i}{\sum_{i=1}^4 X_i} \dots \dots \dots [IV.19]$$

Xi : nombre de CDB qui a mêmes années d'ancienneté.

Ci : coefficient de majoration ancienneté.

2- on majore le taux de référence des CDB par le coefficient de majoration machine.

On aura : $TSR * \text{coefficient de majoration machine (c)}$.

3- $PHV = TSR * \text{coefficient de majoration machine} * C \text{ (CDB)}$.

Pour la PHV d'heures de vol supplémentaires :

$PHV \text{ (HS) (CDB)} = TSB * C * PHV \text{ (CDB)} * \text{coefficient de majoration (HS)}$.

2) Prise en compte du détail du nombre d'heures de vol :

Dans cette deuxième partie du calcul, il faut avoir la moyenne du nombre d'heure de vol par nature et par fonction ; celle-ci peut être mensuelle, trimestrielle, ou annuelle.

On calcule la prime par fonction correspondante à chaque nature d'heure de vol. Cela revient à faire le produit du nombre d'heure de vol moyen par nature et la PHV réelle moyenne pondéré majorée par un coefficient en fonction de la nature d'heure de vol ; c'est le même calcul pour le nombre d'heure de vol supplémentaire moyen par fonction en considérant la PHV correspondante.

Pour obtenir le coût horaire, il suffit de faire la moyenne pondéré de toutes les primes suivant, la nature des heures de vol et les fonctions du personnel navigant.

Remarque :

1- La compagnie assure aux différents membres de l'équipage une pale pour un certain nombre d'heure de vol même s'il n'est pas atteint.

2- On supprimera dans notre évaluation cette partie de PHV en relation avec ce nombre d'heure de vol du fait qu'elle est fixe.

3-On retient que la compagnie (TAL) assure un salaire pour 40 heures de vol aux différents membres d'équipage.

Conclusion

La PHV réelle moyenne pondéré ou le coût horaire équipage considéré dans le calcul des coûts d'exploitation est :

$$\text{PHV (équipage)} = \frac{\sum PHVi}{\sum Ni} \dots\dots\dots [IV.20]$$

PHVi : PHV réel moyen pondérée de chaque fonction.

Ni : nombre d'heure de vol

IV.2.1.3. COUT DE MAINTENANCE [6]

Ce sont les dépenses occasionnées pour le maintien de l'appareil en condition de vol suivant le nombre d'heure qu'il a effectué, (c à d mode d'exploitation de l'avion et nombre de cycle).

Ces dépenses liées à l'heure de vol sont évaluées et données par le département technique pour chaque avion.

L'analyse attentive de ces dépenses dans le but de déterminer le coût de maintenance montre qu'une partie de celle-ci est considéré comme fixe; par exemple les frais généraux , les dépenses dues aux différent maintenances programmées(vieillissement et cycles), amortissement et entretien de l'outil industriel , amortissement des pièces de rechange.

Et une partie dépend de l'heure de vol (frais de main d'œuvre, de matière et fournitures extérieure).

❖ Analyse du coût horaire de maintenance

Le coût horaire de maintenance est la somme des différentes dépenses nécessaires pour le maintien de chaque partie de l'appareil, ce coût est réparti entre le coût horaire matériel et le coût horaire main d'œuvre, ces différentes parties de l'appareil considérées par le département technique sont au nombre de trois :

- La structure.
- Les réacteurs.
- Les équipements

❖ Coût théorique :

Le constructeur a fait une étude de prévision des coûts horaires de maintenance pour l'ensemble de ses avions avec les considérations suivantes :

- le coût de maintenance est la somme de coût de structure et celui des réacteurs, chacun d'eux la somme du coût de maintenance de matière et celui de main d'oeuvre.
- le constructeur donne pour chaque coût cité précédemment, une abaque donnant le coût total par unité d'heur de vol ,ce coût prend en compte toutes les dépenses, même celle qui sont fixe.
- le constructeur peut supprimer la partie fixe dans chacun des coûts précédents.

IV.2.1.4. AFFRETEMENT [7]

❖ Définition

Contrat par le quel le fréteur propriétaire d'un avion qui moyennant le payement d'une somme ou (rémunération) s'engage à mettre un avion à la disposition d'un affréteur pour le transport des personnes.

❖ **C'est un leasing d'exploitation**

La mise à disposition s'effectue avec:

- Soit sans équipage (Dry leasing).
- Soit avec équipage technique et commercial ou équipage technique uniquement.

❖ **Déterminer les besoins**

Il faut savoir ce qu'on veut :

- Le déficit en capacités : les moyens propres de l'entreprise n'arrive pas à faire face à la de mande : on évalue le déficit.
- Pour combler le déficit on évalue les besoins en capacités à affréter, le type d'appareil, le module requis, le taux provisionnel d'utilisation.
- Etablissement d'un cahier des charges.

Il faut préciser les mentions essentielles d'un cahier des charges telles que :

- Le nombre et le type de l'appareil requis.
- La période de location.
- Le minimum d'heures garanties.
- Les frais à charge de chaque partie.
- Les clauses minimales du contras types d'affrètement, (assurance, substitution d'appareil, les modalités de paiement, etc....).
- La liste des garantie et document requis devant être fournis par le soumissionnaire.
- La date limite de soumission des offres, dans le cas des affrètements, les offres parviennent par le télex, moyen de transmission rapide.

- Le marché de l'aérien est un marché fluctuant, variable et une prise de décision rapide est nécessaire.

La compagnie TASSILI AIRLINES est habilitée à palier un manque momentanée de matériel (aéronef) en utilisant un affrètement d'appareils avec ou sans équipage, pour satisfaire les demandes.

Les procédures ne concernent que les affrètements réalisés dans le cadre du programme annuel d'exploitation, pour trois types de vol :

a. Vol à la demande (taxi aérien)

Comprend:

- Vol taxi sur demande : - transport passagers.
- transport fret.
- Vol mixte : - transport passagers.
-transport fret.
- Vol EVASAN: évacuation sanitaire

b. Contrat (MADP)

Mise a disposition :

- Transport passager.
- Transport fret.
- Transport mixte: passagers et fret.
- EVASAN.

c. Transport de courrier postal

Sans exclus les affrètements dus à des événements imprévisibles inopinés.

❖ **Procédures d'affrètement**

Il existe deux types de procédures d'affrètement:

- procédure de Gré à Gré.
- procédure d'appel d'offres.

a- Procédure de Gré à Gré

Est la procédure d'attribution d'un contrat à un partenaire co-contractant sans appel formel de la concurrence.

b- Procédure d'appel d'offres

Est la procédure visant à obtenir les offres de plusieurs soumissionnaires entrant en concurrence, et à attribuer le marché au soumissionnaire présentant les offres jugées les plus favorables.

Remarques :

1. Le fréteur est soumis à une obligation de résultat, le transport des passagers à destination, dans les conditions de sécurité.
2. Concernant la compagnie TASSILI AIRLINES et dans le cadre du control interne, il est institué:
 - une commission des marches de l'entreprise.
 - une commission des marches de l'unité.

Donc l'affrètement est un poste de coûts variable, et très important; il peut être directement affecté au calcul du prix de revient de l'appareil.

IV.2.1.5. COUT ASSISTANCE "HANDLING"

Il constituer les postes suivants:

- conditionnement de l'avion.

-Reconfiguration de l'avion.

-Nettoyage de l'avion.

-traitement des passagers (banque d'enregistrement, bus, passerelles, assistance) et manutention de leur bagage.

En Algérie, l'assistance est assurée par les services internes de la compagnie aérienne, ne donne lieu à aucune facturation.

EN générale en considérant dans le "handling " les postes suivants:

-Redevance de survol.

-Redevance aéroportuaire.

-Redevance de sûreté.

-Redevance liées au bruit.

-Redevance de stationnement et de l'abri.

-Redevance des services terminaux de navigation aérienne.

-Redevance d'atterrissage.

IV.2.1.6. REDEVANCE D'AERODROMES ET DE SERVICE DE NAVIGATION AERIENNE [7]

IV.2.1.6.1. Principes généraux

Sur tout aéroport ouvert à la circulation aérienne publique, les services rendus aux usagers et au publique donnent lieu a une rémunération, sous la forme de redevances, perçues au profit de l'organisme qui fournie le service .

Il en est de même pour l'usage des installations et services y compris les services de radionavigations et de météorologie mise en œuvre par l'état dans l'espace aérien relevant de sa responsabilité de la circulation aérienne en route.

Les redevances sont dues pour :

- Atterrissage des aéronefs.
- Usage des dispositifs d'éclairage.

- Usage des installations et des services d'assistance a la navigation aérienne en route et à l'approche.
- Usage des installations pour la réception passagère et fret.
- Stationnement.
- Abri des aéronefs
- Occupation des terrain et immeuble

IV.2.1.6.2. Répartition des redevances

La perception des redevances aéronautique en Algérie relève des compétences des organismes suivants:

1-ENNA: Etablissement de Navigation National Aérienne.

2- EGSA : Etablissement de Gestion des Services Aéroportuaires.

IV.2.1.6.3. Montant des redevances de navigation aérienne

Les redevances dues sont généralement distinguées selon que l'aéronef effectue un trafic national ou international.

Est considéré comme trafic national tout vol effectué entre deux points situés sur le territoire national par des aéronefs nationaux.

1. La redevance de survol :

Les taxes de navigation sont perçues par les états pour facturer les services de navigation aérienne qu'ils procurent aux avions qui survolent leur territoire . Par exemple ENNA en Algérie fixe les taux unitaires à 2230 DA pour les vol international et 101.32 DA pour les vols domestiques.

Cette taxe dépend généralement de :

- La masse maxi au décollage (MTOW).

-La distance survolée.

- Le taux unitaire.

Donc :

$$\text{Redevance de survol} = \text{taux unitaire} * \text{coefficient} \dots\dots\dots[\text{IV.21}]$$

Le coefficient = Qdistance* Qpoids ;

Qdistance est distance/100; Q poids est la racine de (MTWO/50).

Remarques

Le taux unitaire se différent pour les vols nationaux et internationaux selon la réglementation, par exemple la valeur actuelle de taux unitaire est égale :

-pour les vol nationaux : 101.32 DA.

-pour les vols internationaux: 2230 DA.

2. Redevance d'atterrissage

Les redevances d'atterrissage sont perçues par les autorités aéroportuares à chaque atterrissage d'un avion.

Les taxes d'atterrissages sont calculées par les états conformément aux normes et règlements OACI (Organisation d'Aviation Civil et International) , or pour un grand nombre de pays européens le recouvrement de ces taxes est géré par euro control.

Note:

Ces taxes sont aussi liées à la MTOW de l'appareil.

Donc :

$$\text{Redevance atterrissage} = \text{coefficient} * \text{nombre de touchées} \dots \dots [\text{IV.22}]$$

Le coefficient est fixé :

-pour les vol nationaux par : 113.22.DA

-pour les vols internationaux par 67.89.DA

3. Redevances aéroportuaires

Ce sont les frais perçus par les autorités aéroportuaires de chaque états, et payées pour chaque atterrissage.

Elles sont calculées à l'aide de :

- la masse maxi de décollage de l'avion (MTWO).
- le coefficient d'ajustement qui tient compte de nuisances sonores (normes bruit).

Cette tranche de redevance contient :

- redevance de service.
- redevance de sûreté.
- redevance liée aux bruits.
- redevance de stationnement.
- redevance des services terminaux de la navigation aérienne.

a- Redevance de service passager

Elle est habituellement perçues en rémunération des services fournis au départ des passagers mai certains aéroports l'applique aux passagers à l'arrive.

Alors :

$$\text{Redevance passager} = \text{nombre de passager} * \text{prix unitaire} \dots [IV.23]$$

Le prix unitaire pour les redevances passagers est égale à: 172 DA

b- Redevance de sûreté:

L'OACI recommande que ces redevances soient fondées sur :

- le nombre de passager.
- la masse avion (MTWO).
- la distance.

c- Redevance liée au bruit

C'est les dépenses qui couvrent les problèmes de bruit, en matière d'atténuation ou de prévention de bruit.

Elle doivent être associées à la redevance d'atterrissage pour tenir compte des dispositions de l'annexe 16 de la convention de Chicago concernant la certification acoustique.

Remarque

Cette palc de redevances se n'est pas encore prise en considération dans le territoire Algérien.

d- Redevance de stationnement et d'abri

Elle prend en considération :

- la masse maxi au décollage ou les dimensions de l'avion.
- la durée de stationnement.

L'OACI a fixé une franchise durée de stationnement gratuit immédiatement après d'atterrissage.

Donc :

$$\text{Redevance d'atterrissage} = \text{coefficient} * \text{MTWOF} * 12\text{h} * 30 \dots [IV.24]$$

Le coefficient selon les règlements est égal :

- Pour les vols nationaux 3.40 DA
- pour les vol internationaux 6.80 DA.

e- Redevance des services terminaux de la navigation aérienne

Elle est fréquemment fixée et encaissée par un organisme indépendant des gestionnaires d'aéroports selon l'OACI, elle devrait, dans la mesure de possible

constituer un élément unique de redevance d'atterrissage ou une redevance unique par vol, et elle pourrait prendre en compte le poids de l'aéronef, mais dans la mesure moindre qui directement proportionnelle.

Redevance balisage = coefficient* nombre de touchées.....[IV.25]

Le coefficient est égal :

- pour les vol nationaux 563.53.DA
- pour les vol internationaux 423.32 DA.

Les autres redevances aux quelles est soumis le trafic aérien (redevance de passerelle, de transport de passager au niveau de l'aéroport,).

Ces redevances ne suffisent habituellement pas à couvrir l'ensemble des coûts d'exploitations d'un aéroport ; c'est pourquoi les gestionnaires développent des activités annexes donnant lieu au paiement de redevance (extra aéroportuaire) souvent plus rémunératrices.

Ces activités recouvrent notamment les services offerts en escales qui peuvent cependant être aussi assurés en propre par les transporteurs aériens ou par les entreprises spécialisées dans ce type de services, des concédants du carburant et lubrifiant de l'avion, de boutiques hors taxes.

Le surtaxe assurance qui inclue dans le calcul des coût d'exploitation est égale à

:

Surtaxe assurance= nombre de passagers * prix unitaire..... [IV.26]

IV.2.1.7. CATERING

Pour la compagnie TASSILI AIRLINES le catering n'existe que pour les vols taxis .

Catering = nombre de passagers * prix unitaire..... [IV.27]

IV.2.2. LES COUT INDIRECTS D'EXPLOITATION [4]

Ceux-ci ne sont pas liées directement à l'utilisation de l'avion mais relèvent plutôt de la fonction de l'entreprise ou du traitement des passagers et du fret

IV.2.2.1. COUTS FIXES COMPAGNIES

Les coûts fixes compagnies représentent les frais généraux incluant toutes les charges administratives et les dépenses générales d'une compagnie aérienne (assurance diverses, honoraire de documentation technique (JEPSEN, OPS Manuel), moyen de transport, fournitures de bureau, location immobilière et du matériel, location parking, avion.

IV.2.2.2. COUTS FIXES AVIONS

Ce sont les charges locatives ou de financement des avions (les assurances et les amortissements de coût de mise en ligne sur plusieurs exercices.

L'assurance est pour couvrir la responsabilité civile à l'occasion de l'exploitation de l'aéronef.

La responsabilité civile de l'assurance est en raison de couvrir :

- 1- Les dommages corporels et matériels occasionnés à des personnes transportés dans l'aéronef, dans des conditions fixées et bien déterminées selon la réglementation.
- 2- Les dommages corporels et matériels occasionnés à des tiers à la surface.
- 3- La responsabilité civile pour les dommages et pertes aux bagages et marchandises.
- 4- La responsabilité civile à l'égard du fret postal.

L'assurance pour la compagnie couvre :

- 1- Les dommages au corps de l'aéronef.
- 2- Les dommages relatifs aux risques de guerre.

L'étude précédente permet à une compagnie d'établir des postes de coût

- par ligne.
- par heure de vol avion.

Et Donc d'obtenir un chiffrage précis de ce que coûte telle ou telle desserte.

CHAPITRE V

Etude Pratique

CHAPITRE V

ETUDE PRATIQUE

Le but recherché de toute compagnie étant d'optimiser ses coûts par rapport à sa production, dans un réseau et avec un programme adopté.

Mais l'analyse attentive des dépenses d'une compagnie aérienne montre clairement que les écarts de coût moyen entre deux compagnies apparaissent comme beaucoup plus liées aux différents réseaux de ces compagnies (longueur moyenne d'étape) et à la manière de les desservir (capacité moyenne des appareils utilisés) qu'à la taille proprement dite de la compagnie.

Donc la compagnie a besoin de chiffrer le coût moyen de telle ou telle desserte, pas seulement pour assurer la rentabilité mais aussi, pour connaître tous les paramètres qui influent de près ou de loin sur la variation de ce coût.

Pour cela on a choisi de faire une étude pratique sur les coûts d'exploitation de Beech 1900 D et ATR 42/500 du réseau de la compagnie TASSILI AIRLINES.

V.1 METHODE DE TRAVAIL

Le calcul des coûts d'exploitation de ces avions, selon les données se fait par deux méthodes :

1- A partir du programme des vols des réseaux

❖ **RDNS**

❖ **IAM**

Pour l'avion ATR42/500.

2- A partir du réel des vols effectués dans les réseaux

❖ HRM,

❖ HME

Pour l'avion BEECH 1900 D.

V.2. CALCUL DES COUTS

V.2.1. LES COUT DIRECTES

V.2.1.1. COUT CARBURANT :

Il dépend de :

- La consommation carburant qui est en fonction de nombre d'heure de vol et la consommation horaire de l'avion.
- Le prix unitaire qui varie de chaque zone à l'autre, ce qui introduit pratiquement une difficulté de calcul du coût carburant pour chaque étape de vol ; donc on doit utiliser une moyenne du prix unitaire de carburant.

V.2.1.2. COUT EQUIPAGE :

Il dépend de plusieurs facteurs à savoir :

- ✓ Le salaire de base.
- ✓ L'ancienneté dans la fonction des membres d'équipage.
- ✓ La nature des heures de vol.
- ✓ Le type de machine.

Il faut prendre en considération que le salaire de base est en fonction de :

- ✓ L'ancienneté.
- ✓ La machine.
- ✓ La qualification.

Dans notre étude, on considère le coût équipage comme donnée fixe , qui représente une estimation donnée par le département de finance de la compagnie pour les deux types d'avion .

V.2.1.3. COUT DE MAINTENANCE :

Il est composé de :

- ✓ Coût de maintenance structure :
 - a- matière
 - b-main d'œuvre.
- ✓ Coût de maintenance réacteur :
 - a-matière.
 - b- main d'œuvre.

une difficulté s'est produite lors de l'évaluation du coût de maintenance car la compagnie TASSILI AIRLINES n'accomplit pas des opérations de maintenance dans les différentes bases. Donc pour évaluer le coût de maintenance, nous considérons comme données, d'une part le coût horaire estimé par type d'avion , et d'autre part le moyen des heures d'entretien .

V.2.1.4. L'AFFRETEMENT :

C'est un montant qui est déterminé selon le contrat.

V.2.1.5. LES REDEVANCES :

Afin d'accomplir le calcul des redevances pour l'ATR42/500 et le BEECH 1900D, selon les règlements, nous avons pris en considération les paramètres suivants :

- ✓ La mesure de la distance parcourue à partir de la carte **Jeppsen** (1-2 3-4).
- ✓ La masse maximale au décollage de l'avion (**MTWO**).
- ✓ Les nombre d'heures de vol (total, de jours, et de nuit).
- ✓ Le nombre de passagers.
- ✓ Le nombre de touchées de l'avion.

Le calcul des redevances se fait par l'application des formules qui sont déjà citées dans le chapitre précédent.

le montant des coûts directs d'exploitation est la somme de tous les coûts que nous avons calculé précédemment.

Au cours de notre étude, nous avons constaté que l'évaluation des coûts à partir des vols réels effectués est totalement différente que l'évaluation faite à partir des vols programmés.

Cette différence est due à :

- D'une part, les vols programmés par la compagnie ne sont que des prévisions concernant l'heure de départ et l'heure de l'arrivée ; donc le nombre d'heures de vols est le même chaque semaine, ainsi que la distance parcourue et le nombre de touchées.
- D'autre part, l'étude des vols réels donne des écarts entre les nombres d'heures de vols effectuées chaque mois, ainsi que les distances parcourues et le nombre de touchées.

Ces écarts sont en raison des vols qui ne sont pas programmés ou bien les vols non commerciaux qui sont :

- Les vols mis en place pour mettre l'appareil à la disposition de son client.
- Les vols techniques pour l'entretien de l'avion elle même.
- Convoyage technique pour le transport de pièces de rechange nécessaire pour l'entretien des autres avions.
- S-TAL : transport du personnel TASSILI AIRLINES.
- QRF-TECH : retour à l'aérodrome de départ à cause d'une panne technique.
- QRF-MTO : retour d'un aérodrome de départ à cause des conditions météorologiques.

En plus, dans le réseaux de la compagnie TASSILI AIRLINES les conditions météorologique représentent un facteur très important pour la variation des paramètres précédents (augmenter la longueur d'étape) à cause des zones survolées (zone désertiques).

V.2.2. LES COÛTS INDIRECTS

D'habitude, les coûts indirects sont calculés à partir des différentes factures, ce qui permet aux agents commerciaux de la compagnie de trouver une estimation des coûts indirects selon le type d'appareil à partir des coûts directs.

Les montants des coûts indirects pour les deux appareils concernées par notre étude nous ont été données comme suite

- 17 % pour BEECH 1900 D.
- 20 % pour ATR 42/500.

Le chiffre de coût total est la somme des coûts directs et indirects.

V.3. LA RENTABILITE

La compagnie TASSILI AIRLINES assure pour ses clients un nombre d'heures de vol garantis pour chaque mois, à partir des contrats avec ces clients.

Donc,

*La rentabilité = Valeur du contrat par heure * nombre d'heures de vol*

V.4. L'INTERFACE INFORMATIQUE

On a vu que pour calculer les différents coûts d'exploitation d'une compagnie, il faut créer une interface informatique. Pour cela on a opté pour le langage DELPHI car il est plus rapide et plus précis.

Dans notre travail on dispose de

- ✓ Liste des réseaux qu'on veut étudier, voir figure (1).
- ✓ Liste des avions étudiés et leurs propriétés, voir figure (2)
- ✓ L'exploitation :

1. la saisie des donnée

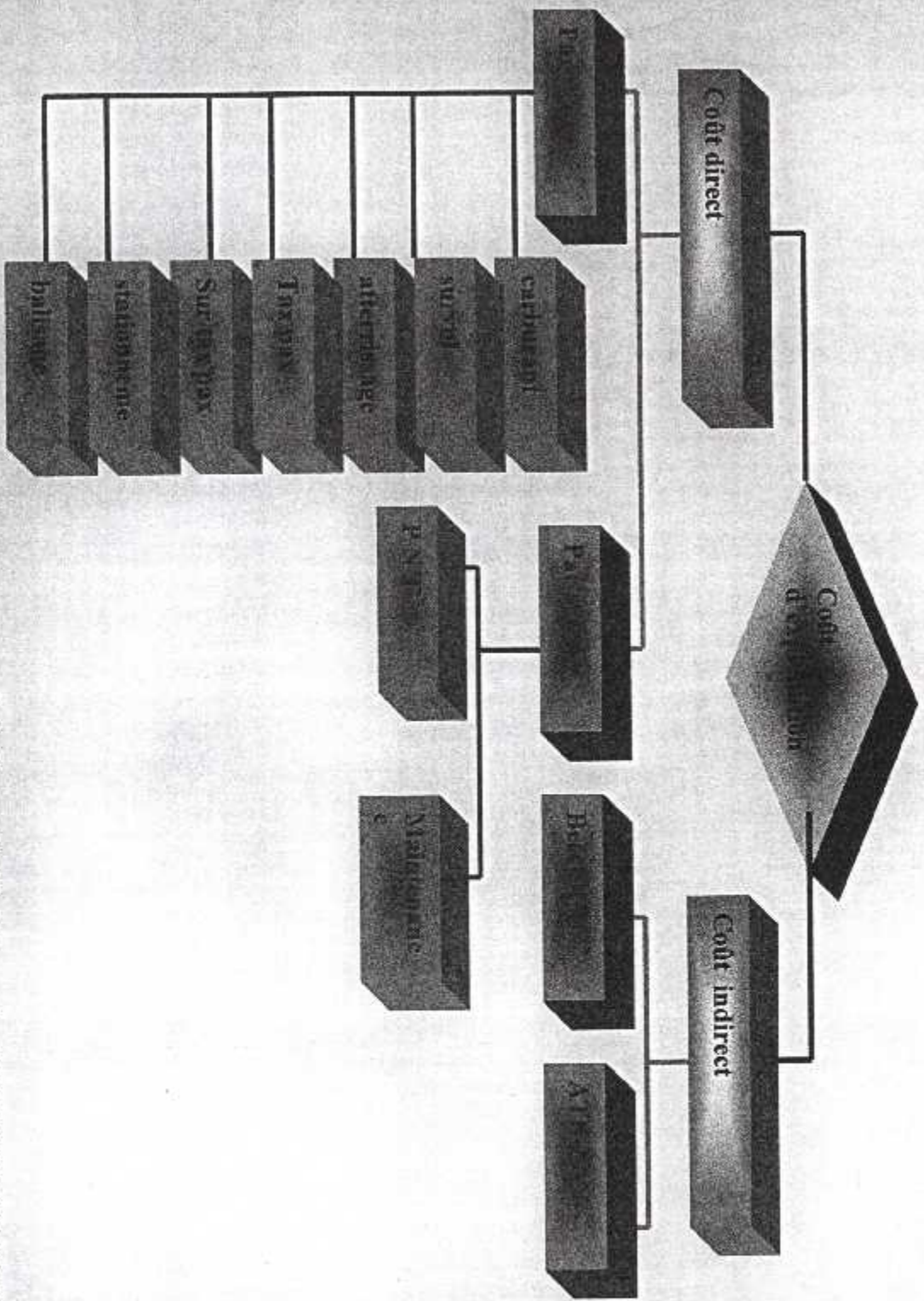
dans cette rubrique on peut saisir les variable (HDV, distance, Nombre de touchée) voire figure (3)

2. Résultat d'exploitation par avion

On trouve les résultats calculés par type d'avions.

On trouve aussi la totalité des coût directe et coût indirecte des appareils qu'on a calculé comme suite :

- On a pris la somme des coûts des deux réseaux pour chaque avion qu'on a ajouté au coût d'exploitation de chaque type d'avion voire figure (4).



L'organigramme du calcul des coûts d'exploitation du BEECH 1900D et ATR42/500

Liste des Réseaux

Insérer

Modifier

Supprimer

Code du Réseau

RNS

Libellé

Redenous

Code Aero	Libellé
HME	Hassi Messaoud
HRM	Hassi R'mel
IAM	Aïn Aminos
▶ RNS	Redenous

Fermer

V.4.figure (1)

Liste des Avions

Inserer

Modifier

Supprimer

Code	Libellé
ATR	ATR (42 / 500)
B1900D	Beech 1900 D

Code de l'Avion

B1900D

Libellé

Beech 1900 D

MWTOF

7688

Prix Unitaire Taxe Passagé

172

Consommation Carburant

900

Nombre de Passagé

12

Prix Unit Sur Taxe Assurance

191

Prix Unitaire du Carburant

1661,05

Nombre PNT

26

Salaire Moyen

70000

Jours d'immobilisation

147

Coût Moyen par Heure

500

Coût d'affrètement

0

Fermer

V.4.figure(2)

Saisie des Données Pour Année 2003

Hassi Messaoud

ATR (42 / 500)

Beach * 900 D

Insérer

Modifier

Supprimer

- Février
- Mars
- Avril
- Mai
- Juin
- Juillet
- Août
- Septembre
- Octobre
- Novembre
- Décembre

HDV

Distance

NBtouche

Carburant

Atterissage

SuVnl

TaxePassagers

Stationnement

Blisage

Surtaxeassurance

Imprimer

Fermer

V.4.figure(3)

Résultats Années 2003 / Avion

ATR (42 / 500)

Beach 1900 D

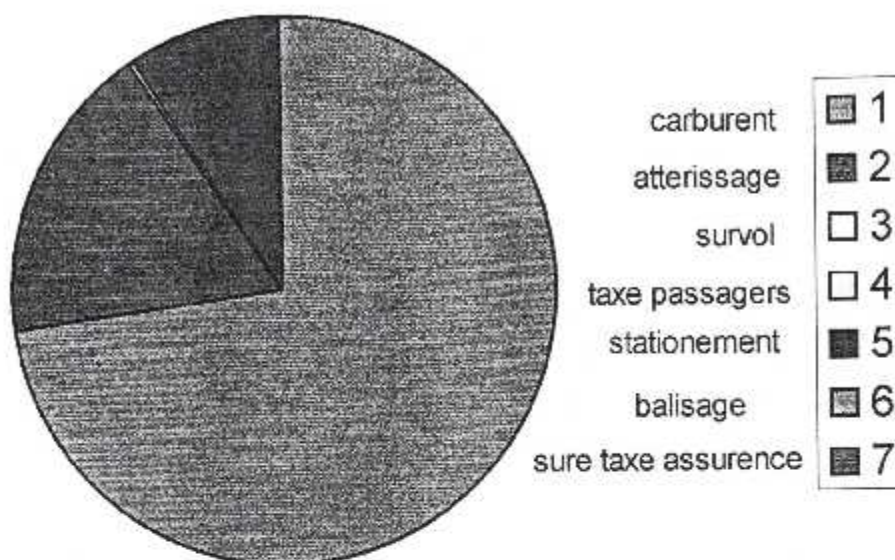
Coût de Maintenane	514500
Coût PNT	1820000
Coût d'affrètement	0
Coût Direct	3794174134,9
Coût Indirect	645009602,933
Coût Total de l'appareil	4439183737,833

Imprimer

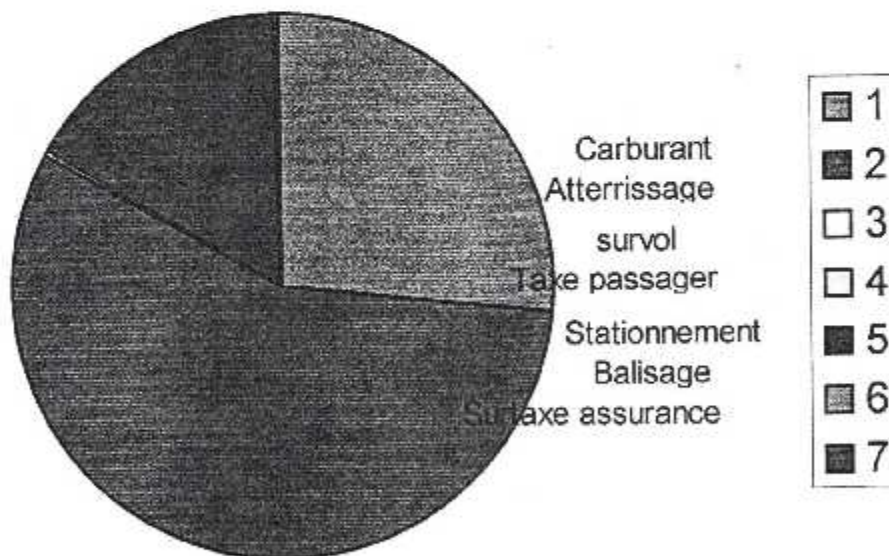
Fermer

V.4.figure(4)

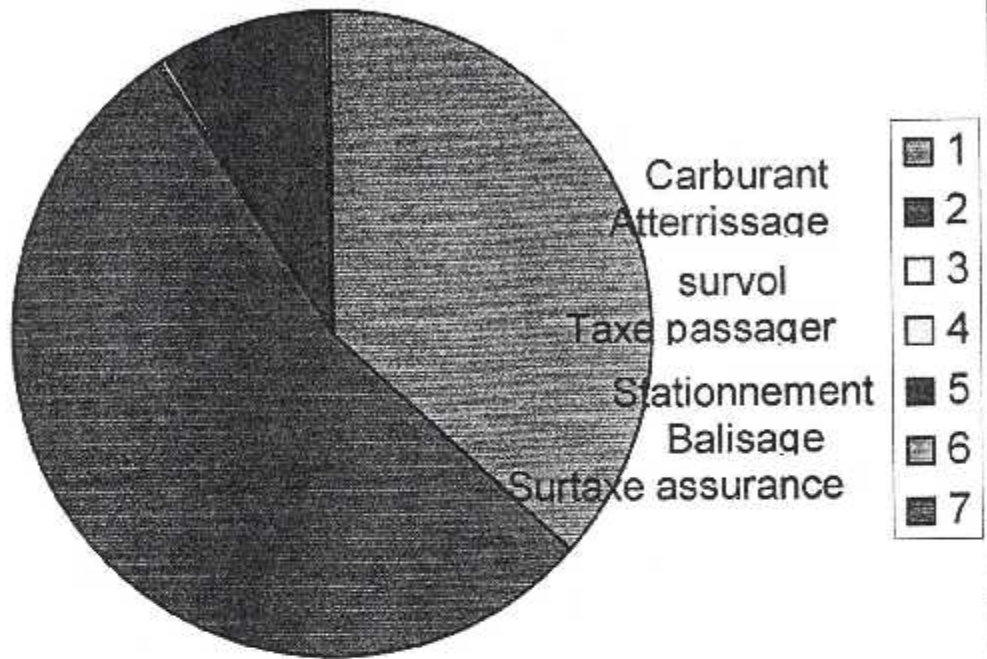
%des coûts pour le reseau HME



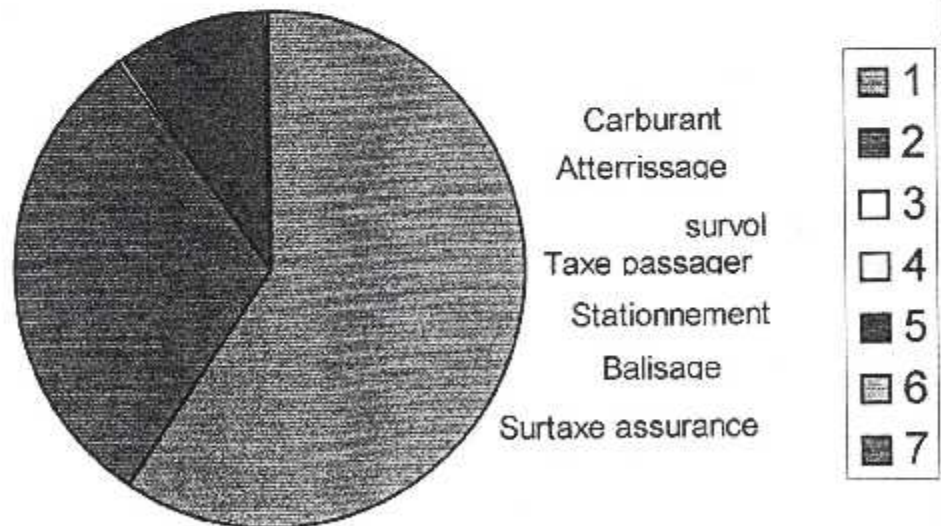
% des coûts pour reseau HRM



% des coûts pour reseau Ainaminasse



% des coûts pour reseau redenouse



CONCLUSION

CONCLUSION

Cette étude réalisée au niveau de la Direction d'exploitation d'une compagnie aérienne nous a permis de tirer aussi bien des conclusions d'intérêt personnel que des conclusions d'intérêt pratique.

1. Nous avons approfondi nos connaissances sur les coûts d'exploitation de deux avions desservant deux réseaux et sur les méthodes qui ont permis leurs évaluations.
2. Nous avons acquis une expérience sur la gestion d'une compagnie aérienne, ainsi que sur les différents paramètres importants intervenants dans l'étude d'ouverture de ligne.
3. D'après cette étude, l'évaluation des coûts d'exploitation à partir des vols réels est plus avantageuse, afin d'éviter les surcoûts. Ce qui permettrait d'optimiser le coût total d'exploitation pour chaque avion, pour chaque réseau et pour toute la flotte de la compagnie.
4. L'interface Delphi de ce travail constituera une base de donnée pour l'évaluation des coûts au sein de la compagnie TASSILI AIRLINES.

Bibliographie

- [1]-Le grand atlas de l'aviation édition atlas
- [2]-Manuel d'exploitation BEECH 1900D 2001
- [3]-ATR42/500t bchwicl specifection
- [4]-Economie du transport aérien (chapitre 2) j. pavaux.
- [5]- Opérations aériennes tome II
- [6]-Mémoire fin étude : étude du cost index des B767 et A310
dacralgrrie
- [7]-Document D.T.A (Direction du Tronsporte Aérien)

ANNEXE

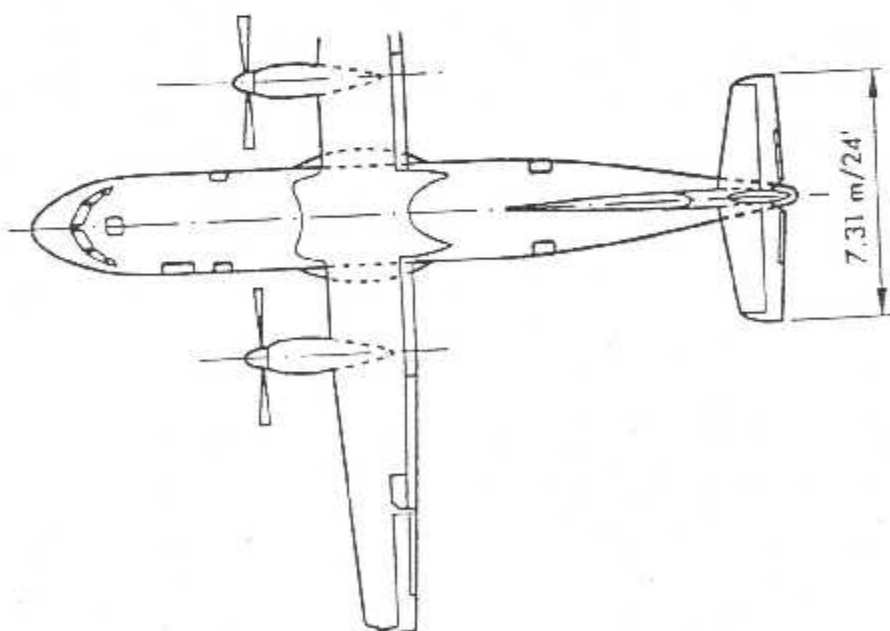
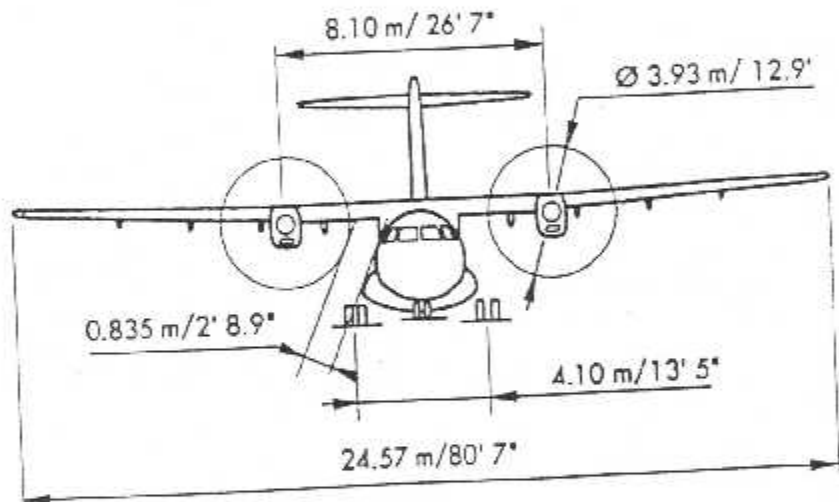
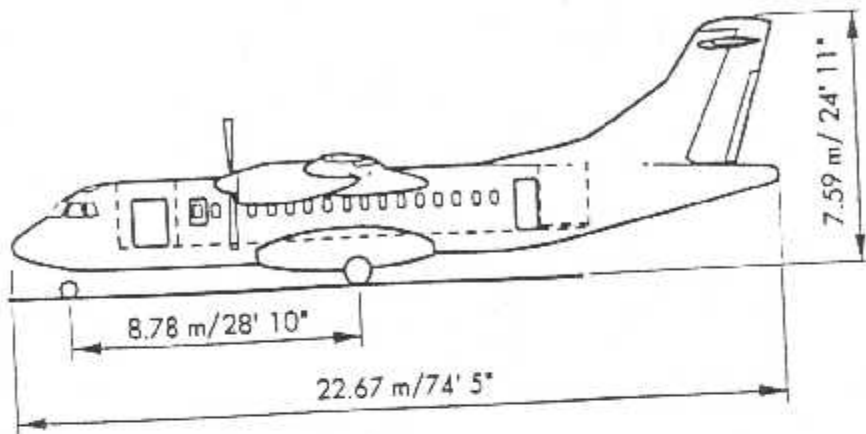
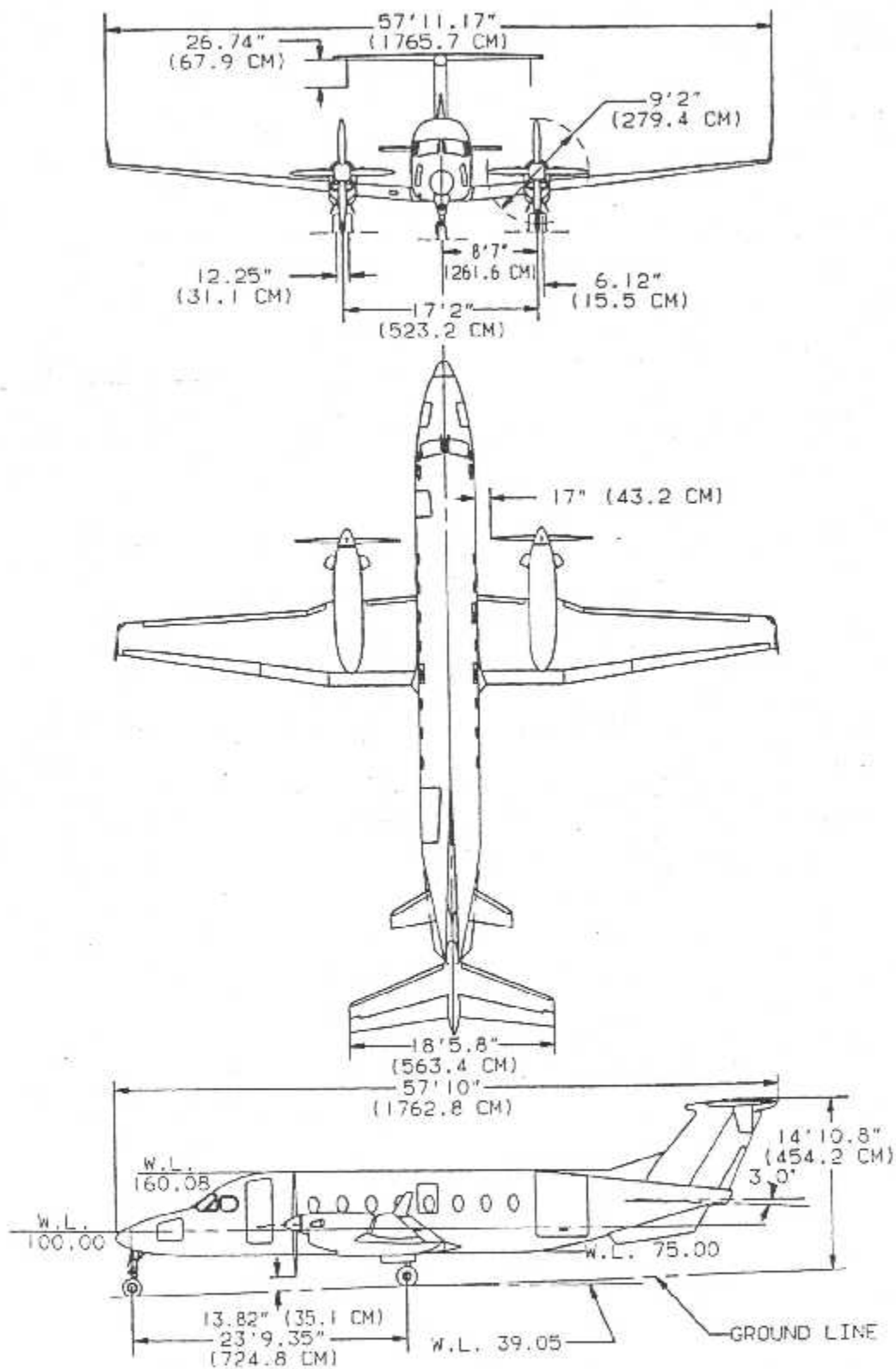


FIG. 01-00 - THREE VIEW DRAWING



C9100119

1900D THREE VIEW