

01/3/08
01/3/08

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique
Université SAAD DAHLAB Blida
Faculté des sciences de l'ingénieur

Département d'Aéronautique

Projet de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme des
Etudes Universitaire Appliquées (DEUA) en aéronautique
Option : propulsion

Thème:

***Etude Descriptive
Sur les Commandes
De Vol De L'A330***

Réalise Par:
MEDDAHI YUCEF
&
MISSOUM ALI

Encadré par :
Mr : TAHLA
Mr : AZZAZEN.M

Promotion : 2008



REMERCIEMENTS



Nous tenons à remercier en premier lieu le bon Dieu de nous avoir donné le Courage, la patience et la capacité de mener ce travail à terme.

Nous exprimons nos vifs remerciements à notre promoteurs messieurs TAHI ALI et AZZAZEN MOHAMED de nous avoir encadré malgré la charge du travail et à exprimer notre profonde gratitude pour nous avoir proposé ce sujet.

Nos remerciements vont aussi aux Messieurs:

- BELABASSE ABDELRAHMAN
- SAMEUT BOUHAÏK MOHAMED
- MESSAI ABDOU

Au membre de jury pour l'honneur qui nous ont accordé en acceptant de juger notre travail.

Et à tout ceux qui nous ont soutenu de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

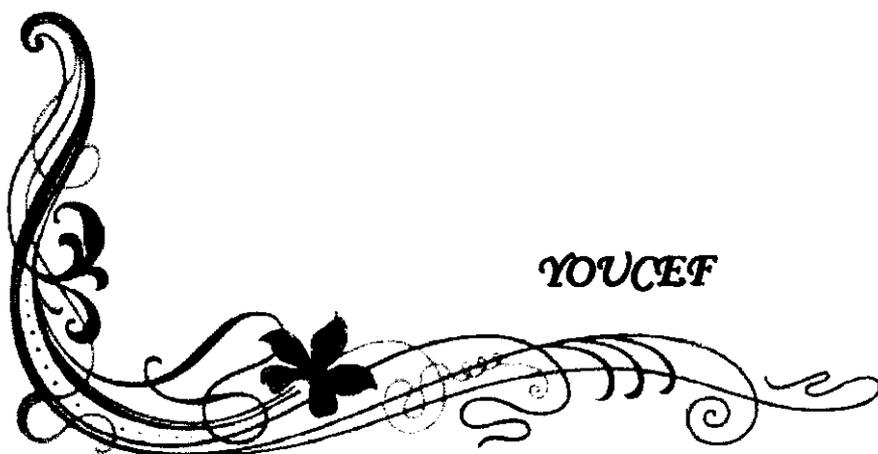




DEDICACES

J'offre ce modeste travail avec une grande Fierté à :

- ◆ *Mes chers et aimables parents qui m'on soutenus tout le long de mes études.*
- ◆ *MES FRERES ET SCEURS*
- ◆ *Tous les professeurs au niveau de l' DAB*
- ◆ *Tout Les membres des familles: MEDDAHI ET*
- ◆ *Mon binôme ALI*
- ◆ *Touts mes amis.*



YOUCEF



DEDICACES

J'offre ce modeste travail avec une grande Fierté à :

- ◆ *Mes chers et aimables parents qui m'ont soutenus tout le long de mes études.*
- ◆ *MES FRÈRES ET SŒURS*
- ◆ *Tous les professeurs au niveau de l' DAB*
- ◆ *Tout Les membres des familles: MISSOUM ET NAAS ARABA*
- ◆ *Mon binôme youcef*
- ◆ *Touts mes amis.*



Ali

La liste des figures

La liste des figures

Chapitre I

| | |
|---|----|
| Figure (I.1) : Dimensions de l'airbus A330-200..... | 04 |
| Figure (I.2) : Structure d'avion A330-200..... | 04 |
| Figure (I.3) : Structure de fuselage..... | 05 |
| Figure (I.4) : Composants du fuselage..... | 07 |
| Figure (I.5) : Structure de l'aile..... | 10 |
| Figure (I.6) : Plan central..... | 11 |
| Figure (I.7) : Aile externe – arrangement général..... | 12 |
| Figure (I.8) : Endroit des nervures et longerons..... | 13 |
| Figure (I.9) : Stabilisateurs..... | 18 |
| Figure (I.10) : Plan horizontal réglable (THS)..... | 19 |
| Figure (I.11) : Stabilisateur vertical..... | 20 |
| Figure (I.12) : Train d'atterrissage..... | 22 |
| Figure (I.13) : Train d'atterrissage principal..... | 23 |
| Figure (I.14) : Les réservoirs de carburant..... | 25 |
| Figure (I.15) : Circuit carburant..... | 26 |
| Figure (I.16) : Réacteur CF6-80E1..... | 27 |
| Figure (I.17) : Les modules principaux de réacteur CF6-80 E1..... | 28 |
| Figure (I.18) : Emplacement de mât sur l'avion..... | 29 |
| Figure (I.19) : Nacelle du réacteur..... | 30 |

Chapitre II

| | |
|--|----|
| Figure (II.1) : Principe de commande de vol de l'A330..... | 31 |
| Figure (II.2) : Commande de vol primaire..... | 33 |
| Figure (II.3) : Les becs de bord d'attaque (ou slats)..... | 35 |
| Figure (II.4) : Volets de Krueger..... | 35 |
| Figure (II.5) : Volet de bord de fuite..... | 35 |
| Figure (II.6) : Commandes de vol..... | 37 |
| Figure (II.7) : Fonctionnement des gouvernes..... | 54 |
| Figure (II.8) : chaîne de commande gauchissement..... | 55 |
| Figure (II.9) : Servo-tab et panneau de compensation..... | 57 |
| Figure (II.10) : Dispositif hypersustentation..... | 57 |

La liste des figures

Chapitre III

| | |
|--|----|
| Figure (III.1) Installation des spoilers extérieurs..... | 71 |
| Figure (III.2) Installation des spoilers intérieurs..... | 73 |
| Figure (III.3) Limites d'utilisation des spoilers..... | 75 |
| Figure (III.4) Ajustement des spoilers intérieurs..... | 77 |

Chapitre I : Description générale de l'avion

| | |
|---|----|
| I-1 Historique..... | 01 |
| I-2 Fuselage..... | 05 |
| I-2.1 Description du fuselage..... | 06 |
| I-3 Ailes..... | 09 |
| I-3.1 Description de l'aile..... | 10 |
| I-4 Stabilisateurs..... | 16 |
| I-4.1 Stabilisateur horizontal..... | 18 |
| I-4.2 Stabilisateur vertical..... | 19 |
| I-5 Train d'atterrissage..... | 21 |
| I-5.1 Manoeuvre de train..... | 24 |
| I-6. Circuit carburant..... | 24 |
| I-6.1 Systèmes D'avitaillement..... | 26 |
| I-6.2 Systèmes de mise à l'air libre..... | 26 |
| I-7 Réacteur CF6-80E1..... | 27 |
| I-7.1 Le mât..... | 29 |
| I-7.2 La nacelle..... | 29 |

Chapitre II : le mécanisme de commandes de vol

| | |
|---|----|
| II- Généralités..... | 31 |
| II-1. Les manœuvres..... | 31 |
| II-2 Les différents commandes..... | 34 |
| II-2.1 Les commandes de vols primaires..... | 34 |
| II-2.2 Les commandes de vols secondaires..... | 34 |
| II-2.3 Commande latérale..... | 37 |
| II-3 Les commandes de vol sur A330-200..... | 37 |
| II-3.1 Les différents commandes..... | 38 |
| II-4 Les câbles..... | 48 |
| II-5 Rôle et mode de fonctionnement de chaque commande..... | 48 |
| II-5.1 Les ailerons..... | 48 |
| II-5.2 Les gouvernes de directions..... | 50 |
| II-5.3 Les gouvernes de profondeurs..... | 50 |
| II-5.4 Les volets de bord de fuite..... | 51 |

Chapitre III : Maintenance

| | |
|--|----|
| III- Introduction..... | 58 |
| III-1.1 Définition de la maintenance..... | 58 |
| III-1.2 Les objectifs de la maintenance..... | 58 |
| III-1.3 Les coûts d'exploitation directe d'un avion..... | 60 |
| III-1.4 Programme d'entretien de l'Airbus A330..... | 60 |
| III-2 Entretien des commandes de vols..... | 61 |
| III-2 .1 Entretien général..... | 61 |
| III-2.2 Montage démontage des élément des commandes de vols..... | 63 |

ملخص

إن أنظمة التحكم في الطائرة عبارة عن مكونات تسمح بتغيير وضعية الطائرة حول محاورها الثلاثة إن الهدف المسطر من خلال هذا العمل إعداد دراسة حول أنظمة التحكم في الطائرة ولقد مكنتنا هذه الدراسة من فهم واستيعاب مختلف الأجزاء المكونة لها كما أن الهدف المحوري هو فهم مبدأ عمل أنظمة التحكم في الطائرة وأخيرا عمليات صيانتها

Résumé :

Les commandes de vol sont des dispositifs permettent de changer la position de l'avion autour des axes de référence.

L'objectif de ce travail est d'élaborer une étude descriptive des commandes de vol d'airbus A330.

Grâce à cette étude on a pu comprendre et avoir clairement leurs différentes composantes.

Cependant, le but est aussi de comprendre le principe de fonctionnement des systèmes de commandes de vol et finalement leurs opérations de maintenance.

Abstract:

The flight controls are devices make it possible to change the position of the plane around the axes of the reference.

The objective of this work is of prepares a study descriptive, of orders, of flight of A330.

Thanks to this study one with been able to include /understand and to have clearly their different components.

However, the goal is also to include the principal operation of the control devices of flight, and finally their maintenance actions.

Introduction général

Introduction :

Le présent mémoire de fin d'étude se réfère au titre (ETUDE DESCRIPTIVE DE LE MECANISME DE COMMANDE DE VOL DE A330) du programme officiel de l'option de propulsion, dont il traite la partie de description de l'avion et le mécanisme de commande de vol, et une partie de la maintenance des commandes de vol.

L'avion A330-200 est un biréacteur gros porteur, moyen et long-courrier. Cet appareil bénéficie des technologies les plus modernes et notamment des commandes de vols électriques. Airbus a choisi de l'équiper de moteurs Général Electric CF6-80E1 développé en coopération avec SNECMA.

Le plan de cet mémoire fait ressortir les composants d'un avion suivant leur fonction.

CHAPITRE I : Description générale de l'avion.A330

On aperçoit dans ce chapitre que le nombreux éléments et procédés de montage semblables se retrouvent à la fois dans le fuselage, voilure, empennage, gouverne, fixation de moteur équipant l'avion (nacelle et mât), train d'atterrissage, circuit carburant, il est utile d'analyser séparément la constitution de chaque section. Les différences proviennent de la prépondérance du rôle que la section à jouer dans les rôles mécanique ou aérodynamique.

CHAPITRE II : Mécanisme des commandes de vol.

Description et fonctionnement des commandes de vols en générale sur les avions .Tous les principes de commande que nous avons présentés de cette partie s'appliquent à un endroit ou à un autre du mécanisme. En étudiant la composition et le fonctionnement de chaque commande (les ailerons, les gouvernes, les spoilers, etc....), d'une façon globale, comment ces principes sont appliqués. Nous verrons plus loin le détail du fonctionnement de quelques éléments de ce circuit.

Chapitre III : Entretien et maintenance des commandes de vols:

Dans toute entreprise bien structurée, le service d'entretien et travaux neufs doit recevoir cinq sorts de mission si l'on veut qu'il accomplisse avec le maximum d'efficacité et au coût minimum, l'ensemble des travaux inhérents à sa fonction.

CHAPITRE I



I-1 Historique :

Le 27 janvier 1986, l'A330 officiellement présenté et continue d'évoluer sur les planches à dessins. Il gagne en masse et en performance, intègre les commandes de vol numériques de l'A320 avec mini manches et les glass cockpits. Quatorze mois plus tard, l'intérêt des compagnies aériennes dépasse largement les espoirs du constructeur qui s'était fixé un seuil de 40 exemplaires commandés par 5 transporteurs pour le lancement de la gamme. En fait, en mars 1987 le carnet de commandes affiche déjà 109 appareils pour 9 clients.

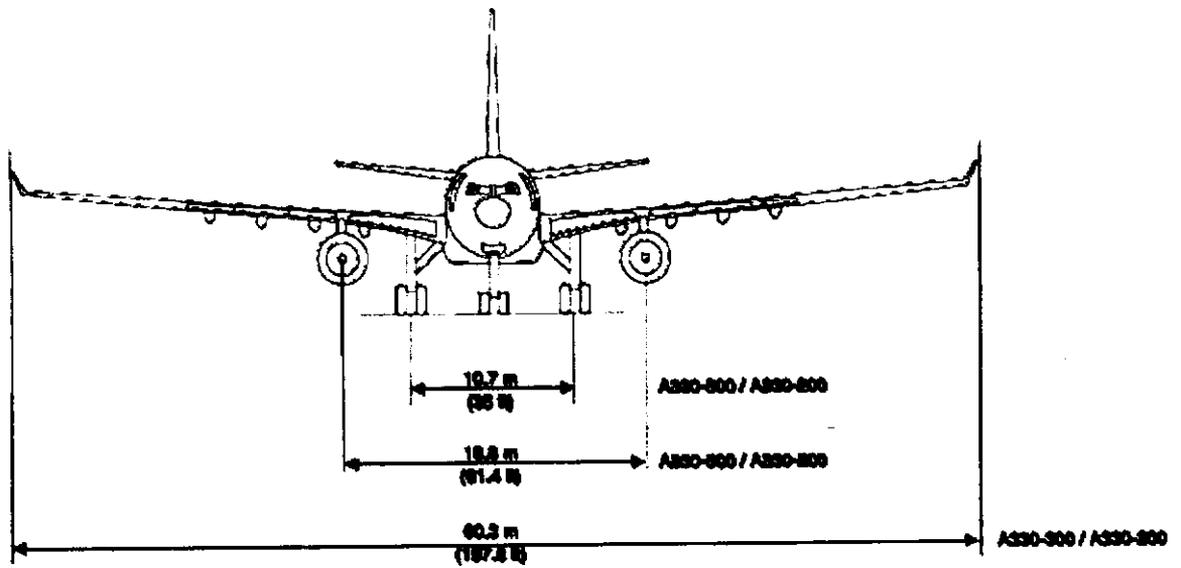
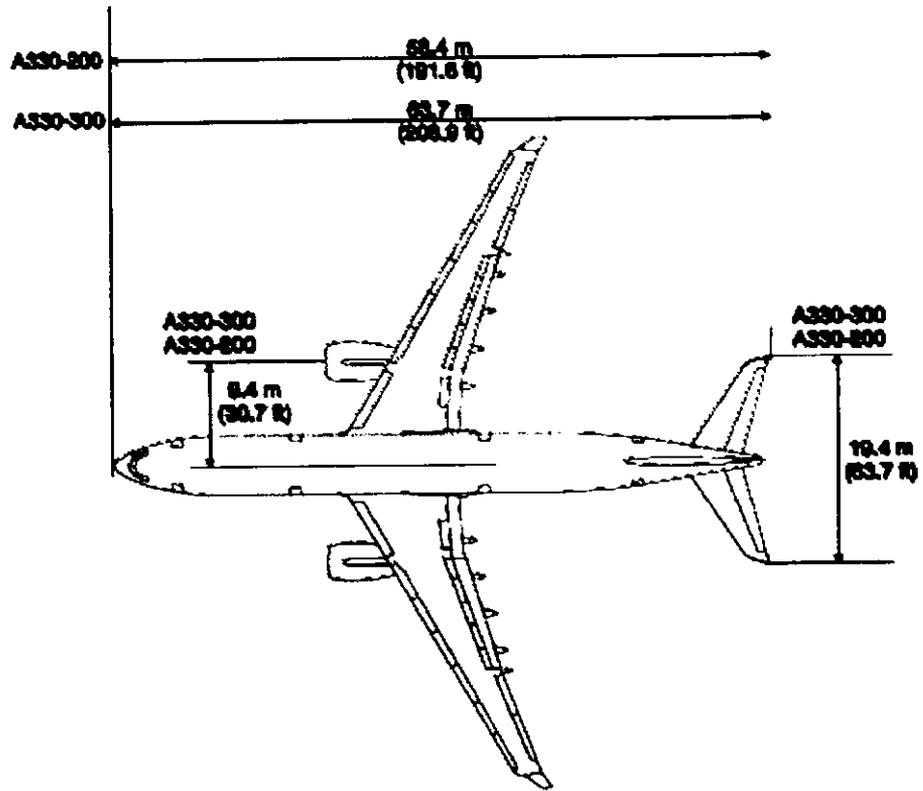
Airbus travaille sur l'A330 présenté au public en octobre 1992. Le biréacteur nécessite beaucoup de travail, puisqu'il faut que chaque motorisation soit approuvée et la campagne d'essais s'étale sur à peu près deux ans, malheureusement marquée le 30 juin 1994 par l'accident du prototype équipé de Pratt & Whitney.

La version 200 est plus petite que la 300 d'environ 4m mais elle gagne 2000 km d'autonomie ce qui fait son charme et ce qui explique son succès auprès des compagnies aériennes.

En février 2005, il y a eu 287airbus A300-200 commandés dont 179 livrés et 238 A330-300 commandés dont 156 livrés.



Description de l'A330





Description de l'A330

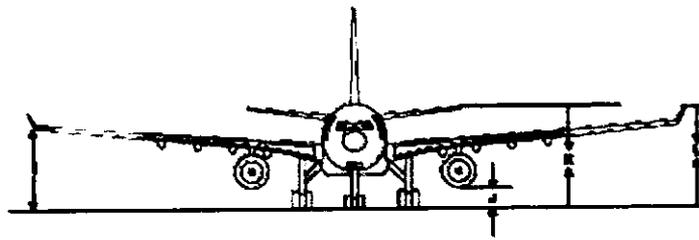
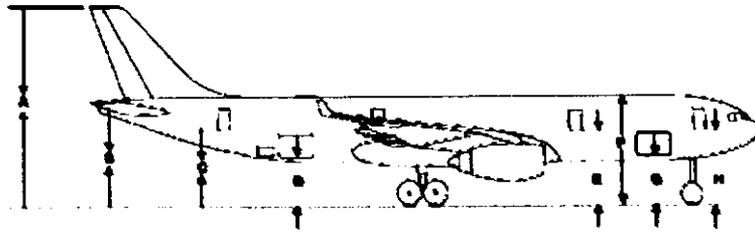


Figure (I.1) : Dimensions de l'airbus A330-200

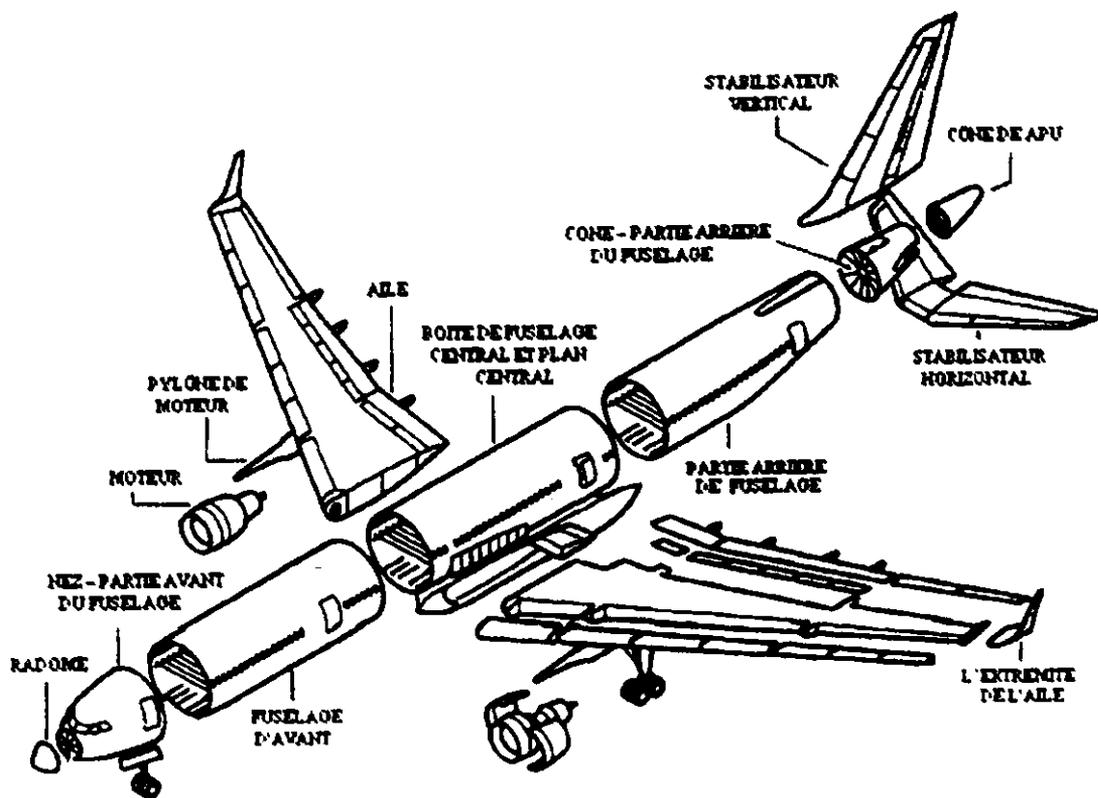


Figure (I.2) : Structure d'avion A330-200



représentent aujourd'hui la part la plus importante de la masse du fuselage. La suppression de ces rivets est donc un enjeu de taille pour les nouvelles générations d'appareils.

Le fuselage contient des parties de structure secondaire, qui ne sont pas utilisées sous des conditions particulièrement contraignantes. Pour ces parties, on essaye surtout de gagner du poids en utilisant des matériaux composites. Le plancher, par exemple, est souvent un panneau sandwich.

I-2.1 Description du fuselage :

Les composants principaux du fuselage primaires sont: (Voir figures I.4)

- Nez - partie avant du fuselage.
- Fuselage d'avant
- Fuselage central.
- Partie arrière du fuselage.
- Cône - partie arrière du fuselage.

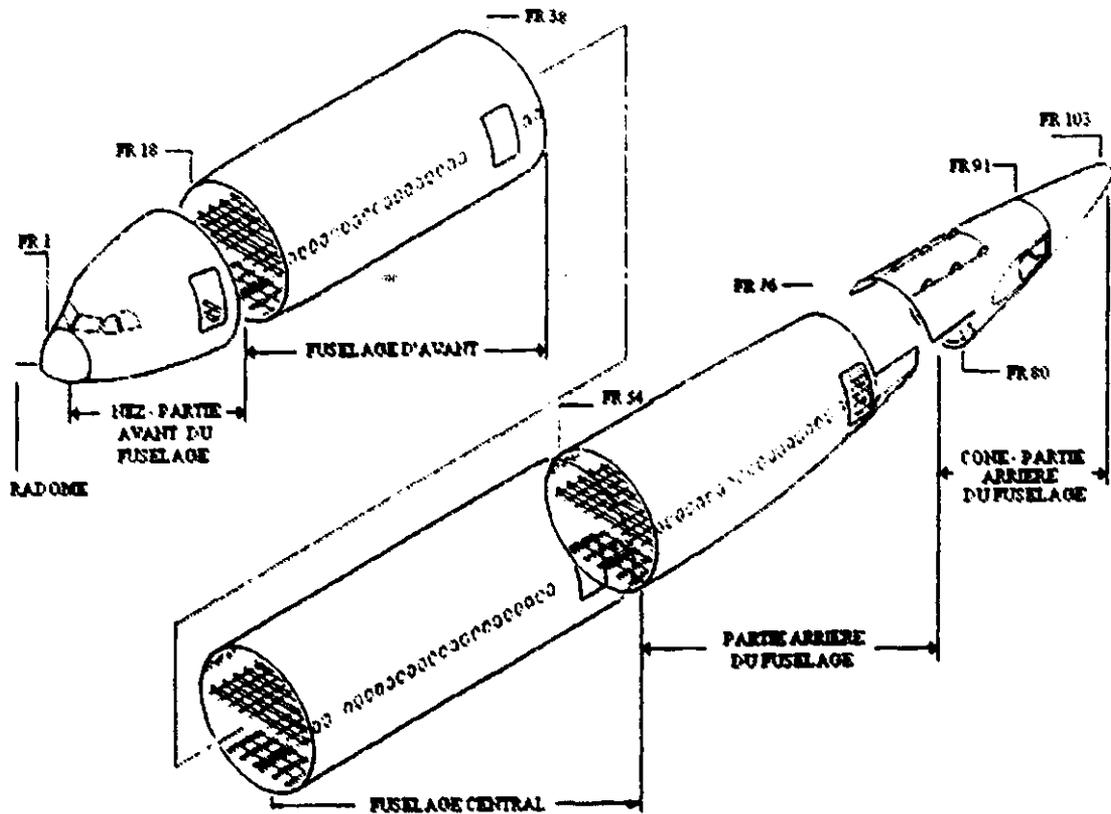


Figure (I.4) : Composants du fuselage

A. Nez - partie avant du fuselage :

La partie supérieure de l'ensemble inclut le cockpit et la cabine. La partie plus inférieure de l'ensemble inclut le compartiment de train d'atterrissage avant et la soute électronique. Le radôme est attaché sur la face avant de FR 1.

Le cockpit, la cabine et la soute électronique sont dans la zone pressurisée. La pression de la cloison étanche vers l'avant, sépare le radôme de la zone pressurisée, est installée à FR1. Des cadres résistants de pression sont installés dans la partie inférieure du fuselage d'avant. Qui séparent le compartiment de train d'atterrissage avant de la zone pressurisée.

B. Fuselage avant:

La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine et une partie du compartiment central des passagers et la partie inférieure de



l'ensemble contient la soute avant. Tout le fuselage avant est dans la zone pressurisé

C- Fuselage central:

Le fuselage central s'étend de FR38 à FR54. La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine. La boîte de centre d'aile et le compartiment de train d'atterrissage principal, et le compartiment hydraulique, sont dans la partie inférieure de l'ensemble.

La boîte de centre d'aile est installée entre FR40 et FR47. La structure se prolonge à traversa largeur du fuselage inférieur. Le compartiment de train d'atterrissage principal est installé entre FR 47 ET FR53.2.

Une quille de faisceau est installé dans le fond du fuselage inférieur et s'étend de FR39 à FR53.5. Elle garde la résistance de la structure longitudinale du fuselage inférieur et absorbe les charges de recourbement de fuselage.

Le capot de carénage de ventre est installé du côté externe de la partie plus inférieure du fuselage central. La structure est une prolongation au fuselage inférieur et contient la climatisation et l'équipement de servitudes hydrauliques.

D. Partie arrière du fuselage:

La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine arrière du passager et la partie inférieure de l'ensemble contient la soute arrière. Toute la partie arrière du fuselage est dans la zone pressurisée.

E. Cône - partie arrière du fuselage :

Le cône - partie arrière du fuselage s'étend de FR80A FR103. Les panneaux du revêtement supérieurs arrière de FR76 sont également une partie du cône - partie arrière du fuselage. La cloison étanche arrière de pression est installée à fr80. La partie de cône arrière du fuselage fait partie du secteur du fuselage qui n'est pas pressurisé.

Le stabilisateur horizontal est installé entre FR87 et FR91. Quatre ferrures de fixation de cône arrière sont installées au visage arrière de fr91

Unité de puissance auxiliaire [Auxiliary Power Unit (APU)] est



installé entre FR95 et FR105. Le compartiment de (APU) est une zone indiquée du feu. Les renforts en métal séparent les murs à l'épreuve du feu de revêtement du cône, qui est fait en alliage d'aluminium. La partie supérieure du compartiment de (APU) a un plafond fort et deux longerons. Les ferrures de fixation de (APU) sont installées aux deux longerons. L'entrée d'air de (APU) est installée entre FR92 et FR94 L'extrémité arrière du cône de FR103 est un capot de carénage pour l'échappement de (APU). Le capot de carénage est d'une construction en métal de feuille.

I-3 Ailes :

Les ailes sont les éléments de la cellule qui produisent la portance en vol, elles sont soumises à des contraintes en flexion et en torsion. (Voir figure I.5)

Elles contiennent :

- Les commandes de vol.
- Les dispositifs hypersustentateurs.
- Les aérofreins, les spoilers.

Elles permettent sur beaucoup d'appareils, la fixation du train d'atterrissage, des moteurs ainsi que le logement des réservoirs (carburant).

Les ailes supportent les forces qui permettent de maintenir l'avion en vol. Sous leurs effets, les ailes ont tendance à se courber vers le haut. Ainsi, l'extrados (partie supérieure de l'aile) est chargé en compression, tandis que l'intrados (partie inférieure) est chargé en traction. On utilise donc pour l'extrados un alliage d'aluminium de la série 7000 pour ses bonnes aptitudes en compression et en stabilité. On utilise pour l'intrados, un alliage d'aluminium de la série 2000. Les bords d'attaque, les bords de fuite et les volets des ailes, sont en matériaux composites.

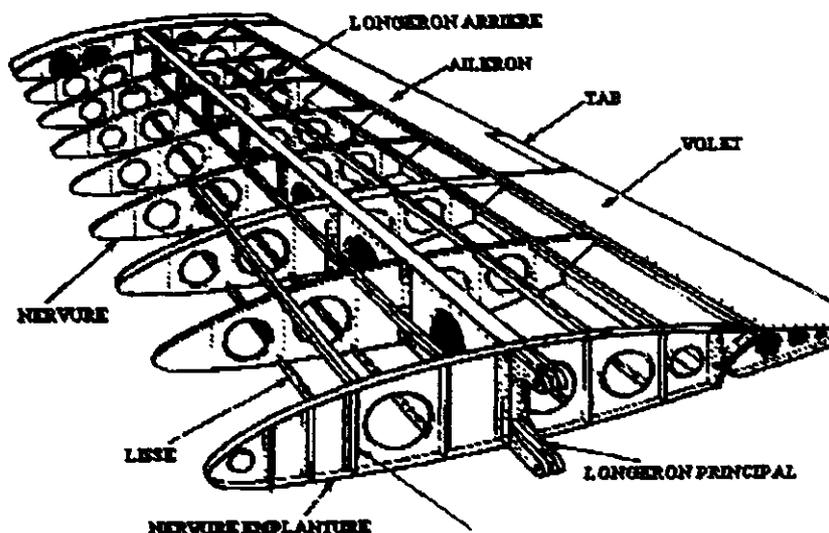


Figure (I.5) : Structure de l'aile

| Définitions relatives à la voilure | |
|------------------------------------|--|
| Bord d'attaque | Partie avant de l'aile dans le sens de déplacement. |
| Bord de fuite | Partie arrière de l'aile dans le sens de déplacement. |
| Intrados | Face inférieure de l'aile. |
| Extrados | Face supérieure de l'aile. |
| Profil | Section de l'aile par un plan vertical parallèle à l'axe longitudinal du fuselage. |
| Emplanture | Liaison aile fuselage. |
| Saumon | Partie extrême de chaque demi aile. |

I-3.1 Description de l'aile:

L'aile de l'avion A330-200 est une structure continue qui passe par le fuselage entre les FR40 ET FR47. (Voir figures I.8, I.7, I.6)

Il se compose de trois parties:

- Le plan central (zone 140)
- L'aile externe gauche (zone 500)
- L'aile externe droite (zone 600)



A. Plan central:

Le plan central est installé dans le fuselage central entre les FR40 et FR47 est inclut

- Longerons d'avant, centraux et arrière (aux FR40, 42 et 47 respectivement).
- Panneau de revêtement supérieur et inférieur.
- Deux armatures principales. (aux FR40 et 47).
- Un ensemble de 54 tiges intégrales de fibre de carbone.
- Nervure gauche 1 et nervure droite 1.

Le plan central a des attachements pour les ailes externes droites et gauches à la nervure gauche 1 et à la nervure droite 1

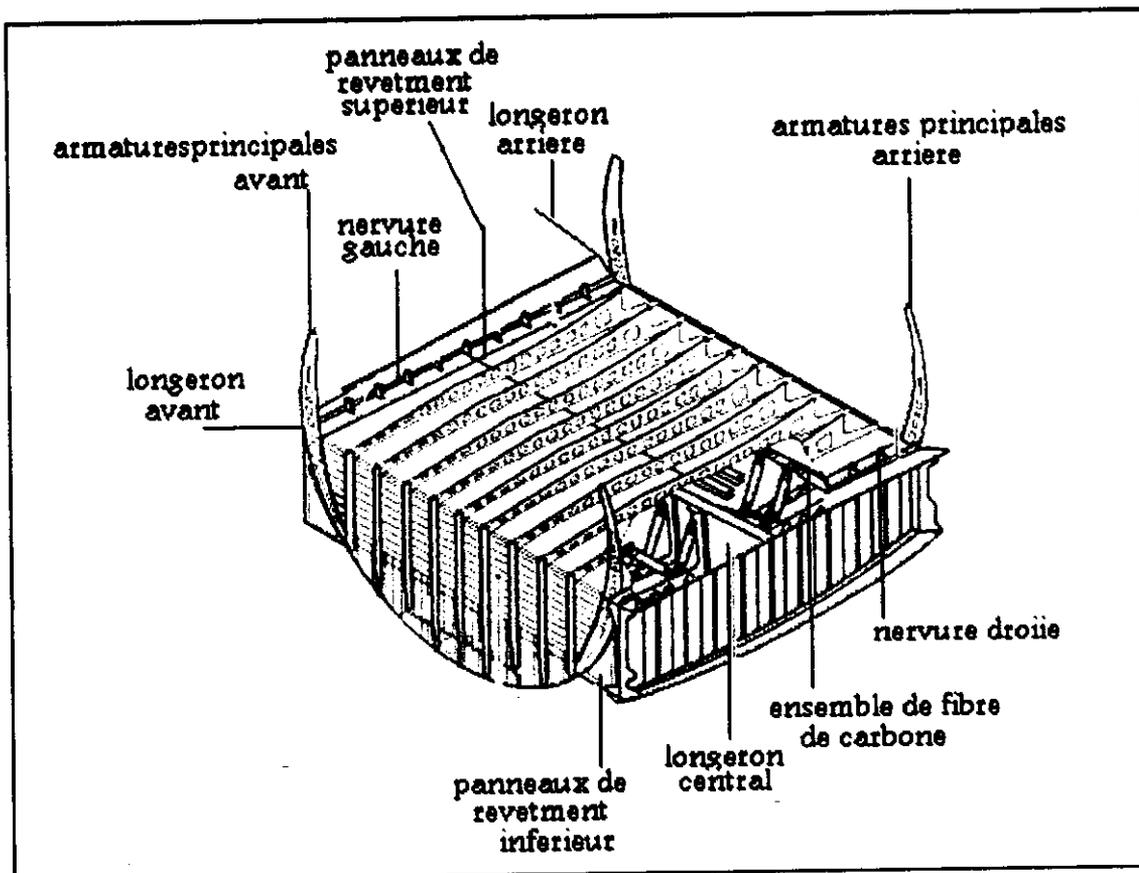


Figure (I.6): plan central

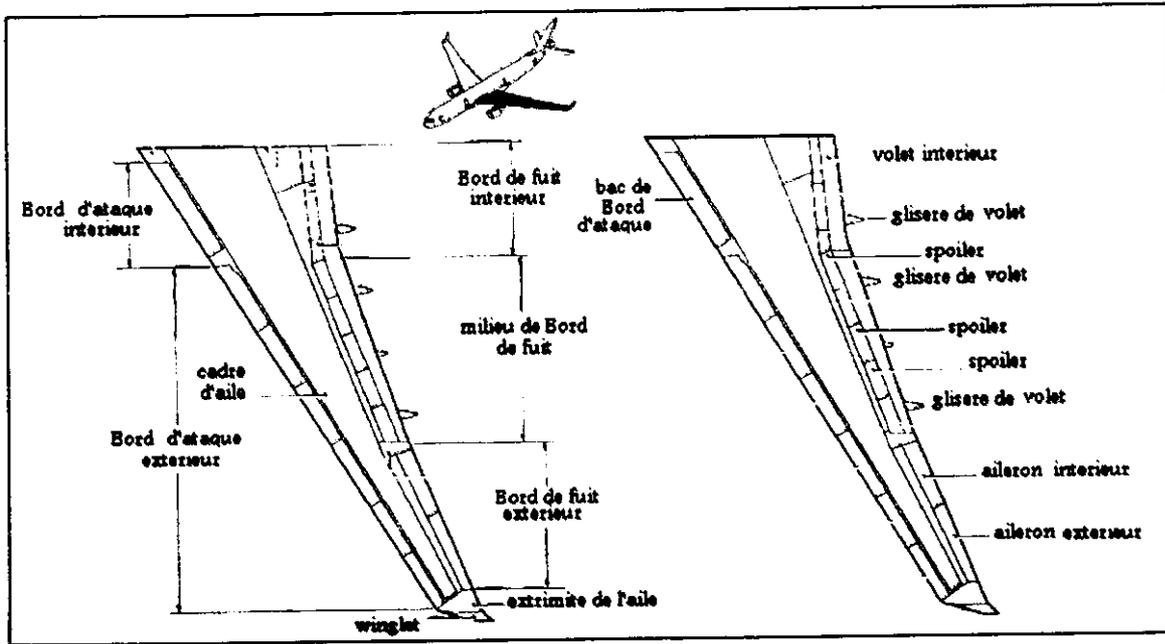


Figure (I.7): aile externe – arrangement général

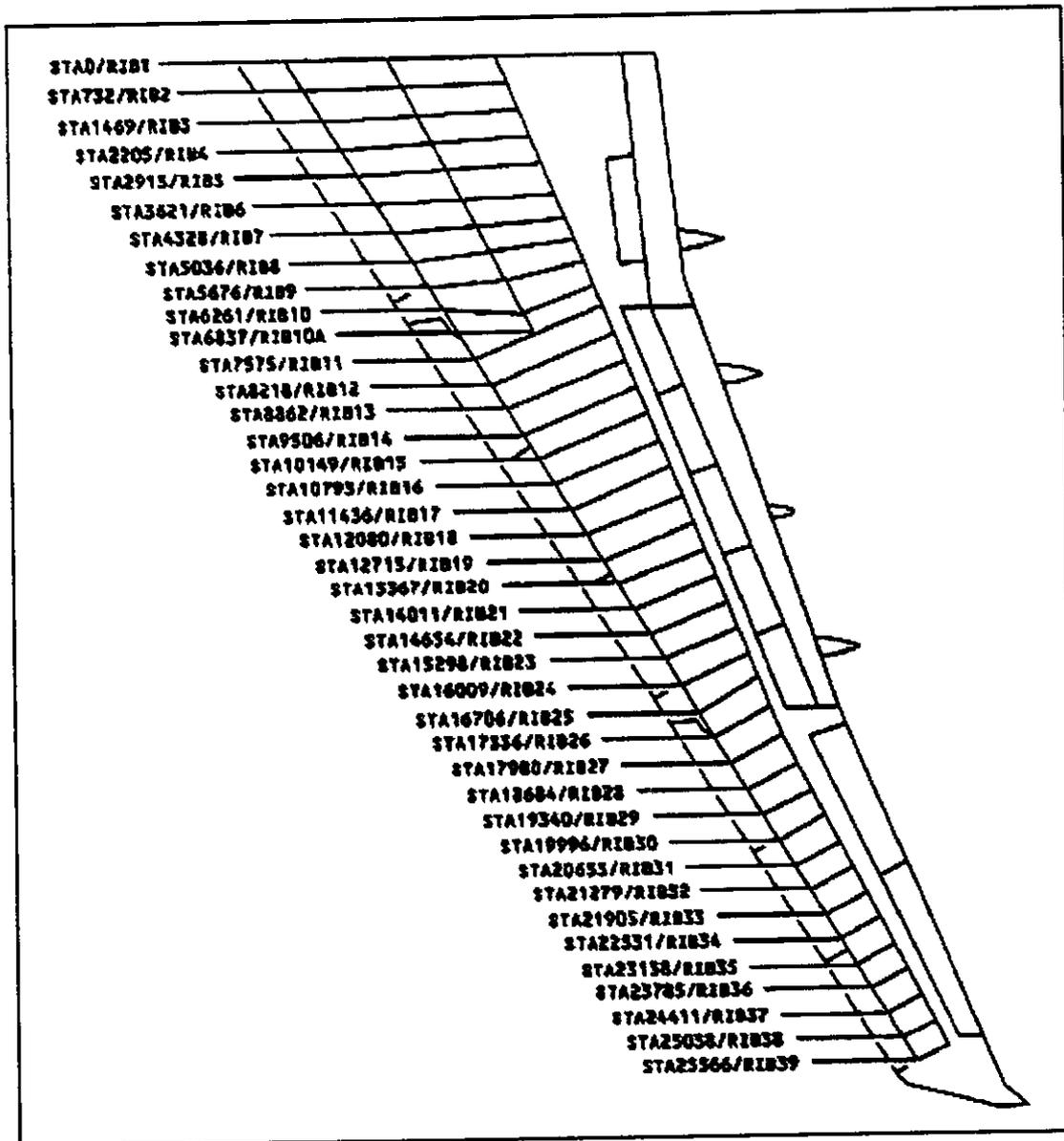


Figure (I.8) : Endroit des nervures et longerons



B. Aile Externe:

Chaque aile externe inclut :

- Boîte d'aile.
- Saumon (l'extrémité d'aile).
- Bord d'attaque et dispositifs de bord d'attaque.
- Bord de fuite et dispositifs de bord de fuite.

1- Boîte d'aile:

La structure principale de chaque aile externe est la boîte d'aile qui effile de la racine d'aile au saumon. Ses longerons avant et arrière s'étendent de STAO à STA2556 et sont faits dans trois parts. Le longeron avant a des joints à STA821 et STA1798 et le longeron arrière a des joints à STA568 et à STA1798. Le longeron central s'étend de STAO à STA757.

La boîte d'aile a 39 nervures. Bien que les nervures soient continues entre les longerons, les nervures RIB2 à RIB11 sont faites en deux parts (pour permettre l'installation du longeron central). Chacun des fonds supérieurs de la boîte d'aile a quatre panneaux de revêtement qui se prolongent en avant du longeron avant et à l'arrière du longeron arrière. La structure du bord de fuite est attachée par ces projections aux longerons avant et arrière.

Les lisses donnent la force aux panneaux de revêtement de dessus et de bas. La boîte d'aile a deux réservoirs de carburant intégraux et un réservoir de passage. Trente trois panneaux du revêtement inférieur donnent l'accès aux réservoirs.

La boîte d'aile a également des fixation pour :

- Le bord d'attaque et le dispositif du bord d'attaque.
- Le saumon et la dérive.
- Le bord de fuite et le dispositif du bord de fuite.
- Le pylône du support moteur.
- Le train d'atterrissage principal.

2- Extrémité l'aile:

L'extrémité de l'aile et le montage de la winglet sont installés à la nervure RIB39. Il y a deux panneaux d'accès installés sous le joint d'aile incliner à winglet.



3- Bord d'attaque et dispositifs du bord d'attaque :

Le bord d'attaque est situé en avant du longeron avant et le caisson d'aile. Il inclut l'intérieur et l'extérieur du bord d'attaque et le sommet et le fond du panneau.

Les bords de bord d'attaque principale est installé sur l'aile comme suit :

- Le bec de bord d'attaque 1 est entre STA73/RIB2 et STA626/RIB10.
- Le bec de bord d'attaque 2 est entre STA626/RIB10 et STA1015/RIB15
- Le bec de bord d'attaque 3 est entre STA1015/RIB15 et STA1337/RIB20
- Le bec de bord d'attaque 4 est entre STA1337/RIB20 et STA1601/RIB24
- Le bec de bord d'attaque 5 est entre STA1601/RIB24 et STA2000/RIB30
- Le bec de bord d'attaque 6 est entre STA2000/RIB30 et STA2253/RIB34.
- Le bec de bord d'attaque 7 est entre STA2253/RIB34 et STA2557/RIB39

4- Bord de fuite et dispositifs du bord de fuite :

La structure du bord de fuite à l'arrière du longeron arrière de la boîte d'aile est inclut à l'intérieur, milieu et l'extérieur du longeron arrière du bord de fuite.

L'intérieur du longeron arrière du bord de fuite inclut :

- Le revêtement du caisson.
- Le panneau de l'extrados.
- La structure entre le revêtement intérieur fixe et le revêtement extérieur.

- Revêtement extérieur.
- Le panneau fixe inférieur de l'aile.

Le milieu et longeron arrière de bord de fuite incluent :

- Les nervures de charnière.
- Les nervures d'intermédiaire.
- Les supports de vérin commande.
- Les panneaux de haut et de bas.

Les dispositifs de bord de fuite sont :

- Les deux volets de bord de fuite.
- Les deux ailerons.
- Les six spoilers.

5- Volets de bord de fuite :

Les volets intérieurs et extérieurs sont installés sur le bord de fuite de l'aile.

Le volet intérieur se trouve entre STAO/RIB1 et STA757/RIB11 et le volet extérieur entre STA757/RIB11 et STA1798/RIB27.

6- Ailerons :

Les ailerons intérieurs et extérieurs sont installés sur le bord de fuite de l'aile. L'aileron intérieur se trouve entre STA1798/RIB27 et STA2190/RIB33 et l'aileron extérieur entre STA2190/RIB33 ET STA2557/RIB39.

7- Spoilers :

Il y a six spoilers installés sur l'extrados de chaque aile, vers l'avant des volets de bord de fuite. Le spoiler 1 est installé entre STA291/RIB5 et STA568/RIB9. Les spoilers 2 à 6 sont installés entre STA757/RIB11 ET STA1734/RIB26.

I-4. Stabilisateurs :

L'empennage est situé sur la partie arrière du fuselage, a pour rôle d'assurer la stabilité (partie fixe) et la maniabilité (partie mobile) de l'avion (Voir figure I.9).

Il est composé :

- D'un plan vertical est composé d'une partie fixe (dérive) et d'une partie mobile (gouvernes de direction).
- Le plan horizontal composé du stabilisateur à calage fixe ou variable ainsi que les gouvernes de profondeur.
- La gouverne de direction est articulée à l'arrière de la dérive et assure les mouvements de l'avion.
- Stabilisateur : Il assure le centrage de l'avion (stabilité horizontale en vol). Sa position en hauteur varie d'un type d'avion à un autre.

- On trouve de ce fait des stabilisateurs fixés plus ou moins haut sur le fuselage, ou sur la dérive.
- Gouvernes de profondeurs : Elles assurent les mouvements de l'avion autour de l'axe de tangage (piqué ou cabré).

Elles sont articulées à la partie arrière du stabilisateur.

Depuis l'avion A330-200 l'empennage n'utilise plus que des composites avancés, à fibres de verre et de carbone. Les panneaux latéraux, qui sont les pièces de plus grande dimension ont une structure sandwich à nid d'abeille.

Cette structure offre : une bonne résistance aux forces et aux moments, une grande rigidité en flexion, une faible masse, une excellente tenue en fatigue, une bonne tenue à la fatigue due aux vibrations soniques, une résistance après traitement de surface aux conditions d'environnement et au fluide hydraulique, un faible coût de production comparé aux pièces monolithiques renforcées.

Les inconvénients de la structure nid d'abeille sont une sensibilité aux chocs et aux dommages par foudroiement et la difficulté d'assemblage avec d'autres éléments.

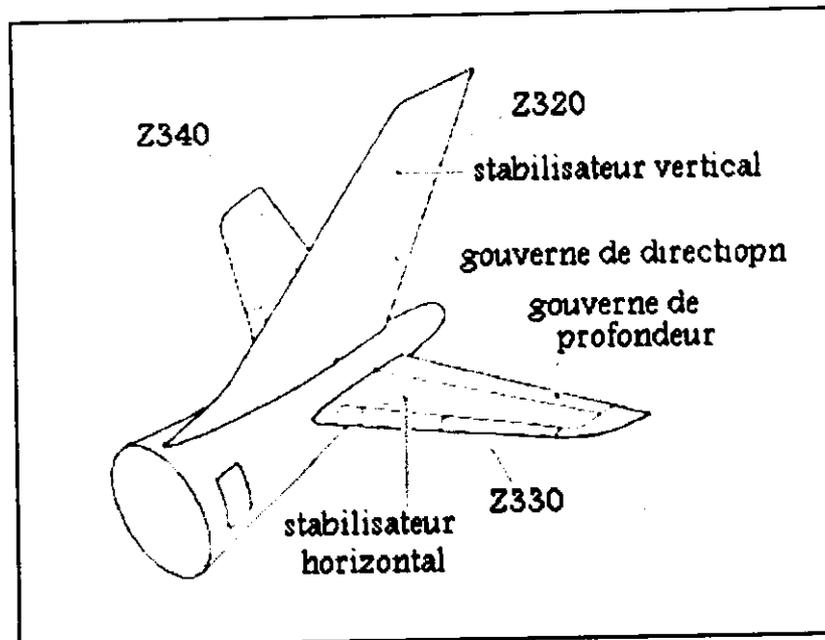


Figure (I.9) : Stabilisateurs

I-4.1 Stabilisateur horizontal:

Le plan horizontal réglable [Trimmable Horizontal Stabiliser (THS)] est une structure à une seule pièce montée à travers, et supportée par la section de queue de fuselage. Le stabilisateur horizontal fournit la structure porteuse pour gouverne de profondeur gauche et droite.

L'angle d'incidence du (THS) peut être mécaniquement ajusté à l'aide d'une molette de commande de compensation située dans le compartiment de vol. Sa gamme de déplacement est de 2.35° de nez d'avion en bas à 15.35° de nez d'avion vers le haut.

Le (THS) est installé à la section de queue, et attaché au fuselage à trois points, par le vérin de THS et par les deux points de charnière de chaque côté du fuselage.

Le (THS) comporte : (Voire figure I.10)

- D'une boîte de longeron central.
- Des boites de longeron gauche et droite.
- Bord d'attaque de gauche et droite.
- Bord de fuite gauche et droite.

- Les extrémités de stabilisateur gauche et droit.
- Tabliers du stabilisateur gauche et droit et le support de fixation de stabilisateur.

Le composant structural principal du (THS) est la boîte de longeron de stabilisateur, et toutes les charges sur le stabilisateur horizontal sont transmises par la boîte de longeron central et son support de fixation.

Les autres composantes du (THS) sont fixés dans les boîtes de longeron de stabilisateur, et excepté les supports de fixation être démontable pour la réparation et la maintenance. Le (THS) peut être enlevé comme unité complète.

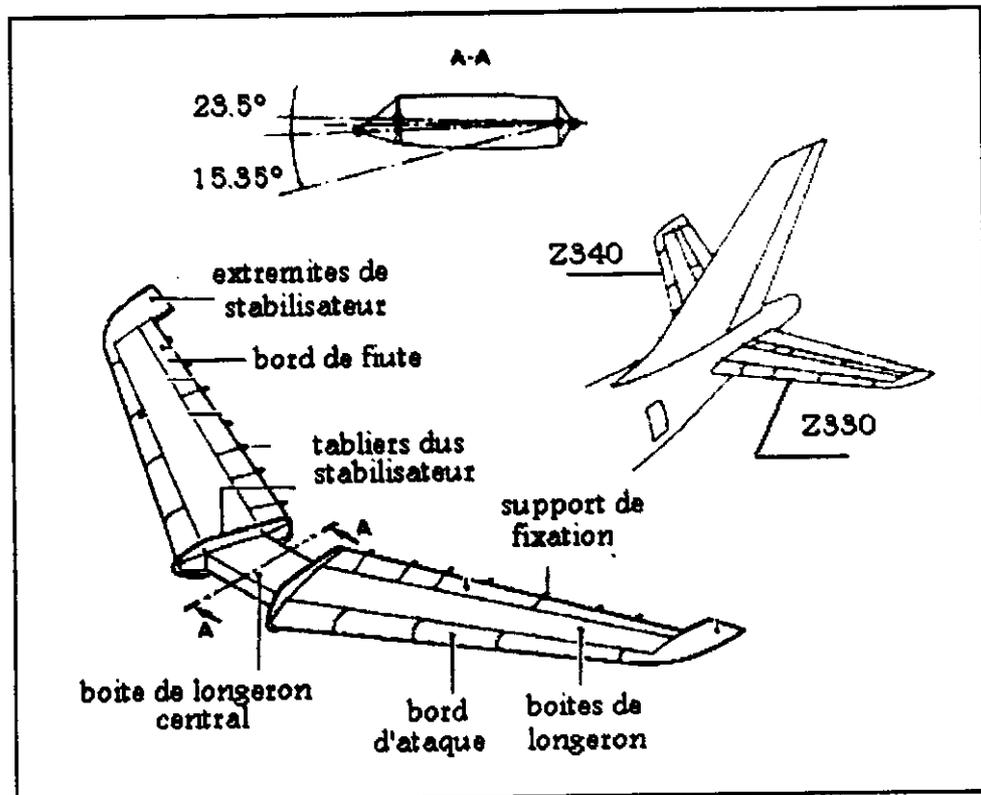


Figure (I.10) : Plan horizontal réglable (THS)

I-4.2 Stabilisateur vertical :

Les composants principaux du stabilisateur vertical sont : (Voir figure I.11)

- La boîte de longeron.
- Bord d'attaque.

- Bord de fuite.
- L'extrémité.
- Les supports de fixations.

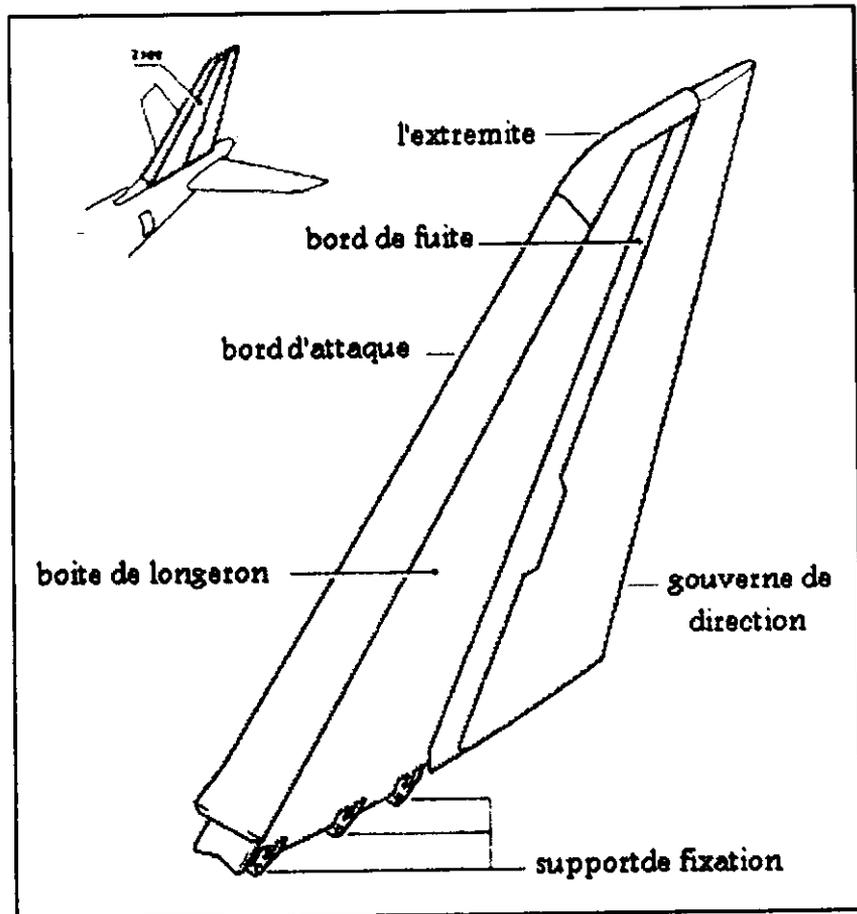
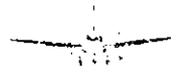


Figure (I.11) : Stabilisateur vertical



A. Boîte de longeron :

La boîte de longeron est un composant structural primaire du stabilisateur vertical. C'est une partie du stabilisateur vertical qui est attaché au fuselage. Tous les autres composants du stabilisateur vertical sont fixés dans la boîte de longeron.

B. Bord d'attaque:

Le bord d'attaque de stabilisateur vertical a quatre sections que tu peux déposer. Ils sont attachés à l'avant de la boîte de longeron. La section inférieure donne l'accès à l'antenne à haute fréquence (HF). Les quatre sections donnent une forme aérodynamique à l'avant du stabilisateur vertical

C. Bord de fuite:

Le bord de fuite est attaché à l'arrière du stabilisateur vertical. Il a une structure de base et dix panneaux d'accès. Les panneaux donnent l'accès à l'hydraulique de gouverne de direction, aux servocommandes, aux tiges de commande et aux bras de charnière.

D. Extrémité:

L'extrémité est le capot de carénage supérieur du stabilisateur vertical. Il est attaché au dessus de la boîte de longeron et au longeron avant. Le conducteur de foudre pour le stabilisateur vertical est installé sur le bout.

E. Support de fixation :

Le stabilisateur vertical a :

- Support de fixations principales et raccord transversal de charge, qui attache le stabilisateur vertical à la partie arrière du fuselage.
- Bras de fixation de gouverne de direction.
- Support de fixation, qui attache les servocommandes de gouverne de direction au longeron arrière.
- Support de fixation pour un bras de profile entre le longeron arrière et le bras de charnière.

I-5. Train d'atterrissage :

Les masses et les vitesses d'atterrissage des avions modernes ont atteint



des valeurs élevées qui imposent des charges extrêmement fortes au moment de l'impact au cours de la décélération. On demande au train d'atterrissage une fiabilité considérable dans la capacité d'absorber les chocs, de freiner l'avion, de se rétracter et de déployer. Le train d'atterrissage est un organe complexe de l'avion qui demande beaucoup de soins.

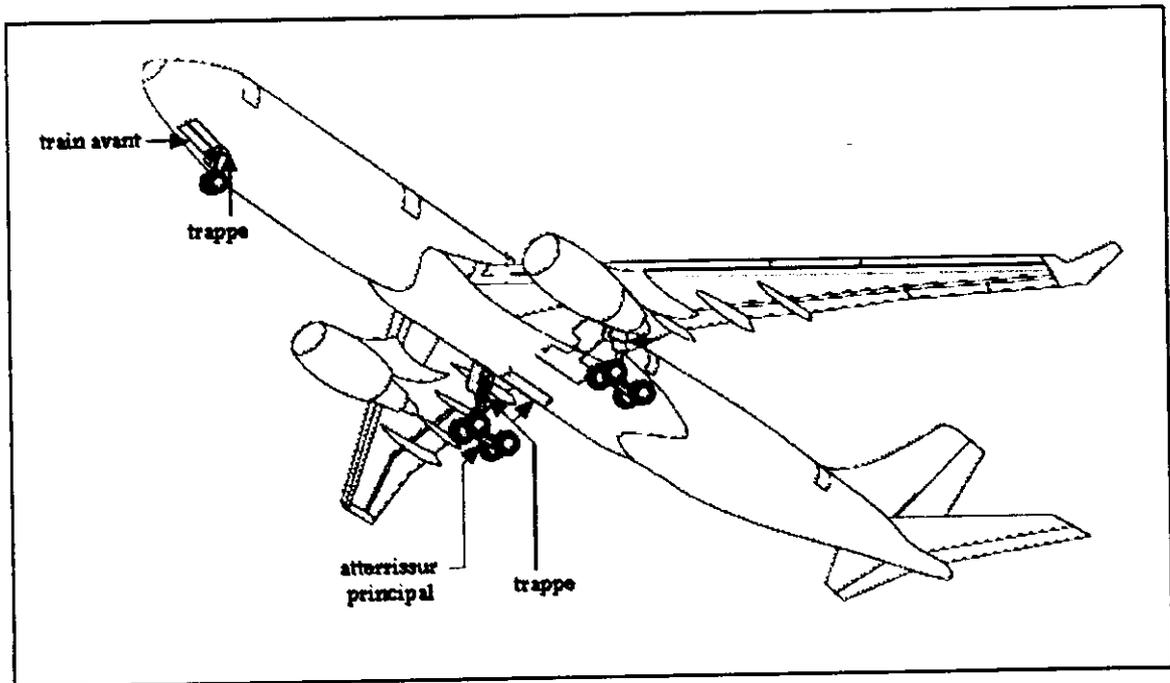


Figure (I.12) : Train d'atterrissage

L'amortisseur est constitué d'une cartouche oléopneumatique. De l'huile en dessous et de l'azote au dessus. La compression de la cartouche comprime l'azote et une partie de l'énergie du choc est absorbé par la production de chaleur. Les roues du train avant se positionnent automatiquement (dans l'axe) lorsqu'elles ne touchent plus le sol. Les trains sont complétés par une protection de queue (sabot, petit train, roulette, ...) qui évitent au fuselage de racler par terre lors de rotations trop cabrées. Les sabots et autres dispositifs de protection de queue sont amortis par amortisseur oléopneumatique.

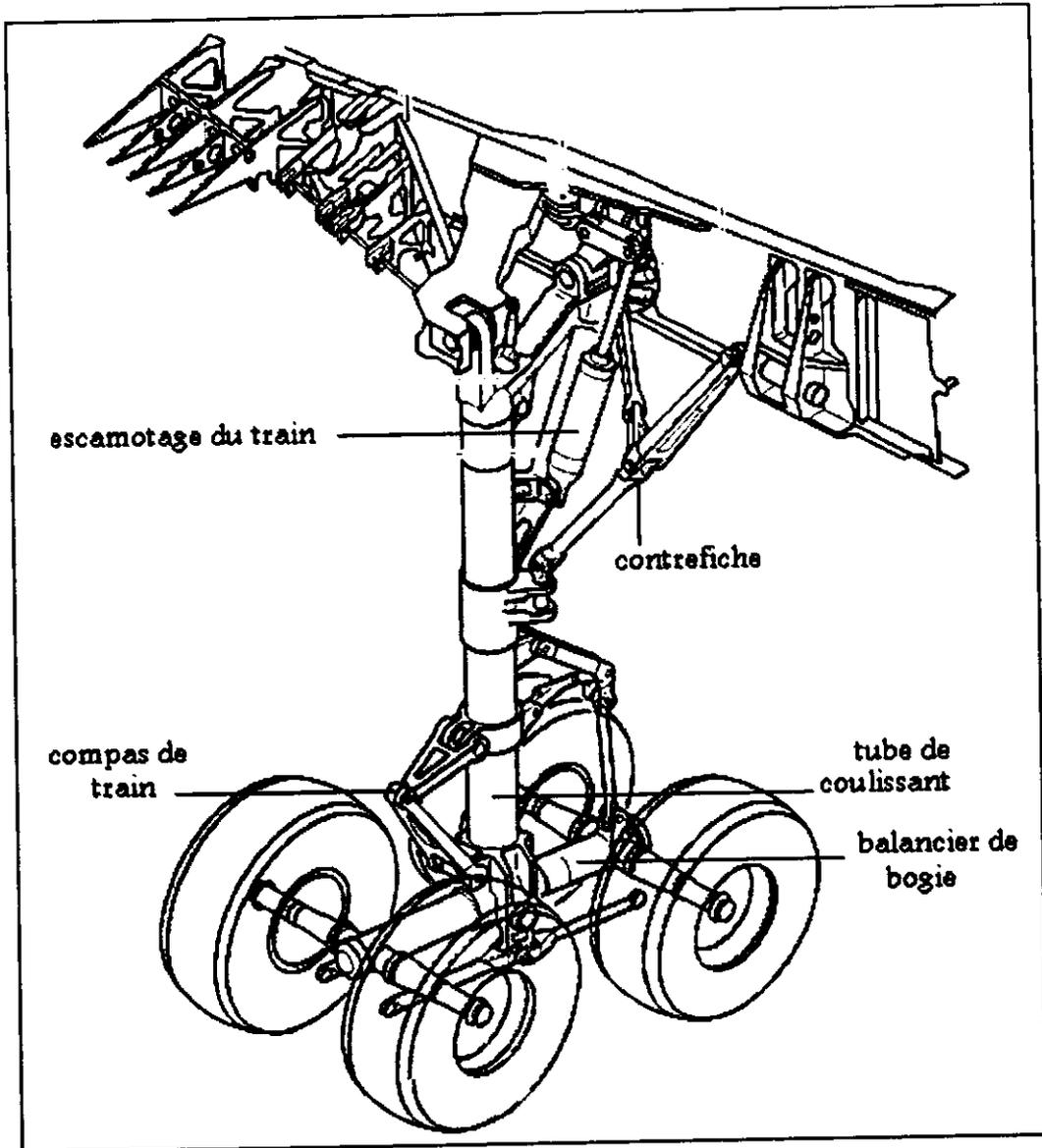


Figure (I.13) : Train d'atterrissage principal

I-5.1 Manoeuvre de train :

Les trains d'atterrissages génèrent énormément de traînée et leur rentrée doit s'effectuer rapidement (performances au décollage). Le train avant s'escamote généralement vers l'avant et les trains principaux peuvent s'escamoter vers l'intérieur du fuselage. Les trains sont complétés par des portes de train qui rétablissent le profil aérodynamique. Les trappes peuvent être manoeuvrées par un vérin ou directement. Les manoeuvres normales sont effectuées par des vérins hydrauliques, des distributeurs de séquence et un sélecteur de commande

| Caractéristiques générales de train atterrissage A330-200 | |
|--|---|
| Roue : | |
| Diamètre des roues principales: | 1.397m |
| Dimensions de pneu: | |
| Tain principal: | 1400x530 R23 (radiale) |
| Train avant : | 1050x395 R16 (radiale) |
| Pression de frein maximum : | 175 Bar |
| Course d'amortisseur : | |
| Tain principal: | 0.730m |
| Train avant : | 0.390m |
| Pression de charge d'amortisseur (Azote) : | |
| Tain principal: | 37.14±1.36 Bar |
| Train avant : | 1 ^{er} Etage: 12 Bar 2 ^{eme} Etage: 55 Bar |
| l'angle de rotation (pour décollage): | 14° |
| Angle de direction de roue avant:: | ±78° |
| Régime maximum de direction: | 13°/s |
| Durée de vie d'unité de frein : | |
| De base: | 1500 Atterrissages par révision |
| Alternative : | 2500 Atterrissages par révision |

I-6 Circuit carburant :

Le circuit de carburant de l'airbus A330-200 comprend trois réservoirs, (Voir figure I.14) des robinets de purge, des vannes d'arrêt, des conduites et de nombreux éléments pour assurer une alimentation adéquate. La portion de la structure interne de l'aile comprise entre les longerons est scellée pour



former des réservoirs structuraux. Chacun des trois réservoirs renferme deux pompes d'appoint identiques à moteurs électriques fonctionnant sur être alimenté par n'importe quel réservoir.

Les pompes d'appoint des réservoirs sont équipées de clapets de dérivation. En cas de panne électrique, les pompes mécaniques entraînées par les réacteurs aspirent le carburant à travers les clapets de dérivation du type à battant. Les pompes d'appoint sont situées de façon à fournir la plus grande quantité possible de carburant utilisable et à éviter l'ingestion d'air, quelle que soit l'assiette de vol. de plus, des clapets de retenue situés dans les nervures assurent le maintien de l'alimentation des pompes d'appoint lors des assiettes très cabrées et des grandes inclinaisons.

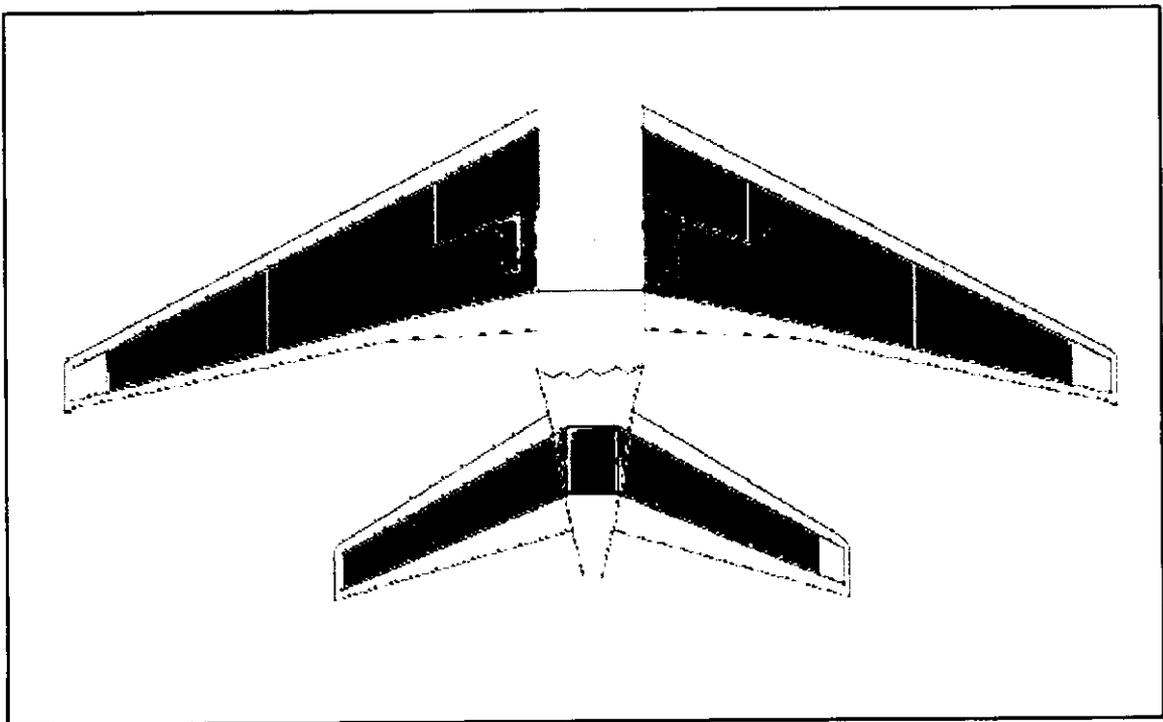


Figure (I.14) : Les réservoirs de carburant

La plupart des éléments du circuit de carburant sont situés à l'intérieur des réservoirs. Toutefois, les éléments constitués d'un seul bloc, tels que les pompes d'appoint, les robinets de purge, les vannes d'arrêt et les jauges à écoulement peuvent être démontés, en y accédant par l'intrados de l'aile ou le longeron avant, sans vidanger les réservoirs (Voir figure I.15).

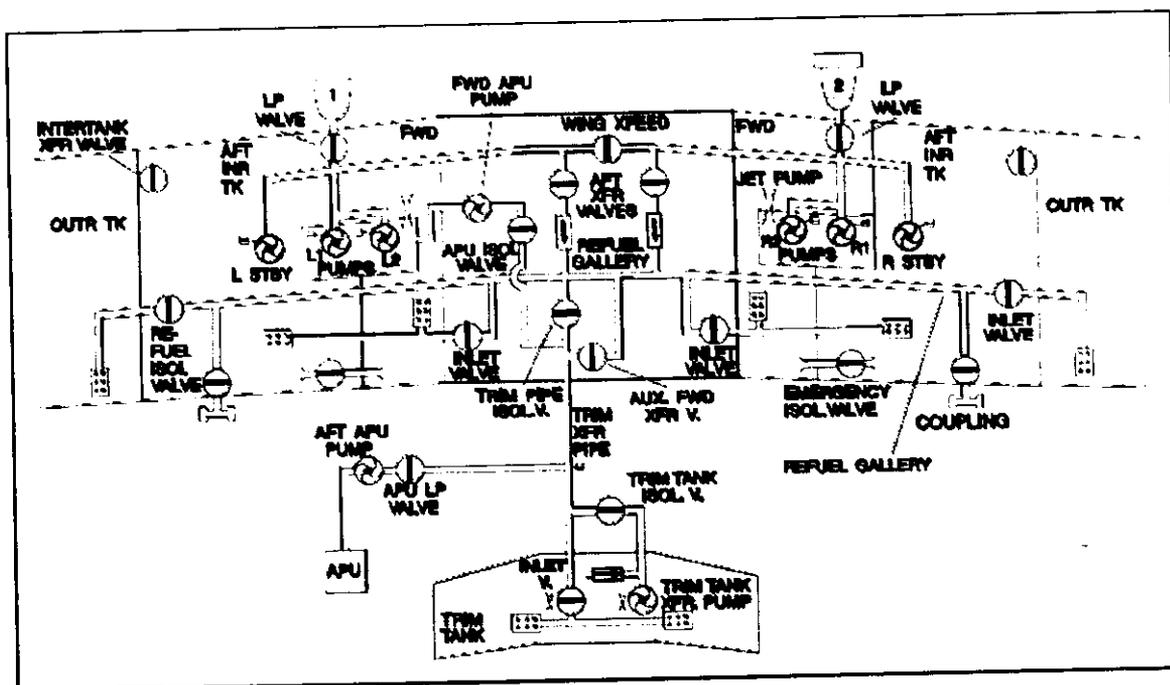


Figure (I.15) : Circuit carburant

I-6.1 Systèmes D'avitaillement :

L'A330-200 possède un système ravitaillement à une seule entrée permettant le remplissage au taux de 19 c/s. Situé dans le bord d'attaque de l'aile droite, à l'extérieur du fuseau moteur, le poste d'avitaillement sous pression, les vannes à solénoïde pour chaque réservoir, des témoins lumineux bleus de position des vannes, des indicateurs de quantité de carburant pour chaque réservoir, un poussoir d'essai des jauges, un interrupteur de commande de puissance auxiliaire d'avitaillement et une prise pour la mise à la terre un contacteur à flotteur dans chaque réservoir ferme automatiquement les vannes d'avitaillement quand les réservoirs sont pleins.

L'alimentation électrique pour ravitaillement peut provenir de l'APU d'un groupe de parc (GPU) ou de batterie. On peut aussi effectuer ravitaillement sans énergie électrique en actionnant les vannes manuellement et en utilisant les jauges à écoulement.

I-6.2 Systèmes de mise à l'air libre :

Assure la ventilation des réservoirs, l'évacuation de l'air des réservoirs lors des pleins, le trop plein des tuyaux aboutit pour chaque aile dans un réservoir de mise à l'air libre situé à l'extrémité. La communication avec l'air extérieur s'effectue par une prise qui assure une légère surpression des réservoirs en vol.

I-7 Réacteur CF6-80 E1

Le réacteur CF6-80E1 de général électrique équipant l'airbus A330-200 est un moteur double corps, double flux. Ce moteur est caractérisé par un taux de dilution élevé par rapport aux autres moteurs. Une faible vitesse d'éjection. Il est équipé d'un système tels que le circuit de carburant qui est asservie et régulé à l'aide d'un calculateur numérique ECU (Unit électronique de contrôle moteur). Une des plus importante particularité du CF6 80E1 est qu'il est de conception modulaire permettant le changement d'un module sans le désassemblage général du moteur. Ainsi qu'une longue durée de vie et une grande rentabilité. { Voir figure I.16)

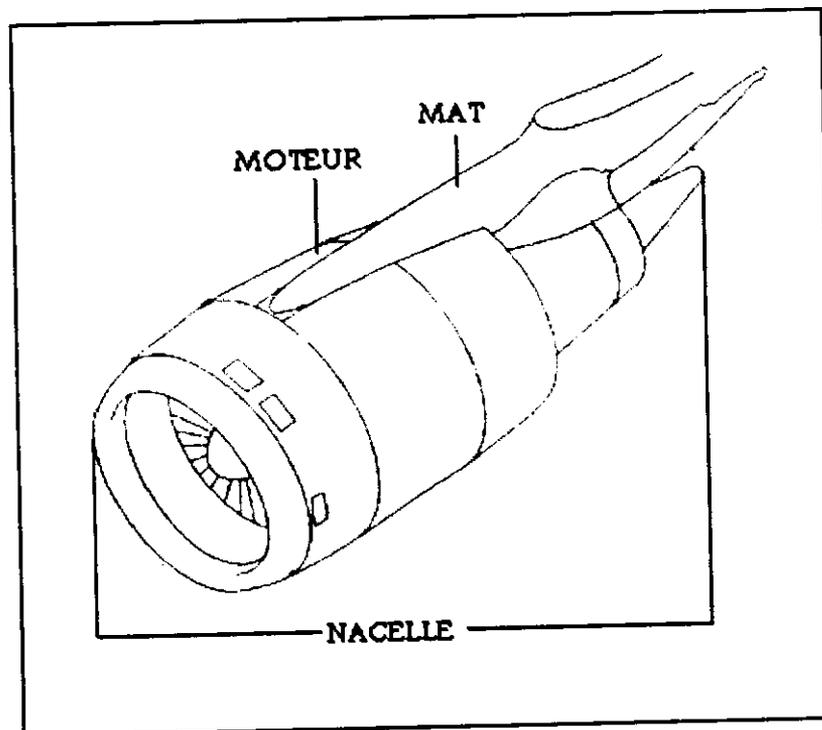


Figure (I.16) : Réacteur CF6-80E1

Le réacteur CF6-80E1 compose de cinq modules principaux : (Voir figure(I.17))

- Module fan.
- Module core.
- Module turbine haute pression.
- Module turbine basse pression.
- Module boîte d'entraînement d'accessoire

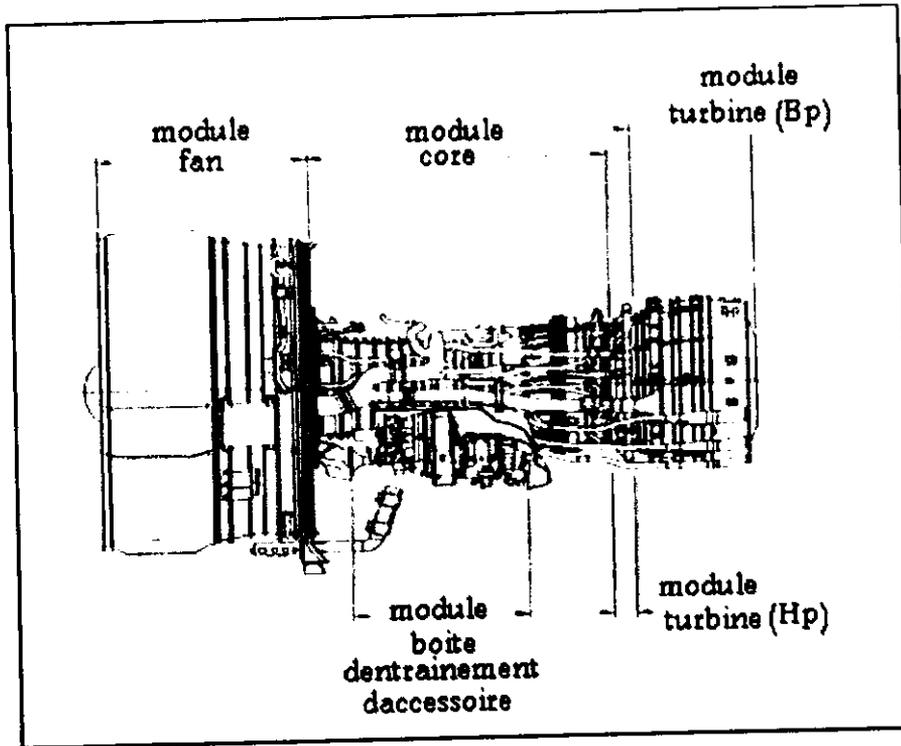
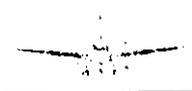


Figure (I.17) : Les modules principaux de réacteur CF6-80 E1



I-7.1 Le mât:

La fonction des mâts de moteur installé sous chaque demi d'aile est : { Voir la figure I.18).

- Pour supporter le moteur.
- Permettre le cheminement et l'attachement de tous les systèmes s'est relié au moteur (câblages électriques, hydrauliques, prélèvement d'air et de carburant).

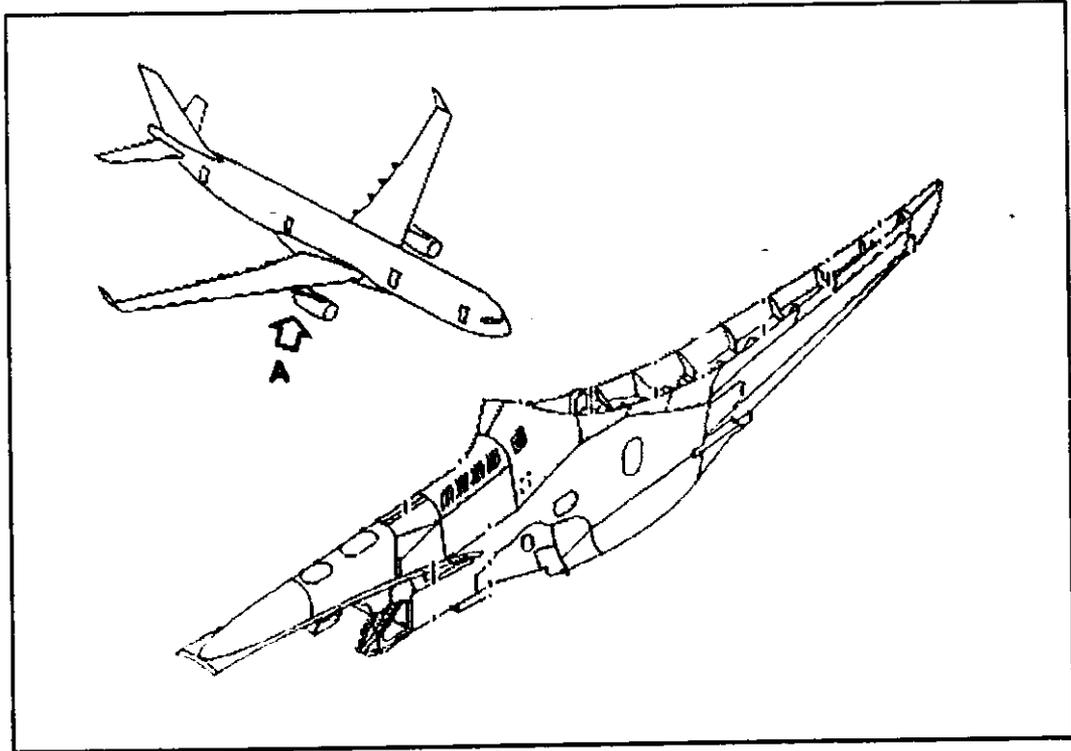


Figure (I.18) : Emplacement de mât sur l'avion

I-7.2 La nacelle:

La nacelle de réacteur CF6-80E1 donne la forme aérodynamique au moteur, elle se compose de : (Voir figure : I.19)

- Le capot d'entrée d'air.
- Les capots de moteur.
- L'inverseur de poussée
- Capots de core moteur.
- La tuyère d'éjection.

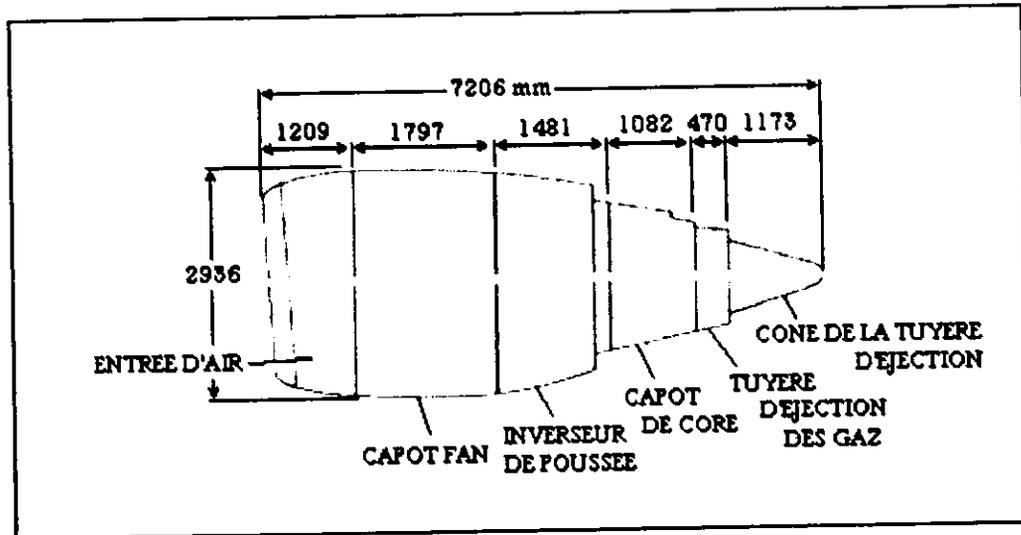


Figure (I.19) : Nacelle du réacteur

CHAPITRE II

II GENERALITES :

II-1. LES MANOEUVRES :

Par fois on demande comment se pilote un avion ? pour cela, le pilote dispose trois commandes principales agissant sur les moteurs et les gouvernes.

1. Le manche qui est une commande double :

a°) Par déplacement du manche dans le sens longitudinal, le pilote modifie la position de la gouvernes de profondeur. La modification de forme de l'empennage horizontale se traduit par une modification des forces aérodynamique sur l'empennage.

Un braquage vers le bas provoque une augmentation de la portance locale, cette augmentation est pratiquement négligeable devant la portance de l'aile mais le moment de cette force par rapport au centre de gravité de l'avion, abaissant la gouverne de la profondeur vers le bas un moment dit <<tangage>>. Tendent à faire abaisser le nez de l'avion (moment piqueur).

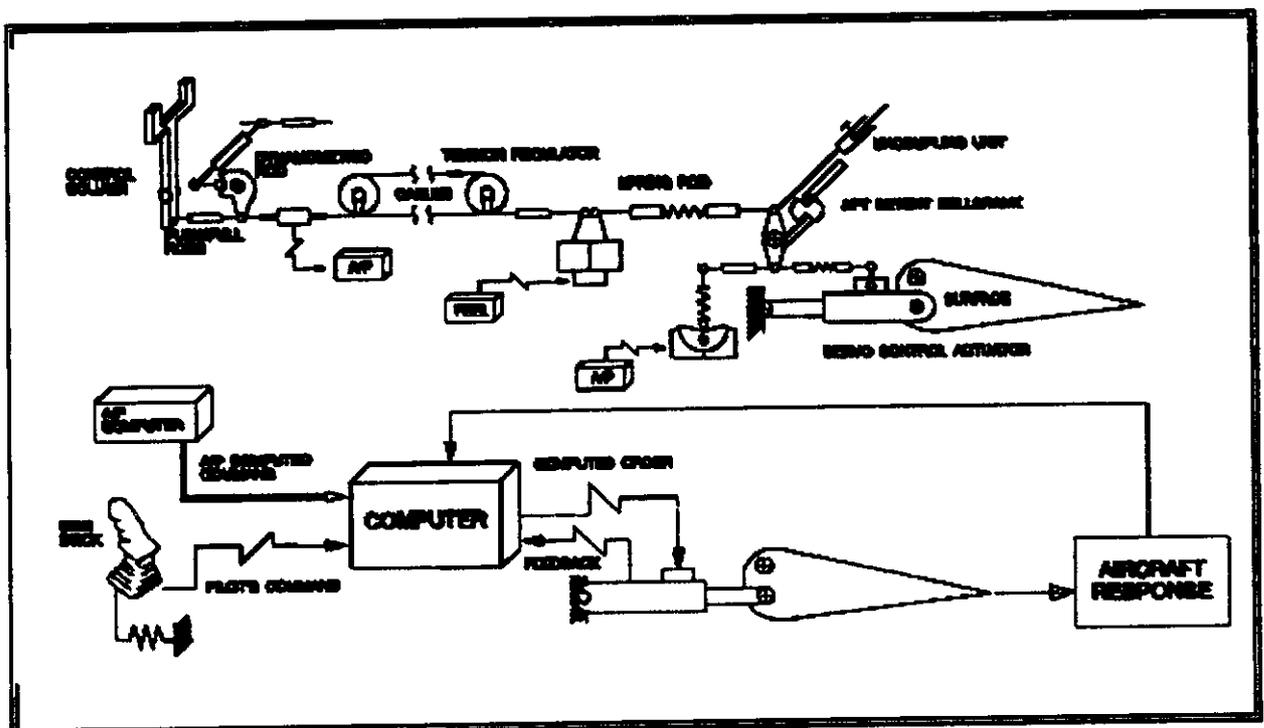
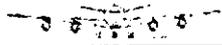


Figure (II.1) Principe de commande de vol de l'A330



Un déplacement vers l'arrière provoque un moment tendant à lever le nez de l'avion (moment cabrer).

b°) Par le déplacement latérale du manche , le pilote modifie la position des ailerons , qui sont également nommés gouvernes de gauchissement .

Un déplacement du manche vers la gauche élève l'aileron gauche et abaisse l'aileron La modification du profil de la partie aileronnée de l'aile gauche conduit à une diminution de la portance.

De même, la modification du profil de la partie aileronnée de l'aile droite conduit à une augmentation de la portance. Pour les petits braquages antisymétriques, les portances sur les deux voilures sont égales et de sens contraire).

En revanche, ce braquage produit un couple dit <<roulis>> tendent à faire tourner l'avion autour de son axe longitudinal ; un déplacement du manche à gauche produit un couple tendant à faire l'aile gauche (roulis à gauche).

2. Le palonnier actionnée par les pieds du pilote et qui commande le déplacement de la gouverne dite la direction.

Un déplacement vers l'avant de la pédale droite (donc déplacement vers l'arrière de la pédale gauche) produit un déplacement vers la droite de la gouverne de direction.

La modification de forme du profil de l'empennage vertical produit une force de portance perpendiculaire au plan de symétrie de l'avion.



Cette force latérale est négligeable en première approximation. Le moment par rapport au centre de gravité dit de lacet tend à faire tourner le nez de l'avion vers la droite.

Ainsi quand le pilote appuie sur la pédale droite, il commande une rotation du nez de l'avion vers la droite.

3. La manette des gaz qui commande les variations de poussée du moteur, un déplacement de la manette vers l'avant augmente la poussée.

*) la gouverne de profondeur (déplacement longitudinal du manche) modifie l'angle entre le plan de l'aile et la vitesse c'est-à-dire l'incidence de l'aile.

*) la gouverne de gauchissement (déplacement latéral du manche) fait tourner l'avion autour de vecteur vitesse.

*) la gouvernes de direction (palonnier) modifie l'angle entre le vecteur vitesse et l'axe du fuselage c'est-à-dire l'angle dérapage.

II-2 Les différents commandes

II-2.1 Les commandes de vols primaires :

Les commandes de vol primaires permettent de déplacer un avion autour de 3 axes fictifs qui passent par son centre de gravité.

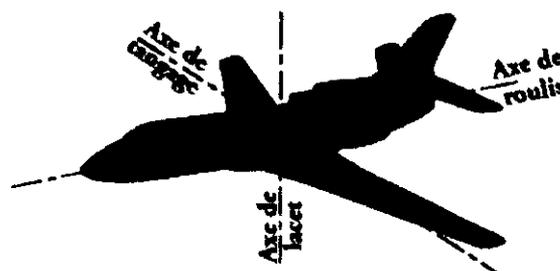
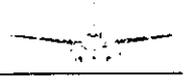
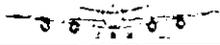


Figure (II.2) : Commande de vol primaire



1. L'axe de tangage commandé par le manche actionne la profondeur.
2. L'axe de roulis commandé par le volant actionne les ailerons.
3. L'axe de lacet commandé par les palonniers actionne la direction.

II-2.2 Les commandes de vols secondaires :

Les commandes de vol secondaires se composent de systèmes d'hypersustentations (ou volets de bord d'attaque et volets de bord de fuite) et de systèmes de freinages aérodynamiques. Ceci pour permettre de réduire la vitesse de l'avion sans risquer le décrochage aérodynamique. Ces systèmes permettent de modifier l'écoulement d'air afin de permettre de recoller les filets d'air sur la surface de l'aile.

Les dispositifs de bord d'attaque et de bord de fuite ont une double fonction, car une fois sortis, ils augmentent donc la portance pour éviter le décrochage aérodynamique mais également la traînée, qui est utilisée comme frein aérodynamique.

- **Dispositifs de bord d'attaque:**

Au décollage, mais surtout à l'atterrissage, la vitesse est réduite, le pilote cabre (monte le nez de l'avion) afin d'augmenter l'angle de l'aile de façon à augmenter la portance.

Les deux systèmes les plus utilisés sont:

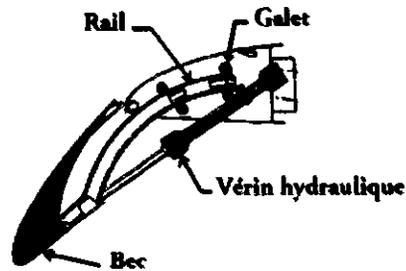


Figure (II.3) : Les becs de bord d'attaque (ou slats).

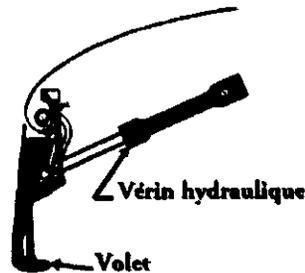


Figure (II.4) : Volet Krueger.

- **Dispositifs de bord de fuite:**

Lorsqu'ils sont braqués vers le bas, ces volets changent la courbure de la partie arrière du profil de l'aile dans le but principal d'augmenter la portance.

Les deux systèmes les plus utilisés sont:

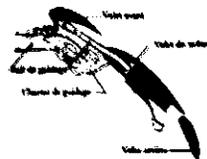
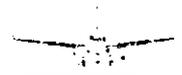
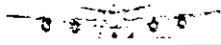


Figure (II.5) : Volets de bord de fuite.

- Les volets multi-fentes.
- Les volets de courbure à fente.



- **Aérofreins:**

La fonction aérofrein est assurée par les aérofreins (appelé également spoilers) sol et les aérofreins vol. Ils permettent d'augmenter sensiblement la traînée de l'avion.

En vol, les aérofreins vol manoeuvrés par la manette aérofreins entraînent la sortie symétrique des spoilers proportionnellement au déplacement de la manette. Dans la partie "commandes de vol primaires", nous avons vu que ces même spoilers sont également utilisés en vol avec les ailerons pour contrer le lacet inverse.

Au toucher des roues, les aérofreins sol couplés avec les aérofreins vol sont actionnés soit manuellement par une manette de commande ou automatiquement (sur certains avions) lorsque la manette est sur "ARME" et que les manettes de poussée des moteurs sont sur ralenties.

- **Décrochage aérodynamique:**

Lorsque l'avion perd de la vitesse ou prend un angle d'incidence supérieur à une incidence limite .Le flux d'air décolle de l'aile, provoquant un écoulement tourbillonnaire sur le dessus de l'aile (extrados) et par conséquent un abaissement progressif ou brutal de la portance. Ce qui provoque un décrochage aérodynamique.

II-2.3 Commande latérale :

Le déplacement latéral de l'avion autour de son axe de roulis est assuré par deux ailerons (un aileron sur chaque aile) commandés normalement hydrauliquement. Les ailerons sont assistés par quatre spoilers vol (deux sur chaque aile), dont le fonctionnement est différent c'est-à-dire qu'ils se déplacent en même temps et dans le même sens que les ailerons. Un système de sensation musculaire artificielle est introduit dans le système. En cas de grippage du système de commande des

ailerons les volants peuvent être déconnectés du système. La commande latérale dans ce cas est uniquement assurée par les spoilers.

II-3 Les commandes de vol sur A330-200 :

Les surfaces de commande de vol sont commandées par trois types d'ordinateurs, selon leurs fonctions :

Les ordinateurs de commande de vol primaires (FCPC).

Les ordinateurs de commande de vol secondaires (FCSC)

Les ordinateurs pilotes de volet et d'aileron (SFCC)

(SFCC) sont employés pour commander les ailerons et les volets.

(THS) peut également être commandé au moyen d'un command mécanique.

Les gouvernes sont actionnées par l'intermédiaire des déclencheurs d'énergie hydraulique. Deux concentrateurs de données de commande de vol (FCDC) exécutent les fonctions de témoin, d'avertir et de maintenance.

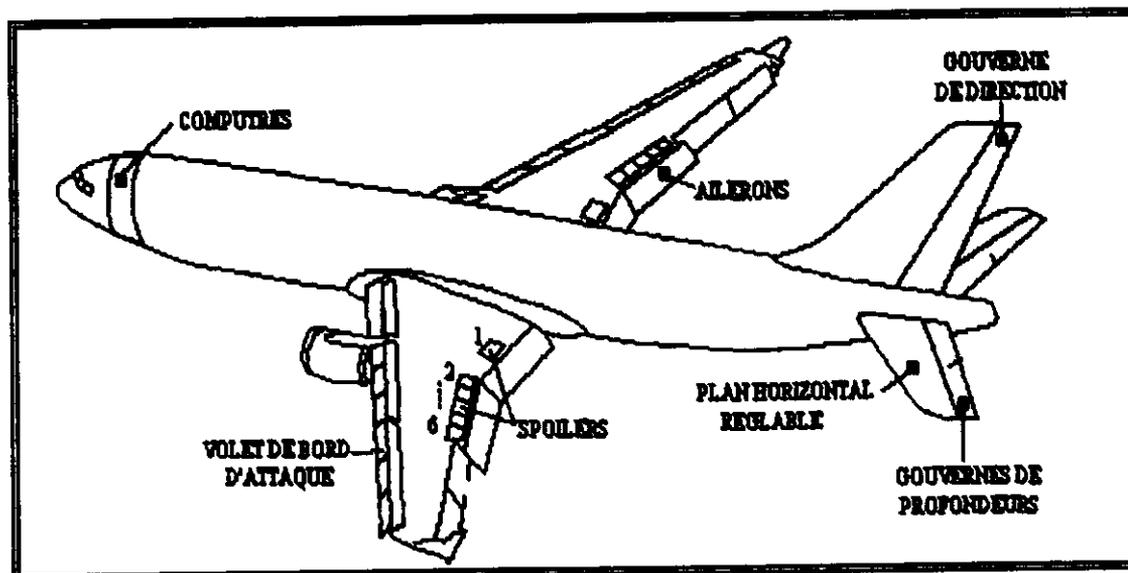
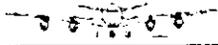


Figure (II.6): Commandes de vol.



II-3.1 Les différents commandes:

➤ Stabilisateur:

Le stabilisateur a un débattement maximum de 17° . Il pivote autour de charnières placées à l'arrière de son caisson central.

Le mécanisme d'entraînement est constitué par un vérin à vis. L'écrou du vérin est attaché à l'avant du caisson.

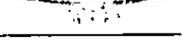
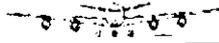
Trois systèmes d'entraînement sont prévus :

- Un moteur électrique principal.
- Un moteur électrique asservi au pilote automatique.
- Une commande manuelle.

La commande principale du stabilisateur est assurée par le moteur principal, celui-ci est commandé par deux interrupteurs placés sur les branches extérieures des volants. Ces interrupteurs sont à trois positions A.N.U. (air plane nose up), Off et A.N.D (air plane nose down). Ils ont un rappel sur off.

Le pilote automatique commande aussi le stabilisateur par l'intermédiaire d'un moteur électrique.

La commande manuelle est assurée par deux roues de trim. Situées de part et d'autre du pédestal, ces roues entraînent le vérin par l'intermédiaire de câbles.



Le circuit électrique de commande interdit la commande simultanée du stabilisateur tout en donnant priorité à la commande manuelle.

Le canal pitch seulement le pilote automatique se déclenche automatique se déclenche automatiquement dès que l'on actionne un des interrupteurs placés sur le volant des ailerons.

L'ordre de priorité est:

- La commande manuelle par les volants.
- La commande par le moteur normale (électrique).
- La commande par le moteur du pilote automatique.

Deux interrupteurs à deux positions NORMAL COUPE sur le pédestal permettent de couper l'alimentation du moteur électrique normal et du moteur et du pilote automatique ceci en cas de fonctionnement intempestif.

Quatre micros switcher (deux pour la commande normale et deux pour le P.A) coupent l'alimentation quand le stabilisateur arrive en fin de course.

Un voyant ambre sur le pédestal ne s'allume pas quand le stabilisateur est commandé par le pilote automatique.

- **Commande de direction:**

La commande de l'avion autour de son axe de lacet est assurée par une simple gouverne de direction.

Elle est normalement actionnée par une servocommande doubles effets alimentés par deux circuits hydrauliques indépendants (A et B).

En cas de panne de ces deux circuits une servocommande de secours peut être utilisée. (Circuit stand-by).

Trois systèmes de commande sont prévus.

- Les pédales commandes et pilote.
- Un mécanisme de trim.
- Un système Yaw damper (alimentation de lacet) électrique destiné à amortir les oscillations de lacet).

Un effort de sensation musculaire artificielle est introduit dans le système. Cet effort de résistant exercé par cette sensation musculaire artificielle peut être annulé au moyen du mécanisme de trim.

Les pédales permettent de déplacer la gouverne de direction de 260°. La commande de trim permet d'annuler l'effort sur les pédales tant que l'angle de déplacement de la gouverne de direction reste inférieur à 120°.

○ **Système de commande de la gouverne:**

La commande de la gouverne de direction est assurée par les pédales est articulées autour d'un arbre monté en ports à faux sur un bras.

La rotation de la pédale autour de son axe est utilisée pour commander le mécanisme des freins.

Les bras qui peuvent basculer autour d'un axe inférieur sont reliés par triangle à un étrier solidaire de l'axe du quadrant avant.

Tout déplacement de l'une des pédales vers l'avant entraîne l'autre vers l'arrière et fait tourner le quadrant.

Les étriers des deux quadrants avant sont connectés entre eux par une biellette ce qui permet de les actionner simultanément à partir des pédales coté commande ou coté pilote.

Des câbles relient les quadrants avant aux quadrants arrière. A partir des quadrants arrière, un ensemble de triangles et de renvois relient la biellette de commande à un guignol fixé à l'extrémité du tube de torsion.

Deux autres guignols solidaires du tube de torsion permettant la fixation de la biellette de contrôle, de la valve distributrice de la servocommande et la sensation musculaire artificiel.

Les quadrants actionnent donc en même temps la valve de commande et la came du mécanisme de la sensation musculaire artificiel.

➤ **Mécanisme de trim. :**

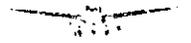
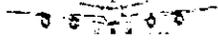
Description:

Le trim est assuré par un volant monté sur un axe vertical qui traverse le pédestal. Cet axe porte un tambour de câble à sa partie inférieure.

Le volant de trim. Actionne en même temps un index, qui se déplace devant une échelle graduée. Il indique la quantité de trim. Donnée à droite ou à gauche du neutre. A partir du neutre quatre tours peuvent être donnés dans les deux sens.

Fonctionnement:

Par l'intermédiaire de câbles, la rotation du volant agit sur le vérin de trim. Celui-ci consiste en un tambour de câble dont la partie inférieure est filetée. Ce tambour est placé sur une vis horizontale dont une extrémité est attachée à la structure.



Le boîtier du tambour tourne, il se déplace le long de la tige filetée et le boîtier du tambour agit sur le système de sensation musculaire artificielle.

➤ **Commande de profondeur:**

La commande de l'avion autour de son axe de tangage est assurée par deux gouvernes de profondeur.

Chaque gouverne est actionnée par une servocommande hydraulique qu'alimentée l'une par le circuit A l'autre par le circuit B.

En cas de panne :

Le l'un des circuits le fonctionnement est assurée par l'autre étant donné que les gouvernes sont reliées par un torque tube .

En cas de panne des deux circuits hydraulique : les gouvernes peuvent être actionnées manuellement.

Deux systèmes de commande sont prévus :

- Une commande mécanique par les manches.
- Une commande électrique par le canal de pilote automatique.

• **Commande par le manche:**

En normal les manches actionnent simultanément les valves de chaque servocommande et la sensation musculaire artificielle.

Les valves dirigent l'huile hydraulique sous pression vers la servocommande qui déplace les gouvernes de profondeur dans le sens voulu.

Pendant que les gouvernes se déplacent, une tringle de d'asservissement ramène progressivement les valves vers le neutre. Au neutre la servocommande s'arrête et sont bloquées hydrauliquement.

➤ **Sensation musculaire artificielle:**

La sensation musculaire s'oppose au déplacement des manches avec une force qui varie avec :

- Le braquage des gouvernes de profondeur.
- La vitesse de l'avion.

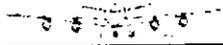
La première composante est fournie par un ressort. La deuxième est fournie par un vérin hydraulique double. La pression appliquée sur le vérin est déterminée par un détecteur de sensation double également.

➤ **Elévateurs:**

Les gouvernes sont attachées à la porte arrière du stabilisateur par six charnières. Des panneaux de compensation identiques à ceux des ailerons sont placés sur les élévateurs.

Un tube de torsion actionné par les servocommandes assure la liaison entre les deux gouvernes. La partie gauche est alimentée par le circuit hydraulique A, la partie droite par le circuit B.

Le débattement des gouvernes est de 210° en piqué et de 200,5° en cabré. Un tab normalement verrouillé, est maintenu dans le profil des gouvernes quand la pression hydraulique est correcte.



Il joue le rôle de compensateur et se braque dans le sens contraire des gouvernes en cas de perte de la pression hydraulique.

➤ **Système de verrouillage du tab :**

Un tab placé sur chaque élévateur assure, en même temps que les panneaux, la compensation quand les élévateurs assurent, en même temps que les panneaux, la compensation quand les élévateurs sont déplacés manuellement.

Quant la pression hydraulique est correcte, le tab est maintenu verrouillé dans le profile de la gouverne.

Le verrouillage est assuré par un vérin qui, lorsque la pression hydraulique existe tend un ressort et maintient le bras de verrouillage poussé. Les points de pivot de l'élévateur et du tab sont alignés. Lorsqu'il n'y a pas de pression hydraulique la force du ressort tire sur le bras le vérin se rétracte et les points ne sont plus alignés.

Le tab dans ce cas, se braque en sens contraire de la gouverne, ceci en fonctionnement manuel. La déflexion maximum du tab de 2105 en cabré de l'élévateur et de 110 vers le haut pour 2015 en piqué.

➤ **Les Spoilers:**

Les spoilers ont pour effet de réduire la portance des ailes. Ils sont au nombre de huit. On distingue 2 types de spoilers :

-Spoilers vol:

Ils peuvent être commandés en même temps que les ailerons, donc par les volants ou par le pilote automatique dans ce cas, ils fonctionnent d'une manière différentielle c'est-à-dire qu'ils se déplacent proportionnellement et dans le même sens que les ailerons de la même aile.



Par la commande du levier des aérofreins : dans ce cas tous les spoilers se lèvent dès que le levier des aérofreins est mis sur sortie. Ils détruisent alors la portance de l'aile et diminuent ainsi la vitesse de descente de l'avion.

-Spoilers sol :

Ne fonctionnent qu'au sol seulement. Ils sont simultanément et de leur angle maximum dès que le levier des aérofreins est mis sur sortie ils servent pour but de augmenter la traînée de l'avion et par conséquent diminuer la distance de roulage à l'atterrissage.

Les spoilers N: 2-3-6 et 7 sont les spoilers vol.

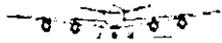
Les spoilers N: 1-4-5 et 8 sont les spoilers sol.

Chaque spoiler est actionné par un vérin hydraulique sauf les spoilers 4 et 5 qui sont actionnés par deux vérins hydrauliques. Tous les vérins sont alimentés par le circuit A sauf les vérins 2 et 7 qui sont alimentés par le circuit hydraulique B.

Les spoilers N: 1 et 8 sont les spoilers extrêmes et sont interchangeables avec les spoilers vol.

Les spoilers sol N: 4 et 5 sont installés l'un à droite du moteur gauche et l'autre à gauche du moteur. Ils ne sont interchangeables qu'entre eux seulement.

Ils ne fonctionnent qu'au sol seulement. Une valve by-pass installée sur le train principal droit et actionnée par un câble fixé sur le compas empêche l'arrivée de pression vers la valve de commande tant que l'avion est en vol.



➤ **Mécanisme de commande des spoilers vol:**

La commande des spoilers se fait par :

- Action sur le volant :

La rotation du volant de commande des ailerons transmet le mouvement au différentiel spoilers. Celui-ci leur permet de se déplacer proportionnellement et dans le même sens que les ailerons.

- Action sur le levier des aérofreins:

Si l'on déplace le levier des aérofreins de la position zéro, on fera lever symétriquement sur les deux ailes les spoilers vol. L'angle de braquage varie de 0^0 à 40^0 suivant la position du levier.

➤ **Fonctionnement normal:**

- Le levier des aérofreins sur (rentrée):

Volant de commande des ailerons au neutre : Tous spoilers vol sont rentrés.

Tournons le volant des ailerons vers la gauche:

La servocommande déplace les ailerons et par la bielle à ressort, elle actionne le différentiel spoiler, le quadrant de commande des vérins des spoilers de l'aile gauche tourne vers la position sortie. Les spoilers sont maintenus rentés.

Les spoilers de l'aile gauche commencent à se lever lorsque l'angle de rotation des volants atteints 6^0 environ. L'angle de braquage des spoilers de l'aile gauche augmente avec l'angle de rotation du volant.

- Le levier des aérofreins sur (sortie):

Volant de commande des ailerons au neutre: Tous les spoilers vol se lèvent à 40° (déterminé par la fin de course des vérins).

Tournons le volant de commande des ailerons vers la gauche:

Comme dans le cas précédent, les quadrants de l'aile gauche tourne vers la position sortie et ceux de l'aile droite vers la position rentée. Les spoilers de l'aile gauche sont pleins sortis restent dans cette position tandis que ceux de l'aile droite descendent. Ils descendent d'autant plus que les volants sont braqués.

Commande des spoilers en cas de blocage de la servocommande: En cas de blocage de la servocommande, les ailerons ne peuvent être utilisés. Toutefois on exerçant un effort suffisant sur le volant, on déconnecte le système de commande des ailerons au-delà de 12° de rotation du volant et après avoir comprimé la bielle à ressort, les câbles du coté pilote actionnent directement le différentiel spoilers. La commande latérale dans ce cas n'est assurée que par les spoilers qui fonctionnent comme s'ils étaient commandés par la servocommande.

II-4 Les câbles :

Les câbles sont largement utilisés pour les commandes, parce qu'ils ne pas affectés par les distorsions de la cellule sur laquelle ils sont fixés.

Les câbles flexibles son composées d'un faisceau de fils d'acier inoxydables. A leurs extrémités, ils font le tour d'un œil ou d'une douille qui réduit l'usure.

II-5 Rôle et mode de fonctionnement de chaque commande :

II-5.1 Les ailerons :

Les ailerons des surface mobiles situées dan la région du bord de fuite des extrémités des ailes. Ils commandent et répriment le roulis. Le pilote actionne les ailerons. Ils commandent et répriment les roulis. Le pilote actionne les ailerons au moyen d'un volant ou d'un manche. Par son déplacement, l'aileron fait varier la portance de l'aile sur laquelle il est fixé et dont il occupe une partie de la surface ; en s'abaissant, il augmente la portance et la traînée de l'aile, et en s'élevant, il les diminue. L'action inverse et conjuguée des ailerons sur chaque aile provoque le roulis. Cependant, l'augmentation de traînée du côté ou l'aileron s'abaisse crée un mouvement de lacet, appelé lacet inverse, dont la direction est opposée à celle du roulis.

Plus l'envergure est grande, plus long est le bras de levier, et par conséquent, plus ample est le lacet inverse. A basse vitesse, ce mouvement est encore plus marqué parce que le débattement des ailerons est plus grand.

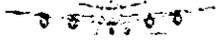
Les ailerons étant interconnectés, une méthode simple utilisée pour réduire le lacet inverse consisté à modifier la géométrie de la tringlerie de commande .On fait en sorte que l'angle de déplacement de l'aileron qui se lève soit plus grand que celui qui s'abaisse créant ainsi une traînée plus grande du côté de l'aileron soulevé. Cette installation porte le nom d'aileron différentiel.

Une autre méthode consiste à placer le pivot de l'aileron en arrière du bord d'attaque de cette gouverne, de telle façon qu'elle fasse saillie au dessous de l'aile lorsqu'elle est levée, ce qui augmente la traînée de se côté.

Cette conception s'appelle aileron Frise, du nom de son inventeur.

Pour éviter que, pendant le vol horizontal et rectiligne, le pilote ait à maintenir une pression constante sur la commande d'aileron (ce qui se produit, par exemple lorsqu'il y a une différence

De masse de carburant dans les ailes) les constructeurs utilisent différents systèmes.



Le plus simple consiste en un ressort placé dans la tringlerie de commande des ailerons et dont on peut diriger la tension d'un côté ou de l'autre au moyen d'une manette à pas de vis situé dans le poste de pilotage. Le ressort maintient le gauchissement des ailerons nécessaire pour garder les ailes horizontales, l'autre système utilise un tab, placé sur un des ailerons.

Le tab est un petit volet mobile fixé au bord de fuite de la gouverne, dont la position est ajustée au moyen d'une roue à friction placée dans le poste de pilotage. Selon l'angle que le tab fait avec la gouverne, il crée sur elle une pression pour la maintenir dans la position voulue. Comme les ailerons sont reliés, il est évident que si par exemple le tab maintient l'aileron sur lequel il est fixé en position haute, l'autre sera maintenu en position basse.

II-5.2 Les gouvernes de directions :

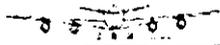
La gouverne de direction réprime le mouvement de lacet qui le plus souvent, est créé par les ailerons ? Le pilote actionne la gouverne de direction au moyen de pédales dont l'ensemble s'appelle le palonnier. La gouverne de direction fixée sur la dérive fait parti de l'empennage.

Les dimensions de la gouverne de direction ont un rôle déterminant dans le contrôle directionnel en cas de panne de moteur sur un avion multi moteur.

La gouverne de direction est généralement munie d'un tab de fonctionnement analogue à celui qui équipe les ailerons. Le tab de direction est indispensable sur un avion multi moteur afin de diminuer la pression considérable exercée sur la pédale en cas de panne et éviter la fatigue de pilote.

II-5.3 Les gouvernes de profondeurs :

La gouverne de profondeur commande et réprime le mouvement de tangage. Elle est actionnée au moyen de la même commande que les ailerons, soit le volant ou le manche, par un mouvement vers l'avant ou vers l'arrière. Elle est fixée par son



articulation sur le plan fixe horizontale et fait donc partie de l'empennage comme elle contrôle directement l'angle d'attaque de l'avion, sa position sera fonction de l'assiette et de la vitesse de l'avion, elle n'a pas de position neutre.

Par conséquent, un tab de profondeur sera obligatoire sur tous les avions. Pour diminuer la traînée et compte tenu du fait qu'il n'y a pas de position neutre pour la profondeur, certains avions sont équipés d'empennage horizontal complètement mobile, par fois appelé empennage monobloc.

L'articulation située en arrière de bord d'attaque de ce plan mobile, passe à travers le cône de queue, les efforts à fournir sur la commande de l'empennage monobloc sont diminués en partie grâce à la position du surface total situé en avant de l'axe d'articulation.

Certain empennages ont une configuration de T, c'est-à-dire que l'ensemble plan fixe horizontal – profondeur (ou l'empennage monobloc, le cas échéant) est situé au sommet de l'empennage vertical.

Les principaux avantages de T sont :

- un bras de levier plus long donc, une surface de gouverne nécessaire réduit (moins de traînée)
- une meilleure efficacité, puisque la gouverne est placée en dehors de perturbation aérodynamique créée par les ailes et le fuselage (sillage) (cas de Kingair .200).

On rencontre parfois l'empennage en V, appelé aussi empennage papillon, où deux ensembles plan fixe – gouverne sont placés en V au bout de la queue.

L'action combinée des gouvernes agit à la fois dans le sens de la profondeur et dans celui de la direction.

II-5.4 Les volets de bord de fuite:

Mécanisme de commande des volets de borde de fuite :

❖ En commande normale :

Le levier de commande est installé sur le pedestale , côté droite , sélectionner une position de sortie de volets en déplaçant le levier de commande de la position 0(zéro) à la position voulue les volets se mettant alors à sortir jusqu'à la position sélectionnée où il s'arrêtent automatiquement.

En ramenant le levier de commande à la position 0 (zéro), les volets entrent puis s'arrêtent automatiquement.

Les règles de mise en marche :

Le levier de commande est en position zéro.

L'indicateur de pression du système.

-Règles de conduite :

En pas déplacer de commande de toute sa cours sans Sélectionner les positions 1 et 2 unités.

La position 15 unités représentent le maximum des volets utilisable pour le décollage.

-Règle de sécurité :

En cas de sortie asymétrique des volets, la mise a l'arrêt de la commende hydraulique est automatique.

-règle de fin de service :

Rentré les volets complètement après que l'atterrissage est terminé.

❖ **En commande de secoure :**

Actionner l'interrupteur d'armement et pousser le commutateur vers la position DOWN.

Le moteur électrique se met à tourner dans le sens de sortie de volets.

L'arrêt du moteur est obtenu par la remise du cumulateur en en position OFF.

La entrée des volets est obtenue par l'inversion du moteur électrique, en poussant ce commutateur vers la position UP.

Le moteur tourne jusqu'à la position 0 (zéro) de fin de course ou il s'arrêt automatique.

-règle de mise en marche :

Le système électrique n'est utilisé sauf si le système hydraulique est en défaillance.

-Règle de conduite :

L'utilisation du moteur électrique doit pas déplacer 3 minutes le mise en marche et 20 minutes de repos avant réutilisation.

-Règle de sécurité :

Comme le système de protection contre les surcharge aérodynamique n'à aucune influence sur la commende électrique, on doit contrôle la sortie des volets en fonction de la vitesse de l'avion en atterrissage.

Si la vitesse dépasse 160 KT (296, 32 Km/h), le cran de sélection maximale est de 30 unités.

*** Les commandes de vol, Comment ça marche ?**

Les explications et schémas de ce chapitre sont valables pour le A330 qui possède des commandes de vol hydraulique d'ancienne génération (commande par câble) comme les Bœing B747, B757, B767, A300, A310, ce chapitre n'aborde que le fonctionnement des commandes de vol leur utilisation est décrite dans le chapitre aérodynamique.



Voici le schémas de principe de fonctionnement des gouvernes (ailerons, profondeurs, direction) la partie commande est en vert, le circuit hydraulique est en rose et rouge, l'indicateur de position en orange.

Fonctionnement :

Lorsque le pilote agit sur la commande est déplacé le tiroir de sélecteur dans une ses trois position, rentré, neutre sortie .sur le dessin le sélecteur est en position rentrée .la pression hydraulique fournit par la pompe est envoyée dans la chambre entrée du vérin et la chambre sortie retourne au réservoir.

Le vérin se déplace vers la droite, la gouverne vers le bas .le transmetteur orange sur la gouverne renvoi la position de celle-ci au l'indicateur au poste

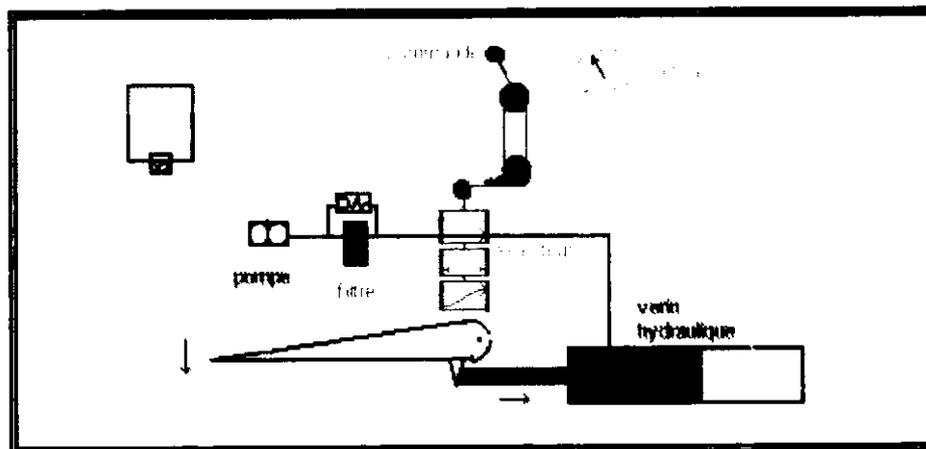


Figure (II.7) : Fonctionnement des gouvernes

*** Quelle est la différence avec les avions de la nouvelle génération ?**

La commande de pilote ne plus transmise directement par des câbles et des poulies mais envoyé à un calculateur qui actionne le sélecteur en fonction de la demande de pilote et d'autre paramètre .le circuit hydraulique reste le même.

*** Ça rassemble a quoi sur un avion ?**

Voici la chaîne de commande gauchissement d'un A330 les circuits hydraulique (sauf servocommande) et électrique ne sont pas représentés. On y trouve les commandes ailerons en bleu et la assistance des spoilers vol en vert.



Fonctionnement :

Le volant CDB commande les ailerons en actionnant les tiroirs des servocommande celle-ci actionnent le tambour ailerons qui est roulis par câble au aileron, le volant pilote agit sur les différentiel spoilers qui donne une position spoilers en fonction des volants pilotes et de la manette spoilers le différentiel et roulée le servocommande les spoilers vol.

Pilote automatique :

Les servocommandes A /F en jaune agissent sur l'arbre de commande aileron, ce qui fera bouger les aileron bien sur mais aussi les volants au poste.

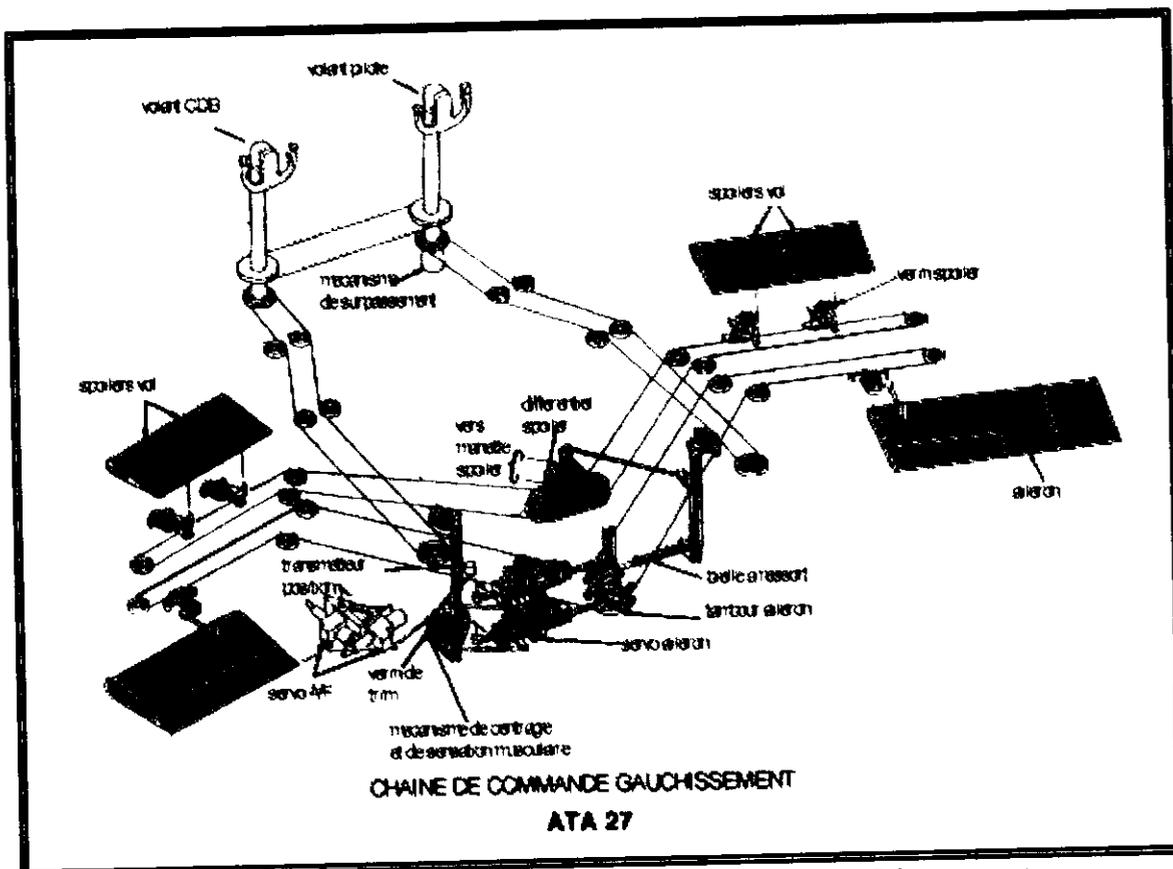


Figure (II.8) chaîne de commande gauchissement

* Quelle est la différence entre un vérin et une servocommande ?

Un vérin ne possède que deux positions rentrées et sorties ce qui est très bien pour un train d'atterrissage mais pas pour une gouverne. Une servocommande a un nombre infini de positions intermédiaires et n'a pas besoin de sélecteur.

Elle possède un tiroir qui reçoit la commande et un retour d'asservissement qui lui permet de suivre exactement la commande en revenant au neutre: petit braquage du volant = petit débattement de la gouverne.

*** Est ce que ce système est fiable ?**

Ce système n'est plus utilisé sur les avions modernes car il est lourd, encombrant, et demande beaucoup d'entretien. Par contre il est très fiable, voici les principaux dispositifs de sécurité sur le gauchissement :

- panne d'un circuit hydraulique: la servo du circuit se met en by-pass la servo de l'autre circuit fait fonctionner les ailerons.
- panne des deux circuits hydraulique: les servo se mettent en by-pass, les ailerons sont commandés en manuel à travers les servos avec l'aide de panneaux de compensations et de tab automatiques.
- blocage d'une gouverne: des rivets de cisaillement situés sur le tambour aileron permettent le fonctionnement de l'autre gouverne.
- blocage de la chaîne de commande aileron: le système de surpassement situé à la base du manche pilote permet d'utiliser les spoilers et inversement en cas de blocage spoiler.
- blocage d'une servo spoiler: des rivets de cisaillement installés sur chaque secteur de commande isole la servo défectueuse.

*** C'est quoi les panneaux de compensation et les tabs ?**

Le dessin représente une gouverne équipée d'un servo-tab et d'un panneau de compensation. Les avions de ligne possèdent des tabs automatiques mais le principe est le même. Le but est d'aider le pilote à contrer les effets aérodynamiques qui s'appliquent sur la gouverne. Les panneaux de compensations sont articulés sur la gouverne et se trouvent à l'intérieur de l'aile représentée en



vert. Le braquage de la gouverne crée une surpression d'un coté et une dépression de l'autre qui engendre une force inverse à la force aérodynamique.

La force qui s'applique sur le tab va aider au braquage de la gouverne. Le système est en équilibre lorsque la force du pilote + la force du tab + la force du panneau est égale à la force sur aérodynamique la gouverne.

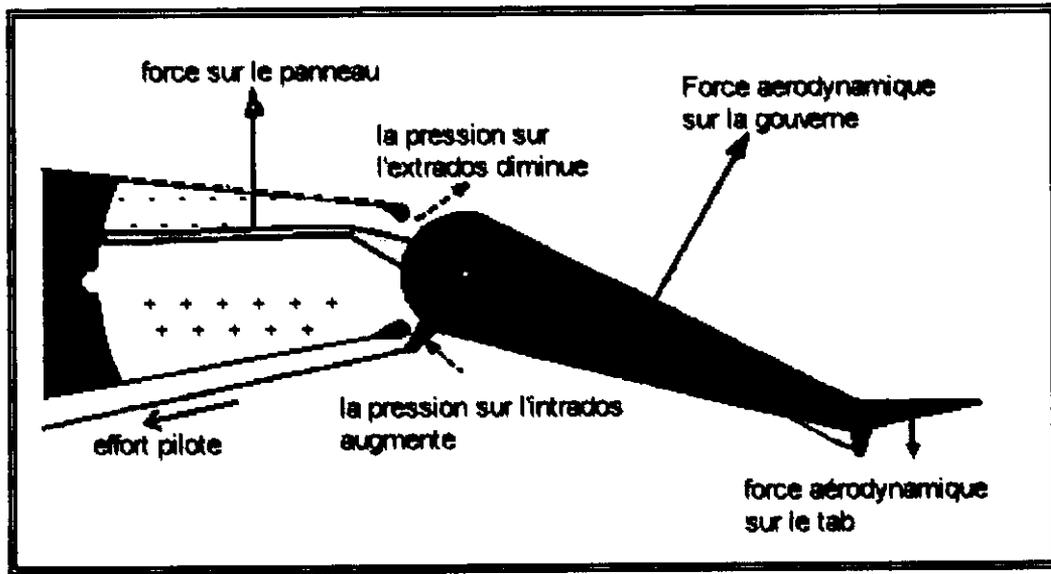


Figure (II.9) Servo-tab et panneau de compensation

*** Quels sont les autres systèmes ?**

Ils sont très nombreux, par exemple le dispositif hypersustentateur. Sur le A330 les volets (vert foncé) et becs (vert clair) de bord d'attaque fonctionnent avec des vérins hydraulique alors que les volets de bord de fuite (bleu) fonctionnent avec des vis reliées à un unique moteur hydraulique (rouge) par des tubes de torsion (orange). Le sélecteur volet (jaune) est relié au moteur par un câble suiveur qui lui permet de faire correspondre la position manette avec la position des volets. Le secours est assuré par le circuit hydraulique secours pour le bord d'attaque et par un moteur électrique pour le bord de fuite.

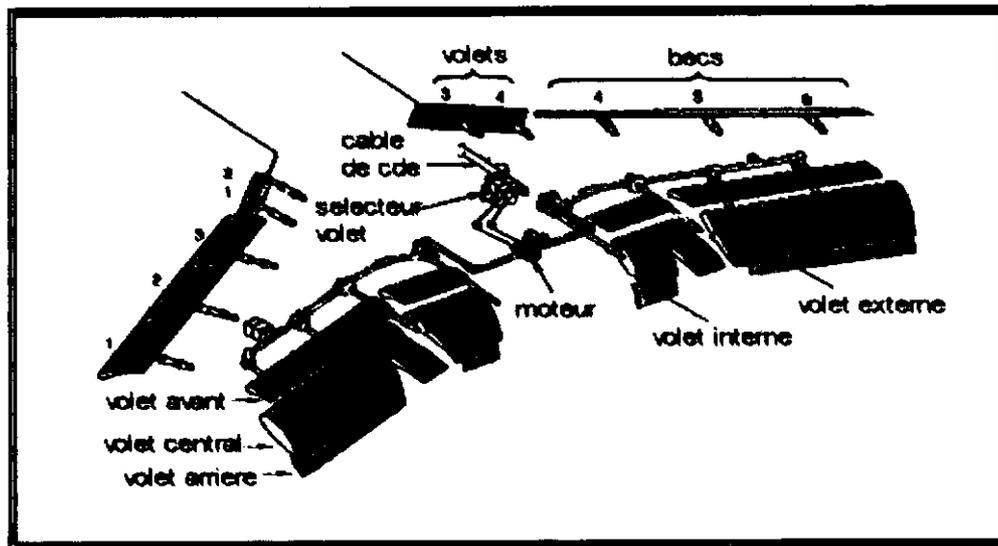


Figure (II.10) : Dispositif hypersustentation

CHAPITRE III



III- Introduction:

Dans ce chapitre on va étudier une partie de la maintenance de l'Air bus A330, faisant en premier une présentation générale de la maintenance de cet avion.

III-1.1 Définition de la maintenance :

L'entretien d'un aéronef peut être définie comme un ensemble des actions destinée à maintenir ou remettre l'aéronef ou ces éléments en état de sécurité (notion d'aptitude au vol): vérification réparation, modification, révisions, inspections, etc.

III-1.2 Les objectifs de la maintenance :

L'avion est une machine très complexe, sa construction à nécessiter la maîtrise d'une multitude de sciences, donc sa maintenance est aussi complexe mais nécessaire et vital par l'exigence de la sécurité.

* **La sécurité** : C'est une exigence réglementaire, l'aéronef doit au cours du temps conserver les caractéristiques et les exigences de navigabilité définie et approuvées l'ors de sa certification.

(Performances, domaine de vol, intégrité de cellule et des propulseurs, sécurité et disponibilité des systèmes et équipements) En fonction de l'objectif réglementaire de sécurité.

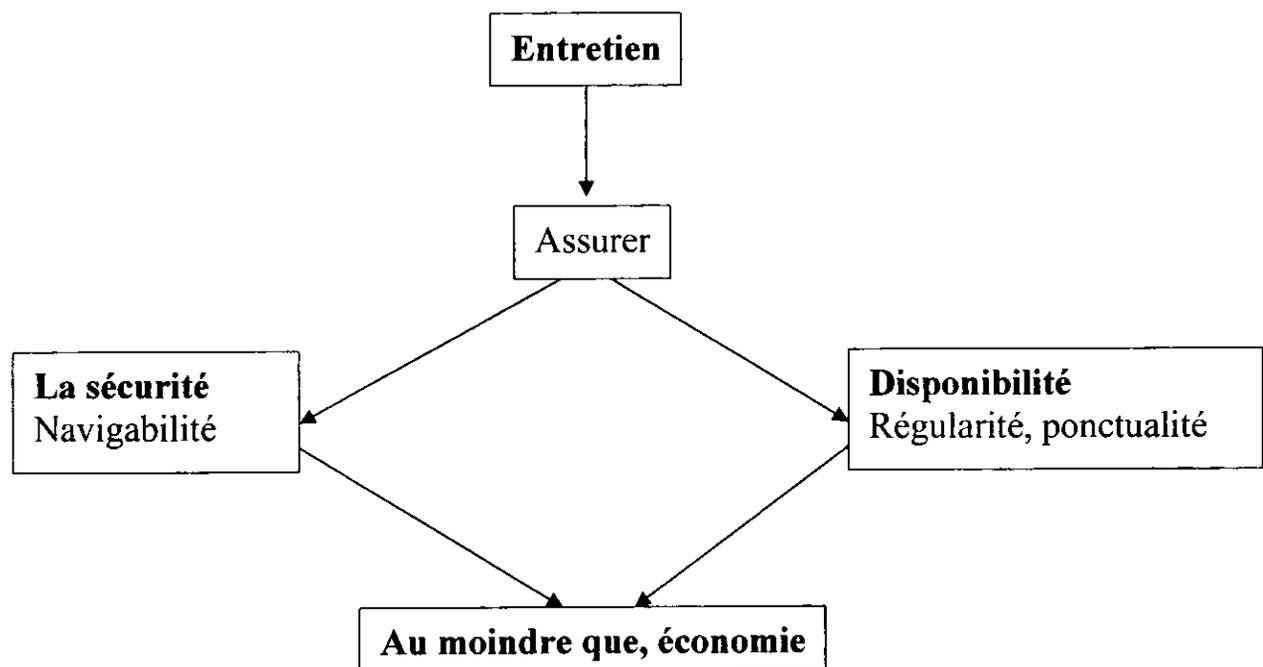
* **La disponibilité** : Un aéronef représente un investissement coûteux. Une compagnie aérienne recherche donc des taux d'utilisation élevés. Pour ce la, un aéronef de transport doit être en état d'accomplir sa mission au moment voulu, mais en toute sécurité.

Le retard ou l'annulation d'un vol constituant non seulement une perte directe pour la compagnie, mais nuisent aussi à son image au pré des passagers. Dans une certaine mesure, cet inconvénient par un volant important d'aéronefs de

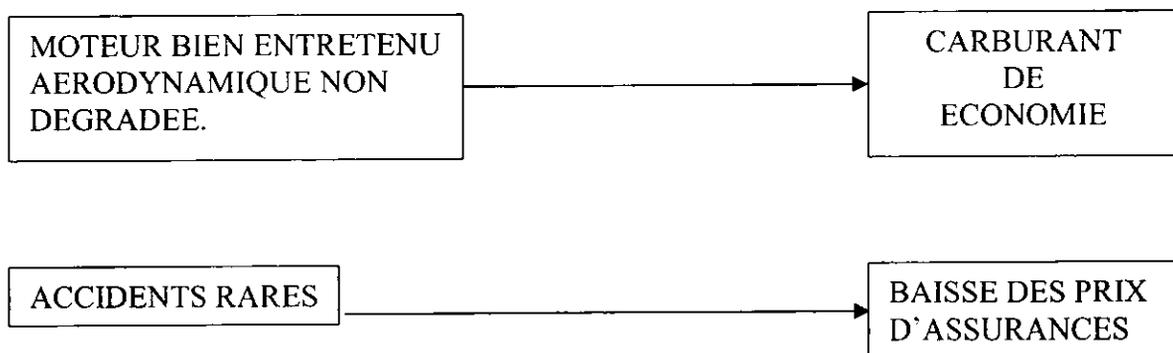


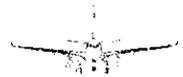
réserve ou par des affrètements auprès d'autres transporteurs n'est pas satisfaisant économiquement

* **L'économie** : La satisfaction des deux premiers objectifs est dictée, entre autres par des impératifs économiques. Mais entretenir des aéronefs nécessite une organisation et des moyens matériels et humains qui coûtent cher, pour minimiser les coûts d'entretiens il faut trouver le meilleur compromis économique possible entre les deux premiers objectifs et le troisième.



Il s'agit de minimiser les coûts globaux et pas seulement les coûts d'entretiens. Ainsi il ne faut pas perdre de vue que l'entretien peut lui-même contribuer à diminuer d'autres coûts.





III-1.3 Les coûts d'exploitation directe d'un avion:

La réparation des coûts directe d'exploitation peut varier sensiblement d'une entreprise à un autre. Pour des aéronefs comparables en moyenne on peut estimer le coût direct d'exploitation.

III-1.4 Programme d'entretien de l'Airbus A330 :

L'entretien d'aéronef doit être organiser de manière à minimiser les temps d'immobilisation, il s'agit donc de regrouper les opérations élémentaires d'entretien d'importance et de périodicité comparable. Ces groupes d'opérations sont s'appelés VISITES.

- **Le schéma classique d'entretien d'airbus A330 :**

- * **Visite pré vol : T**

- Qui peut éventuellement être faite par l'équipage et qui est faite normalement par les techniciens de maintenance , vérification des pleines d'huile , de l'état et du gonflage des pneumatiques , des freins et des amortisseurs vérification visuelle de l'absence des fuites carburant , et de l'état général de l'avion .

- * **Visite journalière :**

- Comporte , outre les opérations de la visite pré vol , d'autres vérification portant par exemple sur l'état général du fuselage et de la voilure , des entrées d'air des moteurs la tendance est à espacer ce types de visite à trois jours , vois plus .



*** Visite A :**

Tout les 400 HDV à +40 HDV, ou tout les quatre mois environs (la première échéances atteintes) .Elle comporte des inspection visuelles plus détaillée des systèmes et composantes la structure, par exemple les train d'atterrissage les prise d'air, le mécanisme des parties mobiles, de la voilure, les portes, l'oxygènes les systèmes détection de fumées.

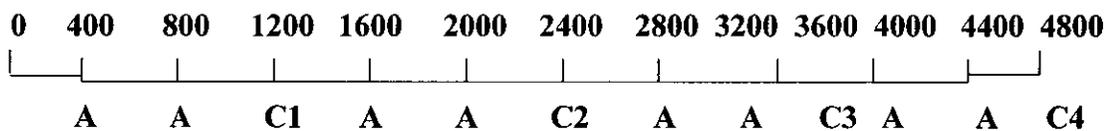
***Visite C1**

Toutes 1200 HDV ou mois environ (la première échéance atteintes) on ajoute à la liste A des inspections plus poussés pour vérifier le fonctionnement des systèmes durée : 2-3 jours

***Visite C4**

Toute les 4800 HDV ou 4 ans (la première échéance atteinte) .Elle comporte des inspections supplémentaires entraînent des démontage pour vérifier des parties d'accès difficile, avec examen minutieux de tout système et de toute la structure.

• Schéma d'entretien d'un Airbus A330 en AIR ALGERIE :



III-2 Entretien des commandes de vols :

III-2 .1 Entretien général :

Lors de la différente visite C, des protocoles d'inspections détaillés sont appliqués aux différents éléments des commandes de vol

Ces protocoles comportent généralement quatre phases :

- Ouverture
- Inspection (visuelle, ou assisté).



- Graissage
- Essai

1-Ouverture :

Elle consiste à dégager tous les accès pour pouvoir inspecter les différents éléments et mécanisme des commandes de vol.

2-Inspection :

C'est une inspection profonde suivant toute une procédure qui pour certains éléments nécessitant des inspections aux ultrasons et des vérifications de torques.

Exemple : ferrure attache stabilisateur et gouverne.

Des protocoles d'inspection visuelle recherche aussi toutes les fuites hydrauliques des différents mécanismes des commandes de vol.

3-Graissage :

Une série de plus de trente protocoles nous donne toutes les procédures de graissage des éléments des commandes de vol.

Tous les protocoles de graissage sont montés clairement et le graissage se fait grâce à une pompe de graissage

Cette opération est très important car un mécanisme mal graissé peut à l'extrême se casser

4-Essai :

Une série de protocole permet d'effectuer toute une série de test pour toutes les commandes de vol

Ces tests se font en plusieurs parties et nécessite la présence des techniciens au poste de pilotage et d'un technicien au sol (les deux relier par interphone).

Cette procédure permet de vérifier visuellement l'exactitude des différentes positions commandées du poste de pilotage.

Lors de ces essais on peut donner à l'avion différent configuration (air /sol) afin de s'assurer du bon fonctionnement de tout les éléments dans toutes les configurations possibles.



III-2.2 Montage/démontage des éléments des commandes de vols

A. Désactivation des spoilers/aérofreins

Cette procédure contient des tâches de désactivation et d'activation du système de commande de spoiler/aérofrein, qui sont utilisées pour empêcher le mouvement accidentel du spoiler pendant l'entretien. Elle contient également des tâches de la pose, de la dépose, de l'inspection et de l'ajustement de spoilers extérieurs et intérieurs.

B. Désactivation du système de commande de spoiler

- Installer le verrou du PCA ; cette tâche met le spoiler dans la position haute et verrouillé
- Désactiver le levier d'aérofrein pour l'opération de levier vers l'avant ou de poussé d'inversion ;
 1. déplacer le levier d'aérofrein vers sa position basse et verrouillée.
 2. ouvrir le disjoncteur (11G11, auto aérofrein) sur le panneau (P11), et attacher l'étiquette de DO-NOT-CLOSE.
 3. couper le courant électrique si nécessaire pour l'entretien.
- Ouvrir le disjoncteur d'air/sol ou simuler le mode d'air ; cette tâche empêche le mouvement de spoiler quand vous changez le système de logique d'air/sol ;
 1. Déplacer le levier d'aérofrein vers sa position basse et verrouillée.
 2. Ouvrir le disjoncteur (11G11) sur le panneau (P11) et attacher l'étiquette de DO-NOT-CLOSE
 3. Simuler le mode d'air si nécessaire pour l'entretien
- Débrancher le connecteur électrique de PCA ;
 1. Déplacer le levier d'aérofrein vers sa position basse et verrouillée
 2. Ouvrir le disjoncteur sur le panneau supérieur (P11) et attacher l'étiquette de DO-NOT-CLOSE



3. Couper l'énergie hydraulique des circuits gauche, droit et central.
4. Débrancher le connecteur électrique de PCA du spoiler si nécessaire pour l'entretien

C. Ajustement des spoiler extérieur ou intérieurs :

- Fournir la pression aux hydrauliques gauche, droit et central
- Enlever l'étiquette de **DO-NOT-CLOSE** et fermer le disjoncteur sur le panneau supérieur (P11)
- Enlever l'étiquette de **DO-NOT-OPERATE** et commutateurs gauche, droit et central d'isolement de vol sur le panneau droit latéral (P11), en position **ON**
- Déplacer le levier d'aérofrein entièrement vers le haut.
- Rétracter les volets de bord de fuite
- Déplacer le levier d'aérofrein à sa position basse et verrouillée, et s'assurer que les spoilers sont entièrement en bas
- **Pour les spoilers extérieurs :**

Faire ces étapes pour inspecter et ajuster le dégagement du spoiler au volet :

1. inspecter la distance entre les spoiler (vue **B-B**) et ajuster le joint si nécessaire
2. inspecter la distance entre le spoiler et la structure adjacente (vue **A-A** et **C-C**) et ajuster les joints si nécessaire
3. inspecter le dégagement entre le principal bord du spoilers et la structure arrière d'aile (vue **D-D** et **E-E**) .ajuster les joints si nécessaire.
4. Inspecter le dégagement du spoilers au volet et ajuster le PCA nécessaire



- **Pour les spoilers intérieurs ;**

Faire ces étapes pour inspecter et ajuster le dégagement du spoiler au volet (fig)

1. inspecter le dégagement entre les spoiler (vue A-A) et ajuster le joint si nécessaire
2. inspecter le dégagement entre le spoiler et la structure adjacent (vue B-B et C -C), et le joint si nécessaire
3. inspecter le dégagement entre le principal bord du spoiler et structure arrière d'ail (vue D-D et E-E) régler le joint si nécessaire
4. inspecter le dégagement du spoiler au volet et ajuster le PCA si nécessaire

- **Mettre l'avion de nouveau à son habituelle condition**

1. Enlever l'étiquette de **DO- NOT- CLOSE** et fermer ce disjoncteur sur le panneau 11G11(auto aérofrein)
2. Couper la pression des circuits hydrauliques gauche, droite et centrale
3. couper le courant électrique s'il nécessaire et fermer les panneaux d'accès applicables (pour le spoiler numéro 6, 5,7)

D. Démontage des spoilers

- **Démontage des spoilers extérieurs**

- Démontez les composants du spoilers (01)
 1. clavier (15)
 2. l'extrémité bielle (tige) du PCA (24)
 - Enlever les quatre boulons du charnier (04) (3, 11,3et 11)
 - Enlever le spoiler extérieur (01)

Faire cette procédure pour les autres spoilers extérieur. (Voir fig. O1)



○ **Démontage des spoilers intérieur**

- Ouvrir les panneaux d'accès applicable :
 1. **552BB** (pour le spoiler numéro06).
 2. **552GB** (pour le spoiler numéro05).
 3. **652BB** (pour le spoiler numéro07).
- Démontez les composants du spoiler (05) .
 1. Cavalier (15)
 2. l'Extrémité de la tringle du PCA (30)
- Enlever les quatre boulons du charnier (16, 17,17 et 16).
- Enlever le spoiler intérieur (05)

Faire ces procédures pour les autres spoilers intérieurs (voir fig. 02)

E. Inspection/vérification des spoilers extérieurs et intérieurs :

Ce procédé a seulement des illustrations et les tables de limite d'usinage qui montrent les données pour l'usage limite .Il n'y a aucune procédure pour accéder, à la pose ou dépose des parties des spoilers

1. Limites d'utilisations des spoilers :

Employer les données fournies dans les (fig. 03) pour inspecter les spoilers pour une utilisation excessive.



F. Installation des spoilers :

1-Installation de spoilers extérieur :

- Appliquer une quantité de graisse aux écrou, aux boulons, rondelles, entretoises extérieur du charnière, roulement et aux charnière avant que vous les installiez
- Placer les entretoises extérieures des charnières (09) et les roulements (20) en position sur les moitiés de spoilers.
- Mettre le spoilers (01) dans correcte.
- **Faire ces étapes pour relier la charnière extérieure à la charnière intérieure (vu A)**
 1. Installer le boulon (03), les rondelles (2,4) et la douille (06)
 2. Installer l'écrou (05) et serrer le.
- **Faire ces étapes pour relier deux charnières externes (vu C) :**
 1. Installer le boulon (11), la rondelle (10)
 2. Installer l'écrou (19) et serrer le
 3. Relier le cavalier (15) au spoiler (11)
- Déplacer manuellement le spoiler via sa gamme de débattement et faire ce contrôle, s'assurer que le spoiler se déplace librement.
- **Faire ces étapes pour relier l'extrémité de la tige de PCA (24) au spoilers (01) :**
 1. Installer la douille (21), les rondelles (22,25) et le boulon (26)
 2. Installer l'écrou (23) et serrer le.
- Lubrifier les garnitures de graisse
- Enlever le verrou de vérin du spoilers
- Abaisser le spoiler (01) (voir fig. 01)



2- Installation des spoilers intérieur :

-Appliquer une quantité de la graisse aux écrous, aux boulons, aux rondelles et aux charnières avant de les installer.

-Mettre le spoiler (05) dans sa correcte position.

- **Faire ces étapes pures relier les deux charnières externes (vu A)**

a) Installer le boulon (16), la rondelle (06) et l'entretoise (01)

b) Installer l'écrou (07) et serrer le.

c) Relier le cavalier (15) au spoiler (05)

- **Faire ces étapes pour relier l'extérieur à l'intérieur de charnière (vue B) :**

1. Installer le boulon (17), les rondelles (18 ,19 ,21) et la douille (20).

2. Installer l'écrou (22) et serrer le.

- **Faire ces étapes pour relier l'extérieur à l'intérieur de charnière (vue C)**

1. Installer le boulon (17), la plaque (23), la douille (20) et la rondelle (21)

2. Installer le boulon qui relie la plaque (23) au longeron arrière de l'aile

3. Installer l'écrou (22) et serrer le.

- Déplacer manuellement le spoiler via sa gamme complète de débattement et s'assurer que le mouvement de spoiler est libre.



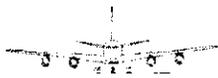
- **Faire ces étapes pour relier l'extrémité de la tige de PCA au spoiler (05) :**

1. Installer la douille (28) et le boulon (38)
2. Installer l'écrou (29) et serrer le
3. Installer le boulon (23) et le collier (32) qui relie de verrou (34) à la chaque du spoiler

- Lubrifier les garnitures de graisse
- Enlever le verrou de vérin du spoiler
- Abaisser le spoiler (05) (voir fig. 02)

G. Activation du système de commande de spoiler :

- Enlever les verrous de PCA pour activer les spoilers / aérofrein.
- Activer le spoiler / aérofrein après l'opération de levier vers l'avant ou de poussée d'inversion.
 - * Déplacer le levier de poussée vers l'avant à sa position de poussée ralentie.
 - * Déplacer le levier de poussée d'inversion à sa position OFF.
 - * Enlever l'étiquette de DO-NOT-CLOSE, et fermer le (11G11) sur (P11).
- Ouvrir le disjoncteur électrique de commande de vol ou couper le courant électrique ;
 - * Appliquer le courant électrique.
 - * Enlever les étiquettes de DO-NOT-CLOSE, et fermer les disjoncteurs sur (P11).
- Ouvrir le disjoncteur d'air/sol ou simuler le mode d'air ;



- * S'assurer que le levier d'aérofrein est dans sa position bas et verrouillée.
- * Enlever la simulation de mode d'air.
- * Enlever l'étiquette de DO-NOT-CLOSE, et fermer le (11G11) sur (P11) .
- Débrancher le connecteur électrique de (PCA) ;
 - * S'assurer que l'énergie hydraulique est coupée dans le circuit gauche, droit et central.
 - * S'assurer que les disjoncteurs électriques de commande de vol sur le panneau (P11) sont ouverts.
 - * Brancher le connecteur électrique au (PCA).
 - * S'assurer que le levier d'aérofrein est en position bas et verrouillé.
 - * Enlever les étiquettes de DO-NOT-CLOSE et fermer les disjoncteurs de commande sur le panneau (P11).

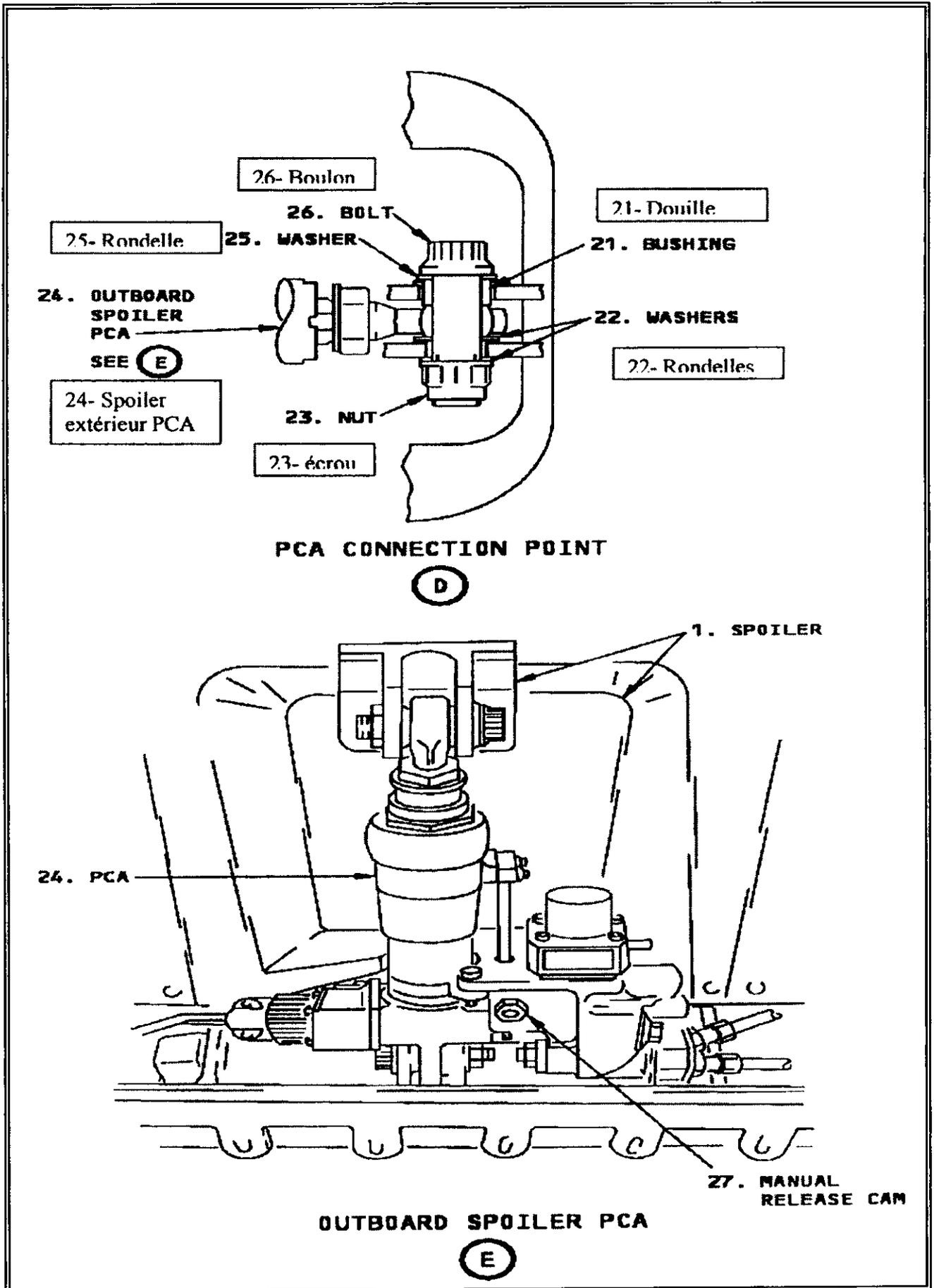


Figure (III.1) Installation des spoilers extérieurs

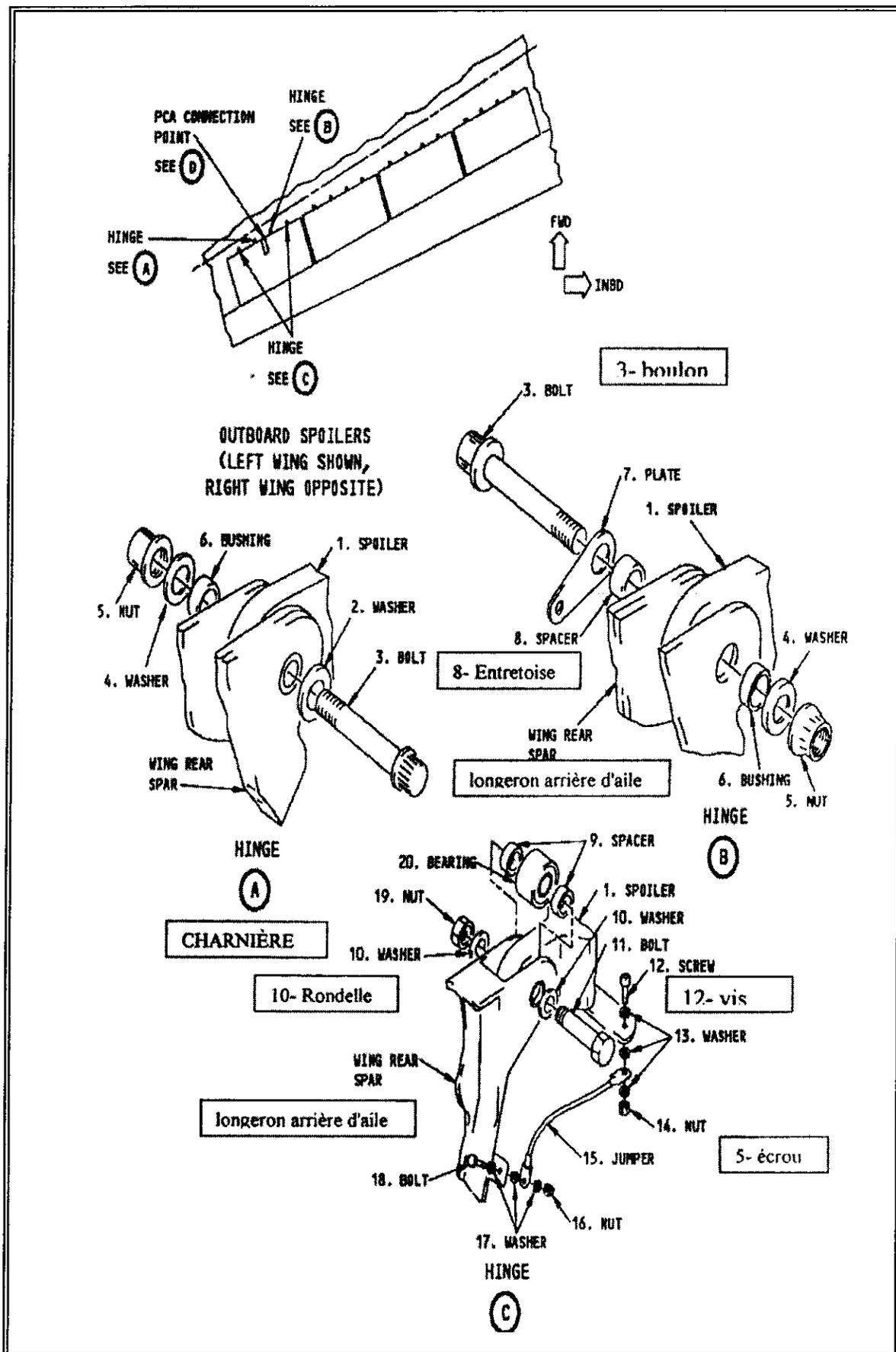
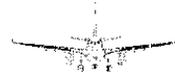


Figure (III.1) Installation des spoilers extérieurs

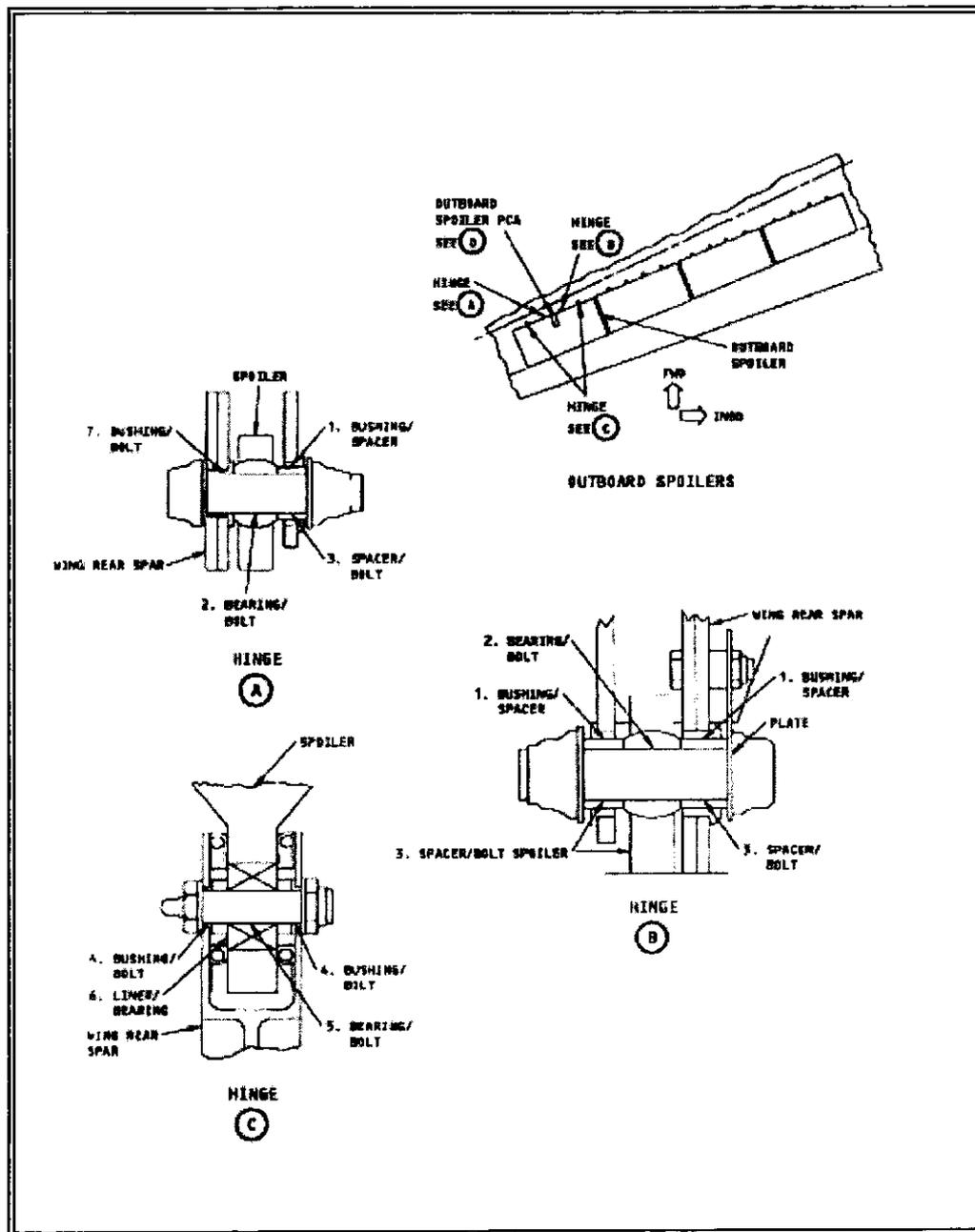


Figure (III.3) Limites d'utilisation des spoilers

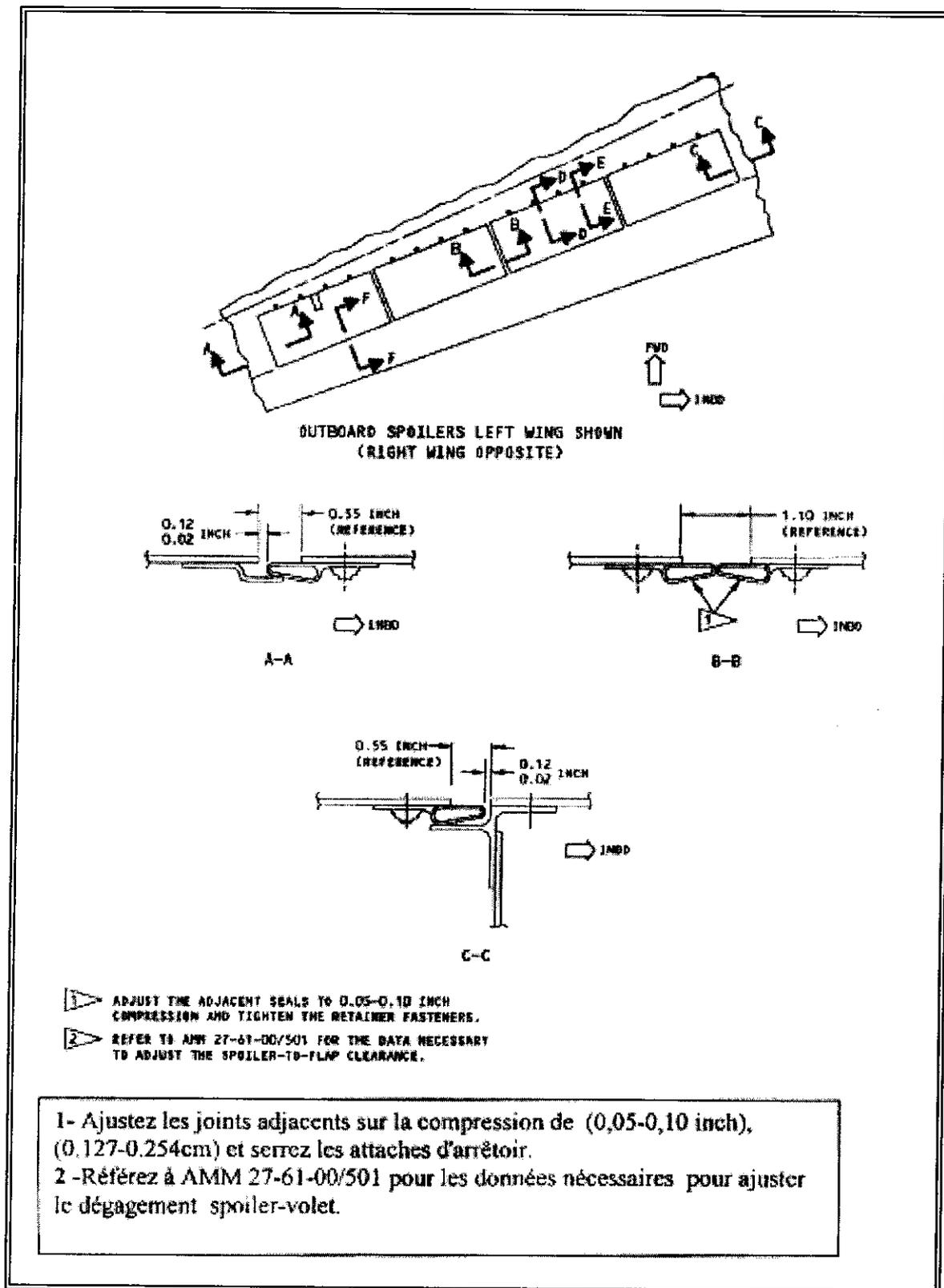


Figure (III.3) Limites d'utilisation des spoilers

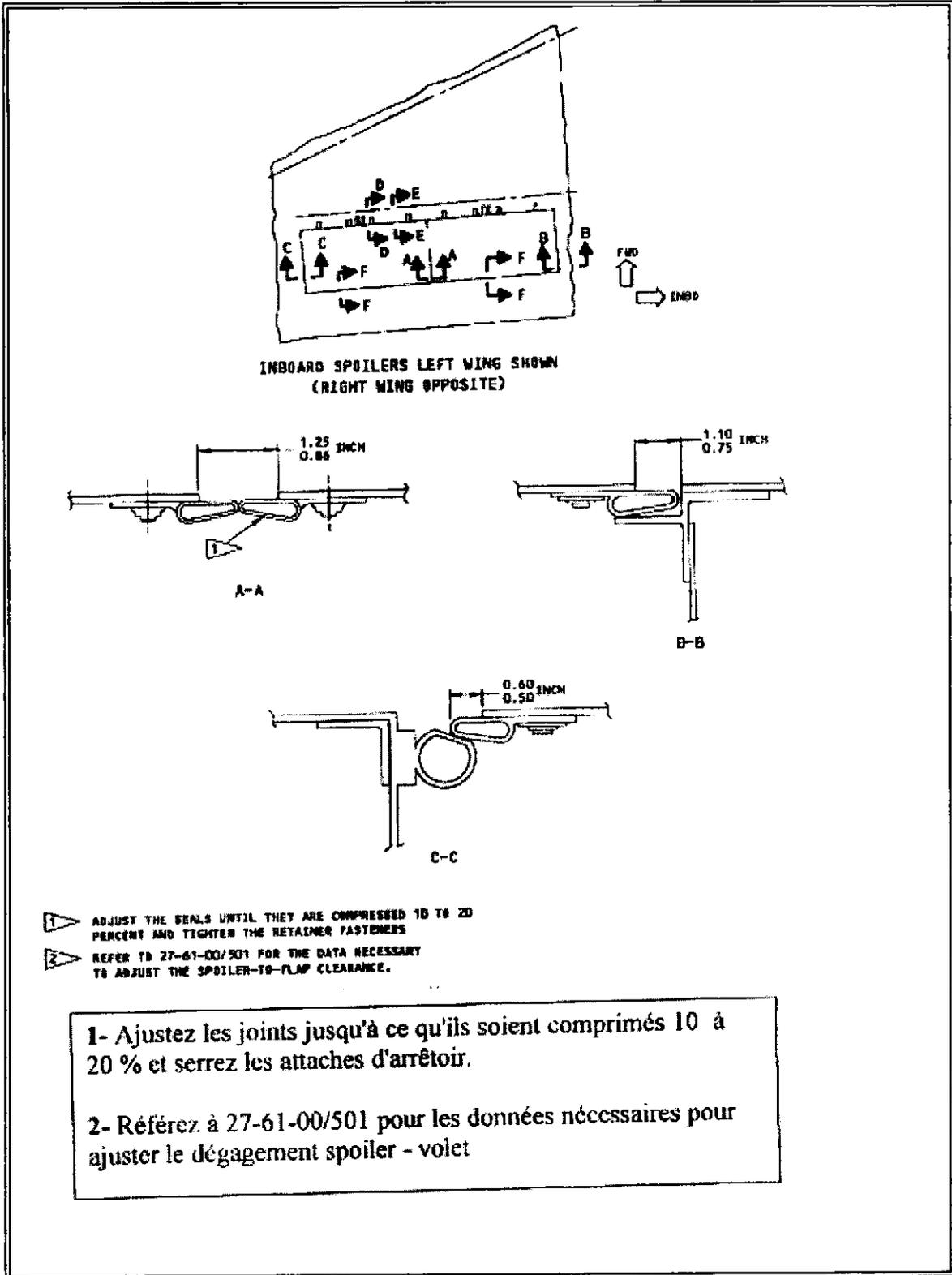


Figure (III.4) Ajustement des spoilers intérieurs

Conclusion

En abordant ce sujet et à travers notre étude descriptive nous avons découvert un domaine très vaste à la fois simple et complexe.

Ce travail nous a permis de connaître :

- L'importance des commandes de vol d'un avion, et les types des commandes (primaires et secondaires).
- Les axes de références pour contrôler l'avion et les éléments utiliser pour chaque mouvement, (gouvernes, volets...).
- Les mécanismes intervenir dans le fonctionnement de chaque élément suivant : direction, ailerons, spoilers, aérofreins, profondeurs.
- L'importance des opérations des maintenances d'un avion et leurs objectifs.

BIBLIOGRAPHIE

AMM : Aircraft Maintenance Manual.

TTM : Technical Training Manual .

Mémoire : 1999, 2001, 2004, 2005.

Les sites Internet :

[http//www. Airbus. Com](http://www.Airbus.Com)

[http//www. ATA27. Com](http://www.ATA27.Com)

Les livres :

Aérodynamique et Mécanique du vol par : J. C. RIPOLL.

Mécanique du vol par : A. C. KERMODE.

Technique du vol par : Y. PLAYS.
