

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTÉ DU SCIENCE DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE



Projet de fin d'étude en vue de l'obtention
Du diplôme D.E.U.A en Aéronautique
Spécialité STRUCTURE

THÈME

Description et maintenance
Des Atterrisseurs d'un Airbus A330-200



Réalisation

-OUZDADI El
-Hadj

Encadrement

Mr. AZZAZEN Mohamed
Mr. BENOMAR abdelkader

2007/2008

Dédicaces

J'offre ce modeste travail avec une grande fierté A :

Mes chers et aimables parents qui m'ont soutenus tout le long de mes études.

Mes Sœurs : amel, meriem

Tout les membres de la famille : ouzdadi

Tout les professeurs au niveau de l' IAB

*ET n'oublier pas : kerraïché, abdo, mouloude, azzeddine,
Ferhate, kader, mourade, saleh, cheabbe, amine, ibrahim
Mohamed, ali, ahmed.*

Et fella, khedaouadj.

Et merci à tous les gens qu'il ont m'aide pour terminer ce travail.

REMERCIEMENT

*JE REMERCIE EN PREMIER LIEN DIEU,
DE TOUT PUISSANT DE M'AVOIR DONNÉ
LE COURAGE, LA VOLONTÉ ET LA CHANSE
DE MENER CE PROJET à TERME.*

*JE REMERCCIE très CHALEUREUSEMENT, MES
Très CHÈRS PARENTS TAHER ET ZOÛRA
POUR LEUR SOUTIEN MORALE ET
FINANCIER TOUT AU LONG DE MES Etudes.*

*IL M'EST AGRÉABLE D'EXPRIMER MES
SINCÈRES GRATITUDES, POUR ENCADREUR
ON AIR ALGÉRIE, Mr. BENOMAR Abdelkader ET
Mr. AZZAZEN Mohamed POUR LEUR CONSEILS.*

REMERCIEMENT TRÈS SPÉCIAL A :

*MR GERRIBE AZZEDDINE, MR MOURAD,
MR BECHÉRIE MR OUZDADI MED,
MR FERTASE MED, MR FARESE, MR ELIAS*

INTRODUCTION

*LES ATTERRISEURS SONT DES ORGANES QUI
ASSURENT TROIS BUTS ESSENTIELS :*

*Stabilité et maniabilité au cour du roulage ainsi qu'un bon
passage du vol au roulage et bien sur le freinage de l'avion.*

*Ainsi, le sujet que je propose d'exposer dans le présent
mémoire, porte sur la description et la maintenance des
atterrisseurs du A 330-200.*

MON MEMOIRE EST REPRESENTÉ EN QUATRE CHAPITRES :

*Le premier chapitre donne une identification de
l'aéronaut de l'air bus A330-200.*

*dans le deuxième chapitre étude technologique sur les
traits d'atterrissage de la A330-200.*

*et en troisième chapitre le fonctionnement des systèmes
d'atterrisseur .*

Enfin, le quatrième chapitre expose la maintenance.



SOMMAIRE

CHAPITRE 1: IDENTIFICATION DE L'ARBUS A330-200.

	<i>-Page-</i>
1.1. Historique de l'avion.....	-1
1.2. Le fuselage.....	-3
1.2.1. généralités.....	-3
1.2.1. A. Les couples (cadres).....	-4
1.2.1.B. Les lisses.....	-4
1.2.1.C. Le revêtement.....	-4
1.2.2. Description du fuselage.....	-4
1.2.2.A Partie avant du fuselage (Nez).....	4
1.2.2.B Fuselage d'avant	-5
1.2.2.C Partie arrière du fuselage	-5
1.2.2.D Partie arrière du fuselage.....	-5
1.2.2.E Partie arrière du fuselage (Cône).....	-6
1.3. Aile.....	-7
1.3.1. Généralité.....	-7
1.3.2. Description de l'aile.....	-8
1.4. Les portes.....	-12
1.4.1. Généralités.....	-12
1.5. Stabilisateurs.....	-15
1.5.1. Généralité	-15
1.5.2. Stabilisateur horizontal.....	-17
1.5.2.1. Généralité.....	-17
1.5.3. Stabilisateur vertical	-17
1.5.3.1. Généralité.....	-17
1.6. Train d'atterrissage	-18
1.7. Réacteur CF6-80 E1.....	-20
1.7.1. Le mât.....	-21
1.7.2. La nacelle.....	-22

CHAPITRE 2: ETUDE FONCTIONNELLE EST TECHNOLOGIQUE DU TRAIN D'ATTERRISSAGE DE A330-200

II.1. Généralités	-24
II.1.A. Introduction.....	-24
II.1.B. le rôle du train d'atterrissage est.....	-24
II.1.C. fonctionnement du train du A (330-200)	-24
II.2. Les efforts supportent par le train d'atterrissage	-24
II.3. Définition de quelques accessoires Important.....	-25
II.3.A. Eléments du train d'atterrissage.....	-25
II.3.B. la contre- fich	-25
II.3.C. Mécanisme DE Rétrécissement (shortening mécanisme).....	-27



II.3.D. Amortisseur du train principal.....	27
II.3.D.1. Fonctionnement	28
II.3.D.2. Entretien de L'amortisseur.....	-28
II.3.E. Amortisseur de train de nez	-29
II.3.E.1. Fonctionnement.....	-29
II.3.F. Amortisseur de vibration (SHIMMY Damper).....	-29
II.3.D.1. L'ensemble Damper comporte.....	-29
II.3.G. Caractéristique de Construction	-30
II.3.G.1. Une Carcasse.....	-30
II.3.G. 2. Une Bande de Roulement.....	-30
II.3.G. 3. Les Bande de Cote.....	-30
II.3.G. 4. Les Talons.....	-31
II.3.G. 5. Un Cousin de Gomme appelle ((LINER)).....	-31
II.4. Escamotage.....	-32
II.4.A. Circuit hydraulique de manœuvre.....	-32
II.4.B. Circuit de secours	-32
II.4.C. Accrochage et verrouillage.....	-32
II.4.D. Commande des trappes.....	-32
II.4.E. Commande -contrôle -securite.....	-33
II.5. Freinage.....	-33
II.5.A. Principe de freinage.....	-33
II.5.B. Freins à disques.....	-34
II.5.c. Le bloc frein	-34
II.6. Pitch trimmer.....	-34
II.7. LES DIFFERENTS CAS D'ANOMALIE QUI PEUVENT SURVENIR AU TRAIN PRINCIPAL	-36
II.7.A. Le train n'est pas sorti	-36
II.7.B. Le train n'est pas verrouille bas.....	-36
II.7.C. Anomalie en rétraction.....	-36
II.7.D. Les portes ne se referment pas.....	-36
II.7.E. Les trains ne sont pas verrouilles haut.....	-37
II.7.F. Anomalie au verrouillage haut du train.....	-37
II.7.I. Panne de LGCIUI.....	-37
II.7.G. Le désaccord du système.....	-37

CHAPITRE 3. LES SYSTEMES D'ATTERRISEUR DE A330-200

III.1. PRESENTATION DES SYSTEMES DE.....	-39
COMMANDES ET DECONTROLES	
III.1.A. Panneau du trois n'atterrissais	-39
III.1.B. Le freinage automatique.....	-39
III.1.C. Commutateur anti-patinage.....	-39
III.1.D. Indicateur de pression de frein(Triple indicateur).....	-39



III.1.E. Lever de commande rentrée et sortie.....	-40
III.1.F. Système de secours	-40
III.1.G. Frein parking	-40
III.1.H. Ecam system display	-40
III.1.I. Le volant d'orientation du train avant	-41
III.1.J. pédale de palonnier	-41
III.1.K. Ventilateur des freins	-41
III.1.L. Towing warnlng light	-41
III.2. LES SYSTEMES DE RENTREE/ SORTIE	-42
DES TRAINS D'ATTERRISSAGE	
III.2.A Généralités sur le système hydraulique de l'330-200	-42
III.2.B. Principe.....	-42
III.2.C. commande du train: Fonctionnement normal	-43
III.2.C.1. RETRACTION	-44
III.2.C.2. EXTENTION	-46
III.3 .LE SYSTEME à SORTI DE SECOURS.....	-49
III.3.1 selecteur de secours.....	-49
III.3.2 Actuateur électrique	-49
III.3.3 Description du système de secours	-49
III.3.4 Fonctionnement.....	-49
III.4. LE SYSTEME DE FREINAGE	-50
III.4.1 système de freinage normal	-50
III.4.2.LE SYSTEME DE FREINAGE ALTERNE.....	-52
III.4.3 SYSTEME DE FREINAGE PARKING.....	-53
III.4.4 FREINAGE EN VOL.....	-55
III.5. SYSTEME DE VENTILATION DES TRAINS.....	-56
III.5.2. Sonde de température	-56
III.5.1. principe.....	-56
III.5.3. Unite de surveillance de température de frein (Btmu)	-56
III.6. LE FREINAGE A L'ECAM	-56
III.7. LE SYSTEME D'ORIENTATION DU TRAIN AVANT.....	-57
III.7.1. BSCU	-58
III.7.2. Fonctionnement de l'hydraulique	-58

CHAPITRE 4: LA MAINTENANCE

IV.1.1. Définition.....	-61
IV.1.2. But de la maintenance.....	-61
IV.1.3. organigramme de la maintenance	-61
IV.1.3.A. Définition.....	-61
IV.1.3.B. Organisation de la maintenance corrective.....	-62
IV.1.4. Maintenance préventive.....	-62
IV.1.4.A- Définition.....	-62

<i>IV.1.4.b. Maintenance conditionnelle.....</i>	-63
<i>IV.1.4.c. Maintenance systématique</i>	-63
<i>IV.1.4.d. Organisation de la maintenance préventive</i>	-63
<i>IV.1.5. Maintenance existante à Air Algérie</i>	-63
<i>IV.1.6. organisation de l'entretien.....</i>	-64
<i>IV.1.6.A. Rentabilité de l'entretien</i>	-64
<i>IV.1.6.B. condition d'entretien</i>	-64
<i>IV.1.6.C. organisation du département d'entretien.....</i>	-64
IV.1.7. LES OPERATIONS D'ENTRETIEN DU TRAIN	-65
D'ATTERRISSAGE DE L'A330-200	
<i>IV.1.7.A. Maintenance préventive.....</i>	-65
<i>IV.1.7.B. Maintenance.....</i>	-66
<i>IV.1.7.B.1. Définition du MCDU.....</i>	-66

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1.1 : Structure d'avion A330-200</i>	- 2
<i>Figure 1.2 : Dimension de l'avion A330-200</i>	-3
<i>Figure 1.3 : structure de fuselage</i>	-5
<i>Figure 1.4 : endroit des cloisons étanche</i>	-6
<i>Figure 1.5 : composant de fuselage.....</i>	-6
<i>Figure 1.6: Système d'armature.....</i>	-7
<i>Figure 1.7 :STRUCTURED'AILE.....</i>	-8
<i>Figure 1.8: plan centrale.....</i>	-8
<i>Figure 1.9 : Aile externe (arrangement général</i>	-11
<i>Figure 1.10 : Endroit des nervures et longeron.....</i>	-12
<i>Figure 1.11 : Portes d'avion</i>	-14
<i>Figure 1.12 : Stabilisateur s</i>	-16
<i>Figure 1.13: plan horizontale.....</i>	-16
<i>Figure 1.14: Stabilisateurs vertical</i>	-17
<i>Figure 1.15 : Les Trains d'atterrissage.....</i>	-19
<i>Figure 1.16 : Les Trains d'atterrissage(photo.....</i>	-20
<i>Figure 1.17 :train d'atterrissage principal.....</i>	-20
<i>Figure 1.18 : Réacteur CF6-80 E 1</i>	-21
<i>Figure 1.19 : Les modules principaux de réacteur CF6-80 E1</i>	-21
<i>Figure 1.20 : L'emplacement de mât sur l'avion</i>	-22
<i>Figure 1.21 : Nacelle de réacteur.....</i>	-22
<i>figure(II-1):les efforts supportent par le train d'atterrissage</i>	-25
<i>figure(II-2): les element du train d'atterrissage principal.....</i>	-26
<i>Figure(II-3): la contre-fiche.....</i>	-26
<i>figure(II-4): shortening mechanism</i>	-27



<u>figure (II -5) Amortisseur train principal.....</u>	-28
<u>Figure (II-6): amortisseur SHIMMY DAMPER.....</u>	-30
<u>Figure (II -7) caractéristique du pneu.....</u>	-31
<u>Figure (II -8) caractéristique du pneu.....</u>	-31
<u>Figure (II -9) : bloc frein</u>	-34
<u>Figure (II -10) : Pitch trimmer.....</u>	-35
<u>Figure (III-1.A) Commutateur anti-pasflnxge.....</u>	-39
<u>Figure (III.1.B) Levler de commande rentre et sortie</u>	-39
<u>Figure (III.1.C) Levler de commande rente et sortie</u>	-40
<u>Figure (III.1.D) Système de secours</u>	-40
<u>Figure (III.1.E) Frein parking</u>	-40
<u>Figure (III.1.F) Ecam system display.....</u>	-41
<u>Figure (III.1.G) Le volant d'orientation du train avant</u>	-41
<u>Figure (III.1.H) pédale de palonnier.....</u>	-41
<u>Figure (III.1.I) Towing warnlng light.....</u>	-41
<u>Figure (III.1.J) commande du train.....</u>	-42
<u>Figure (III.2.B) RETRACTION : Ouvertures des portes</u>	-44
<u>Figure (III.2.C) RETRACTION : TRAINS VERROUILLÉ HAUT.....</u>	-45
<u>Figure (III.2.D) PORTES FERMÉES.....</u>	-46
<u>Figure (III.2.E) EXTENTION: Ouvertures des portes.....</u>	-47
<u>Figure (III.2.F) EXTENTION :train verrouillé bas.....</u>	-48
<u>Figure (III.2.G) EXTENTION :portes fermées.....</u>	-48
<u>Figure (III.2.H) LE SYSTEM DE SORTI DE SECOURS.....</u>	-50
<u>Figure (III.2.I) LE SYSTEM DE FREINAGE NORMAL(MANUEL).....</u>	-51
<u>Figure (III.2.J) LE SYSTEM DE FREINAGE ALTERNE (avec l'anti-skid).....</u>	-52
<u>Figure (III.2.K) LE SYSTEM DE FREINAGE ALTERNE (avec sans-skid).....</u>	-53
<u>Figure (III.2.L) LE SYSTEM DE FREINAGE PARKING (position ON).....</u>	-54
<u>Figure (III.2.M) LE SYSTEM DE FREINAGE PARKING (position OFF).....</u>	-55
<u>Figure (III.2.N) LE FREINAGE EN VOL(train avant).....</u>	-55
<u>Figure (III.2.O) LE SYSTEM D'ORIENTATION DU TRAIN AVANT.....</u>	-59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau(1.1) : Caractéristiques techniques de l'AIRBUS A 330-200

Tableau(1.2) : Caractéristiques générales de train d'atterrissage du AIRBUS A330-2



identification de

l'aéroneuf A330-200



1.1. Historique de l'avion A 330-200 :

L'Airbus A330 est un avion de ligne long-courrier de grande capacité construit par l'avionneur européen Airbus. Il partage son programme de développement avec l'Airbus A340 avec la différence qu'il s'attaque directement au marché des avions biréacteurs.

L'A330 partage avec cet appareil le fuselage et les ailes, fuselage qui lui-même est en grande partie emprunté à l'Airbus A330 tout comme le cockpit dont la conception est partagée avec l'A320.

En Mai 2006, un total de 574 A330 ont été commandés dont 413 déjà livrés.

L'A330-200 fut présenté au public le 31 Mars 1992, il réalise son premier vol durant le mois de Novembre de la même année.

Caractéristiques techniques de l'AIRBUS A 330-200 :

Type d'avion : Avion de ligne

Constructeur : Airbus

Année de premier vol : 1992

Equipage : 2 pilotes + équipage commercial

Envergure : 60,304m

Longueur : 58,8m

Hauteur : 17,40m

Surface des ailes : 361,63m²

Diamètre du fuselage : 5,64m

Masse à vide : 120000 Kg

Masse maximale au décollage : 233000Km

Vitesse de croisière : 480 Nœuds – Mach 0,82 (environ 888 Km/h)

Vitesse Max : 492 Nœud – Mach 0,85 (environ 911 Km/h)

Poussée unitaire : 303-320 KN

Plafond opérationnel : 41100 Ft (environ 12530m)

Capacité : 253 à 406 passagers

Motorisation : 2 réacteurs générale électrique CF6-80 E1 de 32700 kg de poussée (66870 Lbs).

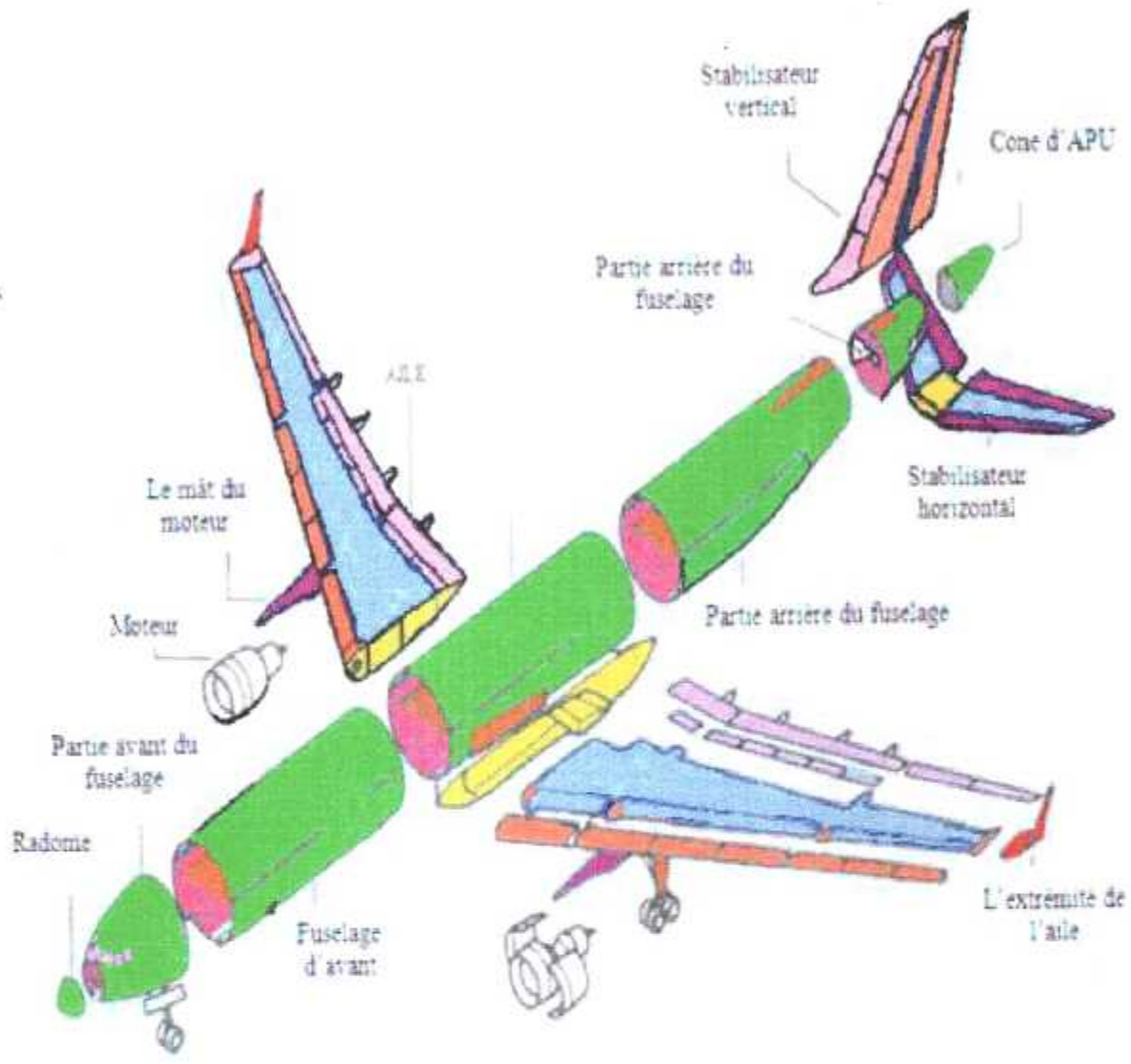


Figure 1.1 : Structure d'avion A330-200.

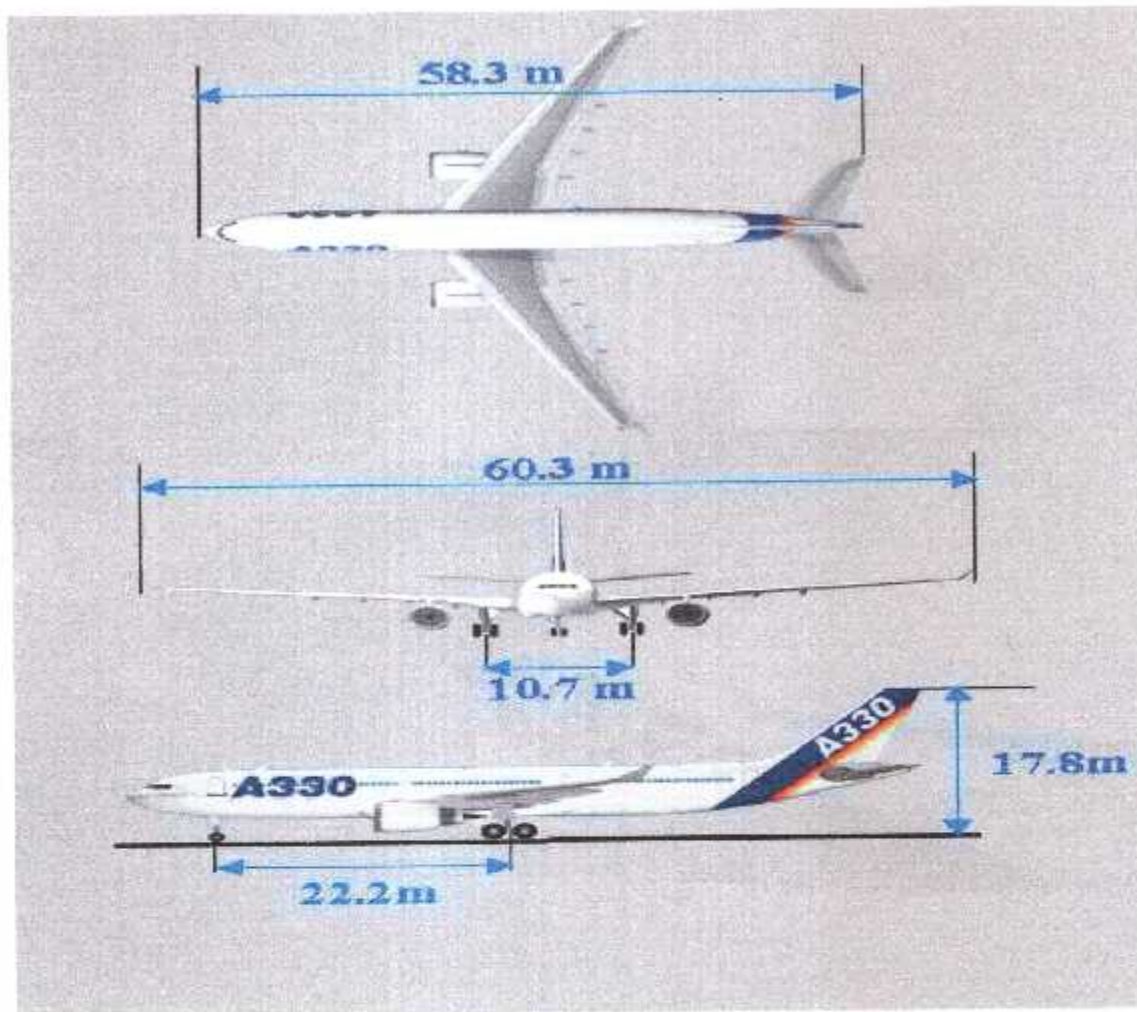


Figure 1.2 : Dimension de l'avion A330-200.

1.2. Le fuselage :

1.2.1. généralité :

Le fuselage constitue la structure principale de l'avion et ses fonctions sont extrêmement variées. Il contient les passagers, le fret, les équipements électroniques de navigation et de communication, les circuits mécaniques, électriques, hydrauliques ou pneumatiques des commandes et les canalisations des systèmes de conditionnement d'air, parfois il supporte ou contient les moteurs et le train d'atterrissage.

Le fuselage d'avion est soumis au cours du vol à de multiples et nombreux efforts :

- Efforts de flexion (vertical et horizontal)

Efforts de torsion

- Efforts de résistance à la pressurisation
- Efforts localisés (impact à l'atterrissage)

La structure est constituée de cadres soit usinés appelés cadre fort soit de cadres pliés ou cadres tollés reliés par des lisses et des pièces de renforts notamment dans les zones où les efforts sont importants comme par exemple l'accrochage du train d'atterrissage (voir figure 1.3)



1.2.1.A. Les couples (cadres) :

Les couples sont les éléments transversaux qui donnent la forme extérieure du fuselage. Ils assurent la rigidité transversale, ils sont aussi rapprochés les uns des autres que possible, Ils sont numérotés par ordre croissant de l'avant vers l'arrière.

1.2.1.B. Les lisses :

Les lisses sont les éléments longitudinaux nommés raidisseurs du revêtement. Leur nombre est variable d'un avion à un autre. Elles sont fixées au revêtement :

- Par collage dans les zones de faible contraintes.
- Par rivetage dans les zones de fortes contraintes ou par les zones soumises à la corrosion (partie inférieure du fuselage).

Matériaux employés :

- * Duralumin AU4G1 dans la partie supérieure (Traction).
- * Zicral AZ5GU dans la partie inférieure (compression).

1.2.1.C. Le revêtement :

Le revêtement est un revêtement travaillant, constitué en général de panneaux préconstitués, assemblés par rivetage, collage ou soudage sur les couples.

Matériaux employés :

- Duralumin AU4G1 dans la partie supérieure (Traction).
- Zicral AZ5GU dans la partie inférieure (compression).

1.2.2. Description du fuselage :

Le fuselage de l'**AIRBUS A330-200** a une structure semi monocoque qui constitue les composants principaux suivant : (voir figure 1.4 et 1.5).

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

1.2.2. A. Partie avant du fuselage (Nez) :

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 *FRI* (Frame).

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

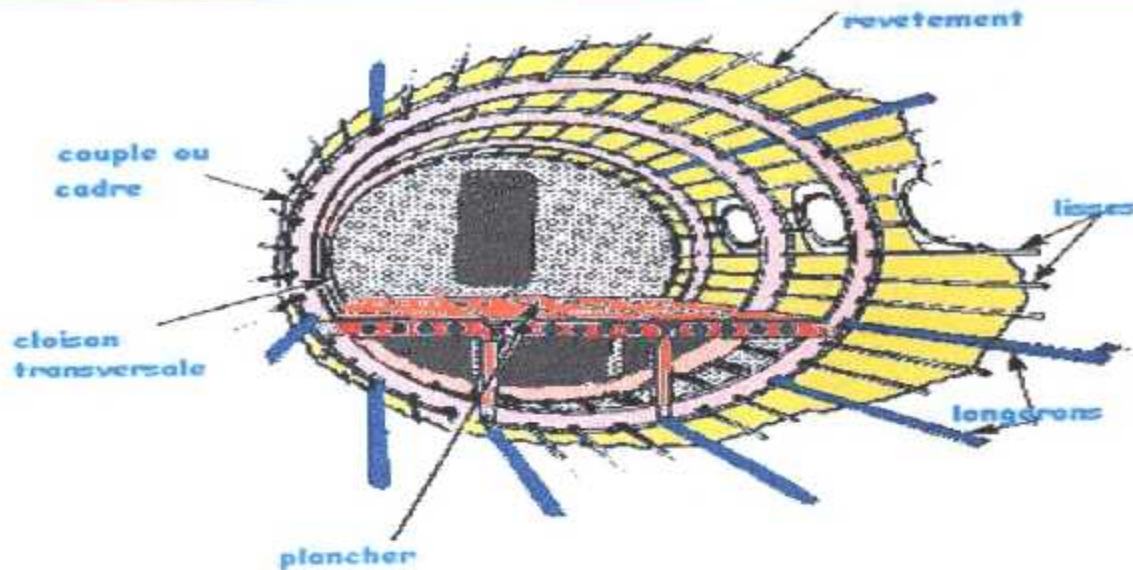


Figure 1.3 : Structure de fuselage.

1.2.2. B. Fuselage d'avant :

La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine et une partie de compartiment des passagers, la partie inférieure de l'ensemble contient la soute avant. Tout le fuselage avant est dans la zone pressurisée.

1.2.2. C. Partie arrière du fuselage :

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, le compartiment de train d'atterrissage principal et le compartiment hydraulique sont dans la partie inférieure de cet ensemble.

La cabine, le plancher, la partie centrale de la voilure et le compartiment du train d'atterrissage principale constitue les parties pressurisées.

La boîte de centre d'aile est installé entre FR40 et FR47. La structure se prolonge à travers la largeur de fuselage inférieur. Le compartiment de train d'atterrissage principal est installé entre FR47 et FR53.2.

Une quille de faisceau est installé dans le fond du fuselage inférieur et s'étend de FR39 à FR 53.2.

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 du fuselage est installé du côté externe de la partie plus inférieure du fuselage central.cette partie est une prolongation au fuselage inférieur et contient la climatisation et l'équipement de servitudes hydrauliques.

1.2.2. D. Partie arrière du fuselage :

Le compartiment supérieur de cette partie contient une partie de la cabine et la porte arrière Passenger / équipage, et la partie inférieure contient la soute arrière, la porte arrière du compartiment fret et une grande porte pour le fret.Toute la partie arrière du fuselage est dans la zone pressurisée.



1.2.2. E. Partie arrière du fuselage (Cône) :

Le Cône est la partie arrière du fuselage s'étend de FR80 à FR 103. 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 du cône fait partie du secteur du fuselage qui n'est pas pressurisé.

Les stabilisateurs vertical et horizontal sont installés avec un ajustage de précision sur le cône arrière du fuselage. Le stabilisateur horizontal est installé entre FR87 et FR91. Quatre ferrures de fixation de cône arrière sont installées au FR91.

Unité de puissance auxiliaire (Auxiliary Power Unit (APU)) est installée entre FR95 et FR101. Le compartiment de (APU) est une zone indiquée 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 qui sont augmentés la force mécanique du compartiment de (APU).

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) qui est construit en métal de feuille.

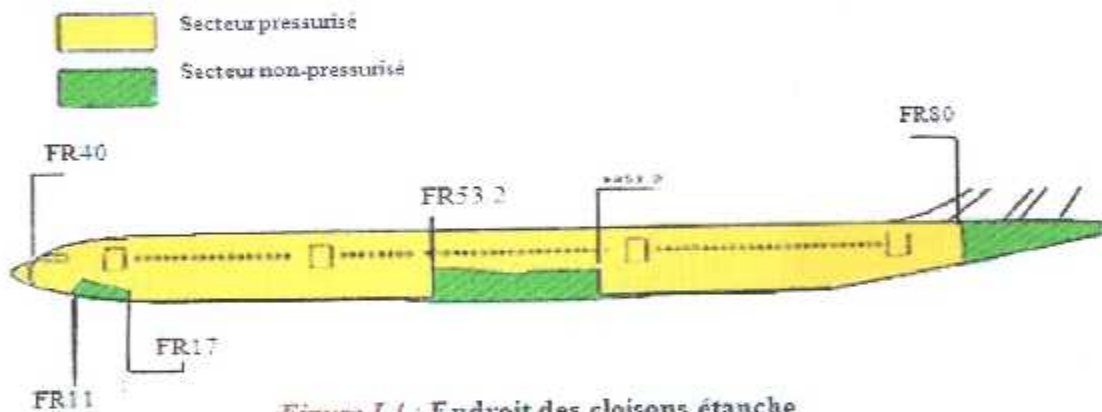


Figure 1.4 : Endroit des cloisons étanche

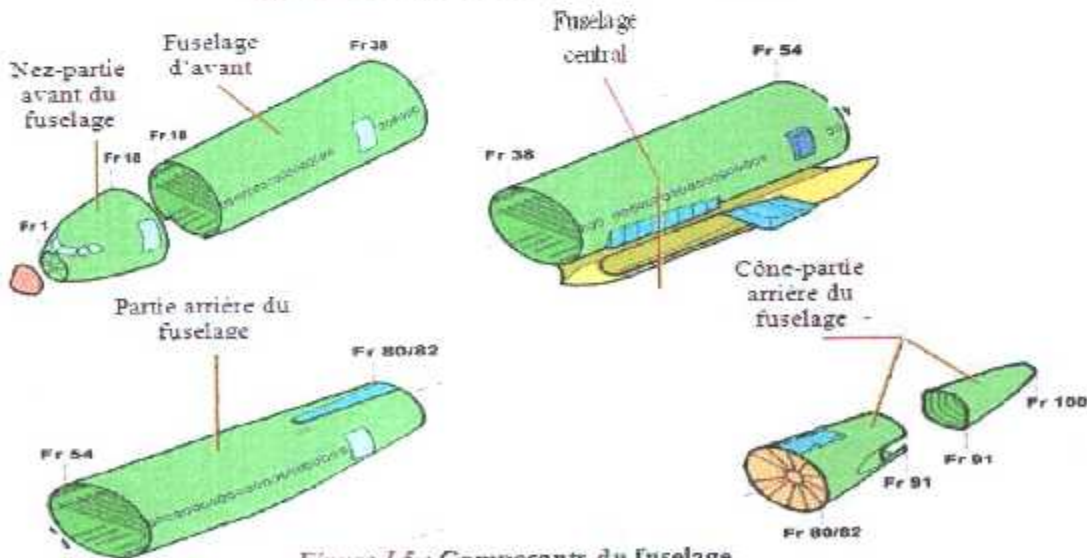


Figure 1.5 : Composants du fuselage.

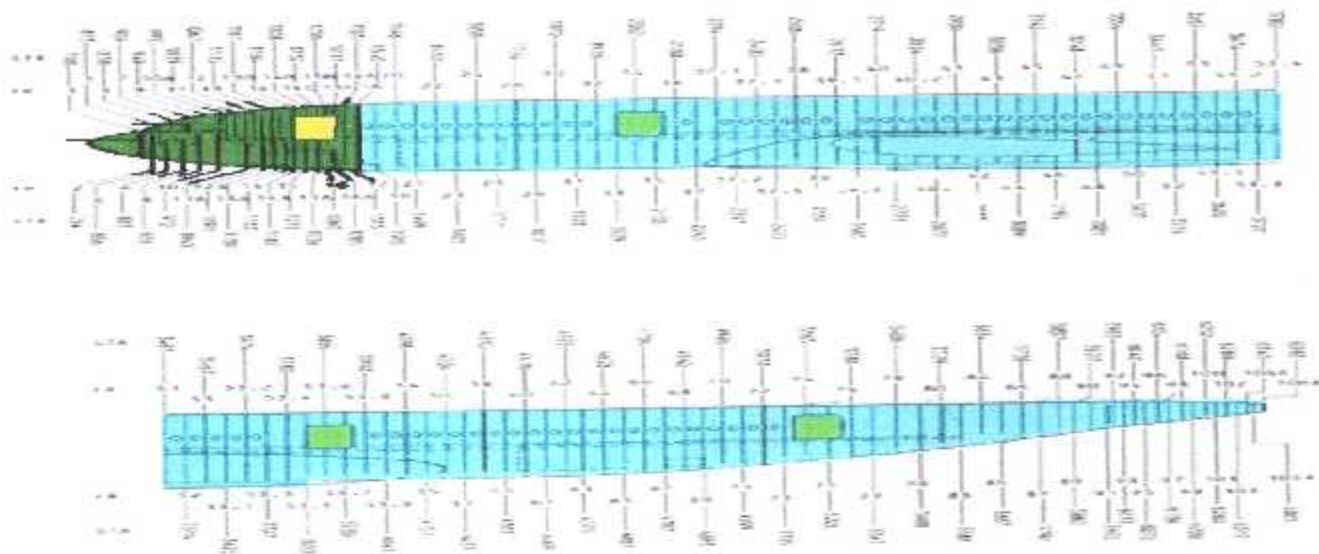


Figure 1.6 : Système d'armature.

1.3. Aile :

1.3.1. Généralité :

Les voilures constituent le système sustentateur principal de l'avion. Elles présentent un plan de symétrie confondu avec celui de l'avion. (voir fig 1.7)

Les ailes sont les éléments principaux de la cellule qui permettent à l'avion de prendre appui sur l'air et de se maintenir en vol. Elles sont épaisses et arrondies à l'avant, plus fines à l'arrière, mais presque plates en dessous : ce profil spécial permet à l'air de s'écouler plus rapidement au-dessus de l'aile qu'au-dessous de celle-ci, lorsque l'avion est en vol, elles sont soumises à des contraintes en flexion et en torsion.

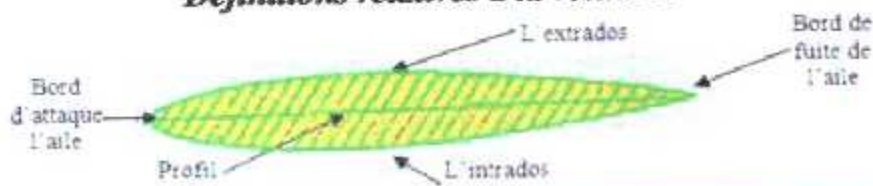
Elles supportent :

- Les commandes de vol
- Les dispositifs hypersustentateurs
- Les aérofreins les spoilers
- Les moteurs

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, car plus tolérant, à la fatigue et aux dommages. Les bords d'attaque, les bords de fuite et les volets des ailes, sont en matériaux composites.

Définitions relatives à la voilure :



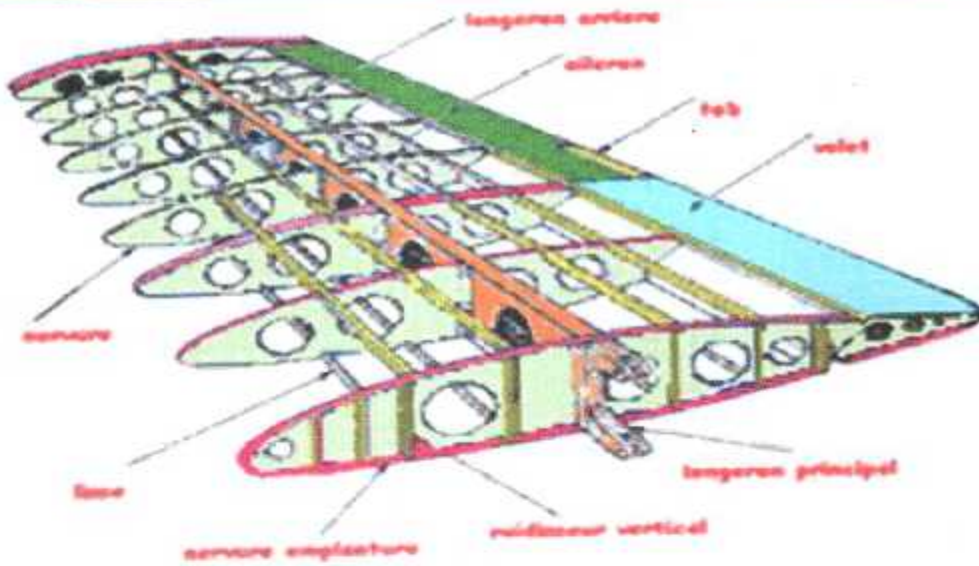


Figure 1.7 Structure de l'aile.

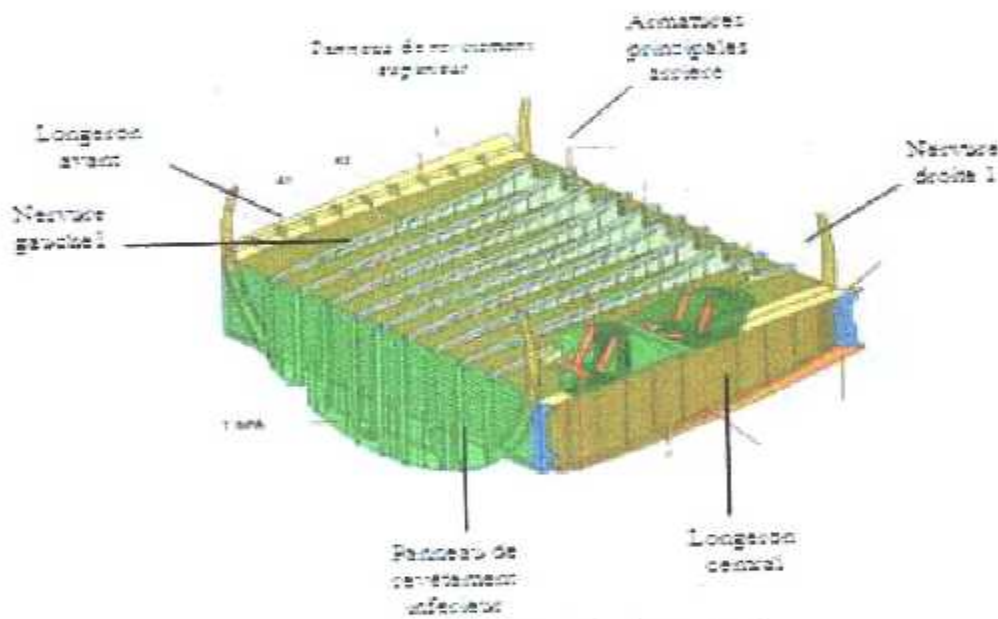


Figure 1.8 Plan central.

1.3.2. Description de l'aile :

L'aile de l'avion A330-200 est une structure continue qui passe par le fuselage entre les FR40 et FR 47. (Voir figures 1.8, 1.9, 1.10).

L'élément fort de l'aile est le longeron principal, Il supporte la majorité des contraintes en flexion, c'est une poutre placée dans le sens de l'envergure, qui va de l'emplature jusqu'au bout de l'aile.

Il peut y avoir un ou plusieurs longerons dans une aile. Dans certaines ailes, les constructeurs placent un faux longeron semblable au longeron principal, il n'est pas rattaché à l'emplature, il assure la rigidité.



La résistance d'un longeron est proportionnelle au carré de son épaisseur ; cela explique pourquoi les longerons des ailes cantilever vont en s'amincissant depuis l'emplanture, où la concentration des charges est la plus grande, jusqu'au bout d'aile, où les charges sont les moindres.

Les nervures placées perpendiculairement aux longerons, servent à donner une forme à l'aile, à transmettre les efforts du revêtement aux longerons et à maintenir la séparation entre les longerons. Elles peuvent occuper la corde complète de l'aile ou seulement une portion. Le type de construction utilisé est fait de toile de métal.

Elle se compose de trois parties :

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

Plan central :

Le Plan central est installé dans le fuselage central entre les *FR40* et *FR47*, on peut retrouver :

- Longerons d'avant, centraux et arrière (aux *FR40, 43* 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 avec les ailes externes (droit et gauche) par la nervure gauche 1 et la nervure droite 1.

Aile externe :

Chaque aile externe inclut :

- Boîte d'aile.
- Saumon (l'extrémité d'aile).
- Bord d'attaque et dispositif de bord d'attaque.
- Bord de fuite et dispositif 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 *STA0* et *STA2556*. Le longeron avant a des joints à *STA821* et à *STA1798* et le longeron arrière a des joints à *STA568* et à *STA1768*. Le longeron central s'étend de *STA0* 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 parties (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 de revêtement inférieur donnent l'accès aux réservoirs.



La boîte d'aile a également des fixations pour :

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

2. Extrémité de l'aile :

L'extrémité de l'aile et le montage de la winglet sont installés à la nervure **RIB39**. On retrouve aussi deux panneaux d'accès installés sous le joint d'aile incliner à winglet.

3. Bord d'attaque et les dispositifs du bord d'attaque :

Le bord d'attaque est situé à l'avant entre le 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 principal sont installés 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/RIB 24
- 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 les 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 de caisson.
- Le panneau de l'extrados.
- La structure entre le revêtement intérieur fixe et le 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 intermédiaires.
- Les supports de vérin de 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.
 Les volets intérieurs se trouvent entre **STA0/RIB1** et **STA757/RIB11** et les volets extérieurs entre **STA757/RIB11** et **STA1798/RIB27**.

6. Ailerons :

Les ailerons intérieurs et extérieurs sont installés sur le bord de fuite de l'aile.
 Les ailerons intérieurs se trouvent entre **STA1798/RIB27** et **STA2190/RIB33** et les ailerons extérieurs 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**.

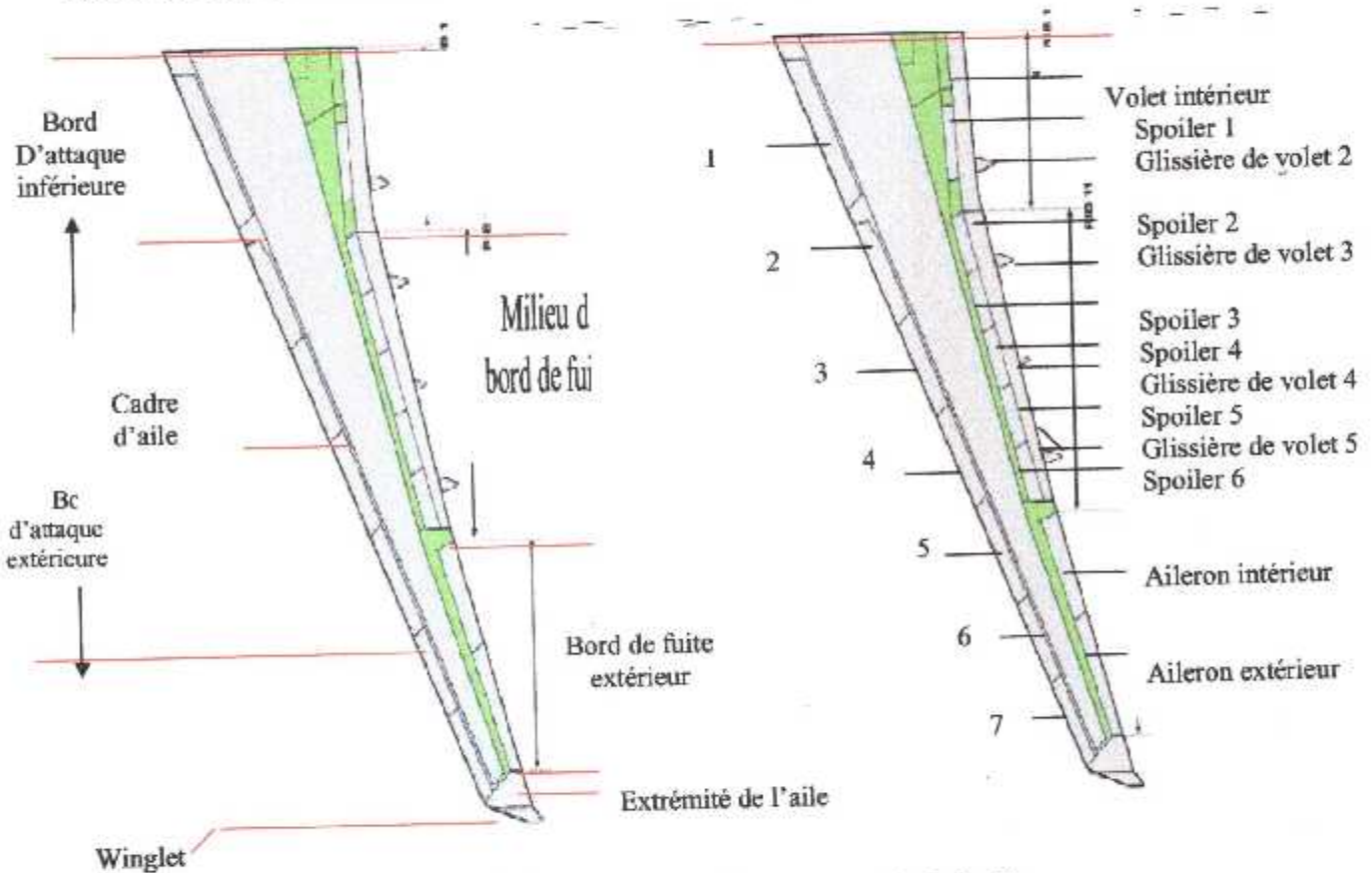


Figure 1.9 : Aile externe (arrangement général)

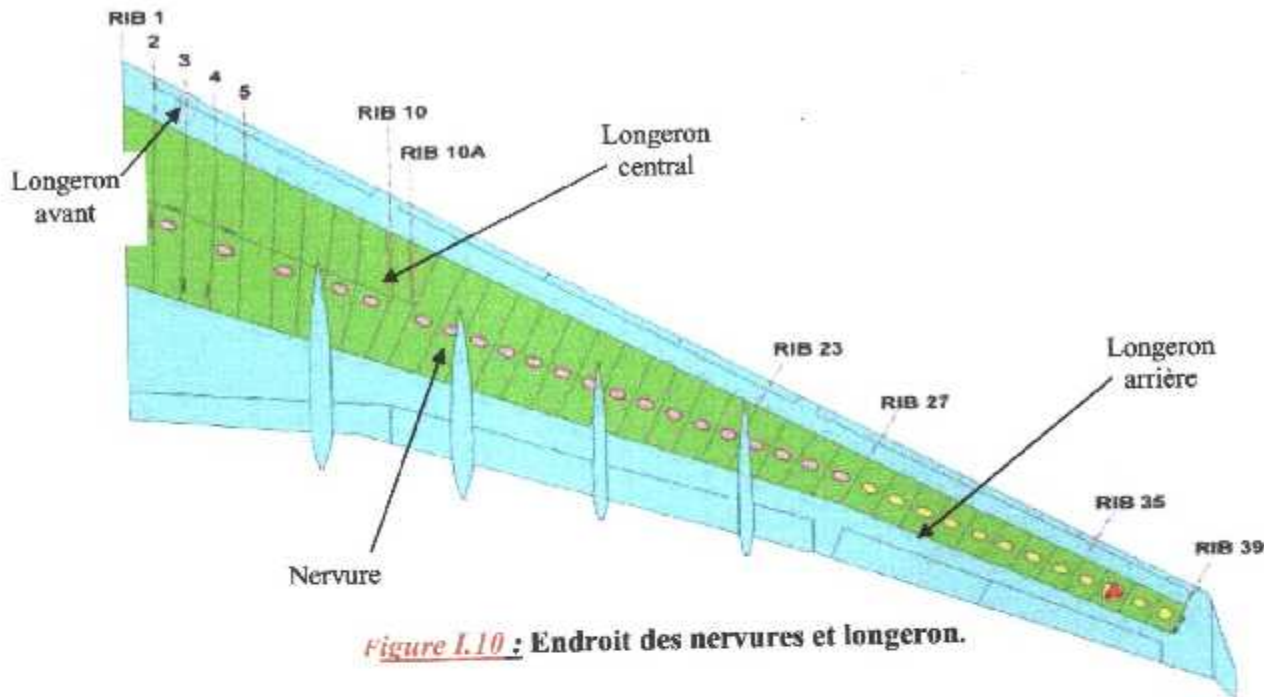


Figure I.10 : Endroit des nervures et longeron.

I.4. Les portes :

I.4.1. Généralités :

Les portes sont des ensembles amovibles qui ferment les divers compartiments de l'avion et permettent l'entrée et la sortie de ces compartiments par les passagers, l'équipage, le personnel d'entretien et de service. Les portes sont installées dans l'avion pour donner accès aux différents compartiments

Nous pouvons actionner les portes mécaniquement ou hydrauliquement. Toutes les portes externes sont alignées avec le fuselage quand elles sont fermées.

L'avion est équipé d'un système de commande (DSCS) qui surveille la position de certaines des portes. Des indicateurs mécaniques sont également installés sur quelques portes pour indiquer les fermetures / le blocage ou le déblocage de la porte correspondante.

L'avion a six portes passagers/équipages et deux portes de sortie de secours. Elle a deux portes de sortie d'urgence ; une dans chaque côté de la cabine.

Elles sont désignées par porte 3L (Z834) et porte 3R (Z844).

Elles sont utilisées pour l'évacuation des passagers et de l'équipage en cas d'urgence uniquement.

Les portes de sortie d'urgences sont des portes qui s'ouvrent à l'extérieur et d'une façon parallèle avec le fuselage. On peut les actionner de l'intérieur de fuselage comme on peut le faire de l'extérieur. (Voir figure I.11).



A. Portes de compartiment cargo :

L'avion a trois portes de compartiment cargo, elles donnent accès aux trois compartiments cargo pour le chargement et le déchargement de fret et des bagages, elles sont installées coté inférieur droit du fuselage. Les portes de compartiment fret avant et arrière (Z821 et Z822) s'ouvrent à l'extérieur du fuselage. Elles sont ou bien verrouillées ou déverrouillées manuellement de l'extérieur de l'avion. Il y a un système hydraulique qui ouvre et ferme ces portes. La grande porte arrière du compartiment cargo (Z833) s'ouvre dans le fuselage, on peut l'actionner de l'intérieur et de l'extérieur de l'avion, cette porte est verrouillée manuellement.

B. Portes d'accès et de service :

Les portes d'accès sont installées dans l'avion pour l'inspection et l'entretien de la structure.

Ces portes de service sont installées dans le fuselage pour donner accès pour l'entretien des systèmes.

Elles s'ouvrent et se ferment manuellement.

C. Portes intérieures fixes :

Plusieurs portes intérieures fixes sont installées dans l'avion. Elles donnent accès d'un compartiment à un autre

Les portes sont installées dans des zones fixes qui divisent les compartiments adjacents.

Elles nous donnent accès aux différents systèmes installés et aux équipements d'entretien.

D. Trappes de train d'atterrissage :

Les trappes de train d'atterrissage donnent une protection au train d'atterrissage lorsque l'avion est en vol. Elles sont attachées au fuselage par le compartiment de train d'atterrissage. Elles sont actionnées hydrauliquement et commandées électriquement.

Elles s'ouvrent/ se ferment pendant la sortie et la rétraction du train d'atterrissage. On peut les actionner indépendamment pour l'entretien.

E. Portes diverses :

On peut inclure dans les portes diverses :

- La porte de la turbine dynamique (RAT)
- La porte de dégagement de la suppression de compartiment APU.

Système d'avertissement :

Des avertissements liés aux portes sont indiqués électriquement et mécaniquement, ils sont donnés comme des indications visuelles ou auditives.

Les types d'avertissements donnés sont :

- Avertissements liés aux portes.
- Avertissements liés à la glissière de secours.
- Avertissements de pression résiduels



Portes passagers et équipages



Zone 823

Zone 822

Portes compartiment cargo

Figure 1.11 : Portes d'avion.



1.5. Stabilisateurs :

1.5.1. Généralité :

L'empennage est situé sur la partie arrière du fuselage, l'empennage comprend :

➤ **L'empennage horizontal qui se compose :**

- D'une partie qui assure la stabilité en tangage, cette partie peut être fixe mais sur les avions modernes, elle est généralement mobile : c'est le stabilisateur ou plan horizontal réglable (PHR).

- D'une partie mobile qui assure la maniabilité autour de l'axe de tangage : ce sont les gouvernes de profondeur.

➤ **L'empennage vertical qui se compose :**

- D'une partie fixe qui assure la stabilité de route : c'est la dérive.

- D'une partie mobile qui assure la maniabilité autour de l'axe de lacet :

c'est la gouverne de direction. (Voir figure 1.12)

Sur l'avion A330-200 l'empennage est réalisé par des matériaux composites avancés à fibre 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 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 similaires renforcées.

Ses inconvénients sont :

➤ Une sensibilité aux chocs et aux dommages par foudroiement.

➤ La difficulté d'assemblage avec d'autres éléments.

1.5.2. Stabilisateur horizontal :

1.5.2.1. Généralité :

Le plan horizontal réglable (Trimmable Horizontal Stabilizer (THS)) est une structure à une seule pièce montée à travers, et supportée par la section de queue de fuselage. Le stabilisateur horizontal représente 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° du nez d'avion en bas à 15.35° du nez d'avion vers le haut.

Le (THS) est installé à la section de la 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 : (Voir figure I.13)

- Une boîte de longeron central.
- Des boîtes de longeron gauche et droit. } Constitue un réservoir de carburant supplémentaire
- Bord d'attaque de gauche et droite.
- Bord de fuite gauche et droite.
- Les extrémités de stabilisateur gauche et droit.
- Tabliers de stabilisateur gauche et droite et 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 sont support de fixation.

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

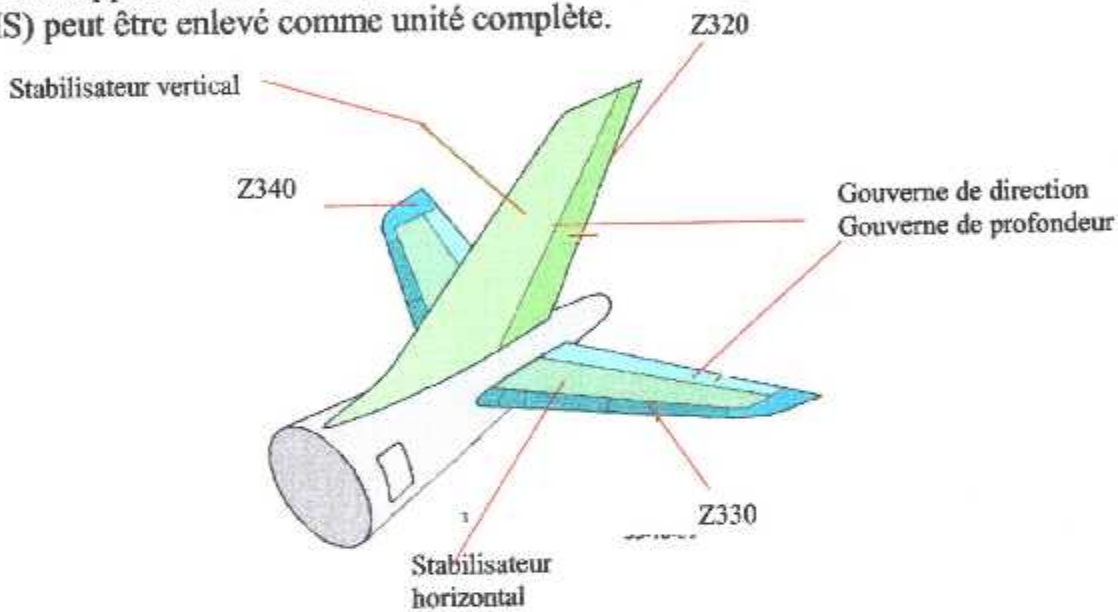


Figure I.12 : Stabilisateurs

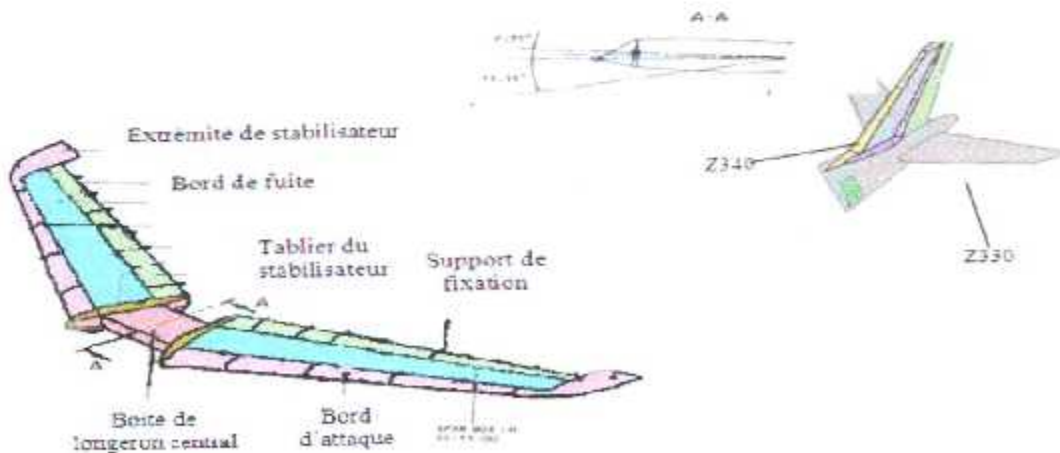


Figure I.13 : Plan horizontal réglable (THS).



1.5.3.1. Généralité :

Le stabilisateur vertical est attaché au dessus de la partie arrière du fuselage.

Sa structure est fixée par des ferrures avec la gouverne de profondeur, elle est fonctionnée par trois unités servocommande.

Le stabilisateur vertical peut être enlevé comme une seule unité.

Les composants principaux du stabilisateur vertical sont : (Voir figure I.14)

Boite de longeron :

La boite 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 boite de longeron.

B. Bord d'attaque :

Le bord d'attaque de stabilisateur vertical a quatre sections qui peut être déposé.

Ils sont attachés à l'avant de la boite 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. C'est la structure de base qui inclut dix panneaux d'accès. Ces panneaux donnent accès au système 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 boite de longeron et au longeron avant. L'indicateur du stabilisateur vertical est installé au bout.

E. Support de fixation :

Le stabilisateur vertical contient :

- Un support de fixations principales qui attache le stabilisateur vertical à la partie arrière du fuselage.
- Un bras de fixation de gouverne de direction.
- Un support de fixation qui attache les servocommandes de gouverne de direction au longeron arrière.
- Un support de fixation pour un bras de profil entre le longeron arrière et le bras de cha

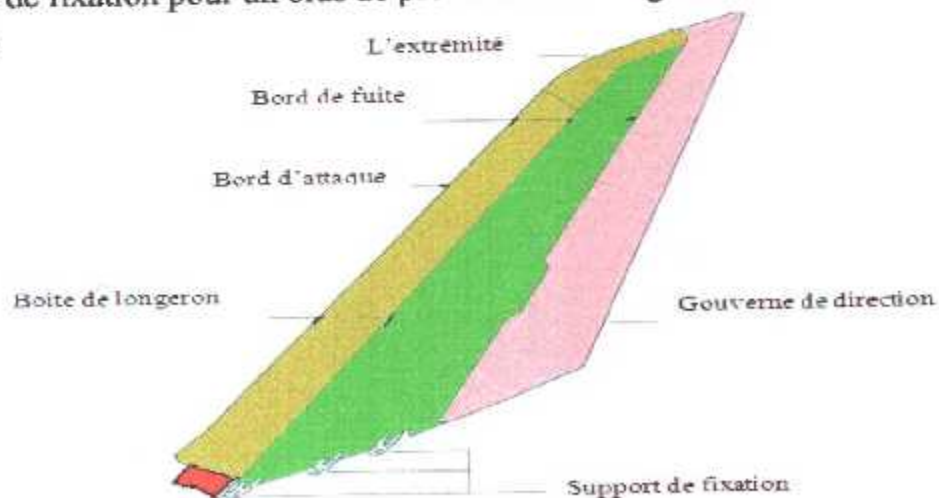


Figure I.14. Stabilisateur vertical.



1.6. 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 et 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 se déployer. Le train d'atterrissage est un organe complexe de l'avion qui demande beaucoup de soins.

L'avion comporte :

- Deux trains d'atterrissage principaux (MLG) et trappes.
- Un train d'atterrissage avant (NLG) et trappes.

Le système de train inclut :

- Trains et trappes.
- Système de déploiement et de rétraction pour les trains et les trappes.
- Système de freinage et les systèmes relatifs.
- Une commande de direction. (Voir fig.1.15)

Le train supporte l'avion au sol et fournit le moyen de manœuvrer, il sert à freiner l'avion au sol et parfois, selon les modèles, à procurer un freinage aérodynamique en vol d'une façon comparable aux aérofreins :

Il supporte les charges latérales lors du roulage au sol et lors des atterrissages et des décollages en condition de vent de travers. La plupart du temps, le train d'atterrissage n'a aucune utilité en vol et il crée une traînée.

Comme celle-ci augmente avec le carré de la vitesse, il s'impose d'installer un train escamotable sur les avions rapides.

Les trappes peuvent être manoeuvrées par un vérin ou directement. Le train d'atterrissage est fixé à la cellule de l'avion en dessous des ailes ou sous le fuselage.

L'ensemble du train d'atterrissage est constitué des éléments suivants : (Voir fig.1.16)

- Le fût qui renferme généralement l'amortisseur ce dernier sert à absorber l'impact et les secousses du roulage. L'ensemble est souvent désigné – par l'expression jambe à amortisseur ;
- Les biellettes de contrefiche qui maintiennent le fût verticale et le renforce
- Les compas, qui maintiennent les roues dans l'axe de roulement ;
- Les essieux
- Les roues
- Les freins et leurs accessoires
- Les pneus.

Les trains présentent une bonne visibilité pendant le roulage avec une bonne stabilité au roulage par vent de travers.

Les trains principaux supportent la plus grande partie des efforts ; le train avant est généralement moins chargé (sauf lors du freinage à l'atterrissage), il assure la maniabilité lors du roulage.



Caractéristiques générales de train d'atterrissage du AIRBUS A330-200 :

Roue :

Roues principales : 1,397m
 Roue avant : 0,710m

Dimensions de pneu :

Train principal : 1400x 530R23 (Radial)
 Train avant : 1050x395R16 (Radial)
 Pression de frein maximum : 175 Bar

Course d'amortisseur :

Train principal : 0.730m
 Train avant : 0.390m

Pression de charge d'amortisseur (Azote) :

Train principal : 37.14 ± 1.36 Bar
 1ère étage : 12 Bar
 2ème étage : 55 Bar

L'angle de rotation (pour décollage) :

14°

L'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

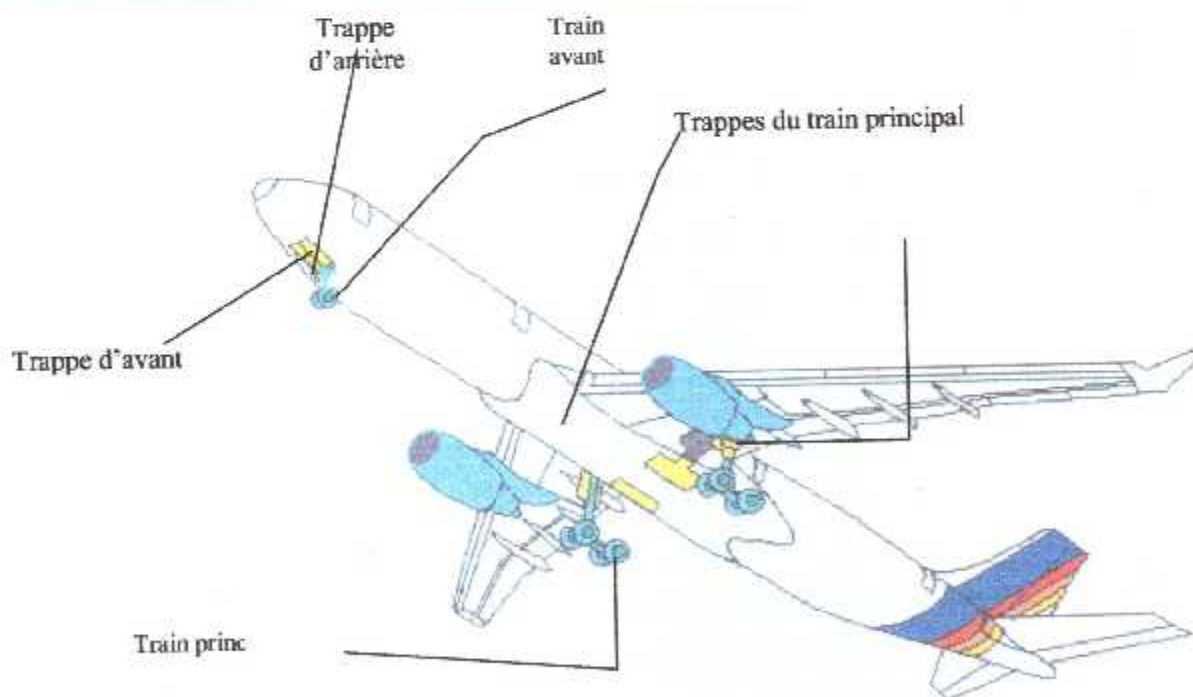


Figure I.15 : Les Trains d'atterrissage.

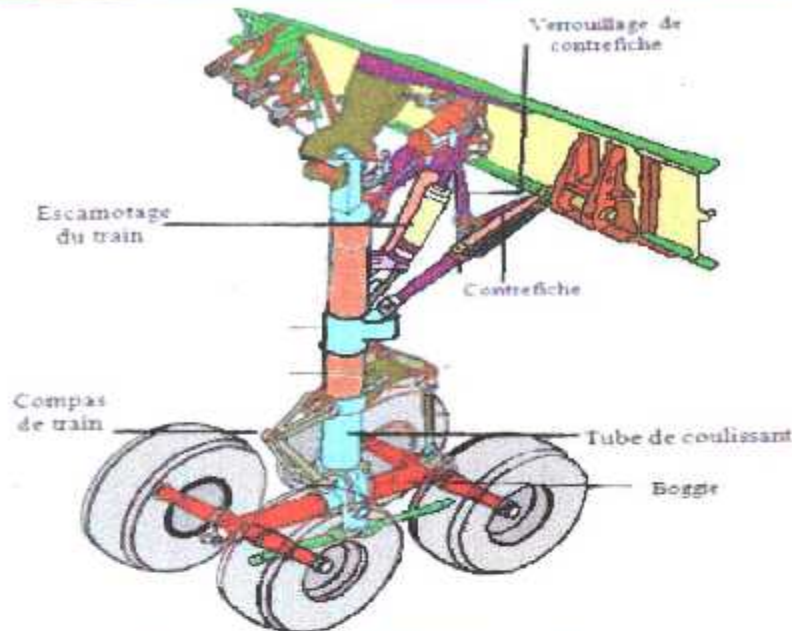


FIGURE 1.16 Train d'atterrissage principal.



Figure 1.17 : train d'atterrissage principal

1.7. Réacteur CF6-80 E1 :

Le réacteur CF6-80 E1 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 et 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 ECV (Unit électronique de contrôle moteur). Une des plus importante particularité du CF6-80^{E1} 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 1.18).

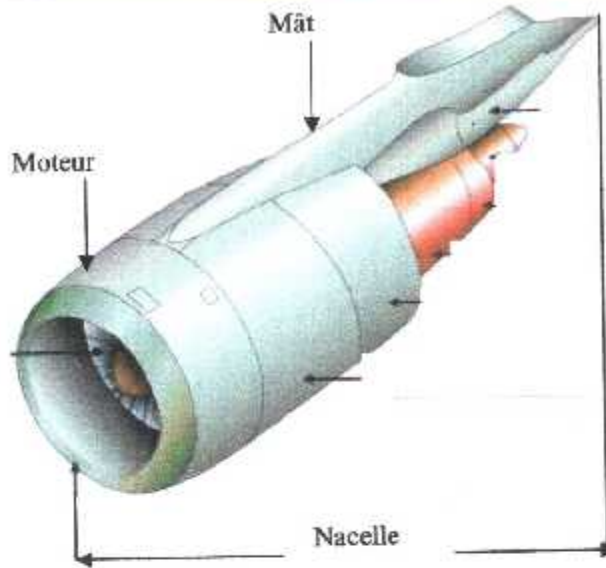


Figure I.18 : Réacteur CF6-80 E 1.

Le réacteur CF6-80 E1 se compose de cinq principaux modules :(Voir figure I.19).

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

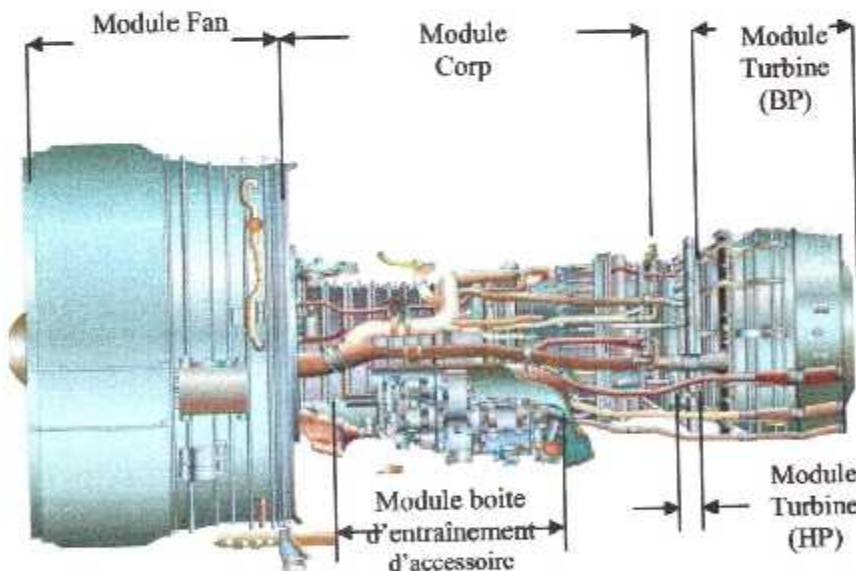


Figure I.19 : Les modules principaux de réacteur CF6-80 E1.

I.7.1.Le mât :

Les mâts de moteur sont installés sous chaque demi d'aile pour :(Voir figure I. 20)

- Supporter le moteur.
- Permettre le cheminement et l'attachement de tous les systèmes qui sont relié au moteur (câblages électriques, hydrauliques, prélèvement d'air et de carburant).



1.7.2. La nacelle :

La nacelle de réacteur CF6-80E1 donne la forme aérodynamique au moteur, elle se compose de : (Voir figure 1.20)

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

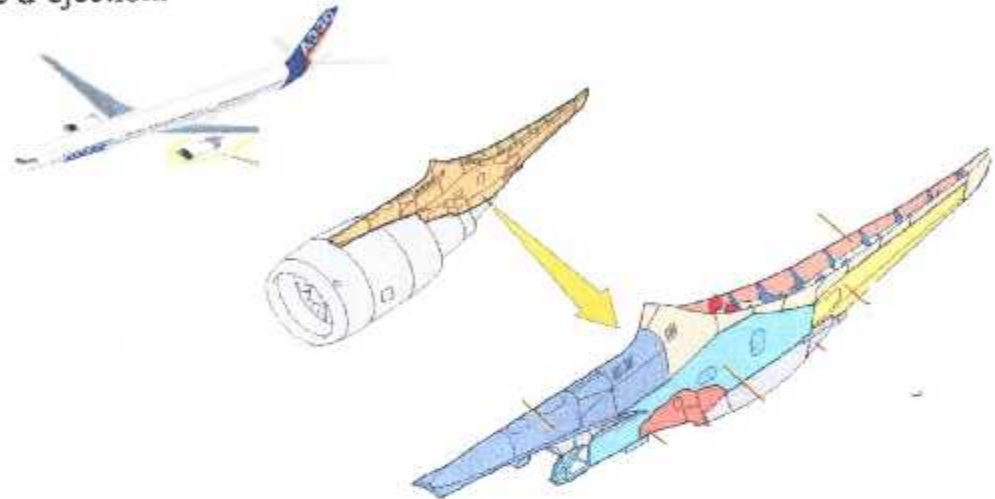


Figure 1.20 : L'emplacement de mât sur l'avion.

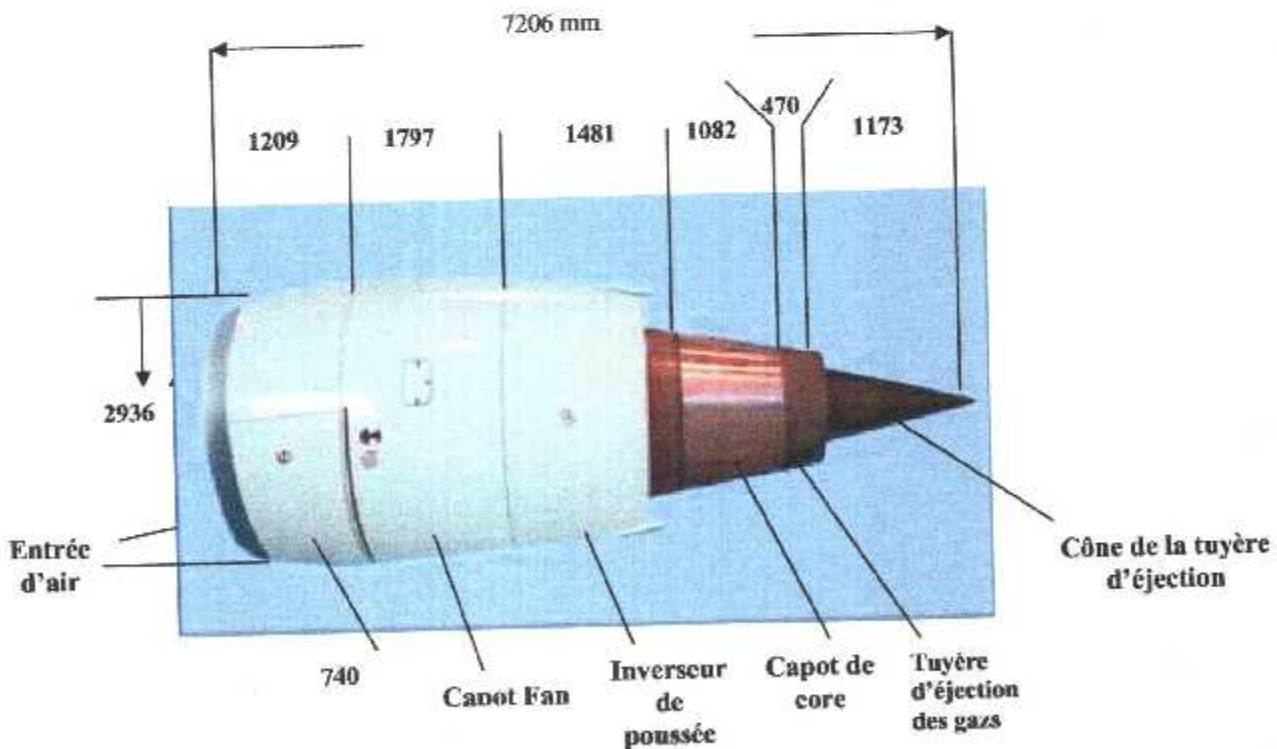


Figure 1.21 : Nacelle de réacteur.



étude Fonctionnelle et technologique.

Des train d'atterrissage



II.1. Généralités

II.1.A. Introduction:

Le train d'atterrissage est un organe essentiel pour l'avion, permettant d'assurer la liaison intermédiaire entre l'avion et le sol. Sans ce système, il est pratiquement impossible d'atterrir ou de décoller.

Les train d'atterrissage principaux sont installés sous les ailes à la zone 730 et la zone 740 , entre le longeron arrière et "gear rib6" . ils supportent l'avion au sol et transmettent les charges du décollage et du roulage aux ailes.

Chaque train principale qui se rétracte et rentre dans sa loge dans le fuselage et les ailes, comporte ces parties:

- Une jambe principal, avec un amortisseur.
- Une contr-fiche qui comporte un système de verrouillage bas et haut.
- Quatre roues qui sont portées par une poutre bougie(bougie Beam).
- Mécanisme de rétrécissement du train .
- Pitch trimmer.

II.1.B. le rôle du train d'atterrissage est:

-D'assurer la prise de contact entre l' avion et le sol lors de l' atterrissage et d'absorber L' énergie cinétique due a la vitesse verticale de l' avion.

-D'après la norme Air 2051, le train d'atterrissage doit pouvoir supporter une vitesse verticale de l' impact de 3m/s, lorsque L'avion est au P.M.A (Poids max a l' atterrissage).

-D'assurer le freinage au sot, lors de l' atterrissage ou d'une décélération- arrêt, par absorption de l' énergie cinétique horizontal. D'assurer la suspension souple de L'avion au sol, ainsi que sa stabilité et sa maniabilité. Ces différentes fonctions sont assurées par le train d'atterrissage lui-même, les amortisseurs, les freins et la roue orientable.

II.1.C. fonctionnement du train du A (330-200):

On a deux chambres dans la jambe du train, l'une est remplie d'huile et l'autre est gonflée d'air. Pendant l'impact l'huile passe à travers quatre orifices qui se trouvent au niveau du piston à la deuxième chambre et comprime l'air qui se trouve, le liquide passe rapidement à la deuxième chambre et absorbe le choc, Après l'impact, l'air comprime exerce une pression sur l'huile qui retourne à la première chambre très lentement à travers deux orifices car les deux autres sont fermes par l'ajustage

II.2. Les efforts supportent par le train d'atterrissage : figure(II -1)

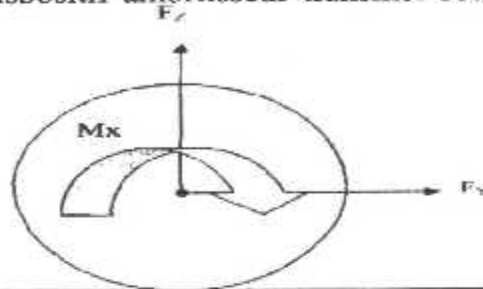
Au moment de l'impact, à l'atterrissage, les efforts dans la structure sont en fonction du poids de l'avion et de la vitesse verticale de descente, ce qui nécessite la limitation du poids maximum à l'atterrissage.

Il existe une énergie cinétique minimum à absorber (elle est déjà calculée par le constructeur). Elle sera absorbée par l'ensemble des trains principaux sans que les amortisseurs soient à fond de course et les pneumatiques complètement aplatis : Le calcul des réactions au sol sur le train est fait par le constructeur en considérant :



- L'atterrissage sur un demi train principal. L'atterrissage « ripe »
- Le rebondissement à l'atterrissage.
- Les charges dues aux évolutions au sol
- Le train principal supporte la plus grande partie des efforts ; le train Auxiliaire, en général moins chargé, assure la stabilité et la maniabilité.

Chaque demi train principale est composé de deux parties principales. Une partie solidaire de la structure fixée ou articulée sur celle-ci transmet les efforts à l'avion ; une partie mobile réunie à la première par dispositif amortisseur transmet souplement le et dans certain cas les réduit



figure(II -1) les efforts supportés par le train d'atterrissage

Fz : effort due à la vitesse verticale de l'avion

Fy effort due au freinage

Mx moment de torsion due au freinage

II .3. définition de quelques accessoires important

II .3.A les éléments du train d'atterrissage voir la figure(II-2)

Chaque train d'atterrissage principal possède une jambe et une poutre articulée à celle-ci (bougie à 04 rouille train principal un mécanisme " Shortening mécanisa, un kitch trimer et un amortisseur oléopneumatique" La contre fiche (aide stay assembly) maintient le train d'atterrissage dans sa position "sorti "et c'est grâce à elle que s'effectue le verrouillage bas. Elle est aussi nécessaire pour la rentrée sortie des train.

Le shortening mécanisme actionné mécaniquement durant la rentrée des trains pour rétrécir la longueur du train a fin de permettre sa rentrée dans l'espace du puit disponible.

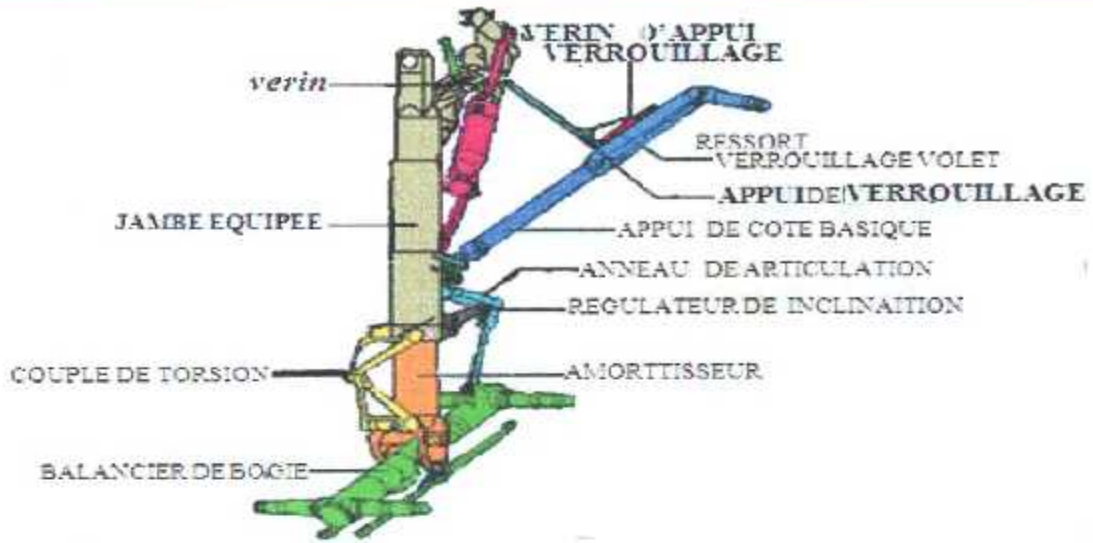
Le compas (torque links) est attaché au bras du train d'atterrissage et le tube glissant pour empêcher la rotation de l'essieu (Bogie), il maintient donc dans l'axe de roulement.

Le pitch trimmer attaché avec l'amortisseur s'assure que le bogie est dans un angle correct durant le décollage et l'atterrissage Les roues sont composées de jantes en alliage d'aluminium et des pneus en tubeless

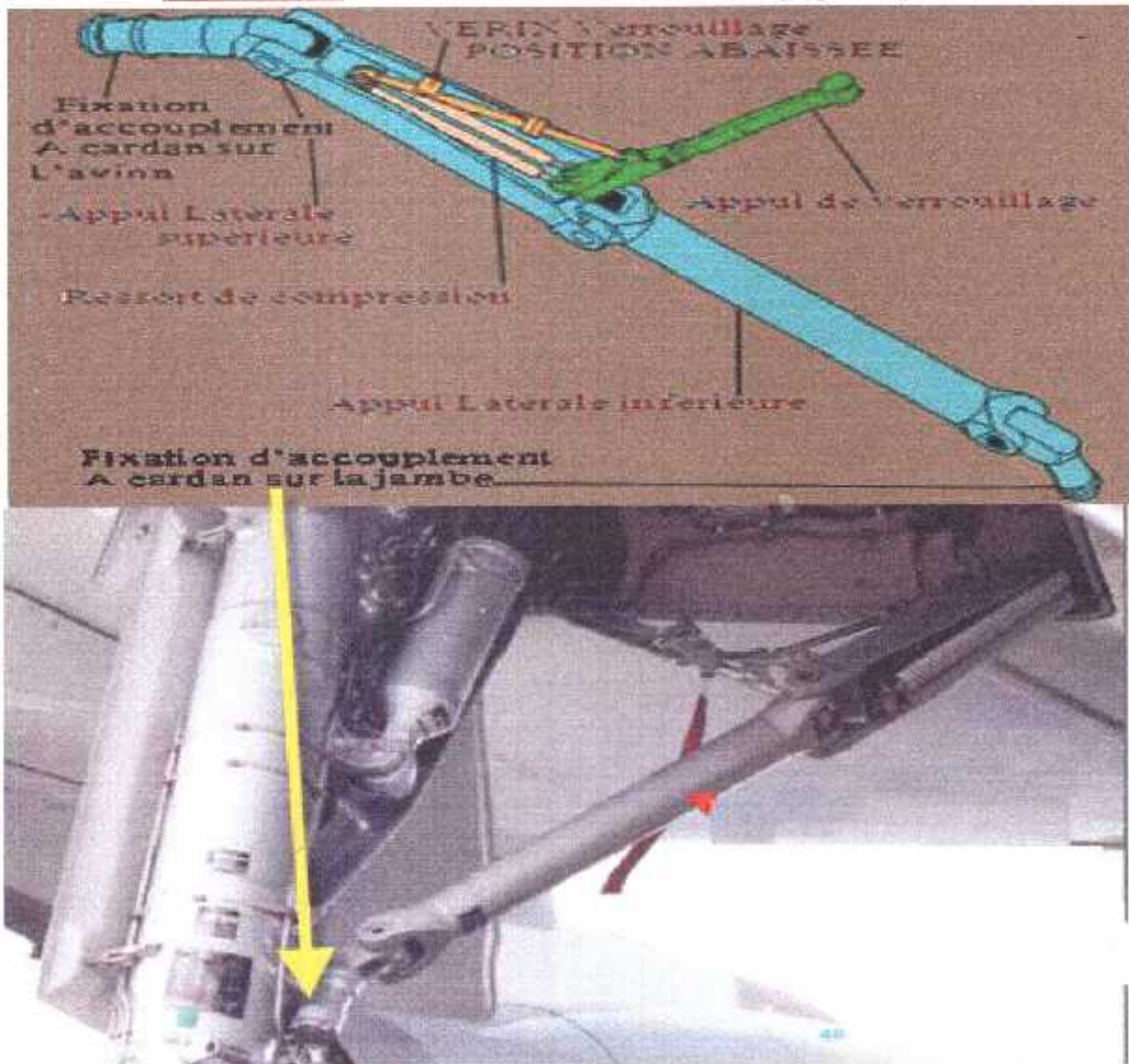
II .3.B. La contre-fiche: voir la Figure (II-3)

Comme on peut le voir dans la figure qui suit, la contre-fiche contient les Composants Suivants:

- Une paire de ressort pour le verrouillage bas.
- Un actuateur pour le verrouillage bas.
- A lock stay.
- A drag stay: A PPUI de trainée (résistance à l'effort)



figure(II-2) les element du train d'atterrissage principal

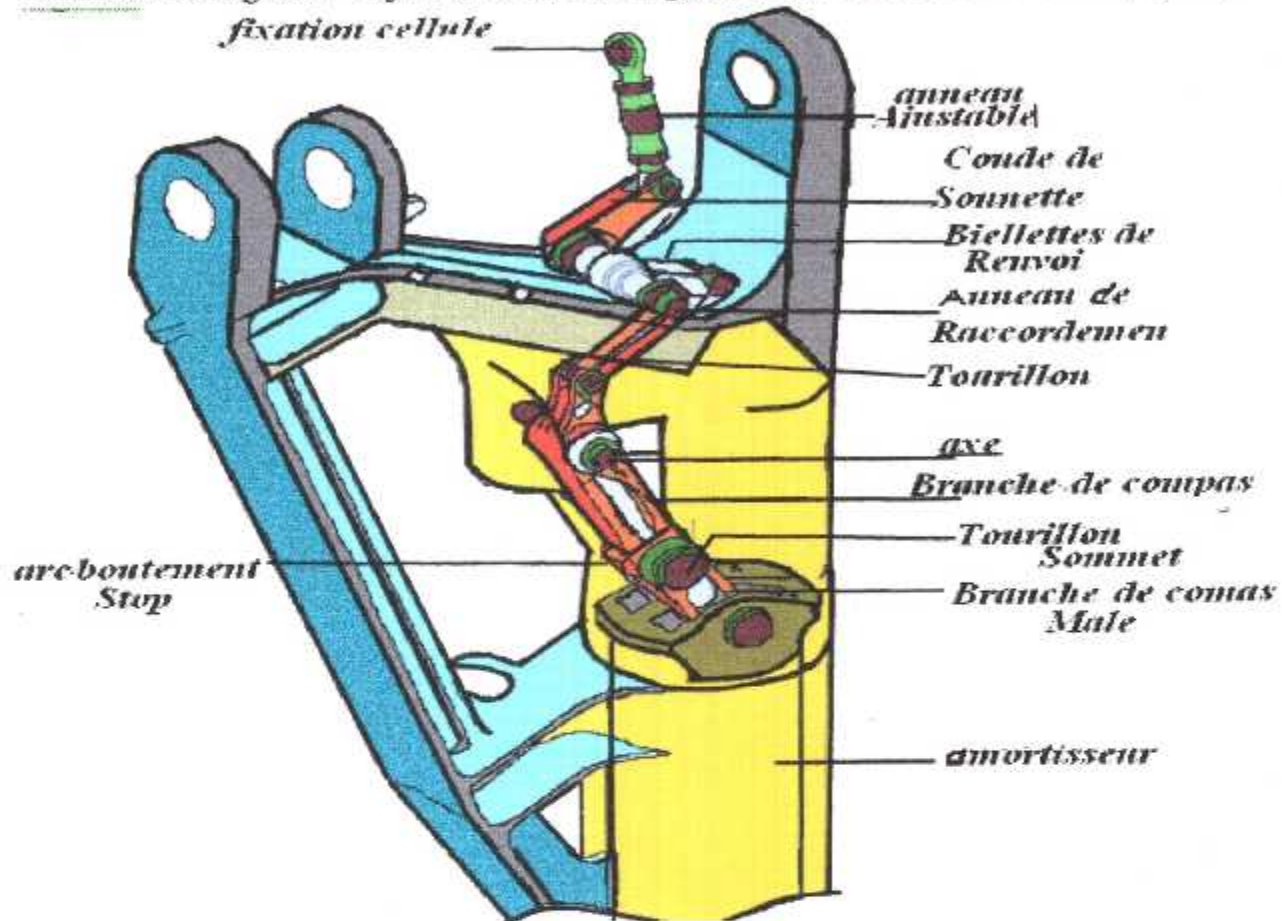


Figure(II-3) la contre-fiche



II .3.C. Mécanisme DE Rétrécissement (shortening mécanisme) : figure(II-4)

Le mécanisme de rétrécissement consiste à faire rétrécir la longueur du train principal pour qu'il puisse entrer dans sa loge et ca durant la phase de rétraction .ce mécanisme consiste à faire glisser la jambe dans le tube glissant comme le montre cette (figure)



figure(II-4) shortening mechanism

II .3.D. Amortisseur du train principal FIGURE (II -5)

L'amortisseur est contenu dans le tube glissant.C'est une unité Oléopneumatique télescopique fonction dans les deux direction.

Le fluide et le gaz sont contenus dans l'amortisseur sans être séparé.

Les composants principaux de l'amortisseur sont le piston et le cylindre (tube glissant).

La valve de purge, la valve de remplissage et le leveling tube sont installés à la face supérieure du piston pour la maintenance

Les cylindre sont réunis par un compas qui empêche toute rotation de l'un par rapport a l'autre, le cylindre intérieur supporte une aiguille conique qui passe a travers d'un orifice. Cclui-ci est supporte par un tube pourvu de trous et est relie a la partie supérieure du cylindre.

Un tube de drainage fixe sur l'aiguille conique est maintenue par un écrou a la partie inférieur du cylindre intérieur, un bouchon sur ce tube assure le drainage en plus a la partie inférieur sont fixes un crochet de. Tractage et un embout de relevage



Une valve d'amortissement est installée sur le cylindre intérieur, elle se déplace verticalement quand l'amortisseur.

Quand l'amortisseur est comprimé, la valve d'amortissement permet un débit sans restriction entre la chambre supérieure et l'espace annulaire forme entre les cylindres intérieur et extérieur.

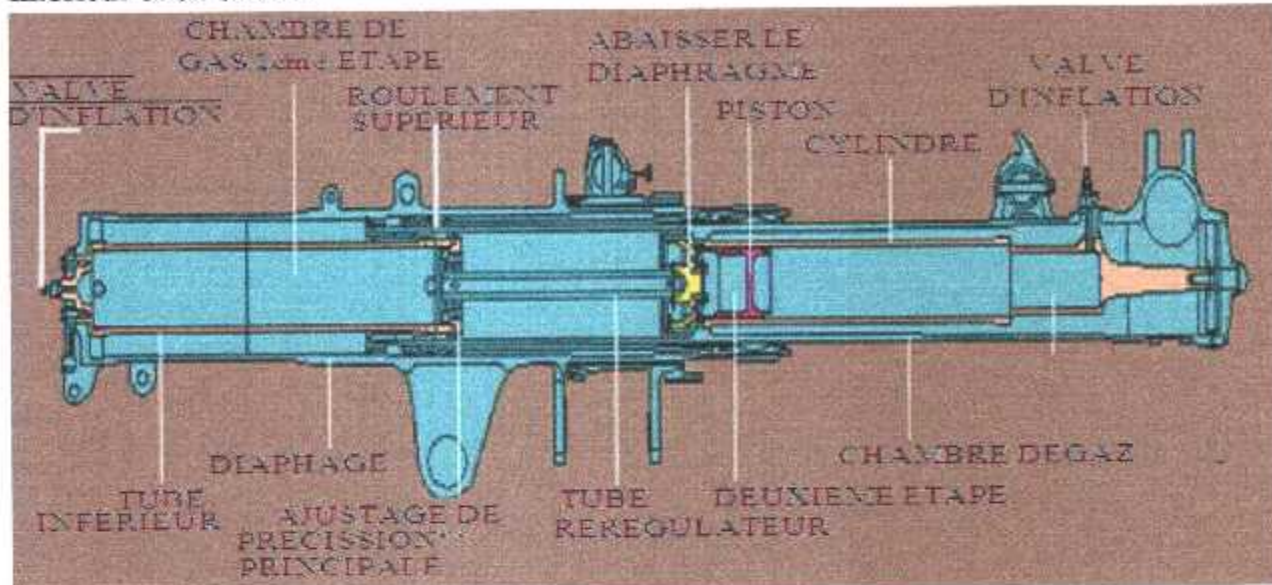


FIGURE (II-5) Amortisseur train principal

Quand l'amortisseur tend a se détendre cet espace annulaire diminue, la valve se déplace vers le haut et stricte les orifices du coussinet supérieur ce qui limite le débit inverse, donc amortis la détente de l'amortisseur.

II.3.D.1.Fonctionnement:

Avant l'atterrissage, l'amortisseur est complètement détendue sous l'action de la pression d'Azote et du poids des roues, le coussinet supérieur est en contact avec une valve place dans le bas du cylindre extérieure, le volume de la chambre supérieur est maximum et la pression d'Azote est minimum.

Au moment ou l'avion se pose, l'amortisseur se comprime, l'huile contenue dans le volume intermédiaire lors que l'amortisseur est détendue est chassé a travers l'orifice, la restriction crée par l'aiguille conique limite le débit et ralentie la compression de l'amortisseur, plus l'amortisseur se comprime, plus la section de passage de l'orifice devient faible, a ce ci s'ajoute l'augmentation de pression dans la chambre supérieure, ces deux causes diminues le débits du liquide de la chambre inférieure vers la chambre supérieure la résistance a la pression s'augmente.

II.3.D.2.Entretien de L'amortisseur:

Les joints de rechanges ont pour but de remplacement des joints dynamique défectueux. Le gonflage de l'amortisseur se fait par une valve placée a la partie Supérieure de l'amortisseur, le remplissage est assure par un orifice muni d'un clapet anti-retour a la partie inférieure de l'amortisseur, l'huile utilise est de l'huile hydraulique MILH-5606



II.3.E. Amortisseur de train de nez

L'amortisseur comprend deux cylindres coulissants- l'un dans l'autre, il est Attache a la structure de logement du train par des tourillons.

Deux coussinets pourvus de joints d'étanchéité guident les cylindres pendant leurs déplacement, le cylindre extérieur est muni d'un tube qui supporte le piston et qui coulisse dans le cylindre intérieur, une closant étanche divisant le cylindre intérieur en deux parties supporte une tige de section variable, cette tige passe dans un orifice prévue dans le piston. Le cylindre extérieur et intérieur sont chacun prévues d'un came de centrage.

Les deux comes s'engagent l'une dans l'autre quand l'amortisseur est complètement détendu, l'amortisseur est partiellement rempli d'huile et d'azote.

II.3.E.1.Fonctionnement

Avant l'atterrissage, l'amortisseur est complètement détendu par la pression d'Azote et le poids des roues, la pression d'Azote est minimum et la section de l'orifice est maximum, les roues sont dans l'axe de fuselage.

Lors de l'atterrissage, l'amortisseur se comprime, l'huile contenue dans la chambre intermédiaire est chassée vers la chambre a travers l'orifice dont la section diminue, le laminage de l'huile a travers cet orifice et la compression de l'Azote assurent l'amortissement du choc.

Plus l'amortisseur est comprime, plus la section' de l'orifice est faible et plus l'amortissement est dur.

II.3.F. Amortisseur de vibration (SHIMMY Damper) Figure (II-6)

LE corps du Damper est attache a Pavant du compas .A l'intérieure du corps, un piston constitue par l'extrémité de l'axe qui relie les deux parties du compas.

II.3.D.1. L'ensemble Damper comporte:

- Un vérin
- Trois clapets anti-retour,
- Deux clapets de surpression tare a 75 PSI et 3000 PSI,
- UN compensateur.

Le vérin se compose d'un corps dans le quel se déplace pistons perce de quatre orifices. Ce piston divise le corps en deux chambres qui sont remplies de liquides hydrauliques. Elles sont alimentées a partir du circuit de retour système hydraulique A.

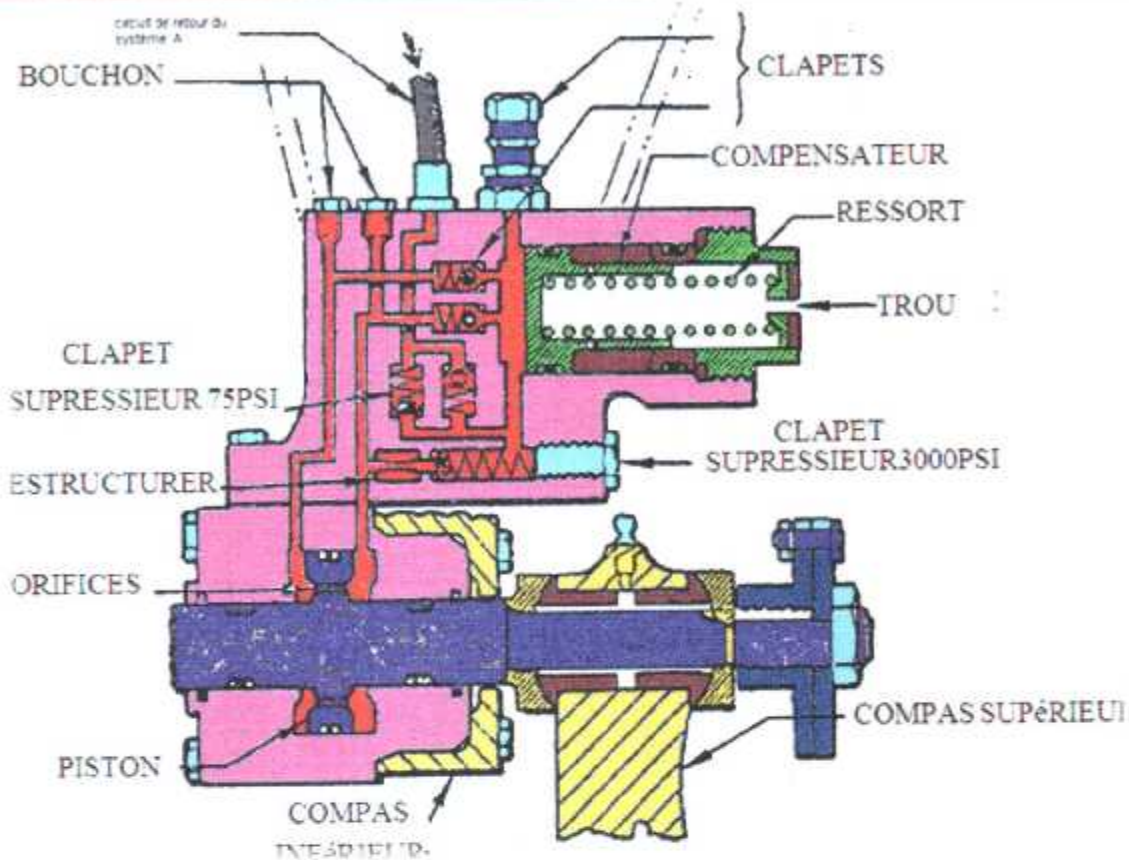


Figure (II-6) amortisseur SHIMMY DAMPER

II.3.G. Caractéristique de Construction: voir la figure (II-7, II-8)

Un pneu est constitue par:

II.3.G.1. Une Carcasse:

Qui lui donne sa résistance celle-ci est constituée d'un ensemble de nappes en câbles nylon imprégnées de caoutchouc, appelées « ILIS ».

Les plis sont croises entre eux suivant un certain angle fixe lors de la définition du pneu.

II.3.G. 2. Une Bande de Roulement:

Constituée par un mélange de caoutchouc présentant une grande résistance a l'Abrasion, renforce par deux nappes croisées de câbles Nylon.

La bande de roulement protège le sommet de la carcasse de l'usure et des coupures ; elle set rainurée afin de favoriser l'évacuation de l'eau en cas de cas de roulement sur piste mouillée, on empêche ainsi Apparition du phénomène d'hydroplanage et on améliore le coefficient d'adhérence et par suite la stabilité de l'avion

II.3.G. 3. Les Bande de Cote:

Composées d'une gomme spéciale destinée a protéger les flans de la carcasse



II.3.G. 4. Les Talons:

Qui confèrent à l'enveloppe une base rigide permettant l'accrochage du pneu sur la jante, ils comportent trois tringles en fils d'acier à haute résistance noyés dans la gomme. Autour des tringles s'accrochent les plis de la carcasse. Cet ensemble qui est en contact avec la roue est protégé contre les frottements par deux bandelettes de tissu Nylon imprégné d'un mélange de caoutchouc.

II.3.G. 5. Un Cousin de Gomme appelle ((LINER)):

Qui recouvre la face interne de la carcasse.

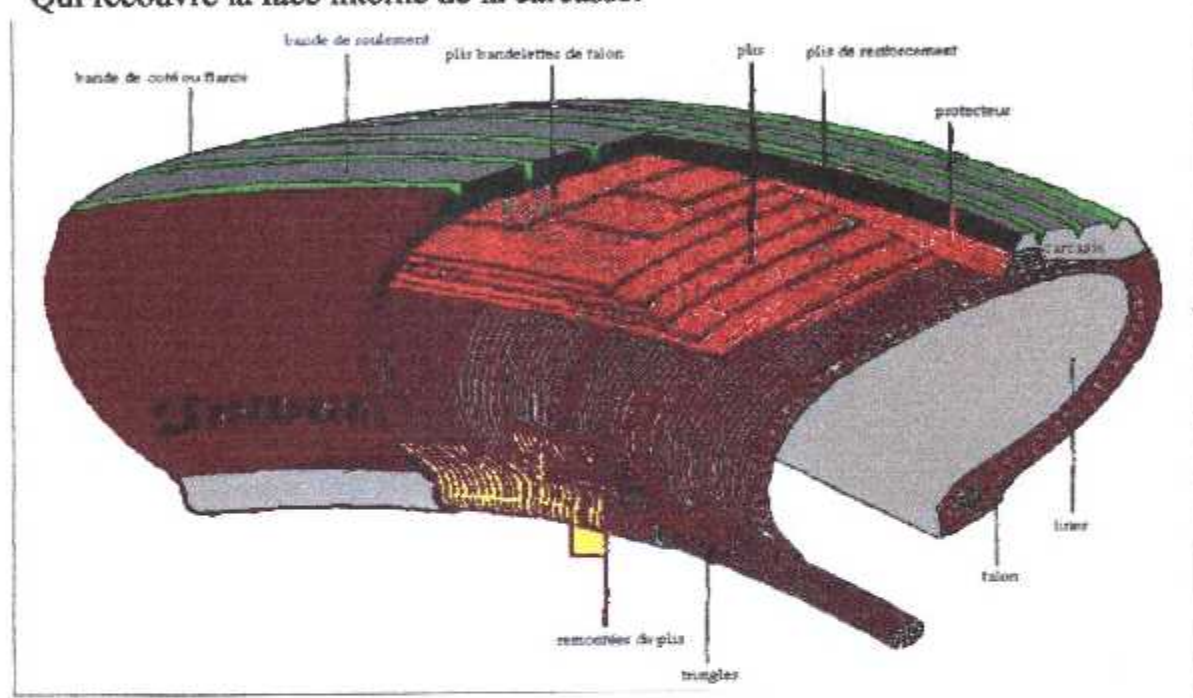


Figure (II-7)

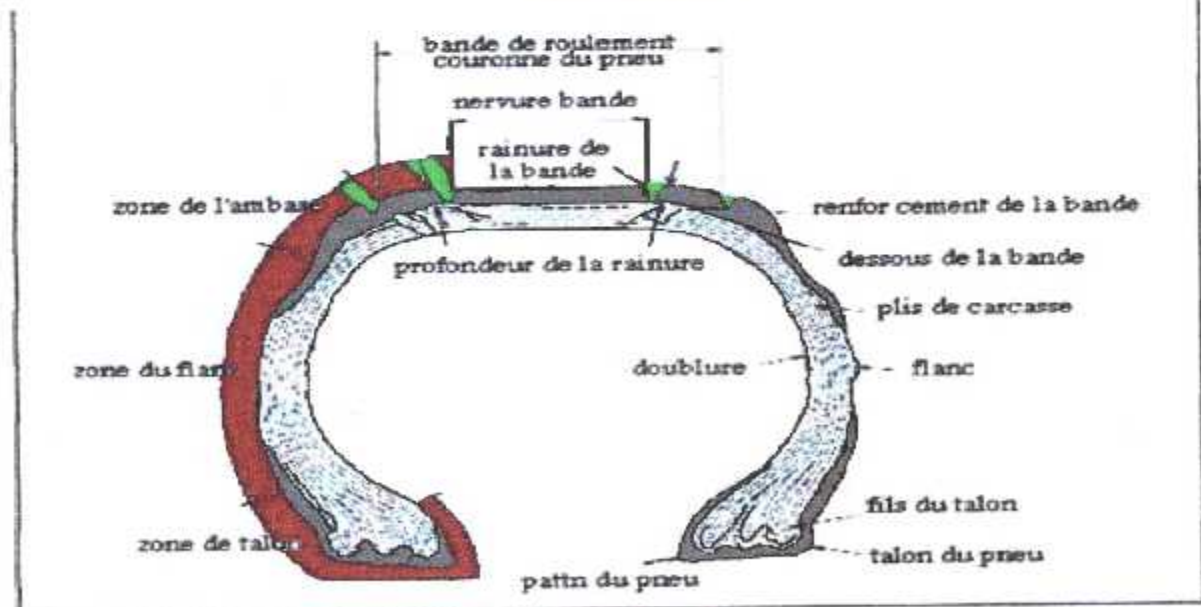


Figure (II-8)



II.4. Escamotage

LE train est escamoté en vol dans le but de supprimer sa trainée. L'escamotage consiste en:

- un relevage associé a une rétraction de la jambe du train (shortening).
- un verrouillage en position extrême "sortie" ou "rentrée"

Le relevage doit être rapide pour procurer un gain rapide dde performance au Décollage et début de montée, il doit être sans choc en fin de course ,et modifier le moins possible le centrage.

L'escamotage est réalisé par l'emploi hydrolique.

II.4.A. Circuit hydraulique de manœuvre:

Le circuit normal permet le relevage et la descente du train ,il compte un de Manoeuvre par atterrisseur, un selecteur a deux position "UP"et"DOWN" avec sécurité dans la Poignée, il permet l'envoi du liquide dans l'une ou l'autre chambre du vérin

D'autre part ,un restricteur dans le sens descente provoque un ralentissement par Lamibage hydrolique des atterrisseur descendant vers l'arrière

II.4.B. Circuit de secours

Il remplace le circuit normale mais n'assure par:

- **Gravite:** dans se cas le déverrouillage du train s'effectue mécaniquementOu électro mécaniquement, une fois le train déverrouillé, il peut ainsi descendre par son propre poids

II.4.C. Accrochage et verrouillage:

Le positionnement hydraulique n'est pas suffisant, il nécessaire de verrouillage Mécaniquement l'atterrisseur en fin de course pour dépressurisé le système hydraulique de manoeuvre

Le verrouillage train est sorti est généralement a la contre fiche.

Le verrouillage est mécanique et le déverrouillage hydraulique ce demies est realise par un petit vérin alimené par le circuit "rentrée le verouillage train rentre ou accrochage s'effectue par un dispositif d'accrochage mécanique à la jambe décrochage s'effectue hydrauliquement en parallèle une commande mécanique permet de suspasser en cas de panne hydraulique .

II.4.D. Commande des trappes:

Les trappes renfermant le logement de chaque atterrisseur sont manoeuvrées hydraulique .chaque trappe articuléc sur la structure est reliée à la jambe de l'atterrisseur par des bielles et fixés la jambe du tain .

Un systeme hydraulique appele "selecteur du train" commande la séquence de la rentrée et de sortie (ouverture des portes ,rentrée du train ,fermeture des portes)et inversement carde sortie.



II.4.E. Commande –contrôle –sécurité :

La commande de rentrée/sortie s'effectue par un dispositif situé au cockpit: levier de contrôle à deux position .

Le contrôle des position extremes de chaque atterrisseur doit comporter deux indication

Signalisation optique :

- Voyant verts allumés : train sorti verrouillé.
- Voyant rouge allumé : train en mouvement.
- Tous le voyants éteints : train rentré accroché.

Signalisation sonore :

- En cas de non manœuvre d'approche et manette de puissance ralenti pour alerter le pilote à fin d'activer la descente des trains.
- Un klaxon est automatiquement alimenté en cas de réduction des gaz si

l'un des trois atterrisseurs n'est verrouillé sorti.

Sécurité:

Le train étain sorti, trois dispositifs de sécurité interdisent la rentrée des trains quand l'avion est sol:

- **Hydraulique:** secteur Par position "sorti" (maintien la pression)
- **Mécanique:** cliquet de sécurité sur la poignée (blocage sur la position " sorti"

Broches de sécurité placées au bloquant mécaniquement les verrous bas.

➤ **Electrique:** solénoïde interdisant le passage du sélecteur de "sorti" vers Rentrée
les Amortisseurs ne sont pas complètement descendus (avion en vol)

II .5. Freinage:

II.5.A. Principe de freinage:

Le freinage est nécessaire pour amener l'immobilisation de l'avion après que les roues il Contact avec le sol.il a pour le but essentiel :

- De limiter la longueur de roulement au sol après l'atterrissage.
- D'aider dans les évolutions au sol par dosage du freinage et action Différentielle sur

les roues il permet d'autre part:

- De faciliter le décollage sur terrains court (pour certains avions)
- Les points fixes (pour essai performance moteur).

Organes de commande:

Pour actionne le freinage un dispositif est place dans les pédales de palonniers.

Dans les évolutions au sol, on peut agir différentielle ment sur les freins.

Ces résultats sont atteints :

Soit par action sur des pédales indépendantes du palonnier actionnant directement chaque jeu de freins.

Soit par action sur les commandes centrales unique agissant sur le répartiteur (conjugué avec le palonnier).



II.5.B. Freins à disques: voir la Figure (II -9)

Les disques mobiles sont entraînés par la roue, les disques fixés solidaires de la fusée et Munis de garniture, sont déplacés latéralement par des pistons. Les avantages sont issus de l'augmentation aisée de la surface de freinage, la commodité du réglage, la bonne portéc des garnitures. Le poids important et la mauvaise évacuation calorifique en sont inconvénients majeurs.

II.5.c. Le bloc frein:

Comme on peut le remarquer sur la figure, le bloc frein se compose de plusieurs disques ; cinq disques stators et six autres rotors.

Ce système est place pour chaque roue. Pour vérifier l'état d'assure des disque, le constructeur amis en place une tige témoin. Plus cette baguette est enfoncée à l'intérieur plus le disque est usé. Le disque à enlever si tige s'cst complètement enfoncé.

Les roues et les freins font l'objet de contrôles fréquents en cours D'exploitation pour usure surchauffe étanchéité du circuit hydraulique.

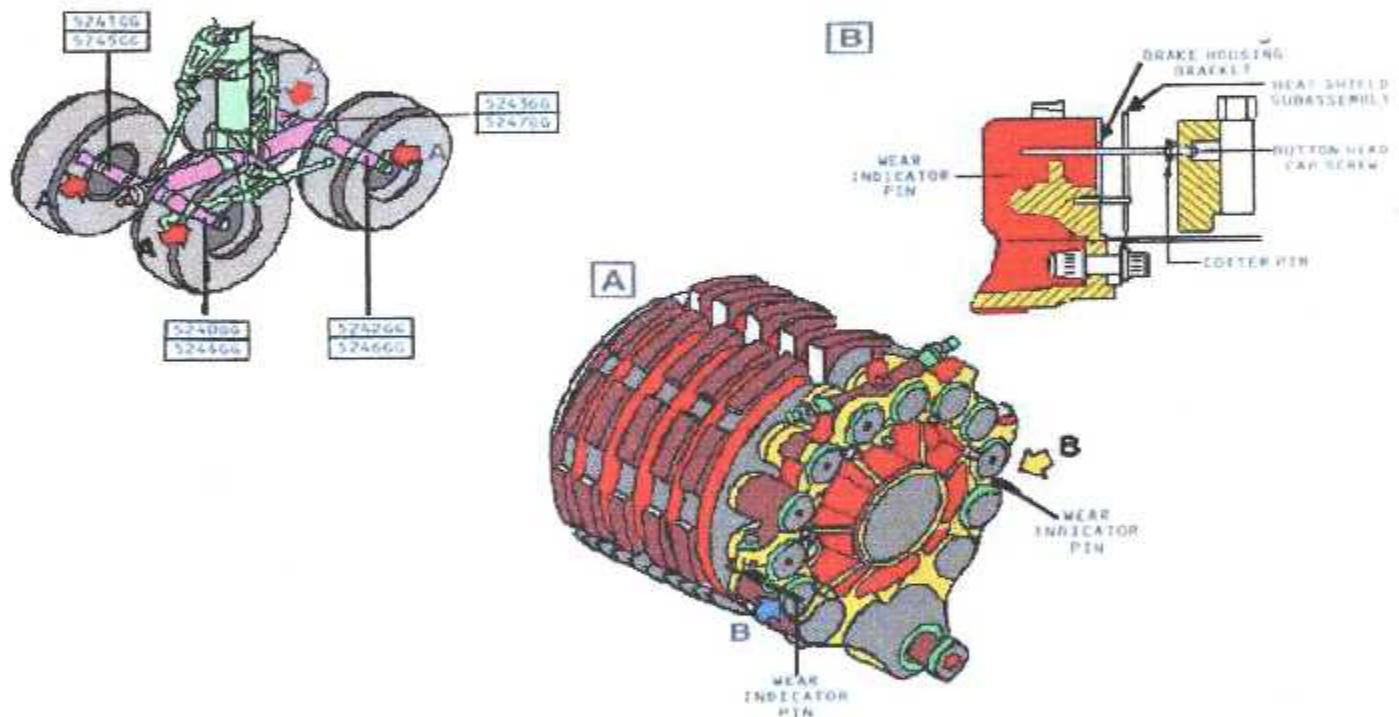


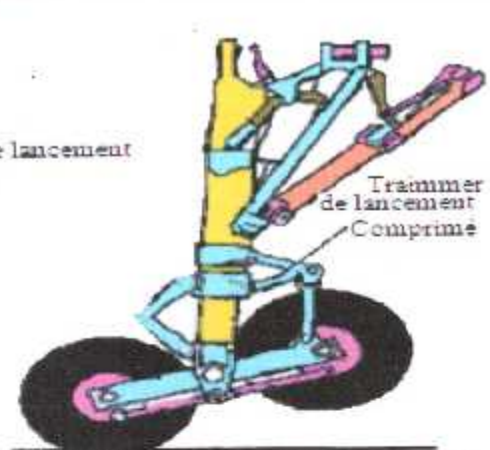
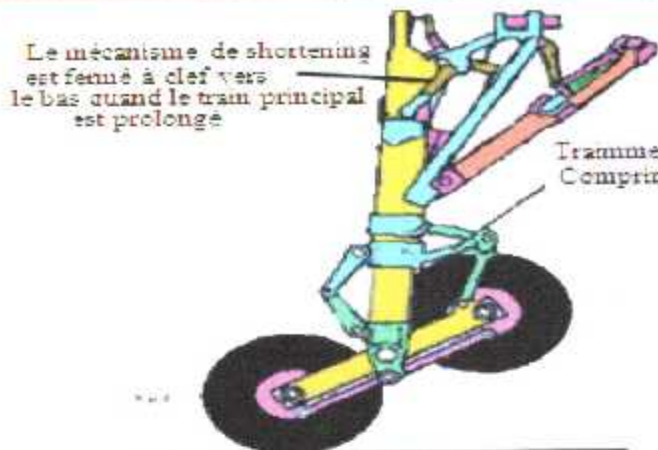
Figure (II -9) bloc frein

II.6. Pitch trimmer voir la Figure (II -10)

Le pitch trimmer à trois fonctions, avec l'aide de l'articulation de verrouillage sont:

- Il fait tourner la bougie beam de 11 de l'horizontale lors de l'approche de l'atterrissage.
- Il remet la bougie beam à sa position horizontale pour que le train puisse entrer Dans son puits sans faire de dommage à la structure de l'avion.
- Il absorbe les charges latérales du train d'atterrissage lors du roulage.

On peut voir dans cette figure les différents rôles du pitch trimmer:



A la toucher de sol initial Les pneus arrière démarrent pour prendre les charges d'atterrissage

la compresse de début d'amortisseur a mesure que la charge augmente

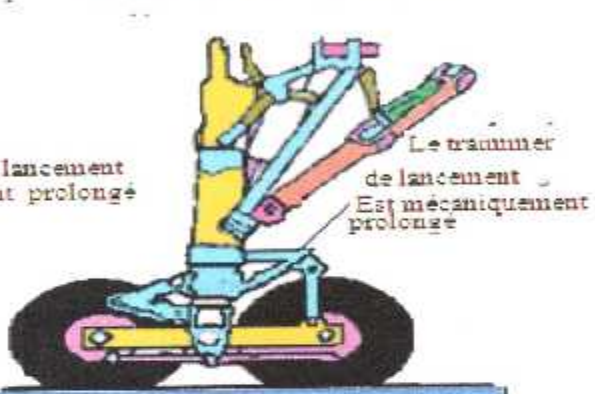
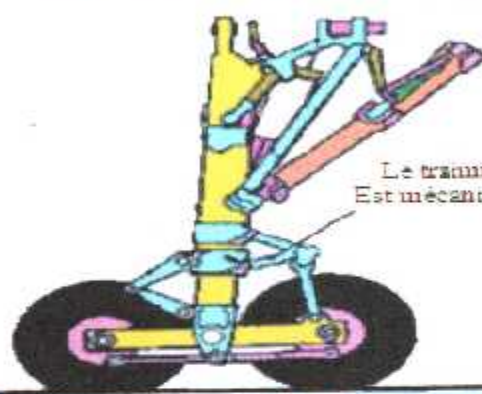


Figure (11 -10) Pitch trimmer



II.7. LES DIFFERENTS CAS D'ANOMALIE QUI PEUVENT SURVENIR AU TRAIN PRINCIPAL:

II.7.A. Le train n'est pas sorti :

Cette alarme apparaît si :

- . Le train n'est pas sorti verrouillé.
- . La radio de l'altimètre est <750 feet.
- . Les volets sont en position " 3 ou full ".

Ou bien :

- . Le train n'est pas verrouillé.
- . L'altimètre < 750 Ft.
- . Les volets sont en position " 3 ou full ".

Ou bien :

- . Le train n'est pas sorti verrouillé.
- . Les volets sont en position " full ".

II.7.B. Le train n'est pas verrouille bas:

La lumière rouge "UNLK" apparaît sur l'indicateurs de train et les triangles rouges apparaissent sur l'ECMA. Le train principal n'est pas verrouillé bas en extension.

Dans ce cas, on doit régler le train et si ça ne marche pas, on actionne la sortie de secours du train.

II.7.C. Anomalie en rétraction:

Un mécanisme prévient le levier de contrôle sélectionné "UP" quand le train n'est pas positionné par la rétraction:

Dans ce cas, le train d'atterrissage reste en position sorti et on limite la vitesse. Maximum 300/.72

II.7.D. Les portes ne se referment pas:

Si une porte n'est pas fermée :

sur le page ECAM porte ,cette porte sera singuliè en couleur ambie

Les portes des trains d'atterrissage est non verrouillé bas, on doit le laisser down.
tout les cas ou doit limiter la vitesse à: vitesse Max 270/.65 (les portes ouvertes).



II.7.E. Les trains ne sont pas verrouillés haut'.

La lumière rouge "UNLK" apparaît dans l'indicateur des trains et les triangles rouges dans l'Ecarn. Le train gauche n'est pas verrouillé haut à la rétraction.

Dans ce cas, on doit recycler le train. Son sa ça ne l'arce pas, on le laisse comme ça et on limite la vitesse.

Vitesse Max 300/72 (train bas, portes fermés).

II.7.F. Anomalie au verrouillage haut du train:

Cet avertissement est déclenché quand le train est mis sur la position rentrée accidentellenellt par le personnel de la maintenance atl sol .Le message "UNLK" apparaît en rouge dans l'indicateur de train et sur l'Ecarn.

II.7.I. Panne de LGCIUI:

Quand le symbole XX vient dans l'Ecarn, donc le LGCIU est en panne.

II.7.G. Le désaccord du système:

Les deux triangles verts de l'Ecarn, l'un vient en vert et l'autre en rouge.

Le train droit est signalée en transit par le LGCIU 2 par contre il est signalée verrouillé bas par le LGCIU1 .

La lumière rouge "UNLK" qui s'allume dans l'indicateur du train est les deux triangles rouge et vert dans l'Ecarns dans cet exemple le train principal est uniquement signalée verrouillé bas par le LGCIU 2.

Dans les deux cas la lumière verte du triangle et les deux triangles rouge et verte ou bien la lumière rouge "UNLK" les deux triangles rouge et vert dans l'ECAM, dans cet exemple le train principale est uniquement signalé verrouillé bas par le LGCIU2

Dans les deux cas: la lumière vert du triangle, et les deux triangles rouge et vert, le train d'atterrissage est sorti verrouillé.



les systèmes d'atterrisseur de

A330-200



III.1. PRESENTATION DES SYSTEMES DE COMMANDES ET DE CONTROLES:

Pour la commande et le contrôle du train d'atterrissage le pilote (et copilote) dispose des éléments suivants :

III.1.A. Panneau du trois d'atterrisseur:

La position des trains est indiquée par un panneau *Figure (III.1.B)*

C'est la signalisation analogique. "UNLOCK" indiquent que les fins sont en position transit. Les triangles vert indiquent que les trains sont sortis verrouiller. Quand il n'y aucune signalisation cela veut dire que les trains sont sortis verrouiller.

III.1.B. Le freinage automatique :

Le bouton poussoir de freinage contrôle l'armement de la valeur de la proportionnelle de la décélération demandé. La lumière "ON" apparait en bleu pour indiquer l'armement positif quand il est sélectionné.

Le voyant "DECEL" apparait en vert quand la décélération correcte est atteinte.

III.1.C. Commutateur anti-patinage:

Le commutateur "ON/OFF" active ou désactivé le système d'orientation et la fonction anti-patinage.

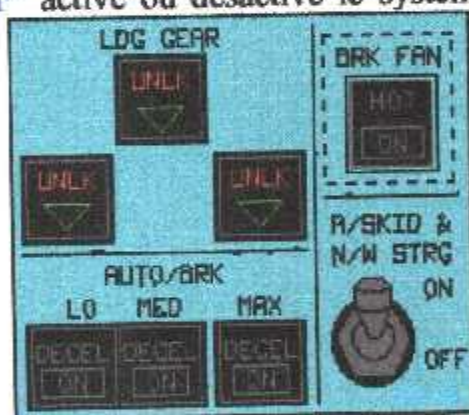


Figure (III.1.A)

III.1.D. Indicateur de pression de frein (triple indicateur):

Ils indiquent la pression du circuit hydraulique "bleu" du freinage délivrée pour les trains principaux.

"ACCU press" indique la pression dans les deux accumulateurs de feinage du système "bleu".



Figure (III.1.B)



III.1.E. Levier de commande rentrée / sortie

Ce levier doit être tiré (par mesure de sécurité) soulever pour actionner la rentrée "UP" du train. Pour commander la descente "DOWN" du train, on ramène le levier vers le bas.

En configuration d'approche, le voyant "flèche rouge" s'allume pour signaler au pilote que le train n'est pas sorti

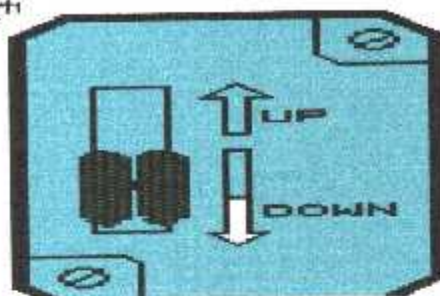


Figure (III.1.C)

III.1.F. Système de secours :

Les deux tiges de sélections sont reliées ensemble mécaniquement pour opérer en un seul contrôle.

Le sélectionner à fois positions stable:

- Centre : OFF
- Sort : Down
- L/p :Reset (chargement).



Figure (III.1.D)

III.1.G. Frein parking:

Tirer la poignée et tourner dans le sens des aiguilles d'une montre pour actionner le frein.

Si la poigné n'est pas dans la position "ON" le frein parking n'est pas appliqué.

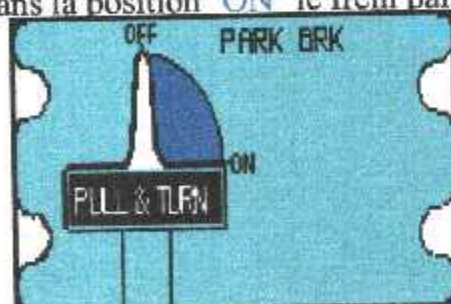


Figure (III.1.E)

III.1.H. Ecam system display:

La page ECAM "WHEEL"monte le train d'atterrissage, les contrôles, indications de frein et orientation et la pression des pneus.

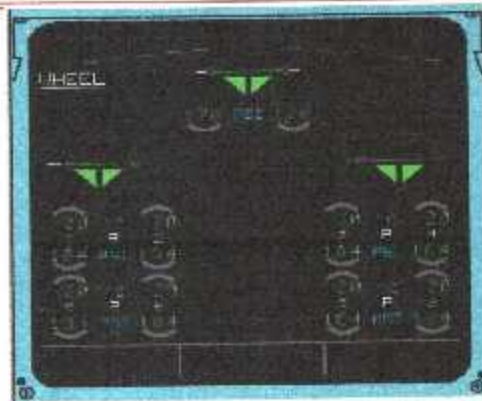


Figure (III.1.F)

III.1.I. Le volant d'orientation du train avant:

Le volant d'orientation contrôle l'orientation du train avant à l'angle 65° dans les deux directions.

On peut aussi orienter l'avion avec les pédales de palonnier mais à angle limité qui est de 6°.



Figure (III.1.G)

III.1.J. pédale de palonnier :

Les pédales servent à freiner l'appareil mais elles peuvent aussi l'orienter par freinage différentiel.



Figure (III.1.H)

III.1.K. Ventilateur des freins :

Si le système du ventilateur des freins est installé, le bouton de ce dernier sera installé dans le panneau.

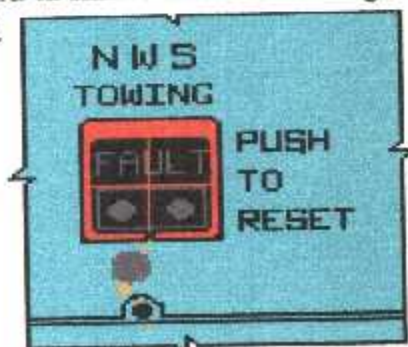
La voyant ambre "Hot" s'allume indiquant la surchauffe des freins. Dans ce cas on actionne ce bouton à fin de refroidir les feins par ventilation intégré dans les blocs de frein.

La lumière bleue "ON" s'allume quand le système de ventilation est activé.

III.1.L. Towing warning light:

La lumière apparait en rouge quand la limite de rotation angulaire du train avant a été atteinte durant l'opération de tractage.

Figure (III.1.I)



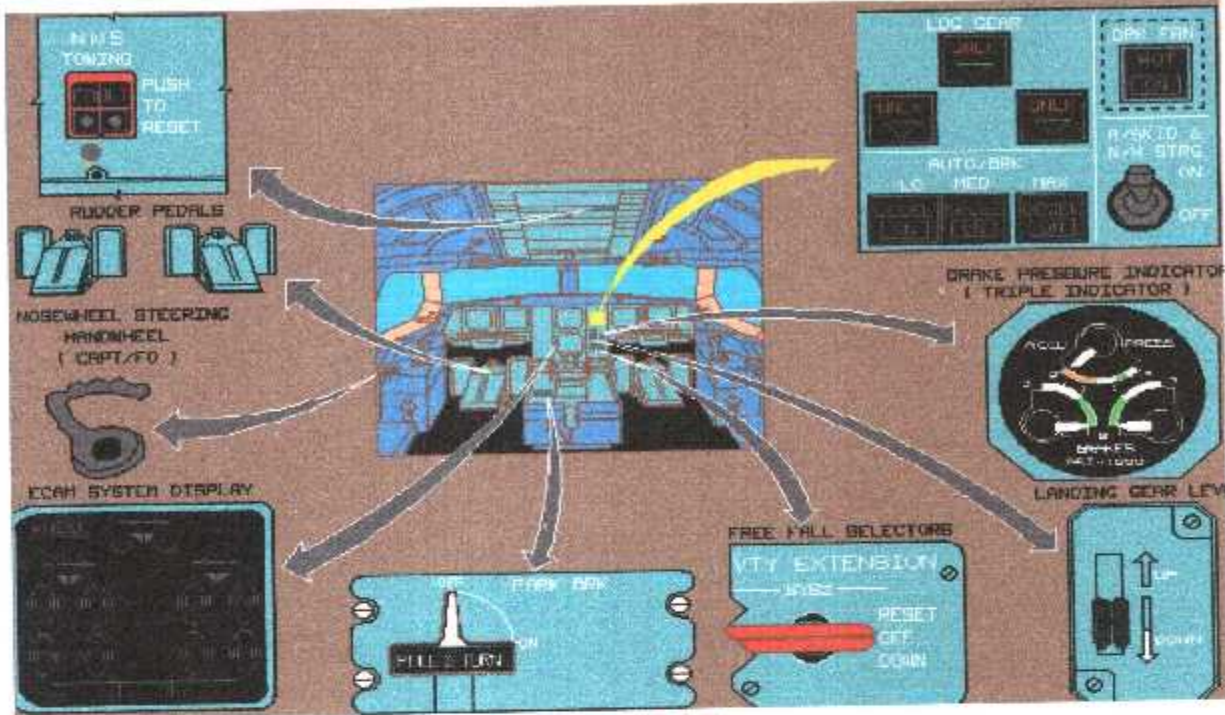


Figure (III.1.J)

III.2. LES SYSTEMES DE RENTREE/ SORTIE DES TRAINS D'ATTERRISSAGE :

III.2.A. Généralités sur le système hydraulique de l'A330-200 :

Tous les trains d'atterrissages sont actionnés hydrauliquement par les servocommandes et contrôlés électriquement par les calculateurs.

L'avion A330-200 dispose de trois systèmes hydrauliques indépendants désignés par "vert" (green), "bleu" (blue) et "jaune" (yellow).

La pression hydraulique est obtenue à la valeur de 3000 PSI (200 bars environ) de deux (02) pompes hydrauliques entraînées par la boîte d'entraînement des accessoires

- le moteur (01) entraîne
 - la pompe hydraulique du Circuit vert
 - la pompe hydraulique du Circuit Bleu
- le moteur deux entraîne
 - la pompe hydraulique de Circuit Vert
 - la pompe hydraulique de Circuit Jaune

Le fonctionnement et la surveillance des circuits hydrauliques sont gérés par le HSMU.

III.2.B. Principe :

Le train d'atterrissage et les portes sont signalés électriquement par l'un des deux computers LGCIU (Landing Gear Control and Interface Unit) contrôlant toutes les séquences rentrée / sortie des trains avec les conditions de sécurités.

Elles reçoivent l'ordre du levier de commande, les deux LGCIU envoient simultanément les informations des positions trains et des portes au système d'affichage ECAM (cockpit).



Les deux computers se permutent leurs fonctions et cela chaque cycle (chaque sélection "UP").

Le système hydraulique des trains est alimenté par le circuit hydraulique "Vert". Il passe à travers les deux valves : "Safety valve "et "cut out valve".

"Safety valve "est actionné par deux solénoïdes et elle désactive (se ferme) quand la vitesse est <280 nœuds.

Et elle s'ouvre quand le train est sélectionné " bas " et que la vitesse est <280 nœuds.

la "Cut-off valve " isole l'hydraulique dans le cas de sorti de secours.

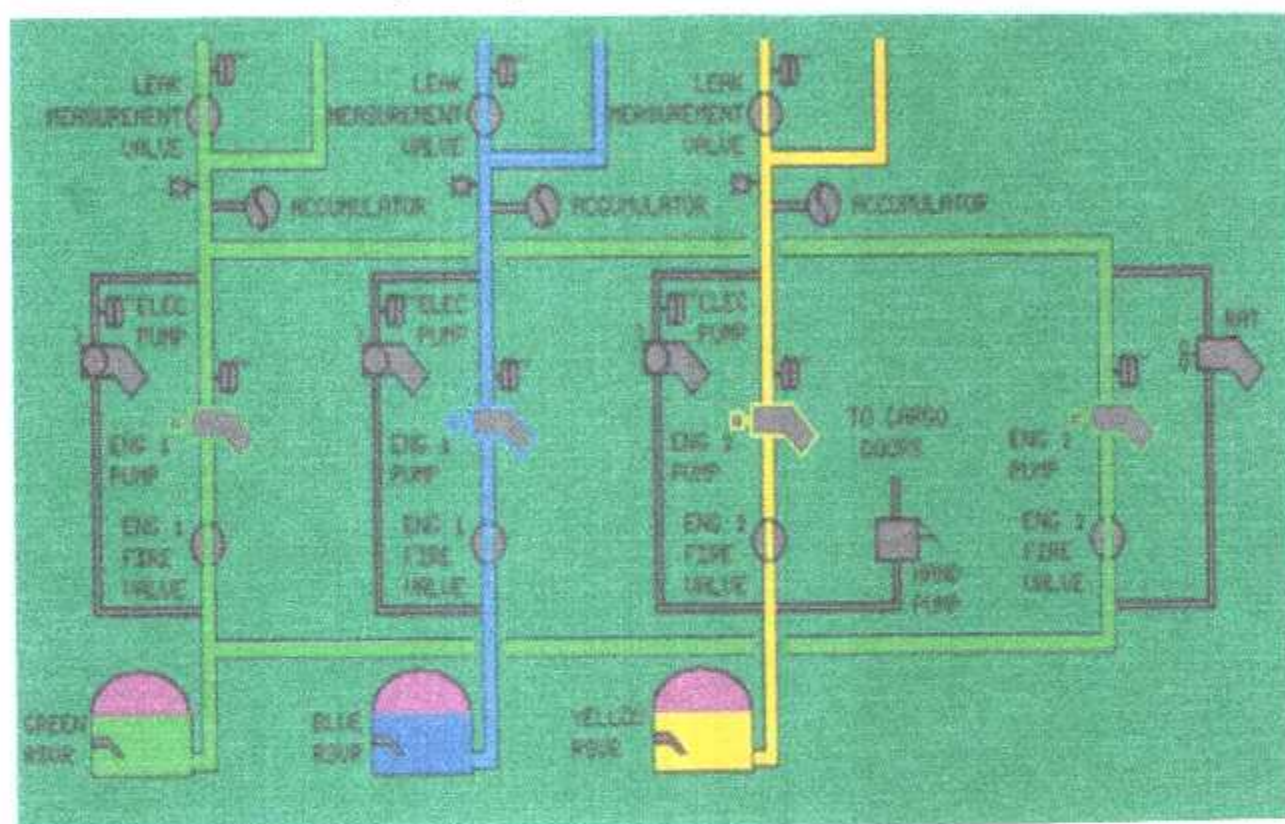


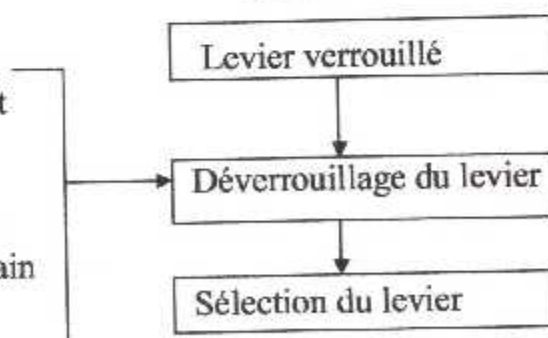
Figure (III.2.A)

III.2. C. commande du train: Fonctionnement normal

Condition

- >Amortisseur du train avant est compressé.
- >Orientation est centré .
- >Boogie gauche et droite , Incliné d'un angle avec train Verrouillé bas

action



phase

- au sol
- au vol
- au sélection



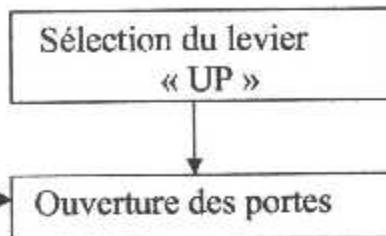
III.2. C.1. RETRACTION :

> Ouvertures des portes :

Condition

- >Vitesse <280nds (safety Valve s'ouvre)
- >Chaque train est verrouillé Bas
- >Système de secours non activé

action



phase

- sélection
- Portes non verrouillées
- Portes ouvertes

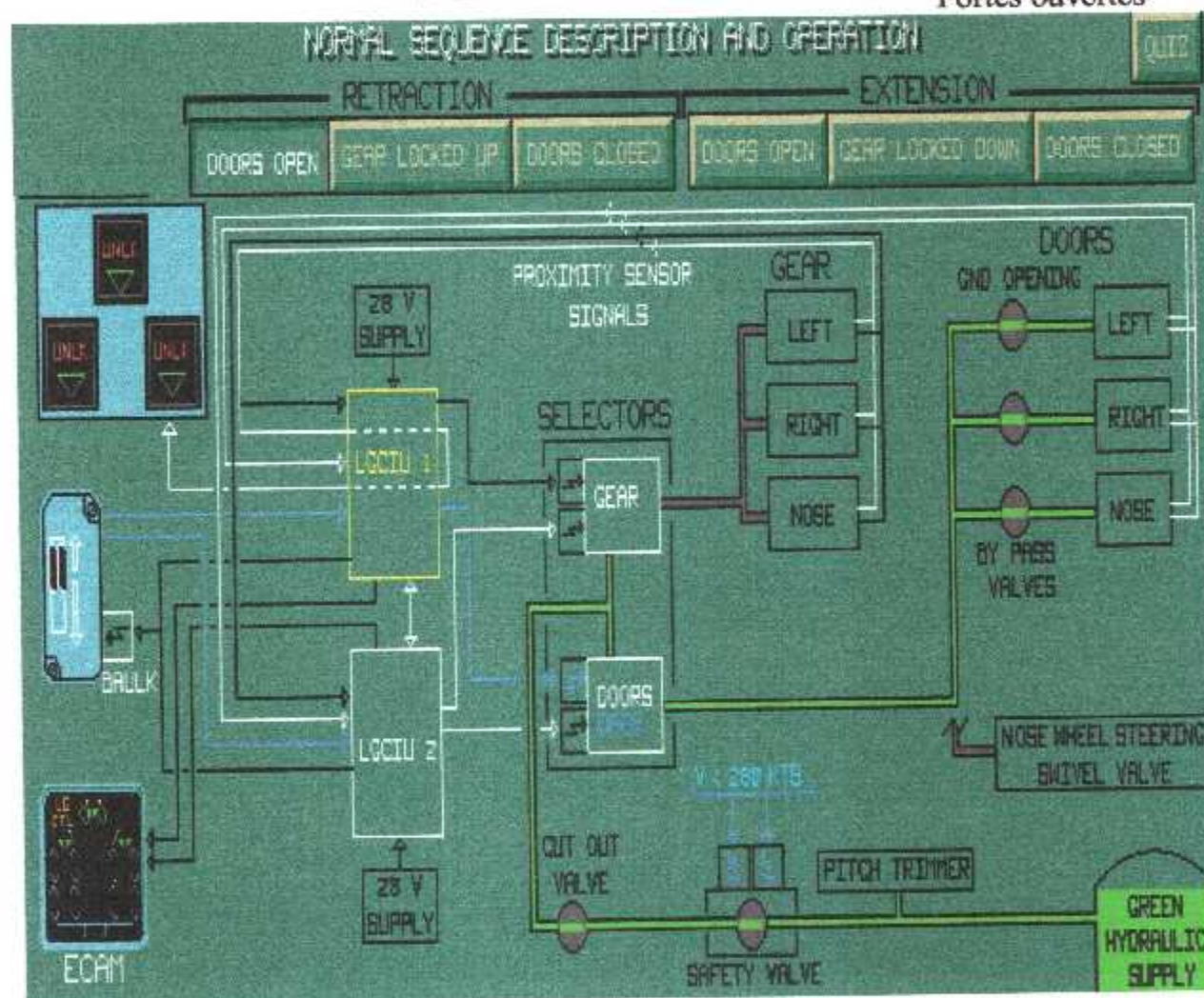


Figure (III.2.B)



>TRAINS VERROUILLÉ HAUT:

Condition

- > Toutes les portes complètement Ouvertes
- > amortisseur du train avant Compressé
- > train gauche et droite incliné D'un angle

LH et RH boogie trail absent.

sélection
train non verrouillé et commencement de la rétraction.

La rétraction continue

phase portes ouvertes
Train non verrouillé train
verrouillé Haut

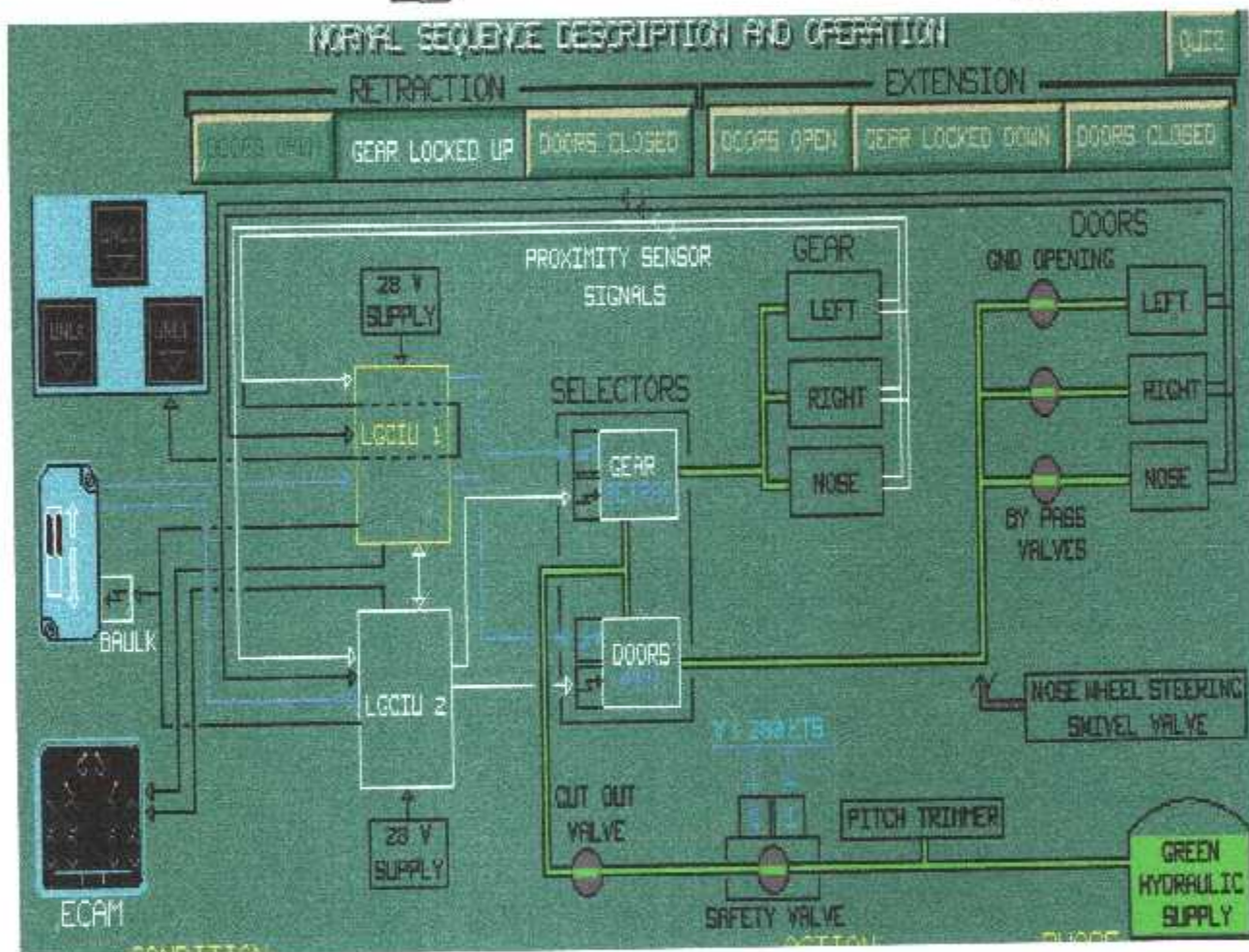


Figure (III.2.C)

>PORTES FERMÉES:

> Tout les trains verrouillés haut

Portes fermées

train verrouillé haut
Portes fermées Verrouillés

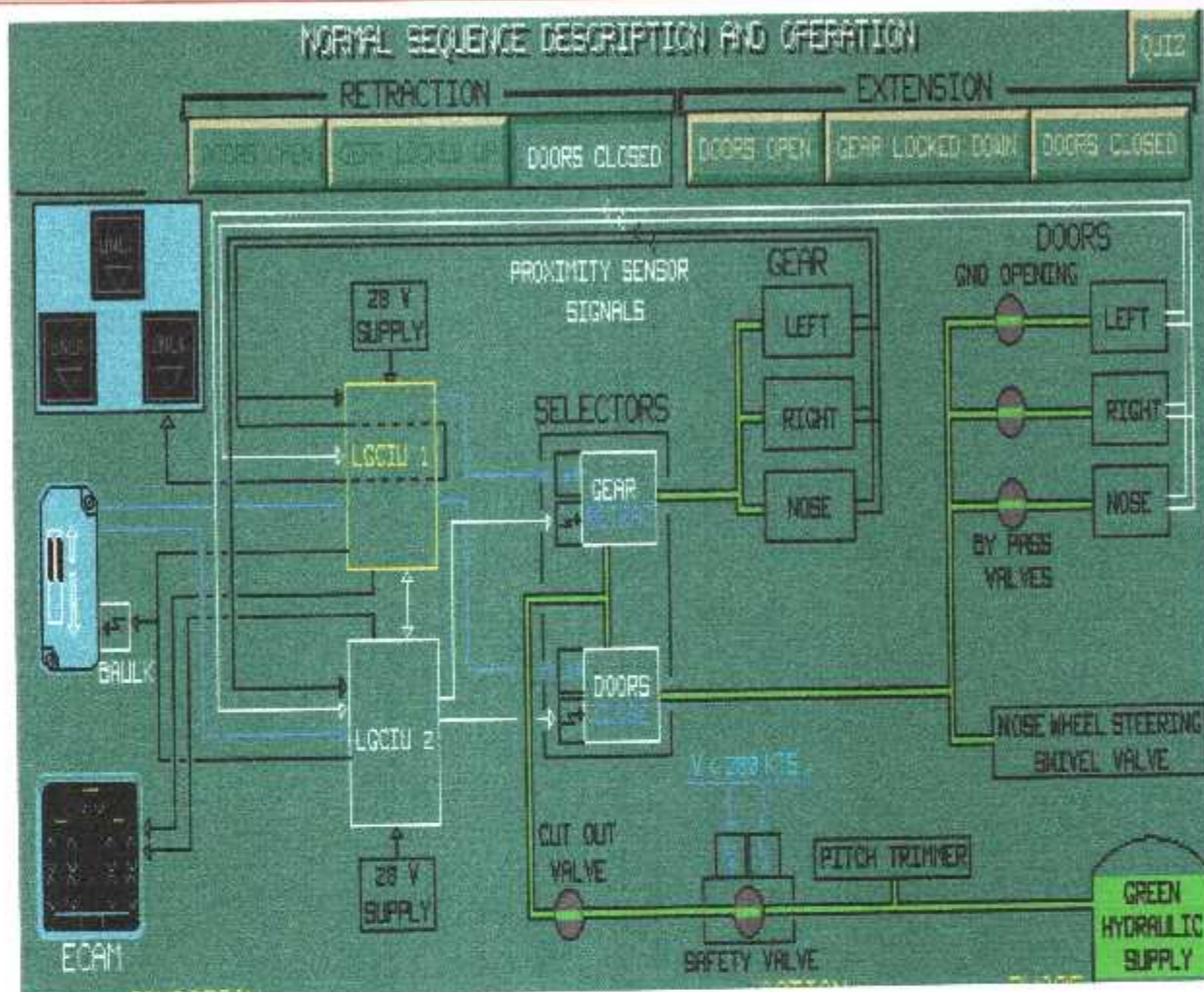


Figure (III.2.D)

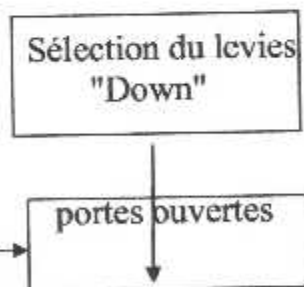
III.2. C.2. EXTENTION:(sortie)

> Ouvertures des portes :

Condition

- >Vitesse <280nds
- >Train avant et principal Verrouillés haut
- >Sortie de secours Non Sélectionné

Action



phase

- Approche sélection
- portes non verrouillé
- portes ouvertes

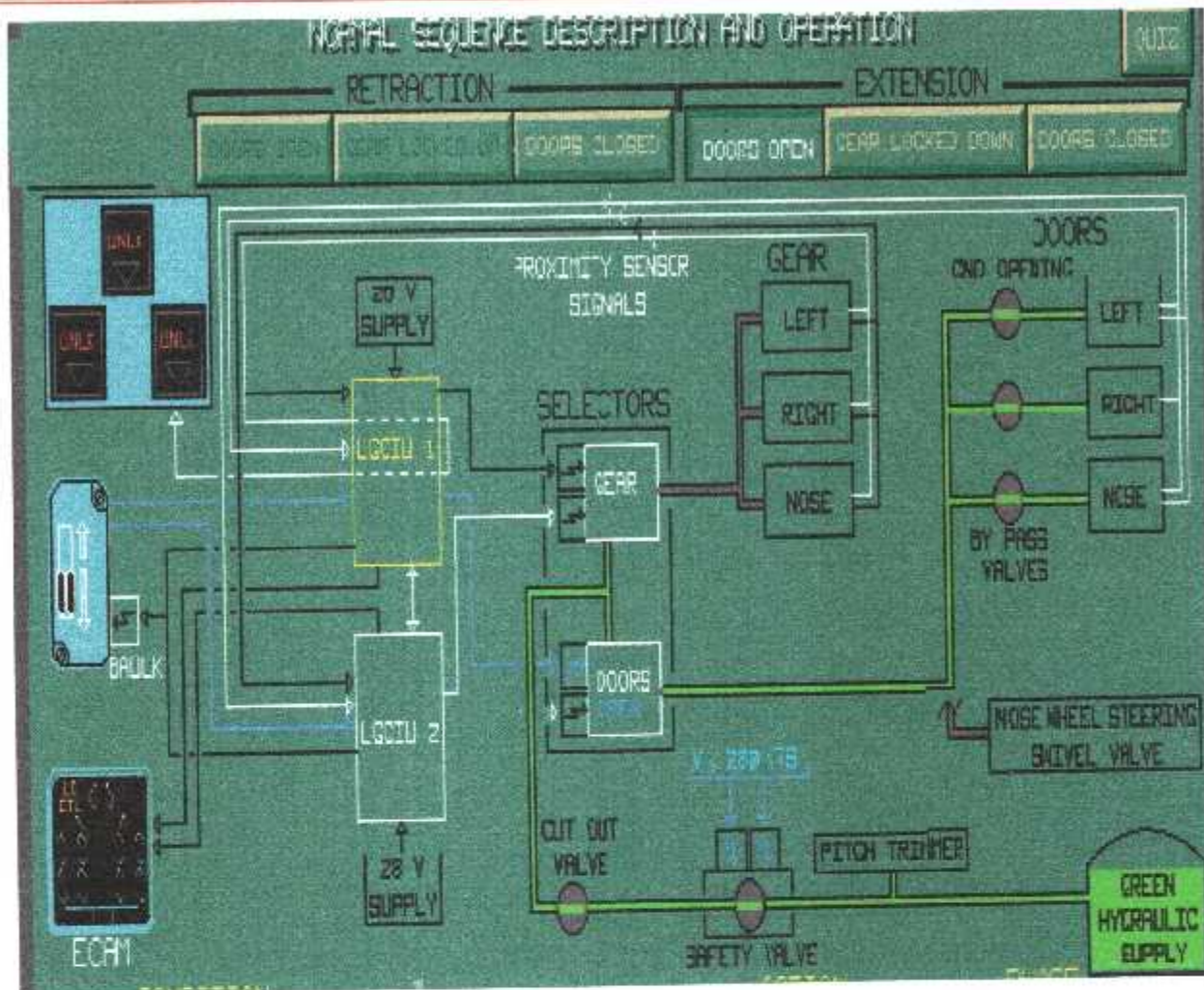
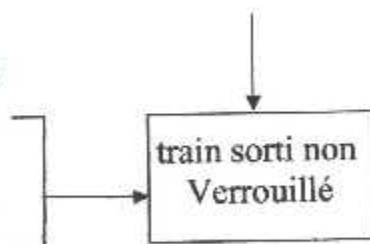


Figure (III.2.E)

>train verrouillé bas:

Toutes les portes sont
Complètement ouvertes.



- Portes ouvertes
- Train non verrouillé
- Train verrouillé bas.

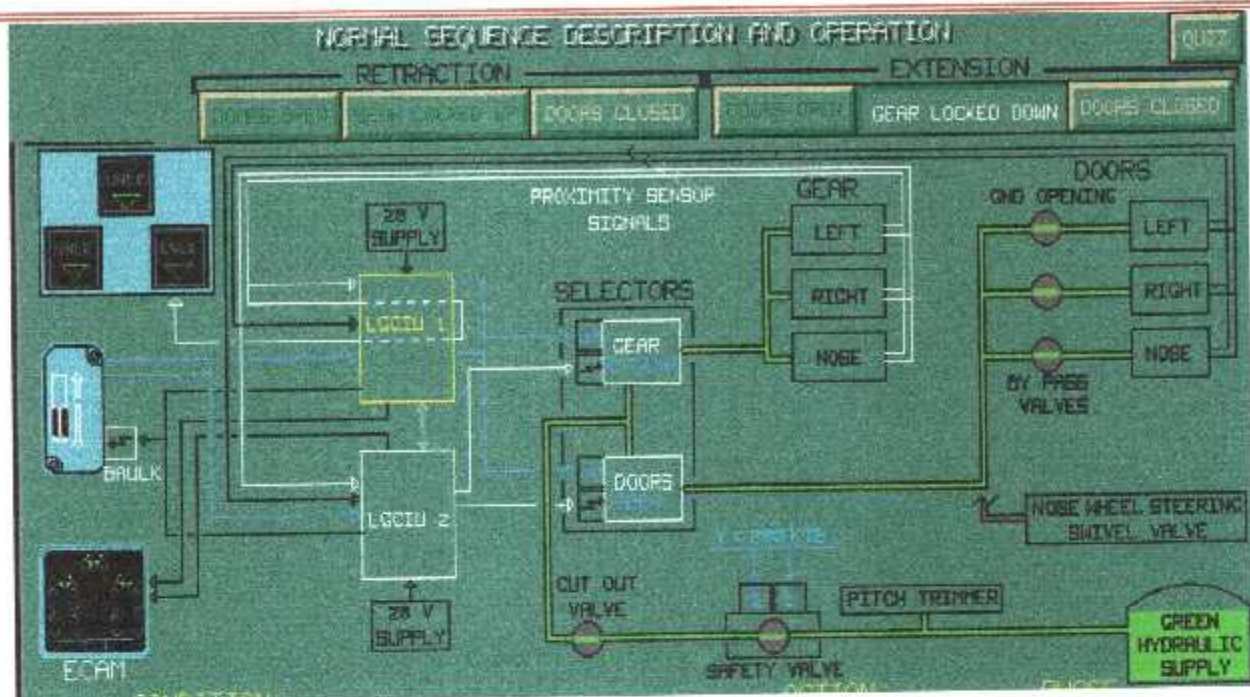
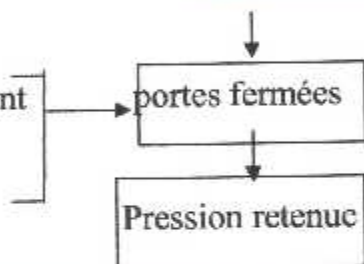


Figure (III.2.F)

>portes fermées:

>Train principale et avant
Verrouillé bas.



-Train verrouillé Bas
-portes fermée et
Verrouillées

-au sol

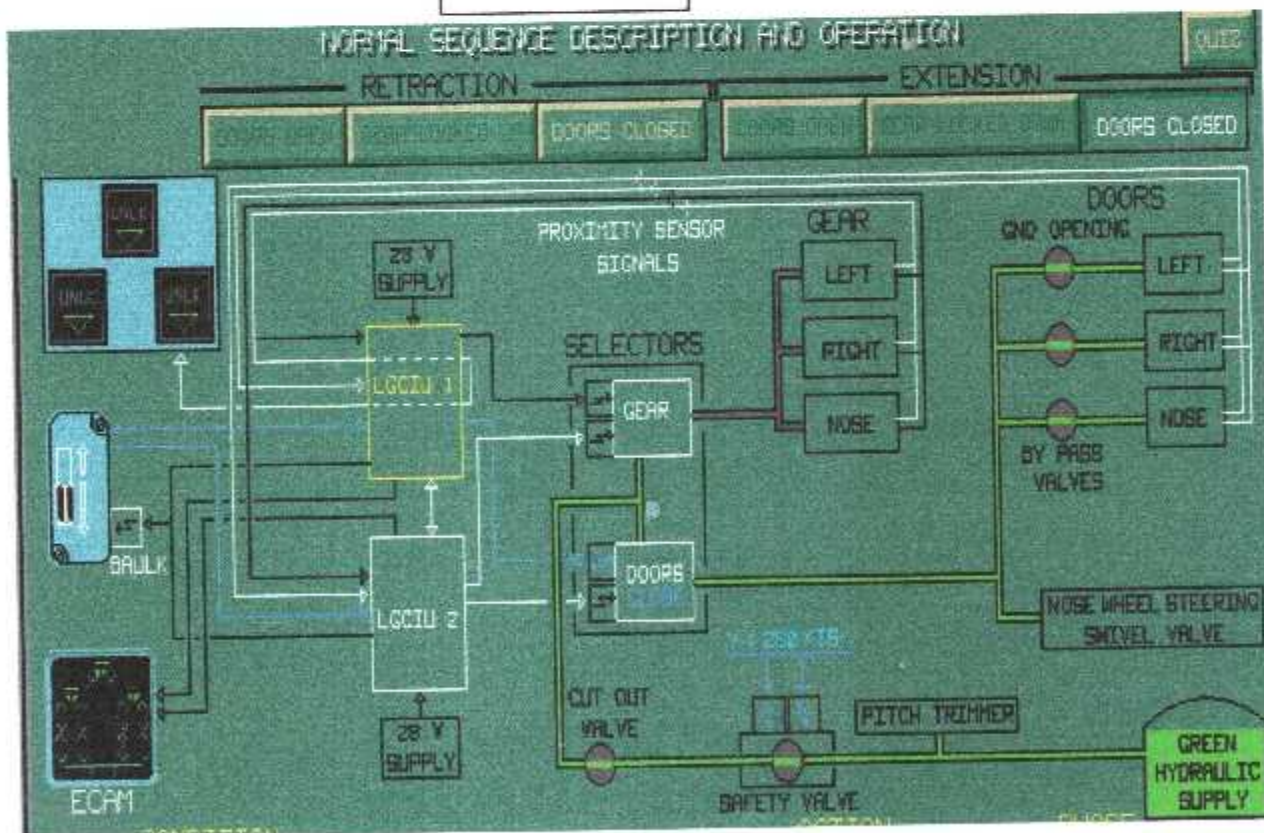


Figure (III.2.G)



III.3. LE SYSTEME à SORTI DE SECOURS de :

III.3.1 selecteur de secours :

Dans le cas d'une panne dans la phase sortie, le train d'atterrissage peut être sorti par graviter à travers un système électromagnétique. La source d'alimentation est appliquée et contrôlée par deux doigts de sélection.

Les deux doigts de sélection sont liés entre eux mécaniquement pour opérer en un seul en conditions de vol, mais ils peuvent être séparés et fonctionnés individuellement pour les tests.

Le système hydraulique normal peut être restauré pour la mise du sélecteur dans la position "Reset".

Quand le train est retourné à la position "Normal", le sélecteur peut être mis ainsi en position "OFF".

III.3.2 Actuateur électrique :

Le fonctionnement du système de secours est accompli par les actuateurs électriques motorisés, un pour chaque train principal et un pour le train avant.

Quand les deux doigts de sélection sont mis dans la position "DOWN", une alimentation électrique est connectée aux deux moteurs de chaque actuateur.

La liaison mécanique connecte l'actuateur motorisé à la "Vent Valve", les portes se verrouillent. En plus, il y a la "Cut Out Valve" qui isole totalement le système du train d'atterrissage de l'alimentation hydraulique vert quand le système de secours est activé.

III.3.3 Description du système de secours :

- Un pour chaque train principal
- Un pour le train avant.

III.3.4 Fonctionnement :

Le système de secours peut être fonctionner avec un avion qui n'est pas alimenté électriquement (les actuateurs électriques sont alimentés par "The Hot Busses")

Normalement les deux moteurs, dans l'actuateur électrique sont excités ensemble et quand l'actuateur électrique est excité la sortie "Shuft" se déplace par 90° pour lâcher les portes et les trains verrouillés.

Durant le déplacement de l'interrupteur de contrôle on aura un arrangement de séquences suivantes :

1- "Cut Out Valve"

Elle isole totalement le système du train au système hydraulique vert.

2- "Vent Valve"

Connecte tous les actuateurs de train et les portes au système de retour de l'hydraulique vert.

3- Déverrouillage des portes

Boîtes fonctionnent par dégagement des crochets.

4- Déverrouillage des trains

Fonctionne et les trains descendent avec leur propre poids.



➤ Reset

-Après le test de sortie de secours, le système hydraulique normal du train va être restauré comme suit :

✗ -Avec l'interrupteur de contrôle qui est en position "Down", armer le système par la mise du catch dans la position "Reset".

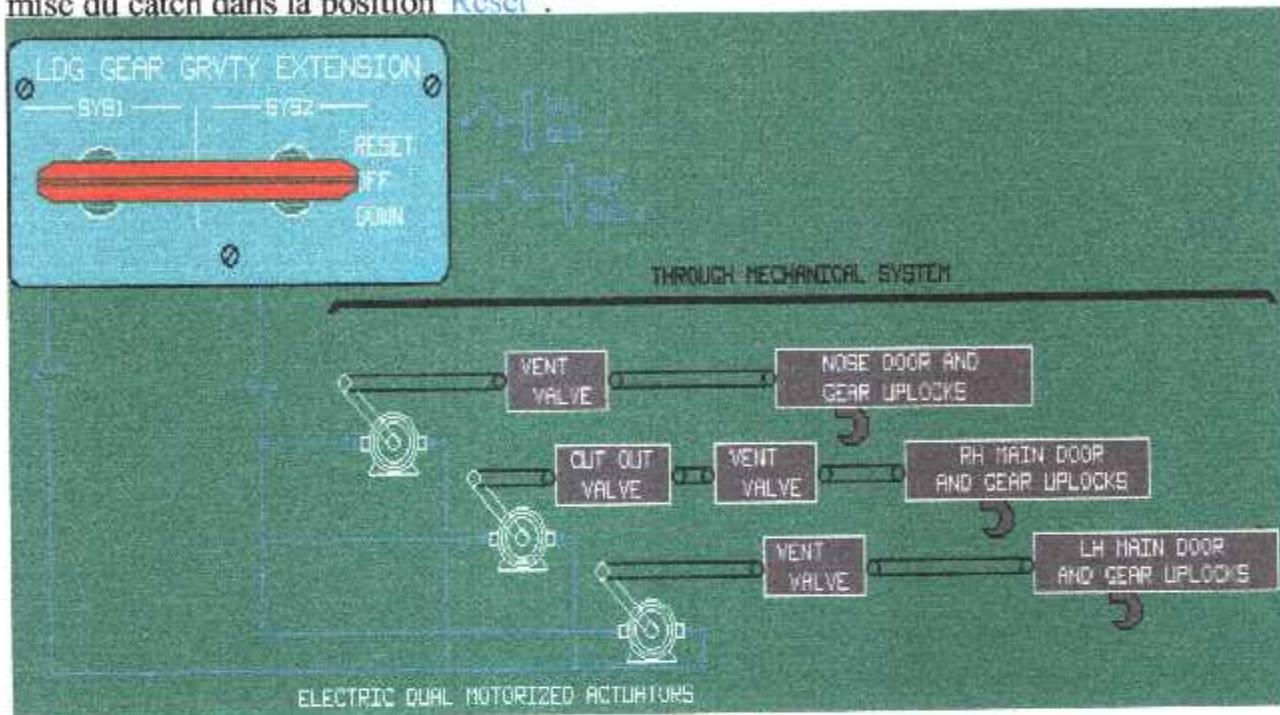


Figure (III.2.H)

III.4. LE SYSTEME DE FREINAGE :

Il existe quatre modes de freinage :

- Système normal
- Système alterné
- En vol
- Parking

III.4.1 système de freinage normal:

Le freinage est normal quand:

- Pression verte est utilisé
- Les systèmes anti-skid est sur "ON"
- Freinage parking n'est pas sur "ON"
- Anti skid fonctionne.

• **B.S.C.U:**

Le BSCU contrôle les opérations de la valve électro hydraulique dans le système. Il a des fonctions primaires suivantes:

- Le freinage normal avec des entrées automatique et manuel.
- La fonction de l'anti-skid pour donner un pourcentage maximum de freinage .
- Le freinage automatique des roues principal durant la rentrée destrains.
- Le système de freinage est électriquement contrôlé par le BSCU qui

comprend deux canaux indépendants, les deux canaux se permutent à chaque sélection de "Down"



➤ Le freinage normal peut être appliqué en deux manières ..

• **Le fonctionnement du mode de freinage normal :**

Deux différents modes de freinage sont valables dépendant de la sélection de freinage automatique et du freinage manuel.

Le BSCU excite la normal sélecteur valve, quand toutes les conditions de freinage normal sont valables.

1-Automatique:

Avant l'atterrissage, le freinage automatique doit être programmé.

Quand on sélectionne l'un des boutons de freinage automatique, le "ON" s'allume en bleu, pour indiquer que le système est bien armée.

Quand l'avion est en vol, la BSCU envoie des ordres à la normal sélecteur valve.

L'automatique sélecteur valve, qui est maintenant actionné par le système hydraulique vert, fonctionne et coupe le système hydraulique bleu.

Le BSCU règle la pression "vert" par la fermeture progressive de la normale servovalve.

La vitesse de rotation des roues, la pression de freinage et les données d'ADIRU sont envoyées au BSCU pour le fonctionnement du freinage et de l'anti-skid.

Quand l'avion a atteint la décélération demandée le bouton actionné affiche "DECEL" en vert.

2-Manuel :

Après l'atterrissage les pédales de freinage doivent être pressé automatiquement.

Les ordres électriques de freinage par les pédales sont envoyés au BSCU.

A ce moment, le BSCU envoie des ordres à la normal sélecteur valves, maintenant actionné par la pression hydraulique vert, l'automatique sélecteur valve fonctionne et coupe la pression hydraulique bleu.

Le BSCU règle la pression "vert" par fermeture progressive de la normal "serve-valve". La vitesse de rotation des roues, la valeur de la pression de freinage et les données de ADIRU est envoyées au BSCU pour le freinage et l'anti-skid.

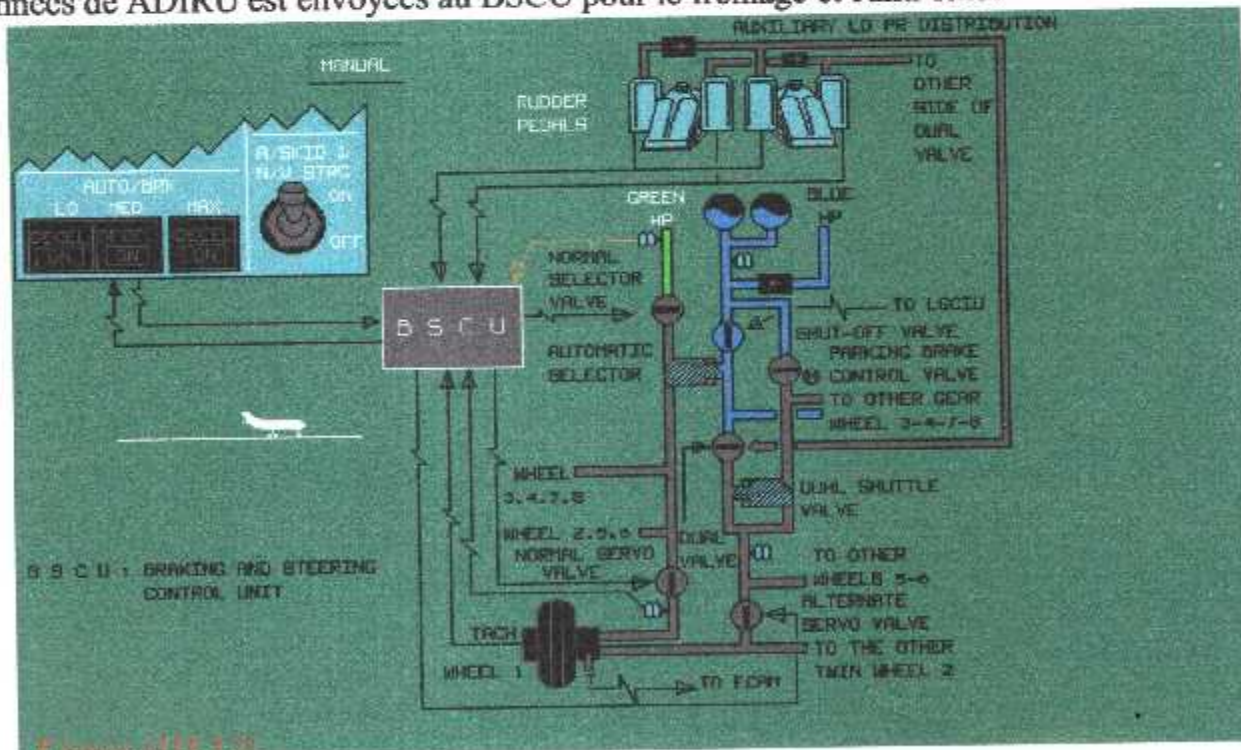


Figure (III.3)



III.4. 2. LE SYSTEME DE FREINAGE ALTERNE :

- **Fonctionnement :**

A une commande électrique fonctionnée "shut-off" valve est excité pendant la phase du vol spécifié pour isoler l'accumulateur de freinage alterné pendant le vol ; ceci pour empêcher la fuite de l'accumulateur.

Quand le BSCU coupe le système vert à travers la valve sélecteur normal, la valve de sélecteur normal fonctionne pour connecter la pression au système de freinage.

La duale valve permet à la pression bleue demandée d'aller à l'alternate servo valve en passant par la dual shuttle valve.

Le cylindre principal donne la sensation artificiel en proportion a l'angle des pédales.

La pression alimentée au piston de freinage à travers la servo valve qui contrôlé par le BSCU ; Si le système anti-skid fonctionne.

La servo valve reste ouverte si le système de freinage alterné fonctionne sans la protection d'anti-skid.

En cas de perte de pression du système hydraulique bleu, les commutateurs installés dans le système de freinage maintiennent l'alimentation limitée du système de pression alterné.

Les triples indicateurs de pressions Inontrent la pression de l'alimentation et la pression délivrée pour les freins.

- **Avec l'anti-skid :**

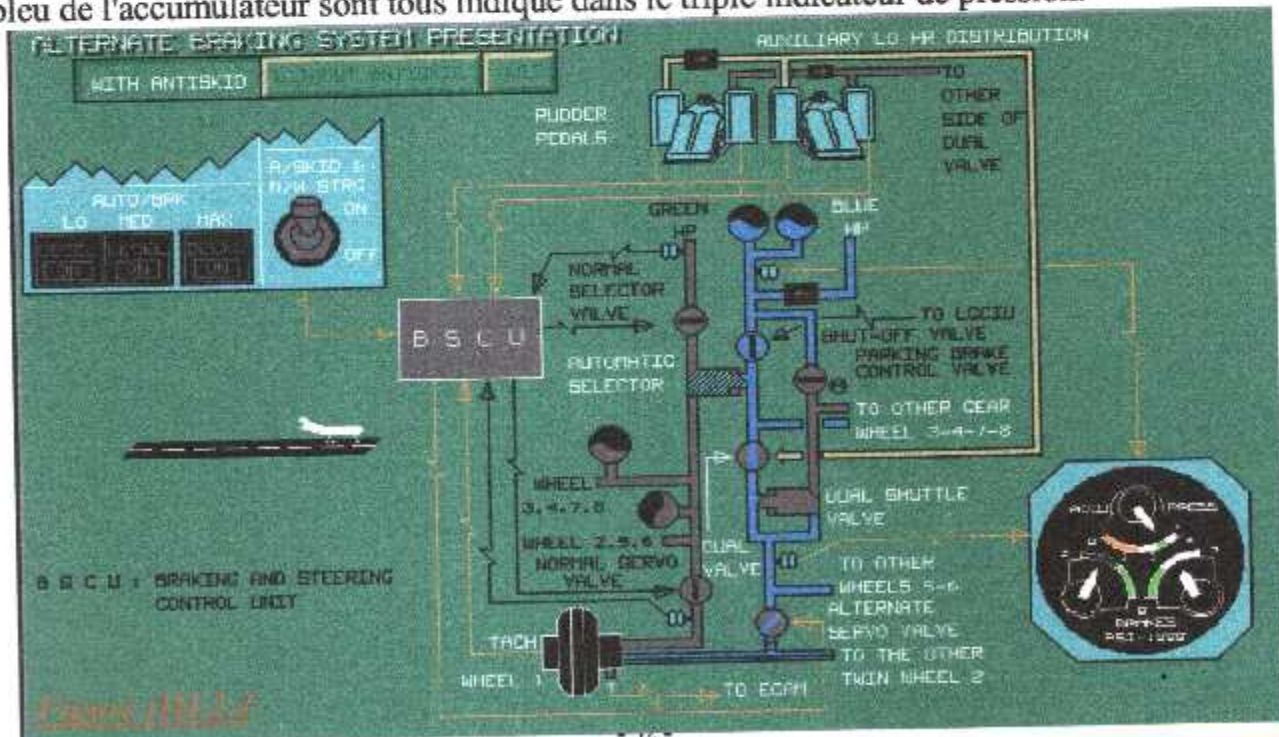
Le système vert est perdue le BSCU désexcite la normal sélecteur valve ; Le freinage automatique est perdue. Le freinage alterné avec un anti-skid fonctionne maintenant.

L'automatique sélecteur valve fonctionne et elle accorde la pression du système bleu de passer au système de freinage alterné.

Le contrôle du système de freinage alterné est actionné **uniquement** avec les Pédales, à travers le système de contrôle de distribution de pression basse auxiliaire.

Le BSCU envoie les signaux de fermeture de l'anti-skid à la servo valve alterné.

La pression délivrée au main gauche (L H) et au main droite (R H) et aussi la pression bleu de l'accumulateur sont tous indiqué dans le triple indicateur de pression.





• **Sans l'anti-skid :**

Le BSCU ne fonctionne plus, le freinage normal et l'anti-skid sont perdus.

Le freinage alterné sans l'anti-skid fonctionne maintenant.

L'automatique sélecteur valve fonctionne et permet à la pression de système bleu de passer au système de freinage alterné.

Le contrôle du système de freinage alterné est actionné uniquement par les pédales, à vers le système de contrôle de distribution de pression basse auxiliaire.

La pression "bleu" de freinage est réglée via la duale valve.

L'alternate servo valve reste complètement ouverte parce qu'elle ne reçoit aucun signal de l'anti-skid du BSCU.

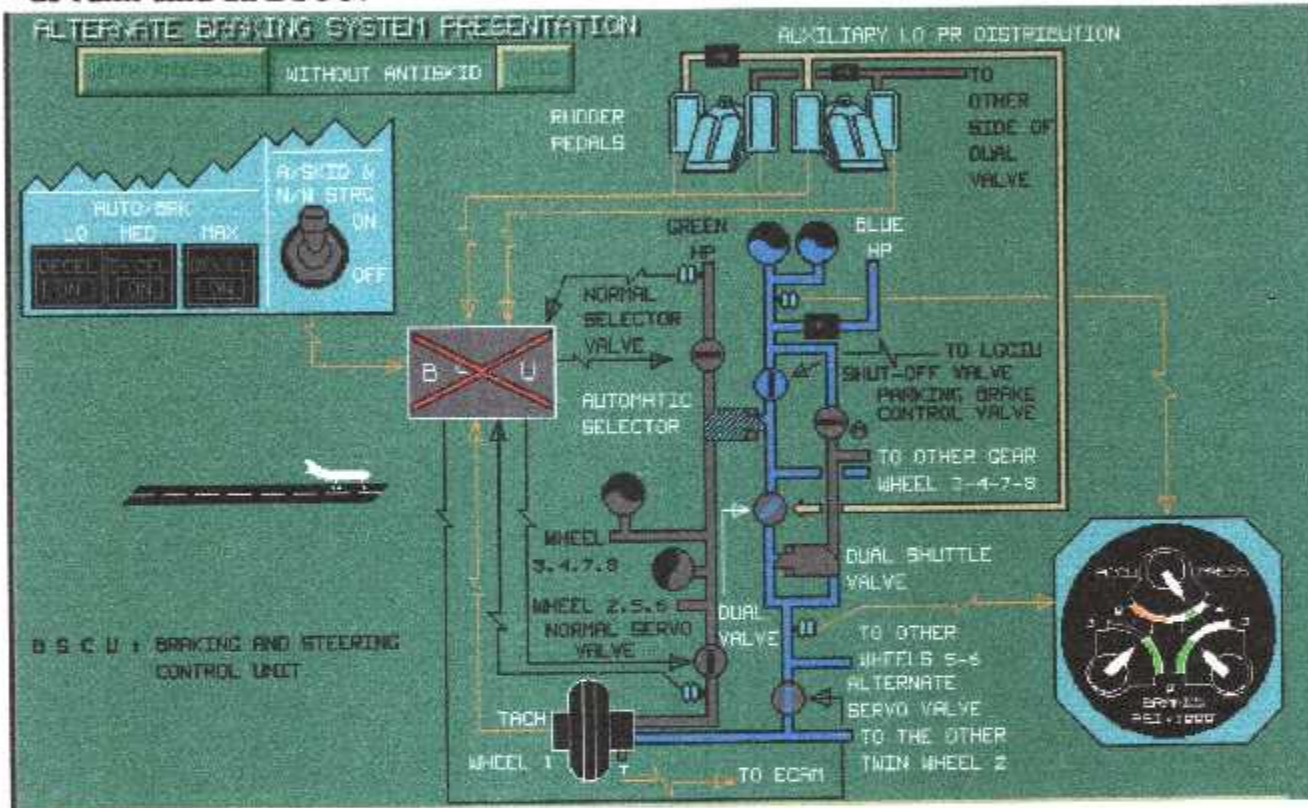


Figure (III.2.K)

III.4.3 SYSTEME DE FREINAGE PARKING :

Le fonctionnement du freinage parking défactive les autres systèmes de freinage et l'antiskid.

Les lignes de retour sont fermées pour maintenir la pression du parking pour une durée de 12h.

C'est pas nécessaire d'appuyer sur les pédales sur ça ON p pour actionner le freinage parking.

• **Position " ON "**

Quand le freinage parking est sur la position û ON hh, la valve de contrôle de freinage parking est activée et le signal est envoyé pu BSCU.

Le BSCU dépressurise le système de freinage normal en fermant la valve normal sélecteur valve. Et en désulfitant la serve valve.

La pression hydraulique bleu passe à travers la valve de contrôle parking et ...la dual souple valve.



La dual souple valve (move back) et permet au circuit du système alterné d'être pressurisé par le système de "freinage parce".

Les freins sont maintenant alimentés avec une pression ça bleu de élevée, ou bien pression d'accumulateur, à travers l'alternait serve valves qui est complètement otverte.

La pression complète du freinage parce est appliquée à tout le frein.

La pression délivrée au train gauche et droite aussi bien que la pression (à bleu hh des accumulateurs sont indiqués dans le triple indicateur de pression.

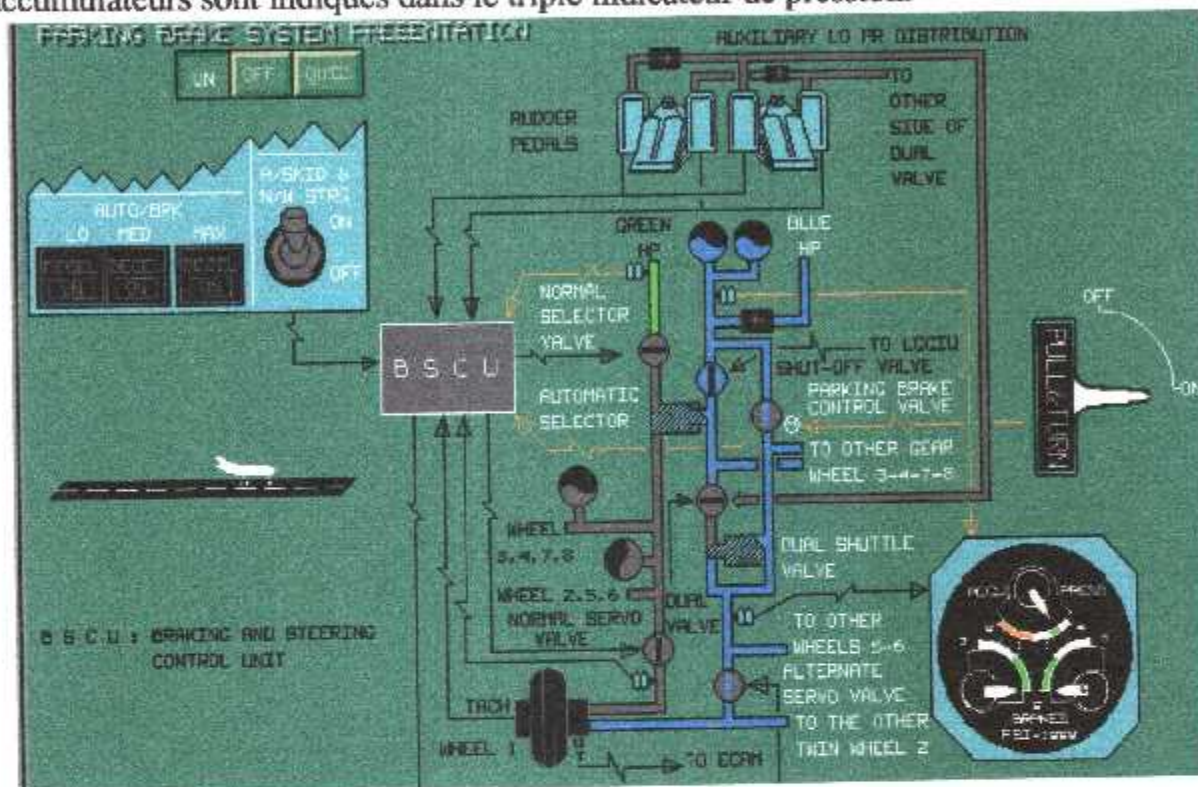


Figure (III.2.L)

Position " OFF

Le système de freinage parking peut aussi être utilisé comme freinage de secoure quand totlt les autres modes sont en pannes.

Quand le frein de parking est remis à zéro, le mode de freinage est restauré.

L'accumulateur bleu peut être pressurisé par la pompe électrique bleu.

2-Fonctionnement :

Quand la poignée du frein parking, dans le cockpit est sur la position "ON" la pression est alimentée à la serve valve automatique qui ferme les lignes de retour à partir de la serve valve de freinage alterné.

La pression est alimentée à la valve de freinage parking qui isole la duale valve à partir dt! système de freinage parking.

La souple valve connecte le liquide pressurisé au frein.

Le réapprovisionnement d'accumulateur est automatique par les moyens de la pompe électrique bleus La pression dans les freins est demandée pour être maintenu pour une durée de 12 h à 175 bars (2540Psi).

Quand le switch de freinage parking est mis sur 4| OFF se les lutteurs sont sous tension pour lâcher la pression appliquée et pour ouvrir les lignes hydraulique au tuyauterie de retour bleu.

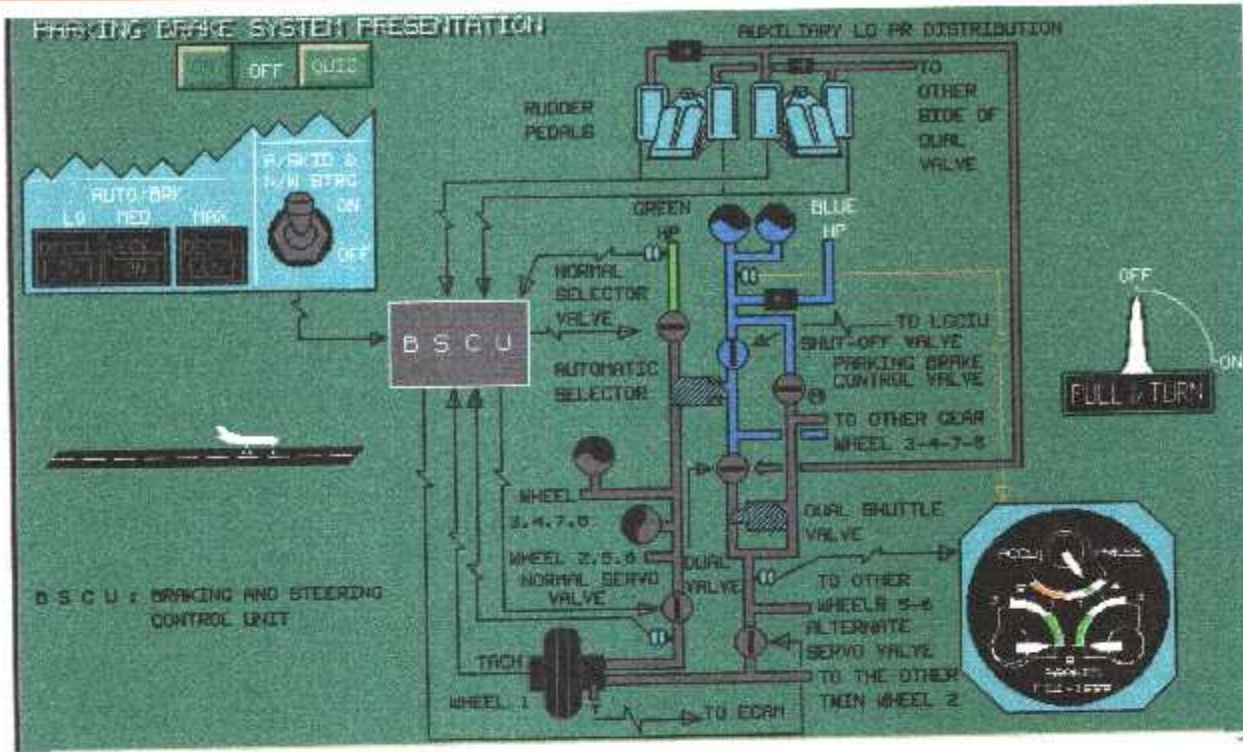


Figure (III.2.M)

III.4. FREINAGE EN VOL :

Avant l'entrée du main d'atterrissage au puit les roucs du train principal sont stoppées en utilisant le système de freinage normal.

Durant la rentrée du train d'atterrissage, le freinage se produit automatiquement t mur un temps spécifié.

Le système anti-skid est bloqué. Quand le levier de sélecteur est sur çç UP p, la normal selector valve fonctionne pour connecter l'alimentation hydraulique vert au système de freinage normal.

• **Train avant :**

La rotation de la roue du train avant est stops par fz'ottement avecle tampon. A la fin de la reniée du trains la rotation du train avant est stoppée par un freinage métrique.

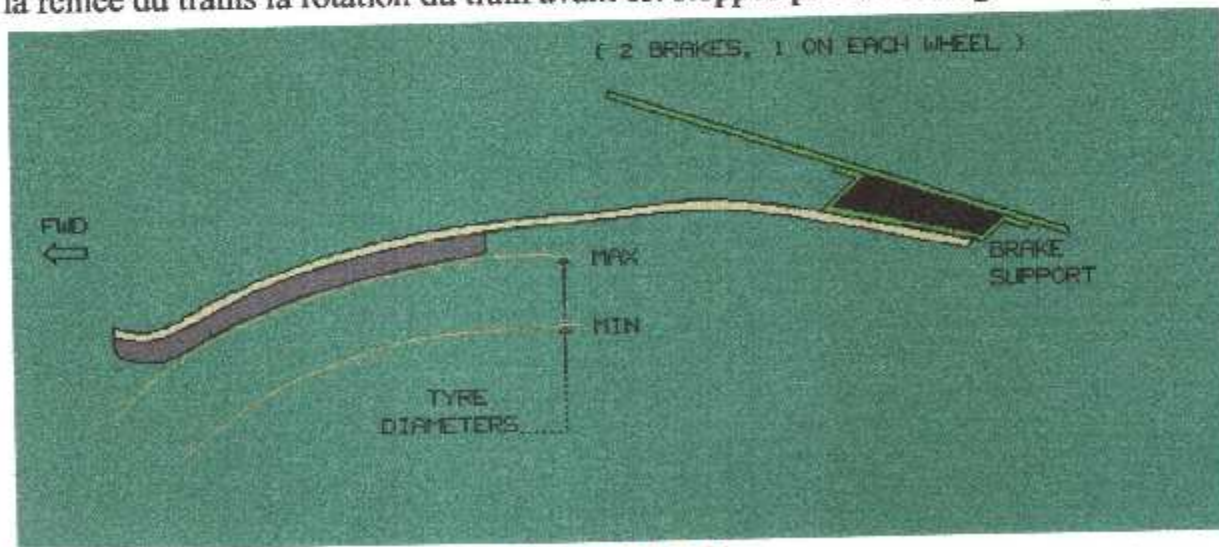


Figure (III.2.N)



III.5. SYSTEME DE VENTILATION DES TRAINS :

Ce système de ventilation perd la ventilation des Feins lors des vitesses très élevées.

Quand le frein est chaud, la lumière f< HOT ai vient du bouton poussoir.

Le bouton de ventilation des freins actionne le ventilateur uniquement quand le train est sol-ti verrouillé. Chaque ventilateur à un moleter triphasé

III.5.1. principe :

Chaque unité de surveillance de température de frein (BTMU) reçoit le voltage à partir de deux sondes de température.

Après gestion, le circuit électrique délivre un voltage proportionnel à la température de chaque brade heat sine.

III.5.2. Sonde de température :

La sonde de température chromer délivré un voltage proportionnel à la différence de température entre lajonction froide et lajonction chaude.

III.5.3. Unite de surveillance de température de frein (Btmu) :

- BTMU : Utilise les données à partir de la sonde de température et compense Injonction froide du thermocouple.

- BSCU : La fonction de BSCU est de changer les signaux électriques aux indications de température à l'ECAM.

III.6. LE FREINAGE A L'ECAM:

- **Freinage normal:**

Les indications du freinage normal apparaissent si le freinage normal est inopérant (en panne).



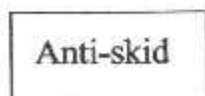
Pas d'indication quand le système de freinage normal est utilisable.



Ambre quand si le système de freinage est en mode alterné.

- **Anti-skid :**

Les indications de l'anti-skid apparaît si l'anti-skid est inopérant ou bien sélectionné "OFF "



Cette Ambre apparaît associer avec un avertissement ECAM dans le cas de panne du BSCU, ou bien quand l'anti-skid et le bouton de l'orientation du train avant est sur "OFF "ou dans le cas de panne de l'anti-skid détecté par le BSCU.



• **Freinage automatique :**

Les indication de freinage automatique apparaît en vert quand le freinage automatique est sélectionné est armé.

Auto BRK
MED

En vert quand le freinage automatique est armé

Cruciver
distc

MAX, MED ou LOW indique le régisse sélectionné (Vert).

Auto BRK

Ambre associé avec un avertissements de l'ECAM dans le cas de panne du système de freinage automatique.

III.7. LE SYSTEME D'ORIENTATION DU TRAIN AVANT :

Le BSCU contrôle et surveille le fonctionnement du système d'orientation.

Deux volants de transmissions peuvent envoyé un angle maximum de 650 au BSCU quand la vitesse de l'avion au sol est inférieure à 10 nœuds.

L'angle d'orientation augmente ou diminue selon la vitesse de l'avion On peut aussi avoir un angle maximaux de 60 avec les pédales.

Quand la vitesse de l'avion au sol est supérieure à 40 nœuds, l'angle d'orientation valable diminue.

Le BSCU utilise les données de l'orientation à partir de la sonde de l'alimentation de retour pour calculer l'angle nécessaire d'orientation, le régime du mouvement et la direction du tour.

Le BSCU envoi ses données à l'organe électro-hydraulique pour actinlâé h mécanisme de l'orientation.

III.7.1. BSCU :

La fonction de l'orientation est contrôlée par le BSCU qui contrôle la position de l'orientation via une servovalve signalé électriquement en réponse aux signaux des données de l'angle de l'orientation.

Les systèmes 1 et 2 des sources de l'alimentation indépendant.

Chaque système est divisé en deux canaux, l'un surveille et l'autre commande.

Le canal qui commande calcule et produit des signaux commandes par contre le canal de surveillance vérifie si le canal de commande fonctionne correctement.

Si les deux systèmes sont alimentés simultanément, le système 1 a la priorité et le système 2 reste en stand by.

Dans l'ordre de maintenir le système d'orientation valable au maximum le BSCU et la plus part de ses périphériques électrique sont doublé et se permute en deux système 1 et 2.

Les deux systèmes se colmatent atlomatiquement à chaque atterrissage ou dans le cas d'une panne d'un des deux systèmes.



III.7.2. Fonctionnement de l'hydraulique :

Quand toutes les conditions sont bonnes, la pression hydraulique "vert" est alimentée au système à travers la swivel sélecteur valve.

La swivel sélecteur valve isole la pression hydraulique "vert " à partir du système et le connecte aux lignes de retours quand le train avant est rentré.

La pression est envoyée à la shut-off valve à travers la chek valve.

La chek valve aide la valve de maintien de la pression de garder la pression dans le système quand l'hydraulique "vert " l'est pas disponible.

Le BSCU excite le sélecteur valve qui lâche le contrôle de la pression à la shut-off valve.

Quand le sélecteur valve est désexcité, le contrôle de la pression est (held) à la shut-off valve et la ligne d'alimentation est connectée au retour.

Quand la shut-off valve s'ouvre, le contrôle de la pression passe par la by-pass valve et la ligne d'alimentation est connectée à la ligne de retour.

Quand la shut-off valve s'ouvre, le contrôle de la pression s'ouvre, ça fonctionne pour isoler la ligne de service du vérin de l'orientation l'un de l'autre.

La servovalve alimente la pression hydraulique au vérin de l'orientation en proportion à un signal électrique à partir du BSCU .Cela inclue deux rouleaux, une tuyère d'éjection et une bobine.

L'alimentation de la pression est acheminée à la sortie voulue de chaque vérin d'orientation à travers la valve de recharge.

La valve de recharge empêche la cavitation du vérin de l'orientation.

La valve anti-shimmy contrôle le débit du fluide hydraulique à travers chaque ligne et oscille le débit du retour.

The Rotary Variable Differential Transducer (RVDT) surveille la position correcte du train avant et envoie les données aux deux canaux du BSCU.

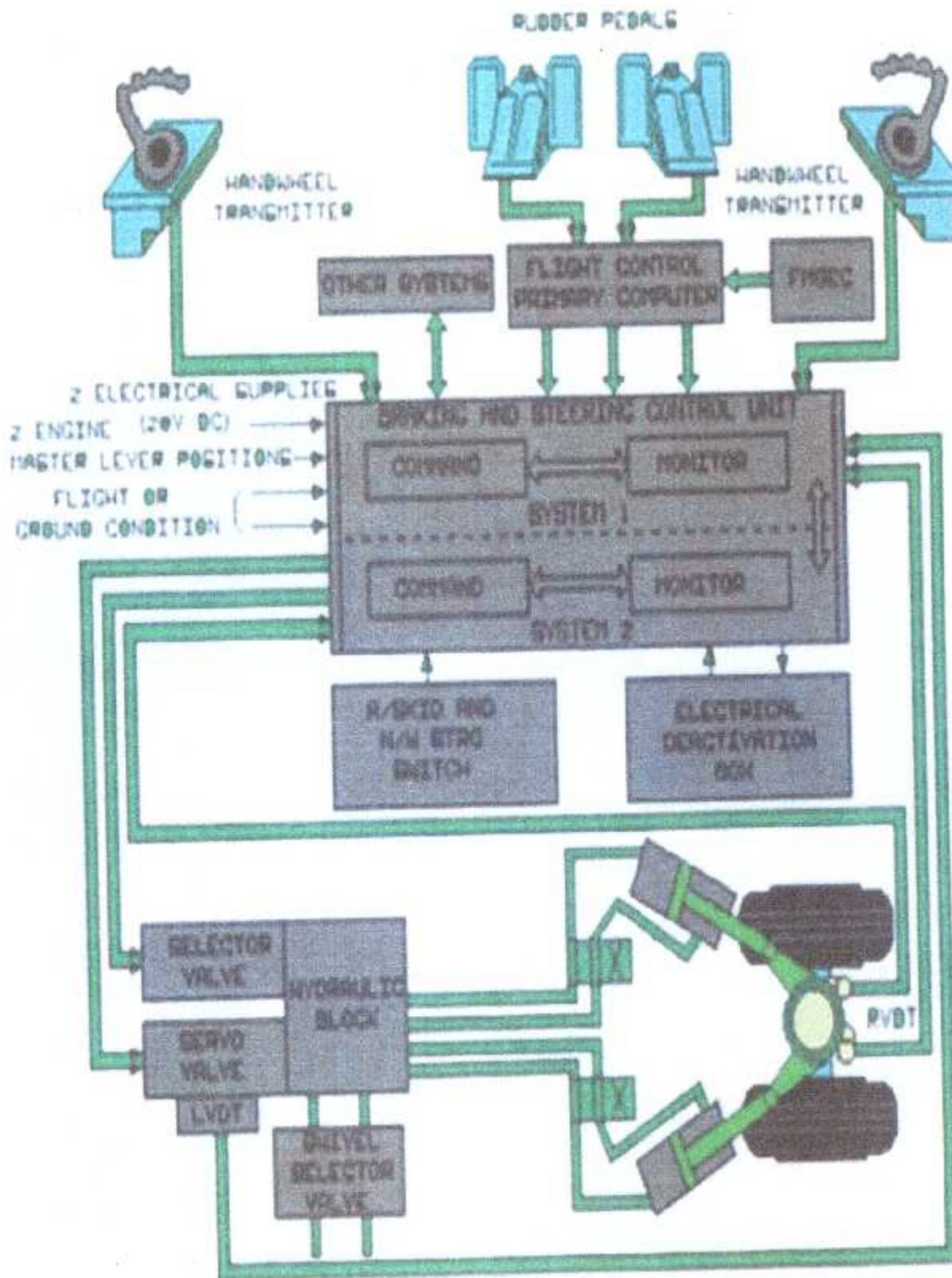


Figure (III.2.0)



maintenances



Maintenance

IV.1 .1. Définition

La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans des conditions données (AFNOR :X60-010) .

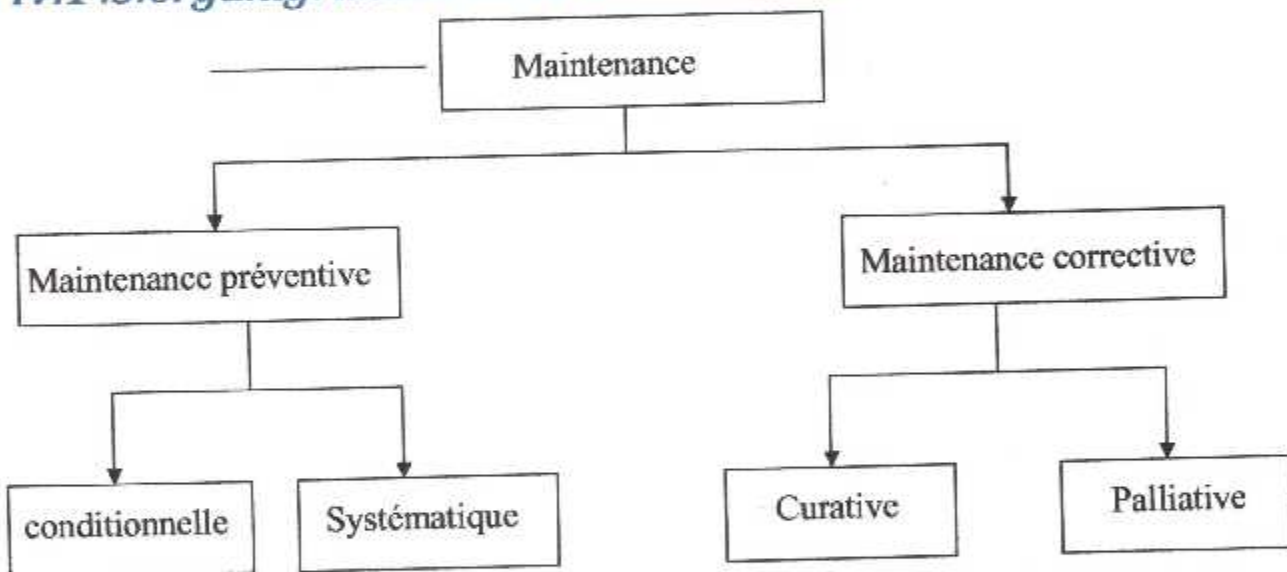
- **Maintenir :**

C'est effectuer des opérations de dépannage, graissage, visite et opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de production.

IV.1 .2. But de la maintenance

- Augmenter la durée de vie du matériel.
- Diminuer la probabilité de défaillance.
- Faciliter la gestion des stocks.
- Diminuer le temps d'arrêt.

IV.1 .3. organigramme de la maintenance



IV.1 .3.A. Définition

- C'est une maintenance effectuée après une défaillance (norme AFNOR X60 - 01%.
- C'est une politique de maintenance (dépannage ou réparation), qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la Panne.

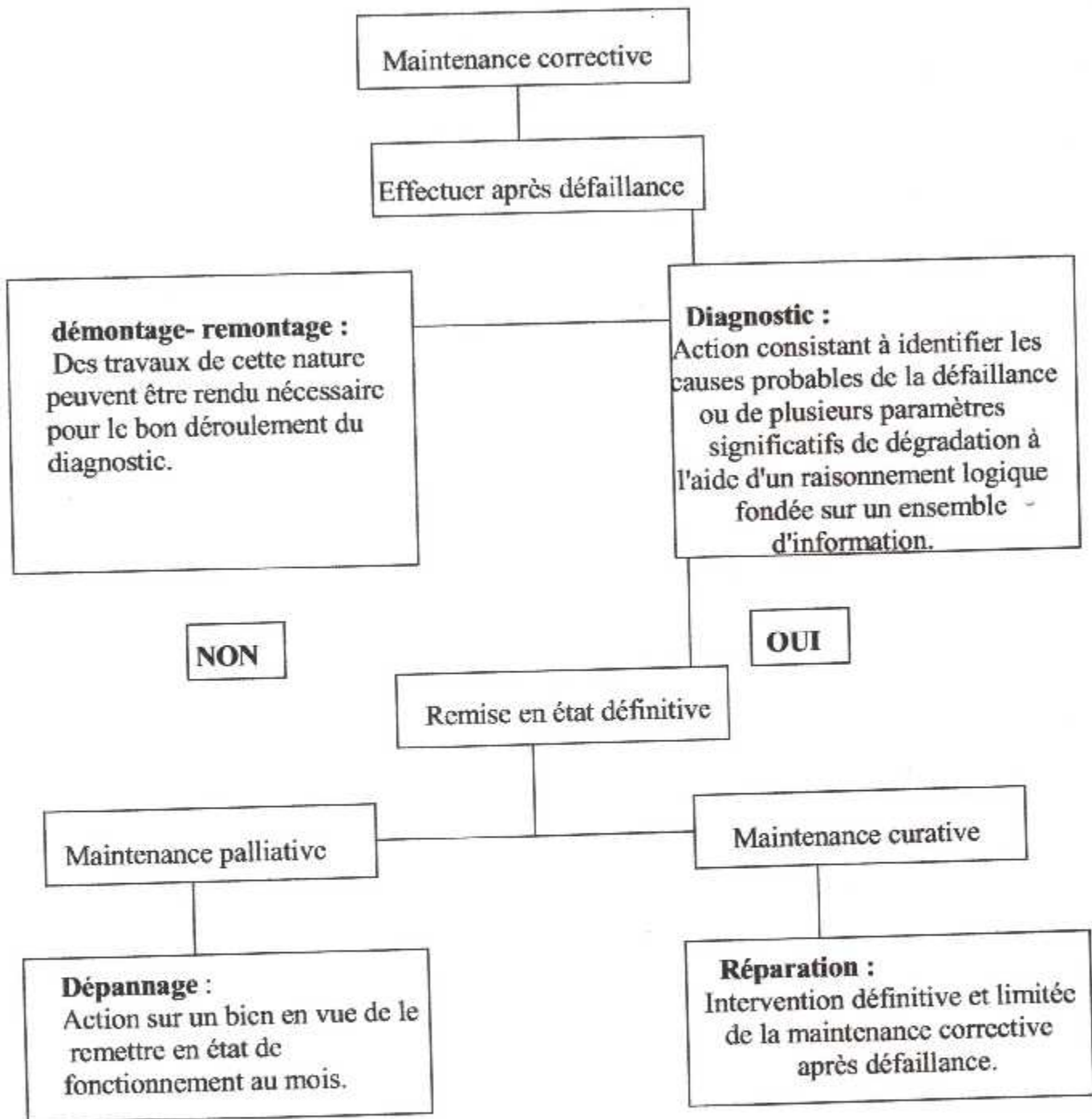
• C'est un choix politique de l'entreprise qui malgré tout, nécessite la mise en place d'un certain nombre de méthodes qui permettent d'en diminuer les conséquences.

b-La mise en oeuvre de la maintenance corrective:

La maintenance corrective devra s'appliquer automatiquement aux défaillances, comme par exemple la rupture brusque d'un organe mécanique, ou le court-circuit d'un système électrique. Ce type de maintenance sera réservé au type de matériel peu coûteux.



IV.1 .3.B. Organisation de la maintenance corrective



IV.1 .4.Maintenance préventive

IV.1 .4.A-Définition

C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la notabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. \$ a p Pour cela on a deux types de maintenance.

- Maintenance conditionnelle.
- Maintenance systématique.



IV.1 .4.b. Maintenance conditionnelle

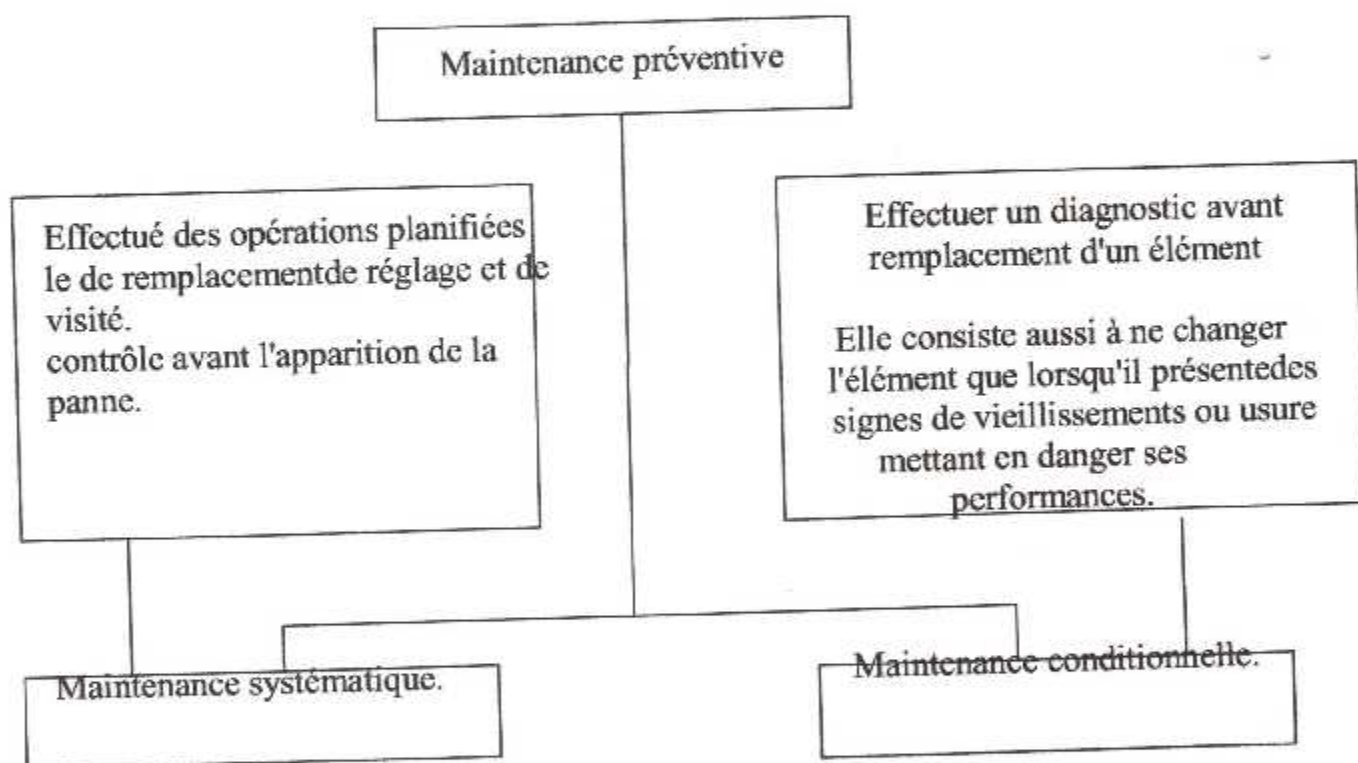
C'est une maintenance qui effectue un diagnostic avant de remplacer l'élément visité elle s'applique par exemple (pour les grandes machines tournantes) le démontage ou un remplacement coûte cher en perte de production et en temps .pour cela la maintenance conditionnelle consiste aussi à ne changer l'élément que lorsque celui-ci présente des signes de vieillissement ou d'usure mettant en danger ses performances

IV.1 .4.c. Maintenance systématique

C'est une maintenance effectuée selon un échéance établi en fonction du temps et du nombre d'unités,elle est appliquée avant l'apparition d'une panne .

Ce type de maintenance permet de réduire le nombre de défaillances,d'améliorer la disponibilité de l'équipement

IV.1 .4.d. Organisation de la maintenance préventive



IV.1 .5. Maintenance existante à Air Algérie

La maintenance utilisée au sein de la compagnie Air Algérie est une maintenance préventive basée suivant un programme approuvé par les autorités de l'Aviation Civile. Actuellement au sein de la compagnie, on a mis en place une politique d'entretien préventive en fonction des critères suivant :

- L'importance du matériel dans le cycle de l'exploitation.
- Son utilisation.



- les conditions de travail.

Le type de l'entretien est choisi selon l'usage du matériel.

Le règlement prévoit un manuel d'entretien de chaque avion en suivant les indications du constructeurs .Ce manuel contient :

- Les procédures du service de l'entretien.
- Généralités sur les équipements, les périodicités effectués lors de chaque visite.
- Les modifications de l'avion et de ces équipements.

IV.1 .6.organisation de l'entretien

L'entretien est organisé suivant la division des éléments de l'avion qui eux aussi sont divisés en sous éléments.

Les équipes qui effectuent les travaux sont spécialisés, et les lieux où les travaux sont effectués sont spécialisés aussi :

- Le matériel doit être remplacé avant sa défaillance.
- Quand le matériel atteint sa limite de fonctionnement il est remplacé pour être révisé

IV.1 .6.A. Rentabilité de l'entretien

La rentabilité de l'entretien tient compte de deux éléments essentiels :

- Maintien du niveau de sécurité.
- Diminution au maximum du temps d'arrêt.

IV.1 .6.B. condition d'entretien

Pour effectuer un entretien il faut avoir à sa disposition les documents suivants :

- Notice d'entretien (Maintenance manuel).
- Catalogue des pièces détachées (illustré par catalogue).
- Manuel de réparation structural (structurel repaire manuel).
- Notice de révision (maintenance manuel)

En plus des documents on doit avoir aussi les outils nécessaires pour effectuer un entretien quelconque.

IV.1 .6.C. organisation du département d'entretien

1- Service études

Le service études assure :

- Le suivi d'évolution des équipements.
- L'étude des modifications nécessaire pour améliorer l'entretien et diminuer le taux de pannes.

- La créations des documents d'entretien proposées à l'exploitant.

L'exploitation des incidents par l'ATA (Air Transport Association of America) et des anomalies.



2- Service méthodes :

Le service méthodes assure la planification des opérations d'entretien ainsi que l'organisation et la prévention de ; * La programmation.

- La détermination des temps d'intervention.
- La réparation de l'outillage.
- L'installation des ateliers et hangars.
- La répartition du personnel.

3- Service réapprovisionnements :

- Il prévoit les pièces de rechanges du matériel .Le matériel se compose de deux catégories Matériel consommable (destructible).
- Matériel révisable (récupérable), ce dernier est muni d'une fiche de matricule ou sont mentionnés (caractéristiques, révision et heure de fonctionnement).

4- Service contrôle :

C'est un service qui met en place un contrôle qui garantit que toutes les opérations accomplies sont effectuées conformes aux méthodes prescrites dans le manuel d'entretien.

5- Service formation :

Celui-ci a plusieurs activités :

- Des cours d'anglais techniques assurés par le centre de perfectionnement du personnel technique.
- Formation des techniciens à l'étranger, lors d'un achat d'un avion ou d'un équipement nouveau, qui leur permettra d'assurer la maîtrise de l'entretien des équipements.

Les techniciens déjà formés bénéficient d'un recyclage tous les cinq ans (en général) pour maintenir le niveau de maîtrise de technicité.

IV.1.7. LES OPERATIONS D'ENTRETIEN DU TRAIN D'ATERRISSAGE DE L'A330-200

IV.1.7.A. Maintenance préventive

L'exécution des opérations de la maintenance préventive du train de 15A330-200 est établie à partir du document de référence ça Maintenance planning data)à du constructeur qui comporte toutes les tâches référencées à effectuer durant les immobilisations programmées :

- Immobilisation dite check A de courte durée environ 2 à 3 jours (tous les 600 heures de vol)
- Immobilisation dite check C de longue durée 20 jours à 30 jours théoriquement (tous les 4500 heures de vol).



IV.1.7.B. Maintenance curative

Elle est effectuée suivant les anomalies signalées par l'équipage sur le document ALT (AirCraft technical log) durant le vol et par les techniciens en sol les actions collectives sont reportées après le dépannage conformément au manuel d'entretien du constructeur, sur les fiches dites «Fiches de travaux supplémentaires» cette fiche contient toutes les informations relatives au dépannage.
La maintenance curative s'effectue en consultant le MCDU qui est :

IV.1.7.B.1. Définition du MCDU

DEFINITION DE MCDU "A MULTIPURPOSE CONTROLE AND DISPLAY UNIT"

C'est une interface entre le technicien et les différents systèmes de l'avion, si une panne survient au cours du vol, le MCDU l'enregistre automatiquement. Toujours avec ce même système, le pilote peut entrer en contact avec la tour de contrôle.

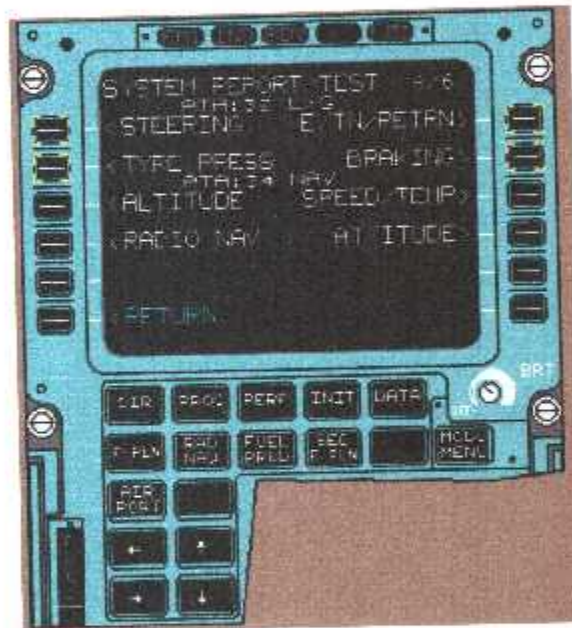


FIGURE (IV -1)



Conclusion :

L'étude du train d'atterrissage de l'A330- 200, Récemment acquis par AirAlgerie, dans le cadre De modernisation de la flotte et a la mise au Standards de sécurités Internationaux a été très bénéfique pour Nous, dans la mesure ou on a décrit l'ensemble Des systèmes de train d'atterrissage a technologies De dernières générations.

Le train est un ensemble complexe qui Demande beaucoup de soin au niveau de la Maintenance,.

Nous espérons que le travaille en complément Au études théorique très intéressant sera Bénéfique (sur le plan recherches et techniques) Est utile aux étudiants de notre institut Désirant comprendre le fonctionnement et je Souhaite élargir l'étude des autres système a Technologie avancé au future étudiant

POUR CONCLURE, CETTE Etude m'a permis D'acquérir des connaissances précieuses qui me Permettra d'entamer la vie professionnelle.



BIBLIOGRAPHIE

WWW.AIRBUS.COM

WWW.GOOGLE.COM

AMM

SRM

"CELLUE ET SYSTEME"
