

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

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
Faculté des sciences de l'ingénieur
Département d'aéronautique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du Diplôme des Etudes Universitaires
Appliquées en Aéronautique (DEUA)
Option : Structure

Thème

TRAIN D'ATERRISSAGE DE L'ATR 72-500



Réalisé par :

M^{elle} LAOUEDJ zoulikha

Encadré par :

Mr. TSABIT ALI
Mr. KIRAD

Promotion 2006 / 2007

Résumé

Dans notre projet on fait une étude descriptive de train d'atterrissage de l'avion ATR72-500 et son fonctionnement ainsi que ses accessoires et leurs rôles, on termine notre travail par une explication de ses méthodes de maintenance.

الملحقة بطائرة النقل الجهوي

72-500 و ذلك من خلال دراسة خصائصه و أكسسواراته و وظيفته في الطائرة، ن

نختم عملنا بشرح طرق صيانتة.

Summary

In our project we have study the landing gear equipping the plane ATR72-500, from studies his characters, accessories and his role on the aircraft, we finish our travel by an explanation of the methods of his maintenance.

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I-1 : Les différents éléments constituant l'ATR 72-500

Figure I-2 : Caractéristiques de l'ATR 72-500

Figure I-3 : Le fuselage

Figure I-4 : La Voilure

Figure I-5 : Stabilisateur

Figure I-6 : Nacelle

Figure I-7 : Train d'atterrissage

Chapitre II :

Figure II-1 : Avion avec train d'atterrissage classique

Figure II-2 : Avion avec train d'atterrissage tricycle

Chapitre III :

Figure III-1 : Amortisseur

Figure III-2 : Roue du train principal

Figure III-3 : Train d'atterrissage principal

Figure III-4 : Train d'atterrissage avant

Figure III-5 : Train d'atterrissage principal dans la position rentrée et sortie

Figure III-6 : Train d'atterrissage avant dans la position rentrée et sortie

Figure III-7 : Circuit hydraulique

Figure III-8 : Levier de control et signalisation optique

Figure III-9 : Pins de sécurité

Figure III-10 : Organes de freinage

Figure III-11 : Volant d'orientation

Figure III-12 : Système de freinage

Figure III-13 : Volant d'orientation

Chapitre IV :

Figure IV-1 :

Figure IV-2 :

Figure IV-3 : Fiche de dépose

Figure IV-4 : Fiche matricule

Introduction :

La navigation est l'art de faire parvenir un mobile à une destination donnée dans destination donnée dans des conditions données.

Elles permet aussi au pilote de maintenir son appareil en ligne de vol sur sa trajectoire optimale entre le départ et l'arrivé.

Dans cette perspective pour assurer le départ et l'arrivée l'aéronef a été doté d'un système de train d'atterrissage qui permet le déplacement de ce dernier au début de la piste pour assurer la phase de décollage.

Le train sera logé dans son logement durant toute la durée du vol pour que l'aéronef ne perd pas ses paramètres aérodynamiques (Traînée), le train restera dans son logement jusqu'à l'approche de l'atterrissage.

L'objectif de ce travail consiste à présenter l'étude technologique et maintenance du train d'atterrissage de l'ATR 72-500.

Notre travail, effectué au niveau de l'hangar de maintenance d'AIR ALGERIE, est organisé en quatre chapitres.

Le premier chapitre, présente des généralités sur l'avion ATR 72-500, ou nous avons définis son historique et ces caractéristiques, ainsi une description générale de sa structure.

Le deuxième chapitre présente l'étude du train d'atterrissage en général.

Le troisième chapitre décrit l'étude de la fonction du train d'atterrissage de l'ATR 72-500.

Dans le chapitre quatre, nous avons décrit la maintenance du train d'atterrissage principal.

Finalement nous avons terminé notre étude par une conclusion.

Chapitre I

GENERALITES SUR L'AVION

ATR72-500



I-1 L'histoire de l'ATR72-500

ATR (avion de transport régional)

Les avions de la famille ATR, sont fabriqués par le GIE Franco-italien formé par le Aérospatiale et Aéritalia (Alénia Aéronautica) chacun ayant 50 des parts de GIE.

En novembre 1981 l'Aérospatiale et Aéritalia fusionnent leurs deux projets d'avion régional :

Le programme de l'ATR42-300, le premier de la famille ATR est lancé en novembre 1981.

Le premier prototype a volé pour la première fois le 16 aout 1984 et l'avion a été certifié en septembre 1985 par l'Italie et la France.

Par rapport aux prototypes, les ATR42-300 ont une masse maximale au décollage plus importante.

Les ATR42-300 ont des moteurs différents pour de meilleures performances en climat chaud.

Ces versions ont été construites jusqu'en 1996, date à laquelle l'ATR42-500 les a remplacés.

Le deuxième avion construit est l'ATR72, version allongée qui entra en service en 1989, il permet d'accueillir jusqu'à 74 passagers, celui-ci est équipé de moteur plus puissant et offre un bien meilleur confort aux passagers grâce à la réduction des vibration, consommation du carburant et l'entretien à moindre cout.

I-2 Généralité sur l'avion de l'ATR 72-500 :

Le nouveau ATR 72-500 est un bi turbopropulseur. Il transporte entre 64 à 74 passagers. Il a été transporté à Toulouse (France) pour l'assemblage final et l'essai en vol. (Figure I.1)

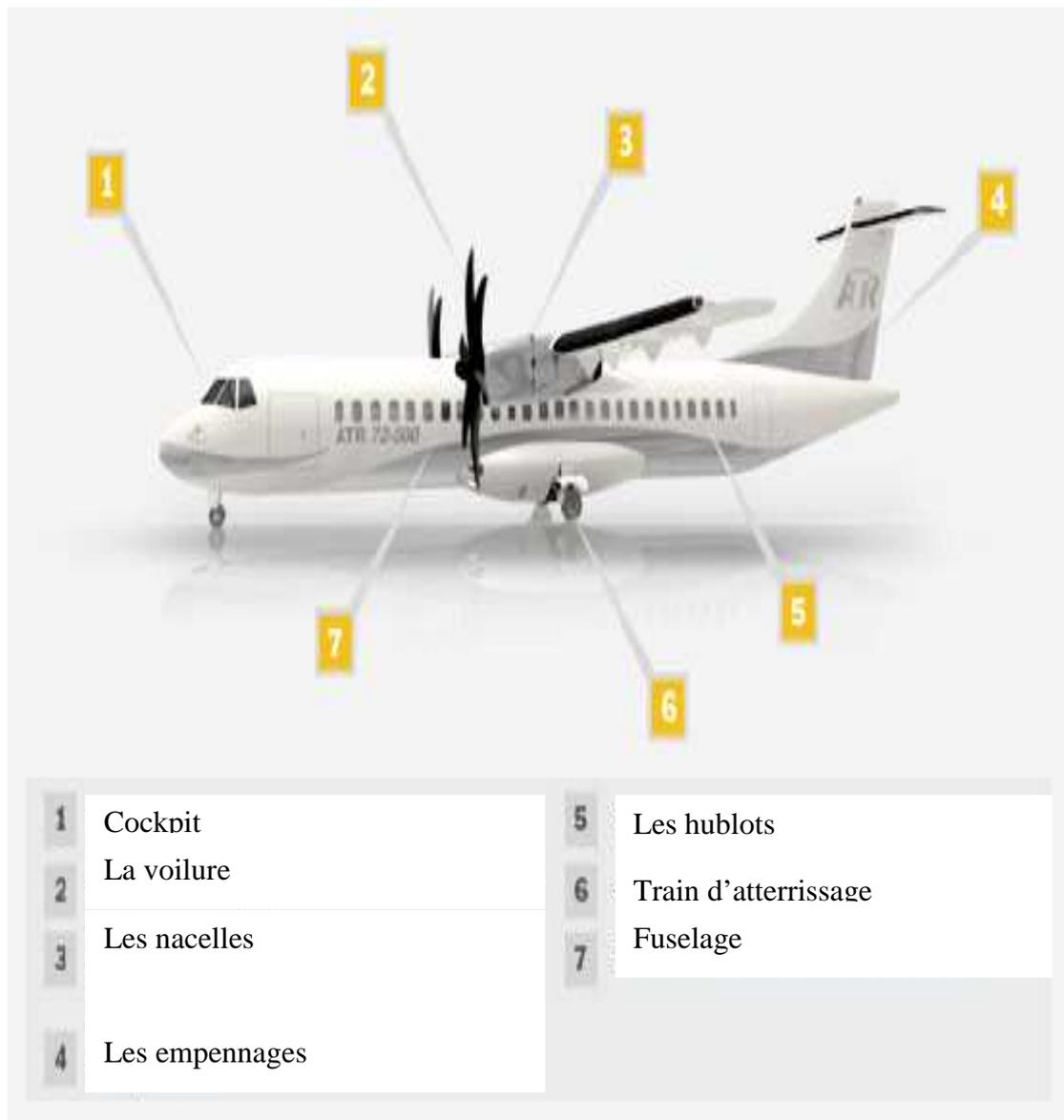


Figure I.1

I-3 Les caractéristiques de l'ATR 42-500 et ART 72-500 :

	ATR 42-500	ATR 72-500
Envergure	24.57m	27.05m
longueur	22.67m	27.22m
hauteur	7.58m	7.65m
Surface alaire	54.5m ²	61m ²
Masse à vide	11250kg	12950kg
Masse maximale	18600kg	22000kg
Masse max à l'atterrissage	18300kg	21850kg
passagers	48	74
Masse de carburant	4500kg	5000kg
fret	5450	7050kg
moteurs	2xPwc 127E 1610kw	2xPwc127E 2052kw
Vitesse maximale	556km/h	565km/h
Plafond pratique	7620m	7620m
autonomie	1580km	1600km

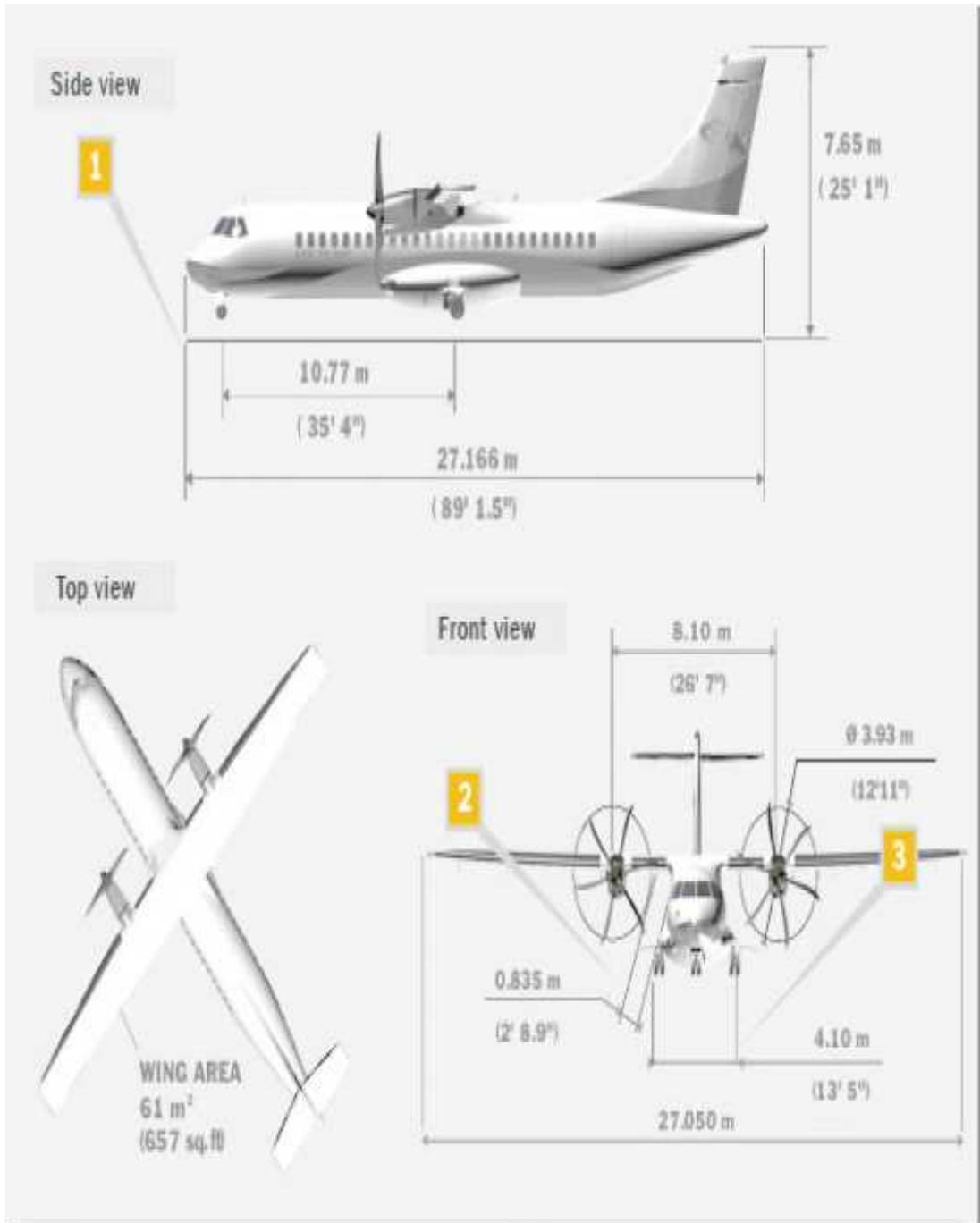


Figure I.2

I-4 Présentation de la structure de l'ATR 72-500 :

1-Fuselage :

Le fuselage de l'avion ATR 72 est de construction semi monocoque conçu selon des critères tolérants de sécurité/dommages pour des raisons structural comme suite voir (figure I.3) :

Section 11 : nez de fuselage

Section 13 : section centrale d'avant de fuselage

Section 15 : partie centrale de fuselage

Section 16 : section centrale arrière de fuselage

Section 18 : section de queue de fuselage

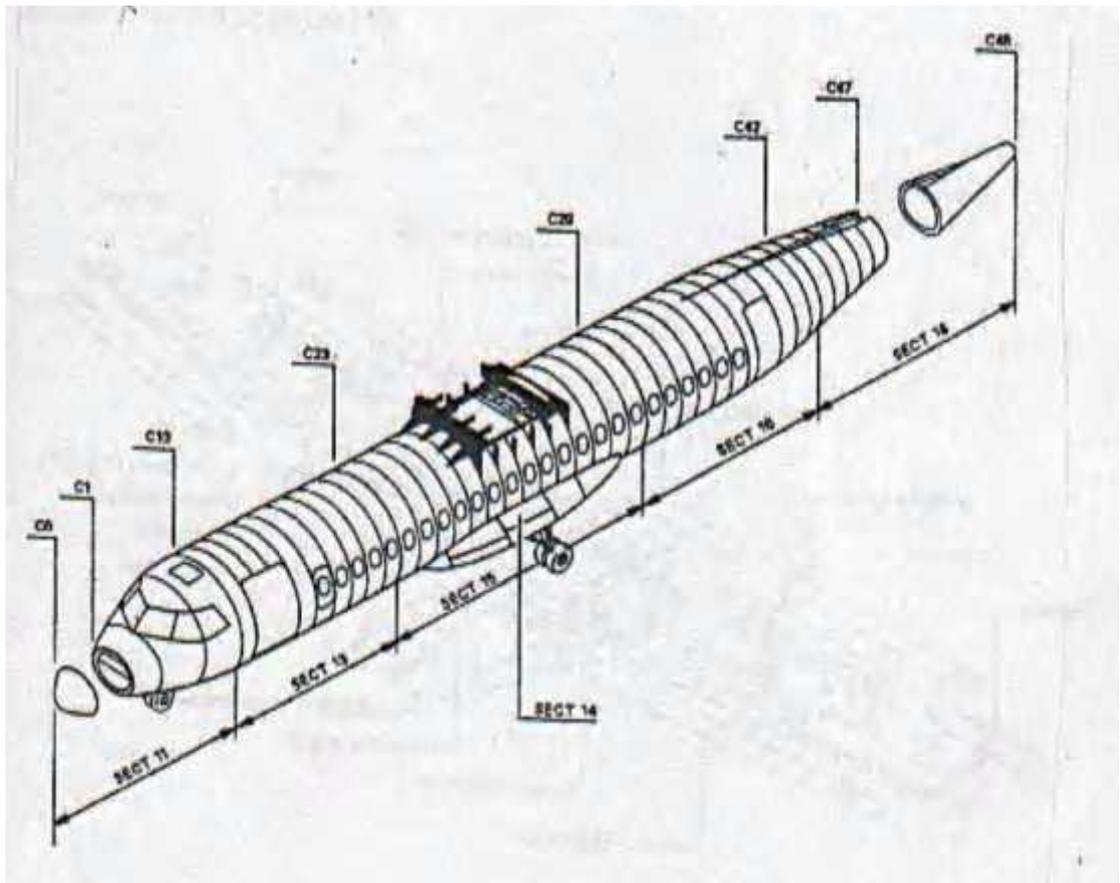


Figure I.3

2-La voilure :

L'ATR est un avion à haute voilure se composant de 3 forces :

- Une boîte rectangulaire de centre
- Deux externes trapézoïdal, une pour chaque côté de la boîte plan central.

Le plan centrale et deux toiles, longitudinaux approprié de cisaillement sont attachés au fuselage avec le boulon d'expansion et attachement de boulon et le centre fiche aux armatures principales de fuselage. (Figure I.4)

Les structures secondaires suivantes sont fixées sur les éléments principaux

- *Les saumons
- * Les bords de fuite
- *Les ailerons d'aile
- *Les spoilers d'ailes
- * Les carénages

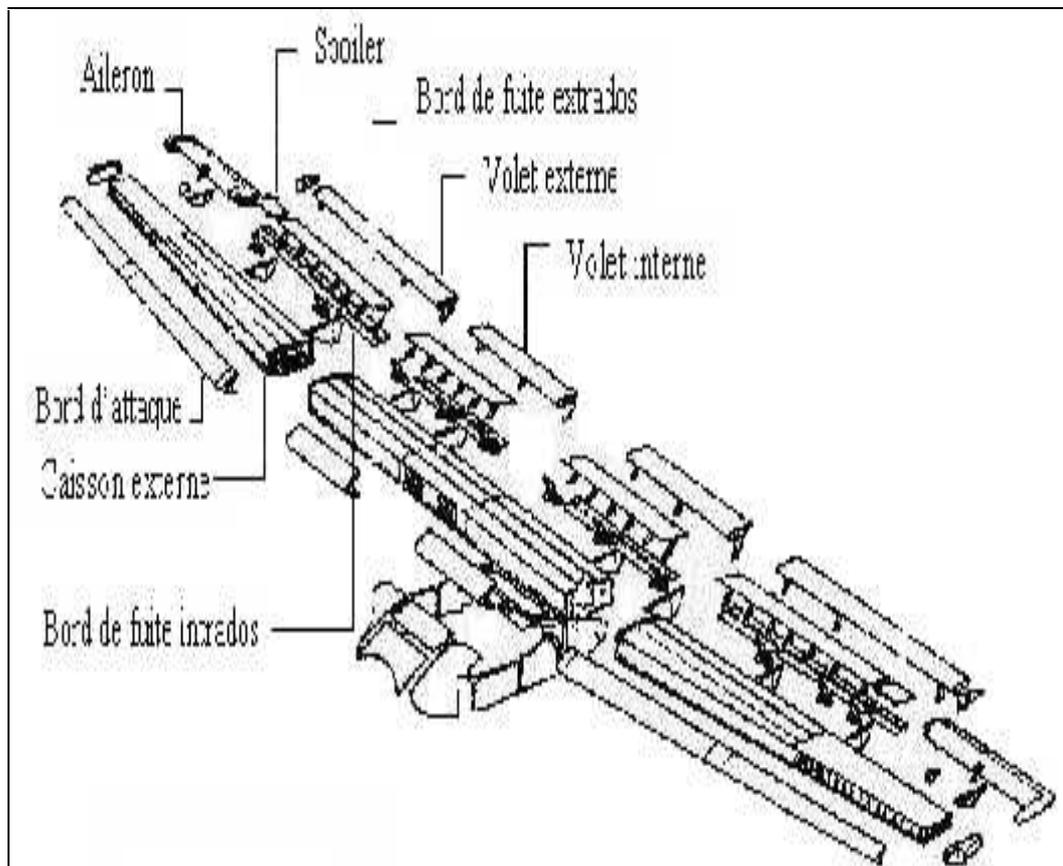


Figure I.4

3-Les portes :

Cette section couvre toutes les portes externes pour pressuriser des compartiments non pressurisés, système d'avertissement de portes de train d'atterrissages. Il y a plusieurs portes dans l'aéronef. (Figure I.5)

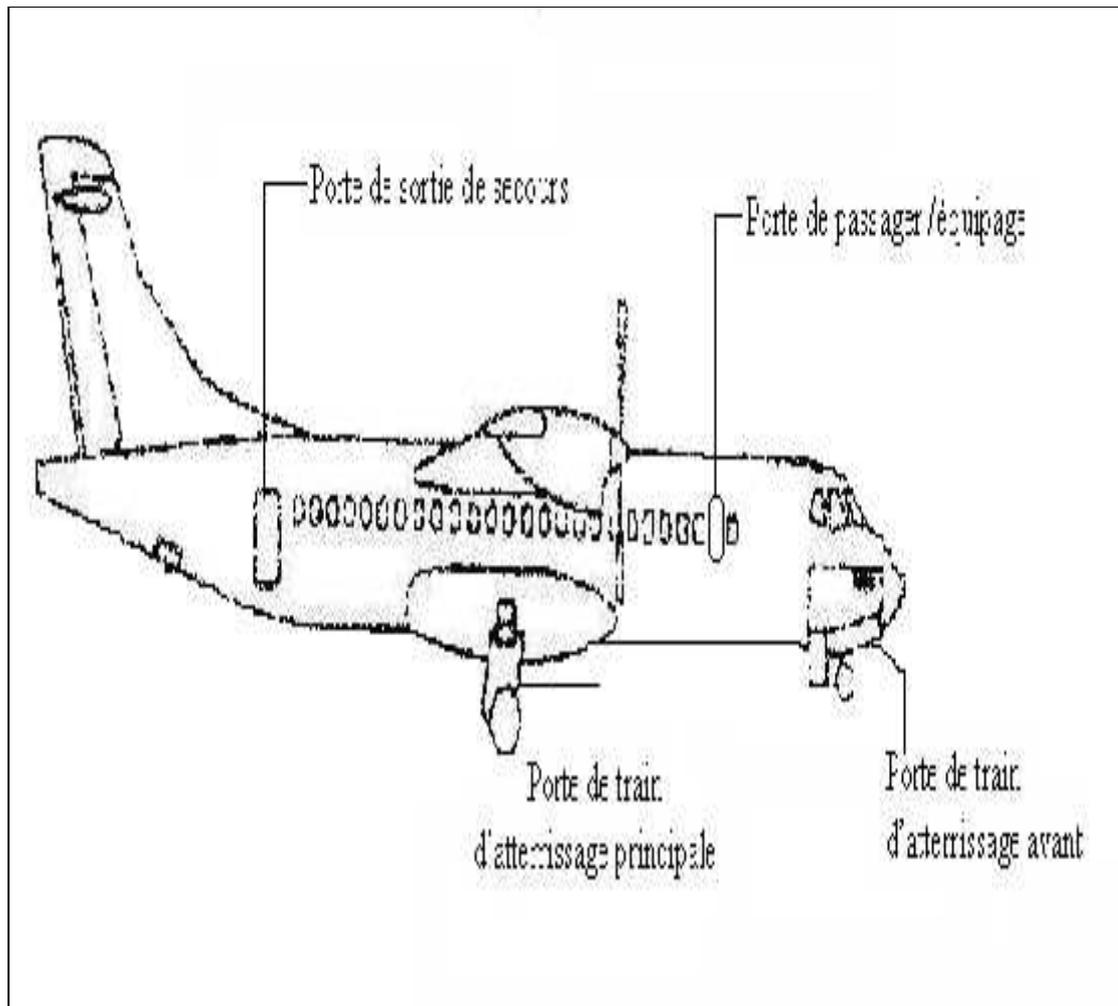


Figure I.5

Porte de passagers/équipage

Porte de sortie de secours

Porte cargo

Porte de service

4-Stabilisateur :

L'ATR est équipé de stabilisateur boulonné à la section de queue du fuselage

il est composé

-D'un aileron dorsal, se compose d'une partie avant et arrière .Il est fixé au fuselage à l'aide de vis et un type courant structure en utilisant les métiers composites pour des panneaux de revêtement.

-L'aileron, adapté à la partie arrière de fuselage à l'aide des boulons, inclus une boîte structural principale, la boîte principale et un marginales démontable d'aileron et une structure de longeron avec des panneaux de sandwich et boulonnée à la partie arrière de fuselage.

-La gouverne de direction est articulée sur le longeron arrière à l'aide des charnières d'arbre, dont un inférieur est duel.

Le rebord arrière adapté dans la section inférieure à un équilibre à étiquette de ressort relie à la structure de gouverne de direction par le piano structural.

Le bout de gouverne de direction est équipé du klaxon de chauffage.

(Figure I.6)

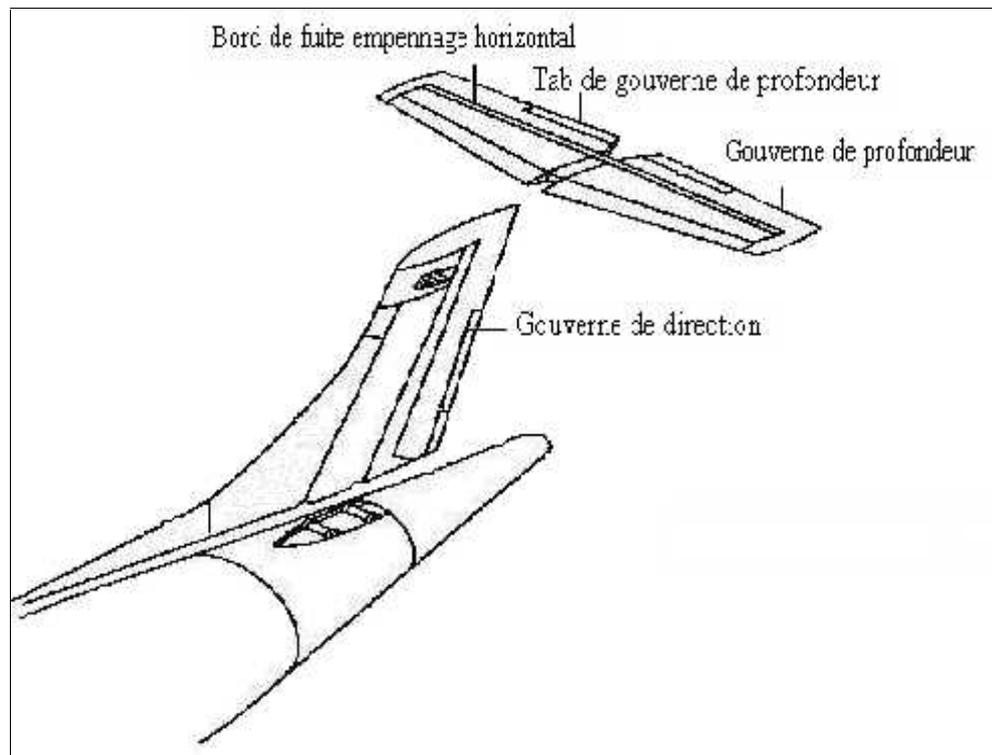


Figure I.6

5-Nacelle :

Les nacelles contiennent des moteurs et l'équipement relatif elles comportent l'armature principale qui porte de curinage.

Les nacelles sont fixées sur l'intrados de la boîte du centre et au longeron avant d'aile entre les nervures 10 et 12. Chaque nacelle inclure une section avant, un centre et une section arrière. (Figure I.7).

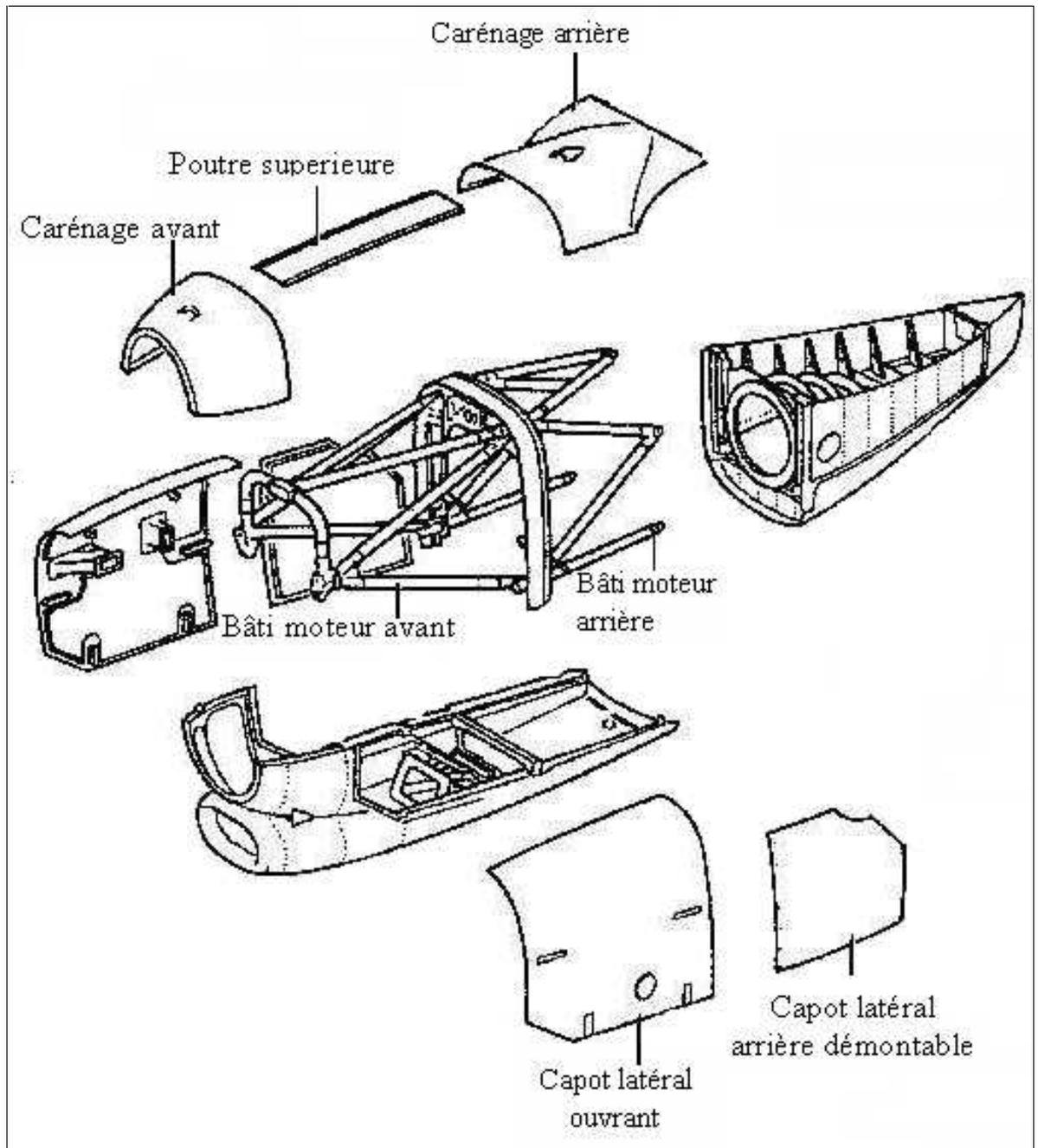


Figure I.7

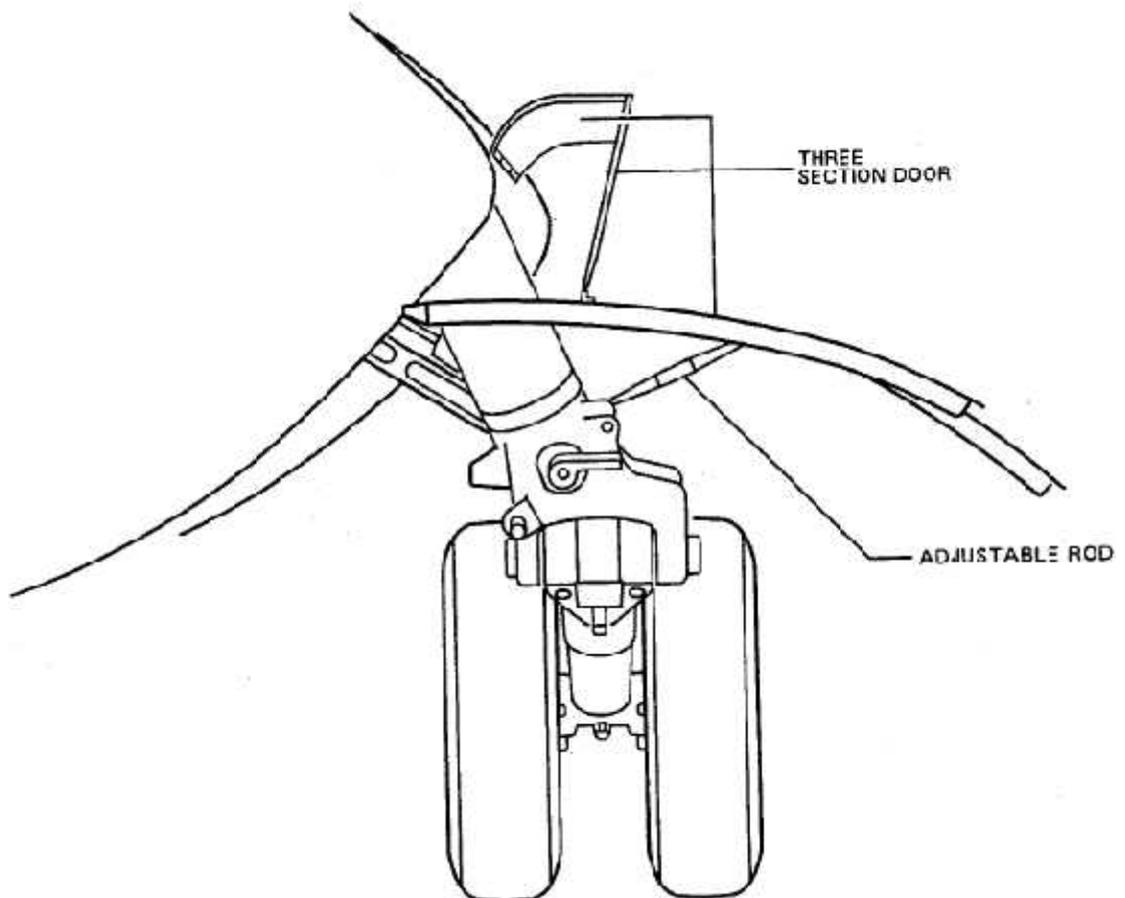
6- Train d'atterrissage :

Le train d'atterrissage se compose de deux atterrisseurs principaux et d'un atterrisseur avant.

Le train d'atterrissage principal est du type dowty avec un amortisseur oléopneumatique.

Chaque train principal porte deux roues équipés de frein.

Le train avant est du type dowty, équipé d'un amortisseur, il emporte un système d'orientation.



I-5 Accidents :

*Un ATR 72-500, qui effectuait un vol à la demande entre les aéroports d'Auxerre et de Lyon – Bron, a subi des « dommages au train d'atterrissage principale » à cause d'un « atterrissage dur », survenue lundi 29 août 2005 vers 01h00 du matin. Il transportait l'équipe de football de Lyon, (l'Olympique Lyonnais).

Chapitre II

L'ETUDE DU TRAIN D'ATTERRISSAGE

EN GENERALE

II-1 L'histoire du train d'atterrissage :

Premier train d'atterrissage dessiné par Alphonse Penaud en 1876.

L'histoire des trains d'atterrissage remonte à 1876 Alphonse Pénaud et Paul Gauchot, deux inventeurs Français brevètent le plan d'un monoplane amphibie biplace révolutionnaire pour son époque.

Une des nouveautés de cet aéroplane est qu'il possède un train d'atterrissage rétractable avec amortisseurs à air comprimé

Mais ce n'est pas avant 1971 que les premiers appareils dotés de trains d'atterrissage partiellement rétractables feront leur apparition et ils ne deviendront communs qu'à la fin des années 20. A cette époque, les performances des avions s'étaient tellement améliorées que l'avantage aérodynamique des trains rétractables justifiait la complexité et le surpoids du système.

II-2 Train d'atterrissage :

Les trains d'atterrissage constituent la partie la plus complexe dans un avion.

Leurs jambes principales fait office d'amortisseur en absorbant le choc de l'atterrissage, ils emportent également un mécanisme de relevage, qui remonte ou abaisse le train, ainsi que les roues et les freins.

II-3 Différents types de trains d'atterrissage :

Il existe deux types de trains d'atterrissage

II-3-1 Les trains classiques :

Ainsi appelé <<Tail Draggers>>

Ils sont composés de deux trains principaux à l'avant du centre de gravité et d'un train auxiliaire à l'arrière.

L'avantage principal du train d'atterrissage classique est de permettre à l'avion de se poser sur le terrain cahoteux sur les quels on risquerait d'arracher la roue avant si l'appareil était muni d'un train tricycle.

Les principaux inconvénients d'un avion équipé du train classique sont la tendance au (cheval de bois) et la difficulté à manœuvrer au sol au fait de la visibilité réduite vers l'avant

Le cheval de bois est une rotation de l'avion autour de son axe de lacet au sol.



Figure II.1

II-3-2 Les trains tricycles :

Le train tricycle est muni de plusieurs roues en arrière du centre de gravité et d'une roue de l'avant du fuselage.

C'est la solution généralement la plus utilisée

Les avantages du tricycle sont nombreux :

- Permet d'appliquer très fortement les freins sans risquer de culbuter vers l'avant.
- Offre une plus grande visibilité.
- Tend à empêcher l'avion d'effectuer (un cheval de bois)

Les inconvénients :



Figure II.2

Les inconvénients majeurs sont liés à la roue avant, ce sont sa fragilité et sa tendance au « Shymmy »

La plus part des appareils modernes ont un tricycle ou une variante de tricycle, les appareils à train classique sont considérés comme étant plus difficiles à faire atterrir et décoller et ainsi, requièrent parfois un entraînement spécifique. Parfois, une petite roue de queue ou un ski est ajouté sur les appareils à tricycle au cas où la queue risquerait de toucher le sol au décollage, c'est le cas du concorde.

On a aussi un autre exemple de train d'atterrissage inhabituel se trouve chez le Hawker Siddeley Harrier.

Sur cet avion, le train d'atterrissage se compose de deux roues près de l'extrémité de chaque aile, le train est appelé <<Tandem>>

Le train à tandem multiple a été utilisé sur certains jets militaires dans les années 1950 comme le Myasishchev M-4, le Yakorlev Yak-25 ...

II-4 Rôles du train d'atterrissage :

- Assurer la prise de contact entre l'avion et le sol lors de l'atterrissage
- Absorber l'énergie cinétique due à la vitesse verticale de l'avion
- Assurer le freinage au sol lors de l'atterrissage ou d'une décélération – arrêt, par absorption de l'énergie cinétique horizontale
- 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 ainsi que la zone d'orientation.

II-5 Les efforts supportés par le train d'atterrissage :

Les atterrisseurs sont constitués généralement comme nous l'avons vu de deux trains principaux et d'un train auxiliaire (train avant)

Le train principal formé de deux demi trains supporte la plus grande partie des efforts, le train avant en générale moins chargé assure la stabilité et la maniabilité.

Chaque demi train est composé de deux parties principales une partie solidaire à la structure fixée ou articulée sur celle-ci à la première par un dispositif amortisseur transmet souplement les efforts et dans certains cas les réduit.

Les principaux d'efforts encaissés par la partie oscillante des atterrisseurs et transmis aux attaches sont :

- les efforts dus au poids et à l'impact.
- Les efforts latéraux.
- Les efforts dus au freinage.

II-6 Exigences :

- Stabilité et manœuvre lors du mouvement au sol
- Eliminer la possibilité de capotage
- Assurer l'angle alpha d'atterrissage nécessaire

- Absorber l'énergie de choc lors de l'atterrissage
- Diminuer la traînée
- Une grande efficacité de freinage sur les roues
- Réduction des vibrations
- Possibilité d'obtenir le plus petit temps de sortie et d'escamotage inférieur ou égale (12 à 15 secondes)
- Sécurité de verrouillage
- Un changement minimal de centre de gravité lors de l'escamotage.
- Assurer la sortie de secours.

Chapitre III

L'ETUDE TECHNOLOGIQUE

DE LA FONCTION DU TRAIN

D'ATTERRISSAGE DE L'ATR 72-500

III-1 Présentation du train d'atterrissage de l'ATR 72-500 :

Le train d'atterrissage est un organe essentiel, 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 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.

Il est demandé au train d'atterrissage une fiabilité considérable dans la capacité d'absorber les chocs, de freiner l'avion, de se rétracter et se déployer.

Le train d'atterrissage est un organe complexe de l'avion qui demande beaucoup de soins et d'entretiens

Le train d'atterrissage de l'avion ATR 72-500 est du type tricycle 02 trains principaux (Main Landing Gear), et un train avant (Nose landing Gear)

-Le système du train d'atterrissage (landing Gear) comprend :

-Le système de rentrée et de sortie

-Le système de freinage (trains principaux)

-Le système d'orientation au roulage (trains avant)

L'ATR 72-500 comporte de nombreux composants nécessaires au fonctionnement du train d'atterrissage, et l'importance des éléments constituant le train, nous allons décrire par souci de compréhension, le rôle et le principe du fonctionnement général des éléments principaux.

III-1-1 Train Principaux :

Les trains d'atterrissage principaux (MLG) sont installés dans le fuselage, ils supportent l'avion au sol.

Chaque train principal comporte :

- Une jambe principale avec un amortisseur.

- Une contre fiche avec un système de verrouillage haut et un verrouillage bas.

- Deux roues avec les freins.

- Mécanisme de rétrécissement.

a- Fût :

Constitue le corps de l'atterrisseur ou bien ou l'appelle aussi la jambe du train.

Il est constitué d'un amortisseur permettant d'absorber les chocs à l'impact afin de diminuer les efforts transmis du sol à la structure de l'avion.

b- L'amortisseur :

L'amortisseur est à l'intérieur de la jambe du train, ils est du type oléopneumatique qui fonction dans les deux direction

Les composants principaux de l'amortisseur sont :

-Le piston et le cylindre

-La valve de purge

-La valve de remplissage et le tube centrage sont installés à la face supérieure du piston pour la maintenance

L'amortisseur est rempli avec le fluide hydraulique et gonflé à l'azote

Le fluide hydraulique AIR 3520 (MIL)

La pression de l'azote pour gonfler l'amortisseur est 29.5 bar à 15°C.

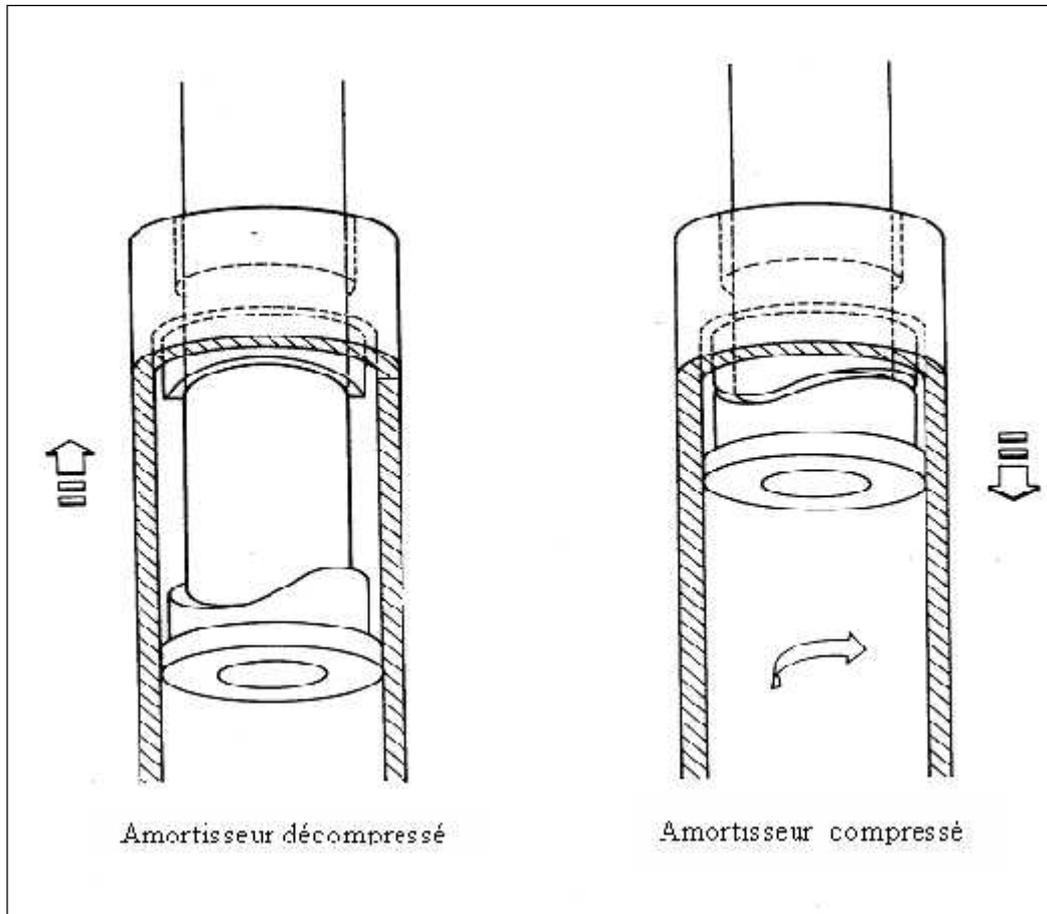


Figure III.1

***Le rôle de l'amortisseur se décompose en trois fonctions :**

- Créer des forces élastiques qui équilibrent le poids de l'avion.
- Absorbé au maximum l'énergie cinétique qui est due à la vitesse verticale de l'avion au moment de l'atterrissage ceci est voulu pour limiter les efforts transmis à la structure à une valeur aussi basse que possible
- Amortir les oscillations verticales pendant le roulage

c- La contre fiche :

La contre fiche est composée d'un système de verrouillage bas, permettant de transmettre les efforts axiaux venant du centre roue à la structure de l'avion

La contre fiche a pour rôle de maintenir le train dans la position sorties et est nécessaire pour la rentrée et la sortie des trains.

d-Les roues et les freins :

Chaque train d'atterrissage est équipé d'un axe de roues avec deux pneus tubless.

1-Jante :

Les jantes de roues sont en alliage de magnésium, et alliage d'aluminium, possédant un logement pour la partie mobile des freins

2-Pneu :

Un pneu a la forme générale d'un tore en caoutchouc.

Les pneus sont désignés par :

- Des chiffres caractérisants leurs dimensions
- Un nombre de plis caractérisant la résistance de la carcasse.
- La nature des toiles.
- La mise au point du pneu permet d'augmenter la charge qui lui sera appliquée et son nombre d'atterrissage.

L'usure du pneu est due aux :

- Mise en rotation de la roue lors des impacts.
- Ecrasement répétés.
- Coups de freins.

3- freins :

Le train d'atterrissage principal (MLG) est doté d'un tambour de frein multi disques, chaque bloc de frein est équipé d'un mécanisme qui donne le relâchement automatique et l'ajustement des freins pour compenser l'usure.

Le bloc de freins se compose de plusieurs disques, deux disques rotor et un disque stator, ce système est placé pour chaque zone

Pour vérifier l'état d'usure des disques, le constructeur a mis en place une tige témoin, plus cette tige est enfoncé à l'intérieur plus le disque est usé, le disque est a enlevé si la tige s'est enfoncée complètement.

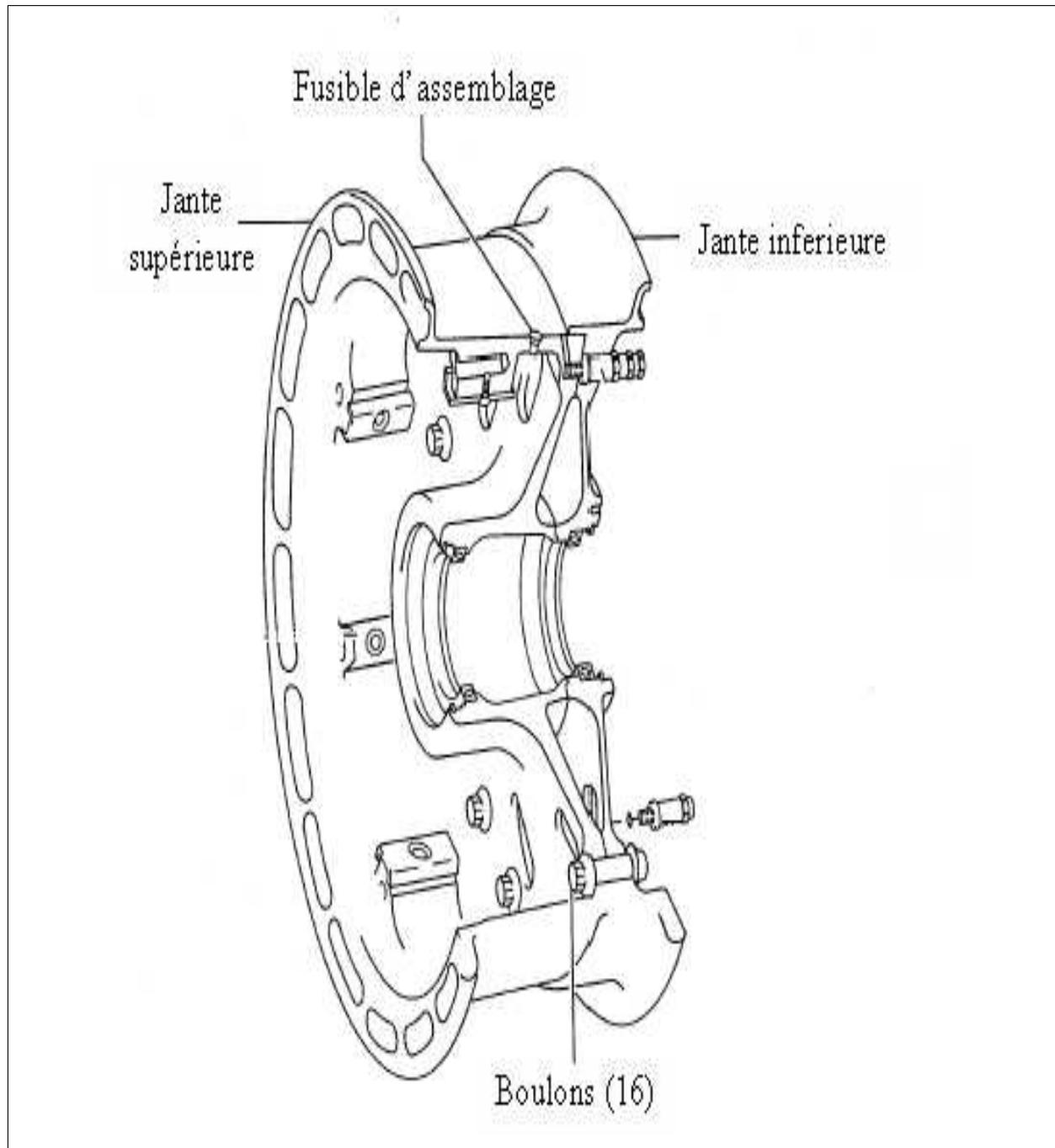


Figure III.2

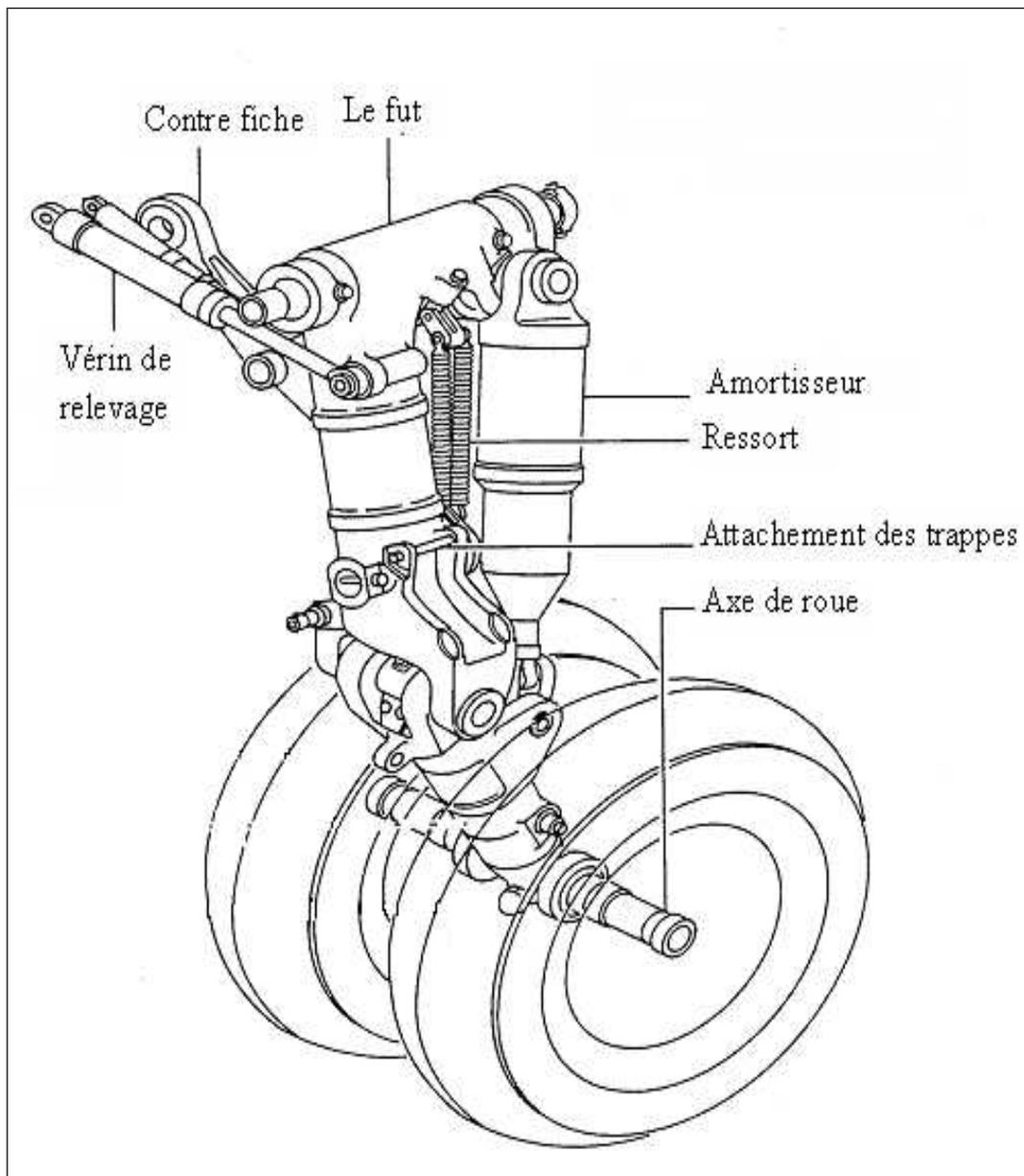


Figure III.3

III-1-2 Train avant :

Le train d'atterrissage avant (Nose landing Gear) NLG est du type rétractable, il est installé sous le fuselage au nez de l'avion, il permet l'orientation de l'appareil au sol.

Le train d'atterrissage avant comprend les éléments suivants :

A-Le fût : s'est le corps de l'atterrisseur, il supporte le train

B-Le tube tournant : Le tube tournant est à l'intérieur du fût, il est supporté par deux bearings (2 roulements)

C-L'amortisseur : l'amortisseur du train d'atterrissage avant est du type oléopneumatique il consiste à l'intérieur du tube tournant, il absorbe le choc et fournit une suspension élastique au roulage.

L'amortisseur est gonflé à l'azote sec à une valeur de 25 bar à 15°C, et remplie par le fluide hydraulique.

D-La contre fiche : la contre fiche est installée entre le fuselage et la jambe du train, elle est composée d'un système de verrouillage bas qui permet de transmettre les efforts axiaux venant du centre roue à la structure.

Elle permet aussi de supprimer les efforts latéraux

Le système de verrouillage mécanique permet d'obtenir la rigidité géométrique du train d'atterrissage.

E -Le compas : << torque link assy>>

Le compas permet de transmettre le couple de rotation entre le système de direction <<steering>> et la tige coulissante.

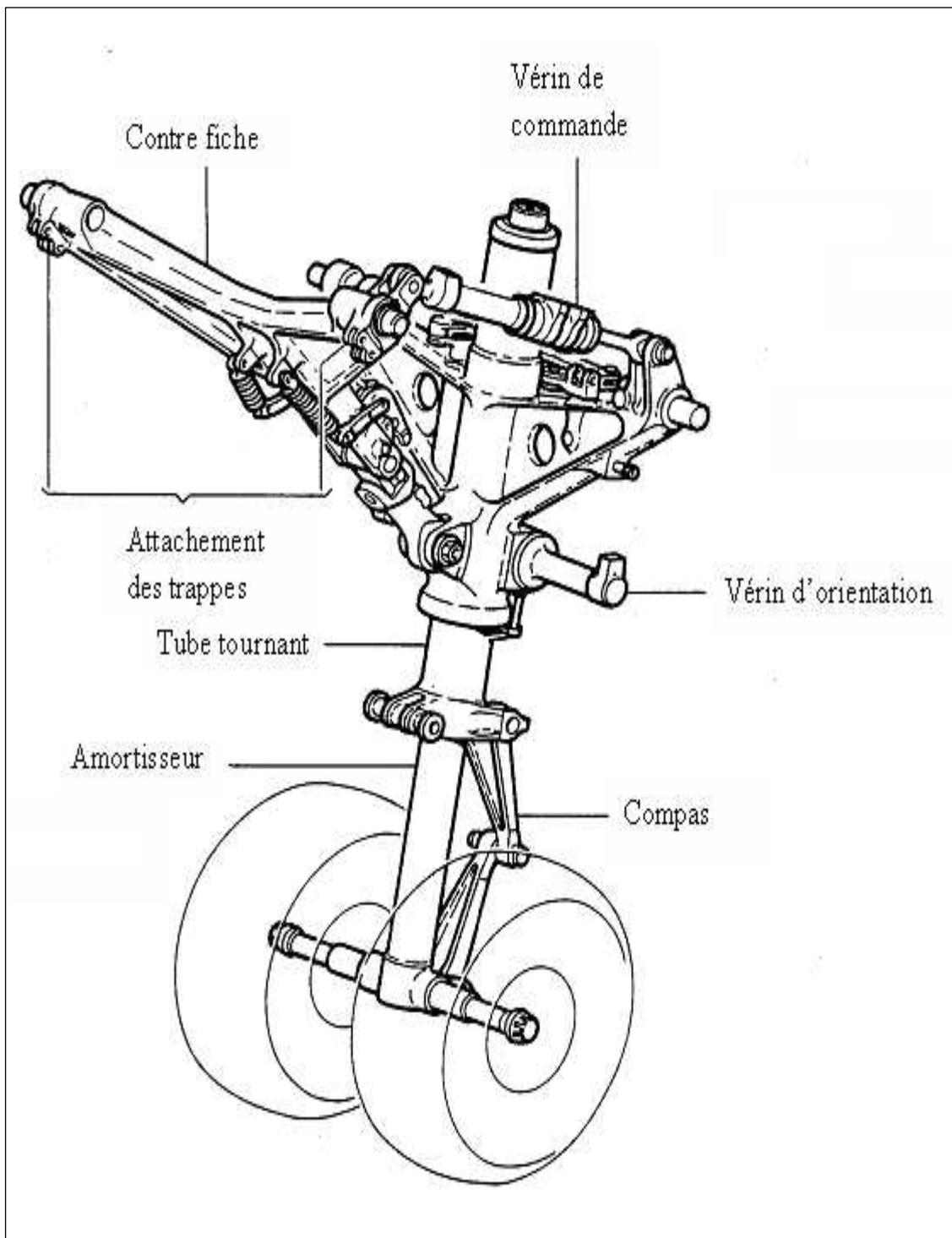


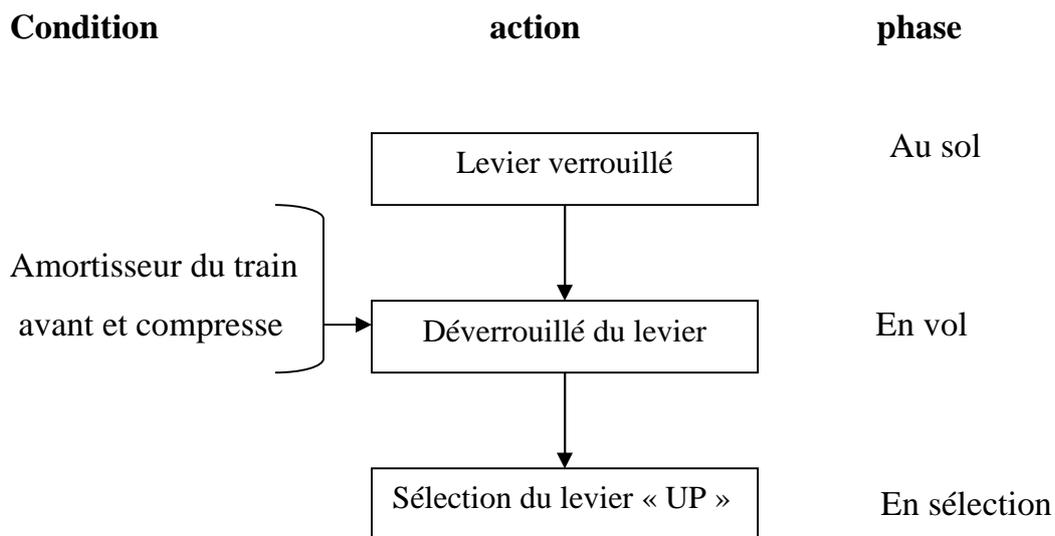
Figure III.4

III-2 Fonctionnement du train d'atterrissage :

*En vol, ou à deux chambres, une est remplie de l'hydraulique et l'autre est gonflé avec de l'azote

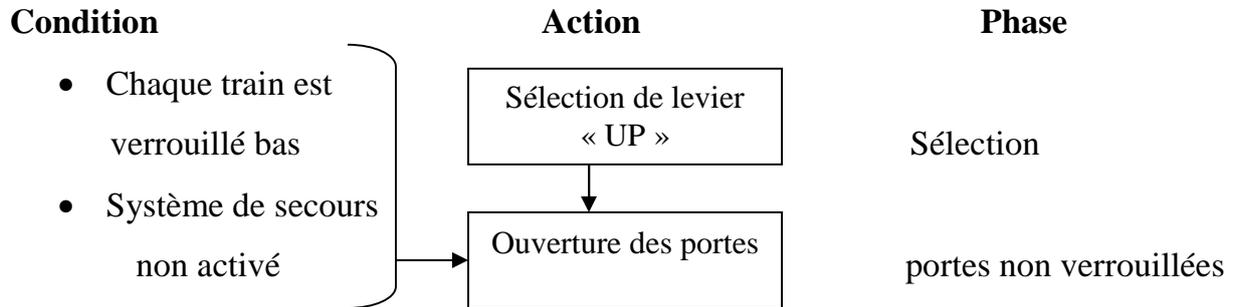
*Pendant l'impact l'hydraulique passe à travers des orifices qui se trouvent au niveau d'un piston à la deuxième chambre et comprime l'azote qui se trouve dans la première chambre, le liquide passe rapidement à la deuxième chambre et absorbe le choc.

*Après l'impact, l'azote comprimé exerce une pression sur l'hydraulique qui retourne à la première chambre très lentement à travers deux orifices parce que les autres sont fermés par l'étanchéité.

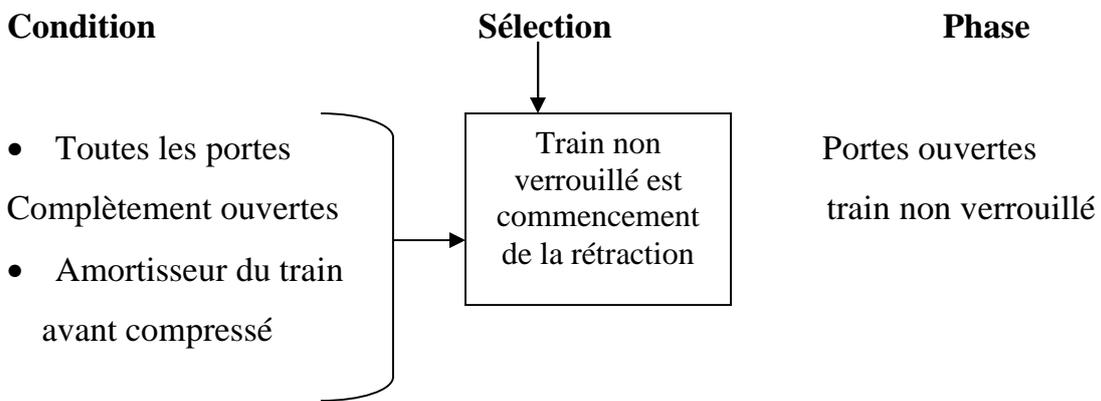
III-3 Commande du train d'atterrissage : Fonctionnement normal

A- RETRACTION :

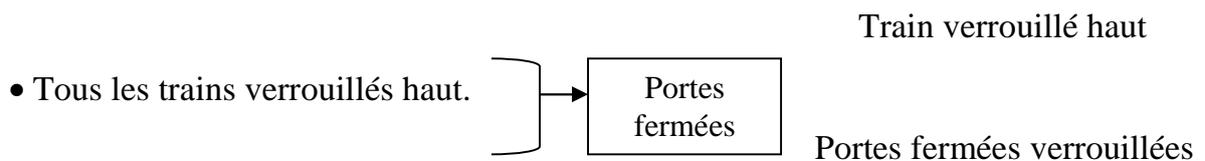
➤ **Ouverture des portes :**



➤ **Trains verrouillés haut :**

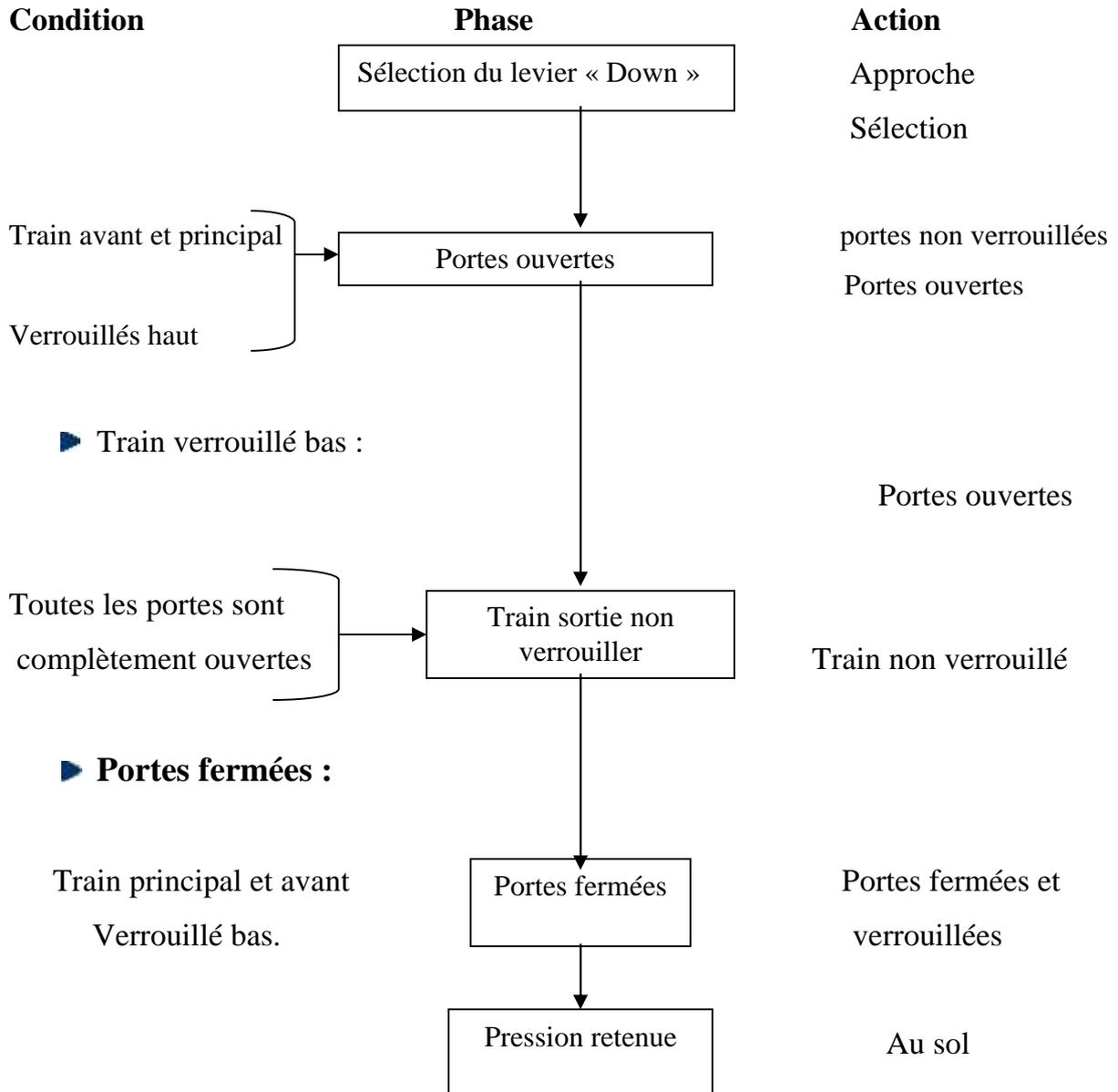


➤ **Portes fermées :**



B- Extension : (sortie)

➤ **Ouverture des portes :**



III-4 Escamotage :

Le train est escamoté en vol dans le but de supprimer sa traînée l'escamotage consiste en :

- Un relevage associé à une rétrécie de la jambe du train
- Un verrouillage en position <<sortie>> ou <<rentrée>>

Le relevage doit être rapide pour procurer un gain rapide de performance au décollage et en début de montée, il doit être sans choc, en fin de course l'escamotage est réalisé par l'emploi de l'énergie hydraulique.

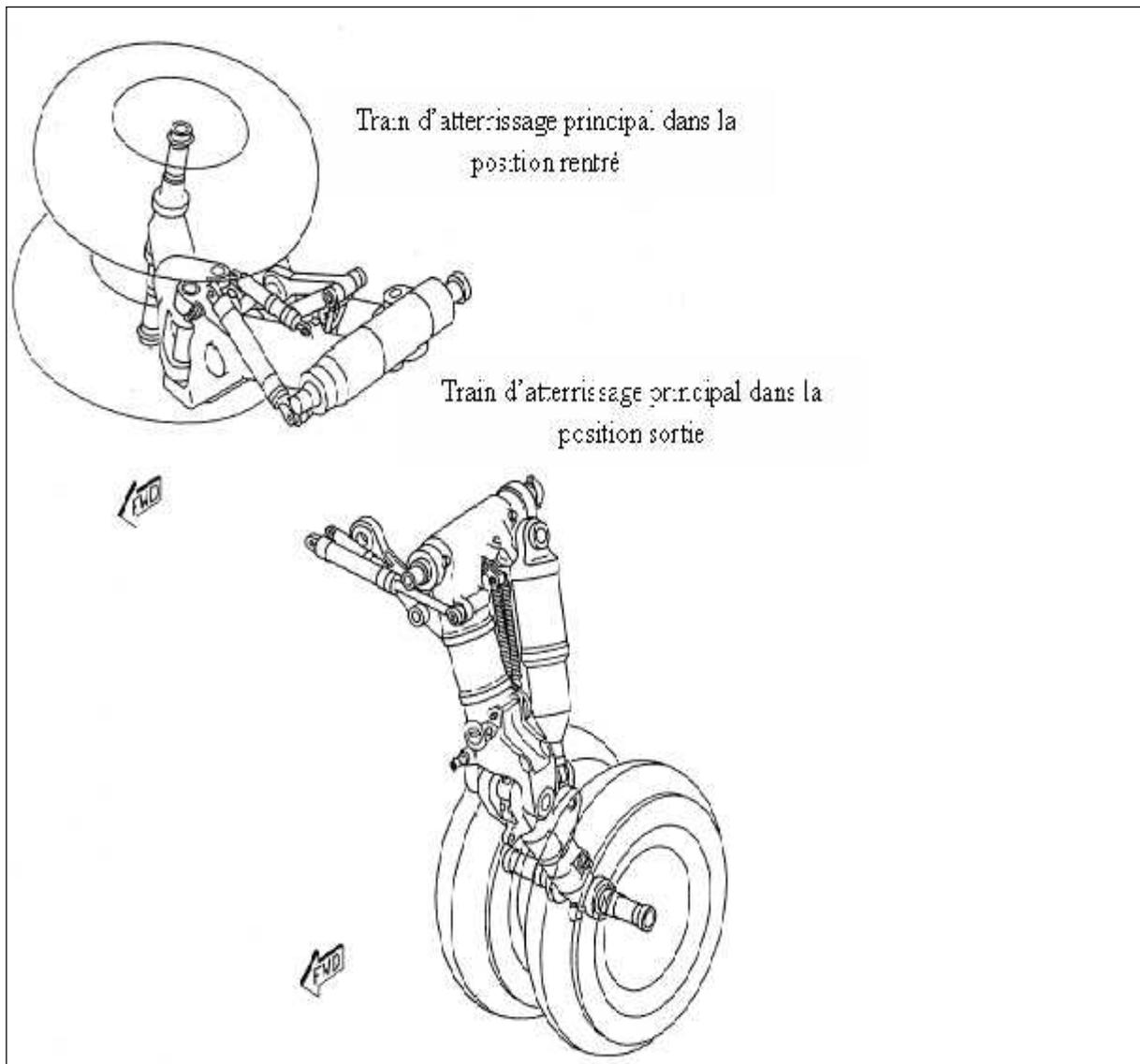


Figure III.5

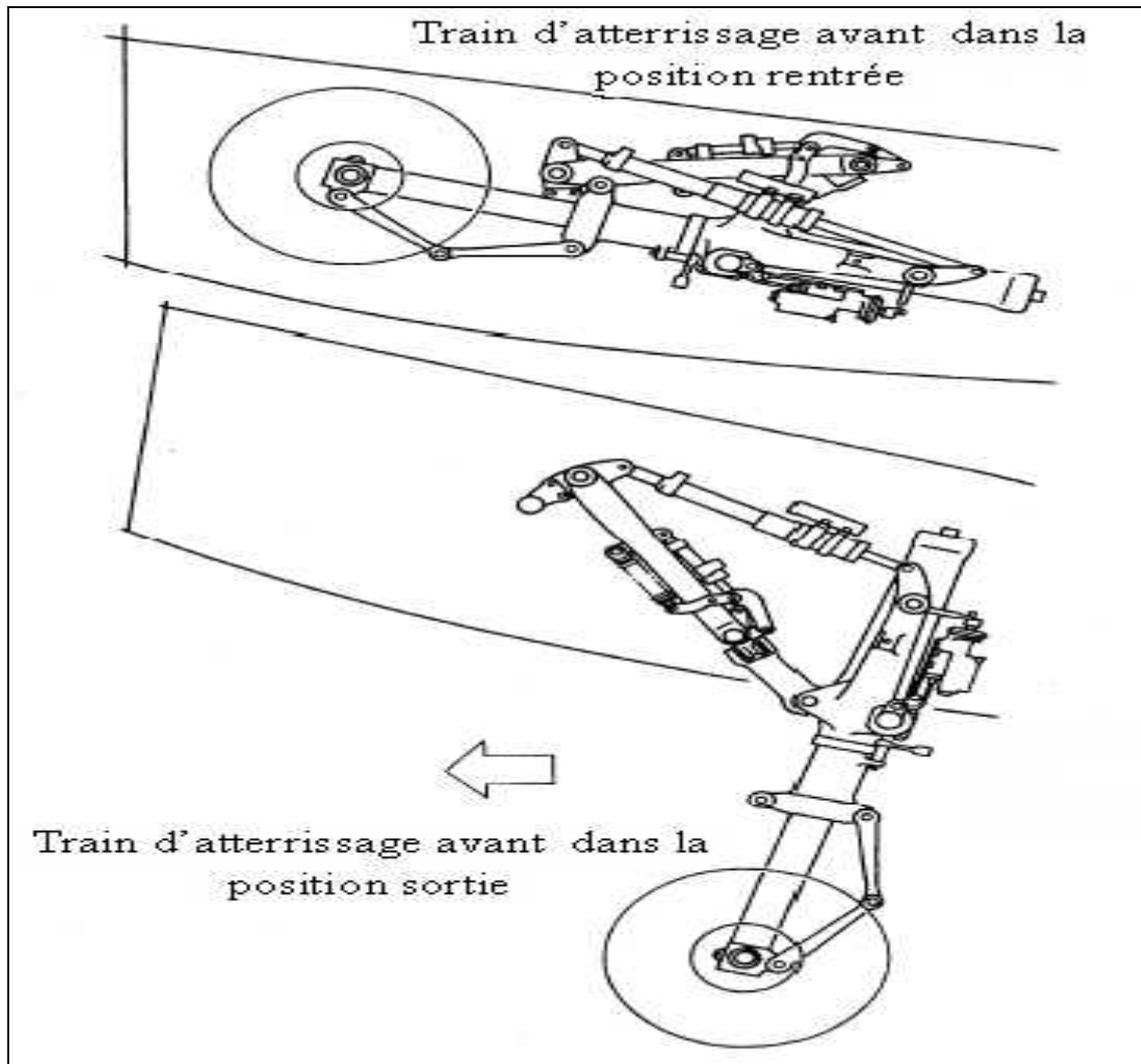


Figure III.6

III-5 Circuit hydraulique de manœuvre :

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

L'avion ATR 72-500 dispose de deux systèmes hydrauliques indépendants désignés par vert (Green), bleu (Blue).

Le train d'atterrissage et les portes sont signalés électriquement par l'un des deux computers contrôlant toutes les séquences rentrée /sortie des trains avec les conditions de sécurité.

Elles reçoivent l'ordre du levier de commande, les deux computers envoient simultanément les informations des positions trains et des portes au système D'affichage ECAM (cockpit), les deux computers se permutent leurs fonction et cela chaque cycle (chaque sélection « UP »).

Le système hydraulique des trains est alimenté par le circuit hydraulique « vert » il passe à travers deux valves, et est actionné par deux solénoïdes.

Le circuit normal permet le relevage et la descente du train il compte un vérin de manœuvre par atterrisseur, un sélecteur a' deux position « UP » and « Down » avec sécurité dans la poignée il permet l'envoi du liquide dans l'une ou l'autre chambre du vérin

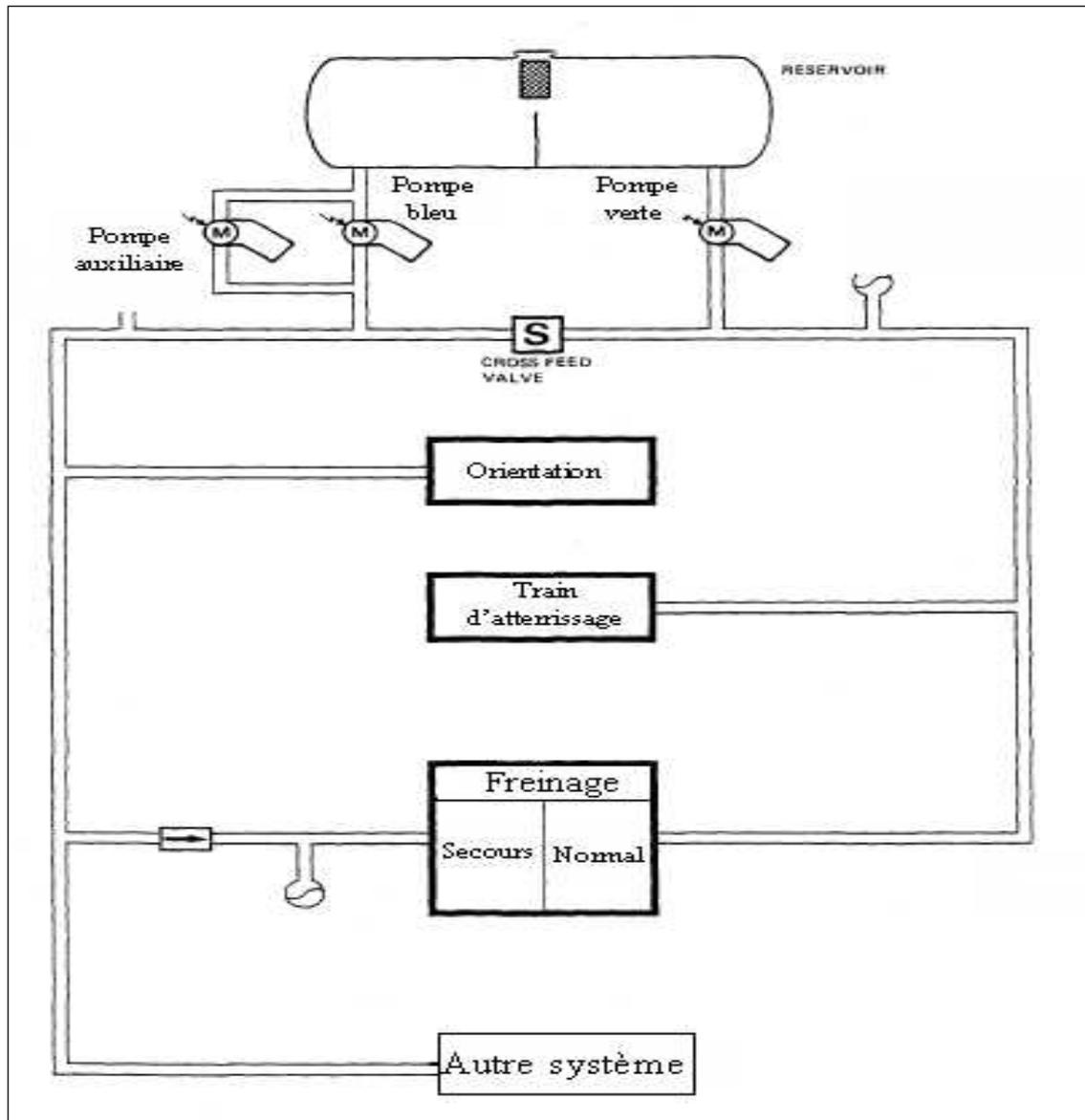


Figure III.7

III-6 Accrochage et verrouillage :

Le positionnement hydraulique n'est pas suffisant, il est nécessaire de verrouiller mécaniquement l'atterrisseur en fin de course pour dépressuriser le système hydraulique de manœuvre.

III-7 Commande des trappes :

Des Trappes renferment le logement de chaque atterrisseur sont manœuvrées hydrauliquement.

Chaque Trappes articulées sur la structure est relié à la jambe de l'atterrisseur par des bielles et fixées à la jambe du train

III-8 Commande – contrôle – sécurité :

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

*Le contrôle : des positions de chaque atterrisseur doit comporter deux indicateurs :

III-8-1 Signalisation optique :

*Voyants vert allumés : Train sorti verrouillé

*Voyants rouge allumés : Train sorti

*Tout les voyants éteints : Train rentré accroché

III-8-2 Signalisation sonore :

En cas de non manœuvre d'approche et manette de puissance ralentir, pour alerté le pilote afin d'activer la descente des trains, une alarme est automatiquement alimenté en cas de réduction des gaz si l'un des trois atterrisseurs n'est pas verrouille sorti.

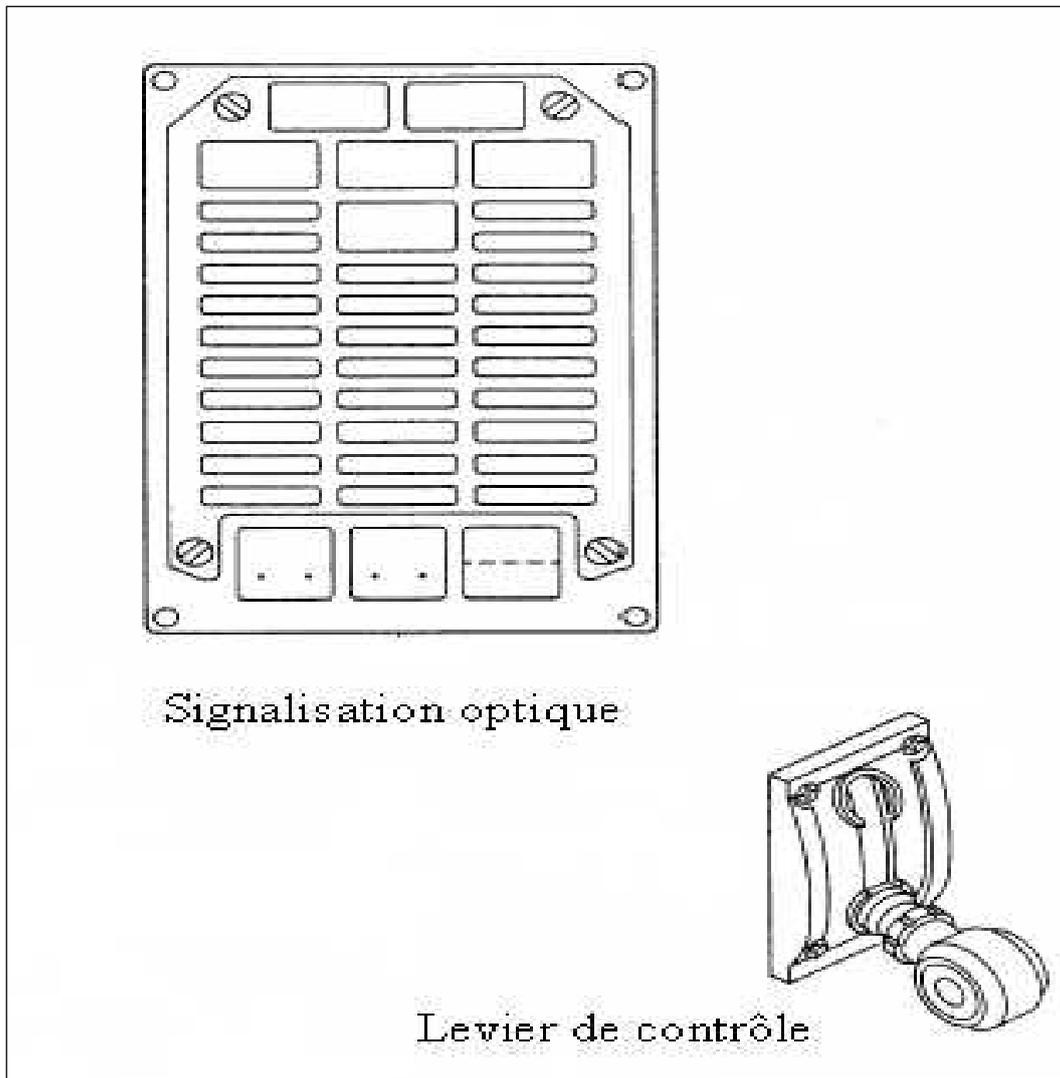


Figure III.8

***Sécurité :**

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

- Hydraulique : sélecteur sur la position sorti (maintien la pression)
- Mécanique : cliques de sécurité sur la poignée, broches de sécurités (pins de sécurité) placées au sol bloquant mécaniquement les verrous bas.

-Electrique : solénoïde interdisant le passage du sélecteur de 'sortie' vers 'rentrée' les amortisseurs ne sont pas complètement descendus (avion en vol)



Figure III.9

III-9 Circuit de secours :

Il remplace le circuit normal mais n'assure que le descente par :

-Gravité : Dans ce cas le déverrouillage du train s'effectue mécaniquement ... une fois le train est déverrouillé il peut descendre par son propre poids.

III-10 Freinage :

III-10-1 Principe de freinage :

Le freinage est nécessaire pour amener l'immobilisation de l'avion après que les roues soient entrées en contact avec le sol.

Il a pour but essentiel :

-Limiter la longueur de roulement au sol après l'atterrissage

-Aider dans les évolutions au sol par dosage de freinage et action différentielle sur les roues.

III-10-2 Organes de commande :

Pour actionner le freinage, un dispositif est placé dans les pédales de palonniers. Dans les évolutions au sol, on peut agir différenciellement sur les freins.

Ces résultats sont atteints par action sur les pédales actionnant directement chaque jeu de freins.

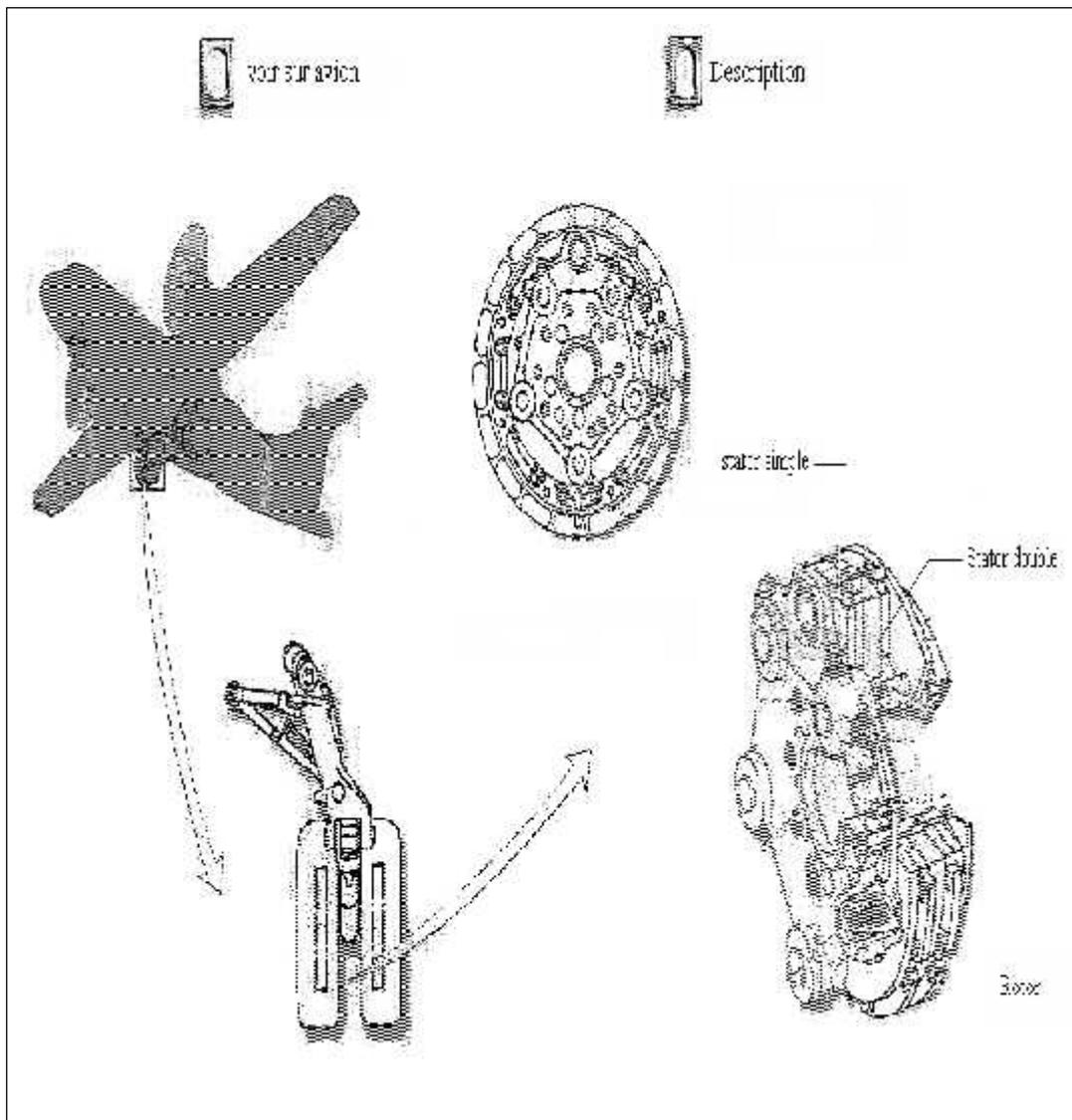


Figure III.10

III-10-3 Le principe du fonctionnement du freinage :

Lorsque la pression arrive au clapet de priorité, qui comporte deux orifices d'admission du liquide hydraulique, un pour l'admission normal et l'autre pour le secours celle-ci transmet la pression du liquide pour les pistons qui à leurs tour pressent sur la plaque de pousser qui prend les stators et les rotors en sandwich et comprime les ressort de rappelle et le freinage des roues est actionnés quand la pression cesse les ressorts ramènent la plaque à sa position initial grâce au phénomène de dilatation des ressorts qui prennent eux aussi leurs position initiale et c'est le défreinage.

Le frein normal est équipé d'un Antiskid (A/S) qui contrôle la pression venant du système vert vers le frein quatre sondes transmettent les signales de vitesse vers une boîte électronique qui contrôle un module, hydro-électrique pour une efficacité maximale.

-Valve sonde de fuite (fusible hydraulique) sont montés pour prévenir les fuites hydrauliques.

-Perte du système de freinage dû a une fuite, si le système normal tombe en panne pour actionner le système de secours de l'avion on tire en arrière la poigné du frein si le côté gauche du compartiment pédales, le frein de secours est obtenu par le système bleu.

A travers l'accumulateur capable à faire six manœuvres de freinage complet.

Les deux systèmes normal et secours sont indépendants en dessous du module Antiskid.

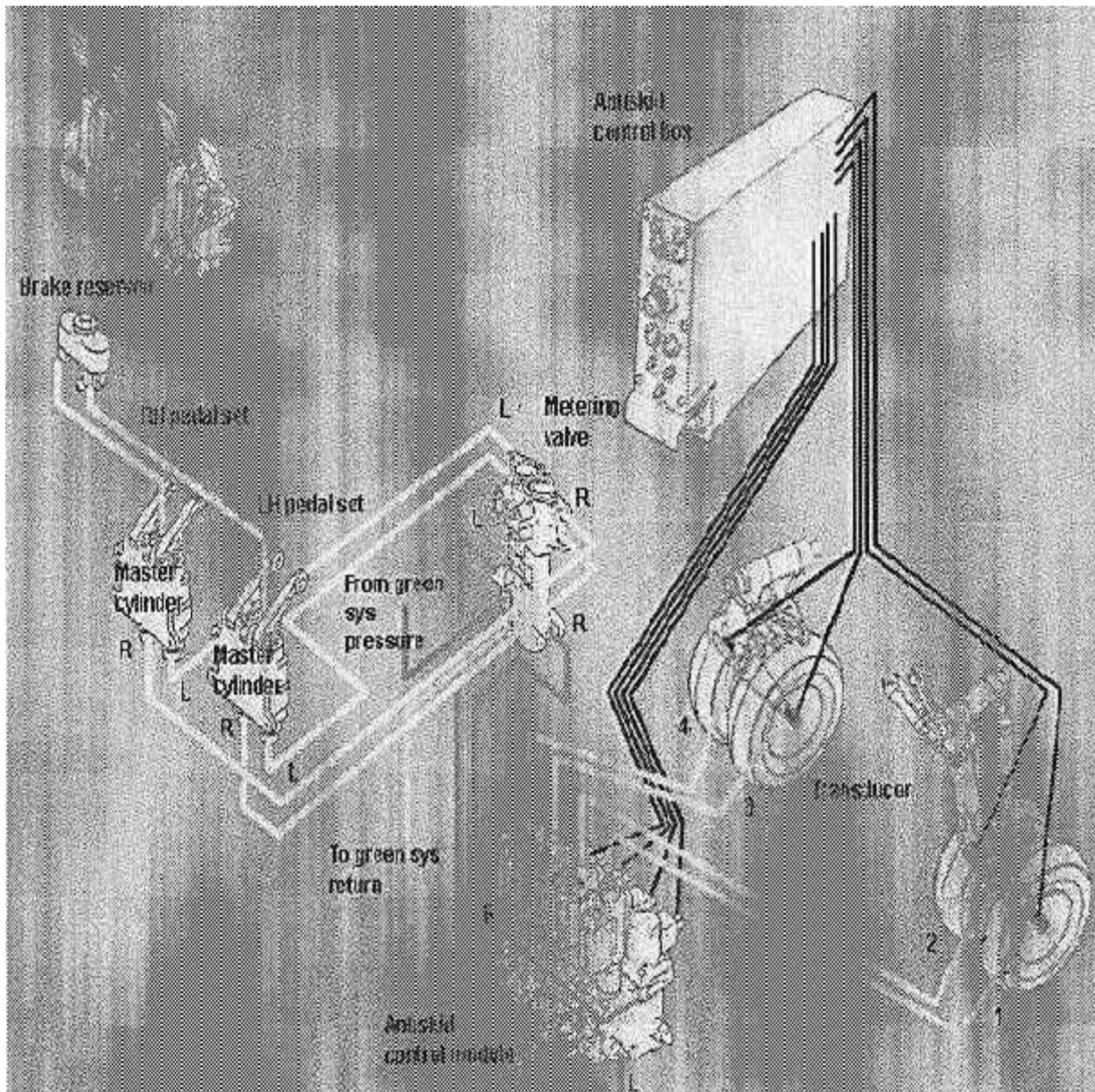


Figure III.11

III-11 Le système d'orientation :

Le système d'orientation permet à l'avion de se diriger durant le roulage ou le parking.

L'angle maximum à gauche ou à droite est 60°

L'hydraulique du système d'orientation vient du système bleu le système d'orientation à aussi un antishimmy pour assurer l'amortissement et mettre la roue avant en alignement à une grande vitesse.

L'orientation de la roue avant est contrôlée par le N/W (steering) Switch et le volant d'orientation (hand wheel)

III-12 Principe de fonctionnement de système de l'orientation :

La pression du fluide hydraulique actionne le vérin (actuator) de la jambe du train avant et transmet le mouvement au tube tournant.

Deux compas sont connectés au tube tournant et l'essieu qui pousse la roue quand le système d'orientation est actionné.

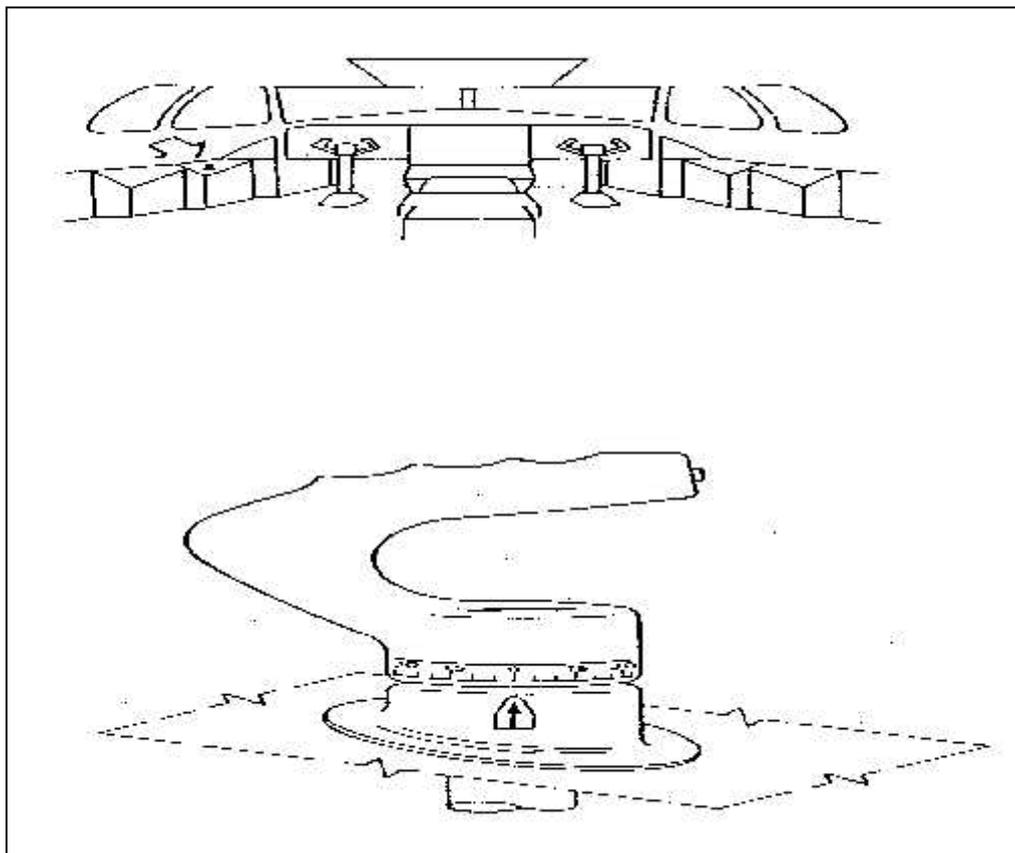


Figure III.12

Chapitre IV

MAINTENANCE

IV-1 Définition de la maintenance :

La révision du train d'atterrissage s'effectue à chaque révision général (R.G) ou après détection d'une anomalie

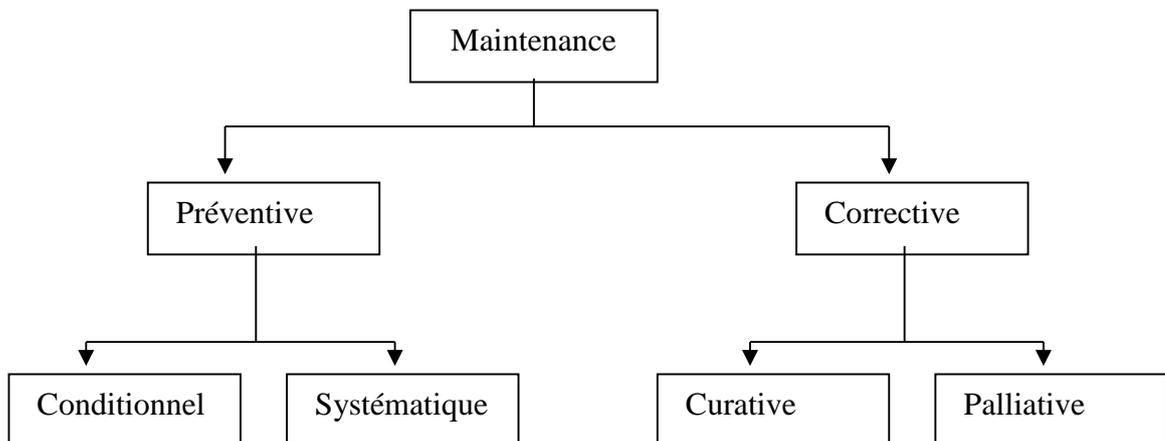
La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans des conditions données.

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

IV-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-3 Organigramme de la maintenance :



IV-4 Maintenance corrective :**A- Définition :**

C'est une maintenance effectuée après une défaillance

C'est une politique de maintenance (dépannage ou réparation), qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus au 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 de méthodes qui permettent d'en diminuer les conséquences.

B- La mise en œuvre 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-5 Maintenance préventive :**A- Définition :**

C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Pour cela on a deux types de maintenance

-Maintenance conditionnelle

-Maintenance systématique

IV-5-1 Maintenance conditionnel :

C'est une maintenance qui effectue un diagnostic avant de remplacer l'élément visé.

Elle s'applique par exemple (pour les grandes machines tournantes) un 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'un surmettant en danger ses performances.

IV-5-2 Maintenance systématique :

C'est une maintenance effectuée selon une échéance établie en fonction du temps, 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-6 Maintenance existante à AIR Algérie :

La maintenance utilisée au sein de la compagnie Air Algérie est une maintenance préventive suivant un programme.

Actuellement au sein de la compagnie, on a mis en place une politique d'entretien préventive en fonction des critères suivants :

- 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 des 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 des ces équipements

Pendant la durée de stage on a assisté a une dépose de train d'atterrissage avant pour une révision générale.

Les figures nous montrent la défaillance de ce train au niveau de l'axe de roue.





Figure IV.1

IV-7 Organisation de l'entretien :

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

-Les équipes qui effectuent les travaux sont spécialisées et les lieux ou 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

A -Rentabilité de l'entretien :

La rentabilité de l'entretien tient compte de deux éléments essentiel

-Maintien du niveau de sécurité

-Diminution au maximum du temps d'arrêt

B -Condition d'entretien :

Pour effectuer un entretien il faut avoir à sa disposition le document suivant :

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

En plus des documents on doit avoir aussi les outils nécessaires.

C -Organisation du département d'entretien :**1-Service étude :**

Le service études assure

*Le suivi d'évolution des équipements

L'étude des modification nécessaires pour améliorer l'entretien et diminuer le taux de pannes

*La création des documents d'entretien proposées à l'exploitation

L'exploitation des incidents par l'ATA (Air transport association of american) et des anomalies

2-Service méthodes :

Le service méthodes assure la planification des opération 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 réparation du personnel

3-Service d'approvisionnements :

Il prévoit les pièces de rechanges du matériel, le matériel se compose de deux catégories

- Matériel consommable

-Matériel révisable (récupérable), ce dernier est muni d'une fiche de matricule et de suivi ou sont mentionnées (caractéristiques, révision et leur fonctionnement)

4-Service contrôle :

C'est un service qui met en place un contrôle qui garantit que toutes les opérations accomplies sont effectuées aux méthodes prescrites dans les manuels (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, qui leur permettront d'assurer la maîtrise de l'entretien des équipements.

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

IV-8 Les opérations d'entretien du train d'atterrissage de l'ATR 72-500 :

IV-8-1 Maintenance préventive :

L'exécution des opérations de la maintenance du train de l'ATR 72-500 est établi à partir du document de référence <<maintenance planning DATA>> de construction qui comporte toutes les tâches référencées à effectuer durant les immobilisations programmées :

-Immobilisation dite check A de courte durée environ 2 à 3 jours (toutes les 500 heures de vol)

-Immobilisation dite check C de longue durée (20 jours à 30 jours théoriquement toutes les 4000 HDV)

► **La maintenance préventive comporte les tâches suivantes le tableau**

AIR ALGERIE TECHNICS	CROSS REFERENCES LISTE MAINTENANCE JOB CARDS	ZONE B	DOSSIER N° : REF : DATE : PAGE
-------------------------	---	-----------	--

OTA:SDE-BE

CHCK : A-4

CUSTOMER : AIR

ALGERIE

AIRCRAFT AFFECTIVITY: ATR 72-500 REGISTRATION: 7T-VJZ MSN

N° ITEM	Zone	DÉSIGNATION DES TACHES
32 1000-01-1/ 32 1100-06-1/ 32 3100-06-1 32 3100-07-1	731/741	TRAIN PRINCIPAL LUBRIFICATION DU TRAIN PRINCIPAL ET LES PORTES
32 2100-01-1/ 32-3100-04-1/ 32 3100-05-1/ 32 5100-01-1	711	TRAIN AVANT LUBRIFICATION DU TRAIN AVANT ET SES PORTES
32 3100-01-1	700	EXTENSION ET RETRACTION NORMAL VERIFICATION VISUEL DES RESSORS VERROUILLAGE BAS DE TOUT LES TRAINS
32 4000-02-1	195	ACCUMULATEURS DES FREINS VERIFICATION DE LA PRESSION DE L'AZOTE AVEC DES ACCUMULATEURS FREINAGE PARCK EN LISANT LES JAMBES
32 4000-03-1	731/741	ACCUMULATEURES DES

		FREINS VERIFICATION DE LA PRESSION RETOUR DES ACCUMULATEURS EN MODE FREINAGE NORMAL ET ALTERNE
324100-03-1	700	PNEUS INSPECTION GENERAL VISUEL DES PNEUS, BOUES ET FREINS (FUIITE HYDRAULIQUE)
324200-01-1	730/740	UNITE – DES FREINS CHECK HEAT WEAK PACK INDICATO PARCKING BANKE APPLIED
324314-01-1	147	DUAL VALVE FREINAGE ALTERNE DRAIN WATER ACCUMULATION IN THE DRAIN TUBE OF THE BAKE DUAL DISTRIBUTION VALVE
324900-02-1	210	SYSTEME DE PRESSION DES PNEUS ACCOMPLIR UNE INSPECTION CROISE DE TPIS ET PRESSION DES PNEUS EN LISANT SUR LES JAUGES
ZL-147-01-1	147/148	PUITS DE TRAIN PRINCIPAL ET SOUTE HYDRAULIQUE INSPECTION VISUEL GENERAL DU PUIT DU TRAIN PRINCIPAL ET LA SOUT HYDROULIQUE
ZL-571-01-1	571/671	PUIT DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DU PUIITS DES TRAINS

		PRINCIPAUX
ZL-700-01-1	700	TRAIN ET PORTES DES TRAINS INSPECTIONS VISUEL GENERAL DES TRAINS ET DES PORTES
ZL-711-01-1	711	TRAIN AVANT INSPECTION VISUEL GENERAL DU TRAIN AVANT
ZL-713-01-1	713/714	PORTES PRINCIPALES DU TRAIN AVANT INSPECTION VISUEL GENERAL DES PORTES PRINCIPALES DU TRAIN AVANT
ZL-715-01-1	715/716	PORTES ARRIERES DU TRAIN AVANT INSPECTION VISUEL GENERAL DE L'ARRIERE DU TRAIN AVANT
ZL-713-01-1	713/741	TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DU TRAIN PRINCIPAL
ZL-732-01-1	732/742	JAMBE DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DE LA JAMBE DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL
ZL-733-01-1	733/743	ARTICULATION DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DES ARTICULATION DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL
ZL-734-01-1	734/744	PORTES PRINCIPALES DU

		TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DES PORTES PRINCIPALES DU TRAIN PRINCIPAL
--	--	--

IV-8-2 Maintenance corrective:

Elle est effectuée suivant l'anomalie signalée par l'équipage sur le document ATL (aircraft technical log) durant le vol et par les techniciens au sol

Les actions correctives 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 MCDV qui est :

IV-9 Définition du MCDV « A multipurpose control and display unité » :

C'est une interface entre le technicien et les différents systèmes de l'appareil grâce à cette option, le technicien peut consulter tous les différents systèmes de l'avion.

Si une panne surgit au court du vol, le MCDV l'enregistre automatiquement. Il peut enregistré toutes les anomalies qui peuvent survenir pendant les 60 dernières vols.

Toujours avec ce même système, le pilote peut entrer en contact avec le tour de contrôle.

IV-10 Préparation de la phase de maintenance technique :

C'est la phase ou on précède à mettre le chantier en place (avoir en main les accessoires de travail)

A/manomètre de dégonflage

B/robinet de vidange

C/bac de vidange et de récupération de l'hydraulique

D/chiffons

E/outillage spécifique (clés spéciales de tous écrous chemise)

F/les ingrédient tel que la silicone et les graisse anti-corrosion

G/les moyens de manutention

-Support de train

-Palan

-Sangle

IV-11 Les différentes phases révision

IV-11-1 Démontage : (désassemblage tous les composants du train) avant de commencer l'intervention sur train, on dégonfle la pression et on enlève la valve de gonflage

Après avoir défreiné, dégonflé, vidangé, on procède alors au démontage :

1-Déséquiper le train de ces composants

-dépose des roues.

-Tuyauteries

-Systèmes de verrouillage et leurs Crochets

-Crochets de trappes

-Bloc de freins

2-On procède au désassemblage de fût et la jambe piston, en utilisant des outillages spécifiques

Le fût : déséquiper le fût de ses accessoires :

Trunion – coupons – bagues

La maintenance du train d'atterrissage s'effectue selon les exigences du constructeur à travers un manuel de maintenance (Componet maintenance manuel) et un IPC (Illustrated parts catalogue) pour une éventuelle commande des pièces de rechange d'origine certifiées.

Donc, il faut prendre connaissance de tous les documents nécessaires concernant cette maintenance :

1-Manuel de maintenance

Il contient les exigences du constructeur

2-Illustrated part catalogue :

Il donne la référence des pièces d'origine

3-Fiche de dépose train :

Elle contient (Figure IV.2)

- Référence de train
- Numéro de série
- Type d'avion et matricule
- Heure de fonctionnement
- Motif de la dépose (révision générale, remise en état)

4-Fiche matricule :

Concernant tout les mouvements effectués par le train (figure IV.3)

- Heure de fonctionnement
- Date de montage sur avion
- Date de déposer de l'avion
- Nature des travaux effectués
- Date d'exécution
- Type d'avion

5-Service bulletin list :

Document concernant une éventuelle modification

- La jambe piston où désassemble le piston de laminage et ses composants
- Tige piston
- Bagues de bronze
- Bearing
- Joint magasin ou de recharge

- La boudelle de bronze
- Bague piston joint d'étanchéité
- Adapteur + le joint racleur
- L'écrou.

IV-11 -2 Décapage : (ôter la peinture de protecteur)

C'est une opération du service traitement de surface et elle consiste à enlever la peinture des pièces

On baigne les pièces dans un décapant qui nous enlève tous les traces de peinture, ce dernier (décapant) est spécifié par le constructeur (le décapant est utilisé à une température)

IV-11-3 Nettoyage :

Nettoyer toute les pièces à l'aide d'un sortant appelé TRICHLOROETHA pour avoir des pièces très propre et sèches afin d'éviter des fausses indications au contrôle

IV-11-4 Phase de contrôle :

Dans cette phase on distingue plusieurs types de contrôle (NDT, contrôle dimensionnel et géométrique)

Le contrôle a pour but de contrôler les anomalies suivantes :

- Corrosion
- Détérioration
- Crick ou fissure
- Usure
- Etat de chromage

A- Contrôle NDT : (non destructif test) contrôle d'éventuelle criques ou fissures

Après avoir décapé et nettoyer les pièces, on effectue le contrôle comme suit :

- Contrôle magnétique : Zic-lo pour les pièces en acier
- Chrome : avec sulfate de cuivre (c'est un liquide blanc, en contact avec l'acier devient rouge), c'est pour le contrôle de criques sur chrome
- Pièce dural : magna flux ; pénétrant fluorescent pour protection de crique

Dans le cas de détection d'une importante anomalie, la pièce est réformée et elle doit être changée (changement des pièces refectueuses)

B -Contrôle géométrique et dimensionnel :

1-Géométrique :

Vérifier toute déformation géométrique au moyen de :

- Marbre
- Vés
- Comparateur

2-Dimensionnel :

On procède au contrôle dimensionnel de toutes les pièces, préconisées par le constructeur, pour jeux et tolérances au moyen de :

- Palmer
- Pied à coulisse
- Jambe de profondeur

IV-11-5 Réparation

En cas d'usure, une éventuelle réparation est préconisée par le constructeur :

- Réparation locale
- Réparation en sous traitante

IV-11-6 Peinture : protecteur de surface

- Elle s'effectue au niveau de l'atelier peinture.
- Peinture spécifique recommandé par le constructeur et elle s'effectue en deux parties :

A /en contact avec l'acier (Anti-Bouille)

B /ensuite la peinture est une protection globale contre les intempéries (humidité, chaleur, eau)

IV-11-7 Remontage :

C'est la phase contrainte de démontage

-On assemble le fût et la jambe piston de tous leurs composants

-On assemble avec la jambe

-On change systématiquement

-Les bagues

- Tous les joints

-Ecrans freins

- Goupilles

* Toutes pièces défectueuses et pièces recommandées par le constructeur selon le manuel de maintenance.

Au remontage où utilise une silicone (pommade) pour le montage des joints et pour l'assemblage des pièces.

Pâte joue : protection des pièces contre la corrosion.

Pendant le montage chaque écran doit être torques suivant une valeur bien déterminé par le manuel, et cela se fait avec une torche et ensuite freiner avec le fil à freins

IV-11-8 Servicing : remplissage et gonflage

- On remplit le train d'hydraulique au niveau recommandé

- On gonfle en azote à la pression d'utilisation

- Après le gonflage on effectue deux principaux essais pour détecter des éventuelles fuites

1ere essai : essai haute pression avec une pression 120 à 180 PSI pendant une heure

2^{ème} essai : essai basse pression avec une pression de 80 à 120 PSI pendant huit heures

Notre : l'amortisseur est maintenu à la position sortie.

IV-11-9 Documents :

On remplit une série de fiche concernant le train et les travaux effectués sur le train

A /En remplit la fiche matricule

B /Fiche statique : elle comprend toute les opérations effectuées lors de la révision ainsi que toutes les pièces changées

C /Relever des mensurations

D /Fiche verbe : approbation pour la remise en service

IV-11-10 Contrôle :

Toutes les opérations de révision seront supervisées par un contrôleur qualifié qui donnera sont approbations pour la remise en service du train (prêt pour être avionné) ainsi que la signature de tous les documents par l'exécutant, le responsable de l'exécutant et le contrôleur.

IV-11-11 Stockage : Maintenance du train en état de service.

- Préserver le train dans des conditions favorables :

Protéger le train des poussières et intempéries :

C'est le maintien de l'état de service du train à être avionné à tout moment an moyens :

- Graissage
- Huilage
- Conditionnement.

Conclusion

Notre projet de fin d'études, mené de plusieurs mois de stage à AIR ALGERIE, nous a permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine aéronautique en général, ainsi que l'étude de la fonction du train d'atterrissage de l'ATR 72 – 500 et sa maintenance.

L'étude que nous avons effectuée constitue une base pour bien comprendre les mécanismes de fonctionnement des trains d'atterrissage ainsi que le rôle de ces différents accessoires.

Durant le stage pratique nous avons visualisé l'ensemble des composants de train d'atterrissage des différents avions depuis l'ATR 72 – 500, en passant par le Boeing 737. 200 l'Airbus A 330 – 200 et l'Hercule.

Toujours durant le stage pratique nous avons observé les opérateurs d'entretien des trains d'atterrissage à l'atelier atterrisseurs pour remise en état et révision générale.

Enfin, on espère que ce modeste travail va servir comme documents de référence pour les étudiants du département d'aéronautique et à toute personne intéressée par le domaine de l'aéronautique.

Introduction général

Bibliographie

Thèse 2006 : Train d'atterrissage Air bus (SLIMANI ROSA)
Cellule et système
CMM 2006
AMM 2006
Trailing plane ATR, ATA32 (2003)

Bibliographie

Maintenance training notes : T1 cours ATR 72 ATA 32 landing gear
18/06/03.

Thèse : étude technologique et maintenance du train d'atterrissage de l'avion
A330-200.

Réalisée : par Slimani Rosa promotion 2006.

Cellule et système de Jean Mermoz.

Les manuels

CMM : Component Maintenance Manual (manuel de maintenance des
composants).

AMM : Aircraft Maintenance Manual (manuel de maintena
nce de l'avion).