

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE « SAAD DAHLB » BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D.E.U.A EN AERONAUTIQUE

THEME :
**ETUDE DESCRIPTIVE
DES TRAINS D'ATERRISSAGES DU B737-800**

OPTION / STRUCTURE

REALISES PAR :

**MR. ALI KHOUDJA MUSTAPHA REDOUANE
MR. BENSEDDIK MOHAMED**

ENCADRE PAR :

MR. TAHI ALI

PROMOTION 2007/2008

Remerciements

Nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donné la force et le courage afin que notre travail puisse voir le jour.

Tout d'abord, nos remerciements s'adressent à MR TAHI ALI pour l'intention et la patience qu'il a bien voulu nous accorder pendant la préparation de ce projet de fin d'étude.

Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés à préparer ce projet de fin d'étude.

En fin, nous tenons à remercier tous nos professeurs ainsi que tous ceux qui nous ont encouragés pendant nos études.

Mille Mercis.

SOMMAIRE

| | Page |
|---|-----------|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| CHAPITRE I : Description des différent types de trains d’atterrissage. | |
| I. Généralité | 2 |
| 1. Les trains « classique »..... | 2 |
| A. Roulage..... | 3 |
| B. Décollage..... | 3 |
| C. Atterrissage..... | 3 |
| 2. Les trains « tricycle »..... | 4 |
| A. Roulage..... | 12 |
| B. Décollage..... | 12 |
| C. Atterrissage..... | 12 |
| II. Description d’un atterrisseur..... | 13 |
| III. Classification des atterrisseurs..... | 14 |
| IV. Principaux élément d’un train d’atterrissage..... | 15 |
| 1. l’amortisseur..... | 15 |
| 1.1 Fixation sur la structure..... | 16 |
| 1.2 Différent types d’amortisseurs..... | 16 |
| 2. La contre fiche..... | 18 |
| 3. Le caisson..... | 19 |
| 4. Les roues..... | 19 |
| 4.1 Différent types de roues..... | 19 |
| 5. Les pneus..... | 22 |
| 5.1 Description du pneu..... | 22 |
| 5.2 Qualités d’un pneu..... | 24 |
| 5.3 Forme géométriques..... | 24 |
| 6. Le vérin de relevage..... | 25 |
| 7. Commandes des trappes..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 8. Le système de verrouillage..... | 26 |
| 8.1 Principe..... | 26 |
| 8.2 Les dispositifs de sortie d'urgence..... | 28 |
| 8.3 Contrôle et sécurité..... | 28 |
| | |
| V. Efforts supportés par le train..... | 29 |
| 1. Efforts dus à l'impact..... | 29 |
| 2. Efforts latéraux..... | 29 |
| 3. Efforts dus au freinage..... | 29 |
| | |
| VI. Le système d'extension / rétraction..... | 29 |
| | |
| VII. Le système de direction (Nose Wheel Steering)..... | 30 |
| | |
| VIII. Le système de freinage..... | 30 |
| 1. le freinage..... | 31 |
| Rôle..... | 31 |
| Etude de train d'atterrissage..... | 31 |
| Les organes de commande..... | 31 |
| L'organe récepteur (les freins à disque)..... | 32 |
| | |
| IX. Le dispositif particulier de la roue avant..... | 32 |
| 1. Le mécanisme de centrage..... | 33 |
| 2. L'amortisseur de shimmy..... | 33 |
| 3. le système d'orientation..... | 34 |

CHAPITRE II : Description générale du Boeing 737-800 et de ces atterrisseurs.

| | |
|---------------------------------------|----|
| I. Description du Boeing 737-800..... | 35 |
| 1. Historique..... | 35 |
| 2. Présentation de Boeing 737-NG..... | 35 |
| 2.1 Dimension générales..... | 35 |
| 3. limitation de masse..... | 36 |
| 4. la vitesse..... | 36 |
| 5. L'altitude..... | 36 |
| 6. La distance franchissable..... | 36 |
| 7. Le tour minimum..... | 37 |
| 8. Le carburant..... | 37 |
| 8.1 Le réservoir principal N°1..... | 37 |
| 8.2 Le réservoir principal N°2..... | 37 |
| 8.3 Le réservoir central..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 9. Circuit hydraulique..... | 38 |
| 9.1 Système A..... | 39 |
| 9.2 Système B..... | 39 |
| 9.3 Unité de transfert de puissance..... | 40 |
| 10. Moteurs..... | 40 |
| 10.1 Le mat..... | 42 |
| 10.2 La nacelle..... | 42 |
| 10.3 Date clés..... | 43 |
| 10.4 Caractéristique..... | 44 |
| | |
| II. Description générale des atterrisseurs du B737-800..... | 44 |
| 1. Trains principaux..... | 44 |
| 1.1 Attache des trains principaux..... | 45 |
| 1.2 Vérin hydraulique de commande..... | 46 |
| 1.3 Verrouillage déverrouillage bas..... | 46 |
| A. Verrouillage bas..... | 46 |
| B. Déverrouillage bas..... | 46 |
| 1.4 Verrouillage déverrouillage haut..... | 47 |
| A. Verrouillage haut..... | 47 |
| B. Déverrouillage haut..... | 47 |
| 1.5 Circuit hydraulique des trains principaux..... | 47 |
| 2. Train avant..... | 51 |
| 2.1 Verrouillage et déverrouillage bas..... | 52 |
| 2.2 Verrouillage et déverrouillage haut..... | 52 |
| 2.3 sortie / rentrée du train..... | 53 |
| 3. Définition de quelques accessoires importants..... | 57 |
| 3.1 Amortisseur du train principale..... | 57 |
| A. Description..... | 57 |
| B. fonctionnement..... | 57 |
| C. Entretien de l'amortisseur..... | 58 |
| 3.2 L'amortisseur du train du nez..... | 59 |
| A. Description..... | 59 |
| B. Fonctionnement..... | 59 |
| 3.3 Roues..... | 61 |
| A. Roue du train principal..... | 61 |
| B. Roue du train avant..... | 61 |
| 3.4 Les freins..... | 62 |
| 3.4.1 Quelque système de freinage..... | 62 |
| A. Système anti-skid..... | 62 |
| B. Système auto brake..... | 63 |

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

| | |
|--|-----------|
| I. Surveillance de l'entretien des avions par l'état..... | 65 |
| II. Mode d'entretien..... | 65 |
| 1. Entretien préventif..... | 65 |
| 2. entretien curatif..... | 66 |
| 2.1 Temps limite (Hard time)..... | 66 |
| 2.2 Vérification de l'état (on condition)..... | 66 |
| 2.3 Surveillance du comportement (condition monitoring)... | 66 |
| 3. choix du mode d'entretien..... | 67 |
| III. Différent types de visites d'entretien..... | 68 |
| 1. petit entretien..... | 68 |
| 1.1 Visite de transit (t)..... | 69 |
| 1.2 Visite intervallaire (v)..... | 69 |
| 1.3 Petites visites (check « c »)..... | 70 |
| IV. Grand entretien..... | 71 |
| 1. Visite de vieillesse (vv)..... | 71 |
| 2. Grand visite..... | 72 |
| V. Visite spéciale..... | 75 |
| VI. Inspection après atterrissage dur..... | 75 |
| 1. cas d'un atterrissage avec charge importante a la traînée latérale...75 | |
| 2. Dépassement de la vitesse limite de l'avion avec trains sortis.....77 | |
| 3. inspection après accélération arrêt.....78 | |

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks

| | |
|--|-----------|
| I. Présentation..... | 79 |
| I.1 Historique..... | 79 |
| I.2 Utilisateur..... | 80 |
| II. Fonctionnement..... | 80 |
| II.1 Les pièces..... | 80 |
| II.2 Les assemblages..... | 82 |
| II.3 Les mises en plan..... | 83 |
| III. Produits associer..... | 84 |
| III.1 Edité par solidworks..... | 84 |

| | |
|---|----|
| III.2 Edité par d'autres..... | 85 |
| IV. Analyse fonctionnelle..... | 85 |
| IV.1 Modèle de description..... | 85 |
| IV.1.1 Les différent model de description du train d'atterrissage.... | 86 |
| V. Mouvement d'un solide par rapport à un autre..... | 88 |
| VI. Autre exemple de train d'atterrissage réel..... | 89 |
| VII. Exemple solidworks d'un train d'atterrissage..... | 89 |
| | |
| Conclusion | |

INTRODUCTION

Le train d'atterrissage est un organe qui assure trois buts essentielles qui sont : la maniabilité, la stabilité et le freinage de l'avion. Le sujet qu'on propose d'exposer dans le présent mémoire se base sur l'étude descriptive des atterrisseur du Boeing 737-800.

Le mémoire comprend quatre chapitres :

- Le premier chapitre donne une brève présentation de l'aéronef.
- Le second chapitre se réfère à la description des atterrisseurs.
- Le troisième chapitre donne l'entretien et la maintenance des atterrisseurs.
- Et le quatrième chapitre se réfère à une modélisation par solidworks.

Pour mieux comprendre l'articulation du train d'atterrissage on a fait une modeste réalisation d'un train d'atterrissage par solidworks.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DES DIFFERENTS TYPES DE TRAINS D'ATTERISSAGES.



CHAPITRE II

DESCRIPTION DU BOEING 737-800 ET DE SES ATTRRRISSEURS



CHAPITRE III
MAINTENANCE DES ATERRISSEURS



CHAPITRE IV

MODELISATION PAR SOLIDWORKS



Bibliographie

- **Aircraft maintenance manuel « AMM » B737-NG 2004.**
- **Maintenance Computer Based Training « CBT » B737-NG 2005.**
- **Dictionnaire de l'aéronautique et de l'espace (anglais- français)
par Henri Goursau.**
- **Mémoire de fin d'étude « présentation du B737-800 et
maintenance des atterrisseurs » Promotion 2006/2007.**

CHAPITRE I : Description des différents types de trains d'atterrissage.

I. Généralité :

Il existe principalement deux types de train d'atterrissage : Trains classiques et les trains tricycles.



1. Les trains « classiques » :

Ils sont composés de 2 trains principaux à l'avant du centre de gravité et d'un train auxiliaire à l'arrière.

Un **avion à train classique** possède un train d'atterrissage principal de deux roues placés en avant du centre de gravité et d'une petite roue, la roulette de queue, ou parfois juste d'un patin, complètement à l'arrière du fuselage. La roulette est souvent montée sur un système de ressort à lames. Elle peut être conjuguée à la gouverne de direction qu'on manie grâce aux palonniers.

Les premiers avions étaient tous équipés de ce système, ce qui explique qu'on le trouve dénommé également *train conventionnel*.

Certains avions très anciens, n'ont même pas de roulette mais un simple patin, qui fait également office de ralentisseur, l'avion étant alors généralement dépourvu de freins.

Il est admis qu'un avion à train classique est moins facile à manier qu'un **avion à train tricycle**, qui est l'autre système possible apparu plus tard.

Par rapport à un **train tricycle**, la roulette de queue est plus légère et génère moins de traînée qu'un train avant, on a donc un avion légèrement plus performant. Dans le cas d'un train rentrant, il n'est pas nécessaire de rétracter la roulette de queue, ce qui constitue également une économie de poids.

En vol montagne, la configuration train classique est beaucoup plus adaptée aux antisurfaces à forte pente, en particulier pour les atterrissages sur glacier.

CHAPITRE I : Description des différents types de trains d'atterrissage.

A. Roulage :

Il vaut veiller à ce que l'avion ne bascule pas sur l'avant, il n'y a pas de roulette pour l'arrêter et l'hélice toucherait le sol, ce qu'on appelle passer en *pylône* si l'avion reste planté dans le sol, voire sur le dos si la vitesse était importante. Donc pas de freinage brusque, il faut bien maintenir la profondeur et veiller d'où vient le vent.

Le vent de travers a d'ailleurs tendance à transformer l'avion en girouette surtout si la roulette de queue n'est pas conjuguée. C'est le fameux *cheval de bois* (ou tête à queue).

D'autre part du fait de l'angle très cabré que fait le fuselage avec le sol, le capot moteur masque la vue du pilote vers l'avant. Il faut donc avancer en zigzag, en faisant des « S » afin de voir où l'on va en regardant par les côtés de l'avion.

B. Décollage : (Méthode principale)

Après la mise en puissance, on lève l'arrière de l'avion (mise en ligne de vol), la roulette de queue ne touche plus le sol et la prise de vitesse se fait en roulant sur les deux roues du train principal.

L'effet gyroscopique dû à la rotation de l'hélice se fait plus sentir que sur les avions à train tricycle et l'avion est alors également plus sensible au vent de travers. Une fois la vitesse de rotation atteinte, l'avion décolle tout seul.

C. Atterrissage :

Là également, il y a plusieurs écoles :

- L'atterrissage trois points consiste après l'arrondi à bien tenir l'avion pour casser la vitesse et faire toucher les trois roues en même temps.
- L'atterrissage deux points ou atterrissage de piste consiste après l'arrondi à toucher la piste avec les deux roues du train principal, une fois la vitesse diminuée, la roulette de queue se pose au sol. L'inconvénient de cette méthode est par vent de travers une plus longue période où l'avion est « vulnérable » au vent.

Par un fort vent de travers, l'atterrissage peut également être fait d'abord sur une des roues du train principal, celle au vent, puis la deuxième et enfin la roulette de queue. Pour les pilotes confirmés.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d’atterrissage.

2. Les trains « tricycles » :



Ils sont composés de 2 trains principaux légèrement à l’arrière du centre de gravité et d’une roulette à l’avant. La plupart des appareils modernes ont un tricycle ou une variante du 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 ajoutée sur les appareils à tricycle au cas où la queue risquerait de toucher le sol au décollage. C’est le cas du **Concorde**. Voir (Fig.1).



Figure. 1 : Train d’atterrissage du Concorde.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

Avec le poids toujours plus important des appareils, les trains d'atterrissage comptent de plus en plus de roues. L'Airbus A340 a un troisième train (appelé train central) entre les deux principaux voir (Fig.2),



Figure. 2 : Train d'atterrissage de l'Airbus A340.

Le **Boeing 747** possède cinq trains d'atterrissage : un à l'avant, deux sous les ailes et deux sous le fuselage un peu en arrière voir (Fig.3), comme l'**Airbus A380**, qui possède en tout 22 roues voir (Fig.4). Les avions possédant 3 trains d'atterrissage utilisent la roue avant pour se diriger lorsqu'ils sont sur le tarmac. Le **B747** et l'**A380**, eux, utilisent également les deux train intérieurs qui peuvent contre-braquer lorsque la roue avant braque, de la même manière que pour les voitures à 4 roues motrices, les roues se braquent dans la direction opposée à celle des roues avant pour faciliter les virages.

Un dysfonctionnement du train d'atterrissage peut conduire à ce que l'on appelle un cheval de bois et avoir pour conséquence la destruction de l'avion.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

Certains avions utilisent les roues uniquement pour le **décollage** et les jettent ensuite, pour gagner en poids, en place, puisqu'il n'y a plus besoin de mécanisme de rétraction et en simplicité. Pour ces avions, l'**atterrissage** se fait sur des skis, Parmi les exemples historiques, citons le **Messerschmitt Me 163** voir (Fig.5).

Un autre exemple de train d'atterrissage inhabituel est le train « monotrace » que l'on trouve sur certains avions militaires comme le **SO.4050 Vautour** voir (Fig.6),

Ou le **Hawker Siddeley Harrier** voir (Fig.7). Sur ces avions, le train d'atterrissage se compose de deux roues principales alignées sous le fuselage (le train est appelé **tandem**), et d'une petite roue près de l'extrémité de chaque aile. Un train à *tandems* multiples a été utilisé sur certains jets militaires dans les années **1950**, comme le **Myasishchev M-4** voir (Fig.8), le **Yakovlev Yak-25** voir (Fig.9), le **Yak-28** Voir (Fig.10), **Boeing B-47 Stratojet** voir (Fig. 11) car il permet une grande capacité d'emport entre les roues principales. Une autre variation de ce **tandem** est utilisée sur le **Boeing B-52 Stratofortress** qui a 4 boggies principaux sous le fuselage voir (Fig.12) et une petite roue supportant chaque aile. Le train du **B-52** est unique également grâce au fait que chacune des quatre boggies est directionnelle. Cela facilite grandement l'atterrissage en cas de vent de travers (en utilisant la technique dite de l'atterrissage en crabe).

un **avion à train tricycle** possède un train d'atterrissage principal de deux roues placés en arrière du centre de gravité et d'une roue, parfois plus petite, à l'avant du fuselage. Les roues peuvent être amorties par système oléopneumatique ou par lame pour le train principal. La roue avant peut être conjugée à la gouverne direction qu'on manie avec les palonniers.

Il est admis qu'un avion à train tricycle est plus facile à manier qu'un **avion à train classique**, qui est l'autre système en vigueur.

En revanche, la jambe de train avant doit être assez longue pour conserver une garde au sol minimale à l'hélice et assez robuste pour soutenir le poids du moteur, ce qui fait qu'un train tricycle est plus lourd et génère plus de traînée qu'un train classique, ce qui pénalise les performances de l'avion. Si l'avion à un train rentrant, il est indispensable de rétracter également la roulette de nez au contraire de la roulette de queue d'un **train classique**, qui est plus petite, peut rester fixe.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d’atterrissage.



Figure. 3 : Train d’atterrissage du Boeing 747 en stationnement.



Figure. 4 : Les cinq trains d’atterrissages du A 380 en décollage.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.



Figure. 5 : Train d'atterrissage du Messerschmitt Me 163.



Figure. 6 : Train d'atterrissage du SO.4050 Vautour.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.



Figure. 7 : Train d'atterrissage du Hawker Siddeley Harrier.



Figure. 8 : Train d'atterrissage du Myasishchev M-4.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.



Figure. 9 : Train d'atterrissage du Yakovlev Yak-25.



Figure. 10 : Train d'atterrissage du Yakovlev Yak-28.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.



Figure. 11 : Train d'atterrissage du Boeing B-47.



Figure. 12 : Train d'atterrissage du Boeing B-52 Stratofortress.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

A. Roulage :

Avec la roue avant directionnelle, il ne pose pas de problèmes même par vent de travers, la roue avant permettant de bien maintenir l'avion dans la direction qu'on veut lui donner.

Avec les roues avant directionnelles, il peut se produire un phénomène vibratoire (le shimmy) qui sont des oscillations de la roue autour de son axe. Un système d'amortisseur de shimmy est monté sur le train avant pour éviter ce problème.

B. Décollage :

Il est simple, il faut maintenir l'avion au sol sur ses trois roues jusqu'à ce que la vitesse de rotation soit atteinte, il décolle alors presque tout seul.

L'effet gyroscopique que donne l'hélice en rotation et qui entraîne l'avion sur le côté est contrebalancé par la roue avant et est facile à contrer.

C. Atterrissage :

C'est le train principal qui doit toucher le premier, il est conçu pour amortir de plus gros chocs que la roulette avant qui est fragile. Une fois la vitesse diminuée la roulette avant peut être posée.

Un atterrissage trop dur sur la roulette peut entraîner sa rupture, c'est le *capotage* et au mieux l'avion s'en tire avec le train avant et l'hélice à changer, bien que souvent le moteur souffre aussi. Mais l'avion peut également se retourner et c'est plus ennuyeux. Voir (Fig.13).



Figure. 13 : Atterrissages d'un avion tricycle.

II. Description d'un atterrisseur :

Le train d'atterrissage est fixé à la cellule de l'avion en dessous des ailes ou sous le fuselage. L'ensemble du train est constitué des éléments suivants :

- Une jambe ou le fut, qui renferme généralement l'amortisseur qui sert à absorber l'impact et les secousses du roulage.
- Des biellettes de contre fiche, qui maintiennent le fut vertical et le renforcent.
- Un vérin pour le relevage du train.
- Les compas qui maintiennent les roues et les pneus.
- Les freins et leurs accessoires.

Ainsi que d'autres dispositifs tels que les systèmes de verrouillage, les systèmes de commande (hydraulique) pour la rentrée et la sortie du train et les systèmes électriques de contrôle du train pour renseigner les positions du train. Voir (Fig.14) et (Fig. 15).

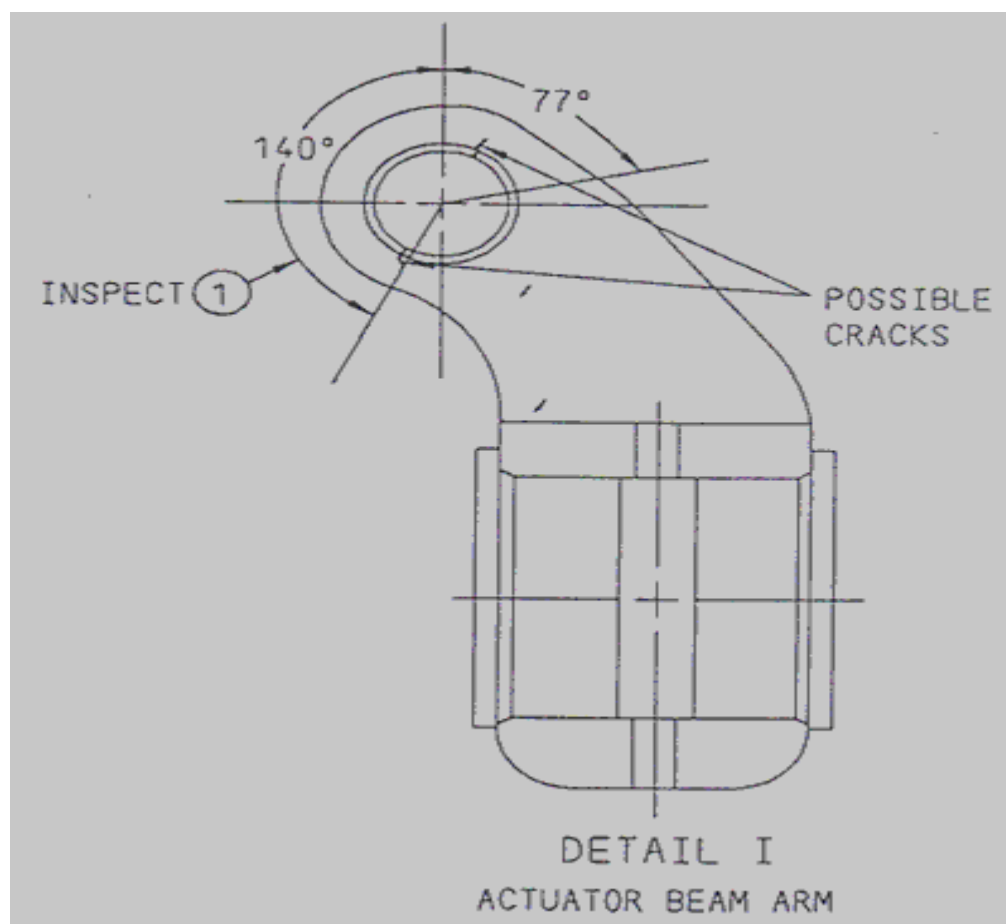


Figure.14 : Dessin d'un train d'atterrissage.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

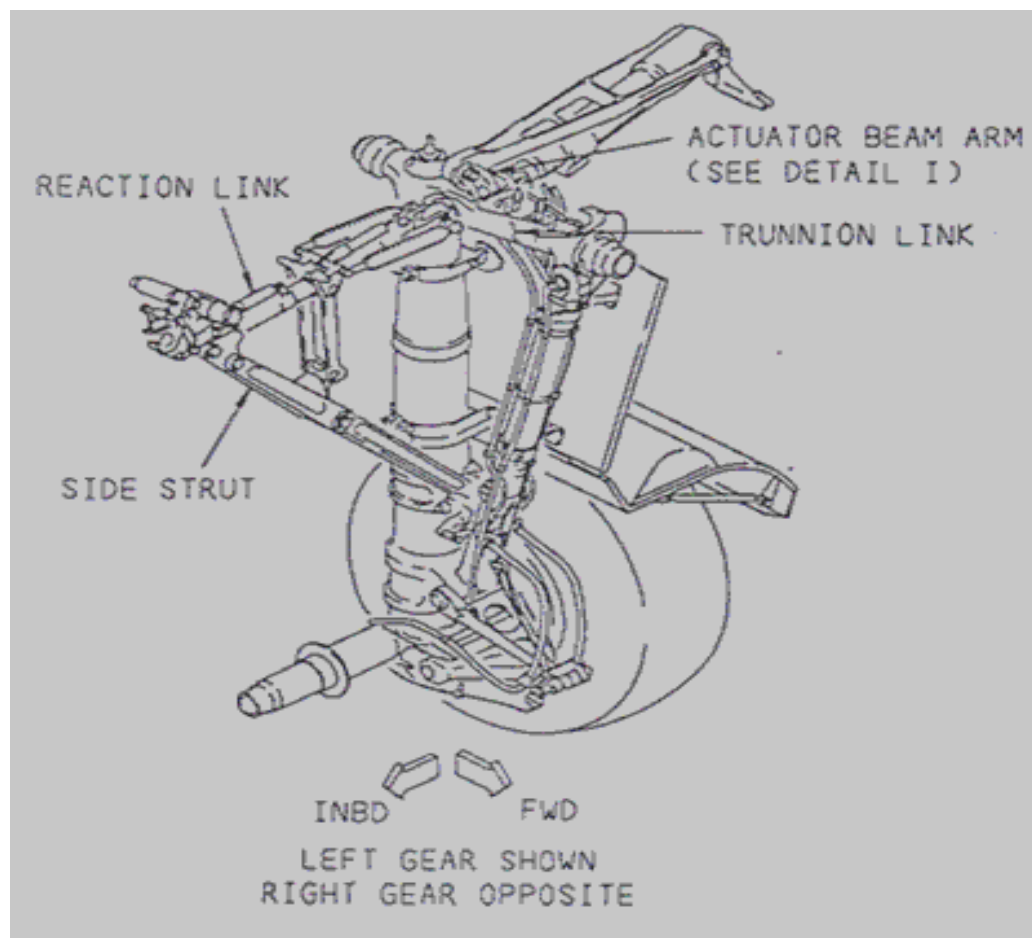


Figure. 15 : Dessin d'un train d'atterrissage principal.

III. Classification des atterrisseurs :

Le train d'atterrissage supporte l'avion au sol. Il faut aussi que le sol soit capable de supporter la pression exercée sur lui par l'intermédiaire des pneus. Les aires de manœuvre et de circulation sont conçues pour résister à une pression bien définie. la résistance de chaque aire d'un aéroport à la charge imposée est déterminée répertoriée selon son groupe de classification de charge qui est rétabli en fonction de la nature du revêtement du terrain (load classification number) sur lequel est bâtie la chaussée.

Pour avoir une fiable charge, le constructeur fera le calcul en tenant compte de la masse totale au décollage, de la pression des pneus et de la configuration du train .de même, il peut augmenter le diamètre des pneus mais cette méthode consiste à multiplier le nombre de roues sur les jambes de train et on trouve selon la masse de l'avion, quatre configuration :

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

- roue simple.
- roues doubles.
- roues en tandem.
- roues en boggie.

Le constructeur peut aussi choisir de multiplier le nombre de jambes du train principal.

IV. Principaux éléments d'un train d'atterrissage :

Les principaux éléments structuraux sont :

1. L'amortisseur :

L'amortisseur se trouve souvent à l'intérieur de la jambe du train, son rôle est :

- d'absorber l'énergie cinétique 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 qu possible.
- Créer des forces élastiques qui équilibrent le poids de l'avion afin d'assurer la suspension élastique de l'avion au sol.
- Amortir les oscillations verticales pendant le rouage.

Le principe de construction de l'amortisseur est simple. Deux tubes s'emboîtent librement l'un dans l'autre. La tige (le piston) absorbe les introductions verticales et les intègres en couissant dans le fut avant que ce dernier ne les transmet aux attaches.

La position (a)représente la situation de l'avion au sol avec train sorti. La chambre inférieure de l'amortisseur est remplie de liquide hydraulique. A l'impact, le tube supérieur se renforce dans le tube inférieur et cela comprime encore plus l'air sous pression que l'amortisseur renferme. En même temps, le liquide est chassé de la chambre inférieure vers l chambre supérieure mais ce déplacement doit se faire en passant par l'orifice d'ajutage. L'amortisseur prend alors la position (b) .après l'impact, l'air comprimé tend à repousser les tubes en exerçant une pression sur le liquide mais ce mouvement est ralenti par l'ajutage. Le rebondissement est donc largement atténué .lorsque l'avion repose au sol, l'amortisseur prend une position intermédiaire entre l'extension et la compression maximales(c).

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

1.1. Fixation sur la structure :

Le train escamotable peut être monté par rotule ou par coussinets et tourbillon. Ce dernier est généralement utilisé.

Le train d'atterrissage est le plus souvent fixe afin de diminuer la masse, il est fixé au moyeu de trois petits vis, posant les blocs de bois pour décompresser la fixation des dômes.

1.2. Différents types d'amortisseurs :

A. Amortisseur à caoutchouc :

On utilise un ressort ou bien des piles de galets (pour les avions légers). Le phénomène de friction mécanique atténue les rebondissements. Voir (Fig. 16).



Figure. 16 : Amortisseur en caoutchouc

A.1 Amortisseur en caoutchouc en extension :

Leur inconvénient est l'élasticité des bandes en caoutchouc, ils sont simples en conception, et effectuent des rebondissements spectaculaires (grand ex : piper J-3enb (avion léger)).

A.2 Amortisseur en caoutchouc en compression :

Rebondissement raisonnable par rapport au précédent, utilise généralement dans les avions légers.

B. Amortisseur pneumatique :

Il contient l’air comprimé élastique. Voir (Fig. 17).



Figure. 17 : Amortisseur pneumatique

C. Amortisseur oléopneumatique :

C’est un type d’amortisseur que nous rencontrons le plus souvent. Il convient aussi bien aux gros qu’aux petits avions pour son efficacité et sa fiabilité. Voir (Fig. 18).



Figures. 18 : Les amortisseurs oléopneumatique

D. Amortisseur à compression de liquide :

Compression de 5% du liquide sous une pression de 7000Kpa.
Il se comprime aussi de 25% sous $P=350000Kpa$ pour les avions militaires.
Voir (Fig. 19).



Figure. 19: Amortisseur à compression du liquide

2- La contre fiche :

Sa position est variable suivant la construction .elle est située à l'avant ou à l'arrière de la jambe. Elle s'oppose à l'effort de flexion vers l'arrière .elle est articulée sur la structure. Enfin, c'est en général sur la contre fiche que s'effectue le verrouillage bas. Il existe des contre fiches latérales. Voir (Fig. 20).



Figure. 20 : La contre fiche dans un train d'atterrissage

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d’atterrissage.

3-Le caisson :

Constitue le « corps » de l’atterrisseur. Il contient l’amortisseur et assure la transmission des efforts principaux vers la structure avion.

4- Les roues :

La roue assure le roulage, le freinage et les évolutions au sol. Sa constitution fait apparaître une jambe avec le dispositif mobile de freinage tournant sur des roulements centrés sur la fusée et un pneumatique, avec ou sans chambre à air (tubeless) gonflée à l’air ou à l’azote.

4.1 Différents types de roues :

4.1.1 La roue monobloc :

Elle se compose d’une seule pièce. L’installation du pneu sur cette roue se fait en force par extension du talon par-dessus de la jante. L’inconvénient de cette installation est que sous des fortes charges latérales, le pneu risque de se déjanté, c’est-à-dire sortir de la roue .ce type de pneu ne convient donc qu’à des avions légers. Voir (Fig. 21).



Figure. 21 : Roue monobloc.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

4.1.2 La roue à moyeu divisé :

La roue à moyeu divisé consiste en deux demi roues complémentaires l'une de l'autre et maintenues ensemble par des boulons. L'ensemble consiste un bloc extrêmement résistant capable de supporter de grandes charges verticales et latérales .un joint placé entre les deux demi roues donne l'étanchéité nécessaire pour installer un pneu sans chambre à air. Voir (Fig. 22).



Figure. 22 : Roue à moyeu divisé.

4.1.3 Le roulement à galet :

On appelle roulement, un ensemble de pièces insérées entre deux organes mobiles l'un par rapport à l'autre et destinées à remplacer un glissement par roulement.

Le choix des roulements est déterminé en fonction des critères tels que :

- la nature des efforts à encaisser.
- les conditions d'utilisation (lubrification, nature du montage, fonctionnement avec chocs...)
- l'encombrement dimensionnel à respecter.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

Les roulements destinés aux montages des roues sont des roulements à rouleaux coniques ou à galets .les génératrices des rouleaux et du chemin de roulement de bague intérieure ont un même sommet sur l'axe de roulement. ils sont généralement montés par paires en opposition (en tenant compte qu'il faut considérer le moyeu tournant dans ce cas).le roulement à galet est le type de roulement que l'on utilise le plus souvent dans les roues .

Le chemin de roulement inférieur est en forme de cône celui de l'extérieur en forme de couple .les rouleaux coniques appelés galets, permettant de supporter de lourdes charges radiales et latérales .une cage de roulement maintient les galets correctement alignés .le chemin du roulement intérieur peut glisser légèrement sur l'axe de la roue. Cette particularité permet de répartir également les charges et l'usure sur la surface de roulement et de faciliter le démontage de la roue. Voir (Fig. 23).



Figure. 23 : Roulement à galet.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

5- Les pneus :

Les pneus constituent l'enveloppe souple de la roue qui matérialise la surface de contact et d'adhérence de l'avion sur la piste et qui contribue à l'absorption des chocs.

5-A. Description du pneu :

Dans la coupe schématique d'un pneu , la matrice d'un pneu est constituée de caoutchouc vulcanisé qui inclut des additifs dont la carbone, qui sert à conduire la décharge de l'électricité statique de l'avion au moment de l'atterrissage. Les séparateurs noyés dans une épaisse couche de caoutchouc en dessous de la bande de roulement sont constitués de tissu synthétique résistant. L'enveloppe est faite de nappes de rayonne ou de nylon superposées et séparées par une couche de caoutchouc. La résistance de l'enveloppe dépend du nombre

de nappes. Le talon du pneu comporte des enroulements de fils d'acier pour maintenir fermement le pneu sur la roue.

Pour éviter aux réacteurs l'injection d'eau projetée par les pneus sur une surface mouillée, on ajoute à l'épaulement une protubérance en caoutchouc qui forme un rebord déflecteur (pneu à bavettes).

Sur une surface mouillée, le pneu forme en avant de lui un coin d'eau qui le soulève et qui diminue son adhérence .pour un épaisseur d'eau donnée, il y a une vitesse précise à laquelle ce phénomène apparaît. Des sillons larges et profond dans le pneu, laissant un passage libre pour l'écoulement de l'eau, atténuent le phénomène de l'hydroplanage. Dans un des sillons du pneu, on trouve parfois une petite traverse de caoutchouc qui sert d'indicateur d'usure. Lorsque la nervure est usée jusqu'au niveau de cette traverse, il est temps de changer le pneu. Dans certains pneus, on met une toile témoin à une certaine usure qu'il faut procéder au changement du pneu.

Les pneus (tubeless) sont généralement utilisés à cause de leur résistance supérieure aux impacts et aux dommages par pénétration. Voir (Fig. 24).

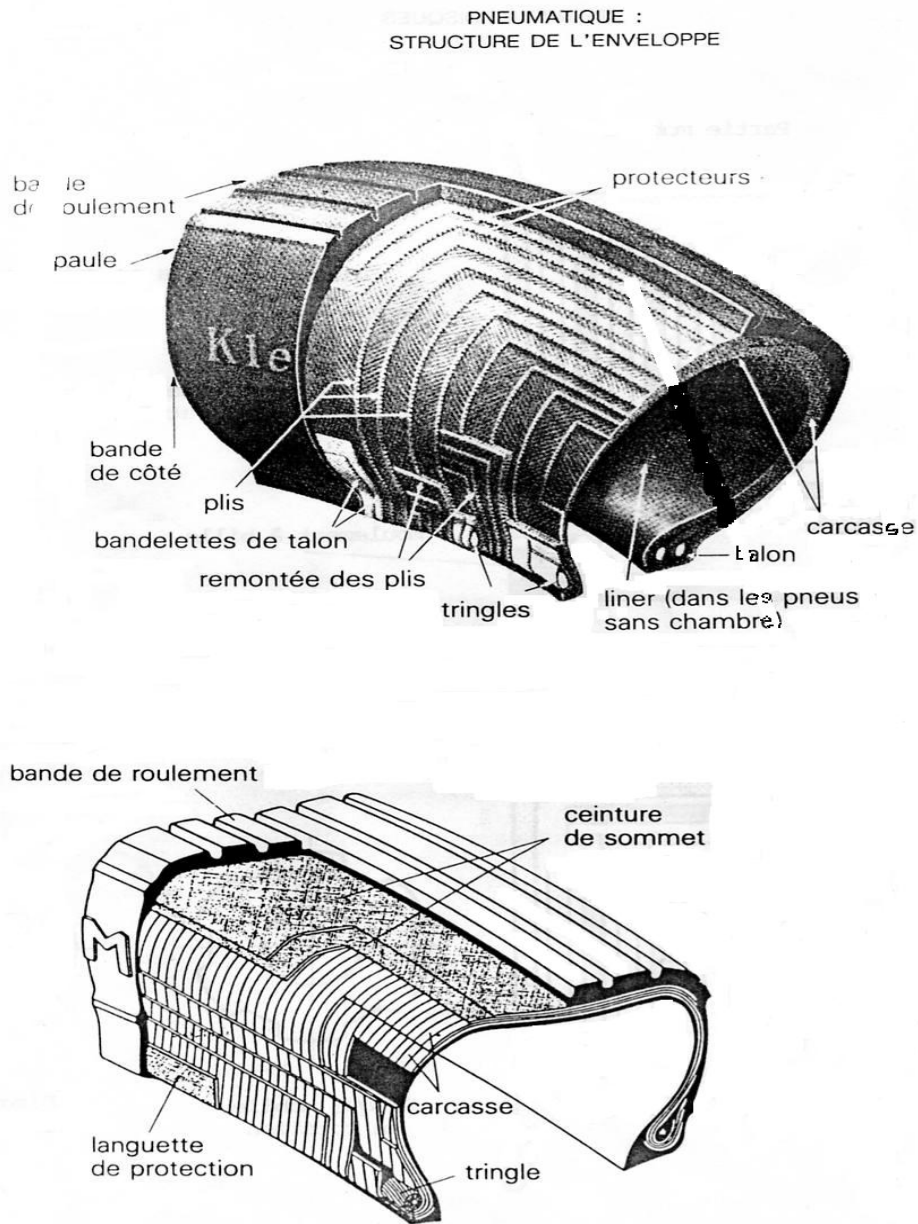


PLANCHE 13

Figure. 24 : Coupe d'un pneu d'un train d'atterrissage.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

5-B. Qualités d'un pneu :

Le pneu doit pouvoir :

- Supporter les grandes vitesses de roulements et surtout l'accélération brutale de l'impact sans se déformer ni s'user excessivement.
- Supporter les couples de torsion élevés lors du freinage et surtout éviter le cheminement du pneu sur la jante.
- Résister aux fortes températures engendrées par les freins sans accuser une diminution excessive des performances.
- Supporter les charges latérales sans déformations dangereuses.
- Maintenir une adhérence adéquate dans toutes les conditions possibles du revêtement de la piste (sèche, mouillée, recouverte neige...) et retarder l'effet de l'hydroplanage.
- S'user modérément.

5-C. Formes géométriques :

Un pneu à la forme générale d'un tore en caoutchouc .les pneus sont désignés par les chiffres caractérisant leurs dimensions :

D : diamètre intérieur

W : largeur du pneu

D0 : diamètre extérieur

Et un certain nombre de caractères tels que :

- Un nombre de plis caractérisant la résistance de la carcasse.
- Charges autorisées.
- Gamme de vitesse d'utilisation.

La mise au point du pneumatique permet d'augmenter la charge qui lui sera appliquée et sont nombre d'atterrissage. Pour cela, il est tenu compte de :

- la qualité de la gamme et du tissu.
- la structure sculpturale qui facilite l'adhérence et atténue la propagation des coupures.
- la bonne répartition des toiles.

CHAPITRE I : Description des différents types de trains d'atterrissage.

6- Le vérin de relevage :

Il permet l'escamotage du train. Il est de type à double effet avec quelques fois un mécanisme de verrouillage interne. Quand ce dernier est verrouillé, il peut constituer une contre fiche.

Le choix de l'emplacement du vérin varie grandement d'un avion à l'autre. On recherche généralement la course du piston hydraulique la plus courte possible afin de diminuer le poids.

7- Commandes des trappes :

Les trappes referment le logement de chaque atterrisseur et elles sont manœuvrées :

- Mécaniquement ; chaque trappe articulée sur la structure et reliée à la jambe de l'atterrisseur.
- Hydrauliquement ; lorsque l'effort de manœuvre est trop important, l'ouverture et la fermeture des trappes sont assurées par un vérin hydraulique commandé à l'aide des clapets de séquences, enfin de course (rentrée ou sortie de l'atterrisseur). Voir (Fig. 25).



Figure. 25: Rentré des atterrisseur et fermeture des trappes.

8- Le système de verrouillage :

Le positionnement hydraulique n'est pas suffisant. Il est nécessaire de verrouiller mécaniquement l'atterrisseur en fin de course pour soulager le circuit hydraulique et de même pour pallier la panne de ce circuit.

Le verrouillage en position (train sorti) doit être mécanique afin d'obtenir le blocage géométrique du train. Il permet donc d'éviter la rentrée du train quand l'avion est en contact avec le sol.

Généralement le verrouillage est mécanique ; ce dernier est réalisé par un vérin alimenté par le circuit (rentrée).

Le verrouillage s'effectue par un dispositif d'accrochage mécanique à la jambe. Le décrochage, hydraulique, et souvent doublé d'une commande mécanique, puis le train descend par gravité.

L'escamotage du train par circuit hydraulique :

8.1 Principe :

Sans l'explication de la production de l'énergie hydraulique pour la commande du train d'atterrissage, nous allons décrire brièvement le système correspondant. Celui-ci comprend principalement des clapets sélecteurs, des vannes de séquences, des vérins et des dispositifs de verrouillage.

Les vannes de séquences sont des clapets asservis qui permettent de diriger le liquide hydraulique dans les différents vérins selon un ordre logique de fonctionnement de cette vanne.

Quand le sélecteur est dans la position indiquée par la figure, la pression est dirigée vers la face du piston qui relève la jambe du train et vers la vanne de séquence.

Quand la jambe est proche de la position rentrée, elle attaque le poussoir de la vanne de séquence qui s'ouvre et laisse passer le liquide hydraulique vers les vérins des portes du train .pour sortir le train, il suffit de placer le sélecteur dans la position (B). Voir (fig. 26).

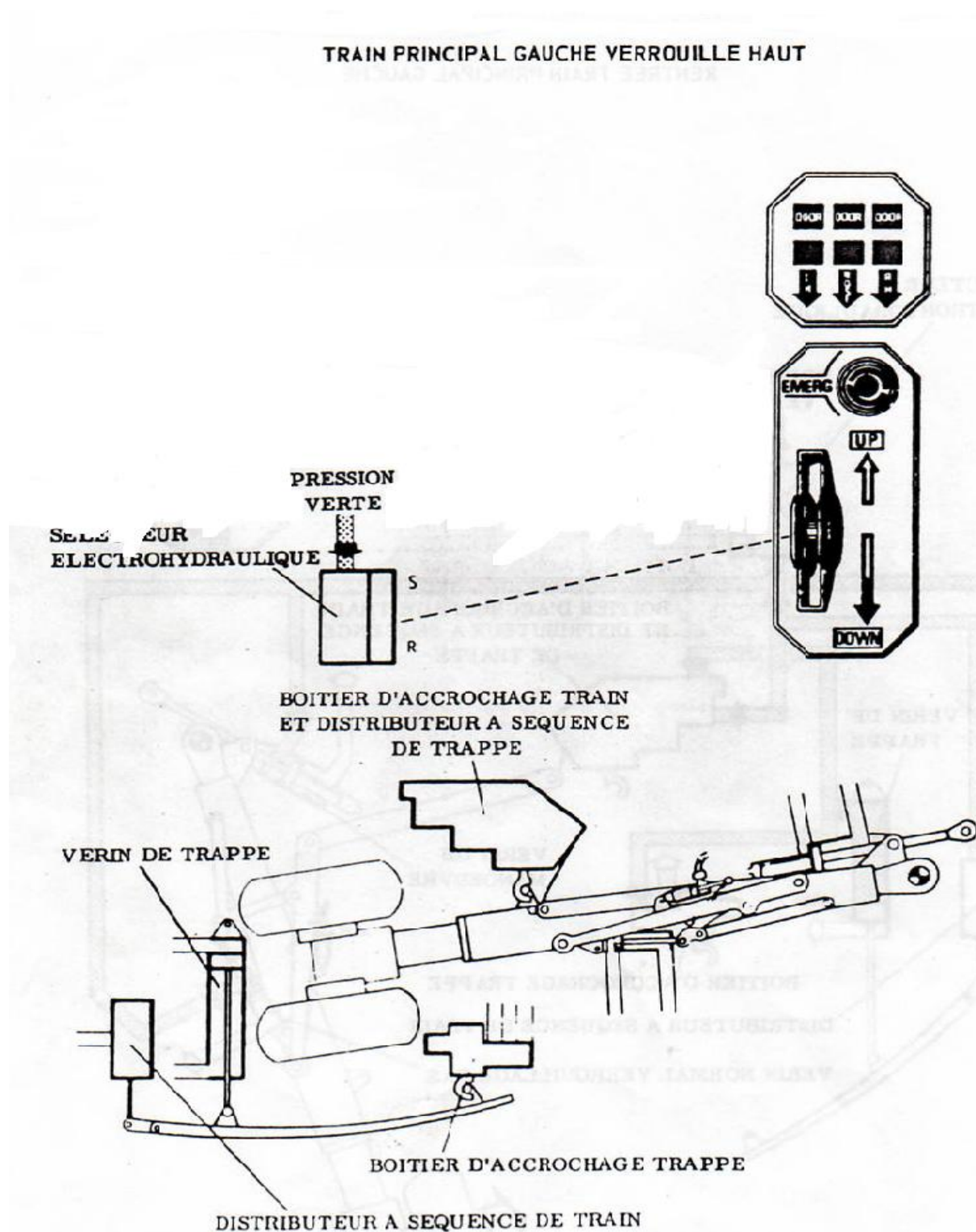


Figure. 26 : verrouillage du train principal et fermeture des trappes.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d’atterrissage.

8.2 Les dispositif de sortis d’urgence :

Un system d’urgence est placé dans le circuit hydraulique pour abaisser le train quand le circuit hydraulique principale est défectueux.

Sur les trains à escamotage hydraulique, le système d’urgence le plus courant est celui à dégagement manuel du dispositif de verrouillage et à abaissement du train par graviter. Une pompe à main, une fois sélectionnée par un clapet sélecteur, se substitue au circuit hydraulique principal et permet de verrouiller le train en position sortie.

8.3 contrôle de sécurité :

Le fonctionnement du train est déterminé par les points suivants :

« Rentrée »le train est en position rentrée et verrouillé.

« Sortie »le train est en position sortie et non verrouillé.

« Neutre »ou « transit » le train n’est ni sorti ni rentré et non verrouillé.

Pour chaque atterrisseur, le contrôle de ces positions est indiqué par :

- Signalisation optique indicateur de position.
- Signalisation sonore si l’avion entame la manœuvre qui précède immédiatement l’atterrissage avec le train en position « rentrée »

Le contrôle est réalisé par :

- Deux voyants lumineux par atterrisseur (un rouge, l’autre vert) contrôlent les positions « rentrée » et « sortie », alimentés par les verrouilles. Ils indiquent :
 - A. Voyants vert allumés : train sortis et verrouillés.
 - B. Voyants rouges allumés : train en mouvement (transit).
 - C. Tous les voyants éteints : train rentrés et verrouillés.
- Un klaxon est automatiquement alimenté en cas de réduction des gaz si l’un des trois atterrisseurs n’est pas verrouillé sortie.

Dans certains avions, il est possible de visualiser directement le verrouillage bas.

V. Efforts supportés par le train :

Le train principal supporte la plus grande partie des efforts, le train avant en général moins chargé, assure la stabilité et la maniabilité.

Les principaux efforts encaissés par la partie oscillante des atterrisseurs et transmis aux attaches.

1. Effort dus à l'impact :

Lors de l'atterrissage, du fait de la vitesse de chute, une certaine énergie cinétique doit être absorbée par le train. Le constructeur de l'avion fera le calcul des réactions du sol sur un train de la façon suivante :

- Atterrissage sur un train principal en tenant compte de la vitesse verticale.
- Les charges dues aux évolutions au sol.
- Le rebondissement à l'atterrissage.

2-Efforts latéraux :

Lors de l'atterrissage par vent de travers, nous avons une flexion latérale, les trains doivent donc supporter ces efforts qui sont aussi importants.

3-Efforts dus au freinage :

Ils se traduisent par une flexion dirigée vers l'arrière, un couple de torsion autour de l'axe de la jambe sur les roues montées en porte à faux.

VI. Le système d'extension/rétraction :

La séquence d'extension/rétraction des trains est conditionnée par la position du levier de commande « rentrée/sortie » des trains et par la réponse des détecteurs de positions du train et des trappes. Elle commande successivement l'ouverture des trappes, le déverrouillage du train, l'extension du train, le verrouillage du train en position basse, puis la fermeture des trappes principales (et inversement lors de la rétraction). Les trappes arrière sont commandées directement par l'atterrisseur.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d’atterrissage.

En mode normal, la sortie de l’atterrisseur est assurée par l’action du **vérin de manœuvre** (actuating cylinder) qui sert en même temps d’amortisseur de fin de course afin d’éviter un verrouillage bas trop violent, tandis que le **vérin de déverrouillage** presse la **contre-fiche secondaire** (lock link) sur ses butées pour l’arc-bouter. En mode secours (dit « Free Fall »), la sortie du train se fait par gravité, aidée par les efforts aérodynamiques. **2 ressorts de traction** (lock springs) assurent et maintiennent le verrouillage de l’atterrisseur en position basse, en bloquant arc-boutés les 2 bras de la contrefiche secondaire et par conséquence celle de la **contrefiche principale** (drag strut).

Lors de la rétraction du train, les flux hydrauliques alimentant les actionneurs sont inversés. La rétraction est déclenchée par l’action du vérin de déverrouillage qui brise l’arc-boutement de la contrefiche secondaire et par conséquent celui de la contrefiche principale à laquelle elle est connectée. Le système ainsi déverrouillé est remonté dans la case de train à l’aide du vérin de manœuvre. Des **boîtiers d’accrochage** (uplock assembly) permettent de verrouiller les trains et les trappes en position haute.

VII. Le système de direction (Nose Wheel Steering) :

L’action du pilote sur la commande de direction est transmise au *vérin de direction* (steering actuator) par l’intermédiaire d’un calculateur (BSCU) et d’un système hydraulique. Le vérin est équipé d’une crémaillère en prise avec le pignon du tube tournant. La rotation du tube tournant est transmise à l’essieu par l’intermédiaire du compas. Dans d’autres cas, et pour réduire l’encombrement, le système pignon/crémaillère est remplacé par un concept utilisant 2 vérins (dit « push/pull ») agissant directement sur le tube tournant.

VIII. Le système de freinage :

La jante assure le support du pneu ainsi que le logement du système de freinage. Le système de freinage est constitué de disques multiples (généralement en carbone) et d’étriers à pistons. Le freinage d’un avion lors d’une phase d’atterrissage ou lors de l’interruption d’une procédure de décollage (Rejected Take Off), nécessite la dispersion d’une très grande quantité d’énergie. Le système de freinage constitue dans cette phase un puits de chaleur. Les roues sont donc soumises à d’importantes

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

1-Le Freinage :

1-A. Rôle :

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

1-B. Etude de train d'atterrissage :

Il permet d'autre part :

- De faciliter le décollage sur trains courts (pour certains avions).
- De procéder à des points fixes et l'immobilisation au parking.

L'avion ayant toutes ses roues sur le sol, la réalisation du freinage consiste à appliquer sur lui-ci une force dirigée vers l'arrière pour l'arrêter. Plusieurs moyens sont possibles :

- Utilisation d'un parachute frein.
- Utilisation de l'inversion de pas de l'hélice ou de la poussée sur les moteurs.
- Utilisation des freins de roues.

1-C. Les Organes de commande :

Dans le roulement rectiligne, l'action des freins doit être identique sur les deux atterrisseurs principaux.

Dans les évolutions au sol, on doit pouvoir agir différemment sur les freins. Ces résultats sont atteints soit :

- Par action sur les pédales indépendantes du palonnier actionnant directement sur chaque jeu de freins.
- Par action sur une commande centrale unique agissant sur le répartiteur (Conjugué avec le palonnier).

De plus le freinage doit être instantanée. Les pédales agissant sur leur répartiteur détenteur respectif afin de distribuer la pression hydraulique détendue vers les vérins de freins.

Lors du freinage par les roues et si V est la vitesse horizontale de l'avion à l'impact, l'énergie $W = \frac{1}{2} mV^2$ doit être entièrement dissipée pour obtenir l'arrêt de l'avion. Cette énergie sera transformée en chaleur dans les blocs de frein.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

1-D. L'organe récepteur : (les freins à disques)

On précise dans notre étude que les freins à disques.

Le frein à disque est constitué d'un disque solidaire de la roues et de deux patins fixes placés symétriquement de chaque cote du disque et qui pincent .Les patins portent les garnitures et sont logés dans un étrier . Cet étrier est le plus souvent fixé sur un flasque solidaire de l'essieu.

Les garnitures sont constituées de pastilles cylindriques. Pour éviter l'échauffement du liquide hydraulique dans le piston, on peut utiliser un contact à rotule, interposer une plaquette d'isolant thermique.

Le disque habituellement est fabriqué en acier au chrome qui permet d'obtenir une excellente résistance aux rayures et à la corrosion et qui donne un excellent fini à la surface du disque.

Afin d'augmenter la surface de freinage, on a mis pour les avions lourds, des freins à disque multiples. Ces freins sont constitués de disque rotatifs ou rotors, de disque fixes ou stators, de pistons et de dispositifs d'ajustement automatique.

Les disques sont entraînés par la roue, les disques de freins solidaires de la fusées et munis de garnitures, sont déplacés latéralement par des vérins ordinaires ou annulaires.

Les avantages sont issus de l'augmentation aisée de la surface de freinage, la commodité du réglage et la bonne porté des garnitures.

Le poids important et la mauvaise évacuation calorifique sont son les inconvénients majeurs.

IX.Le dispositif particulier de la roue avant :

La plus part des avions modernes sont équipés d'un train tricycle. Bien que les avantages d'une telle configuration dépassent en importance (et de très loin) ses inconvénients.

Il faut inclure dans le train avant certains dispositifs nécessaires :

- Le mécanisme de centrage du train avant.
- L'amortisseur de shimmy.
- Le système d'orientation.

CHAPITRE I : Description des différent types de trains d'atterrissage.

1- Le mécanisme de centrage :

Il est très important que les roues avant soient alignées sur l'axe de l'avion avant qu'elle ne touche le sol. Un désalignement du train avant au moment de l'impact provoquerait une violente embardée de l'avion et exposerait la jambe du train à une rupture. Au moment du relevage du train, il faut aussi que le train avant soit aligné pour pouvoir pénétrer correctement dans son puits.

Un désalignement pourrait provoquer l'arrachement des portes de train et d'autres dommages au fuselage.

Sur les avions lourds et sur de nombreux avions légers, on utilise un système à came de centrage.

Lorsque le train n'est pas soumis au poids de l'avion, l'amortisseur prend son extension maximale. Vers la fin de la course, la partie bombe située à l'extrémité interne du tube inférieure vient s'engager sur le came de centrage qui est elle même rattachée par une tige au tube télescopique supérieur. Ce qui interdit toute rotation de ces deux tubes.

Notons que le compas du train avant n'est pas relié directement au tube supérieur mais à un collier qui tourne autour de ce tube et qui est rattaché au dispositif d'orientation du train avant.

2- L'amortisseur de shimmy :

Le train avant d'un avion set fréquemment soumis à un mouvement d'oscillation latérale appelée shimmy. Cette oscillation est instable à cause de la géométrie de train avant (position du centre de gravité, mécanisme d'orientation). Elle est e résultat d'un couplage entre une oscillation d'origine cinématique et une vibration de flexion de l'atterrisseur.

L'oscillation cinématique provient de la dissymétrie du type de pneu par rapport au pivot.

L'oscillation de flexion de l'atterrisseur est provoquée par la fréquence de vibration de torsion de fuselage autour de son axe élastique.

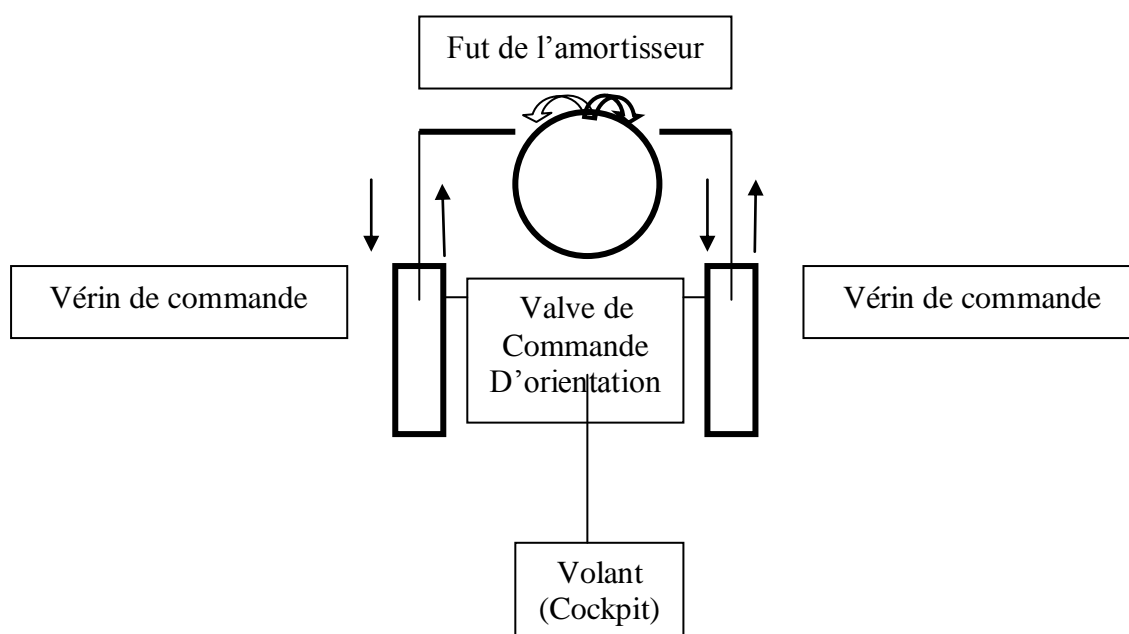
Le shimmy pose le problème dynamique le plus critique pour le dessin du train avant, il peut être la source de dommages qui peuvent aller jusqu'à la rupture du train. Il faut donc éviter ou au moins limiter l'amplitude d'oscillations.

Le moyen pour réduire la tendance au shimmy est d'aligner et équilibrer correctement les roues. Mais cela ne suffit pas sur un avion, il faut utiliser les amortisseurs de shimmy qui sont nécessaires même sur les avions équipés ou servo commandés d'orientation du train.

3- le système d'orientation :

La plus part des avions sont équipés d'un système de freinage différentiel qui permet d'appliquer les freins sur les roues d'un seul coté du train principal. Il permet d'effectuer des virages serrés mais il impose un échauffement et une usure importante des freins et surtout des pneus. Cet inconvénient devient important lors de décollage ou de l'atterrissage et surtout par vent de travers.

On adopte donc un dispositif mécanique permettant la rotation autour de l'axe vertical du train avant.



Sur les avions dont la masse est élevée, le système mécanique d'orientation demande des efforts surhumains.

Le constructeur installe un système d'orientation assisté ou servo commande qui asservit la position des roues (Avant) à la position de commande d'un volant manœuvré par le pilote.

I. Description du Boeing 737-800 :

1. Historique :

Le Boeing 737 est un avion de ligne court et moyen courrier, produit par le constructeur américain Boeing. C'est le 9 avril 1967 que l'avion a effectué son premier vol en 2004, c'est l'avion le plus vendu au monde. Voici quelques chiffres pour illustrer son succès à travers le monde :

Plus de 1200 B-737 sont en air en même temps actuellement et chaque 5.3 secondes décolle un avion, pour que la flotte totale enregistre 124 millions d'heures de vol (HDV) et quelque 90 milliards de kilomètres.

Il existe trois générations du B737 :

B737-100 et 200 : Première génération motorisée par des réacteurs Pratt & Whitney JT8D (1144 unités produites).

B737-300,400 et 500 : Deuxième génération (classique) équipée de réacteurs CFM56-3 plus moderne et plus économique (1990 exemplaires construits).

B737-600, 700,800 et 900 : Nouvelle Génération (737NG) équipé de réacteurs CFM6-7B et d'un cockpit ultramoderne entièrement digital. Déjà plus de 1200 appareils produits.

2. Présentation de Boeing 737-NG :

2.1 Dimensions générales :

Les dimensions principales du B 737-800, représentées dans la figure.1, sont comme suit :

- La longueur est de 39.5 mètres (129 pieds et 6 pouces).
- L'envergure d'ailes est de 34.3 mètres (112 pieds et 7 pouces).
- La hauteur jusqu'au dessus du stabilisateur vertical est de 12.6 mètres (41 pieds et 2 pouces).
- L'envergure stabilo est de 14.4 mètres (87 pieds et 1 pouce).

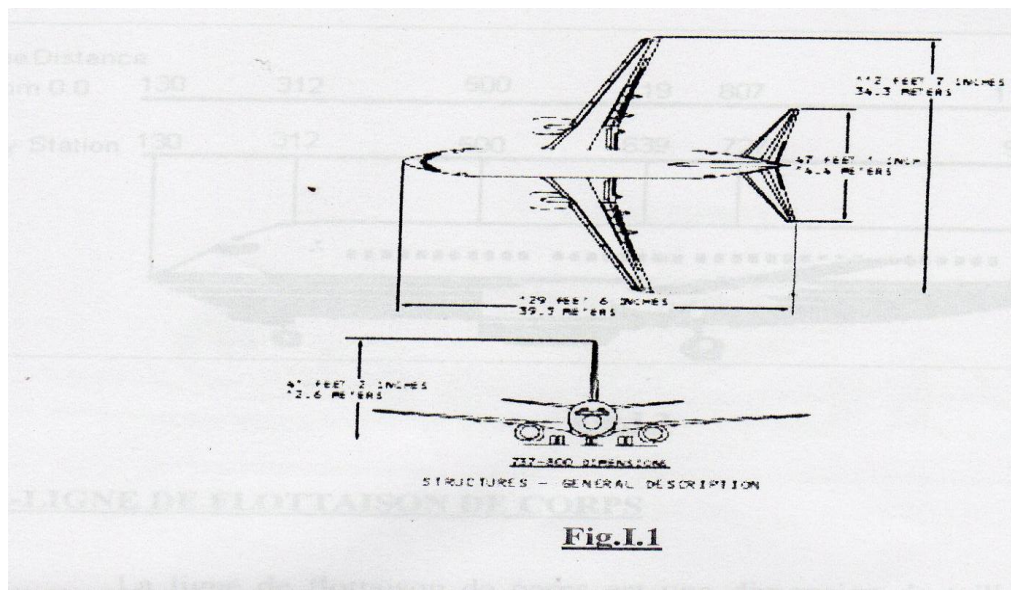


Figure.I.1 : Les dimensions du B737-800.

3. Limitations de masse :

- Masse maximale de roulage 156000 à 173000 livres (70762 à 78472 kg).
- Masse maximale au décollage 155500 à 172500 livres (70535 à 78244 kg).
- Masse maximale à l'atterrissage 144000 livres (65688 kg).
- Masse maximale sans carburant 136000 livres (61688 kg).

4. La vitesse :

- La vitesse d'utilisation maximale du Boeing 737-NG correspond au Mach 0.82.
- La vitesse de croisière est de 888 km/h.

5. L'altitude :

L'altitude maximale de l'avion est de 41000 pieds (12497 m).

6. Distance franchissable :

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

Les avions Boeing 737-NG sont pour les courtes distances franchissables. Ils peuvent voler de 1600 jusqu'à 2900 milles marins avec une pleine charge de passagers.

7. Le tour minimum :

Le tour minimum de Boeing 737-800 est de 77 pieds (23.5 m), les palonniers font tourner les roues avants au maximum 7 à gauche ou à droite pour l'usage pendant le roulage.

Lors de décollage et l'atterrissage le pilote emploie les palonniers pour faire des petits changements de la direction. Le volant d'orientation commande la direction si on déplace les deux commandes en même temps.

8. Le carburant :

Il y'a trois réservoirs dans le Boeing 737-NG : Voir (Fig.I.2).

- Le réservoir principal N 1.
- Le réservoir principal N 2.
- Le réservoir central.

8.1 Le réservoir principal N°1 :

Le réservoir principal N1 est dans la boite d'aile gauche, sa capacité nominale est de 8525 Ibs (3867 kg)

8.2 Le réservoir principal N°2 :

Le réservoir principal N 2 est dans la boite d'aile droite, sa capacité nominale est de 8525 Ibs (3867kg).

8.3 Le réservoir central :

Le réservoir central est dans le fuselage et les racines gauche et droite d'aile, sa capacité nominale est de 28221 Ibs (12802 kg).

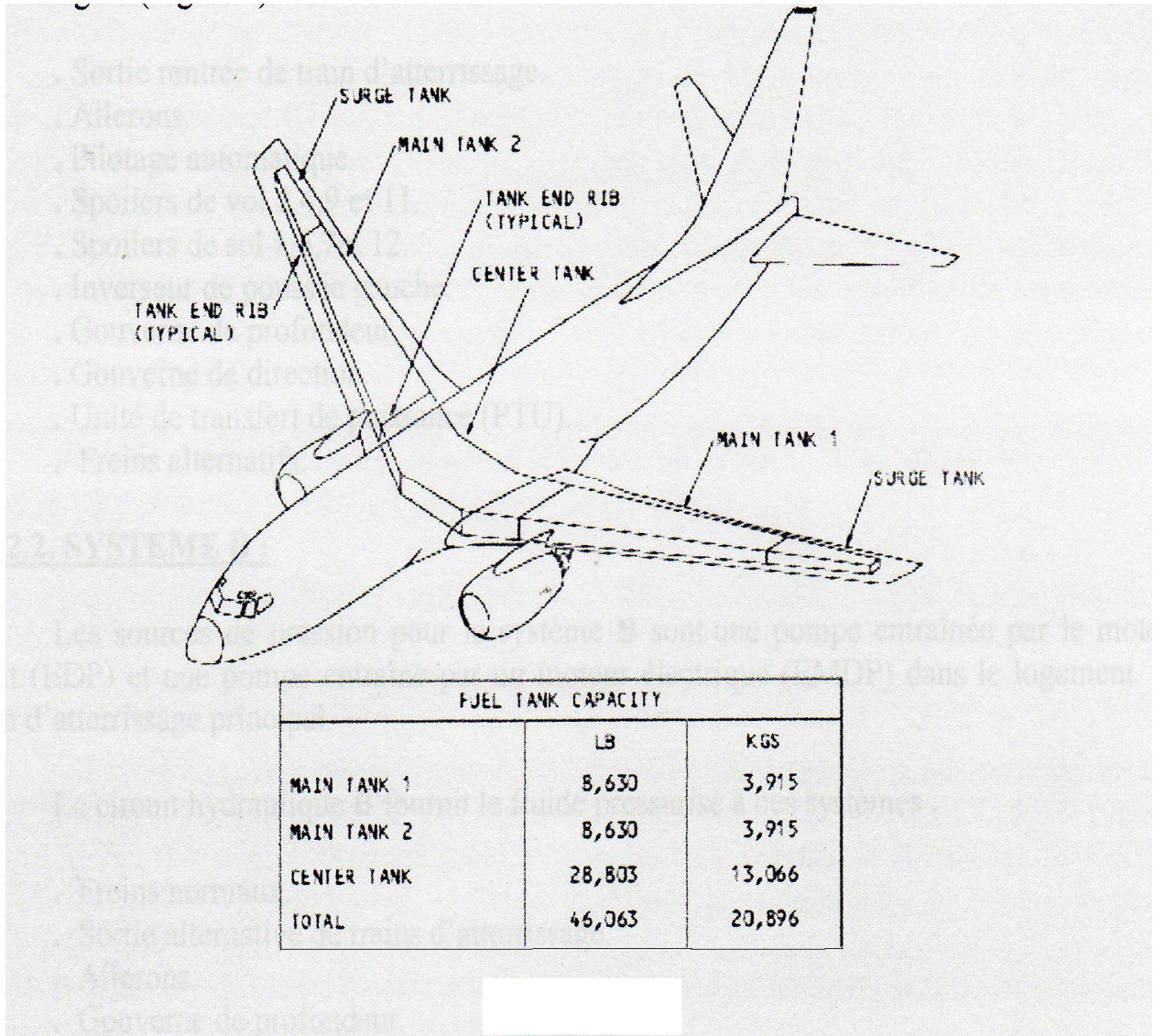


Fig.II.2

9. Circuits hydrauliques :

Dans un avion, le système hydraulique sert à transmettre l'énergie développée par une pompe au moyen d'un liquide sous pression. Au lieu d'utiliser des câbles. Des tringles, des poulies de renvoi et toute une timonerie complexe qui alourdissent la structure et lui imposent de gros efforts, il suffit d'amener une conduite hydraulique au voisinage de l'élément à déplacer. La puissance hydraulique, que l'on peut obtenir grâce à des pompes (de 20000 kpa

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

et plus) permet de développer des forces qu'il serait impossible de les transmettre mécaniquement à travers toute la cellule sans la déformer.

Le Boeing-NG a trois circuits hydrauliques indépendants :

A, B et ressource développent toute l'énergie nécessaire et fournissent la redondance du système.

9.1 Système A :

Les sources de pression pour le système A sont : une pompe entraînée par le moteur gauche (EDP) et une pompe entraînée par le moteur (EMDP) dans le logement de train d'atterrissage principal. Voir (Fig.I.3).

Le circuit hydraulique A fournit le fluide pressurisé à ses systèmes :

- Sortis rentrée de train d'atterrissage.
- Ailerons.
- Pilotage automatique.
- Spoilers de vol 2, 4,9 et 11.
- Spoilers de sol 1, 6,7 et 12.
- Inverseur de poussée gauche.
- Gouverne de profondeur.
- Gouverne de direction.
- Unité de transfert de puissance (PTU).
- Freins alternatifs.

9.2 Système B :

Les sources de pression pour le système B sont une pompe entraînée par moteur droit (EDP) et une pompe entraînée par un moteur électrique (EMDP) dans le logement de train d'atterrissage principal.

Le circuit hydraulique B fournit le fluide pressurisé à ces systèmes :

- Freins normaux.
- Sortie alternative de train d'atterrissage.
- Ailerons.
- Gouverne de profondeur.
- Gouverne de direction.
- Pilotage automatique.
- Spoilers de vol 3, 5, 8 et 10.

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

- Inverseur de pousser droit.
- Volet et bec de bord d'attaque.
- Volet de bord de fuite.

9.3 Unité de transfert de puissance :

L'unité de transfert de puissance (PTU) est une pompe hydraulique avec moteur qui fournit une source d'énergie alternative pour l'opérateur automatique de bec de bord d'attaque si la pression du système B (EDP) est perdue.

Le système A entraîne le moteur une fois requis, la pompe pressurise le fluide obtenu à partir du réservoir du système B.

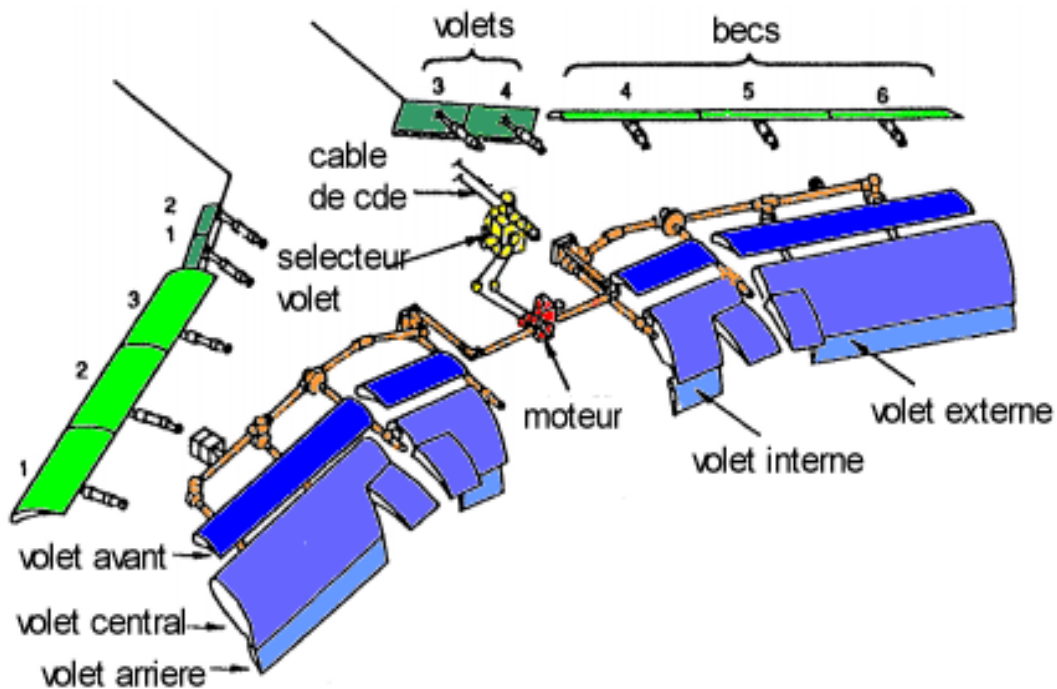


Figure. I.3 : Dispositif hypersustentateur B737

10. Moteurs :

Le B 737-800 est équipé de deux turbomoteurs électroniquement contrôlés (CFM56-7B). L'amélioration des performances du CFM56-7B repose en grande partie sur sa nouvelle soufflante en titane de 1550 mm de diamètre avec aubes à large corde, son corps haute pression et sa turbine basse pression, eux aussi novateurs.

Il est équipé d'un système tel que le circuit de carburant qui est asservie et réglé à l'aide d'un calculateur numérique ECU (unité électronique de contrôle moteur). Une des plus importantes particularités du CFM56-7b, qu'il est de conception modulaire permettant le changement d'un module sans le désassemblage général du moteur. Toute ces innovations ont été réalisées à l'aide des méthodes de conception aérodynamique 3D les plus avancées.

Le CFM56-7B intègre également une nouvelle régulation électronique pleine autorité de nouvelle génération (FADEC). Et pour répondre aux exigences des compagnies les plus soucieuses de l'environnement, le CFM-7B est proposées en option avec une chambre de combustion à boule tête.

Ces diverses caractéristiques s'ajoutent à l'une des conceptions les plus avancées actuellement disponible.

Sa turbine haute pression, dotée d'aubes mono cristallines en alliage N5. Permet au CFM56-7B des avancées notables par rapport au CFM-3 :

- Une température de fonctionnement plus basse, avec des marges de température de sortie turbine plus élevées, pour une meilleure longévité du moteur sous l'aile.
- Une consommation spécifique de carburant réduite de plus de 8%.

Un autre objectif important pour le CFM56-7B consistait à offrir aux compagnies une réduction de 15% des coûts de maintenance par rapport au CFM-3C1 à sa poussée maximale de 105 KN. L'objectif a été atteint, tout en conservant le niveau de fiabilité exceptionnel de son prédécesseur, et en permettant à la famille B737-NG d'être certifiée ETOPS 180 par la FAA, moins de deux ans après son entrée en service. Le B737/CFM56-7B est le premier avion mono couloir à obtenir cet agrément, malgré un taux d'exploitation dépassent parfois une moyenne de 15 vols par jour.

Le réacteur CFM56-7B se compose de quatre modules principaux (Voir Fig. I.4) :

- Module fan : soufflante + CBP.
- Module core : CHP + C.C +THP.
- Module turbine basse pression.

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

- Module gearbox : boîte d'entraînement d'accessoire.

CFM international est une société commune 50/50 de Snecma (Etat-Unis) et de General Electric GE (Etat-Unis). Le module core est fabriqué par GE et Snecma la partie froide.

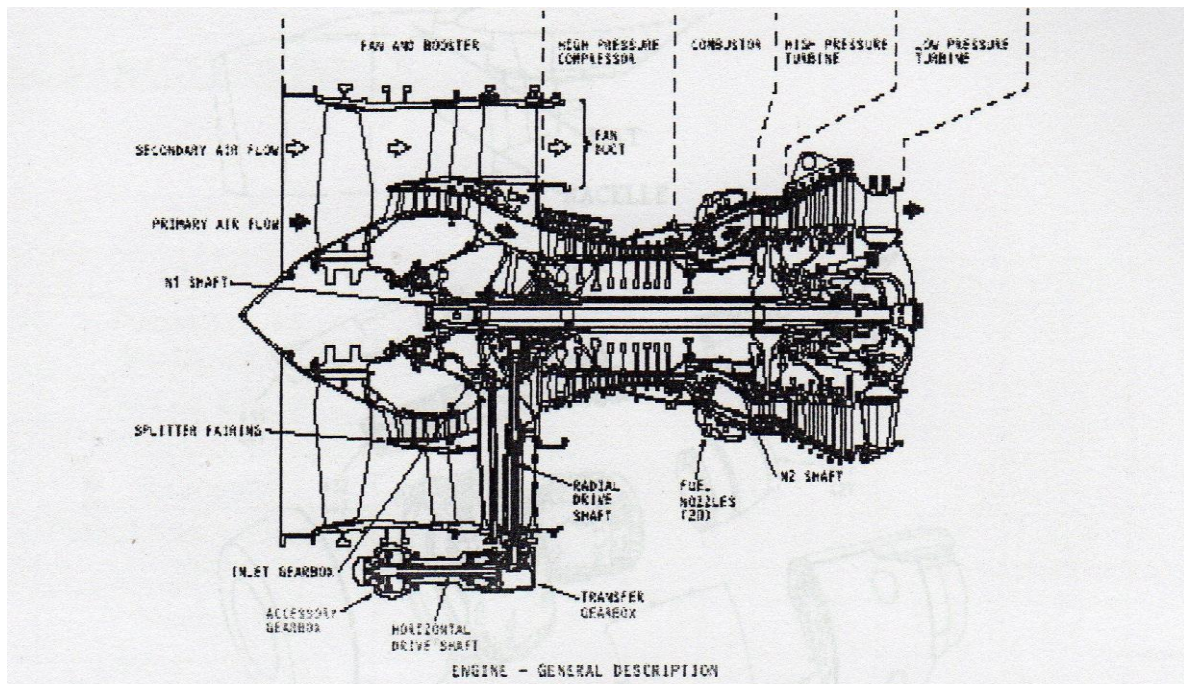


Fig. I.4

10.1 Le mat :

Les mats du moteur installés sous chaque demi d'aile ont pour fonction :

- Supporter le moteur.
- Permettre le cheminement et l'attachement de tous les systèmes qui sont reliés au moteur (câblage électrique, hydraulique, prélèvement d'air et de carburant).

10.2 La nacelle :

La nacelle du réacteur CFM56-7B donne la forme aérodynamique au moteur, elle se compose de : voir (fig. I.5)

- Le capot d'entrée d'air.

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

- Les capots de moteurs.
- L'inverseur de poussée.
- Les capots de core moteur.
- La tuyère d'éjection.

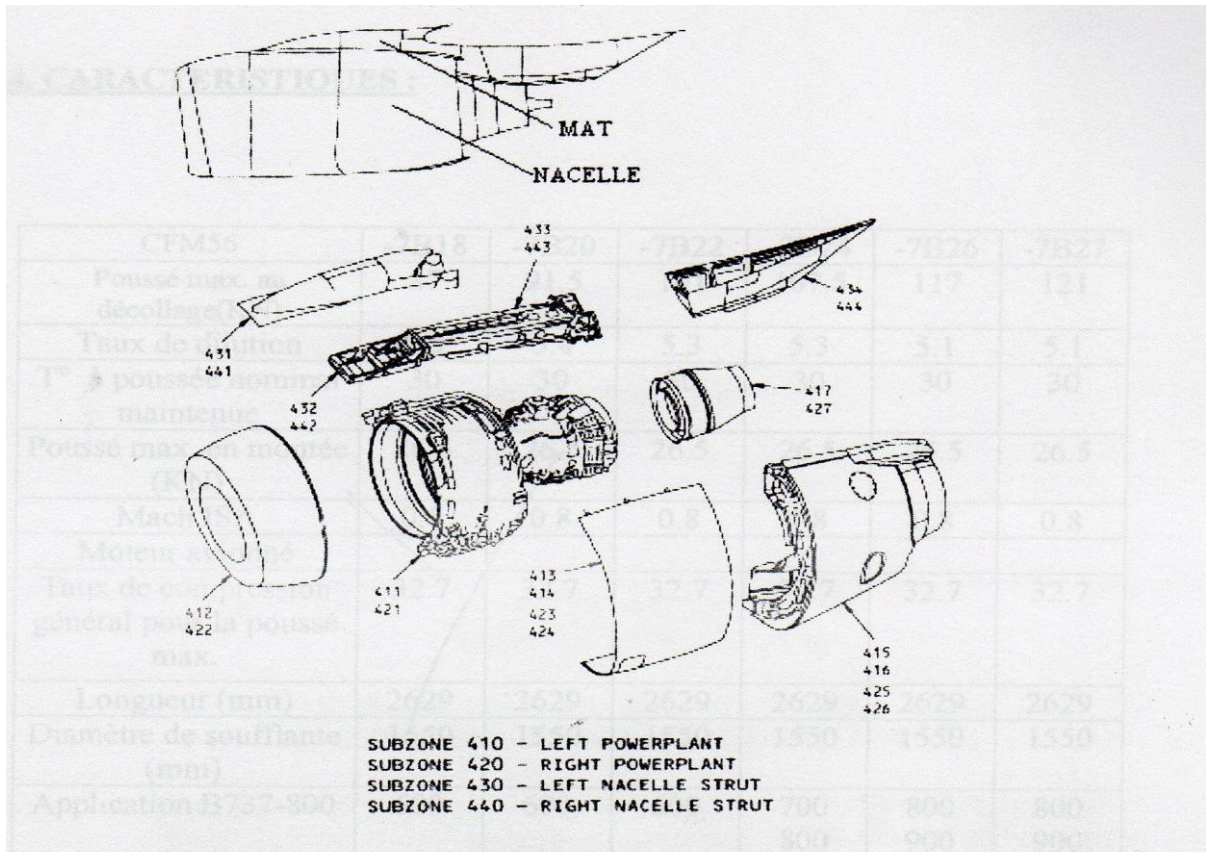


Fig. I.5

10.3 Dates clés :

Certification sur B737-700

Septembre 1997.

Entrée en service du B737-700

Décembre 1997.

Entrée en service du B737-800

Avril 1998.

Entrée en service du B737-900

Décembre 2000.

Plus de 1600 moteurs et plus de 740 avions sont en service.

10.4 Caractéristiques :

| CFM56 | -7B18 | -7B20 | -7B22 | -7B24 | -7B26 | -7B27 |
|---|-------|-------|-------|-------------------|------------|------------|
| Poussée max. au décollage (KN) | 87 | 91.5 | 101 | 107.5 | 117 | 121 |
| Taux de dilution | 5.5 | 5.4 | 5.3 | 5.3 | 5.1 | 5.1 |
| T à poussé nominal maintenue | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Poussé max. en montée (KN) | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 26.5 | 26.5 |
| Mach ISA | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Taux de compression général pour la pousser max | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 32.7 |
| Longueur (mm) | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 | 2629 |
| Diamètre de soufflante (mm) | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 | 1550 |
| Application B737-800 | 600 | 600 | 600 | 700 800 900 | 800 900 | 800 900 |

II. Description générale des atterrisseurs du B737-800:

1. Train principaux:

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

Chaque train principale se compose de :

- *deux roues.
- *un amortisseur oléopneumatique (trunnion link)
- *deux contre fiches (drarstrutsidestrut)
- *un vérin hydraulique (gear actuator)

1.1 Attaches des trains principaux:

L'amortisseurs et l'extrémité avant du tourillon sont attaché a l'aile par des rotules de la roue avant, celle du tourillon est supporté par le longeron arrière de l'aile (Rear Wing Spar). La rotule solidaire de l'amortisseur est supporté par une poutre fixé en porte à faut à l'arrière de l'aile (L.G support BEAM).

La fixation des articulations est assurée par des boulons fusibles. Leurs cisaillement est prévu en cas de choque important sur le train de façon a protéger la structure de l'aile (voir II-1).

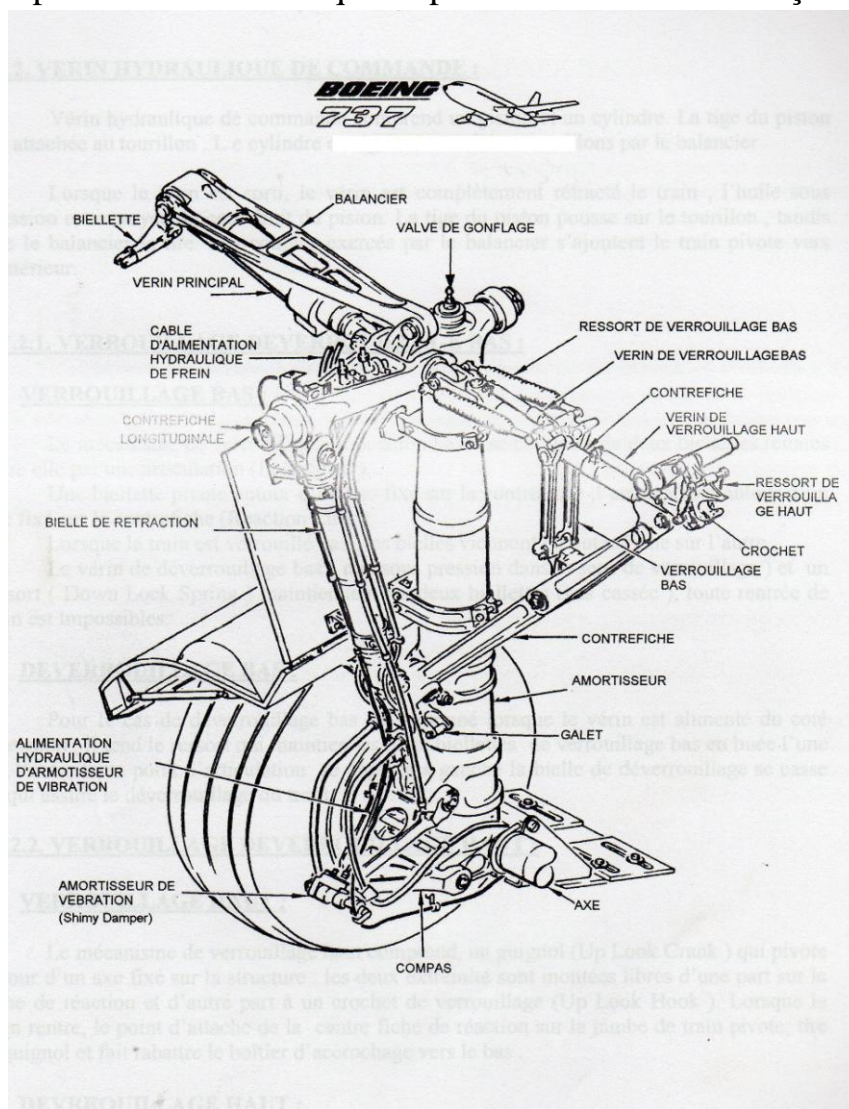


Fig. II.1 : Train d'atterrissage principal.

1.2 Vérin hydraulique de commande :

Vérin hydraulique de commande comprend un piston et un cylindre. la tige du piston est attachée au tourillon. Le cylindre est relié aux tourillons par le balancier.

Lorsque le train est sorti, le vérin complètement rétracte le train, l'huile sous pression est envoyée du coté droit du piston. La tige du piston pousse sur le tourillon, tandis que le balancier le tire. Les couples exercés par le balancier s'ajoutent le train pivote vers l'intérieur.

1.3 Verrouillage déverrouillage bas :

A. Verrouillage bas:

Le mécanisme de verrouillage en position basse se compose de deux biellettes réunies entre elle par une articulation (lock strut).

Une biellette pivote autour d'un axe fixé sue la contrefiche, l'autre pivote autour d'un axe fixé sur la contrefiche (réaction link).

Lorsque le train est verrouillé bas, les bielles viennent en butée l'une sur l'autre.

Le vérin de déverrouillage bas (mis sous pression dans le sens de verrouillage) et un ressort (Down Lock Spring) maintiennent les deux bielles (Pas cassée), toute rentrée de train est impossible.

B. Déverrouillage bas:

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

Pour le cas de déverrouillage bas est actionné lorsque le vérin est alimenté du coté extension, il tend le ressort qui maintien les deux biellettes de verrouillage bas en buée l'une sur l'autre leurs point d'articulation se déplace à gauche la bielle de déverrouillage se casse ce qui assure le déverrouillage du train.

1.4 Verrouillage déverrouillage haut:

Le mécanisme de déverrouillage haut comprend, un guignol (Up Look Cranck) qui pivote autour d'un axe fixé sur la structure. Les deux extrémités sont montées libres d'une part sur la fiche de création et d'autre part à un crochet de verrouillage (Up Look Hook). Lorsque le guignol et fait rabattre le boîtier d'accrochage vers le bas.

A. Verrouillage haut:

Le mécanisme de verrouillage haut comprend, un guignol (Up Look Crank) qui pivote autour d'un axe fixé sur la structure. Les deux extrémités sont montrées libres d'une part sur la fiche de réaction et d'autre part à un crochet de verrouillage (Up Look Hook). Lorsque le train rentre, le point d'attache de la contre fiche de réaction sur la jambe de train pivote, tire le guignol et fait rabattre le boîtier d'accrochage vers le bas.

B. Déverrouillage haut:

Lorsque le vérin est alimenté du coté extension, il déplace la biellette de déverrouillage qui tire sur le ressort et fait pivoter la languette (Stop Link), reliée au crochet. Le basculement de celui-ci assure le déverrouillage haut.

1.5 Circuit hydraulique des train principaux:

* Sortie du train :

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

Le train verrouillé haut lorsque le levier de commande est en position sortie. La pression est dirigée d'une part vers les deux vérins de verrouillage (UP) et (DOWN) et d'autre part vers le vérin principal du train et le cylindre de transfert momentanément la pression augmente sur les dix (10) faces du piston du vérin de commande, ceci est dû à l'existence d'un restricteur sur le circuit retour.

* Rentrée du train :

Train verrouillage bas, lorsque le levier de commande est sur la position « rentrée ». la pression est dirigée vers les vérins de déverrouillage haut et bas et vers le vérin principale de commande de train.

La mise en sous pression de vérin principale est contrôlée par un restricteur et par le cylindre de transfert, celle du vérin de déverrouillage bas est plus rapide, ce qui permet donc le déverrouillage en premier lieu ensuite l'alimentation hydraulique de vérin de commande. Les étapes de rentrée du train principal sont représentées ci-dessous :

- Position basse (A) : système de verrouillage bas voir figure.II.2.

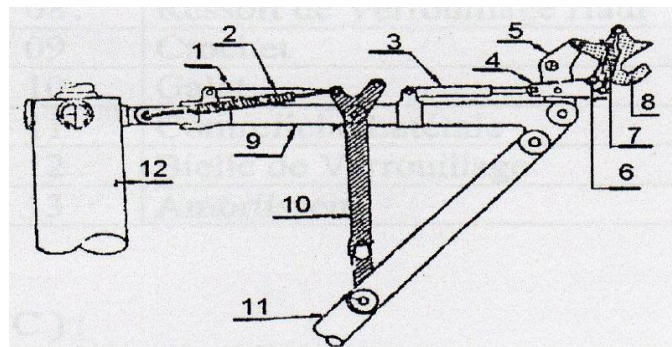


Fig. II.2.

| N° | NOM |
|----|------------------------------|
| 01 | Vérin de verrouillage bas. |
| 02 | Ressort de verrouillage bas. |
| 03 | Vérin de verrouillage haut |
| 04 | Biellette. |
| 05 | Languette |

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

| | |
|----|-----------------------------|
| 06 | Guignol. |
| 07 | Ressort verrouillage haut. |
| 08 | Crochet |
| 09 | Contrefiche latérale |
| 10 | Bielle de verrouillage bas. |
| 11 | Contrefiche |
| 12 | Amortisseur. |

Position intermédiaire (B) : Voir figure.II.3.

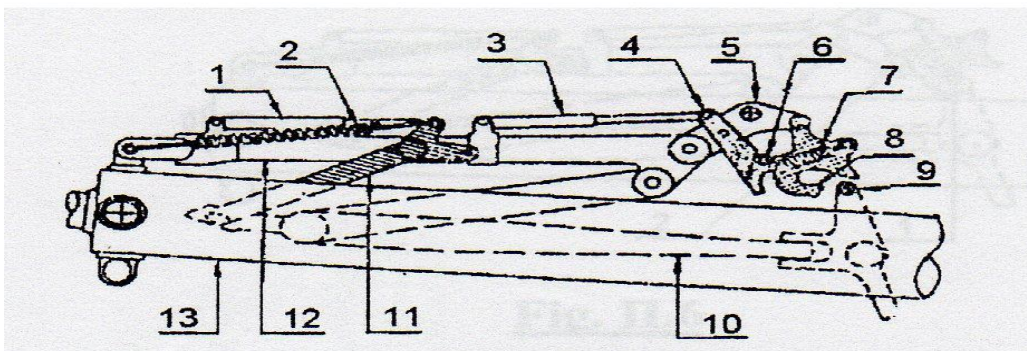


Fig. II.3.

| N° | NOM |
|----|------------------------------|
| 01 | Vérin de verrouillage bas. |
| 02 | Ressort de verrouillage bas. |
| 03 | Contrefiche |
| 04 | Vérin de verrouillage haut |
| 05 | Biellette. |
| 06 | Guignol. |
| 07 | Languette |
| 08 | Ressort verrouillage haut. |
| 09 | Crochet |

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

| | |
|----|-------------------------|
| 10 | Galet |
| 11 | Contrefiche latérale |
| 12 | Bielle de verrouillage. |
| 13 | Amortisseur. |

- Position intermédiaire (C) : voir figure. II .4.

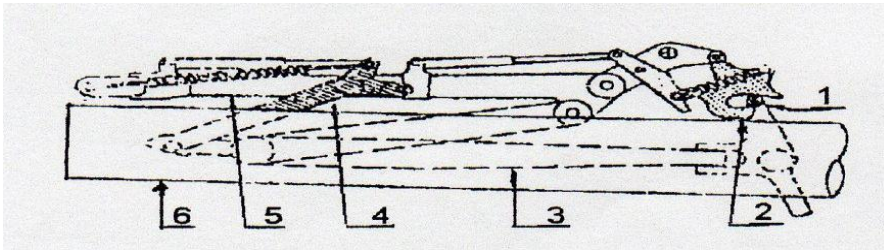


Fig. II.4.

| N° | NOM |
|----|----------------------|
| 01 | Galet |
| 02 | Crochet |
| 03 | Contrefiche latérale |
| 04 | Amortisseur. |

- Position intermédiaire (D) : Système de verrouillage haut
Voir figure. II.5.

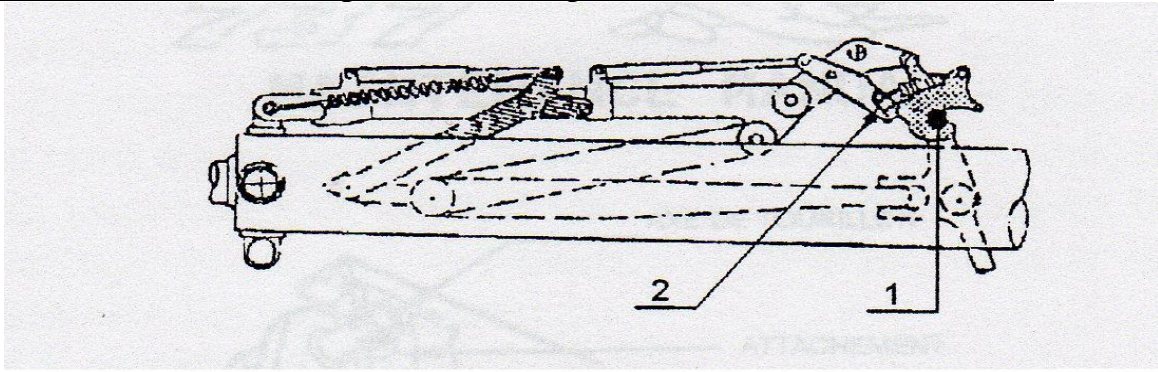


Fig. II.5.

| N° | NOM |
|----|-----------|
| 01 | Galet |
| 02 | Languette |

2. Train avant : voir figure II.6.

Le train avant se compose de :

- Deux roues orientable.
- Un amortisseur oléopneumatique.
- Un raidisseur (DRAG Brace Link).
- Un vérin hydraulique.
- Un mécanisme de verrouillage.
- Un système hydraulique d'orientation de roue avant.

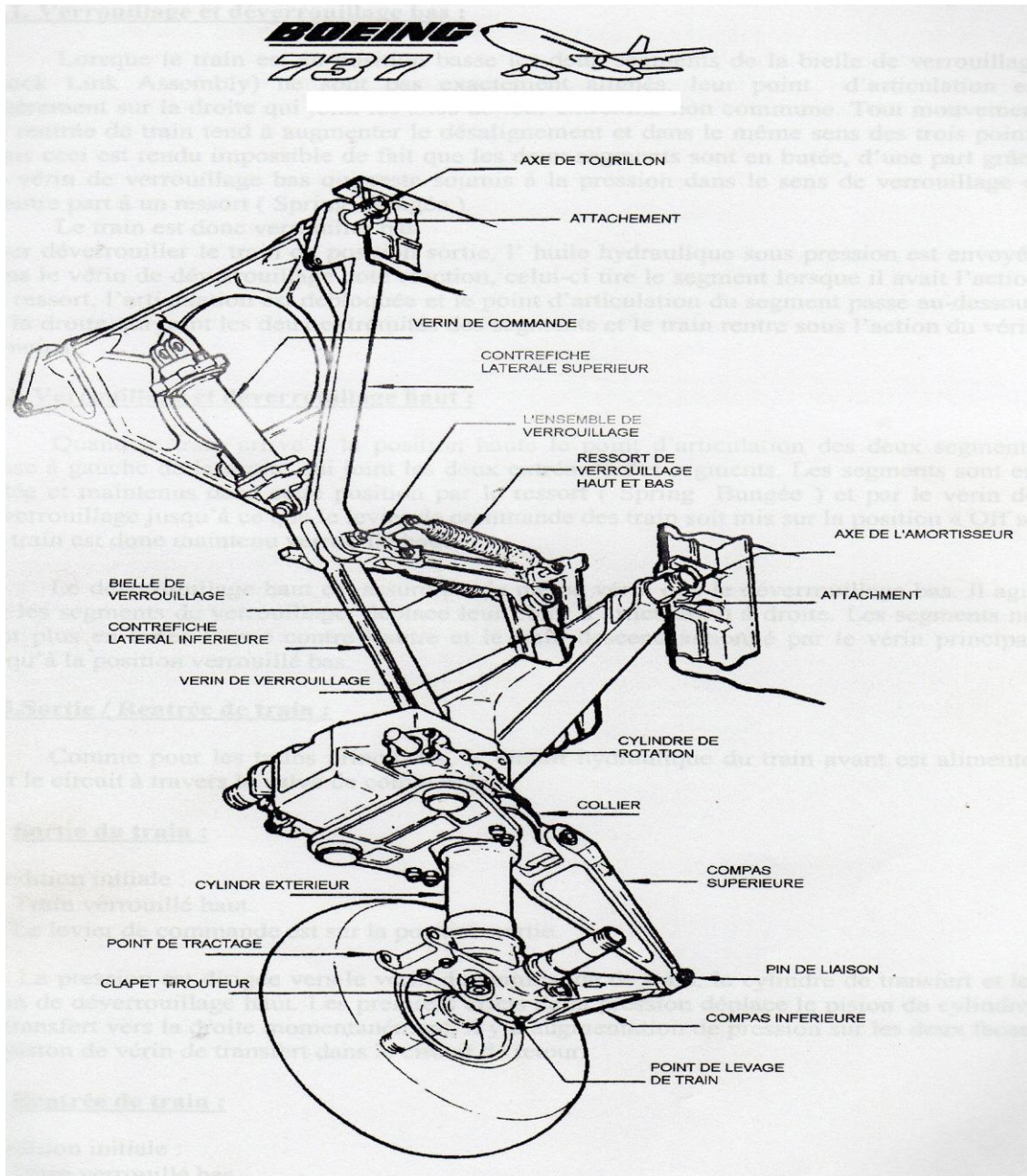


Fig. II.6.

2.1 Verrouillage et déverrouillage bas:

Lorsque le train est en position basse les deux segments de la bielle de verrouillage (Lock Link Assembly) ne sont pas exactement alignés, leur point d'articulation est légèrement sur la droite qui joint les axes de leur extrémité non commune.

Tout mouvement de rentrée de train tend à augmenter le désalignement et dans le même sens des trois points mais ceci est rendu impossible de fait que

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

les deux segments sont en butée, d'une part grâce au vérin de verrouillage bas qui reste soumis à la pression dans le sens de verrouillage et d'autre part à un ressort (Springs Bungée).

Le train est donc verrouillé bas.

Pour déverrouiller le train de position sortie, l'huile hydraulique sous pression est envoyée dans le vérin de déverrouillage coté réaction, celui-ci tire le segment lorsque il avait l'action du ressort, l'articulation est débloquée et le point de l'articulation du segment passe eu dessous de la droite qui joints les deux extrémités des segments et le train rentre sous l'action u vérin principal.

2.2 Verrouillage et déverrouillage haut:

Quand le train arrive à la position haute le point d'articulation des deux segments passe a gauche de la droite d'articulation des deux extrémités des segments. Les segments sont en butées maintenus dans cette position par le ressort (Spring Bungée) par le vérin de déverrouillage jusqu'à ce que le levier de commande des trains soit mis sur la position « off ».

Le train est donc maintenu verrouille haut.

Le déverrouillage haut est assuré par le même vérin que le déverrouillage bas. Il agit sue les segments de verrouillage, déplace leur point d'articulation a droite. Les segments ne sont plus en butée l'une contre l'autre et le train descend actionné par le vérin principal jusqu'à la position verrouillé bas.

2.3 Sortie/rentree de train:

Comme pour les trains principaux, le circuit hydraulique du tain avant est alimenté par le circuit à travers la valve de commande.

*sortie du train :

Condition initiale :

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

*train verrouillé haut

*le levier de commande est sur la position sortie.

La pression est dirigée vers le vérin de la commande de train, le cylindre de transfert et le vérin de déverrouillage haut. Les premiers effets de la pression déplacent le piston du cylindre de transfert vers la droite momentanément, il y a augmentation de pression sur les deux faces du piston de vérin de transfert dans le circuit de retour.

*rentrée de train :

Condition initiale :

*train verrouillé bas.

*le levier de commande sur position rentrée.

La position est dirigée vers le vérin principal, le cylindre de transfert et le vérin principal de commande du train à cause restricteur et du cylindre de transfert, la mise en pression du vérin de déverrouillage est plus rapide ce qui permet d'abord le déverrouillage et ensuite l'alimentation du vérin de commande avec le levier en position neutre .tout circuit est mis en retour.

- position basse (A) : le train est en position verrouillage bas. Voir figure II.7.

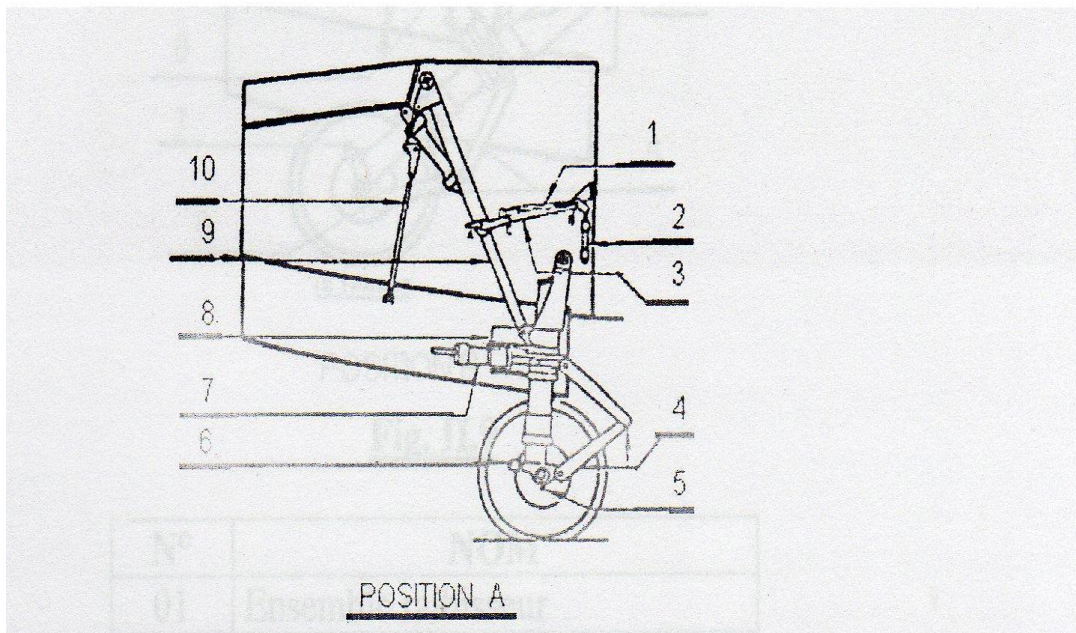


Fig. II.7

| N° | NOM |
|----|---------------------------------|
| 01 | Ressort |
| 02 | Vérin de verrouillage |
| 03 | Bielle de verrouillage |
| 04 | Compas |
| 05 | Point de levage |
| 06 | Fermure de laboure de traction |
| 07 | Vérin de direction |
| 08 | Sélecteur d'orientation de roue |
| 09 | Ensemble raidisseurs |
| 10 | Porte de liaison |

- position intermédiaire (B) voir figure II. 8:

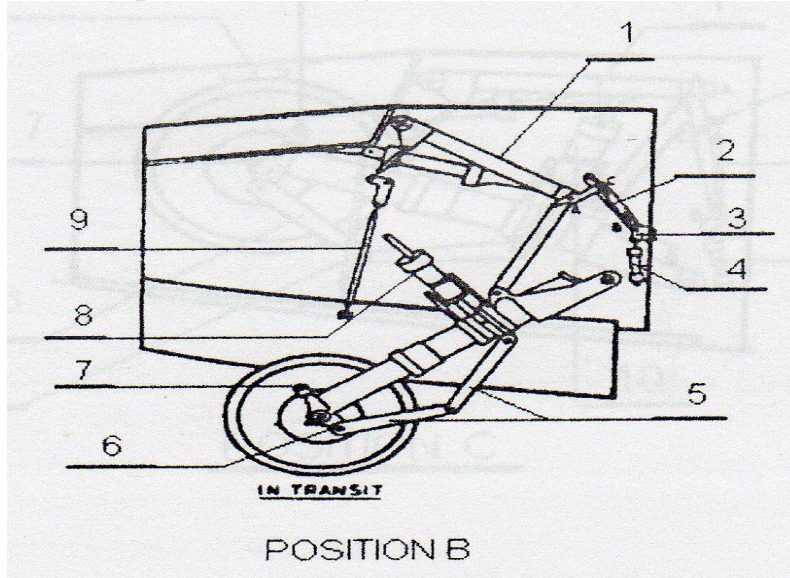


Fig. II- 8

| N° | NOM |
|----|--------------------------------|
| 01 | Ensemble raidisseurs |
| 02 | Ressort |
| 03 | Bielle de verrouillage |
| 04 | Vérin de verrouillage |
| 05 | Compas |
| 06 | Point de levage |
| 07 | Fermure de laboure de traction |
| 08 | Vérin de direction |
| 09 | Porte de liaison |

- position haute (C) : voir figure II. 9.

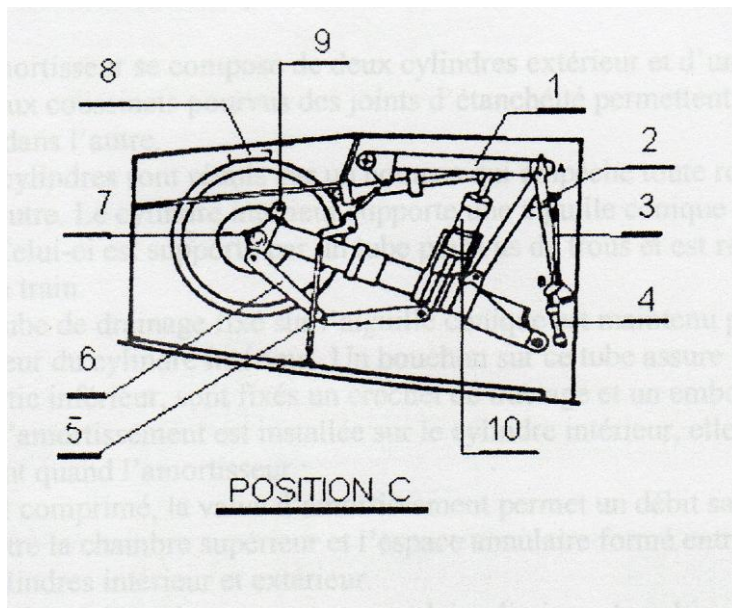


Fig. II.9

| N° | NOM |
|----|---------------------------------|
| 01 | Ensemble raidisseurs |
| 02 | |
| 03 | Ressort |
| 04 | Vérin de verrouillage |
| 05 | Compas |
| 06 | Amortisseur roue |
| 07 | Fermure de laboure de direction |
| 08 | Vérin de direction |
| 09 | Vérin de direction |

3. Définition de quelques accessoires importants :

3.1 Amortisseur Du Train Principale :

A. Description :

L'amortisseur se compose de cylindres extérieures et un cylindre intérieure, deux coussinets pourvus des joints d'étanchéité permette au cylindre de glisse l'un dans l'autre.

Les cylindres sont réunis par un compas qui empêche toutes rotations de l'un par rapport à l'autre, le cylindre intérieur supporte une aiguille conique qui passe a travers un orifice. Celui-ci est supporté par un tube pourvus de trous et relier a la partie supérieure du train.

Un tube de drainage fixe sur l'aiguille conique est maintenu par un écrou a la parte inférieure du cylindre intérieure. Un bouchant sur se tube assure le drainage et on plus a la parte inférieure est fixe un crochet de tractage et un embout de relevage. Une valve d'amortissement est installée sur le cylindre intérieur, elle se déplace verticalement quant l'amortisseur :

- est comprimé, la valve d'amortissement permet un débit sans restriction entre la chambre supérieure et l'espace annulaire forme entre les deux cylindres intérieurs et extérieurs.
- Tend à se détendre, cet espace annulaire diminue, la valve se déplace vers le haut et réstricte les orifices du coussinet supérieure se qui limite le débit inverse donc amorti la détente de l'amortisseur.

B. Fonctionnement :

Avant l'atterrissage l'amortisseur est complètement détendu sous l'action de la pression d'azote et du poids des roues, le coussinet supérieure est en contact avec une valve placé dans le bats du cylindre extérieure, le volume de la chambre supérieure est maximum et la pression d'azote est minimale.

Au moment ou l'avion se pose l'amortisseur se comprime l'huile contenu dans le volume intermédiaire lorsque l'amortisseur est détendu et chasse a travers l'orifice, la restriction crée par l'aiguille conique limite le débit et ralenti la compression de l'amortisseur, plus l'amortisseur se comprime, plus la section de l'orifice devient faible, a se ci s'ajoute l'augmentation de pression dans la chambre supérieure. Ses deux causes diminuent le débit du liquide de la chambre inférieure et la résistance à la pression augmente.

C. Entretien de l'amortisseur:

CHAPITRE II : Description du Boeing 737-800 et de ses atterrisseurs.

Les joints de rechanges ont pour but de remplacer les joints dynamique défectueux.

Le gonflage de l'amortisseur se fait par une valve placée à la partie supérieure de l'amortisseur, le remplissage est assuré par un orifice muni d'un clapet anti-retour à la partie inférieure de l'amortisseur, l'huile hydraulique utilisée est le (MILH-5606). Voir (Fig.II.10).

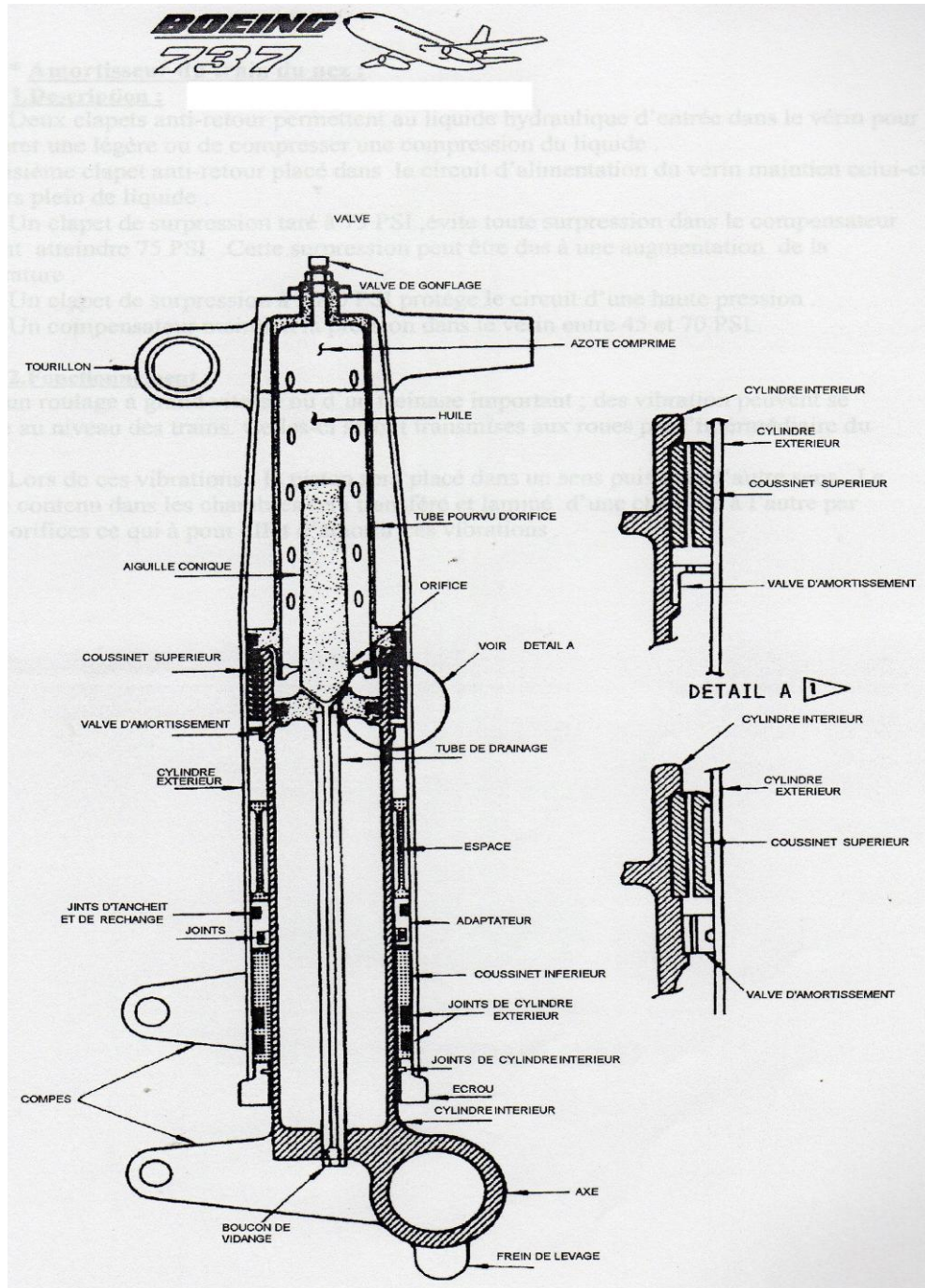


Fig. II.10.

3.2 L'amortisseur du train du nez :

A. Description :

Deux clapets anti-retour permettent au liquide hydraulique d'entrée dans le vérin pour équilibrer ou de compresser une légère compression du liquide.

Un troisième clapet anti-retour place dans le circuit d'alimentation du vérin maintien celui-ci toujours plein de liquide.

Un clapet de surpression taré à 75 PSI, évite toutes surpression dans le compensateur pouvant attendre les 75 PSI. Cette surpression peut être due à une augmentation de la température. Un clapet de surpression à 3000 PSI, protège le circuit d'une haute pression.

Un compensateur maintien la pression dans le vérin entre 45 et 70 PSI.

B. Fonctionnement :

Lors d'un roulage à grande vitesse ou d'un freinage important ; des vibrations peuvent se réduire au niveau des trains. Celles-ci seront transmises aux roues par l'intermédiaire du corps.

Lors de ses vibrations ; le piston sera placé dans un sens puis dans l'autre sens. Le liquide contenu dans les chambres sera transféré et laminé d'une chambre à l'autre par quatre orifices, ce qui a pour effet d'amortir ses vibrations.

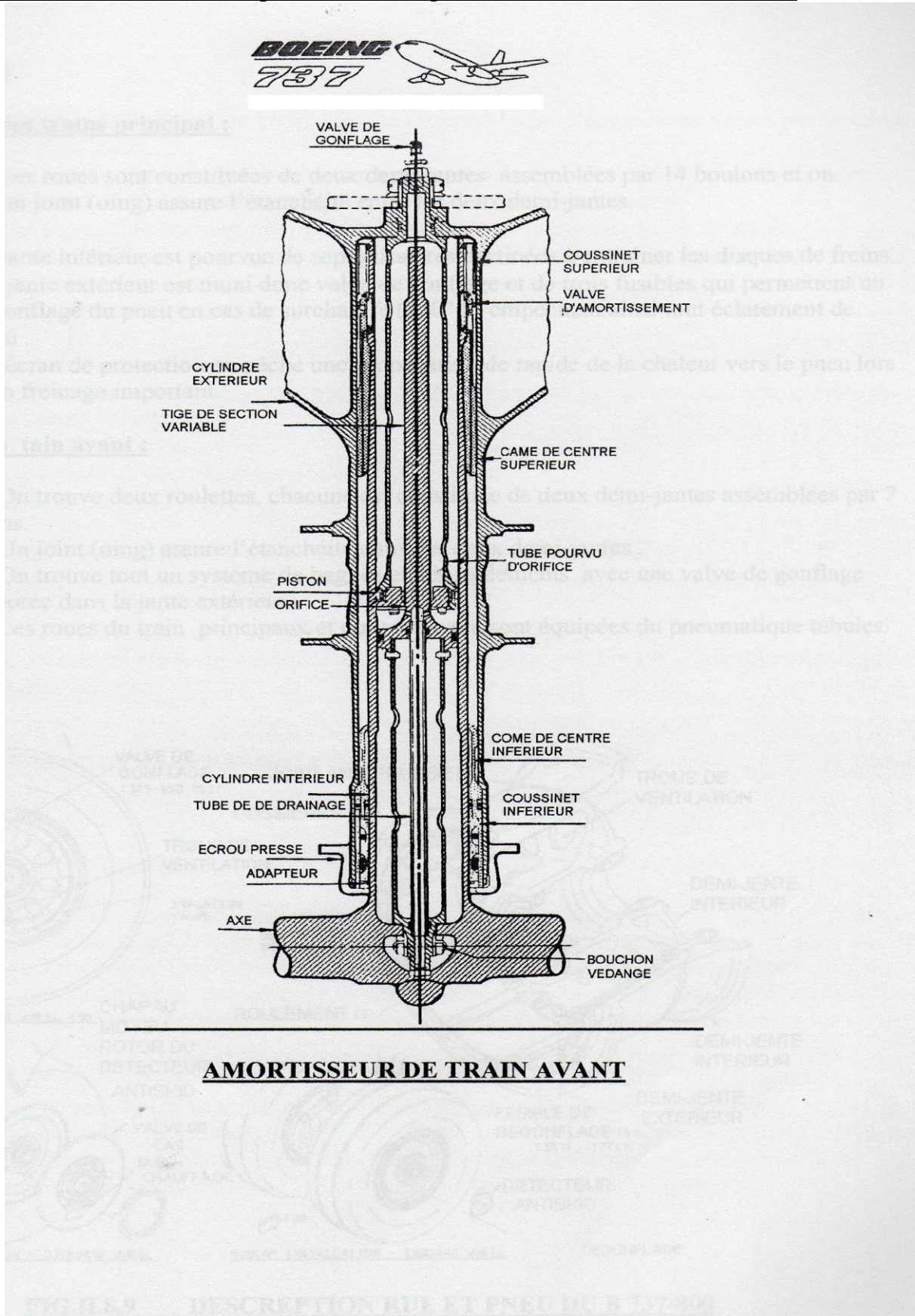


Fig. II.11

3.3. Roues :

A. Roues du train principal :

Les roues sont constituées de deux demi-jantes assemblées par quatorze boulons et on trouve un joint (OING) assure l'étanchéité entre les deux demi-jantes.

- la jante intérieure pourvue de sept (07) glissières destinées à entraîner les disques de frein.
- la jante extérieure est munie d'une valve de gonflage et de trois (03) fusibles qui permettent un dégonflage du pneu en cas de surchauffe (350°F) empêchant ainsi tout éclatement des pneus.
- un écran de protection empêche une propagation rapide de la chaleur vers les pneus lors d'un freinage important.

B. Roue du train avant :

On trouve deux roulettes ; chacune est constituée de deux demi-jantes assemblées par sept (07) boulons.

Un joint (OING) assure l'étanchéité entre les deux demi-jantes.

On trouve tout un système de bague et de roulement avec une valve de gonflage incorporée dans la jante extérieure.

Les roues des trains principaux et du train avant sont équipées de pneumatique tubulaire (figure II-12).

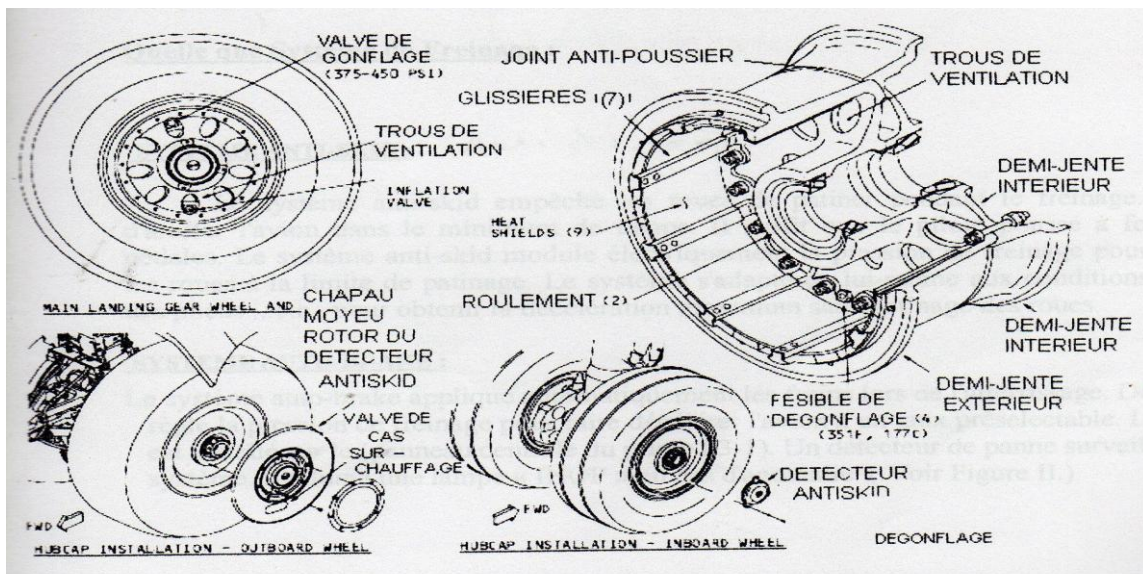


Fig.II.12 : Description roues et pneu.

3.4 Les freins:

Le système de freinage du B737-800 est actionné hydrauliquement et assuré par les deux trains principaux.

- un système (anti-skid) module automatiquement la pression fournie aux freins pour obtenir un freinage maximum tout en évitant le patinage des roues.
- Les freins utilisés sont des freins à disques, on trouve quatre blocs de freins.
- Il transfère l'énergie cinétique en énergie calorifique par friction entre la partie fixe qui est l'avion et la partie mobile (les roues).

- chaque train est composé de :

- Cinq disques mobiles.
 - Quatre disques fixés, ainsi qu'une plaque de pression et une plaque de retenue munie de garniture de friction.
 - Six pistons de commandes.
 - Six dispositifs de rattrapage d'usure automatique.
 - Deux indicateurs d'usure.
- les disques mobiles s'emboîtent dans la jante et tournent avec elle.
 - Lorsque la pression est appliquée, les pistons se déplacent et compriment tous les disques entre les plaques de pression et de retenue.
 - Les frottements entre les disques assurent le freinage de la roue.
 - Quand la pression est relâchée la plaque de pression retourne à sa position initiale par les ressorts de rappel.

3.4.1 Quelque système de freinage:

A. Système anti-skid :

Le système anti-skid empêche les roues de patiner pendant le freinage. Il permet d'arrêter l'avion dans le minimum de temps. Il suffit que le pilote pousse à fond sur les pédales.

Le système anti-skid module électriquement la pression de freinage pour maintenir les roues à la limite de patinage, le système s'adapte de lui-même aux conditions des pistes, des pneus,Etc., pour obtenir la décélération maximum sans patinage des roues.

B. Système auto brake:

Le système auto brake applique automatiquement les freins lors de l'atterrissage. De plus il règle la pression de freinage pour faire décélérer l'avion à un taux prés sélectionner. Le sélecteur est installé sur le (panneau centrale du pilote P3-1). Un détecteur de pane surveille le système .il allume un lampe « INOP » en cas d'anomale (voir figure II.13).

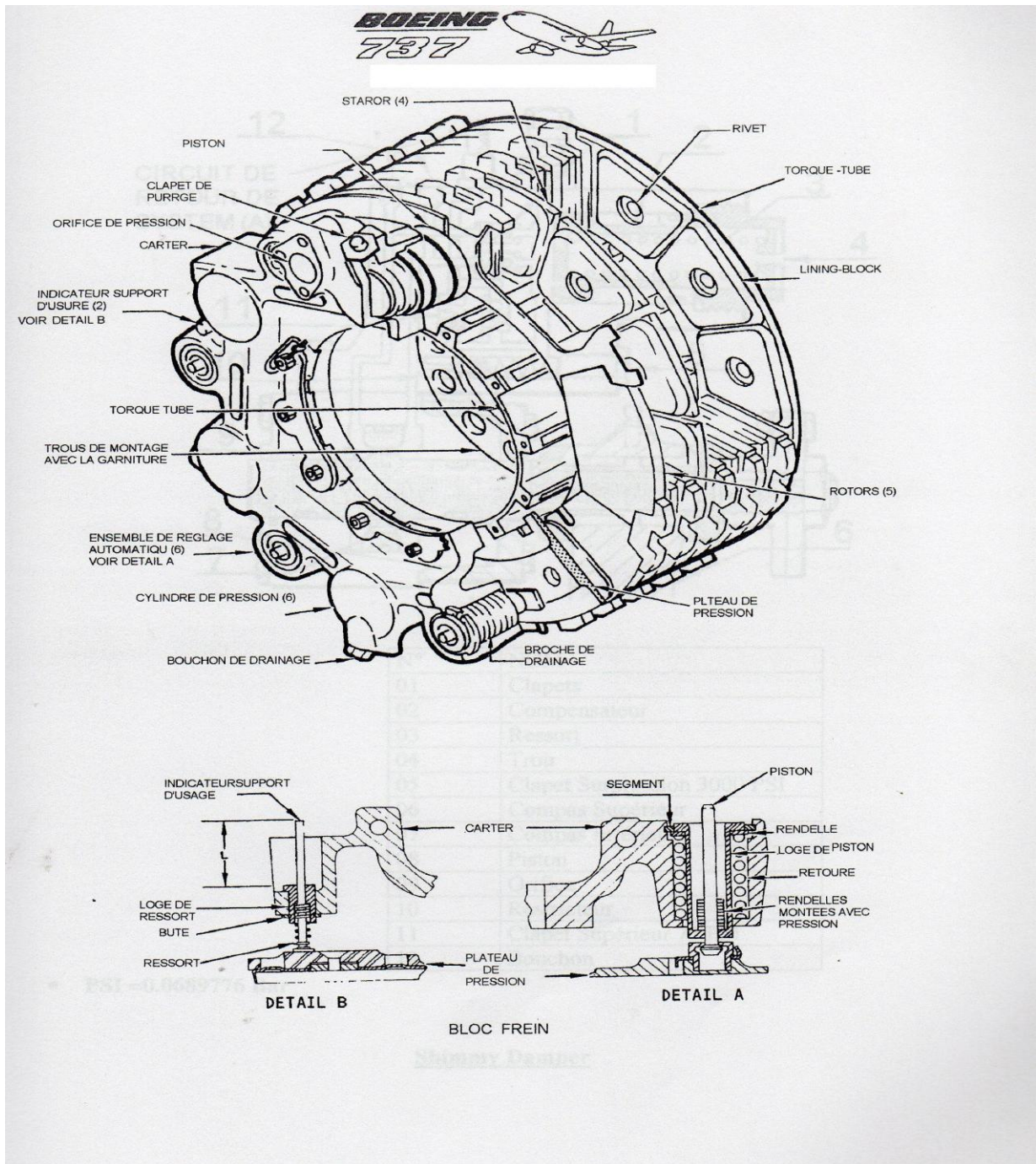


Fig.II.13: Bloc frein.

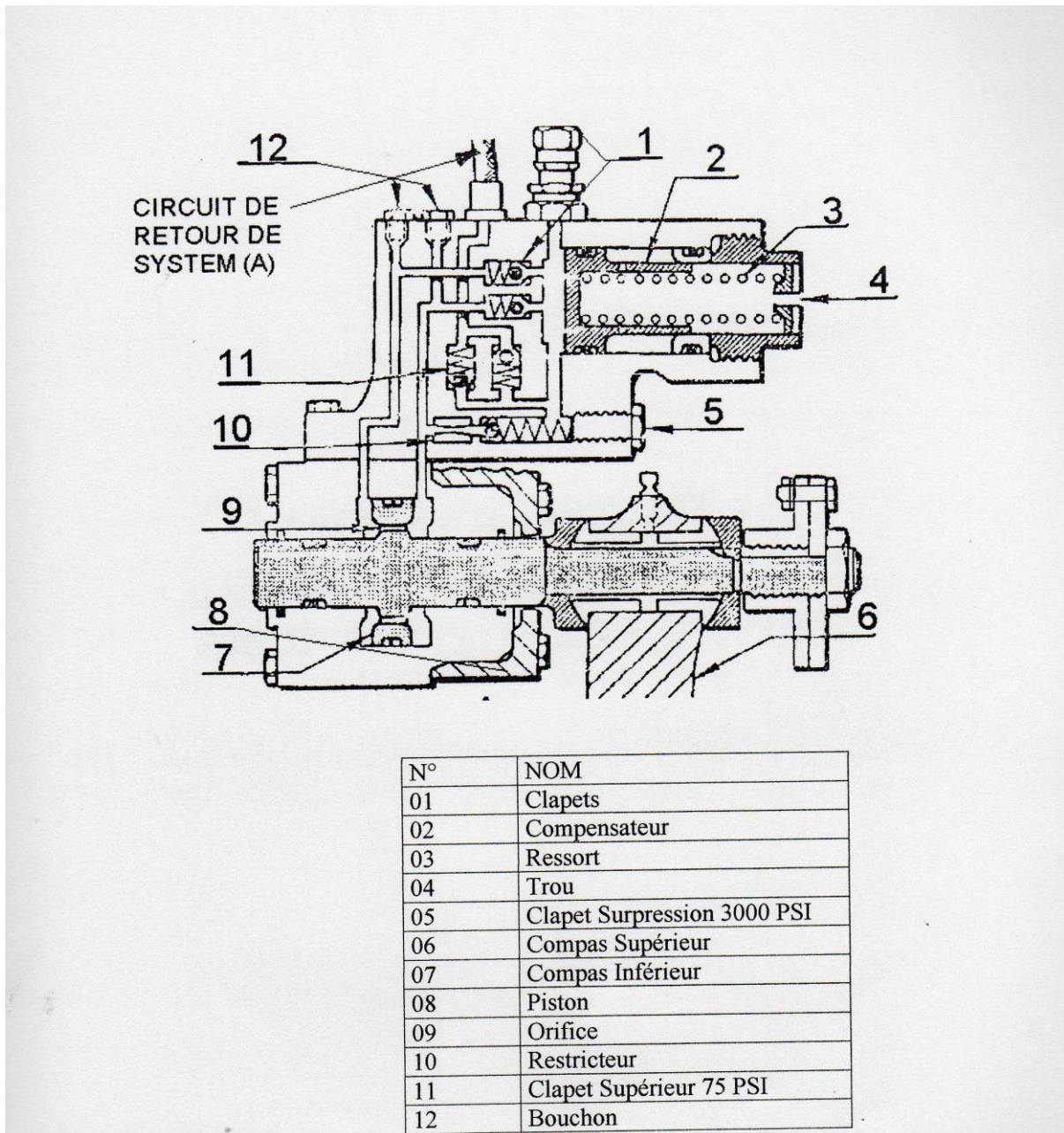


Fig. II.14: Shimmy Damper.

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

I. Surveillance de l'entretien des avions par l'état :

L'état a pour mission de veiller à la sécurité des personnes et des biens transportés (et survolés). Le bureau veritas, devenu plus tard Verital dans le cadre de société mixte, a reçu la délégation de l'état algérien (direction de l'aviation civile) pour exercer les tâches de surveillances aéronautique définies dans un cahier de charge. La compagnie ne peut exploiter le transport public que lorsqu'elle satisfait à un certain nombre de conditions techniques définies dans un cahier de charge.

L'exercice de la surveillance des compagnies aériennes, effectuée dans le but de maintenir la navigabilité individuelle des appareils, contribue indirectement au maintien de la navigabilité de type de ces matériels. Les inspections par sondage des matériels viseront d'avantage à déterminer si l'organisation de la compagnie fonctionne correctement plutôt qu'à une vérification exhaustive de la navigabilité du matériel examiné.

Les services officiels doivent donc, vérifier que les conditions qui ont permis l'agrément, sont maintenues au cours du temps.

II. Mode d'entretien :

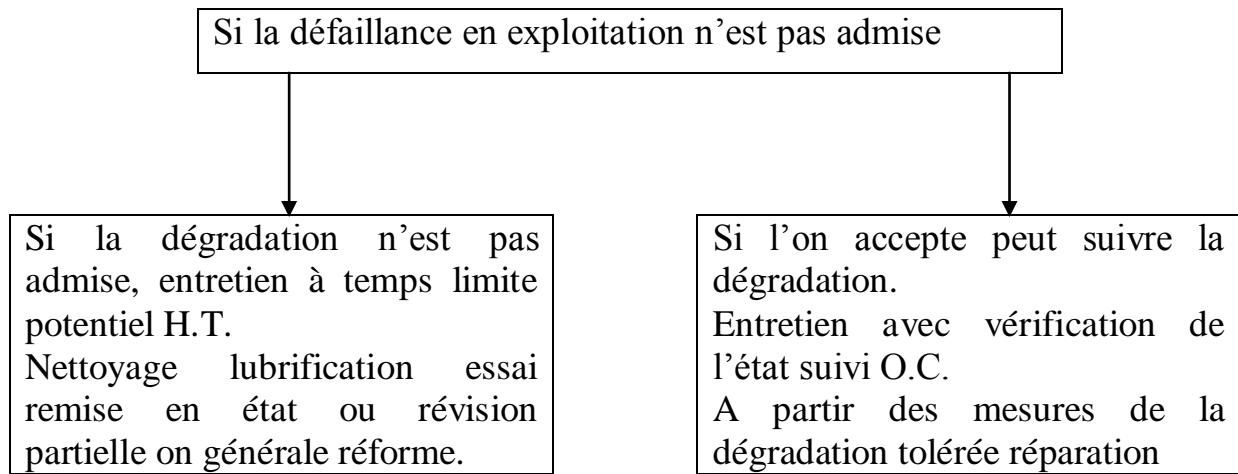
La défaillance est l'inaptitude momentanée ou définitive d'un élément à remplir la fonction qui lui est dévouée selon une plage de paramètres de fonctionnement prédéterminée.

Il existe deux types d'entretien :

1. Entretien préventif :

Il a pour but d'empêcher et de surveiller avant l'apparition de défaillance.

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs



2. Entretien curatif :

Si la défaillance en service est admissible (il faut un suivi de fiabilité d'un élément), généralement dépose sur défaut :

- Entretien avec surveillance du comportement selon état C.M.
- Remise en état.

2.1 Temps limite(Hard time) :

L'élément doit être révisé ou rebuté à l'issue d'un intervalle de temps maximum prédéterminé (potentiel on T.B.O)

T.B.O (Time Between Overhaul).

2.2 Vérification De l'état(On Condition) :

L'élément subit à des intervalles de temps maximum fixés, des vérifications selon des méthodes appropriées. Des travaux ne sont entrepris qu'en fonction du résultat de ces vérifications.

2.3 Surveillance du comportement (Condition Monitoring):

L'élément ne fait pas l'objet d'une vérification qu'après constatation de sa défaillance.

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

3. Choix du mode d'entretien:

Chaque élément, tel que défini par la norme ATA100 est soumis à une analyse de ses modes de défaillances, des conséquences techniques d'une défaillance et économique d'une défaillance et des actions d'entretien possibles en fonction de sa technologie, des exigences réglementaires, de l'expérience acquise sur des matériels similaires, d'essais de fatigue, d'analyse de sécurité et de fiabilité .etc.

Il existe des méthodes d'analyse systémique conduisant à définir le mode d'entretien le plus efficace, nées dans les années 1970 d'une collaboration internationale entre les constructeurs, compagnies et services officielles.

Très schématiquement, le concept de surveillance du comportement s'applique aux éléments qui remplissent les trois conditions suivantes :

1. défaillance sans conséquence immédiate sur la sécurité.

Et

2. défaillance immédiatement décelable lors de l'utilisation normale de l'avion.

Et

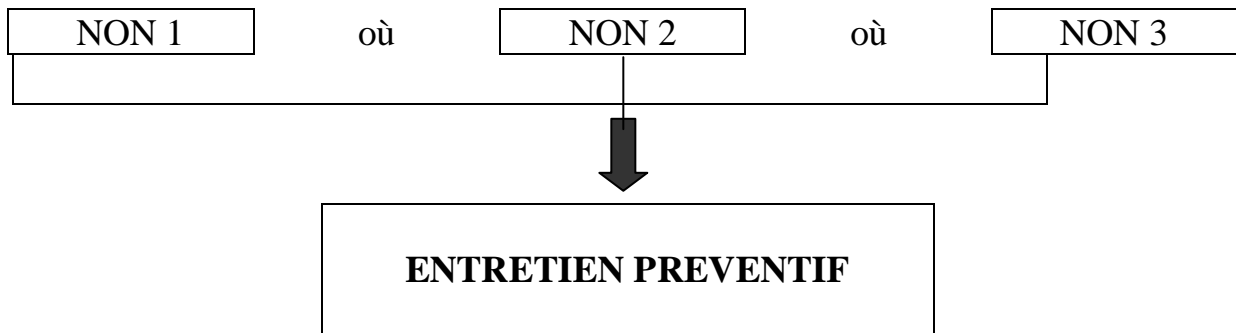
3. coût prévisible de la défaillance plus faible que celui d'un entretien préventif.



SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

Les éléments ne satisfaisant pas à l'une ou plusieurs des trois conditions ci-dessus doivent être soumis à un entretien préventif.



L'entretien selon l'état s'applique aux éléments dont les caractéristiques d'états et de fonctionnement sont mesurable et ont évolution prévisible.

Les temps limites s'appliquent aux éléments dont les caractéristiques d'état de fonctionnement sont difficilement mesurable ou n'ont droit à aucune dégradation et en particulier à ceux dont la défaillance compromettrait la sécurité.

Le temps limite peut être un intervalle entre révision ou non, il est établi avec une marge de sécurité sur l'instant prévisible de la défaillance déterminée par le calcul, les essais Etc.

III. Différents types de visites d'entretien :

L'entretien des avions est assuré par différents types de visites réparties avec le temps d'utilisation exprimé en heures de vols, il existe deux types d'entretien : petit et grand entretien.

1. Petit entretien:

Le petit entretien est assuré par des visites mineures dont l'importance et fonction d'un nombre d'heures de vol de l'avion en temps calendrier.

Ces visites sont classées :

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

- A- Visites transite (T).
- B- Visites intervalles.
- C- Petits visites (bloc) (C).

1.1 visites de transit (t) :

Comprend les opération de vérification a effectuer sur un avion stationnant plus de 6 heurs a la base de DAR EL BEIDA ou autre base autorisée.

| Items | Visite transitive |
|-------|--|
| (01) | Vérifier : |
| (02) | - l'absence de fuite et de détérioration du train avant. |
| (03) | - L'absence de fuite et de détérioration des trains principaux |
| (04) | - Les roues |
| (05) | - Nettoyer la visée optique et remettre en état les repères si nécessaire - (peinture). |
| (05) | - L'ensemble des circuits dans logement du train. |

1.2 Visite intervallaire (v) :

Ces visites se situent en position intercalaire entre deux petites visites bloc. Elles permettent d'assurée la continuité de condition d'un avion.

➤ visite « v1 » (check 'A') :

170H : avec une tolérance de ± 20 h cumulable comprend les opérations d'entretien de base a effectuer sur un avion dont la périodicité est a v1 .elle incluse plus en détaille les opérations effectuées en transite.

| Items | Visite. A intervalle 170 H +/- 20 H |
|-------|--|
| (06) | Vérifier : - Vérifier l'absence de fuite et de détérioration du logement des trains principaux. |

➤ Visite « v2 » (check 'b') :

750H : comprend les opérations d'entretien de bases a effectuer dont la périodicité est « « PAGE 50 RECTEFIE » »v2 elle inclut plus en détaille les

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

opération effectuée en v1.elle permet d'effectuée éventuellement les travaux compatible avec la durée d'immobilisation de l'avion.

| Items | Visite .B. intervalle 750 H |
|-------|---|
| (07) | - Nettoyer les zones exposées au moyen d'un chiffon sec et propre. |
| (08) | - Lubrification des deux trains principaux et du train avant et support roulement avant du train principal. |
| (09) | - Lubrification du roulement de collier de direction roue avant. |

1.3. Petite visite (check'c') :

3000Hou 72 semaines : les petites visites regroupent les opérations la périodicité est B, elle inclut les opération de v2 de façon plus détaillé. Elle comporte également les travaux reportés compatibles avec la durée d'immobilisation de l'avion.

| Items | Bloc.C. Inspection Générale |
|--------|---|
| | Trains principaux |
| 32-001 | Placer les sécurités des trains principaux. <u>Inspecter :</u> |
| 32-008 | - Les joints de logement du train droit et gauche pour état général. |
| 32-009 | - Les amortisseurs de liaison de compas droit et gauche. - Le sélecteur de sortie/entrée du train principal. - Le système de sortie, câbles et mécanismes. - Les amortisseurs. |
| 32-017 | Train avant |
| | Placer cuités du train avant. |
| 32-001 | <u>Inspecter :</u> |
| 32-003 | - L'amortisseur pour état général. |
| 32-004 | - Les installations pour état général. |
| 32-011 | - Le système de sortie les câbles et les mécanismes. |
| 32-017 | - Vérifier l'amortisseur. |
| | Roues et freins |
| | <u>Inspecter :</u> |

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

| | |
|--------|---|
| 32-002 | - Les pneus pour état général. |
| 32-005 | - Le système de direction de la roulette avant. |
| 32-006 | - Les éléments de direction de la roulette avant. |
| 32-007 | - Système freins trains principaux pour état général. |
| 32-012 | - Les câbles de commande freins train principaux. |
| 32-013 | - Vérifier les pneus train principaux et avant pour pression correcte |
| 32-017 | - Inspecter les commandes de direction train avant et frein dans le cockpit pour état satisfaisant. |
| 32-018 | - Vérifier que la pression de recharge des accumulateurs freins est 100 +/- 50 PSI à (21°C). |
| 32-019 | - Effectuer l'essai fonctionnel sortie trains en secours. |
| 32-020 | - Inspecter le module de commande pression. |
| 32-022 | - Effectuer un essai de self test sur module anti-patinage. |
| 32-021 | Vérification électronique B3 : 9000H/V |
| 32-106 | - Effectuer un entretien fonctionnel du système anti-patinage. |
| | - Inspecter solénoïde verrouillage, les switches, câble et connexion levier train, pour état général. |

IV. Grand entretien :

Le grand entretien comprend deux visites :

1. Visite de vieillesse (VV) :

Cette visite comprend des opérations d'entretien de la structure de l'avion. Elle effectuée au échéance par les tableaux des périodicité

| Items | Visite. VV |
|-------|--|
| 05 | <u>Effectuer :</u> |
| 06 | - Un essai de frein. |
| 08 | - La mesure de tension des câbles de commande frein. |
| 10 | - Le graissage de la valve d'isolement spoiler sol. |
| 11 | - Le réglage de câble de sortie manuelle du train-avant. |
| | - Le relevé de tension des câbles orientation avant. |

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

| | |
|----|---|
| 13 | - Le contrôle de tension avec relevé des câbles commandes trains. |
| 14 | - Déposé du train avant pour inspection en atelier. |
| 16 | - L'essai fonctionnel du système orientation roues avant. |

2. Grande visite :

Les grandes visites comprennent les opérations majeures d'entretien de la structure sur un avion après un cycle prévu par T de P.

| Items | Visite. G.V |
|-------|---|
| | 32-atterrisseurs |
| | 32-1- trains principaux et palettes d'étanchéité |
| 101 | - Vérification visuelle détaillée du balancier du vérin de relevage train principal et support. |
| 102 | - Vérification du remplissage des amortisseurs. |
| 104 | - Effectuer un essai fonctionnel des trains en normal et secours. |

| Items | Visite. G.V |
|-------|--|
| | 32-2- train avant et portes |
| 201 | - Vérification visuelle détaillée des éléments mécanique liés au train ainsi que des commandes des portes. |
| 202 | - Vérification du remplissage des amortisseurs. |
| 2003 | - Effectuer un essai fonctionnel du trains avant en normal et secours. |
| | 32-3- sorties et escamotage |
| 301 | - Vérification générale détaillée de tous les éléments tuyauteries et raccords. |
| 302 | - Vérification visuelle détaillée des équipement câblage et connexion du circuit de verrouillage du levier de commande du train. |
| 303 | - Démontage et passage au blanc solénoïde verrouillage du levier de la commande du train. |
| 304 | - Vérification visuelle détaillée des câbles poulies tombours, guide |
| 305 | câbles. |

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

| | |
|---------------------------------|--|
| 306 307 308 309 310 | <ul style="list-style-type: none">- Effectuer la mesure de la tension des câbles. <p>Vérification visuelle détaillée :</p> <ul style="list-style-type: none">- Des tendeurs de câble pour crique.- Des mécanismes de verrouillage des trains principaux.- Des mécanismes de verrouillage du train avant.- Des articulation vérin de relevage et vérin de verrouillage. |
| 401 | <p>32-4- Dispositifs sortie en secours :</p> <ul style="list-style-type: none">- Vérification visuelle détaillée du dispositif des câbles joints étanches, poulies, supports, guides câbles. |

| Items | Visite. G.V |
|-------|---|
| 501 | <p>32-5- Roues et freins</p> <p>Vérification visuelle détaillée :</p> <ul style="list-style-type: none">- Des tuyauteries et raccords hydrauliques. |
| 504 | <ul style="list-style-type: none">- De tout les équipements du circuit hydraulique du frein.- Des câbles, poutres, guide câbles, passage de cloison de dispositifs de commande des freins.- Des tendeurs de câble pour crique.- Effectuer un essai fonctionnel des circuits de freins -hydrauliques. |
| 601 | <p>32-6- Circuit anti-Patinage :</p> <ul style="list-style-type: none">- Vérification visuelle détaillée des équipements câblages et connexion du circuit.- Effectuer un essai fonctionnel du système anti-patinage. |

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

| | |
|-----|---|
| 701 | <p>32-7- Frein de parc :</p> <ul style="list-style-type: none">- Vérification visuelle détaillée des équipements câblages et connexion du circuit.- Effectuer un essai fonctionnel du circuit signalisation frein de parc. |
| 801 | <p>32-8- Direction Roues avant :</p> <p>Vérification visuelle détaillée :</p> <ul style="list-style-type: none">- Des tuyauteries et raccords hydrauliques.- Du mécanisme de commande et de liaison roues avant, palonnier, compas et vérins.- Des câbles passages étanches, support, poulies de l'ensemble du mécanisme de direction roues avant.- Des tendeurs de câble pour crique.- Effectuer un essai fonctionnel d'orientation roues avant |

| Items | Visite. G.V |
|-------|--|
| 901 | <p>32-9- Signalisation et Alarmes :</p> <ul style="list-style-type: none">- Vérification visuelle détaillée des équipements câblages et connexion des circuits d'alarme et de signalisation train- Vérification et réglage des micro-contacts sur manettes de poussée.- Remplacement des micro-contacts position et verrouillage train avant.- Effectuer un essai fonctionnel des circuits de signalisation et d'alarme. |
| 1001 | <p>32-10- Frein automatique :</p> <ul style="list-style-type: none">- Vérification visuelle détaillée de tous les éléments tuyauterie et raccords du circuit frein automatique.- Effectuer un essai fonctionnel des freins automatiques. |

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

V. Visite spéciale :

Certain identification de vole entraîne a des visites spéciale a effectuée suivant les cas :

*après atterrissage dur : visite comprenant les opération de vérification effectuer suer les avion immédiatement après que celui-ci ait effectuée un atterrissage dur.

- dépassement de la vitesse limite de l'avion avec train sorti.
- après accélération arrêt.

VI. Inspection après atterrissage dur :

L'atterrissage est considère comme atterrissage dur a chaque fois qu'un avion effectue un atterrissage avec point maximum. Si l'atterrissage est autorisé par conséquent le taux de décente doit être excessif.

1. Cas d'un atterrissage avec charge importante à la traînée latérale ;

A chaque fois que l'avion dérape ou dépasse la surface revêtue de la piste a une piste non revêtue (atterrit court) il effectue un atterrissage entraînant l'éclatement des roues, en plus on dérape sur la piste de roulage dont l'importance qu'un dommage est suspect sur l'avion .l'atterrissage sera considère comme charge importante de la traîné latérale, inspection décrite ci dessous est donc nécessaire pour les 2 cas.

Inspection :

L'inspection est devisée en 2 phases I et II :

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

La phase I : est applicable lors des 2 cas d'atterrissage si l'inspection suivant la phase 1 ne révèle aucun dommage, aucune actions n'est a'entreprendre.

Si la phase 1 relève des signe de dommage en anomalie, la phase II dois être accompli.

Code : T. AV : train avant

T.P : train principale

T.PX: trains principaux

Phase I : inspection de :

*la structure de l'avion zone train d'atterrissage

*logement roue T .AV pour gondolage, peinture écaille criques, arrachement ou perte des fixations dans la cloison de logement des roues T.AV particulièrement aux alentours du support tourillon

*jante des T.AV pour crique

*écrou de fixation support du tube de transfert T.AV pour déformation, crique est écaillage de peinture

* porte T.AV articulation est mécanisme de rétraction pour déformation, arrachement ou perte des fixations

*jante des roues TP.X pour crique

*écrou de fixation support, orifice des tubes de transfert TP.X est billettes pour déformation crique ou autre endommagement

*l'arbre du tourillon TP est la partie supérieure de l'amortisseur pour crique ou déformation du boulons poutre train d'atterrissage est fixation pour crique est desserrage ou perte des fixation

*si la ferrure est composée d'une seul pièce comme montrée la figure, effectuer les inspection suivante : inspecteur pour crique ou évidence de déformation dans la zone au dessous est externe de la lisse 18 A

*si une crique est détectée, aviser le service structure sous direction engineering

Phase II :

*inspection de la structure de l'avion

*mettre l'avion sur vérin, effectuée de l'essai de rentrée est de sortie T.AV et T.PX

*vérifie l'absence d'interférence, mise d'alignement ou déformation zone train

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

a- si la dépose des roue est nécessaire suite a un éclatement, inspecter l'absence de crique sur la roue est vérifie l'état générale des frein est des paliers des roues pour point dur.

B- la zone de ferrure tourillon T.AV, les bras de compas, contre fiche de traînée pour déformation crique, est caillage de peinture, arrachement ou perte des fixations.

c- train avant pour entretien courant de l'amortisseur anormal comme si c'était une perte de fluide ou des difficulté de le maintenir a la pression normale.

d- si les inspection suivant les phases b,c révèle une anomalie, si l'atterrissage dur est combinée avec un impact brutale sur le train AV

*déposer le cylindre du piston de l'amortisseur intérieur inspecter pour déformation ou crique

*inspecter le type de transfert, sans le déposer pour déformation.

e- si les inspection b, c ne révèle aucune anomalie le piston d'amortisseur de cylindre intérieure est le tube de transfert devons être inspecter a la première mobilisation suivant un atterrissage dur ou une charge latérale importante

f – pattes du cylindre intérieure est extérieure TP est bras de compas pour crique ou déformation de surface visible

g- contre fiche de traînée est les billettes de la contre fiche latérale pour déformation ou crique

h- ferrure de fixation de la poutre balance de frein est ferrure supports tourillon arriver pour criques

i- poutre balancée du vérin est des ferrures pour déformation crique écorchure et arrachement ou perte de fixation

j- le boulon d'attache du pivot ou fut de train ce pivot pour crique, ovalisation déposer le boulon, inspecter les trou et la bague pour ovalisation

k- vérifie le niveau de liquide de l'amortisseur TP

*si le niveau est inférieur ou supérieur a 4.7 litres déposer le piston de l'amortisseur est inspecter pour déformation ou crique

l- logement T.AV, T.PX pour fuite de carburant ou autre liquides de la zone train.

2. Dépassement de la vitesse limite de l'avion avec train sortis :

- inspecter toutes les portes et articulations des TPX et du TAV, timonerie et structure, support timonerie et les panneaux carénages pour déformation, crique des alignements, déplacement, élongation trou d'attaches ou déchirures, endommagement ou perte de fixation ou autre évidence d'endommagement.

CHAPITRE III : Maintenance des atterrisseurs

- Inspecter logements des roues pour fuites de carburant ou autre liquide.
- Vérifier le fonctionnement des portes de train et le verrouillage haut.

3. Inspection après accélération arrêt : :

Un freinage après une haute énergie peut être défini comme décollage interrompu ou n'importe quel arrêt autre que normal. Durant un freinage à haute énergie les freins et les roues atteignent de haute température, de la précaution et vérifications sont nécessaires.

Foot -Pounds = 4.883 kg/m².

- arrêt au dessous de 16 millions de foot Pounds d'énergie par les roues, pas d'inspection nécessaire.
- Arrêt entre 16 et 20 millions de foot Pounds :
 - inspection des roues et pneus, vérifier la pression des pneus pour voir si les fusibles sont intacts. si un fusible a fondu procéder le paragraphe F
 - inspecter frein pour fuites. Si le frein fuit procéder suivant le paragraphe F.
 - déposer l'ensemble roues et pneus et inspecter les deux premiers rotors.
- inspection après arrêt a haute énergie au dessus de 20 millions de F-P. arrêt fusible non fondus.



I. Présentation :

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur 3D fonctionnant sous Microsoft Windows. Voir (Fig. IV.1).

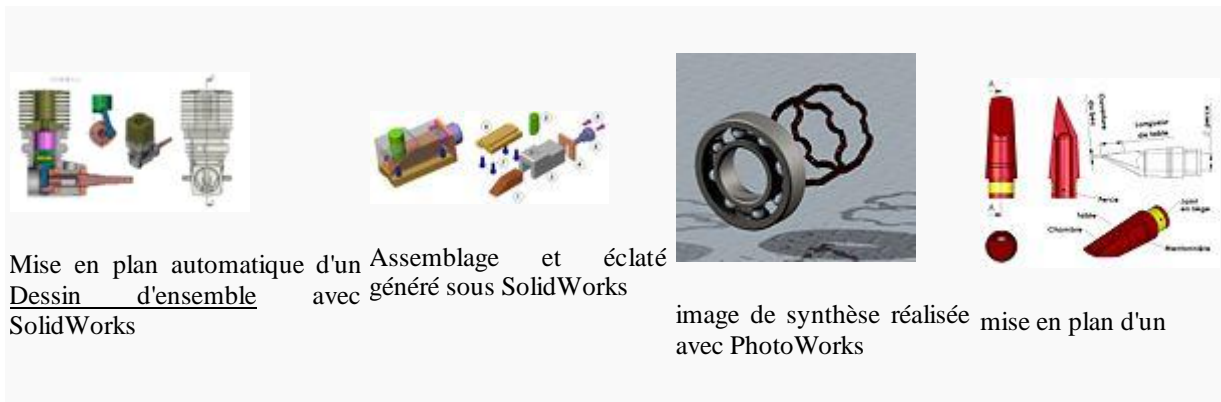


Fig. IV.1

I.1 Historique :

Créé en 1993 par l'éditeur américain éponyme, SolidWorks a été acheté le 24 juin 1997 par la société Dassault Systèmes.

Ce logiciel est notamment concurrent de

- TopSolid
- Pro/Engineer (PTC),
- AutoCAD/MDT,
- Solid Edge d'UGS
- Inventor 2D and 3D d'Autodesk.
- CATIA
- SpaceClaim

I.2 Utilisateurs :

Parmi les plus grandes entreprises utilisant SolidWorks, on peut citer Michelin, Patek Philippe, Mega Bloks, Axiome, ME2C, SACMO, Le Boulch, Robert Renaud;

II. Fonctionnement :

SolidWorks est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base: la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés. Un dossier complet contenant l'ensemble des relatifs à un même système constitue une maquette numérique. De nombreux logiciels viennent compléter l'éditeur SolidWorks.

Des utilitaires orientés métiers (tôlerie, bois, BTP...), mais aussi des applications de simulation mécanique ou d'image de synthèse travaillent à partir des éléments de la maquette virtuelle.

II.1 Les pièces :

La pièce est l'objet 3D monobloc. La modélisation d'une telle entité dépendra de la culture de l'utilisateur. Comme de nombreux logiciels conviviaux, SolidWorks permet d'aboutir à un même résultat apparent par des voies souvent différentes. C'est lors de la retouche de ces fichiers ou de leur exploitation qu'on appréciera la bonne méthode. Une pièce est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations d'antériorité, des géométriques, des relations booléennes (ajout retrait)... Cette organisation est rappelée sur **l'arbre de construction**. Chaque ligne est associée à une fonction qu'on peut renommer à sa guise.

Trois générations de volume à partir d'une même section: droite (aspect bois), révolution partielle (en rouge), (génératrice de balayage) à gauche. Voir (Fig. IV.2).

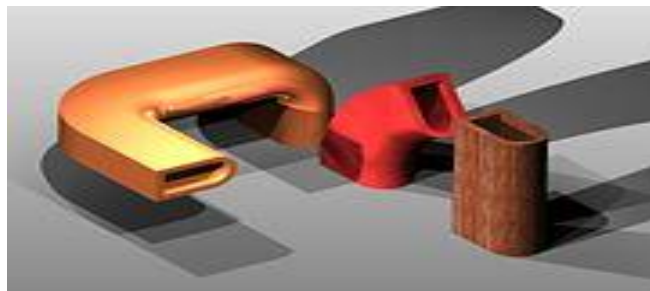


Fig. IV.2

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks.

Parmi les fonctions génératrices on trouve:

- **l'extrusion** : déplacement d'une section droite dans une direction perpendiculaire à la section. La section est définie dans une **esquisse** (qui apparaît alors dans l'arbre de création comme élément générateur de la fonction). Cette esquisse contient l'ensemble des spécifications géométriques (cotation) nécessaires à la complète définition de la section. Cet ensemble de cotes auquel il faut ajouter la (ou les) longueur d'extrusion constitue l'ensemble des paramètres de la fonction; il est possible de les modifier une fois la fonction validée.
- **la révolution** : déplacement d'une section droite autour d'un axe, ou extrusion suivant un cercle ou un arc de cercle.
- **le balayage** : déplacement d'une section droite le long d'une ligne quelconque. Lorsque la génératrice de balayage est gauche, l'esquisse est en 3 dimensions.

D'autres fonctions, plutôt orientées métier intègrent des notions qu'il serait fastidieux de modéliser :

- congés et chanfreins,
- nervures,
- dépouilles,
- coque (permettant d'évider un objet en lui conférant une épaisseur constante),
- trous normalisés (perçages, mortaises...),
- plis de tôle...

Des fonctions d'ordre logiciel comme la répétition linéaire, circulaire, curviligne ou par symétrie...

Les dernières versions autorisent la réalisation de pièces momentanément disjointes, ce qui permet de concevoir un objet fonctionnellement, c'est-à-dire en définissant d'abord les éléments fonctionnels, puis en joignant les différentes parties par de la matière (nervures, carter...).

L'édition de familles de pièces est possible en associant à SolidWorks, le tableur Microsoft Excel: Un tableau devient ainsi éditeur des références (lignes) donnant la valeur des paramètres variables des fonctions (colonnes):

- valeur de certaines cotes.
- valeur de certaines propriétés (nombre d'occurrence...)
- état de suppression d'une fonction.

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks.

Ainsi, il est possible d'obtenir à partir d'un seul fichier de type pièce, l'ensemble des modèles de vis d'assemblage (toutes forme de tête ou dimensions), ou encore toutes les combinaisons de briques LEGO (1x1, 1x2 etc.).

Avec tous ces outils, la méthode de conception d'une pièce très proche du métier du concepteur qui ne soucie plus de savoir où placer les traits du dessin mais les formes de la pièce.

Les possibilités d'éditions sont complétées par un ensemble d'outils de mesures géométriques. Ainsi il est possible de connaître le volume de la pièce, son poids, la position de centre de masse, sa matrice d'inertie, la surface...

II.2 Les assemblages :

Les assemblages sont obtenus par la juxtaposition de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble de **contraintes d'assemblage** associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxialité...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes s'apparentent aux liaisons mécaniques entre les pièces. Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision, mesure des jeux, etc.)

Comme pour les pièces, la gestion de l'ensemble est portée par un arbre de création qui donne accès à l'arbre de création de chaque pièce. Il est d'ailleurs possible d'assembler des assemblages, donc de former des sous-groupes de pièces. Cette opération étant préalable ou en cours d'édition.

L'intérêt de cet outil, c'est qu'il rend possible la création d'une pièce **dans l'assemblage**, c'est qu'il propose la même méthode au concepteur que celle qu'il appliquait sur la table à dessin: tout concevoir en même temps. En effet, à part sur les petits ensembles simples (ou déjà définis), il n'est pas raisonnable de concevoir chaque pièce dans son coin pour corriger ensuite, lors de l'assemblage, les problèmes éventuels d'interférence, ou de coïncidence. La conception intégrée lie automatiquement les géométries des pièces entre elles, si bien qu'une modification sur une, est automatiquement répercutée sur les autres. Alors l'édition de pièce est la conséquence de l'édition de l'ensemble.

II.3 Les mises en plan :

Les mises en plan concernent à la fois les pièces (dessin de définition) ou les assemblages (dessin d'ensemble). Pour aboutir à un plan fini d'une pièce on peut estimer mettre deux fois moins de temps qu'avec un outil DAO (temps de conception et exécution du dessin). En effet, en DAO, chaque trait est indépendant, et c'est au dessinateur de savoir quelles entités graphiques sont concernées par une modification.

Le logiciel 3D ne fait qu'une projection de l'objet. Les modifications éventuelles sont opérées sur l'objet représenté, et ne concernent pas directement le plan. Voir (Fig. IV.3).

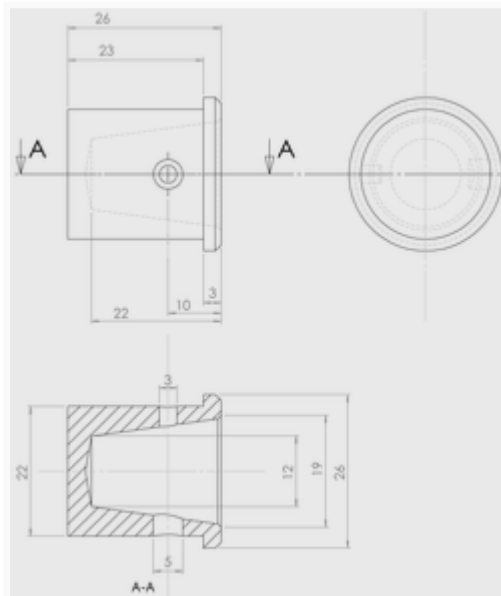


Fig. IV.3 : Dessin de définition établi avec SolidWorks

- Vues :

La projection sur plan du modèle ne pose aucun problème. Aujourd'hui il est très facile d'obtenir un plan, forcément juste (avec un logiciel de DAO il est possible d'éditer un plan faux!). Les vues en coupes, les vues partielles, perspectives, sont exécutées d'un simple clic. Les seuls problèmes encore rencontrés concernent la représentation des filetages et taraudages dans les assemblages.

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks.

De plus, chaque vue peut être exécutée avec un habillage différent, filaire, conventionnel ou ombré rendant encore plus accessible la lecture de plans aux non initiés.

- **Cotation :**

La cotation regroupe l'ensemble des spécifications géométriques définissant la pièce. Bien sûr, les paramètres déclarés des esquisses en font partie. Ils peuvent être automatiquement intégrés, de manière équilibrée, à la mise en plan. À ce niveau il est encore possible de modifier la pièce en changeant la valeur des cotes. L'indépendance de ces paramètres, se rapproche du principe dit d'indépendance (cotation GPS). Cependant, la mise en forme définitive de la cotation demande encore un peu de travail (avec un éditeur DAO ou sur le calque aussi!).

- **Fond de plan :**

SolidWorks par défaut propose ses propres fonds de plan. Mais il est possible de les faire soi-même ; Il existe deux types de fond de plan :

- Le fond de plan statique, où il faut remplir à la main chacun des champs.
- Le fond de plan dynamique, où il se remplit automatiquement suivant les paramètres mis dans l'assemblage ou dans la pièce.
- Des modèles sont proposés (équivalent du .dot de word).

- **Nomenclature :**

Le fichier assemblage contient chacune des pièces qui composent l'assemblage, on peut donc sortir de façon automatique la nomenclature appartenant à la maquette 3D.

III. Produits associés :

Un certain nombre de modules complémentaires qui s'interfacent avec Solidworks :

III.1 Edités par Solidworks :

- CosmosWorks : Logiciel de simulation, analyse par éléments finis.
- CosmosFloWorks : Logiciel de simulation, analyse des fluides.
- CosmosMotion : Logiciel de simulation cinématique.
- CamWorks : Logiciel de CFAO, simulation d'usinage de pièces.
- PhotoWorks : Moteur de rendu 3D.

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks.

- SolidWorks Animator : Logiciel d'animation en 3D (exportation dans un format vidéo standard de la simulation de mouvement d'un assemblage)
- PDMWorks : Logiciel de SGDT, gestion centralisée des données (assemblages, pièces, documents texte, etc.).
- Optisworks: Logiciel de simulation d'éclairage.

III.2 Edités par d'autres :

- Meca3D : logiciel de mécanique générale (statique, cinématique, dynamique)
- Vdoc : Suite collaborative pour créer des extranet de publications de plans et documents.
- Decade : logiciel libre de simulation dynamique (aussi interfacé avec Catia V5).

IV. Analyse fonctionnelle :

IV.1 Modèle de description :

Modeleur géométrique utilisée ici : Solidworks, en travaux Pratiques, vous disposerez de ProEngineer :

- Principe identique.
- Interface utilisateur légèrement différente.

Utilisation comme substitut de l'objet réel pour analyser le fonctionnement (démarche d'analyse de l'existant). Voir (Fig. IV.6)

Plus que la seule géométrie, la tendance est de fusionner les données matériaux, traitements, cotation fonctionnelle, procédé d'obtention...

Pour obtenir une base de données de référence (unique) commune au différents acteurs de la conception

=> Maquettage virtuel.



Fig.IV.6 ; Le train d'atterrissage du Rafale

IV.1.1 Les différent models de description du train d'atterrissage:

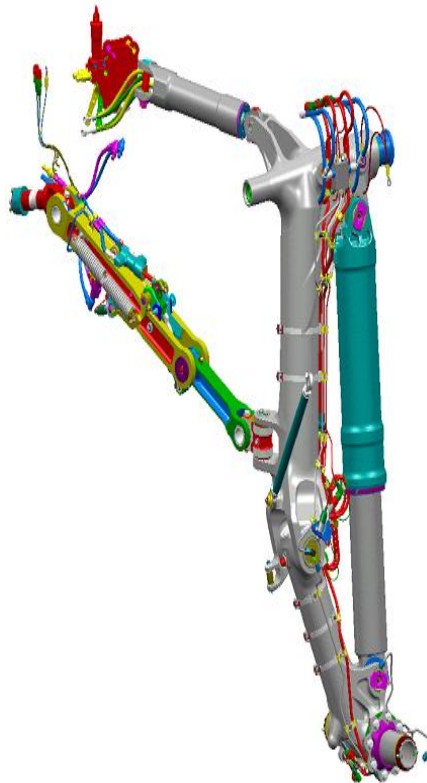


Fig. IV.7 : Modèle géométrique 3D CAO (Création Assistée par Ordinateur).

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks.

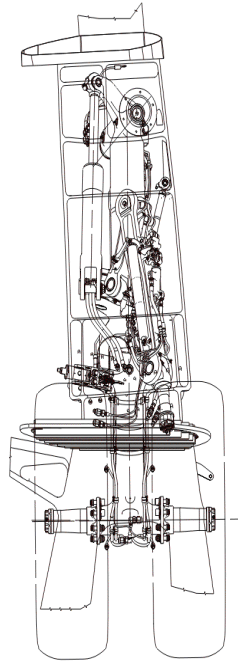
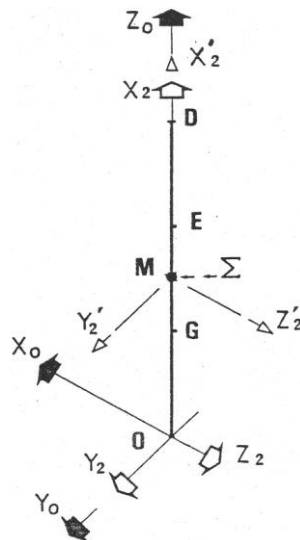
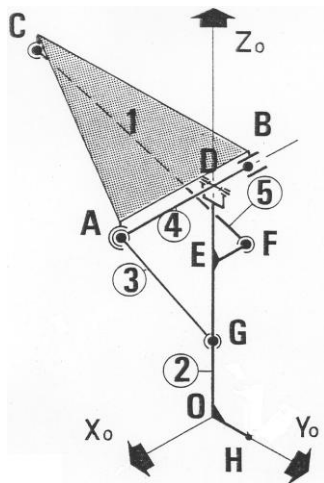


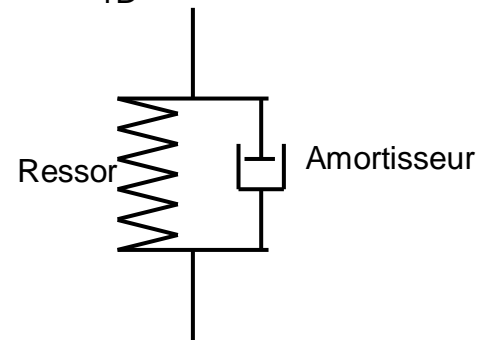
Fig.IV.8 : Mise en plan 2D.

Schéma cinématique

Modele de barre

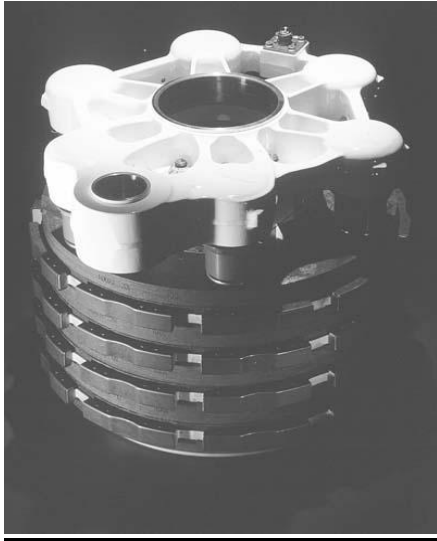


Modèle de comportement
1D

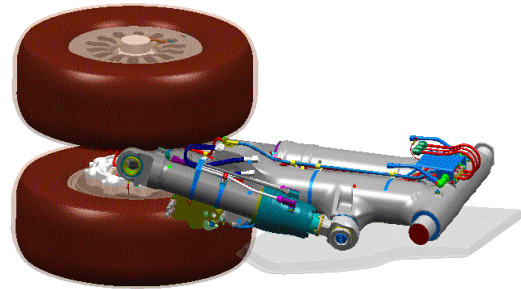


Figs. IV.9 : Autres models d'un train d'atterrissage.

CHAPITRE IV : Modélisation par solidworks.



Freins carbone



Escamotage du train en vol

Figs. IV.10 : Autres fonctions du train d'atterrissage.

V. Mouvement d'un solide par rapport à un autre :

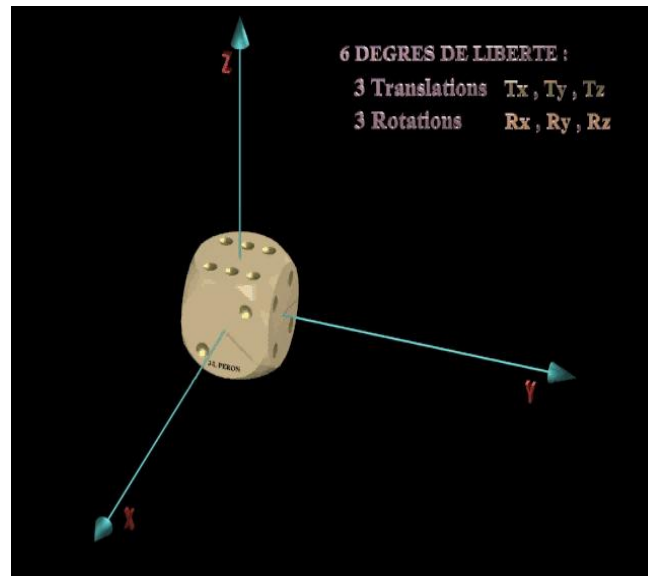


Fig. IV.11 : au maximum 6 mouvement possibles (degré de libertés).

VI. Autre exemple de train d'atterrissage (réel) :



Fig. IV.12 : train d'atterrissage de l'A340.

VIII. Exemple solidworks d'un train d'atterrissage :

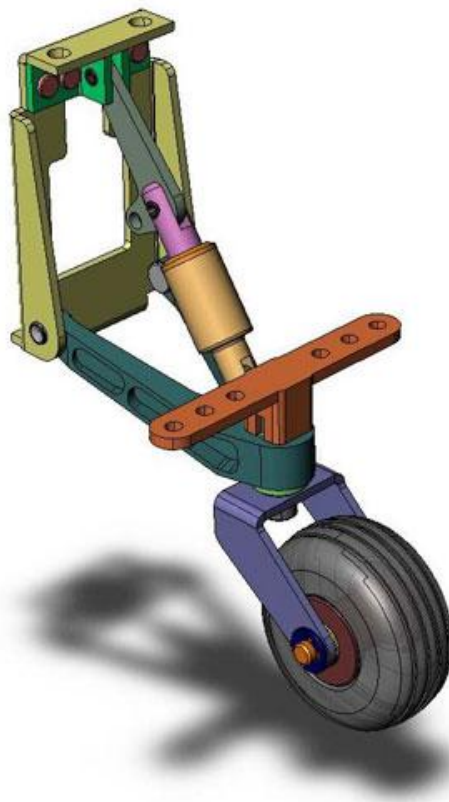


Fig. IV.13 : Train d'atterrissage en solidworks.

CONCLUSION

A l'issus de ce modeste travail qu'on vient de réalisés, on pense atteindre les objectifs tracés préalablement, à savoir : connaître les différent types d'atterrisseurs, l'aéronef choisis en générale et ses atterrisseurs en particulier, dont on a fait l'étude descriptive, la maintenance et la modélisation.

Dans notre étude, on a fait une brève description du B737-800 et une étude détaillé sur ses atterrisseurs, ce qui nous a permis de bien définir le rôle de chaque élément.

Après l'étude de la maintenance et son application sur les trains d'atterrissage, on a pu savoir les modes et les gammes de révision nécessaires pour maintenir la navigabilité et la disponibilité de l'avion.

On a essayé de faire une approche entre la théorie et la pratique on utilisant le logiciel solidworks, afin de mieux définir l'articulation du train d'atterrissage.

En fin, nous espérons avoir su apporter les réponses entourant ce sujet, ce qui permettrait aux futures étudiant en aéronautique de poursuivre ce travail pour de plus amples améliorations.