République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université SAAD DAHLEB (BLIDA)
Institut de l'Aéronautique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention d'un diplôme De
D.E.U.A en Aéronautique option structure

THEME

ETUDE TECHNIQUE DU TRAIN D'ATTERISSAGE FOKKER 27

Etudié par :
- MEDANI MEHDI
- BOUDERBALA ADLANE

Promoteur :
Mr KIRAD ABDELKADER
Co- Promoteur
Mr BENHAMADA MOURAD

Année 2002

remerciement

Nous remercions MrBERGUEL ,le Dr de notre institut et tous les professeurs qui nous ont encadré durant trois ans et pour leurs suggestions et conseils.

Nous remercions également la société d'AIR ALGERIE qui nous à permet de faire le stage pratique.

Nous remercions particulièrement Mr KIRAD, notre promoteur. Ainsi que Mr BENHAMADA, notre copromoteur à AIR ALGERIE.

Nous remercions Mr AZOUGUE, Mr BOUDRAA, Mr BOUABDELAH Nabil et le personnel de l'atelier Turbo- Hydraulique pour leurs conseils et leurs soutiens.

Et tous ceux qui da prés ou de loin nous ont à l'élaboration de ce modeste travail.

Les étudiants:

BOUDERBALA - A.
MADANI – M.

Dédicace

Je dédie cette modeste mémoire:

-Ames très chères parents pour le soutien moral.
**A ma mère pour son reconfort ntinuel*
et son grand amour.
**A mon père qui je lui souhaite une très longue et heureuse vie.*
Ames frères et sœurs.
- A tous mes amis de promotion, surtout: Sofiane et Hamza.
-A tous les amis de la cité universitaire sans exception.
-A mon binôme ***Adlane***

MEHDI

Dédicace

Je dédie cette modeste mémoire:

-Ames très chères parents pour le soutien moral, ainsi pour leurs conseils...

** Et je les souhaite une longue et heureuse vie.*

-Ames frères et sœur, et toute ma famille.

- A tous mes amis de promotion; surtout: Sofiane et Hamza.

- A tous les amis de la cité universitaire sans exception.

-A mon binôme qui je lui souhaite une vie pleine de bonheurs et de prospérités

Adlane

TABLE DES MATIERES

Chapitre IV : Maintenance

Introduction

Le train d'atterrissage est organe essentiel pour l'avion.

Il assure la liaison de l'avion avec le sol ,c'est aussi un ensemble des éléments permettant les manœuvres au sol (décollage, atterrissage) , appelé aussi atterrisseur sont composés de deux trains principaux et d'un train auxiliaire

Le train transmet des efforts importants et locaux à la structure de l'avion au moment de l'impact.

De même un mécanisme de rentrée et sortie est indispensable puisque la plupart du temps le train d'atterrissage n'a aucune utilité en vol et il crée de la traîné par conséquent sur les avions rapides , il s'impose d'installer un train escamotable , ainsi que des systèmes de verrouillage haut et bas .

Quoi que n'intervient que dans une proportion assez faible dans le devis de masse de l'avion, le train d'atterrissage a une importance fonctionnelle qui ne peut échapper à personne donc on demande au train d'atterrissage une fiabilité considérable dans la capacité d'absorber les chocs, de freiner l'avion, de se rétracter et de se déployer.[5]

Dans cette étude simplifiée nous avons illustré, d'abord des généralités sur les trains d'atterrissage; leurs éléments et les principes de fonctionnement de l'amortisseur et du train d'atterrissage.

En deuxième lieu nous avons étudié les différents systèmes qui actionnent le train escamotable, ainsi que leurs principes de fonctionnement.

Ensuite, nous avons consacré un chapitre pour la description de FOKKER 27 et son train d'atterrissage.

Enfin, nous avons CITER *la méthodologie de maintenance d'un train principal de l'aéromef FOKKER 27.*

CHAPITRE I : GENERALITES

I-1 INTRODUCTION

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

Les masses des avions et les vitesses d'atterrissage des avions modernes on atteint des valeurs élevées qui imposent des charges extrêmement fortes au moment de l'impact et au cours de la décélération. On demande au train d'atterrissage une fiabilité considérable dans la capacité d'absorber les chocs, de freiner l'avion, de se rétracter et de se déployer. Le train d'atterrissage est un organe complexe de l'avion qui demande beaucoup de soins [2]

I-2 DESCRIPTION D'UN ATTERRISSEUR

Le train d'atterrissage est fixé à la cellule de l'avion on dessous des ailes ou sous le fuselage. L'ensemble du train est constitué des éléments suivants (fig I-1) :

- 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 dans l'axe de roulement.

-Les essieux, les roues et les pneus.

-Les freins et leurs accessoires.

Ainsi que d'autre dispositifs tels que les systèmes de verrouillage, les systèmes de commande pour la rentrée et la sortie du train et les systèmes électriques de contrôle du train pour renseigner ses positions. [2]

I-3 ROLE DU TRAIN D 'ATTERRISSAGE

Le train d'atterrissage joue différents rôles :

- Il supporte l'avion au sol et parfois, selon les modèles à procurer un freinage aérodynamique en vol d'une façon comparable aux aérofreins.

-Il supporte les charges latérales lors du roulage au sol et lors des atterrissages et des décollages en conditions de vent de travers.

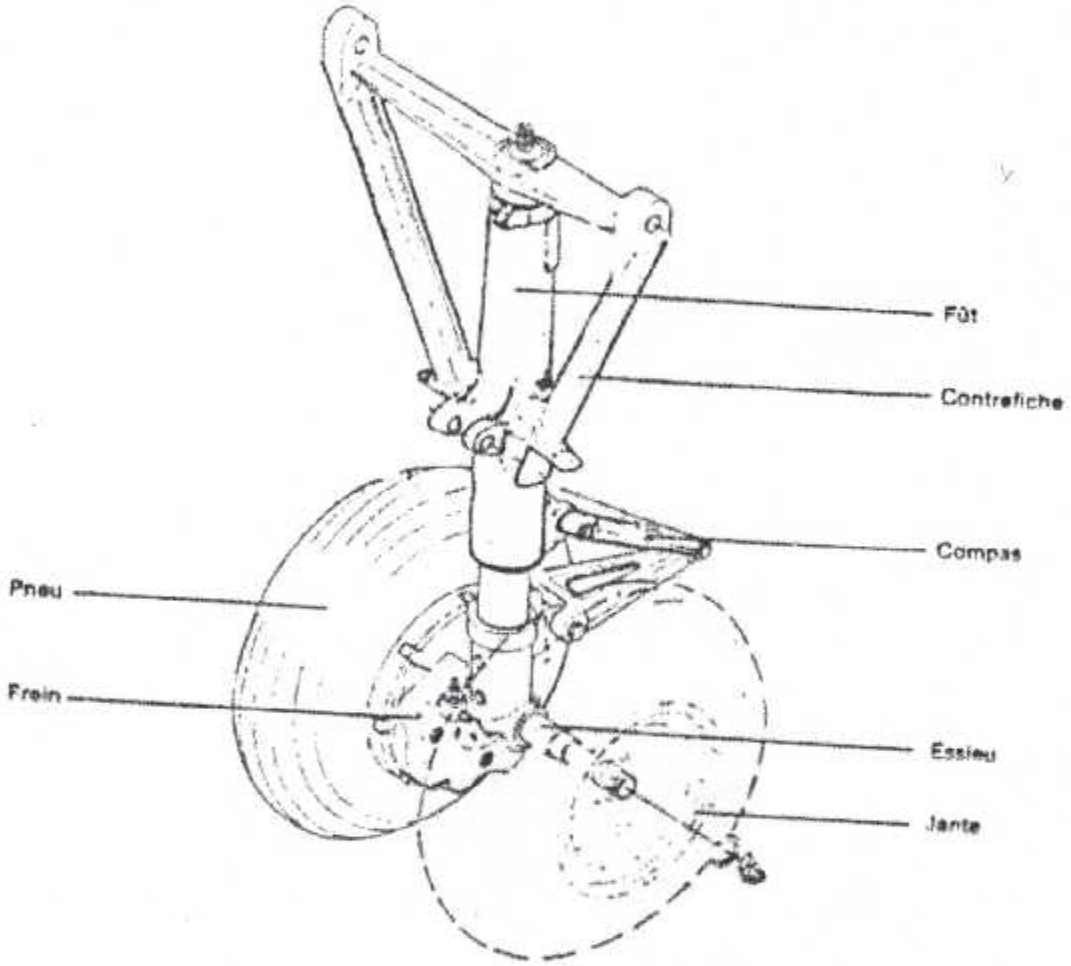


Figure I.1: L'enssemble du train d'atterrissage [2]

-Absorber l'énergie verticale de l'avion au moment de l'impact et assurer à l'avion une suspension souple au sol, la stabilité et la maniabilité sont également assurer par le train.

La plupart du temps, le train d'atterrissage n'a aucune utilité en vol et il crée de la traînée qui est proportionnelle au carré de la vitesse.

Donc par conséquent, sur les avions rapides, il s'impose d'installer un train escamotable.

Il y'a aussi une fonction structurale du train qui a la capacité d'absorber les efforts sans déformation de la structure (protection de la cellule), d'obtenir un certain confort notamment pour les avions commerciaux. [2]

I-4 FONCTIONNEMENT DU TRAIN

En cas de repos on a deux chambres, une est remplie d'huile et l'autre est remplie d'air, (fig I-2) pendant l'impact l'huile passe à travers quatre orifices qui se trouvent au niveau du piston à la deuxième chambre et comprime l'air qui se trouve, le liquide passe rapidement à la deuxième chambre et absorbe le choc. Après l'impact, l'air comprimé exerce une pression sur l'huile qui retourne à la première chambre très lentement à travers deux orifices parce que les deux autres sont fermés par l'ajutage.

I-5 CLASSIFICATION DES ATTERRISSEUR

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 des manœuvres 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 et répertoriée selon son groupe de classification (groupe international de normalisation) de charge qui est établi en fonction de la nature de revêtement et du type de sol sur le quel est bâtie la chaussée.

Pour avoir une faible charge, le constructeur fera le calcule on 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 atteint vite ses limites lorsqu'il s'agit de faire rentrer les trains .Donc une autre méthode consiste à multiplier le nombre de roues sur les jambes du train, et on trouve selon la masse de l'avion quatre configurations (fig I-3) :

- Roue simple.

-Roue double.

-Roue tandem

- Roue en bougies.

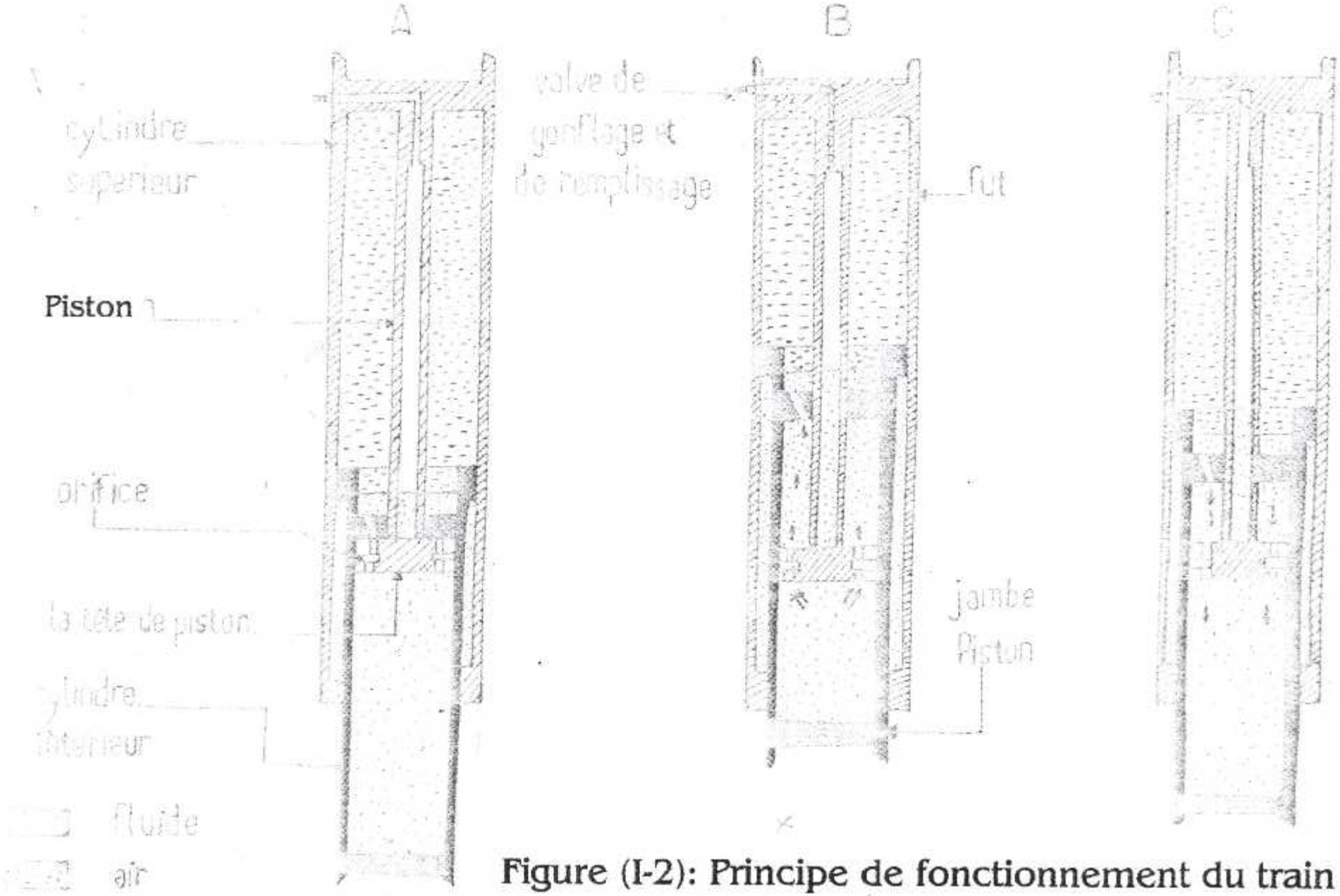


Figure (I-2): Principe de fonctionnement du train d'atérissage [2]

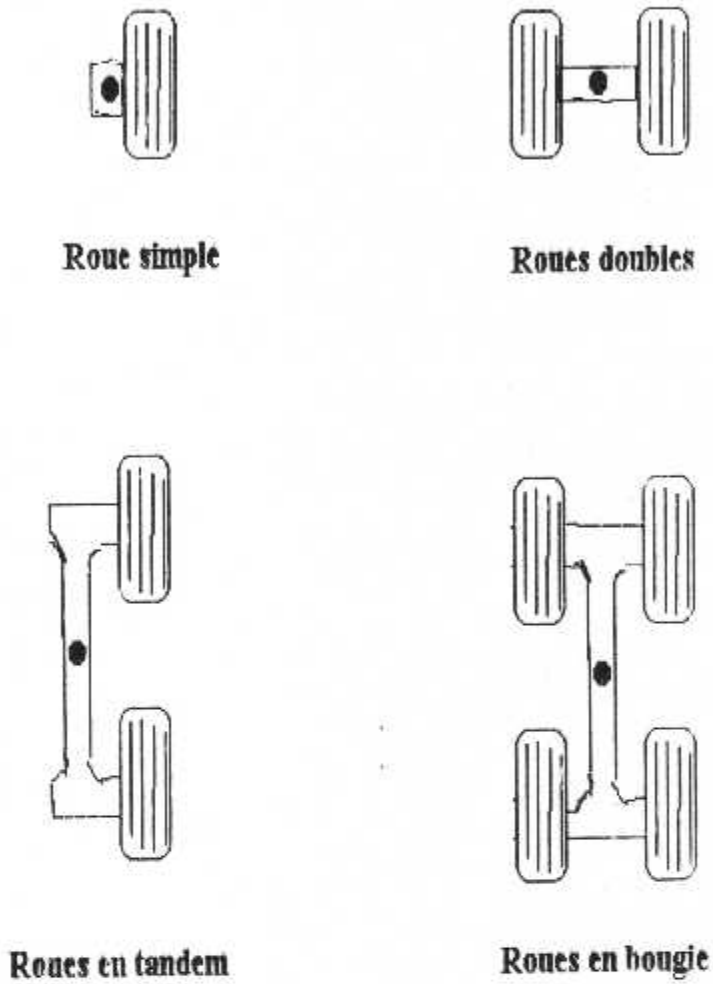


Figure I.3: Différentes dispositions des roues [2]

Le constructeur peut aussi choisir de multiplier le nombre de jambes du train principal **(BOEING 747)**. [2]

I-6 DIFFERENTS TYPES DE CONFIGURATION

On choisit la configuration du train on fonction du type, de la taille et de l'utilisation de l'avion. Ce choix porte essentiellement sur la répartition des charges sur le train.

Selon l'emplacement des roues autres que celles du train principal, c'est la roue de queue ou la roue avant, on distingue le train tricycle et le train classique. Les atterrisseurs peuvent - être classés fixes ou escamotable.

a -LE TRAIN CLASSIQUE

Les deux atterrisseurs principaux placés symétriquement, légèrement en avant du centre de gravité et d'un atterrisseur arrière (fig I-4).

Le train classique laisse une plus grande garde à l'hélice lorsqu'on fait un décollage à trois points (fig I-4).

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

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

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

b – LE TRAIN TRICYCLE

C'est la solution généralement la plus utilisée .Les deux demi trains principaux sont placés symétriquement légèrement en arrière du centre gravité . Le train auxiliaire est à l'avant (fig .I-5).

Les avantages du train tricycle sont nombreux:

- Permet d'appliquer très fortement les freins sans risquer du culbuter vers l'avant.

- Offre une plus grande visibilité.

-Tend à empêcher l'avion d'effectuer "un chevet de bois ".

Les inconvénients majeurs sont liés à la roue avant, ce sont sa fragilité et sa tendance au "shimmy ". [2]

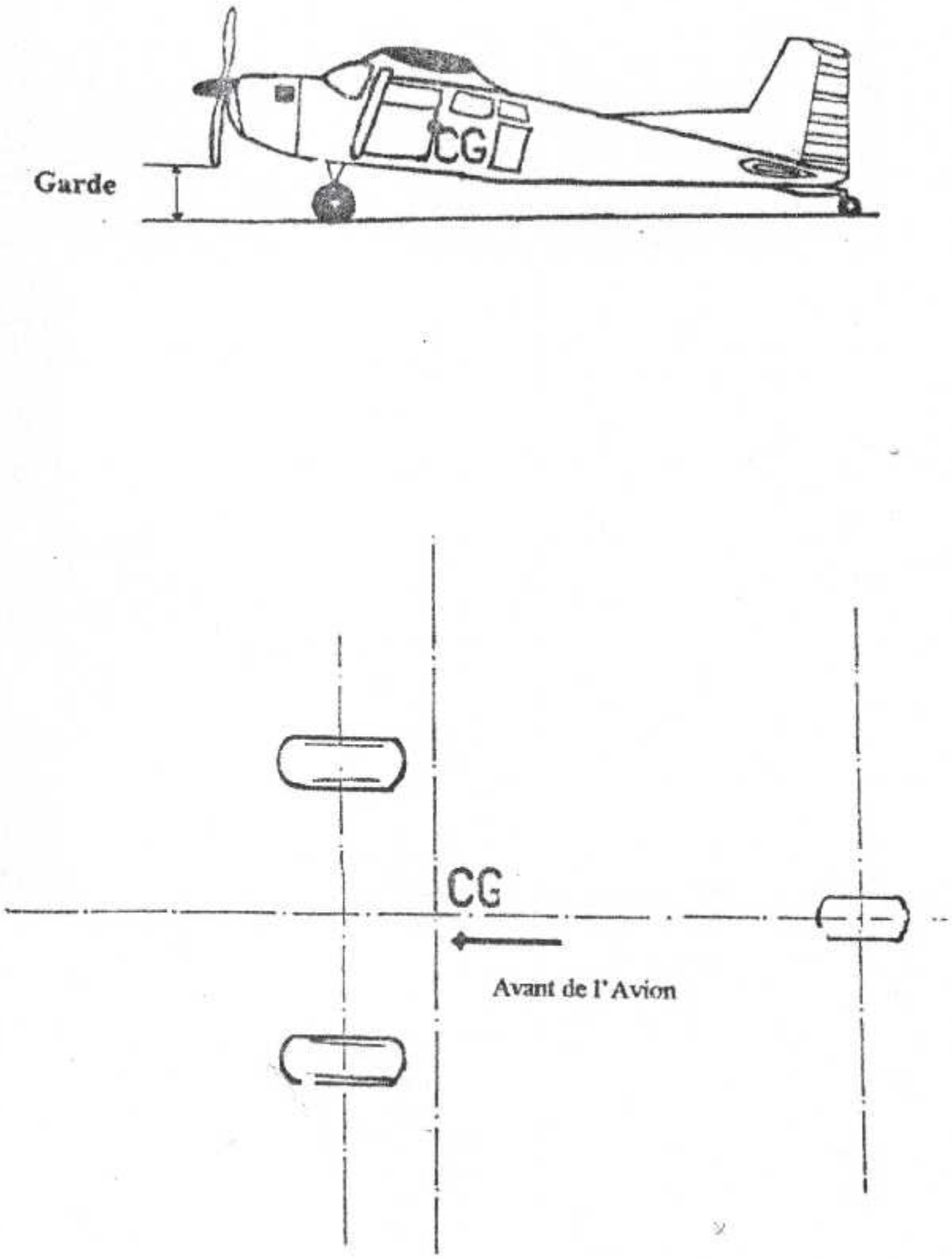
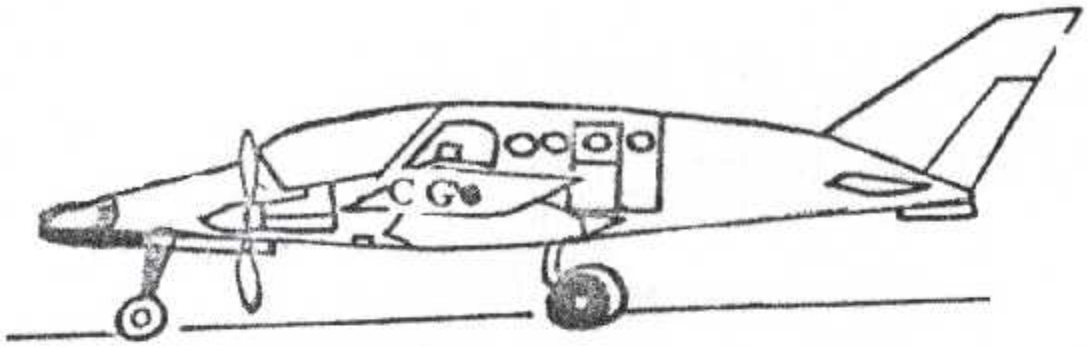


Figure I.4:Train d'atterrissage classique [2]



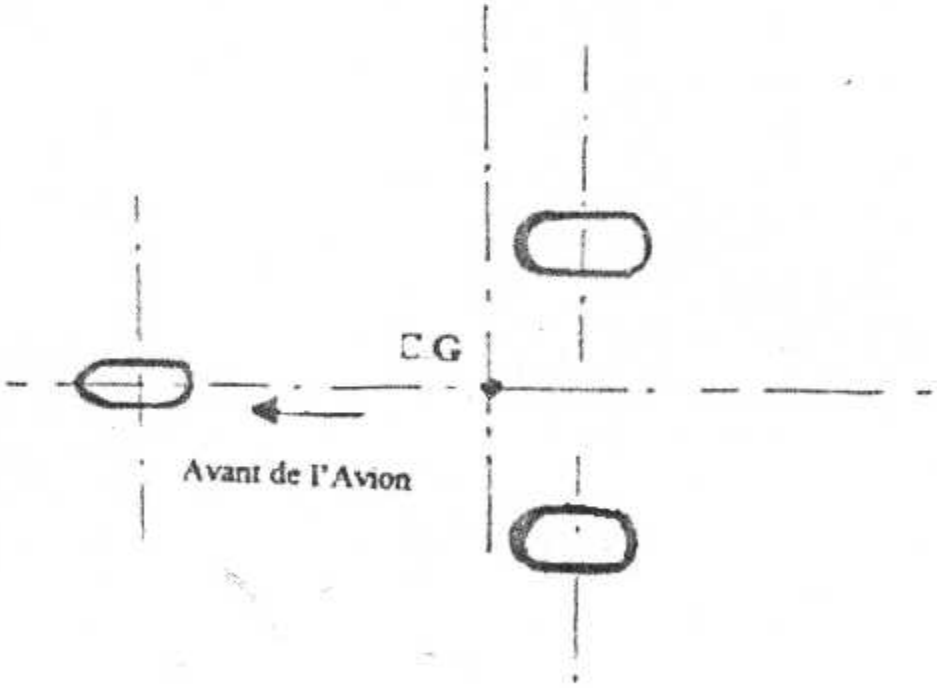


Figure I.5: Train d'atterrissage tricycle [2]

I-7 EFFORTS SUPORTES PAR LE TRAIN :

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

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

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

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

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

-Les efforts latéraux.

-Les efforts dus au freinage. [2]

I-8 ETUDE DES ELEMENTS DU TRAIN :

a- 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 contres fiches latérales.

La contre fiche reprend les efforts latéraux. Elle est habituellement constituée de deux - demi contre fiches articulées, nécessaire pour la rentrée et la sortie du train.

Il faut noté aussi qu'il existe un verrouillage haut qui se fait à l'aide d'un dispositif mécanique (bloc de verrouillage haut). [2]

b- LES AMORTISSEURS:

Une des principales fonctions de train d'atterrissage est d'absorber les chocs et surtout le choc de l'impact. Tout choc est d'abord absorbé par les jambes de train et répartie ensuite à travers la cellule par l'intermédiaire des attaches du train. Pour éviter des dommages à la structure, on place des amortisseurs qui absorbent la plus grande partie des charges.

1-LE ROLE DE L'AMORTISSEUR

Le rôle de l'amortisseur qui est souvent à l'intérieur de la jambe de train se décompose en trois parties:

-Absorber au maximum l'énergie cinétique qui est due à la vitesse verticale de l'avion au moment de l'atterrissage,ceci est voulu pour limiter les efforts transmis à la structure à une valeur aussi basse que possible.

- Créer des forces élastiques qui équilibrent les poids de l'avion afin d'assurer la suspension élastique de l'avion au sol.

- Amortir les oscillations verticales pendant le roulage

La fonction amortisseur est assurée par du liquide hydraulique contraint de passer à travers un orifice de restriction.

2- Différents types d'amortisseurs:

Il existe plusieurs types d'amortisseurs:

- L'amortisseur à caoutchouc en tension.
- L'amortisseur à caoutchouc en compression.
- L'amortisseur à ressort.
- L'amortisseur pneumatique.
- L'amortisseur à compression de liquide.
- L'amortisseur oléopneumatique.

L' oléopneumatique est le type d'amortisseur que nous rencontrons le plus souvent. Il convient aussi bien aux gros qu'aux petits avions et il est réputé pour son efficacité et sa fiabilité.

L'amortisseur oléopneumatique utilise de l'air et du liquide hydraulique pour assurer l'absorption des chocs. L'air est employé pour ses propriétés de compressibilité et d'élasticité. Le liquide hydraulique, considéré dans ce cas comme étant incompressible, aide à amortir à l'impact parce que son débit est retardé par un ajutage (un ajutage est un orifice qui restreint le débit) L'énergie dépensée pour vaincre la résistance au débit est convertie en chaleur dissipée par les parois de l'amortisseur.

Le principe de construction de l'amortisseur oléopneumatique est extrêmement simple (fig I.6). Deux tubes s'emboîtent librement l'un dans l'autre, d'où l'appellation d'amortisseur télescopique.

La position (a) représente la situation lorsque l'avion est en vol, train hydraulique. A l'impact, le tube supérieur s'enfonce dans le tube inférieur et cela comprime encore plus l'air sous pression que l'amortisseur renferme. En même temps le liquide hydraulique est chassé de la chambre inférieure vers la chambre supérieure mais ce déplacement doit se faire en passant par l'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 repousse au sol. L'amortisseur prend une position intermédiaire entre l'extension et la compression maximale et cette position est fonction de la pression d'air dans les tubes télescopiques. [5]

c- LES ROUES : [2]

1- La roue monobloc : (fig I-7)

La roue monobloc se compose d'une seule pièce, l'installation des pneus sur cette roue se fait en force par l'extension du talon par dessus de la jante.

L'inconvénient de cette installation est : sous de fortes charges latérale ,le pneu risque de se déjanter. C'est-à-dire sortir de la roue. Ce type de pneu ne convient donc qu'à des avions légers.

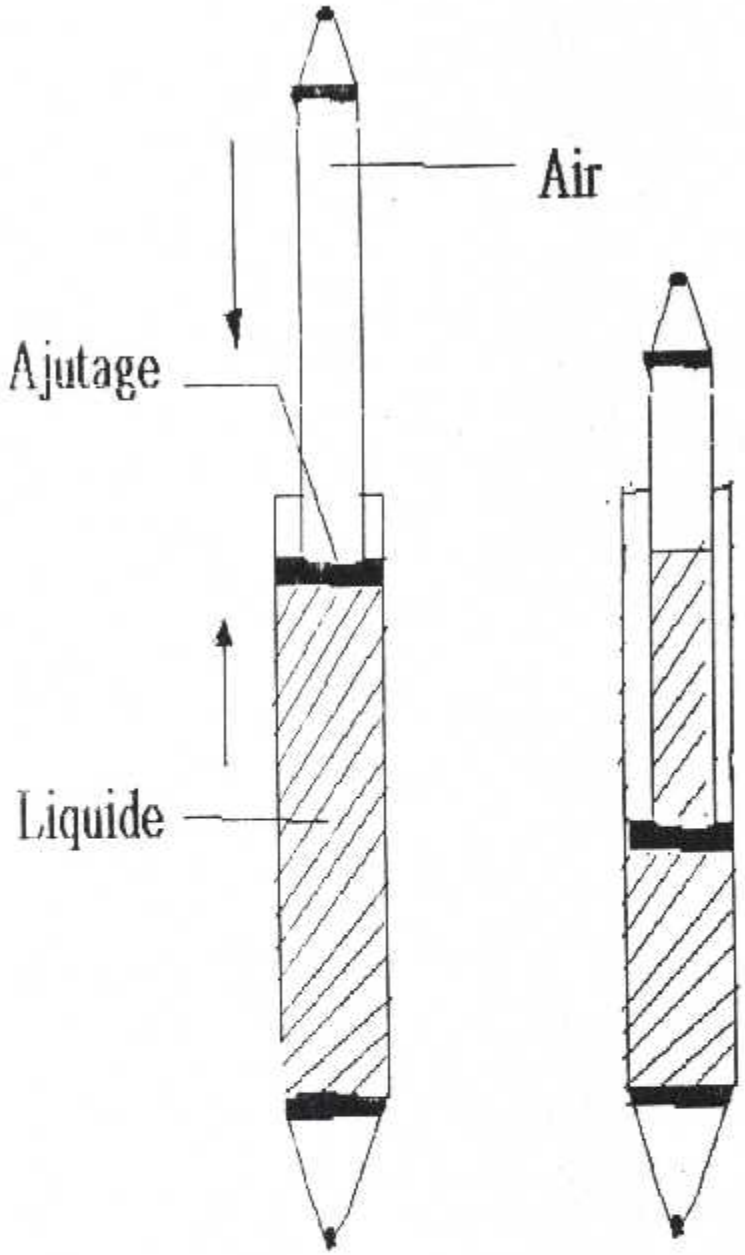
2-LA ROUE À MOYEU DIVISE (fig I-8)

La roue à moyeu divisé consiste en deux - demi roues complémentaires l'une de l'autre et maintenues ensemble par des boulons .L'ensemble constitue 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.

d-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.



Extenction Décompression

Figure I.6 Amortisseur oléopneumatique [5]

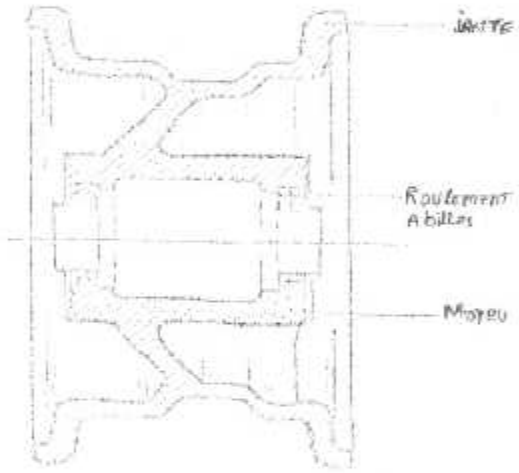


Figure 1-7 : La roue monobloc [2]

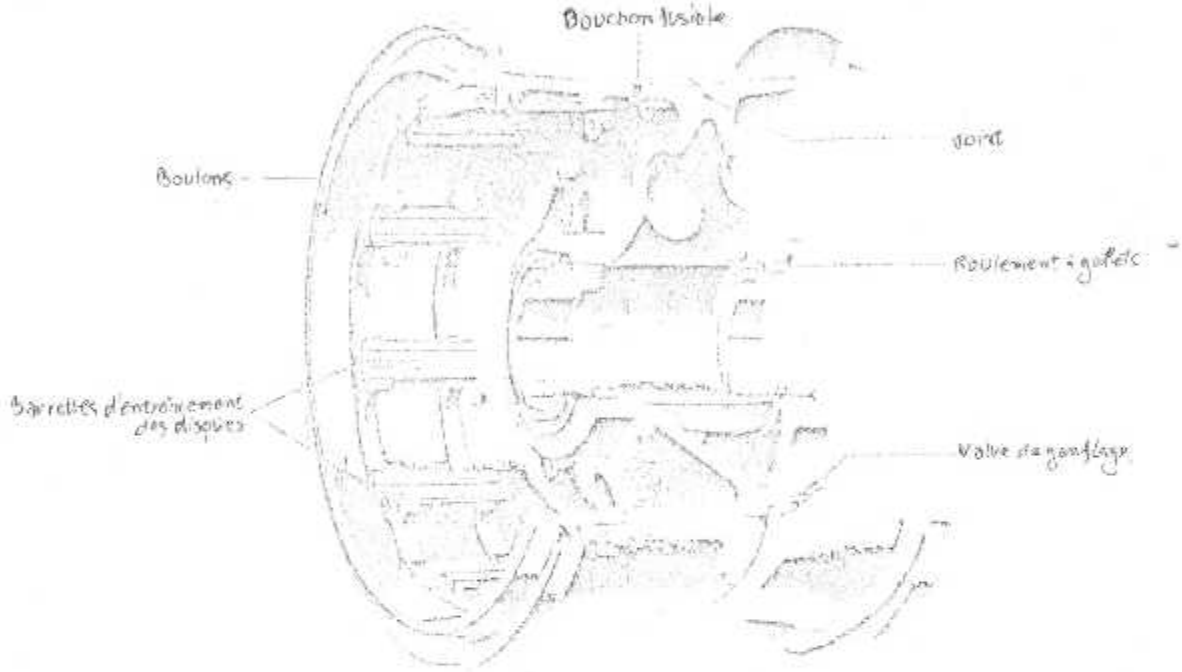


Figure 1-8 : La roue à moyeu divise [2]

1-qualité d'un pneu:

Le pneu doit pouvoir :

-Supporter les grandes vitesses de roulement et surtout l'accélération brutale de l'impact - sans se déformer ni s'user excessivement.

-Supporter les couples de tension élevées lors du freinage et surtout éviter le cheminement du pneu sur la jante.

-Résister aux fortes températures engendrées par les freins sans accuser une démunition 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 de neige ...) et retarder l'effet d'hydroplanage.

-S'user modérément.

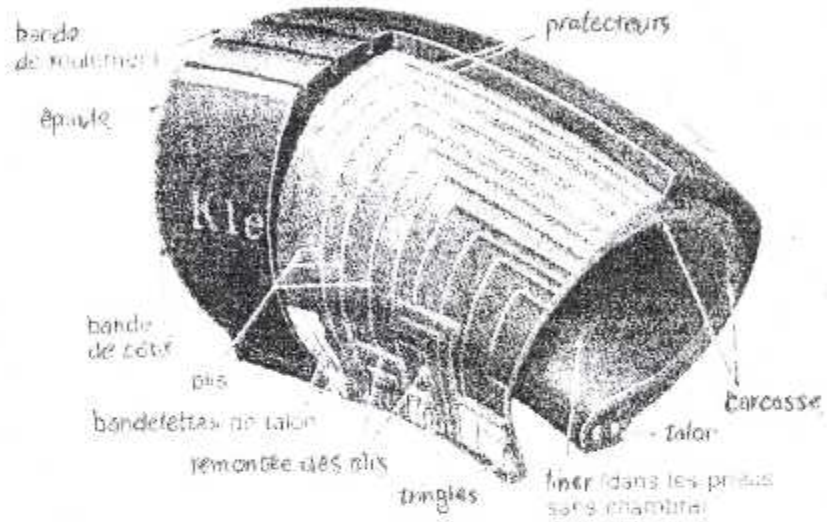
2-description du pneu:

Dans la coupe schématique d'un pneu (fig I-9)la matrice d'un pneu de caoutchouc vulcanisé qui inclut des additifs dont le 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 roulements sont constitués de tissu synthétique résistant .L'enveloppe est faite de nappes de rayonnes 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.

Les pneus " tubeless " sont généralement utilisés à cause de sa résistance supérieure aux impacts et aux dommages par pénétration.

PNEUMATIQUE
STRUCTURE DE L'ENVELOPPE



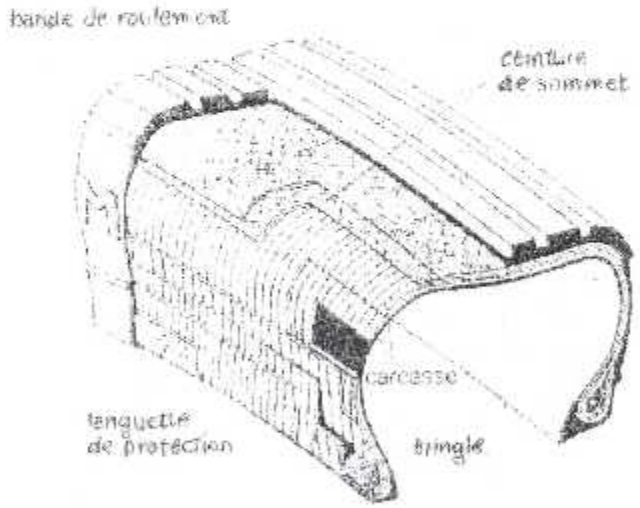


Figure I-9 [3]

CHAP 1 SYSTEME INFORMATIQUE

II-1 INTRODUCTION

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 l'obtenir grâce à des pompes de 20 000 Kpa et plus permet de développer des forces qu'il serait impossible de transmettre mécaniquement à travers toute la cellule sans la déformer . [1]

II-2 LES AVANTAGES DE L'ENERGIE HYDRAULIQUE

Cette forme d'énergie présente l'avantage de la légèreté tant au point de vue génération, qu'utilisation, plus particulièrement pour les servitudes, Consommation de puissance telle que :

- Les organes de sortie et de rentrée du train d'atterrissage.
- Le pilote automatique.
- Les cerveau commands de vol.
- Freinage.

La construction est robuste, la sécurité de fonctionnement assurée . [1]

II-3 LES INCOVINIENTS

Elle réside essentiellement dans la distribution à savoir :

- La nécessité de disposer de tuyauteries de retour.
- Les pertes en charge lorsque les tuyauteries sont longues et de section faible.
- Le risque de fuite du à l'appareillage d'interconnexion.
- Certaines tuyauteries doivent être de construction robuste (acier/ inox) lorsqu'il s'agit de circuit à haute pression. [1]

II-4 LES AVANTAGES DES CIRCUITS HYDRAULIQUES

Les circuits hydrauliques permettent de nombreux avantages par rapport au circuits mécaniques (transport d'énergie) .

Les conduites hydrauliques permettent de transporter l'énergie à travers l'avion, comme le sang dans le corps humain, et d'appliquer cette énergie ponctuellement la ou elle est nécessaire. Un petit tuyau rempli de liquide suffit, alors qu'il faudrait des systèmes mécaniques de tringlerie compliqués pour obtenir les mêmes résultats .Ces systèmes mécaniques sont non seulement lourds, mais ils imposent aussi le poids du renforcement de la structure aux points d'appui [1

II-5 LES LIQUDES HYDRAULIQES

Le liquide hydraulique est comparable au sang qu'irigue les muscles. Ces propriétés jouent un rôle extrêmement important dans l'efficacité et la sécurité du système hydraulique.

II-6 LES QUALITES EXIGEES D'UN LIQUIDE HYDRAULIQUE

Un bon liquide hydraulique devrait répondre à la plupart des critères suivants :

- Il doit être pratiquement incompressible, au moins jusqu'à 28 000 Kpa afin d'assurer une réponse immédiate.

- Il doit avoir des bonnes caractéristiques lubrifiantes avec le métal et le caoutchouc.

- Sa viscosité doit être faible et relativement constante quelques soient les variations de température.

- Son point de congélation doit être très bas, son point d'ebullution élevée (-70°c à +80°c) et son point d'éclair supérieur à 100 °c .

- Il doit aussi être ininflammable et chimiquement inerte.

- Résiste au moussage, à l'entartrage à l'évaporation .

- Etre facile à stocker.

- Ne pas être corrosif.

- Enfin, il doit avoir un prix abordable et être disponible facilement . [1]

II-7 LES DIFFERENTS TYPES DE LIQUIDES HYDRAULIQUES

1) LIQUIDE D'ORIGINE VEGETAL

Liquide hydraulique d'origine végétal est à base d'huile de résine. Il est identifiable par son numéro standard M I L. H 7644 et par sa couleur bleutée. On l'utilisait dans les avions construits avant la deuxième guerre mondiale parce qu'il était compatible avec le caoutchouc naturel des joints utilisés à cette époque. Bien qu'on l'emploie couramment dans l'automobile , son usage a été complètement abandonné en aviation parce qu'il est inflammable et qu'il résiste mal aux variations de température . [1]

2) LIQUIDE D'ORIGINE MINERALE (A BASE DE PETROLE)

Identifié par son numéro MIL. H. 5606 et sa couleur rouge, le liquide hydraulique minéral est le plus couramment utilisé en aviation.

Il conserve ses qualités sans modification dans une marge très large de température (De -54°c à +135°c). Il est compatible avec les joints en caoutchouc synthétique (néoprène) et en cuir. Malheuresement, il ne résiste pas au feu. [1]

3) LIQUIDE SYNTHETIQUE

A base d'ester de phosphate, ce liquide hydraulique, désigné fréquemment par l'appellation commerciale skydrol, et identifié par le numéro MIL. H. 8446 et sa couleur pourpre. Il résiste bien au feu et sa marge de températures extrêmes est très vaste (de -55°c à +177 °c) avec une limite de 132 °c en opération continue . Le skydrol n'est compatible qu'avec des joints synthétiques (genre butyle), il attaquerait chimiquement tout autres joints. Ses inconvénients majeurs sont sa sensibilité à l'humidité qui change sa nature chimique et provoque des dépôts de tartre et de vernis dans les conduites, et ses effets corrosifs sur la peinture et les isolants électriques ordinaires. Toute fuite doit être contrôlée immédiatement. On utilise le skydrol dans la plupart des avions de transport à réaction et des avions supersoniques. [1]

II-8 L'ESCAMOTAGE DU TRAIN PAR CIRCUIT HYDRAULIQUE

Le circuit d'escamotage du train comprend principalement des clapets sélecteurs, des vannes de séquence, des vérins et des dispositifs de verrouillage (fig II- 1).

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

Une vanne de séquence (fig II -2) est constituée d'un corps muni de deux orifices et qui renferme une bille qu'un poussoir peut soulever de son siége. Lorsque le liquide sous pression arrive par, l'orifice A, il ne peut passer à travers la vanne que si le poussoir à

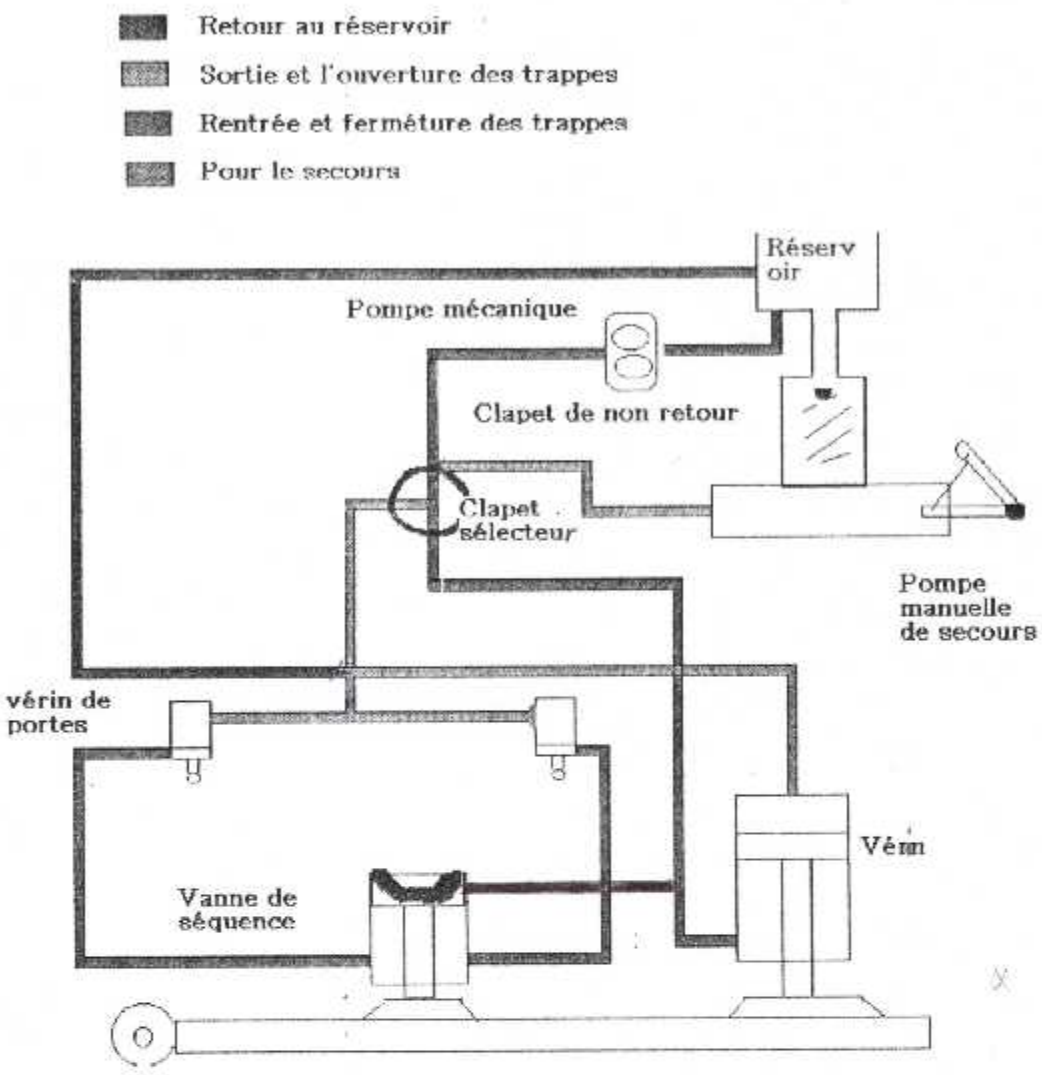


Figure II-1 : Circuit hydraulique [2]

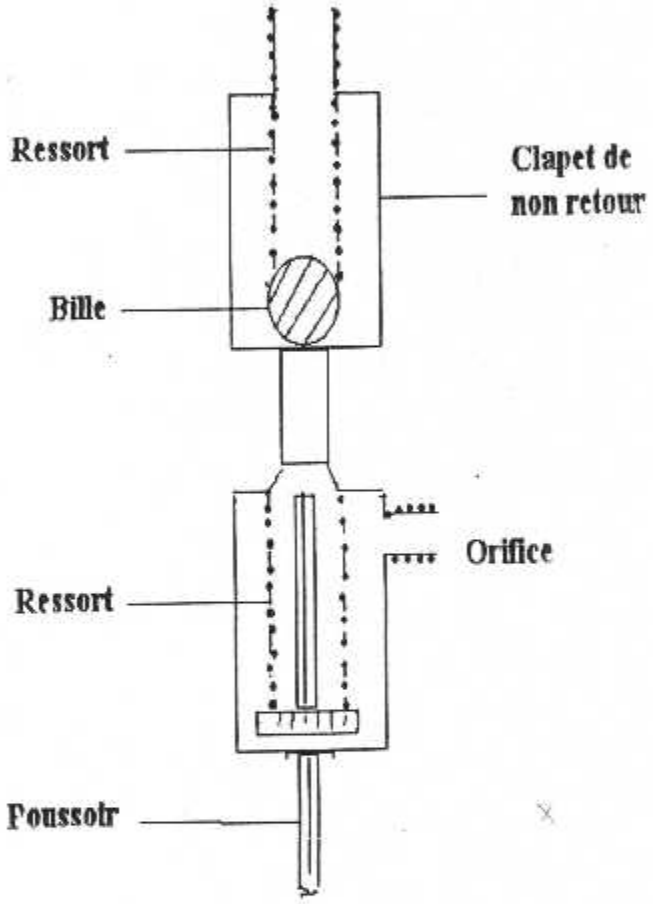


Figure II.2: Vanne de séquence [2]

déplacé la bille. Le rôle de cette vanne dans un circuit hydraulique de train d'atterrissage est présenté à la figure II- 1.Lorsque le secteur est dans la position indiquée , la pression est dirigée vers la face du piston qui relève la jambe du train vers la vanne de séquence .

Quand la jambe du train rendue 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. [2]

II-9 LES DISPOSITIFS DE SORTIE D'URGENCE DU TRAIN

Le système d'urgence permet d'abaisser le train lorsque le système principal fait défaut .Sur les trains à escamotage hydraulique le système d'urgence le plus courant est celui à dégagement manuel de dispositif de verrouillage et à abaissement du train par gravité.

Dans certains cas la conception même de l'avion ne permet pas ce type d'urgence. Aussi doit on avoir recours à d'autres systèmes tels que l'action manuelle directe sur la jambe du train (exemple : le canso) , l'énergie pneumatique (exemple : le shrike commander) , les circuits hydrauliques multiples alimentés par d'autres sources d'énergie que les propulseurs (pompes manuelles ou électriques) , ou un dispositif électrique parallèle de mise en section .

Quant aux trains d'atterrissage électriques, les systèmes de secours sont généralement manuels avec l'abaissement qui s'effectue soit par gravité, soit par l'action d'un levier ou d'une manuelle. [5]

II-10 LE SYSTEME DE VERROUILLAGE

Le verrouillage en position" trains sortis "doit être mécanique afin d'obtenir le blocage géométrique du train. Il permet donc d'éviter la rentré du train quand l'avion est en contact avec le sol (fig II-3). Généralement le verrouillage est mécanique et le déverrouillage est hydraulique, ce dernier est réalisé par un vérin alimenté par le circuit rentré.

Le verrouillage "trains rentrés "s'effectue par un dispositif d'accrochage mécanique à la jambe. Le décrochage hydraulique est souvent double d'une commande mécanique, puis le train descend par gravité. (Fig II- 4). [5]

- VERIN DE DEVERROUILLAGE

Il y a deux rentrées d'alimentation, une d'alimentation normale et l'autre d'alimentation secours. La pression sorti train passe par le vérin de relevage position sortie et en même temps déverrouille le vérin de verrouillage aussi le train sort. (Fig II-5).

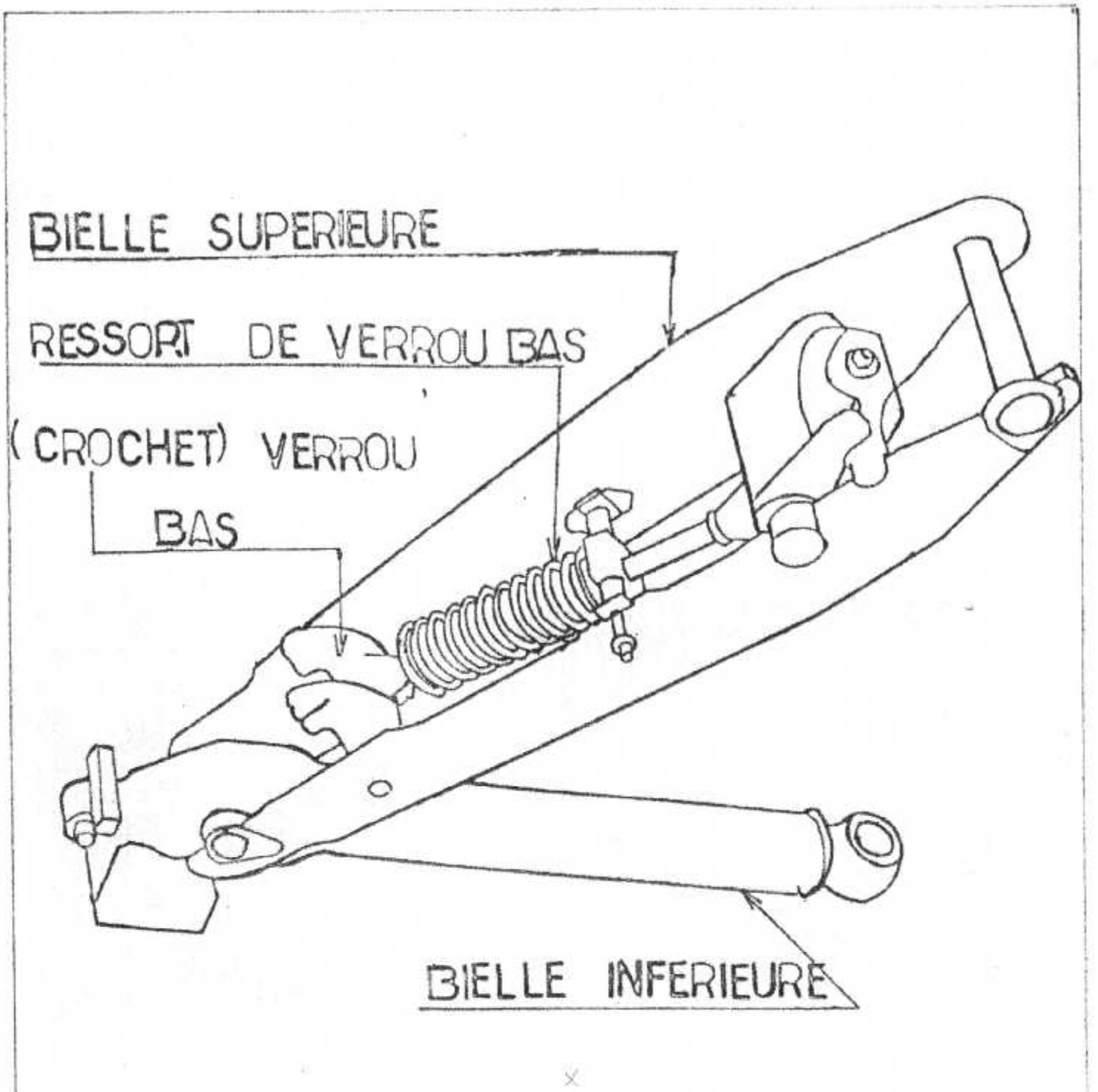


Figure II.3 : Mat de verrouillage bas [2]

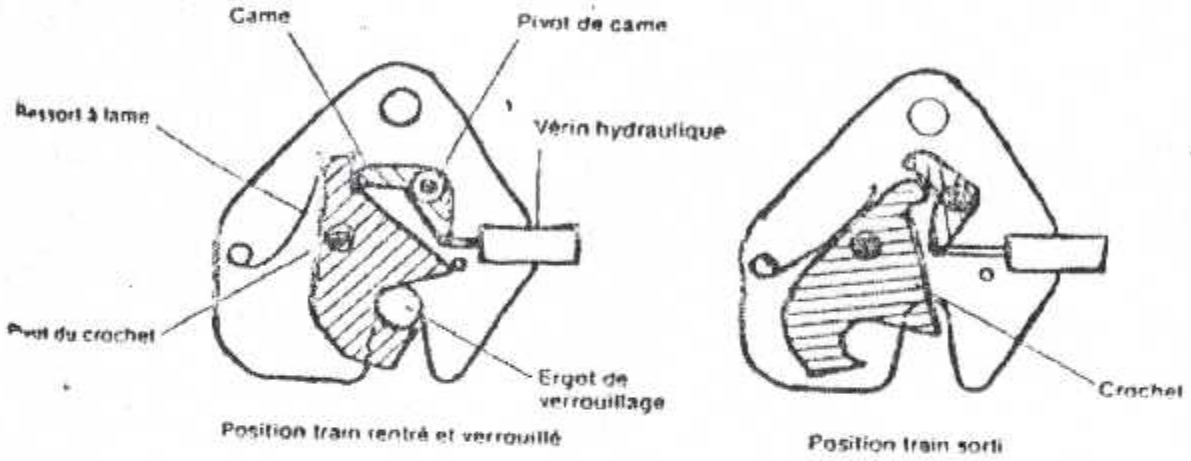


Figure II.4 : Systčme de verrouillage haut [2]

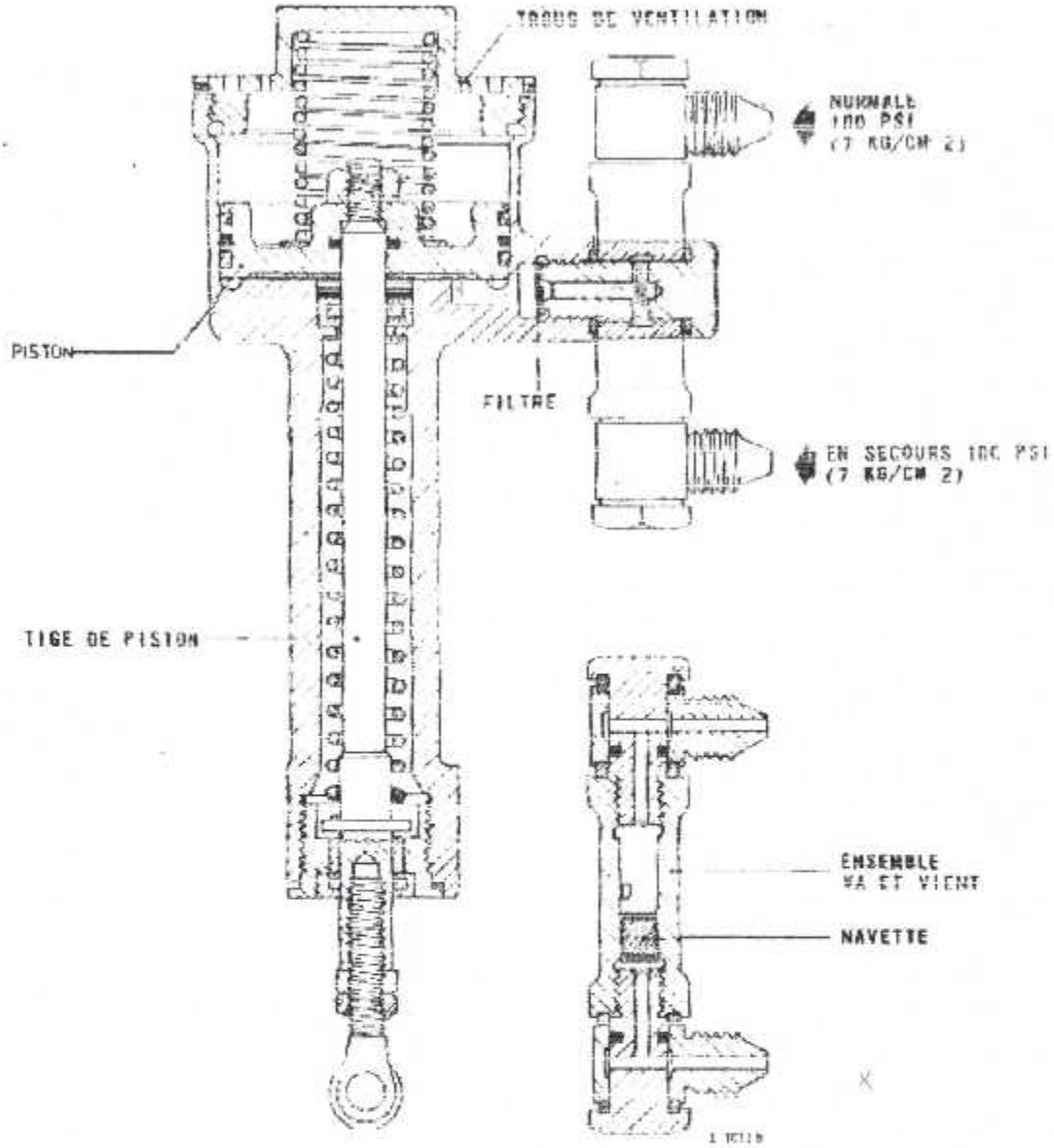


Figure II.5 Verin de verrouillage haut [6]

II-11 LE CONTROLE ET SECURITE :

Le fonctionnement du train est déterminé par les points suivants :

Rentrée : le train est en position rentrée et verrouillé.

Sortie : le train et en position sortie et verrouillé.

Neutre ou **Transit** : le train n'est ni sortie ,ni rentré et non verrouillé.

Pour chaque atterrisseur, le contrôle de ces position 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, un vert) contrôlant les position **rentée** et **sortie** , alimentés par des contacteurs (micro switch) actionnés par les verrous .

Ils indiquent :

1-Voyants verts allumés : train sortis et verrouillés.

2-Voyants rouges allumés : train en mouvement (transit).

3-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 sorti.

Dans certains avions, il est possible de visualiser directement le verrouillé bas. [4]

II-12 LE SYSTEME D'ORIENTATION

La plupart 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 du pneus. Cet inconvénient devient important lors du décollage ou de l'atterrissage et surtout par vent de travers.

Sur la plupart des avions légers et moyens, un dispositif mécanique d'orientation du train avant satisfait aux besoins.

Les pédales des palonnier sont reliées à la tringlerie de commande d'orientation par l'intermédiaire de ressorts qui permettent de garder le plein contrôle du gouvernail de direction, même quand le train avant est rendu aux limites extrêmes de son angle de rotation, ou quand il est maintenu dans une direction par une forte adhérence du pneus sur le sol.

Sur les avions dont la masse est élevée, la conjugaison mécanique demanderait des efforts surhumains. Le constructeur installe donc un dispositif d'orientation assisté ou servocommande (figII-6). Sur l'illustration, remarquons le volant qui est rattaché à la soupape de dosage et qui permet d'envoyer la pression hydraulique vers l'un ou l'autre des vérins. [3]

II-13 SYSTEME DE FREINAGE

A-DESCRIPTION

1-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 différentiellement sur les freins, ces résultats sont atteints soit:

- Par action sur les pédales indépendants des palonnier actionnant directement chaque jeu de freins.
- Par action sur une commande centrale unique agissant sur le répartiteur (conjugué avec le palonnier)
- De plus le défreinage doit être instantanée .Les pédales agissant sur leurs répartiteur détenteur respectif afin de distribuer la pression hydraulique détendue vers le blocs de freins.

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

2-Le sélecteur :

Sélectionne le circuit de secours en cas de panne du principal.Vert → jaune
Si $h_p < 1250$ par exemple

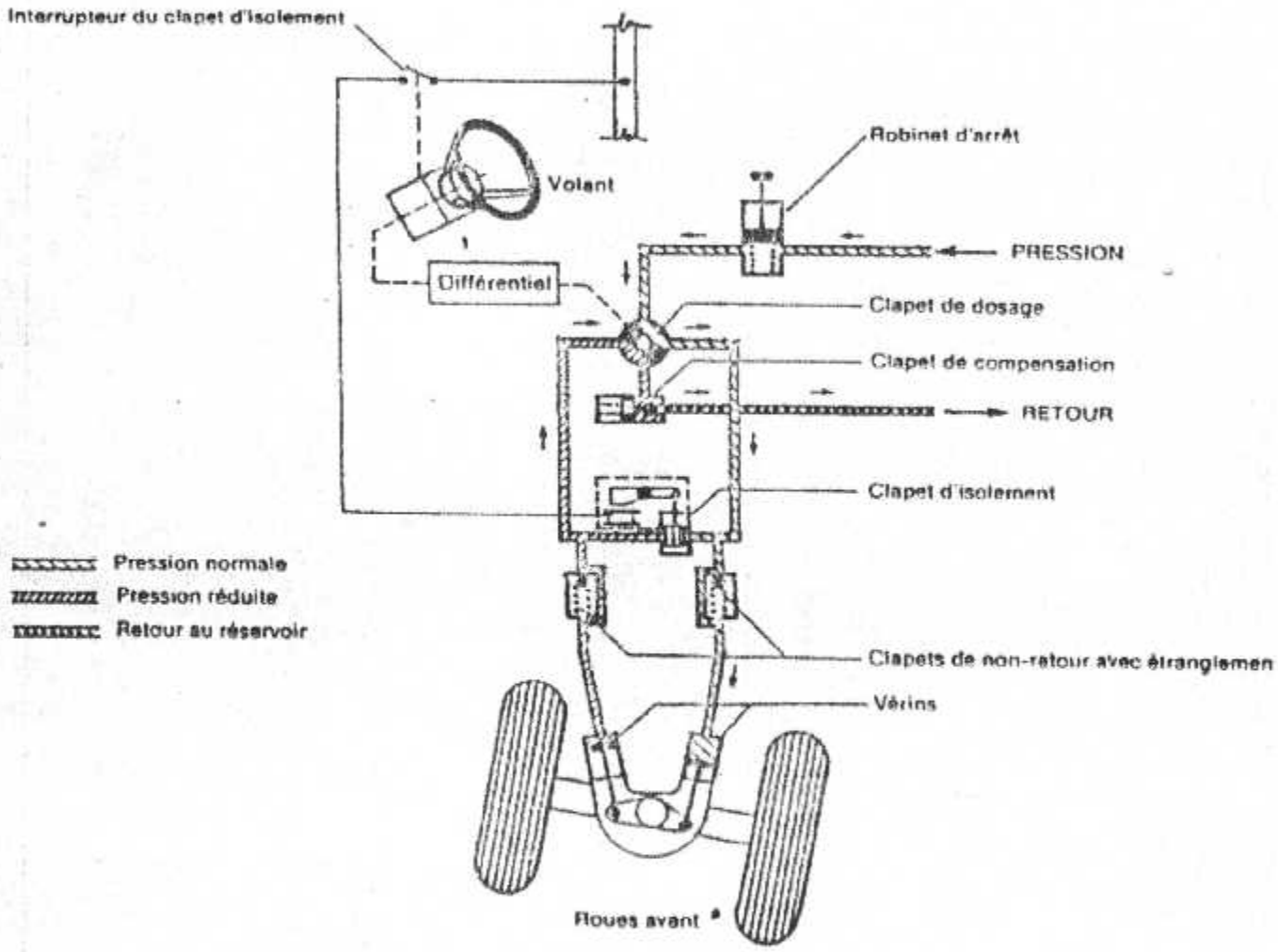


Figure II.6 : Dispositif d'orientation de la roue avant [5]

3-Le transmetteur :

Constitué d'un ensemble piston cylindre qui envoie l'ordre sous forme d'une basse pression à partir d'un petit réservoir indépendant. Tendance actuelle aux transmetteurs électriques. (Fig II-7).

4-Le distributeur répartiteur

Constitué de deux distributeur répartiteur indépendants, un par train principal, commandés par les transmetteurs.

5-L'organe récepteur : les freins

Le frein à disque est constitué d'un disque (solidaire) rotor entraîné par la roue et de deux patins fixes placés symétriquement de chaque côté du disque et qui le pincent.Les disques portent les garnitures et sont logés dans un étrier . Cet étrier est le plus souvent fixé sur un flasque solidaire de l'essieu (fig. II.8.).

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

Le disque est habituellement 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 disques multiples (fig. II.9.). Les freins sont constitués de disque rotatifs au rotors, de disques fixes ou stators de pistons et de dispositifs d'ajustement automatique.

Les disque sont entrainés par la roue, les disques de freins solidaire de la fusées et munis de garnitures ,sont déplacés latéralement par des vérins ordinaires .

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

Les poids important et la mauvaise évacuation en sont les inconvénients majeurs.

Citons aussi qu'il existe le frein à tambour , mais celui-ci tend à disparaître au profit du frein à disque .Cependant ,on le rencontre encore fréquemment sur des avions légers et sur quelques modèles mageurs de conception ancienne. [4]

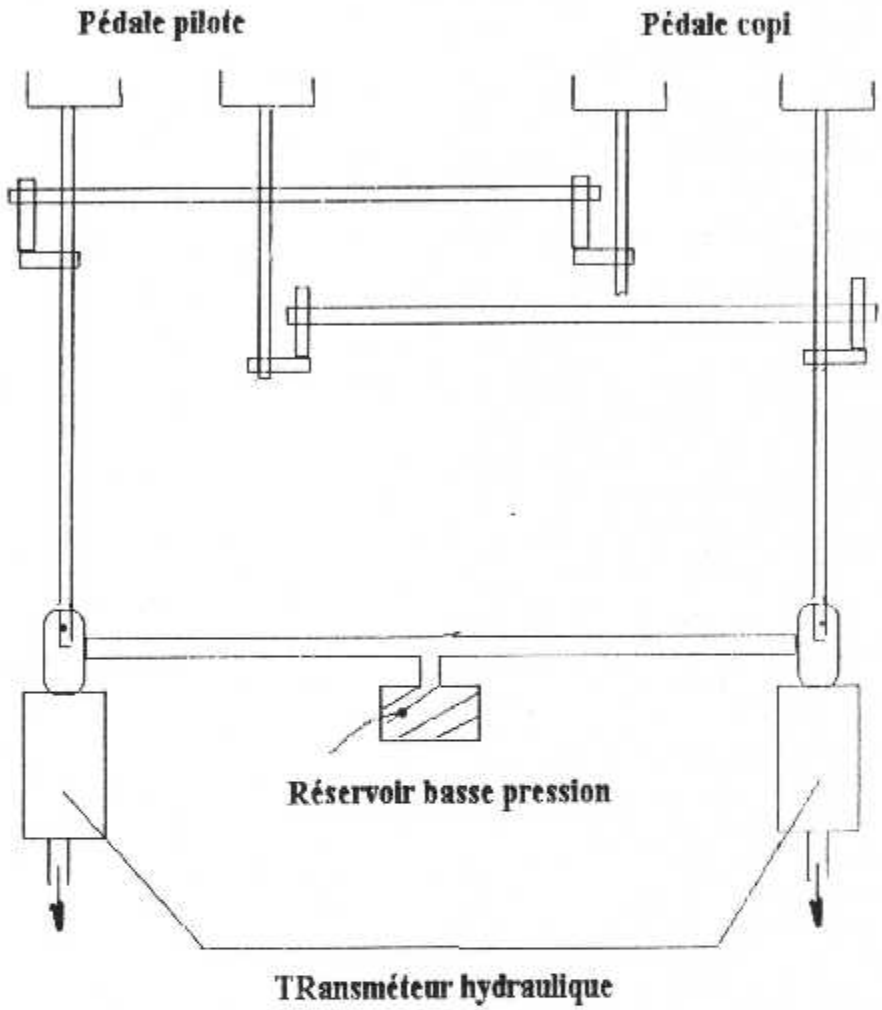


Figure II.7: Transméteur [4]

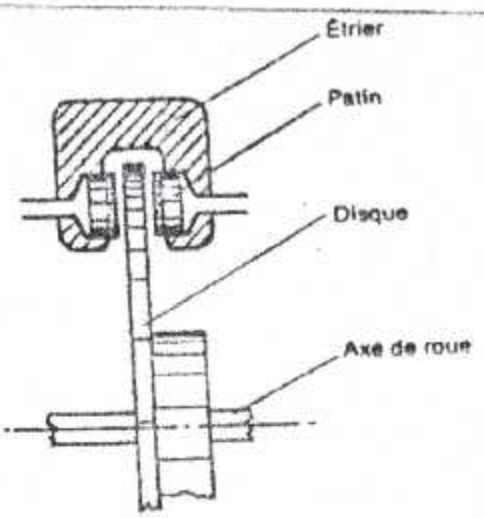


Figure II.8 : Frein ą disque [2]

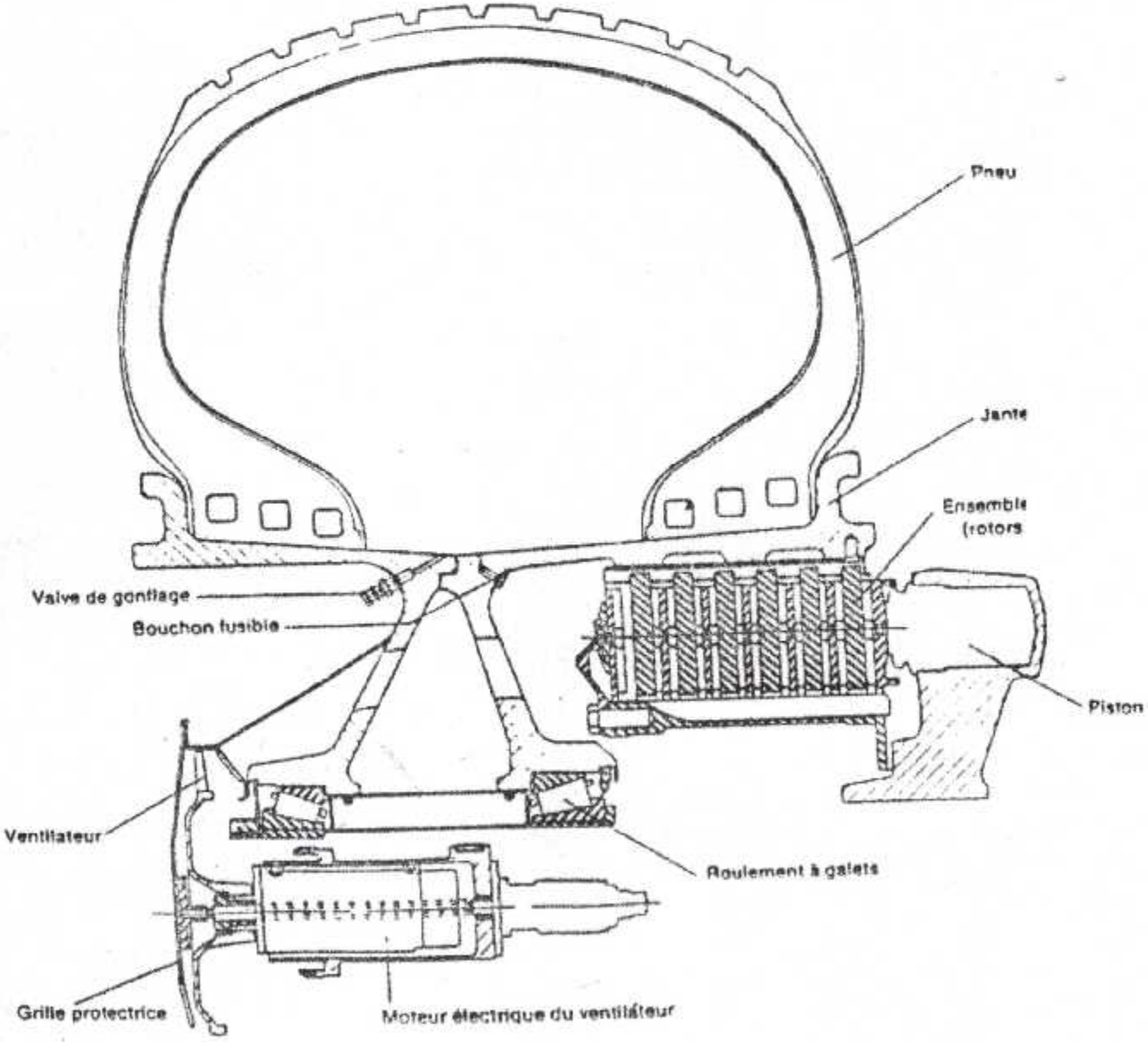


Figure II.9 : Frein ą disque multiple [2]

II-14 LE ROLE DU FREINAGE :

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

-De limiter la longueur de roulement au sol, après l'atterrissage.

-D'aider dans les évolution au sol par dosage du freinage et action différentielle sur les roues.

- De facilité le décollage sur terains courts (pour certain avion).

De procéder à des "points fixes " et à l'immobilisation au parking, l'avion ayant touts ses roues sur le sol, la réalisation du freinage consiste à appliqué sur celui-ci une force dirigé vers l'arrière pour l'arrêter .Plusieurs moyens sont possible.

-Utilisation d'un parachutes frein.

-Utilisation de l'inverseur de pas d'hélice au de poussée des réacteurs.

-Utilisation des roues.

Notons que l'inverseur de poussée est considéré comme une garantie supplémentaire et un moyen de limiter l'usure des freins. [2]

II-15 LE PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT DU FREINAGE : (FIG II 10)

Lorsque la pression arrive au clapet de priorité (shuttle valve), qui comporte deux offices d'admission du liquide hydraulique, un pour l'admission normal et l'autre pour le secours (quand le normal est ouvert le secours et fermé et vice versa) , c'elle - ci transmet la pression du liquide pour les pistons qui à leurs tour pressent sur la plaque de pousser qui prend les stators et les rotors en sandwich et comprime les ressorts de rappelle et le freinage des roues est actionné .

Quand la pression cesse les ressorts de rappelle ramènent la plaque à sa position initiale grâce au phénomène de dilatation des ressorts qui prennent eux aussi leurs position initiale et c'est le dé freinage.

II-16 TYPE DE FREINAGE

Les freins sont actionnés par un système pneumatique ou un système hydraulique, ce dernier étant beaucoup plus courant. Les freins à commande mécanique n'existent plus que sur quelques avions de construction artisanale.

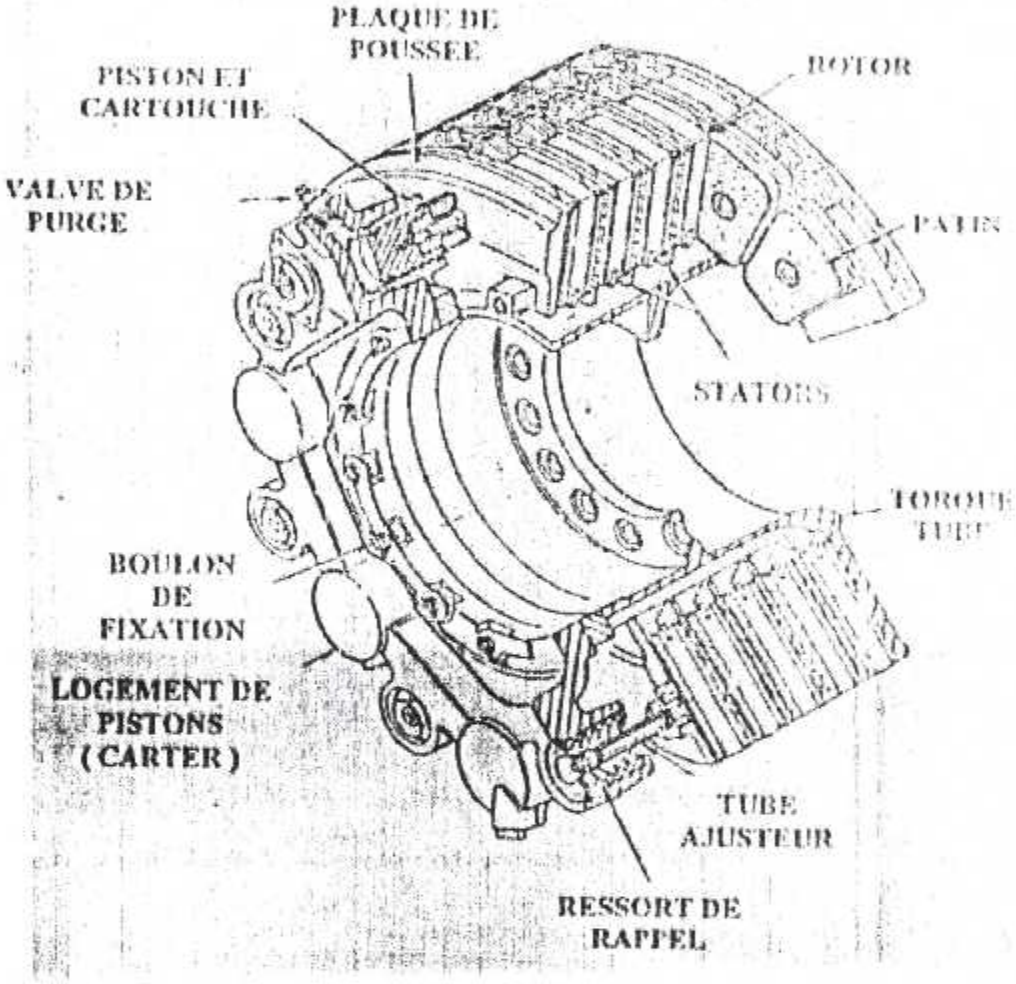


Figure II.2: Bloc de frein [5]

Dans les systèmes de freinage hydraulique on distingue le système indépendant où l'énergie musculaire est simplement transmise aux freins par l'application des principes de l'hydraulique,et le système assisté qui est relié au circuit hydraulique général et qui utilise l'énergie d'une pompe hydraulique à la place de l'énergie musculaire du pilote,Le freinage pneumatique est toujours assisté. [5]

1-LE SYSTEME DE FREINAGE INDEPENDANT

Le système de freinage indépendant (fig II-11) ainsi appelé parce qu'il ne dépend pas du circuit hydraulique principal,est celui qu'on trouve sur la plupart des avions légers et sur quelques avions moyens.

Il se compose d'un réservoir unique (ou d'un réservoir pour chaque frein), d'un maître cylindre (un par frein), de deux clapets pour le frein de stationnement qui sont actionnés simultanément par la même commande et de canalisations qui transportent le liquide hydraulique des maîtres-cylindres aux unités de freinage situées dans les roues principales.

Le clapet de frein de stationnement sert à emprisonner le liquide sous pression dans les canalisations de freinage et à créer par conséquent un blocage hydraulique des freins.

Le mouvement du piston du maître-cylindre et le déplacement de la partie active du frein présentent une application du principe de la transmission des forces dans un fluide. [5]

2-LEFREINAGE ASSISTE

Dans ce type de freinage le liquide hydraulique est sous pression, donc la particularité de ce système provient du fait que la force appliquée par le pilote sur le poussoir est transmise au piston distributeur par l'intermédiaire d'un ressort, appelé ressort du poussoir, dans l'illustration le piston de rappel sert à ramener en position de repos l'ensemble du piston distributeur, du ressort du poussoir et du poussoir lorsque aucune force musculaire n'est appliqué sur la pédale (fig II-12).

Dans ce système il est à noté que la pression ne passe pas directement dans les blocs de freins mais passe d'abord par les MEXARETS. [5]

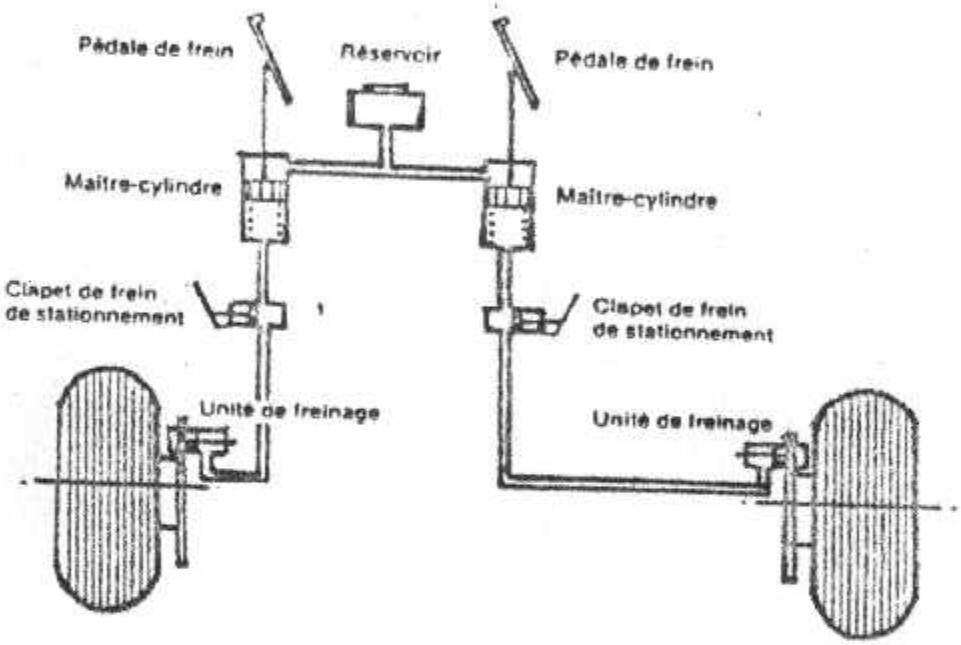
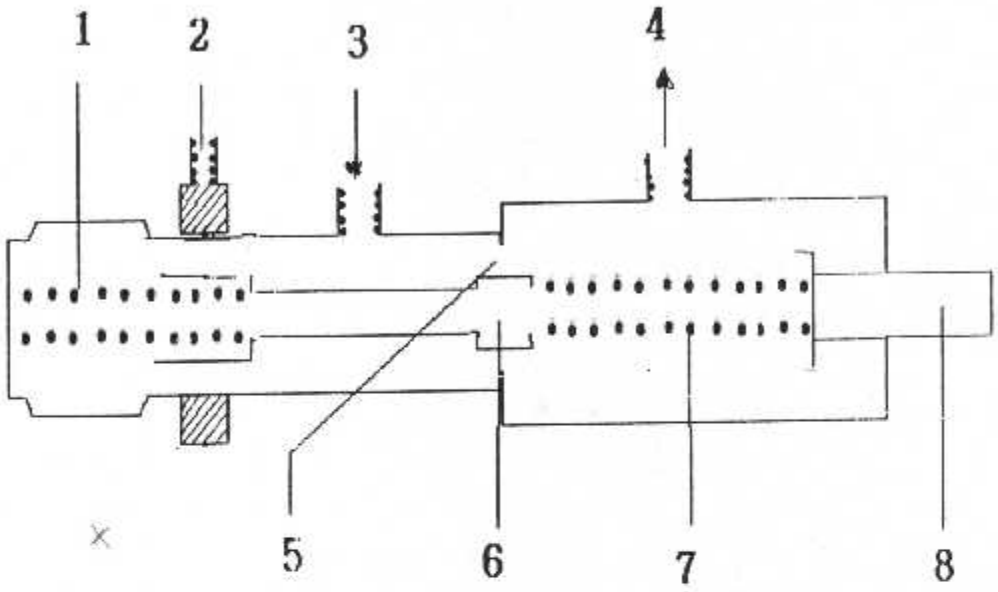


Figure II.11 : Sysčme de freinage [2]



1. Ressort de rappel du piston.
2. Alimentation par liquide hydraulique sous pression.
3. racordement des freins.
4. Retour au réservoir.
5. Orifice de passage du liquide.
6. Piston distributeur.
7. Ressort du poussoir.
8. Poussoir au repos.

Figureii.12: Frein assisté avec clapet à boisseau [5]

II-17 LE DISPOSITIF D'ANTIDERAPAGE ET LE FREINGE AUTOMATIQUE

Le principe même du freinage consiste à transformer l'énergie accumulée par le déplacement de l'avion dans l'air en énergie thermique au moyen du frottement provoqué par les freins. Si la roue dérape ou se bloque, le frottement des freins est diminué ou carrément annulé, ce qui réduit considérablement la force de freinage lorsqu'une roue est bloquée, le pneu sert de garniture du frein et la surface de la piste joue le rôle du disque ou du tambour or ni l'un ni l'autre ne sont faits pour çà : le pneu est conçu pour adhérer à la piste alors que la garniture du frein est étudiée pour frotter sur le disque.

Pour éviter le dérapage et le blocage ,on installe sur les avions lourds ou sur ceux qui ont des vitesses d'atterrissage élevés,des dispositifs d'antidérapage dont le rôle est de relâcher la pression hydraulique sur les pistons des freins dés l'amorce du dérapage.

Un système moderne d'antidérapage se compose d'un transducteur placé dans chaque roue, d'un boîtier de contrôle électronique et d'un clapet d'antidérapage.

Le transducteur est l'organe qui transmet au boîtier de contrôle les variations de vitesse de la roue .Le boîtier de contrôle traite l'information fournie par ce transducteur et reçoit d'autres données pouvant transmettre le système hors circuit telle que la position de l'interrupteur de commande d'antidérapage, la position des déporteurs et des manettes de poussée, l'état de fonctionnement des freins et du circuit de l'antidérapage. Si toutes ces données sont compatibles, le boîtier de contrôle envoie un signal d'activation au clapet d'antidérapage qui contrôle la pression du liquide hydraulique dans les cylindres des freins.

Le dispositif d'antidérapage est parfois combiné avec un système de freinage automatique dont le rôle est d'appliquer les freins au moment le plus opportun immédiatement après l'impact. Le freinage automatique peut ajuster très exactement la pression sur le poussoir du clapet de commande des servofreins avec beaucoup plus de précision que le meilleur des pilotes. Un sélecteur permet de choisir l'intensité de ralentissement désirée en fonction des conditions qui prévalent: longueur et état de piste, masse de l'avion, conditions météorologiques, etc...

Les informations du sélecteur sont acheminées vers le boîtier de contrôle commun au dispositif d'antidérapage et de freinage automatique.

Le système est mis hors circuit lorsqu'on avance les manettes de poussée comme dans le cas d'un atterrissage interrompu ou d'un posé-décollé lorsque le pilote appuie sur l'une ou l'autre des pédales de freins. Bien entendu, toute panne dans les circuits de l'antidérapage et du freinage automatique met le système hors circuit et est indiquée par le voyant correspondant sur le panneau d'alarme.[5]

CHAP III: POKER 27

III – 1 INTRODUCTION

L'avion Fokker 27est un avion de moyen Courier, il est construit en plusieurs exemplaires dés son apparition en 1954, il est équipé de 2 turbo propulseurs, ainsi de trains principaux en double et un train AVANT avec une roue simple, sa capacité est de 42 passagers. [6]

III-2 DIMMENTIONS EXTRIEURS:

2-1- GENERALITES : (FigIII-1)

-Longueur de piste de décollage.....1900 m.

-Motorisation.....deux T.P rolles Royce 514-7 de 1535 Chevaux à sec et 1070 chevaux avec Injection d'eau ou méthanol (pour le décollage).

-Hélice.....diamètres 3.6 m.
Vitesse de ROTATION 1200 tr/min (fréquence induite par les 4 pôles de l'hélice est 30mhz).

-Vitesse pratique de croisière.....170 à 190 nœuds (316 à 350 Km/h au 88 à 98 m/s) à 20000 pieds (6100m).

-Vitesse minimale de travail.....130 nœuds (240km/h 67m/s).

-Taux de monté.....théorique 1100 pieds/min (6m/s).

-Altitude de plafond.....théorique 25000 pieds (7600 m).

-Plafond pratique.....18 à 2000 pieds (5400 à 6100m).

-Altitude de service.....théorique 20000 pieds (7600m).

-Pressurisation cabine.....690Mpa à l'altitude maximum. [8]

-Envergure.....2900 m -95ft -1.8 in.

-Longueur.....23.56m -77ft – 3.5in (M15500).

-Moteur.....8.5 m – 27 ft 10.8 in (Rda7).
989 m – 2 ft 10.0 in(Rda-6).

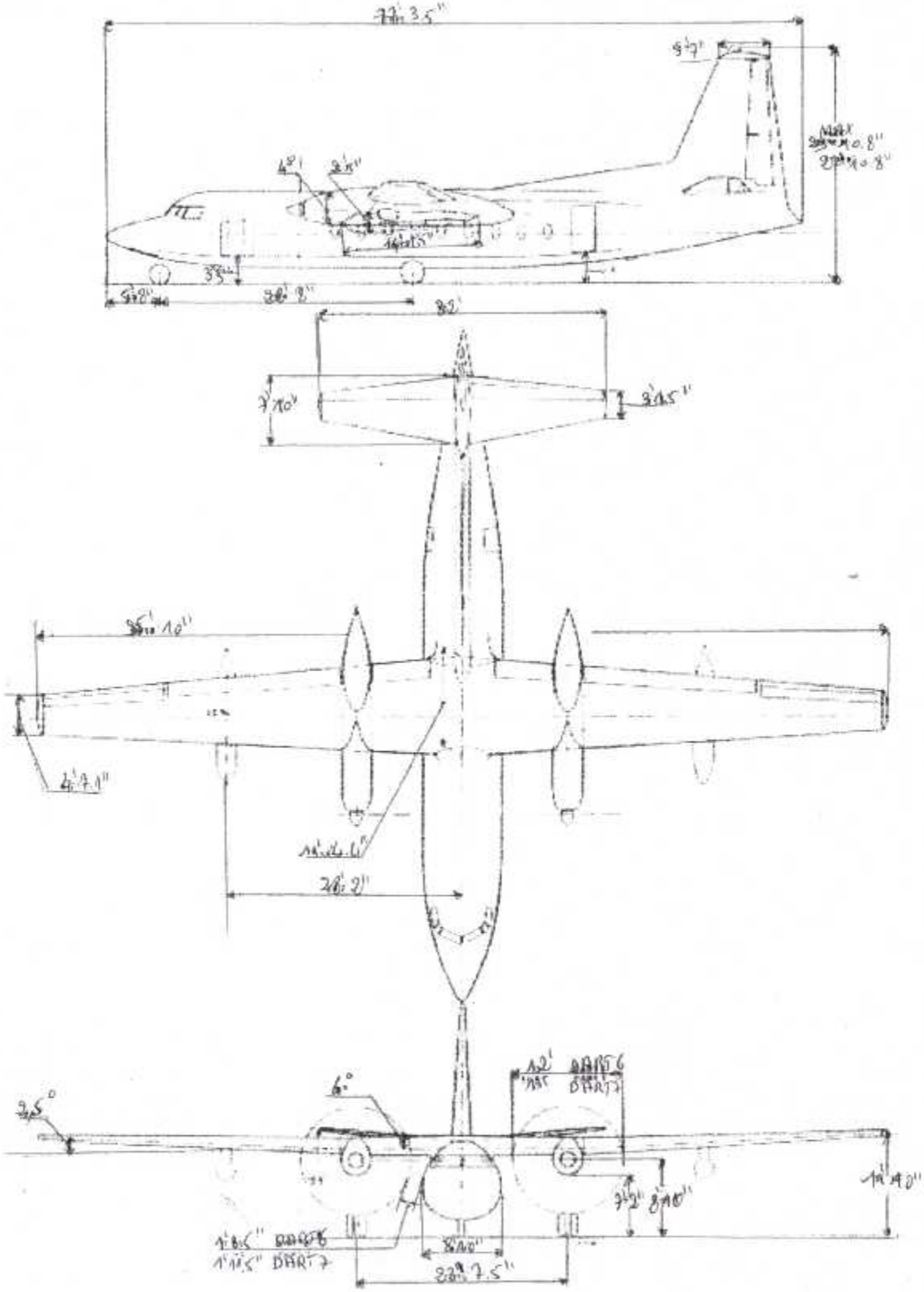


Figure III.1: Vue d'ensemble [6]

2.2 AILES

- Corde à l'emplanture.....3.45 m – 11 ft – 4.4 in.
- Corde à l'extrémité.....1.39m – 4 ft – 7.1 in.
- Corde de référence.....2.57m 8ft - 5.38 in.
- Section de l'aile à l'emplanture.....N.A.C.A 644.421 (mod.).
- Section de l'aile à l'extrémité.....N.A.C.A 642.415 (mod.).
- Epaisseur relative.....2.5/1.
- Dièdre de l'aile extérieure.....2.5°
- Incidence.....3° 27'.
- Flèche.....2°.
- Allongement.....12.
- surface totale.....70 mm²- 754SQFt. [6]

2.3 VOLETS DE COURBURE :

- Envergure total.....19.95 – 65 ft -6in.
- Surface totale.....5.43 mm²-590 SQ.ft. [6]

2.4 FUSELGE

Largeur.....2.68 m 8 ft – 10 in.
Hauteur.....2.78 m – 9 ft -1.2 in. [6]

2.5 EMPENAGE

-Horizontal.....9.75 m -32 ft.
-Dièdre.....6°. [6]

2-6 ATTERRISSEURS

- Voie .....7.19 m 23 ft 7.5 in.
- Empâtement .....8.73 m 28 ft 8 in. [6]

2-7 MASSE

-Masse max au décollage.....18.4 t.
-Masse à vide.....11.3 t (selon configuration).
-Charge utile.....de 2à 4.4t [6]

2.8 DIMENSION UTILE DE CABINE

-Longueur.....9.4 m.
-Largeur.....2.10 m (en plancher).
-Largeur max.....2.55 m.
-Hauteur max.....2.02m.

-Porte cargo (gauche).....47x41inchs (119x104 cm).
-Porte cargo (combiplane).....70 x91.5 inches (177x232cm).
-Porte passagers.....65x29 inches (165x73cm).
-Porte para " tropship".....65x47.2 inches(165x119cm).
-Issus de secours .....26.4x19.2 inches (67x48 cm)
-Porte équipage.....48.9×23.4 inches (124 x59cm).
-Porte de secours.....44×29 inches (111x73m). [6]

III.3 AMENAGEMENT INTERIEURS

L'intérieur du fuselage entre les cloisons pressurisées est divisé de l'avant à l'arrière, en 6 parties (fig III.2).

-Poste de pilotage.
-Compartiment avant.
-Cabine.
-Toilettes.
-Entrés.
-Compartiment arrière. [6]

III.4 PRESENTATIONDU FOKKER 27

Afin de satisfaire la commande de l'opération à l'âge du "jet" des impératifs sévères de sécurité, d'économie, de performances et d'entretien facile ont été imposés F27.

Le choix de la propulsion par turbopropulseurs à permis au F27 d'exploiter avec une grande marge de profit les difficultés liées à l'exploitation des courts et moyens courriers.

La philosophie de base a été d'obtenir de la structure une longévité maximum et un cheminement différé des efforts et un arrêt crépus.

Pour cette raison, une combinaison de longévité et sécurité a été choisie et il a été fait un usage intensif d'un matériel à haute résistance.

L'utilisation de ce matériel à haute résistance amène souvent une augmentation des défauts dus à la fatigue ,pour cette raison ,le procédé rédux de décollage des métaux s'est avère de grande importance.

Il est équipé de 2 turbo propulseur rolls royce dont RDA 7 ,une porte cargo commandé électriquement ,permet une combinaison cargo passagers,la construction du plancher permet une charge cargo dans la cabine .

La cabine permet l'installation de 40 passagers étendue à 56 passagers grâce à l'utilisation de siége à haute densité.

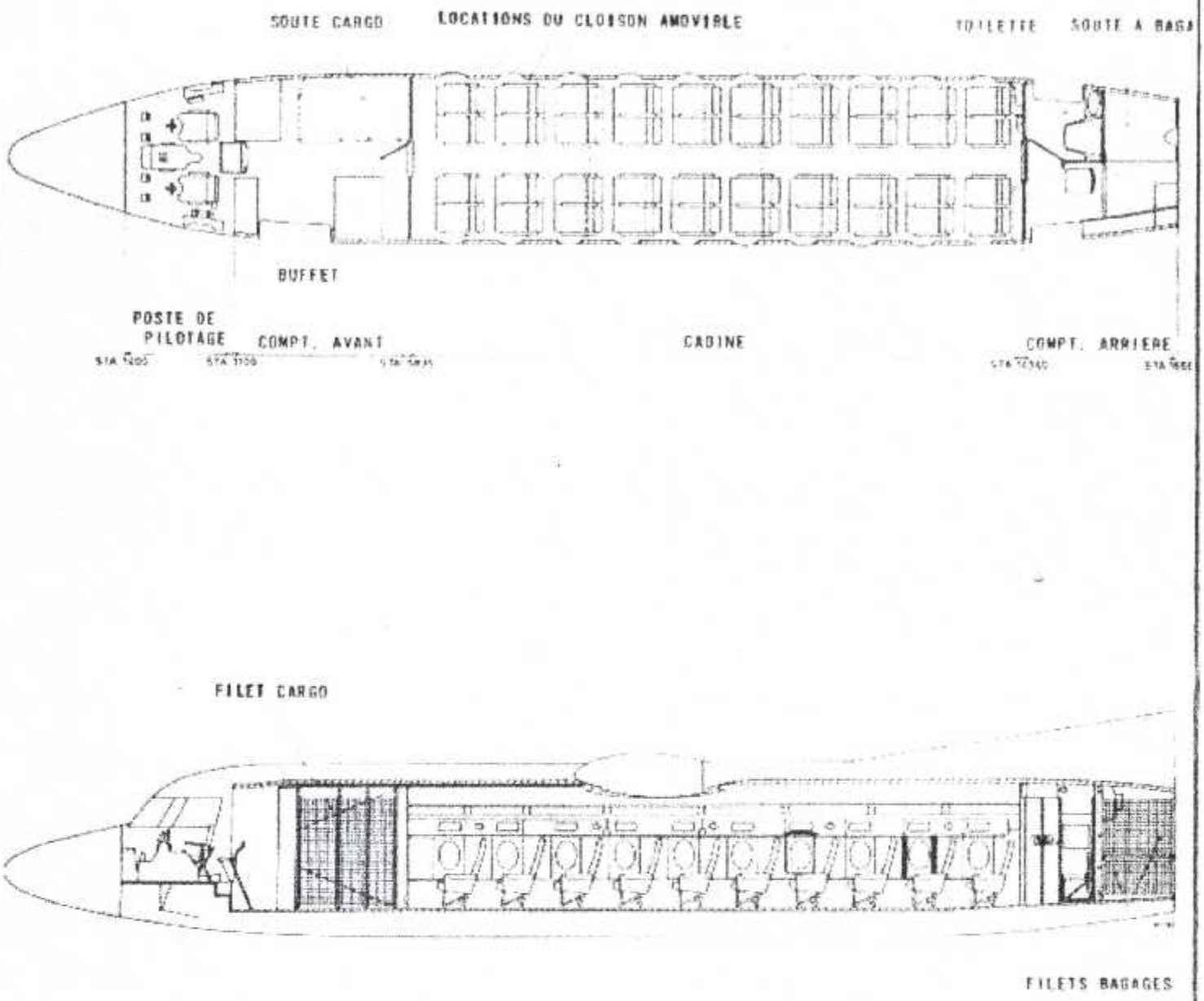


Figure III.2 : Aménagement interieur [6]

Une cloison amovible permet la réalisation de plusieurs versions mixtes .un aménagement spécial permet une installation pour des vols V.I.P.

Les systèmes de base suivants sont installés sur le F27:

Circuit carburant

L'avion est équipé d'un circuit carburant qui comprend deux réservoirs de structure dans les ailes extérieurs ; deux réservoirs supplémentaires peuvent être installé pour augmenter le rayon d'action de l'avion.

Les 2 réservoirs de structure alimentent chacun à chacun les turbo propulseurs mais ils peuvent être réunis par une intercommunication .Ils sont équipés de jaugeurs

Le remplissage peut être effectué sous pression ou par gravité.

Atterrisseurs

Le train d'atterrissage principal est du type DOWTY avec un amortisseur oléopneumatique installé dans une jambe télescopique qui porte 2 roues avec des freins équipés de maxarets.

Le train avant DOWTY à balancier est équipé d'un amortisseur , l'orientation est assuré par un moteur pneumatique WALTER KIDDE et est limitée 70° de part et d'autre .Un système pneumatique assure le retour dans l'axe .

Circuit pneumatique

Il assure le fonctionnement du train d'atterrissage, de l'orientation de la roue avant et des freins .Le circuit est maintenu sous pression de 3.300 PSI détendue dans le circuit à une pression maximale de 1000 PSI.

Propulseurs

Le F27 est équipé de deux turbo-propulseurs Rolls Royce, Dart. Rda 7.Ils sont équipés d'hélice Rotol à double verrou .Une boite relais accessoire, entraînée par le turbo propulseur et installé dans un compartiment séparé derrière la tôle pare – feu.

Commande de vol

Les commandes de vol sont actionnées à l'aide de câble selon un système conventionnel équipé d'un régulateur de tension automatique Téléflex.

Tous les câbles de type locklad .Les volets de courbure et les trains d'ailerons sont commandés électriquement et un système de secours manuel est prévu sur les volets de courbure.

Circuit électrique

Le circuit électrique consiste en une alimentation principale en 28V continue et un circuit secondaire en 115V alternatif ,400 HZ. Il existe en outre, une alimentation en 208 V pour dégivrage et le réchauffage des glaces.

Une alimentation de 26V alternatif dérivée de 115V est utilisée pour l'alimentation de certains instruments.

Conditionnement d'air

Deux surpresseurs Godfrey de type "Roots" entraînées par les turbopropulseurs maintiennent une altitude de cabine de 8000ft, à l'altitude maximum de croisière de l'avion.

- La pression cabine est contrôlée automatiquement.

Toutes les altitudes cabine jusqu'à 10000 ft peuvent être sélectées et maintenues à condition de ne pas dépasser la pression différentielle maximum.

Dégivrage et anti-givrage

Les bords d'attaque des ails et des empennage sont équipés de dégivreurs pneumatique, qui forment le revêtement de la structure dans cette portion de l'aile.

L'air pour gonfler les dégivreurs est prélevé sur le turbo propulseur et une dépression est crée dans le système pour assurer un retour à la forme initiale du revêtement lorsqu'il n'est pas utilisé .Chaque section de dégivreur est commandé électriquement par une minuterie.

Les circuits de dégivrage et d'antigivrage pour la protection de l'entrée d'air des turbopropulseurs, des hélices, des cônes d'hélice et du pare-brise sont équipés de résistances électriques.

Protection incendie

Le F27 présent peu de risques d'incendie, aussi la protection a été limitée aux turbopropulseurs seulement.

Deux systèmes identiques, un pour chaque nacelle, sans intercommunication utilisent du bromure de méthyle comme agent extincteur.

Une lampe d'alarme incendie est installée dans le poste de pilotage pour alerter l'équipage en cas de feu aux turbopropulseurs.

Circuit oxygène

Le but principal de ce circuit est de donner rapidement à l'équipage une alimentation en oxygène en cas de décompression rapide ou d'incendie.

Il n'y a pas de circuit oxygène pour les passagers, l'équipage est alimenté en oxygène par une bouteille huile passion .Cette pression est détendue pour être amenée aux masques.

Le système est du type "dilution à la commande". [6]

III.5 ETUDE DES TRAINS D'ATTERRISSAGE DU FOKKER27

III.5-1 GENERALITES

L'ensemble du train d'atterrissage est fabriqué par "DOWTY-ROTOL LTD", un patin de queue protége l'arrière du fuselage lorsque l'appareil est trop cabré au décollage ou à l'atterrissage.

En fonctionnement normal, la rentrée et la sortie du train sont commandées pneumatiquement. En secours, seule la sortie est possible.

- Les trappes de train sont entraînées mécaniquement.
- Les crochets position "BAS" sont relâchée par le mouvement initial des vérins de train .Les crochets "HAUT" sont ouverts par des vérins spéciaux (vérins à ressort).

La direction de roue avant est commandée par un système du type "WALTER-KIDDE", complètement pneumatique.

Les roues principales sont équipées de freins pneumatique et d'un système antipatinage "MAXARET" .En cas de panne du circuit d'alimentation normale,un circuit de secours assure le fonctionnement des freins,dans cette configuration ,le circuit "MAXARET" est inopérant et le freinage différentiel impossible. [6]

III-5-2 DESCRIPTION DU TRAIN PRINIPAL

Chaque train d'atterrissage comprend les parties suivantes (figIII.3)

- Un élément supérieur en forme de H.
- Un amortisseur.
- Une contre fiche.

La partie supérieure de l'élément en forme de H est fixée sur le longeron arrière de l'aile, et sa partie inférieure supporte l'amortisseur.

La contre fiche est montée entre la structure de la nacelle GTP et la partie inférieure du cylindre de l'amortisseur .Un système de verrouillage se trouve entre la partie supérieure de l'amortisseur et la contre fiche .Il verrouille le train en position "BAS".

Lors de la rentrée, la première action du vérin de relevage est de relâcher le verrou "BAS", ce qui permet au système de verrouillage de se briser.

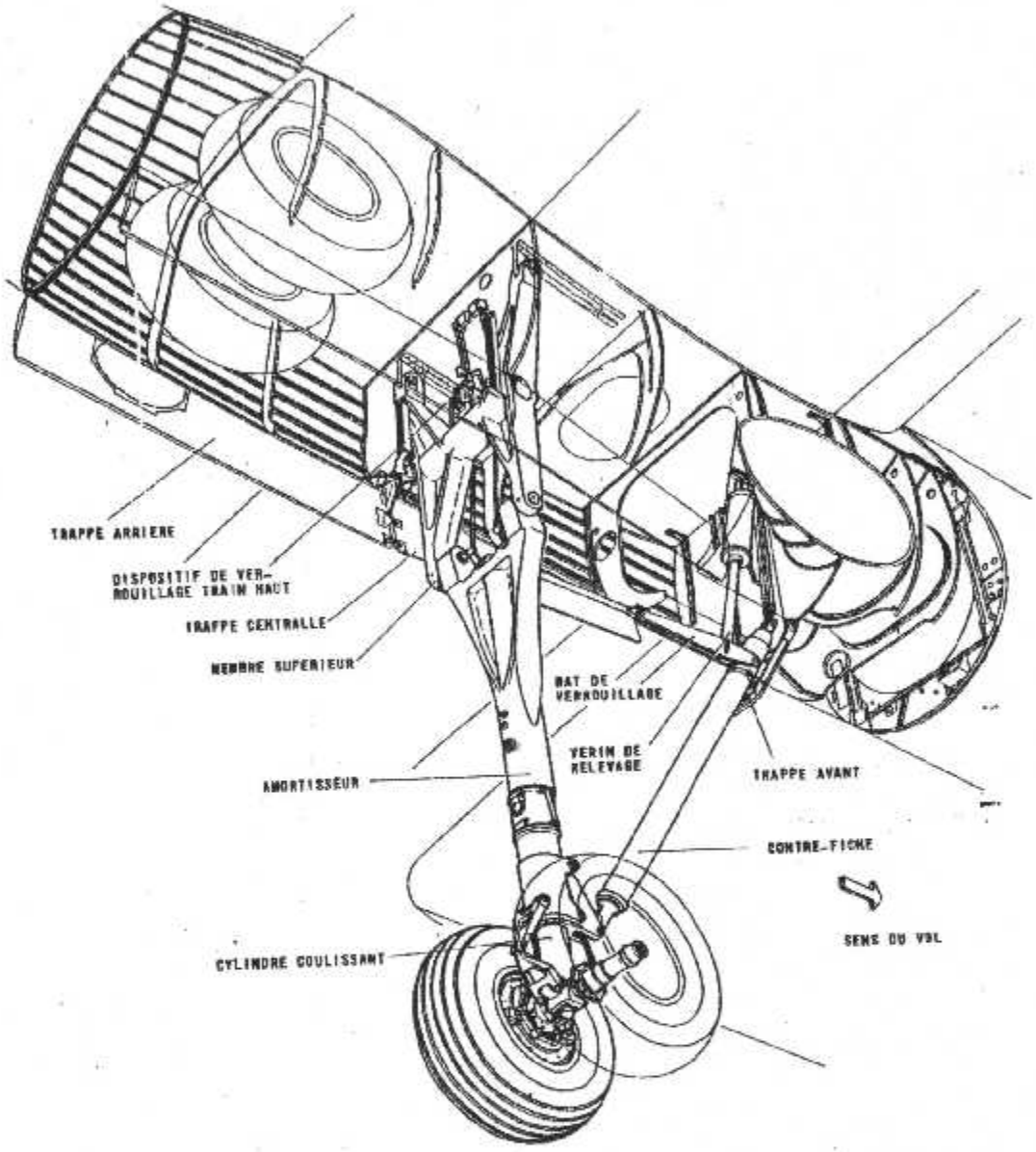


Figure III- 3 : Atterrisseur principal – disposition générale [6]

Son bras arrière peut alors entraîner l'ensemble du train vers l'arrière, à l'intérieur de sa nacelle.

Le train est maintenu en position "RENTRE" par la pression d'air appliquée sur une des faces du piston du vérin de relevage. Un crochet "HAUT" maintient le train accroché en cas de panne du circuit pneumatique principal .Des microcontacts, actionnés par les crochets "HAUT" et "BAS" donnent une indication de position du train, sur le panneau principal des instruments.

L'amortisseur, oléopneumatique, consiste en un cylindre extérieur et un piston,logés dans le corps de la jambe de train. Un compas est monté entre le corps de la jambe de train et la partie coulissante de l'amortisseur, pour assurer une rigidité latérale.

L'extension de l'amortisseur, avion au sol, est fonction du poids total de l'appareil et de son centrage. Son extension complète est de 12 inches environ. L'air et l'huile hydraulique sont utilisés conjointement pour absorber les chocs d'atterrissage et de décollage .Le poids statique de l'appareil est supporté par l'air ,à la partie supérieure de l'amortisseur .Les chocs d'impact sont amortis par l'huile .Cette huile passe à travers des orifices calibrés:
La compression de l'amortisseur est rapide, alors que son extension (rebond) est lente.

La partie inférieure de l'amortisseur supporte l'axe des roues et les flasques de fixation des freins.

Les roues sont fixées sur leurs axes par des colliers et des écrous.

L'écrou extérieur d'axe comporte un anneau de remorquage .Un point de levage est prévu entre les deux roues, en dessous de l'axe.

Chaque train principal es équipé de deux roues .Ces roues sont en alliage de magnésium forgé et peuvent être, soit du type à flasque démontable, soit en deux parties.

Les pneus sont du type 10-12 "plis" avec ou sans chambre à air. [6]

II.5-2-1 Manœuvre du train principal

A- Rentrée

Lorsque le train est complètement sorti et verrouillé "BAS" (figIII.4), le tourillon de la tige du vérin de relevage se trouve au fond de la glissière du bras avant du système de verrouillage. La tige de commande du crochet est libérée. Son ressort le repousse et le micro-contact "BAS" est écrasé par l'extrémité supérieure de ce crochet (témoin vert allumé).

Lorsque l'appareil a décollé, le doigt de la tuyauterie articulée inférieure agit sur le poussoir de son micro-contact, ce qui permet la manœuvre du levier du sélecteur de train (effacement du doigt du solénoïde d'interdiction).

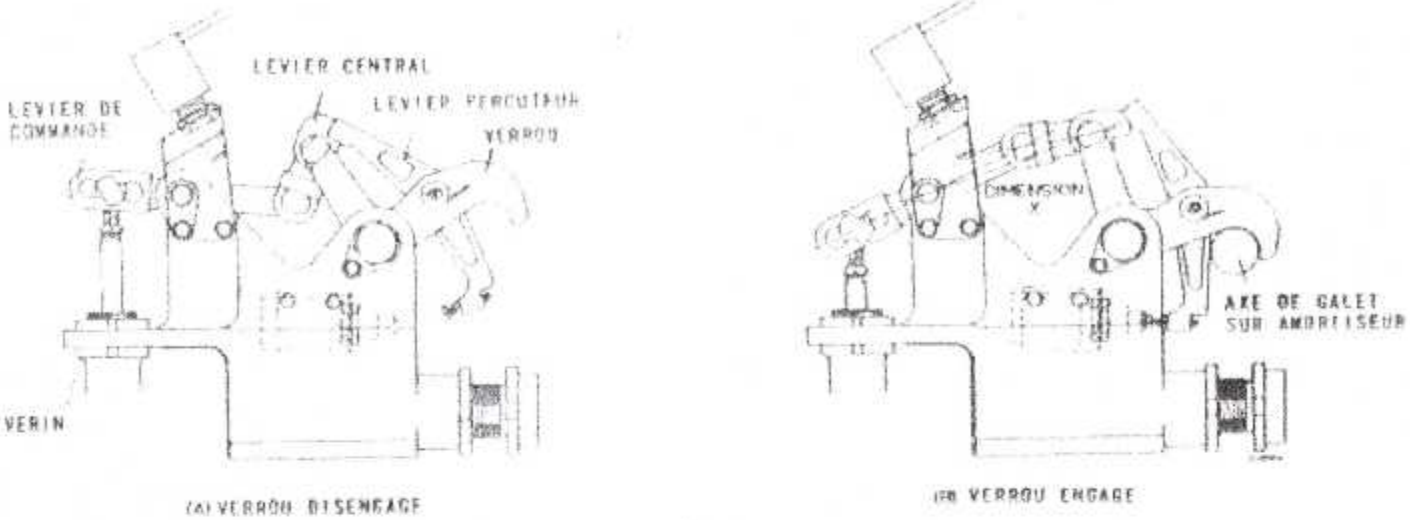
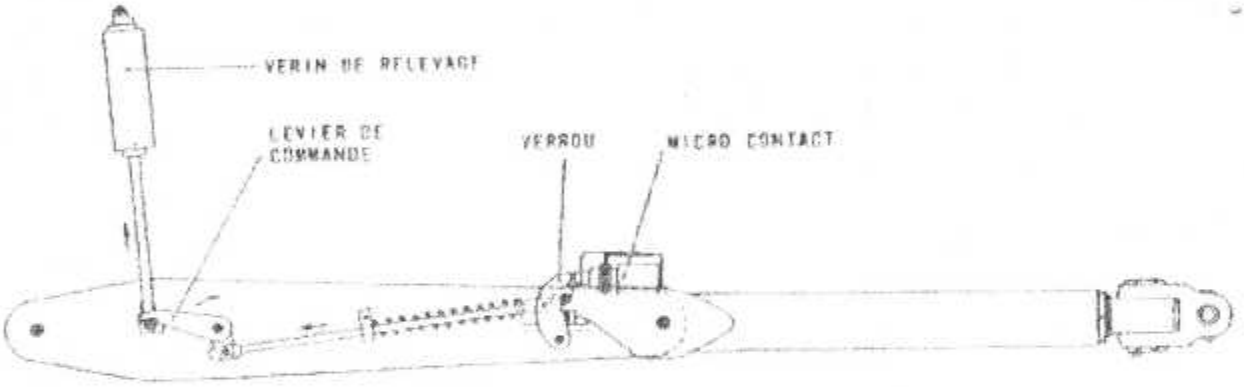
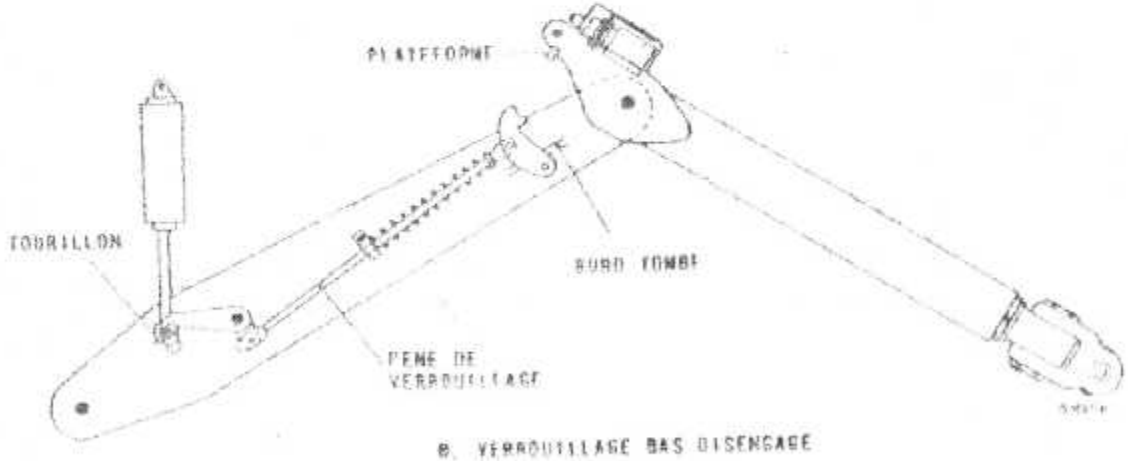


DIAGRAMME FONCTIONEL VERROUILLAGE HAUT



A. VERROUILLAGE BAS ENGAGE



B. VERROUILLAGE BAS DISENGAGE

Diagramme fonctionel de mat de verrouillage
Verrouillages de train principal.diagramme fonctionel (6)

Une pression d'air de 1000 PSI est appliquée sur la face "montée" du vérin de relevage .Le premier mouvement de sa tige soulève le tourillon dans la glissière .Ce mouvement est transmis à la tige de commande du crochet .Celui-ci pivote, s'efface et libère le poussoir du micro-contact "BAS" (extinction du témoin vert et allumage d témoin rouge).

Le système de verrouillage peut alors se plier et le train commence à rentrer, sa partie supérieure pivote sur l'avant et l'amortisseur vers l'arrière.

Lorsque le train arrive en position "HAUT", le bossage de l'amortisseur vient en contact avec la butée de caoutchouc du système de verrouillage "HAUT" qui absorbe le choc.(figIII.4) simultanément ,le verrou de l'amortisseur repousse la gâchette du système de verrouillage "HAUT" qui entraîne son compas ,l'ensemble devient indéformable est repoussé par le vérin à ressort . En fin totale de course, le levier du vérin à ressort appuie le micro-contact N°2 (extinction de la lampe rouge correspondante).

Le micro-contact N°1 est une sécurité dans le cas ou le crochet ait fonctionné avant la rentrée complète du train .Ces deux micro-contact, montées en parallèle, doivent être actionnés ensemble pour qu'il y ait extinction du témoin rouge.

B- Sortie

Le levier du sélecteur de trin étant positionné sur "sortie", une pression de 100PSI est appliquée sur le piston du vérin à ressort dont la tige entraîne le levier de commande du système de verrouillage, son compas se brise et actionne le crochet .Son déplacement libère le micro-contact N°2 (témoin rouge allumé).Le train commençant à descendre, la gâchette du système de verrouillage n'appuie plus sur le micro-contact N°1 (le témoin rouge reste allumé).

La précision de la chambre "montée" du vérin de relevage à air libre, tandis qu'une pression de 100PSI est appliquée dans la chambre "descente" en fin de course de la manœuvre, le tourillon de la tige du vérin de train se déplace vers le bas de sa glissière et libère la tige de commande du crochet, d'où verrouillage"BAS".

Lorsque le crochet est engagé, il déplace le poussoir du micro contact "BAS" (extinction du témoin rouge et allumage du témoin vert).

C- Trappes de train principal (fig III.5)

Le porteur de chaque trappe est garni de bourrelets de caoutchouc pour assurer une meilleure étanchéité du logement de train.

La trappe avant est fixée sur la contrefiche du train.

Les trappes centrales et arrières de chaque côté sont reliées entre-elles par des biellettes

La partie inférieure de chaque jambe de train possèdent deux tenons d'entraînement des trappes arrières .Ces trappes sont reliées par biellettes à un chariot à galet pouvant se

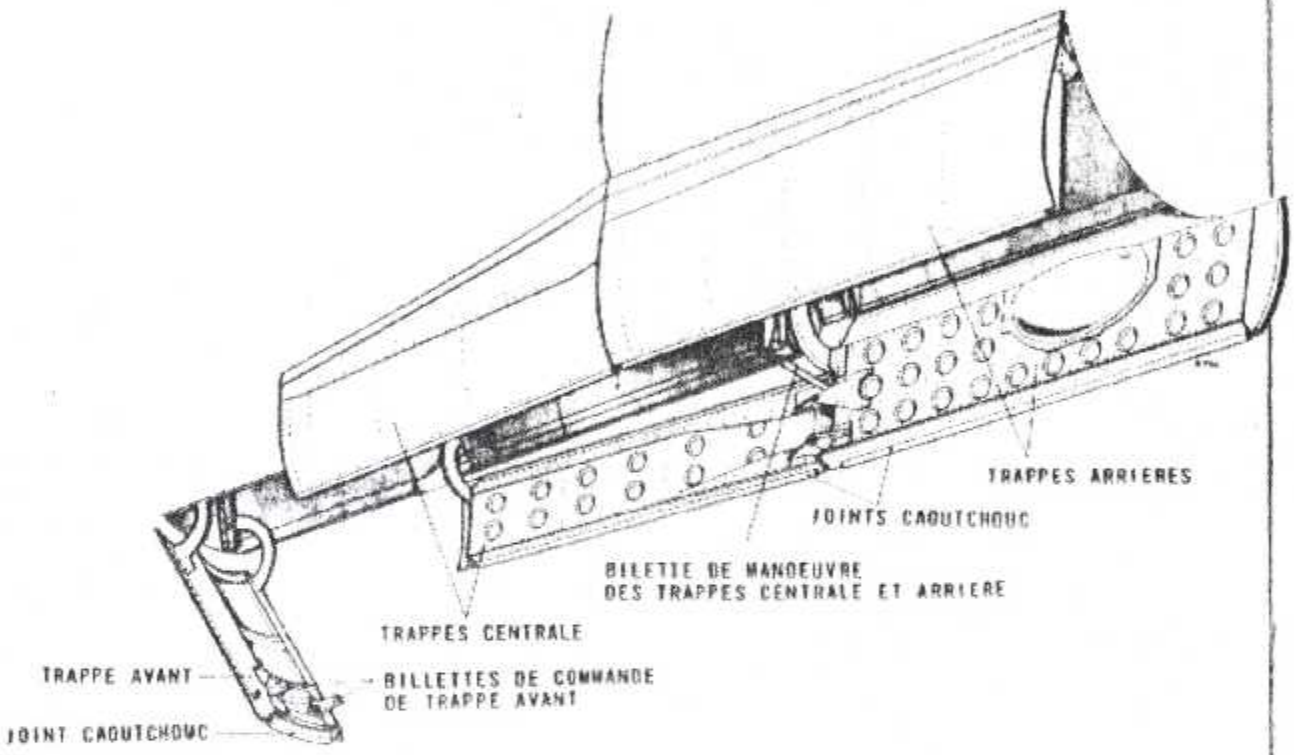


Figure III.5 Trappes de l'atterrisseur principal [6]

Déplacer dans les rails fixés sur la structure du logement de train .Chaque chariot comporte un système de verrouillage "ouvert" composé d'un galet muni d'une détente pouvant s'engager sous la partie inférieure de chaque rail .Lorsqu'il est dans cette position, il interdit tout mouvement du chariot d'où verrouillage "ouvert" des quatres trappes.

Lors de la rétraction du train, les tenons s'engagent d'abord sur la détente de verrouillage: le galet inférieure bascule et est dégagé du rail .Continuant son mouvement, chaque tenon de la jambe de train entraîne le crochet de chariot correspondant qui glisse sur ses rails, d'où fermeture des trappes.

Pendant l'extension du train, les tenons entraînent les chariots vers le bas, d'où l'ouverture des trappes .Lorsque ces tenons libèrent les détentes, les galets inférieurs peuvent s'encastrer sous leurs rails et les trappes sont verrouillés "ouvert".

Chaque support de galet inférieur est repéré par des bandes de couleur.
Lorsque la trappe est ouvert correctement verrouillée"ouvert",une ligne rouge continue apparaît sur le corps du chariot et la détente .Si la trappe est déverrouillée,cette ligne rouge est rompue et un repère jaune est visible sur le support de la détente. [6]

III-5-3 DESCRIPTION DU TRAIN AVANT

Le train avant est du type à levier de suspension et possède un amortisseur oléopneumatique .Il se révèle vers l'avant. (Fig II-6).

Le corps supérieur supporte la partie pivotante .Il possède deux bossages transversaux qui permettent, à l'aide d'un axe son articulation sur la station 1.400.Sa partie extérieur possède deux bras pour la fixation du moteur de direction.

Le levier de suspension est articulé sur l'extrémité inférieure de la partie pivotante.

L'amortisseur est monté à l'avant du train, entre la partie pivotante et le levier de suspension.

A- Mécanisme de retraction

Les mouvements du train avant sont effectuées à l'aide d'un levier à forme incurvée Le levier est monté entre l'extrémité de la tige du vérin de commande et une bielle circulaire. Cette bielle entraîne le train par l'intermédiaire d'un ergot pouvant se déplacer dans une glissière pratiquée sur le moyeu de l'articulation .De ce fait, à son début de déplacement, la bielle n'entraîne pas le train (Fig. III-7).

La bielle comporte un épaulement sur lequel vient s'appuyer la butée excentrée de l'arbre de commande du crochet de verrouillage "BAS", la rotation de cet arbre tire et ouvre ce crochet.

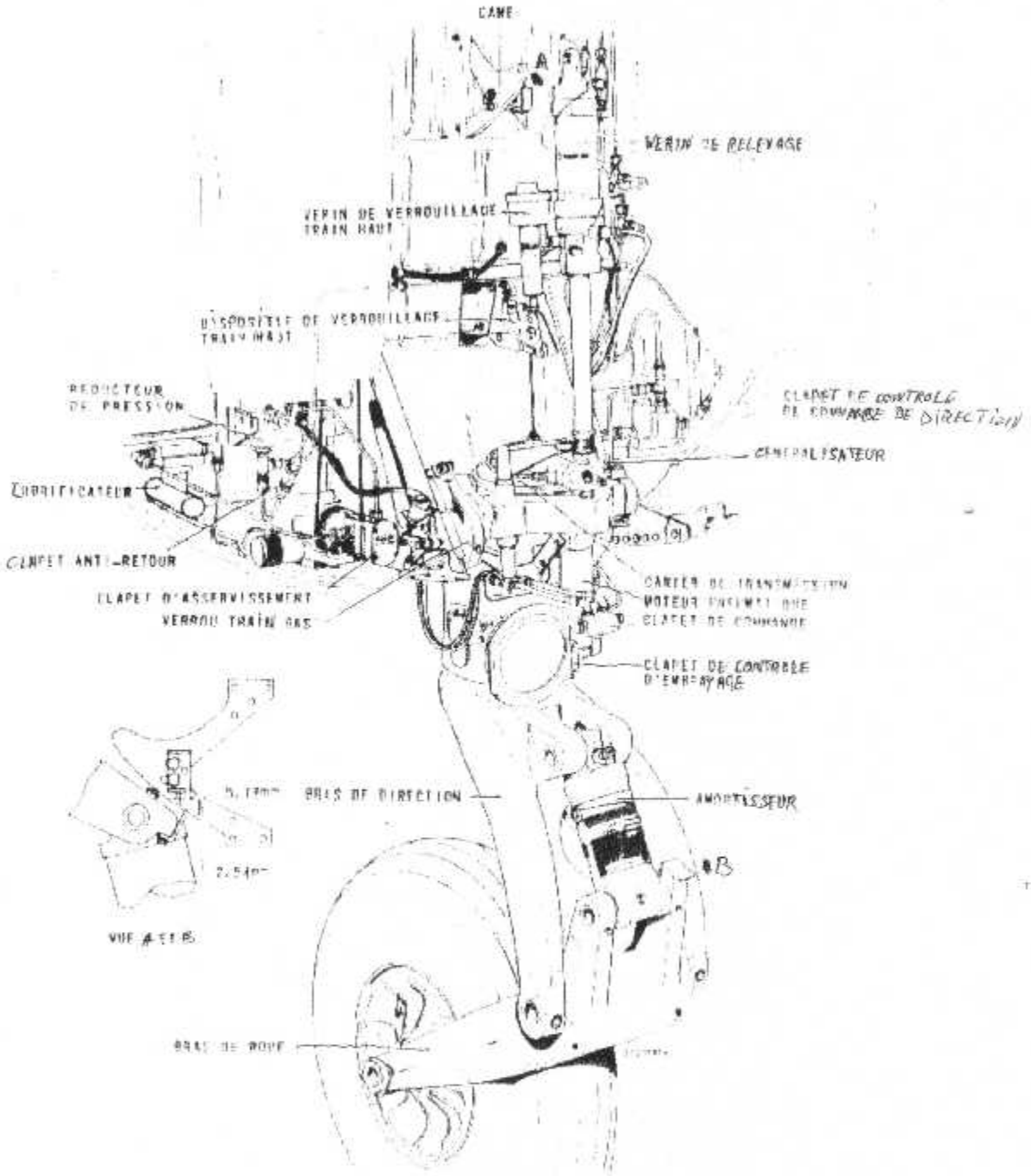


Figure III.6: Atterrisseur avant (Disposition générale) [6]

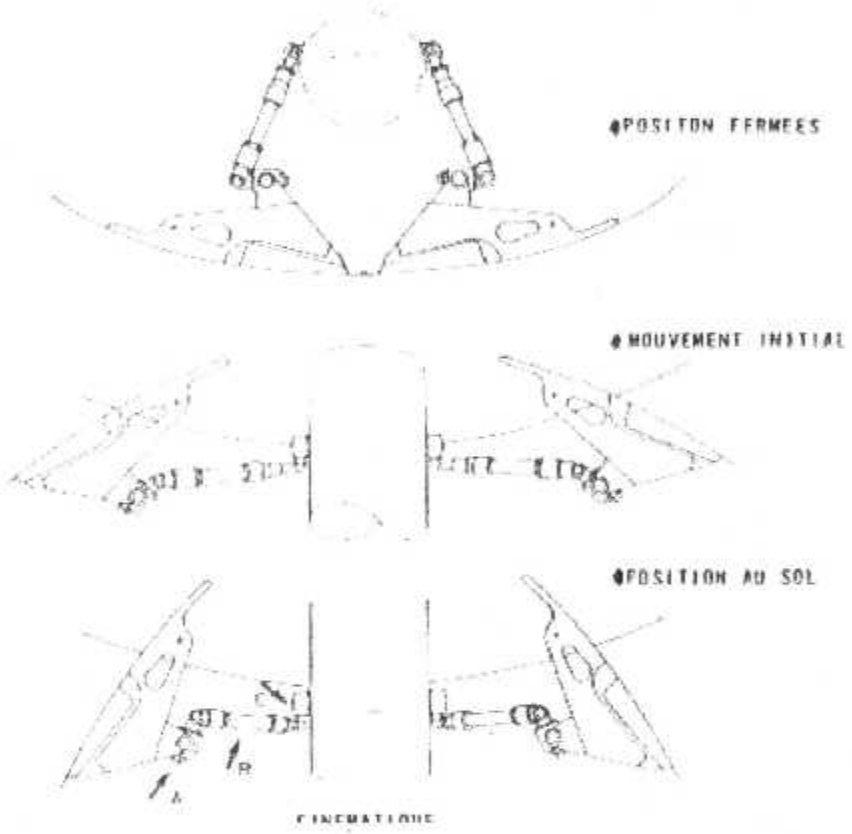


Figure III.7: Système de commande des pattes de train avant [6]

B- Verrouillage HAUT et BAS

Le crochet BAS du train avant est commandé par le mouvement initial du vérin de relevage , par l'intermédiaire du levier incurvé et de la bielle .Le verrou BAS est fixé sur la structure .De ce fait , lorsque le crochet entoure le verrou , la retraction du train est impossible (fig III-8) .

Le crochet BAS est maintenu en position fermée par un cylindre à ressort.

Ce crochet actionne, par l'intermédiaire d'un axe et de levier, un micro- contact, dont les témoins donne l'état de verrouillage et la position du train.

Le système de verrouillage HAUT consiste en un crochet monté sur la face avant de la station 1.400 en un verrou fixé sur la partie inférieure du corps du train (fig III-9) .Le crochet est continuellement sollicité vers la fermeture par un cylindre à ressort .En fin de course retraction du train avant, le verrou entre en contact avec le crochet qui s'efface puis referme lorsque le train est complètement rentré.

Lors d'une sortie de train, la pression pneumatique est distribué à la fois sur la face descente du piston de vérin de commande et à l'intérieur du cylindre à ressort .Le premier effet de cette pression est de comprimer le cylindre à ressort, d'où effacement du crochet haut, le train peut ensuite s'abaisser normalement.

Le crochet de verrouillage HAUT possède une gâchette sur laquelle s'appuie le verrou lorsque le train est complètement rentré et verrouillé. Cette gâchette sollicite le poussoir d'un micro –contact qui permet soit l'allumage soit l'extinction des lampes vertes et rouges du circuit témoin de positionnement du train.

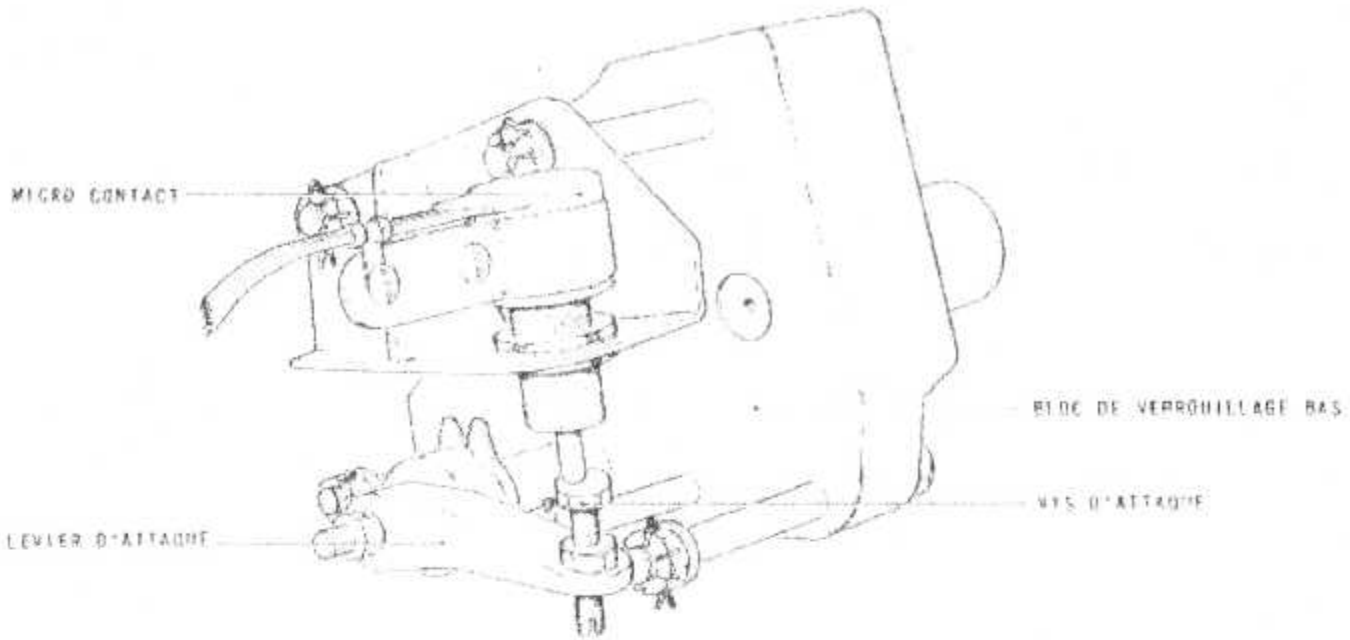
C- Manœuvre du train avant

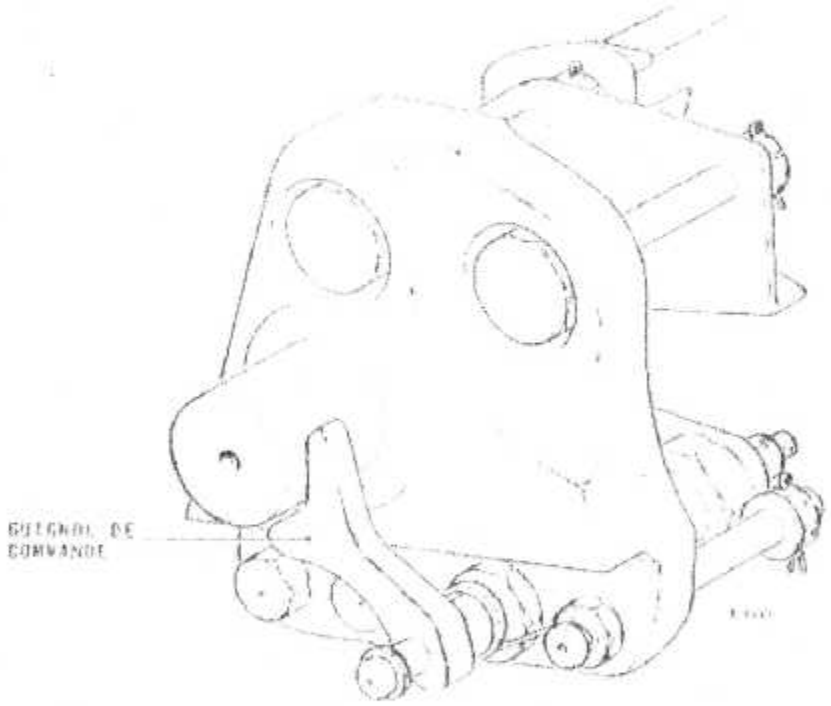
Lorsque le train est sorti, le crochet de système de verrouillage BAS est maintenu fermé par le cylindre à ressort. Le micro-contact correspondant est actionné et son témoin indique son verrouillage (lampe verte allumée).

1-Rentrée

Lors de la rétraction, le crochet le crochet de système de verrouillage BAS est dégagé par le mouvement initial du vérin de commande (lever incurvé et bielle). Le crochet BAS se sépare de son verrou en comprimant le cylindre à ressort. Lorsque le verrou est dégagé, le train peut alors se retracter, l'ergot de la bielle ayant parcouru la longueur de sa glissière.

En fin de montée, le verrou fixé sur la partie supérieure du train repousse le crochet de verrouillage HAUT qui s'efface en comprimant le cylindre à ressort supérieur. Lorsque le train est complètement rentré le cylindre à ressort repousse le crochet HAUT qui se referme sur son verrou .En même temps le micro-contact HAUT est actionné et atteint son témoin rouge.





Figures III.6 : Bloc de verrouillage [6]

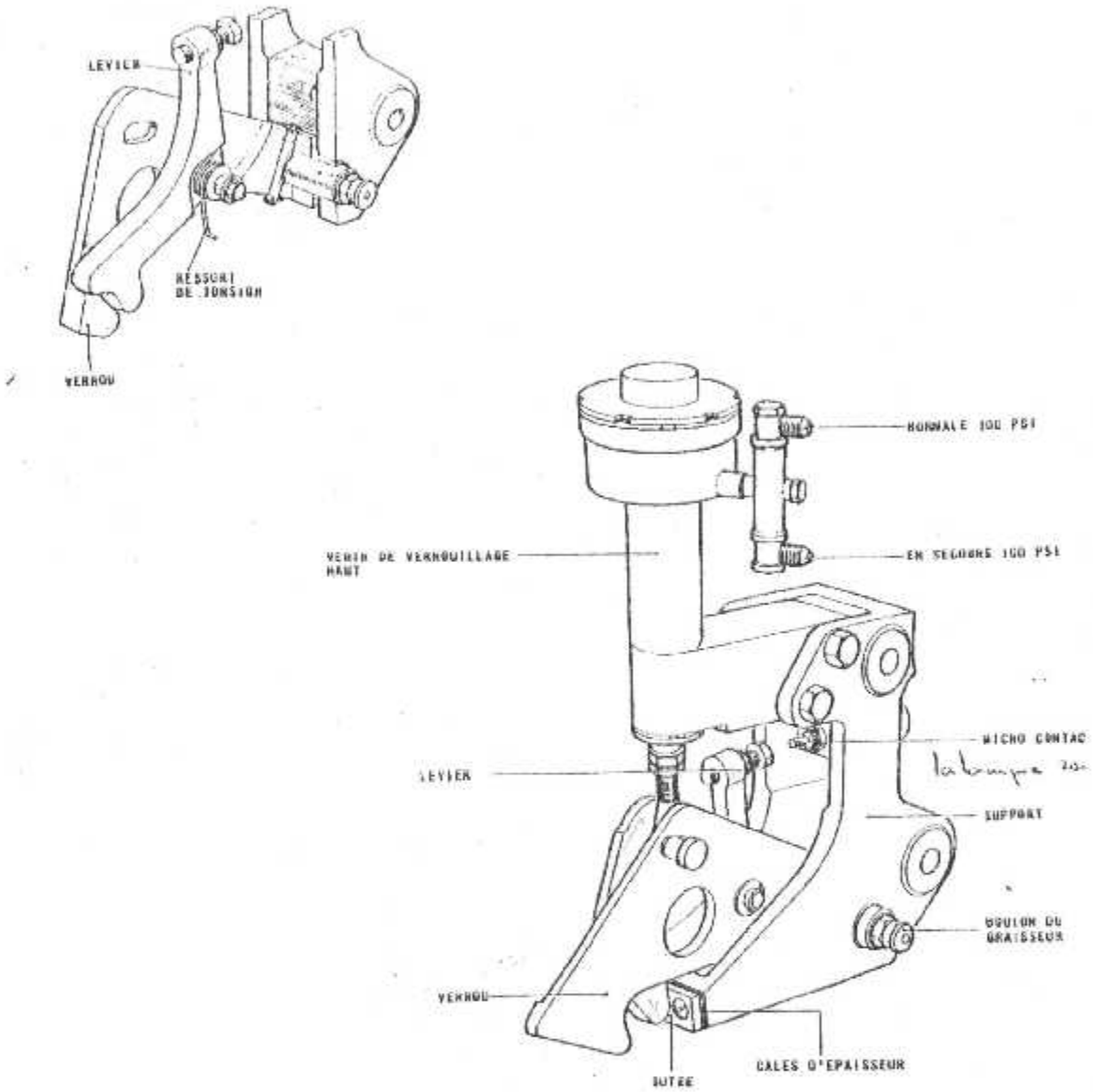


Figure III-9 : Train avant verrouillage haut ensemble [C]

2- Sortie

Lorsque le levier du sélecteur du train est positionné baisse , une pression d'air de 100PSI comprime le cylindre à ressort dont la tige actionne le crochet de verrouillage HAUT .Le train alors peut descendre et le micro-contact HAUT au repos , permet l'allumage de son témoin rouge (train en mouvement) .

3- Trappes de train avant

Deux trappes renferment le logement de train avant lorsque celui-ci est complètement rétracté, chacune d'elles garnie de bourrelets de caoutchouc pour assurer une meilleur étanchéité.

L'ouverture et la fermeture de ces trappes sont commandés par des biellettes fixées sur le fut du train. [6]

III-5-4 CIRCUIT PNEUMATIQUE DU TRAIN D'ATTERRISSAGE

A- Manœuvre normal (fig III- 10)

En aval du filtre d'alimentation normale, la pression d'air 3000 PSI, aboutit à un réducteur de pression qui l'abaisse à 1000 PSI. Cette pression arrive ensuite au sélecteur normal du train.

Lorsque le sélecteur de train est positionné sur HAUT, la chambre montée des vérins de commande est mise sous pression (1000 PSI) et leur chambre descente est mise à l'air libre par la tuyauterie d'échappement de ce sélecteur.

Lorsque le train est complètement relevé, le vérin de relevage reste soumis à une pression de 1000PSI. Donc, les crochets, en vol normal ne supportent pas le poids du train

Le but de robinet d'échappement est de permettre la mise à air libres de ces chambres montées dans le vérin de train dans le cas d'utilisation en secours.

Lorsque une sortie de train est demandée, les clapets correspondants du sélecteur dirigent la pression d'air simultanément sur le piston du vérin à ressort (déverrouillage du train) et sur la face descente de chaque piston de commande.

Un réducteur de pression est monté sur la ligne de descente de train et abaisse la pression de 1000 à 100 PSI.

La construction même du réducteur de pression ne permet pas le retour d'air des chambres " descente " du vérin vers l'échappement du sélecteur. Une tuyauterie munie d'un clapet anti - retour est donc prévu entre l'amont et l'aval du réducteur de pression.

Tend que le train reste abaissé, les vérins de commande et les vérins à ressort restent sous pression 100 PSI.

La tuyauterie de descente comporte une valve de décharge. Cette valve de décharge permet de faire chuter les pressions dans ce circuit avant le démontage d'un des accessoires du circuit de train, en cas de dépannage.

B- Manœuvre de sortie en secours (fig III-10)

En secours, l'extension du train utilise la pression d'air du circuit de secours.

Un réducteur de pression, monté en aval de la bouteille de secours, abaisse la pression d'air de 3.300PSI à 1000PSI. Après ce réducteur de pression, l'air est distribué, d'une part vers le circuit des freins (en secours) et vers le circuit de train (en secours). Ce dernier circuit comporte un deuxième réducteur de pression qui abaisse la pression de 1000 à 100 PSI.

Lorsque le sélecteur de sortie de train en secours est manœuvré, l'air sous pression 100PSI, alimente simultanément les vérins à ressort et les vérins de commande du train à travers des clapets navettes. Ces clapets navettes ont pour but, isolement du circuit normal du circuit de secours (sécurité en cas de rupture de tuyauteries ou de fuites sur l'un ou l'autre de ces circuits).

Un robinet de mise à air libre, conjugué mécaniquement avec le sélecteur de sortie en secours, perme la mise à air libre des chambres "montée " des vérins de commande. De plus, le déplacement de ce robinet de mise à air libre coupe toutes alimentations possibles des chambres " montée " des vérins de commande, à partir du sélecteur normal. [6]

III-5-5 CIRCUITS DES INTERRUPTEURS DE TRAIN

Des micro –contacts de signalisation sont montés sur chaque système de verrouillage HAUT et BAS et sont actionnés par leurs crochets respectifs.

Chaque amortisseur de train est équipé d'un micro- contact.

1- Micro – contacts d'amortisseurs

a Micro – contact monté sur l'amortisseur du train gauche

Il contrôle les circuits suivants :

- Circuit du contrôle de train : Il évite la rétraction du train, lorsque l'avion est au sol ou en cours de décollage.
- Relais de train d'atterrissage : ce relais est excité lorsque l'avion est au sol ou en cours de décollage (amortisseur écrasé).Il alimente les circuits de direction de roue avant, de pré-décollage et de délestage électrique de l'office.
- Hélice gauche et dégivrage d'entrée d'air GTP, il évite le fonctionnement de ces circuits lorsque l'avion est au sol.

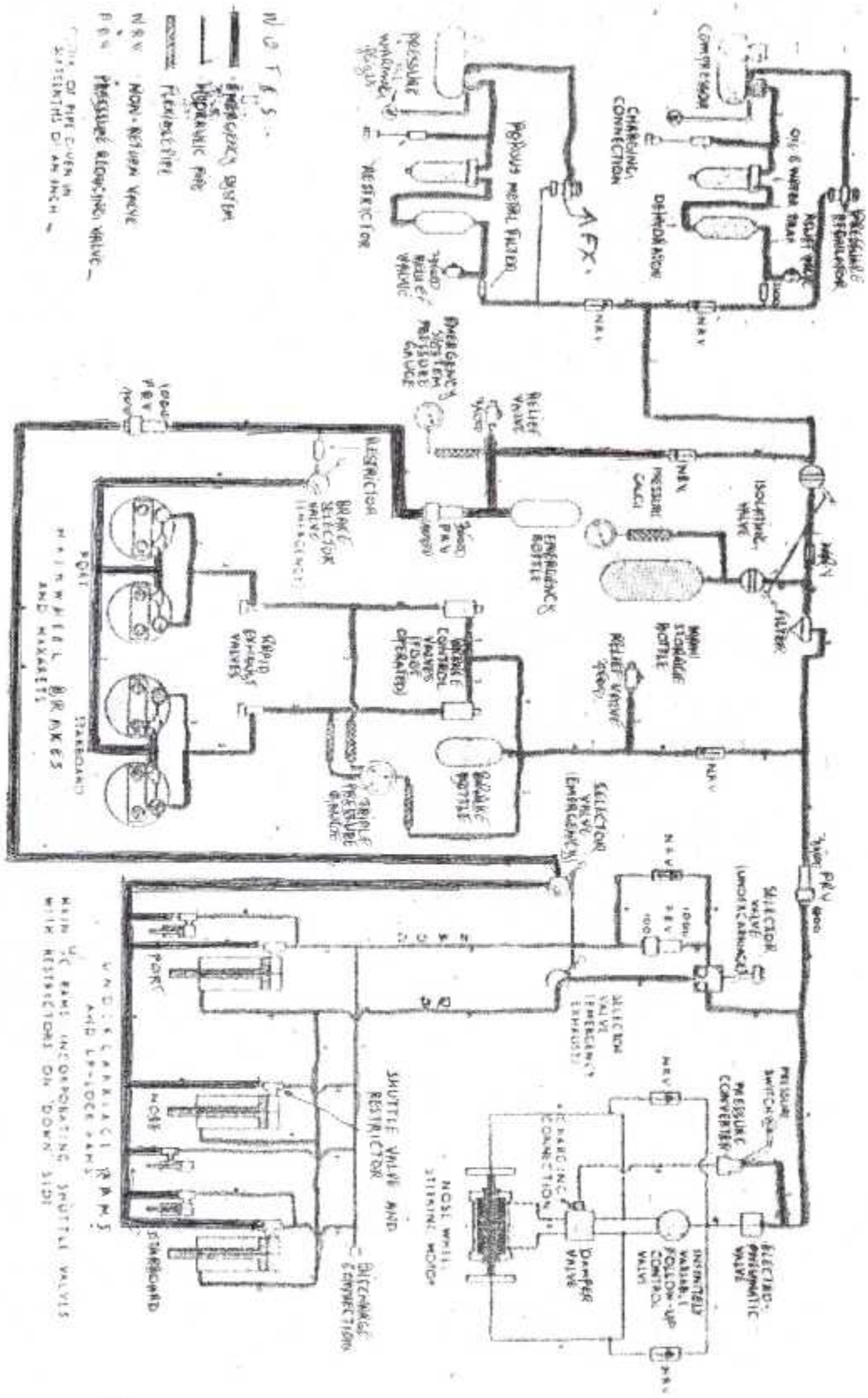


Figure III.10 : Circuit pneumatique du train d'atterrissage [7]

b- Micro – contact monté sur l'amortisseur du train droit

Il contrôle les circuits suivants :

- Circuit de conditionnement et de pressurisation : dépressurisation de la cabine au sol ... etc.
- Hélice droite et dégivrage d'entrée d'air GTP : Il évite le fonctionnement de ces circuits lorsque l'avion est au sol.

Le micro-contact de train principal gauche est alimenté à partir de la barre de distribution principale à travers les disjoncteurs "UNDERCARRIAGE RELAY" et "LANDING GEAR SELECTOR", ces deux disjoncteurs étant montés sur le panneau principal des protections électriques (arrière du siége co-pilote).

Ces micro-contacts sont monté à l'intérieur de contre fiches des trains principaux et sont commandés par le doigt des tuyauteries du circuit pneumatiques des freins.

2- Circuit avertisseur et de position

Le circuit avertisseur et de position du train d'atterrissage est commandé par les micro-contacts des systèmes de verrouillage "HAUT" et "BAS" et par celui des manettes de puissance de GTP.

Il est alimenté par la barre de distribution principale ,à travers les disjoncteurs "UNDERCARRIAGE POSITION" et "UNDERCARRIAGE WARINING" .Les micro-contacts de verrouillage "BAS" ferment les circuits de chaque lampe verte de l'indicateur de position lorsque le train correspondant est totalement sorti et verrouillé. Les micro-contacts "déverrouillé " (en mouvement) des crochets "HAUT" et "BAS" ferment les circuits des lampes rouges de l'indicateur de position de train lorsque celui –ci est en mouvement ou non –verrouillé.

Donc, toutes les lampes de l'indicateur de position d'un train seront étteintes dans des conditions de vol normale.

Chaque micro-contact de verrouillage "HAUT" et"BAS" commande son propre témoin et ne peut interférer dans un autre circuit.

Un klaxon fonctionne lorsque l'une ou l'autre des manettes de puissance des GTP est positionné au dessous de 10500 RPM et que le train n'est pas sorti et verrouillé "BAS". Son fonctionnement s'effectue à travers les micro-contacts de position "BAS" , montés en série et ceux des manettes de puissance de GTP (montés en série) .

Le fonctionnement de klaxon peut être arrêté par la sortie complète du train ,le déplacage d'une des manettes de puissance des GTP au dessus de 10500RPM.Ou en appuyant momentanément sur un bouton monté sur le pylône .

Cet interrupteur ne coupe que le circuit du klaxon (les témoins rouges restant allumés) et celui—ci est automatiquement réarmé si une des manettes de puissance des GTP est poussé au dessus de 10500 RPM.

Le klaxon fonctionne indépendamment de la position de manette de puissance de GTP, aussitôt que les volets passent par la position de 25° et le train n'est pas sorti et verrouillé "BAS" (Applicable à l'avion N° 1045 et suivant). [6]

III-5-6- CIRCUIT DES FRIEINS :

1- Description du circuit normal (fig III-11)

La pression d'air alimentant le circuit normal des freins est piquée en aval de filtre à feutre des circuits d'alimentation. Une bouteille de 100 inch /C lui assure une réserve d'air comprimé avant la mise en route des GTP.

Un clapet anti-retour, monté avant la bouteille des freins est prévu pour éviter toute perte d'air comprimé en cas de fuite sur le circuit d'alimentation.

La bouteille des freins est protégé (même si le robinet d'isolement de la bouteille principal est ouvert) contre les dépressions exercés par un clapet de surpression taré à 3500 PSI.

Le circuit normal des freins comprend :

- Deux répartiteurs de pression.
- Deux vannes d'échappement rapide.
- Quatre MAXARETS (système antipatinage)
- Quatre ensembles des freins.

Après sa bouteille, le circuit comprend un réducteur de pression de 3300à1200 PSI puis les répartiteurs. Ces répartiteurs sont actionnés par les pédales de palonniers, par l'intermédiaire de barre de poussée et de tube de torsion.

Les répartiteurs alimentent les ensembles de freins à travers les vannes d'échappement rapides, les maxarets et des clapets navettes .La pression maximale à la sortie des répartiteurs est de 1000 PSI.

Un freinage différentiel peut être obtenu en utilisant l'une ou l'autre des pédales séparément. Il n'existe pas de système permettant l'arrêt des roues pendant la rentrée du train ou en vol.

Un manomètre, monté sur le panneau principal des instruments, donne la charge de la bouteille des freins.

Un frein de parc, monté à gauche de la place de cdt de bord, agit par blocage des leviers de commande des répartiteurs.

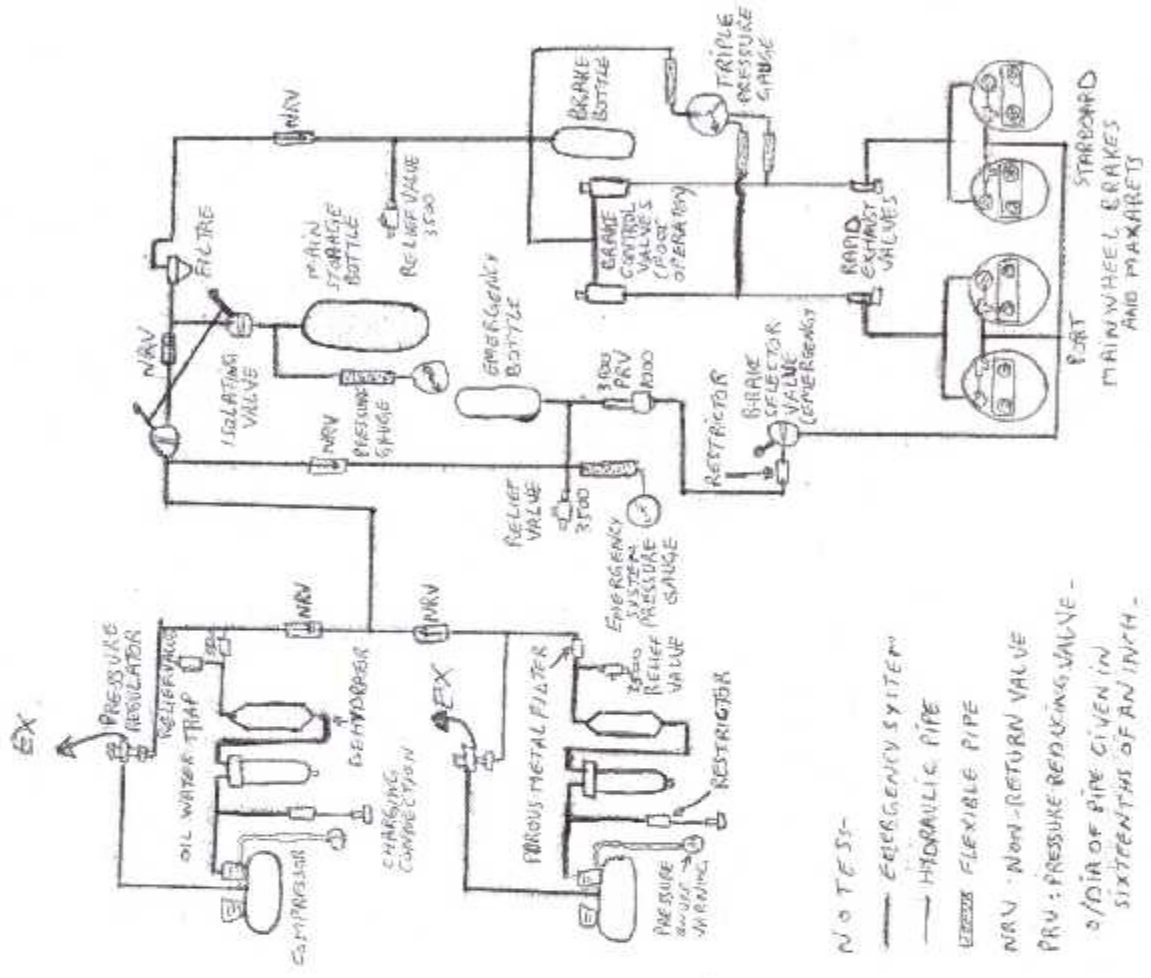


Figure III-11 [7]

Chaque roue des trains principaux est équipée d'un ensemble de freins à disque, du type DUNLOP TWIN ROTOR.

Le principe de fonctionnement de ces freins consiste en un serrage de disques rotors (entraîné par les roues), contre des disques stators, solidaires de la plaque de torsion, donc fixes. Toute élévation de la valeur de serrage entre ces disques augmente donc la valeur de freinage.

La compression des disques entre eux est obtenue à l'aide d'une plaque de poussée commandée par huit pistons. La pression pneumatique délivrée par les répartiteurs, agit sur les pistons qui repoussent la plaque de poussée laquelle compresse les disques entre eux. La réaction est absorbée par une plaque opposée, boulonnée sur la partie fixe des freins.

Des ressorts permettent le retour de la plaque de poussée lorsque les répartiteurs sont relâches.

2- Fonctionnement du circuit normal

a- Circuit normal , freins appliqués

Avant le freinage, toutes les tuyauteries en aval des répartiteurs sont à la pression ambiante. Toutes pressions sur les pédales des palonniers est transmises au répartiteur correspondant par un système mécanique de bielles et de renvois.

La pression d'air maximum pouvant être délivrée par les répartiteurs est de 1000 PSI (pédales appuyées à fond), cette pression de sortie est proportionnelle à l'effort appliqué sur les pédales des freins.

L'air délivré par le répartiteur passe ensuite à travers la valve d'échappement rapide dont le clapet de mise à air libre est fermé. La fermeture de ce clapet de mise à air libre est assurée automatiquement par la pression délivrée par le répartiteur. L'air traverse ensuite le maxaret correspondant et agit sur les huit pistons de l'ensemble des trains.

Le système anti – patinage maxaret permet un freinage correct sur des pistes dont les conditions sont défavorables, sans risque de blocage des roues.

Lorsque le blocage apparaît, un volant à inertie, monté à l'intérieur du maxaret, arrête toutes alimentations d'air vers les pistons de l'ensemble des freins et met à air libre celle y existant déjà. Cette réduction de pression permet à la roue de répondre de la vitesse d'où retour à un freinage normal.

Avant son arrivée dans les chambres des cylindres de l'ensemble des freins l'air traverse un clapet – navette. Le but de ce clapet – navette est d'isoler le circuit d'alimentation en secours lorsque le circuit normal fonctionne correctement, et vice versa.

b- Circuit normal "freins relâchés"

Lorsque les pédales sont relâchées, une partie de la pression est mise à air libre à travers l'échappement du répartiteur, d'où faible chute de pression dans la tuyauterie .Cette chute de pression permet l'ouverture de la vanne d'échappement rapide (nacelle) .Cette opération donne un desserrage complet et rapide de l'ensemble des freins.

Lorsque la pression est relâchée, la plaque de pression et les pistons des huit cylindres de commande sont repoussés par les ressorts de l'ensemble des freins.

3-description du circuit de secours (figIII.11)

Un circuit est prévu pour l'utilisation des freins et la sortie du train en secours .Ce circuit de secours permet environ six freinages consécutifs.

La pression d'air est distribuée sur les quatres ensembles de freins par la manœuvre d'un sélecteur dont la commande est montée sur le panneau latéral gauche du poste de pilotage. Lors d'un freinage en secours, les maxarcts sont inopérants et un freinage différentiel est impossible.

Le circuit de secours est complètement indépendant du circuit normal .Il possède sa propre alimentation ,son distributeur et ses propres tuyauterie .Les ensembles des freins et les clapets navette sont les seuls accessoires communs aux deux circuits.

4-Fonctionnement du circuit de secours

L'air sous pression est fourni par la bouteille de secours, capacité 100 inches/C), montée dans le compartiment des accessoires pneumatiques.

Cette bouteille est rechargée par le circuit d'alimentation normal .Elle est protégée par un clapet de surpression taré à 3500 PSI.

Un manomètre, monté sur le panneau principal des instruments, indique son état de charge.

L'air de la bouteille de secours est abaissé de 3000 à 1000 PSI par un réducteur de pression et est ensuite conduit vers le sélecteur de secours à travers un restricteur réglable Ce restricteur ralentit le débit d'air à travers le sélecteur de secours et ne permet une pression totale sur l'ensemble des freins qu'au bout de 4 secondes.

Le sélecteur de secours est manœuvré à l'aide d'un volant rouge (panneau latéral gauche), possédant trois positions "OFF","HOLD" et "ON" .Le volant est normalement sur la position "OFF".

Lorsqu'il est sur cette position, toutes les tuyauteries se trouvant en aval du sélecteur de secours sont à la position ambiante.

Lorsque la pression du circuit d'alimentation normale est "inopérante" ,ce volant devra être tourné sur la position "ON" (fil à plomb cassé) .Cette manœuvre provoque l'ouverture du sélecteur de secours et permet l'arrivée d'une pression d'air sur les positions des ensembles de freins. Dés le début de cette séquence, les noix des clapets navettes sont repoussées et obstruent les lignes d'alimentation normale.

Ensuite, le volant doit être replacé sur la position "HOLD". Sur cette position du sélecteur, l'admission d'air sous pression vers l'ensemble des freins est arrêtée, mais la pression y existant continus à s'exercer sur les pistons de la plaque de poussée. Si le freinage est trop important, ou n'est plus nécessaire, le volant du distributeur de secours sera positionné sur "OFF" ,d'où mise à air libre des ensembles de freins.

Une action trop prolongé sur le volant du distributeur de secours provoquera un blocage des quatre roues,leur éclatement est un dérapage non-controlable .Le restricteur variable,dans une certaine limite ,pourra s'opposer à ces inconvénients.[6]

III-5-7- DIRECTION DE ROUE AVANT:

1- Généralités:

La roue avant est équipée d'un système de direction pneumatique commandée par des volants.

L'angle maximum de rotation de la roue avant est de 70° de part et d'autre de son point neutre .Un angle de rotation supérieur à 70° est évité par un interrupteur qui lorsqu'il est manœuvré coupe l'alimentation pneumatique de la direction de la roue avant.

Centrage de la roue avant

Le système de centrage de la roue avant comprend deux ensembles cylindriques pistons montés concentriquement et un clapet anti-retour.

Le cylindre extérieur est continuellement alimenté par une pression d'air de 1000 PSI. Cette pression d'air peut atteindre le cylindre inférieur par un forage.

Le fond du cylindre extérieur est fixée sur un pivot monté sur le boîtier réducteur du moteur .La tige du piston du cylindre intérieur pivote sur un axe monté sur la partie supérieure du train avant.

Lorsqu'une pression d'air est appliquée sur les pistons ,la roue est centrée et reste ainsi jusqu'à ce que l'un où l'autre de ces pistons soit repoussés par la force prépondérante exercée par le moteur en fonctionnement.

De plus, le retour au neutre de la roue avant est favorisé par le montage même de la roue, en arrière du point de rotation de la partie pivotante.

Source d'alimentation

L'air nécessaire au fonctionnement de la direction de roue avant est piqué sur la tuyauterie de circuit de train (1000PSI) Cette pression est utilisée pour le fonctionnement de système de retour dans l'axe et celui de l'embrayage pneumatique du moteur de direction.

Le système de retour dans l'axe reste alimenté tant que le circuit de train reste sous une pression normale .Un clapet anti-retour maintient la pression à l'Intérieur du système en cas de panne sur ce circuit d'alimentation.

L'embrayage est alimenté à travers une value de contrôle .Cette valve,ainsi que celle du distributeur est ouverte lorsque l'interrupteur de commande de direction est sur sa position "ON".

La pression d'alimentation de 1000 PSI est abaissée à 100 PSI, par un réducteur de pression, avant son admission au distributeur.

Les pressions d'alimentation ne peuvent être utilisables que si les trois conditions suivantes sont réalisées:

- Appareil au sol (micro-contact de l'amortisseur du train gauche actionné).
- Interrupteur de commande de direction de roue avant sur la position "ON".
- Roue avant placée sous un angle inférieur à 70° (interrupteur de braquage maximum).

2- Fonctionnement du circuit de direction de roue avant

a- Direction "au repos" :

Le fonctionnement de la direction de roue avant est interdit lorsque son interrupteur de commande est sur la position "OFF".

Le système de retour dans l'axe reste alimenté par le circuit du train et la roue est centrée.

Les valves de contrôle de direction et d'embrayage sont désexcitées et coupent donc toute alimentation de ces accessoires .Le moteur pneumatique es déconnecté du boîtier de réduction

La valve d'asservissement est à la position neutre et le moteur est mis à air libre par sa valve de contrôle.

b- Direction "en fonctionnement" :

Lorsque l'interrupteur de commande est placé sur "ON", la valve de contrôle de direction est excitée et une pression d'air de 100PSI (à travers un réducteur de pression de 1000-100PSI), est admise à la valve d'asservissement.

De plus, la valve d'embrayage est excitée et une pression de 1000PSI peut agir sur le piston de l'embrayage. Le piston comprime son ressort et le moteur est alors couplé sur sa bote de réduction.

Une manœuvre sur un des volants du poste de pilotage fera tourner le tambour de la valve d'asservissement. Son galet se déplacera dans sa rampe et son bras entraînera un des clapets du distributeur vers l'ouverture.

La pression d'air pourra alors atteindre le moteur de direction à travers sa valve de contrôle. Le sens de rotation du moteur dépendra de l'ouverture de l'un ou l'autre des clapets du distributeur.

Le mouvement de la partie pivotante de la roue avant crée le déplacement d'un axe centré monté sur la partie supérieure de système de direction. Ce déplacement est retransmis au circuit d'asservissement au moyen d'une glissière dentée coulissant à l'intérieur de l'axe de relevage du train. Tout déplacement de l'axe excentré agit sur la glissière dentée, laquelle entraîne le pignon du système d'asservissement. De ce fait, lorsque la valeur de l'angle sélecté est atteinte, les clapets du distributeur se retrouvent fermées et la roue reste braquée à l'angle pré sélecté.

Lorsque l'angle maximum de braquage est atteint, soit 70° de part et d'autre du neutre de la roue ,les contacts de l'interrupteur de débattement maximum s'ouvrent et la valve de contrôle du distributeur se ferme,d'où arrêt d'alimentation du moteur de direction.

Lorsque l'appareil a décollé, le micro-contact d'amortisseur de train principal gauche n'est plus actionné.

C- Maintien de l'angle sélecté :

Le système d'asservissement permet à la direction de roue de conserver l'angle de braquage présélecté. Toute action extérieure tendra à déplacer le système d'asservissement, et à provoquer l'ouverture d'un des clapets du distributeur, mais celui-ci se refermera toujours ,pour peut que le volant de commande ait été maintenu sur sa position initiale.

d- Retour au neutre :

Lorsque le volant du poste de pilotage est repositionné au neutre ,une séquence inversé se produira .De plus ,le retour au neutre ,où un angle plus petit de la roue avant sera aidé par le montage excentré de la roue par rapport à son pivot.

Toute tendance au shimmy est absorbée par le système de retour dans l'axe.

Les faibles déplacements accidentels de la direction de roue avant sont absorbés par les disques multiples du système d'embrayage [6]

III.5.8 COMMANDE ET INDICATEURS DU TRAIN D'ATTERISSAGE:

1- Train d'atterrissage

a- Manœuvre normale

Le sélecteur de train d'atterrissage est commandé à distance par une manette équipée d'un dispositif d'interdiction .Elle est fixée sur le panneau principal des instrument.

Cette manette est constituée de deux leviers : un levier d'interdiction et un levier de commande, tous les deux réunis par une poignée .Elle possède deux positions: "UP" et "DOWN" .Lorsque l'avion est au sol, le levier d'interdiction est verrouillé mécaniquement par le doigt d'un solénoïde sur la position "DOWN".

Le circuit électrique de ce solénoïde est contrôlé par les micro-contacts d'amortisseur et de verrouillage "HAUT" du train principal gauche.

Lorsque l'amortisseur est écrasé (avion au sol) ,le solénoïde est au repos et son doigt dégage le levier d'interdiction .L'ensemble de la manette de commande du sélecteur peut alors être positionnée sur "UP"

Dés que le train d'atterrissage est complètement rentrée est verrouillé "HAUT" ,le circuit électrique du solénoïde est coupé par un des micro-contacts "HAUT" du train principal gauche.

b- Effacement de la sécurité rentrée

Dans un cas de panne du solénoïde d'interdiction ou d'un de ses micro-contacts en vol, l'interdiction de manœuvre du sélecteur de trin peut être levée.

Cette opération est effectuée en pressant une petite gâchette montée à l'avant de la poignée et en tournant celle-ci de 60° vers la gauche ou vers la droite.

Cette opération désaccouple les deux leviers composant la manette de commande et seul, le levier contrôlant le sélecteur est manœuvré .Celui d'interdiction reste bloqué.

Le levier de contrôle est relié au sélecter (compartiment des accessoires pneumatiques),par un câble TELEFLEX.

Lorsque l'interdiction est levée ,le sélecteur de train peut être normalement manœuvré sur ses deux positions ,mais après dépannage ,les deux leviers devront être réaccouplés (vis inférieure de la poignée desserré ,poignée remise à sa position normale,puis vis resserrée).

En cas de panne sur le câble TELEFLEX, le sélecteur de train peut être directement actionné depuis le compartiment des accessoires pneumatiques .Il est monté sur le levier du sélecteur de train par un axe à démontage rapide. Après déconnection de ce câble,le levier peut être aisément manœuvré à la main: vers le bas pour une sortie de train ,vers le haut pour sa rentrée

c- Descente en secours du train

Un sélecteur de sortie en secours du train, à deux positions, est monté à la station 3100, derrière le siége gauche. Son levier est normalement verrouillé sur la position "OFF" (HAUT) par un mécanisme à ressort.

Lorsqu 'une sortie de secours est effectuée ,le sélecteur de secours et la valve d'échappement sont actionnées simultanément . Le levier est maintenu sur sa position "DOWN" par un verrou pré chargé par un ressort et par un ressort excentré monté sur le sélecteur de secours lui-même.

d- Indicateur de position de train

Cet indicateur est monté sur le panneau principal des instruments .Des témoins rouges et verts donnent une indication visuelle de position du train.

Dans certaines contions, un avertisseur audible peut fonctionner (klaxon).

Deux types d'indicateurs de position de train peuvent être trouvés : "DOWN" ou "SMITH". Ces deux types sont de même conception, seules, les opérations d'obscurcissement et de changement de jeu d'ampoule différent.

Les lampes sont répartis sur l'indicateur comme suit:

- Trois lampes rouges à la partie supérieure.
- Trois lampes vertes à la partie inférieure.

Les indicateurs données par ces lampes sont:

- Trois lampes vertes allumées : ensemble du train sortis et verrouillés "BAS".
- Trois lampes rouges allumées : ensemble du train en mouvement, pas de verrouillage,ni"HAUT" ,ni "BAS" .
- Toutes les lampes éteintes : ensemble du train verrouillés.

Dans la cas d'une ampoule verte grillée ,un deuxième jeu de lampes peut être mis en fonctionnement .Agir sur le levier central de changement d jeu pour l'indicateur "DOWN" ,presser l bouton central pour le "SMITH" .

Un écran est monté à l'intérieur de l'indicateur, pour réduire l'intensité des ampoules, pendant le vol de nuit .Agir sur le levier obscurcisseur pour l'indicateur "DOWN", tourner le bouton central pour le "SMITH".

Une indication visuelle est donnée ,en cas de doute de verrouillage d'un des trains principaux par une bande rouge peinte sur chacun des bras du système de verrouillage "BAS" correspondant .Lorsque ces deux bandes rouges sont alignées ,le train est complètement sortis et verrouillé .Cette indication est visible depuis les hublots du compartiment passagers.

e- Klaxon de train d'atterrissage

Ce klaxon est monté en série avec le micro-contacts de manettes de puissance GTP et ceux de verrouillage "BAS" du train d'atterrissage .Il fonctionne lorsque les manettes de puissance sont positionnés au dessous d'un régime de 10500 RPM et que le train n'est pas sortis ou verrouillé "BAS" Un interrupteur à poussoir, monté sur le côté gauche du poste de pilotage ,prés du klaxon permet son essai au sol.

f- Arrêt du klaxon de train d'atterrissage

Un interrupteur d'arrêt du klaxon de train d'atterrissage :

Un interrupteur d'arrêt de klaxon est monté sur le pylône des commandes GTP .Il permet l'alimentation du relais de silence en vue d'arrêter le fonctionnement du klaxon .Ce circuit est automatiquement remis en fonctionnement si l'une des manettes de puissance est poussée au dessus de 10550 RPM.

2- Circuit des freins

a- Freinage normal:

La pression applique sur les freins normaux est proportionnelle à l'effort exercé sur les pédales.

Une réaction, à partir des réparateurs est sensible sur les pédales donne au pilote un effet de sensation artificiel qui lui permet de doser son action.

b- Manomètre de pression de freins

Un manomètre est monté sur le panneau principal des instruments,côté gauche .Il indique la pression de la bouteille des freins (maximum 3300PSI).

c- Commande des freins de secours

La commande des freins de secours est montée sur le panneau latéral gauche .Elle possède trois positions,"OFF","HOLD"et "ON" et est normalement plombée sur "OFF".

d- Poignée de frein de parc

La poignée de frein de parc est montée sur le panneau vertical gauche. Il n'est pas nécessaire d'appuyer sur les pédales pour appliquer ou relâcher le frein de parc.

3- Direction de roue avant

a- Volant de direction

Les volants de direction sont fixées sur les panneaux verticaux gauche et droit.

L'angle maximum de braquage des volants est de 68° de par et d'autre de leur neutre.

Lorsque le volant est relâche ,la direction de roue avant retourne automatiquement au neutre.

b- Indicateur de position

Un indicateur de position de roue avant est monté sur le pivot .Il comprend une flèche et un repère donnant le sens et l'amplitude du braquage de la roue.

c- Interrupteur du circuit de direction

Un interrupteur à deux positions, monte sur le panneau vertical gauche contrôle la valve de distribution du circuit de direction.

Cet interrupteur peut être laisser sur la position "ON" pendant tout le vol ,car le circuit est automatiquement ouvert,après le décollage ,par le micro-contact d'amortisseur gauche.

4- Amortisseur de roue avant

Indicateur de fuite :

Un indicateur de fuite interne de l'amortisseur de roue avant est monté sur la station 1400.Cet indicateur consiste en une aiguille de fibre de verre qui est cassée en cas de fuite interne sur l'amortisseur de roue avant, lorsque celle-ci est rétractée[6]

IV-1 INTRODUCTION

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

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

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

1- Manuel de maintenance : il contient les exigences du constructeur .

2- Illustrated parts catalogue : il donne la référence des pièces d'origine.

3-Fiche de dépose train: elle contient (figIV-1):

- Référence du train.

- Numéro de série.

- Type d'avion et matricule.

-Heures de fonctionnement.

- Motif de la dépose (révision générale, remise en état).

4-Fiche matricule: concernant tous les mouvements effectuées par le train (fig IV-2):

-Heures de fonctionnement.

-Date de montage sur avion.

-Date de dépose de l'avion.

-Nature des travaux effectués.

-Date d'exécution.

-Type d'avion.

5- Service bulletin list : document concernant une éventuelle modification. [7]

AIR ALGERIE D.T.

Matériel

Défectueux

MOTIF DE DEPOSE .....

POSITION .....

H.CUM. AVION .....

MIE AVION .....

DATE .....

N° DEPOSE .....

EXECUTANT .....

CONTROLE TECHNIQUE ..... ATELIER GERANT .....

BUREAU VERITAS ..... CHAPITRE .....

Bon Etat

LIMITE DE STOCKAGE ..... H.R.G .....

DATE MISE EN SERVICE ..... POTENTIEL .....

N° DE SERIE ..... SERVITUDE .....

REFERENCE ..... MARQUE .....

DESIGNATION .....

ATEI	Commande					Ind		Code Equipts	Stat
	1	2	3	4	5	6	7		

REPERE N.T. .....

Qte DISP. .....

DATE .....

Sce .....

MIE AVION .....

PAR .....

RETRAIT .....

AT. GERANT .....

S.N. .....

REF. .....

DES. .....

Figure IV.1 Fiche de dépose

الخطوط الجوية الجزائرية
AIR ALGERIE

ATELIER DE RATTACHEMENT

FICHE MATRICULE

POUR ORGANE OU ACCESSOIRE NON CONSOMMABLE

ST 46 H

DESIGNATION	
MARQUE	
TYPE	
REFERENCE CONSTRUCTEUR	
N° DE SERIE	
ENSEMBLE DE RATTACHEMENT	
ORIGINE	
DATE — FABRICATION	
DATE — LIVRAISON	
POTENTIEL — ENTRE REVISION	TOLERANCES
POTENTIEL — ENTRE INSPECTION	TOLERANCES
LIMITE STOCKAGE	TOLERANCES
DATE DE 1re MISE EN SERVICE A LA SOCIETE	HEURES ANTERIEURES
INTERCHANGEABILITE	AVIONS / ORGANES ET ACCESSOIRES

OBSERVATIONS :

FIG N° 2 A

MODIFICATIONS

DÉFINITION	RÉFÉRENCE	EXÉCUTANT	Date d'exécution	OBSERVATIONS

OBSERVATIONS :

EP.AI

MOUVEMENTS

AVION	Position	DATES		HEURES AVIONS		Heures de fonctionnement			CAUSE DES MOUVEMENTS	PASSAGE AUX ATELIERS			VISAS	
		Montage	Démontage	Montage	Démontage	Sur Avion	Depuis révision	Totales		Date	Nature des Travaux	N° de fiche travail	Exécutant	Véritas

FIG N 2 B

IV-2 PREPARATION DE LA PHASE DE MAINTENANCE TECHNIQUE

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

a) Manomètre de dégonflage.

b) Robinet de vidange.

c) Bac de vidange et de récupération de l'hydraulique.

d) Chiffons.

e) Outillage spécifique (clés spéciales de tous écrous chemise- clapets).

f) Les ingrédients tels que la silicone et les graisses anti-corrosion.

g) Les moyens de manutention:

- Support de train.
- palan.
- sangles.

IV-3 LES DIFFERENTES PHASES DE REVISION

a) Démontage (désassembler tous les composants du train).

b) Décapage (ôter la peinture de protection).

c) Nettoyage avec des nettoyants spécifiques (White sprint).

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

e) Contrôle géométrique et dimensionnel (jeux et tolérances).

f) Etat du chromage.

g) Réparation.

h) Remontage: phase contraire du démontage.

i) Servicing : remplissage, gonflage.

j) Peinture : protection de surface.

k) Documents: fiche matricule, fiche verte (mise en service) .

l) Contrôle.

m) Stockage: maintenance du train en état de service.

IV-3-1 DEMONTAGE

Avant de commencer l'intervention sur train, on dégonfle la pression et on enlève la valve de gonflage.

Après avoir défreiner, dégonfler, vidanger, on procède alors au démontage:

1- Déséquiper le train de ses composants : (fig IV-3)

-Tuyauteries.
- Systèmes de verrouillage et leurs crochets.
- Crochets de trappes.
- Blocs de freins.

2- Ensuite on procède au **désassemblage** de fut et la jambe piston, en utilisant des outillages spécifiques:

- Le fut: déséquiper le fut de ses accessoires :

- Trunion.
- Compas.
- bagues.

-La jambe piston : on désassemble le piston de laminage et ses composants:

-Tige piston.
-Bagues de bronze.
-Béring.
-Joint magasin ou de rechange.
-La rondelle de bronze.
-Bague piston joint d'étanchéité.
-Adapteur +le joint racleur.
-L'écrou.

IV-3-2 DECAPAGE

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

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

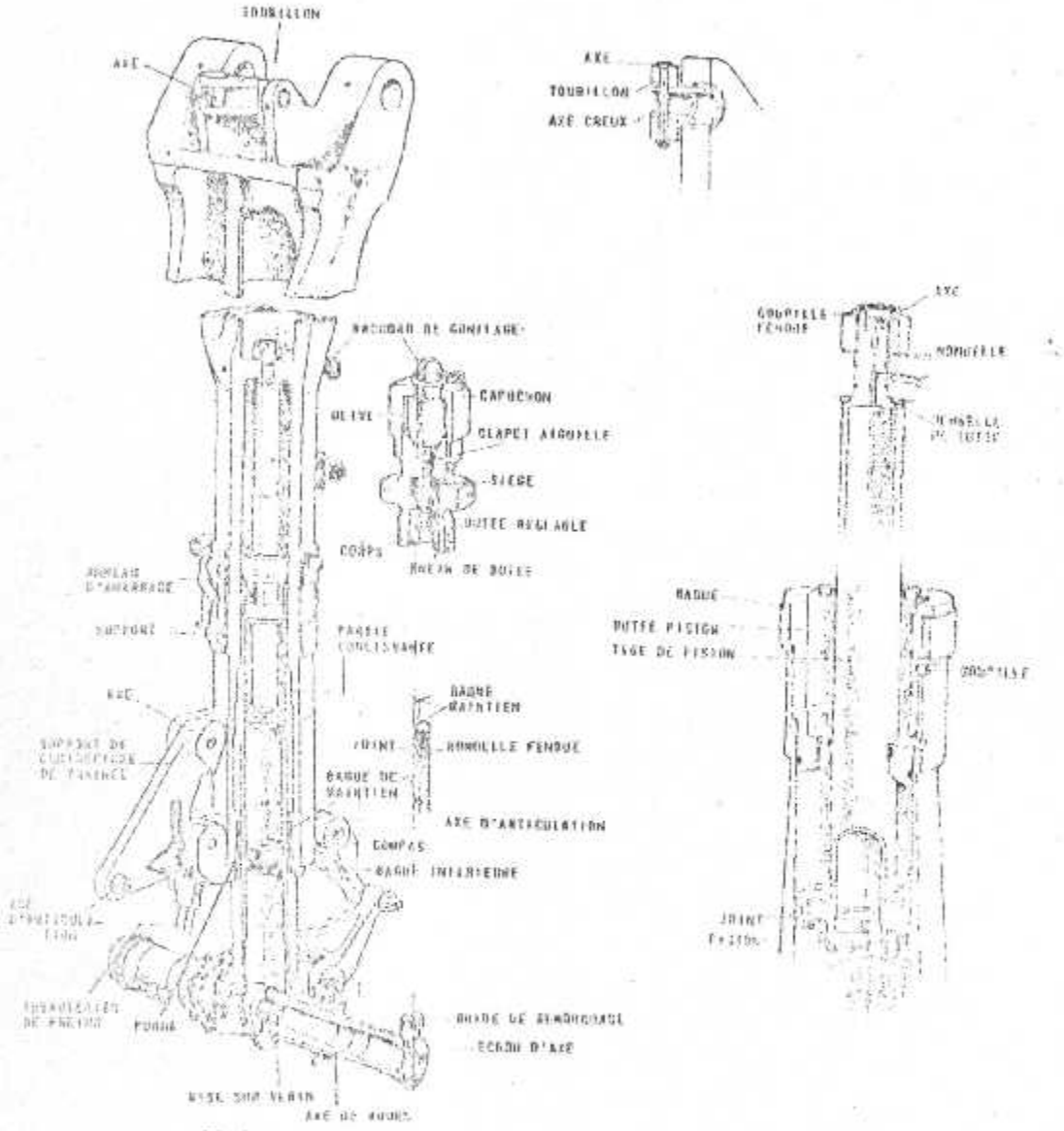


Figure IV -3 : Amortisseur de train principal [7]

IV-3-3 NETTOYAGE

Nettoyer tous les pièces à l'aide d'un solvant appelé TRICHLOROETHANE pour avoir des pièces très propre et sèches afin d'éviter des fausses indications au contrôle.

IV-3-4 PHASE DE CONTROLE

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

Le contrôle a pour but de contrôler les anomalies suivantes:

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

a- Contrôle NDT

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

-Contrôle magnétique: ZIGLO pour les pièces en acier.

-CHROME: avec sulfate de cuivre (c'est un liquide blanc, en contact avec l'acier devient rouge).C'est pour le contrôle de criques sur chrome.

-Pièces DURAL: magna flux ; pénétrant fluorescent pour détection de crique.

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

b- Contrôle géométrique et dimensionnel

1- Géométrique

Vérifier toutes déformations géométriques au moyen de:

-Marbre.
- Vés.
- Comparateur.

2- Dimensionnel

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

- Palmer.
- Pied à coulisse.
- Jauge de profondeur.

*** NOTE:**

Dans ce contrôle on change les pièces réfectueuses et celles hors cotes.

IV-3-5 REPARATION

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

- Réparation locale.
- Réparation en sous traitante.

IV-3-6 REMONTAGE

C'est la phase contraire de démontage :

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

- On assemble le fut avec la jambe.

-On change systématiquement :

- Les bagues.
- tous les joints.
- Ecrous freins.
- goupilles.

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

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

Pâte jaune : protecteur des pièces contre la corrosion.

Pendant le montage chaque écrou doit être torquer suivant une valeur bien déterminée par le manuel, et cela se fait avec un torque mettre et ensuite freiner avec le fil à freiner.

IV-3-7 SERVICING

-On remplit le train d'huile **ASF4** au niveau recommandé

-On gonfle en azote à la pression d'utilisation.

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

1er essai: essai haut pression avec une pression de 120 à 180 PSI pendant une heure

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

***NOTE :** L'amortisseur est maintenu à la position sortie .

IV-3-8 PEINTURE

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

a) En contact avec l'acier (anti-rouille).

b) Ensuite la peinture est une protection globale contre les intempéries (humidité, chaleur , eau).

IV-3-9 DOCUMENTS

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

a) En remplit la fiche matricule.

b) Fiche statistique: elle comprend toutes les opérations effectuées lors de la révision ainsi que toutes les pièces changées (figIV-4).

c) Relevé des mensurations.

d) Fiche verte : Approbation pour la remise en service (fig. IV-5).

IV-3-10 CONTROLE

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

AIR ALGERIE

Division Technique

DAR EL-BEIDA

ATELIER : DATE : CLASSEMENT

FICHE STATISTIQUE

B. 737

B. 737

DE DÉPOSE ET D'EXAMEN D'ORGANE REVISABLE

à établir pour tout organe revisable, quelle que soit sa réaction, départ d'un avion pour limite de potentiel, vieille ou délai de fonctionnement

PARTIE A REMPLIR PAR L'ATELIER GENERAL

Désignation :

Constructeur : Référence : N° ou série

Potentiel atteint :

Provenance :	Date		Depuis Fabrication
Dernière revision effectuée par :	Ja		Depuis Revision
Dernière vérification ou essai effectué par :	Ja		Depuis Vérification ou Réception

DEGRES DE FONCTIONNEMENT

Numérotation correspond le dernier numéro sur avion	Immatriculation avion :	N° moteur (Assemblement) :	Système et position :	Date de montage	Date de dépose	Heures effectuées

Motif et circonstances de la dépose

Dernières constatations en atelier :

Destination et suite à donner :

Observations :

Jandis et Ce

Pole de Paris

Figure IV.4 A

PARTIE A REMPLIR PAR LE RÉPARATEUR

COMPTE RENDU D'EXPERTISE (A remplir dans tous les cas)

Résultat d'essai avant démontage (s'il y a lieu) :

Constatations après démontage :

Causes exclusives des anomalies constatées et mesures envisagées pour y remédier :

COMPTE RENDU DES TRAVAUX

Travaux effectués et pièces remplacées	*Main d'œuvre et observations*

Référence de la fiche d'essai : *Résultat :*

Observations :

Partie réservée aux ateliers AIR ALGÉRIE :

TRAVAUX	EXÉCUTANT	VÉRIFIÉ PAR	CONTRÔLÉ PAR	VISA RV
Commencés le Terminés le : Temps passé :	M Signature :	M Signature :	M Signature :	

Figure IV.4 B

Figure IV .5 Fiche verte

IV-3-11 STOCKAGE

-Préserver le train dans des conditions favorable

-Protéger le train des poussieres et intempéries c'est le maintien de l'état de service du train à être avionné à tout moment au moyens

- Graissage
-Huilage
-Conditionnement [7]

Conclusion

L'étude que nous avons effectué constitue une base pour bien comprendre les mécanismes de fonctionnement des atterrisseurs ainsi que le rôle de ces différents accessoires, mais des considérations de temps et de moyens ont mené à limiter le travail.

Durant le stage pratique nous avons visualisé l'ensemble des composants de train d'atterrissage des différents avions depuis le FOKKER 27 en passant par le BOEING 737.200,727.200 et 767.200.

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

Le projet relatif à l'avion proposé est très ambitieux , souhaitons vivement la suite du sujet aux étudiants en fin de cycle d'affiner le projet sur la train d'atterrissage sur son aspects ,construction mécanique ainsi que d'autres sujets .

Bibliographie

1- Commande et asservissement hydraulique et électrohydraulique : de Marcel Guillon.

2-Mémoire de fin d'étude T.S Aéronautique, option Structure:

Etude technologique des atterrisseurs d'un avion cargo. Etudié par:

Belkacem Amina et Ramdani Fariza.

3- Cellule et circuits : par J.c Ripoll (3emme édition 1990).

4-Calculdes charges appliqués à une structure d'avion :

-Partie I par J.p Penais Charge de vol.

-Partie II par R.Financs Charge au sol.

5- Cellule et système d'un aéronef

(Document - AIR ALGERIE).

6-FreindshipTraining manual FOKKER 27.

7-Compont manual maintenance.

8-Internet.