

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



UNIVERSITE DE SAAD DAHLE DE BLID
FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT AERONAUTIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDE A L'OBTENTION D'OBTENIR
LE DIPLOME DE DEUA EN AERONAUTIQUE
OPTION :STRUCTURE

THEME:

**ETUDE TECHNOLOGIQUE
DE SYSTEME HYDRAULIQUE
D'UN AVION CARGO**

PROMOTEUR:

Mr EL ARBI FARID

CO-PROMOTEUR:

Mr BELHAMISSI



REALISE PAR:

TRADI FOUZI
GUESSOUM FATIMA

--- Promotion 2003/2004 ---

REMERCIEMENTS:

- ❖ Nous tenons a remercies notre bon dieu tous puissant de nous avoir attribue la faveur de réussir nos études.
- ❖ Nous tenons a remercies notre promoteur Mr ELARBI FARID pour son grand aide .
- ❖ Nous remercions également notre co-promoteur Mr BEL HAMISSI pour son aide et ses précieux conseils, qui nous ont beaucoup aidé a réalise ce modeste travail.
- ❖ Nous adressons nos remerciement a Mr KHALED HAMIDAUCHE pour ses efforts a nous aidé.
- ❖ Un grand mercis a Mr MENSOURI technicien a la compagne AIR ALGERIE pour ses efforts jugés considérables et un travail rentable que nous avons trouvé a ses coté.
- ❖ Je remercies également mon cousin Mr ZAIRI TOUFIK pour son grand aide que j'ais trouvé de ses coté.
- ❖ Un autre grand mercis a Mr RAFIK et sa sœur pour l'aide de réalisé ce modeste travail.
- ❖ Sans oublier de remercies mes très chère sœur de la chambre K34 pour l'aide et l'encouragement.
- ❖ Nous remercions Mr DJALAL pour ses efforts a nous aidé.
- ❖ Enfin nous remercions Mr HASSAN et BEN MADAH a la compagne AIR ALGERIE .



REVIEWS

DEDICACES:

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents pour leur soutien et leur sacrifice et je les souhaite une longvie et que dieu les protège .

A mes très chères sœurs : CHAHRA-ZAD, AMEL et son fiancé MOUMOUH , AMEL à mes très chers frères : AZZADINE et sa femme KHADIJA, à mon frère MEBAREK , ELYAS , SAADI.

A ma très chère grand mère et mes très chères tantes: MALIKA, NABILA, RABAH , sa femme SAMIRA et ses enfants, MUSTAPIIA , sa femme FADILA et son garçon .

A toute la famille GUESSOUM et ZITOUNI.

A ma 2 ème chère grand mère et ma très chère tante et sœur HAYET et son Fiancé ELHADI.

A ma 2ème famille: mon oncle ABDELKADER , sa femme ZOHIRA et ses Enfants : ABDELWAHAB, SOFIANE, SELWA, HANANE, HIND, FAYZA et sa fille RAYEN, TOUFIK.

A mes très chères sœurs de l'Université : IDRINE, LEILA, HAYET, NABILA, ESMA, ABASSIA.

A tous mes amis: DALILA, SAKINA, DALAL, AMINA, BAKHTA, AHLEM, D. AZIA, NACIRA , MERIEM, CHAHRAZAD.

A mes amis de lycée : ZHOR, NORA, SOAD.

A mes frères : HOUARI, KHALED.

A tous mes amis d'études.

GUESSOUM FATIMA

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents pour leur soutien et leur sacrifice .

A mon très cher frère SID AHMED.

A mon grand père et grand mère :TAHAR et YAMINA.

A mon grand père et grand mère :ABED EL KADER et FATMA ZOHRA .

A mes très chères tantes, sans citez de noms.

A mes oncles :OMAR et RACHID.

A mes oncles :MOHAMED ,SID ALI et NASRADINE.

A toute la famille TRADI et TALEB.

A mes très chers amis des études :

SID ALI(B), YASSINE, RADWANE,

DZIGUI, ADLENE(B), RAMZI, SAAID, RAFIK, RAHIM.

A Mr ZEHARAOUI RAFIK et sa fiancée pour le grand aide que j'ai trouvé a ses cotes.

A ma chère GHANIA.

A mes amies :HADJIRA, LAMIA,

A tous ceux qui connaissent TRADI FOUZI.

A mon binôme GUESSOUM FATIMA et sa famille .



TRADI FOUZI

SOMMAIRE:

-Introduction.....	1
I-CHAPITRE I :Les huiles hydrauliques	
I-1 Fondamental de l'hydraulique :	3
I-1.1 Introduction.....	4
I-1.2 La base des lois de fluide	4
I-1.2.1 La loi de Bernoulli.....	4
I-1.2.2 La loi de pascal.....	4
I-1.3 Le flux de fluide	4
I-1.3.1 Ecoulement laminaire.....	4
I-1.3.2 Ecoulement turbulent.....	5
I-1.4 Le fluide travers l'orifice.....	6
I-1.5 Déperdition d'énergie cinétique.....	7
I-1.6 Relation entre la force ,la surface et la pression.....	8
I-1.7 Relation entre le volume ,la surface et la longueur.....	10
I-1.8 L'amplification des efforts.....	10
I.2 Les liquide hydraulique	13
I.2.1 Qualité.....	13
I.2.2 Différents types de liquide hydrauliques	14
I.2.2.1 Liquide d'origine végétale.....	14
I.2.2.2 Liquide d'origine minérale.....	14
I.2.2.3 Liquide synthétique.....	14
II CHAPITRE II :Etude technologique du système hydraulique :	
II-1 Introduction	15
II-2 type de Les différents circuits hydrauliques	15
II-2.1 Circuit élémentaire	15
II-2.1.1 Le réservoir, la pompe et le clapet sélecteur.....	15
II-2.1.2 Le clapet de surpression.....	16
II-2.1.3 Le clapet de non retour et le régulateur de pression.....	18
II-2.1.4 L'accumulateur.....	19
II-2.1.5 La pompe manuelle de secours.....	21
II-2.2 Le circuit a centre ouvert.....	22
II-2.3 Le circuit sous pression.....	23

II-3 Composition et principe de certains élément.....	24
du circuit hydraulique.....	24
II-3.1 Types des pompes.....	24
II-3.1.1 Pompe a engrenage.....	24
II-3.1.2 Pompe a baillet.....	26
II-3.1.3 Pompe électrique.....	27
II-3.2 Réservoir.....	27
II-3.3 Les filtres.....	29
II-3.4 L'accumulateur.....	30
II-3.4.1 L'accumulateur a diaphragme.....	30
II-3.4.2 L'accumulateur a vessie.....	31
II-3.4.3 L'accumulateur a piston.....	32
II.3.4 Le système combine réservoir accumulateur.....	32
II.3.5 Le clapet sélecteur.....	34
II.3.5.1 Le clapet radial a quatre piston.....	34
II.3.5.2 Le clapet a tiroir.....	35
II.3.6 Le coup circuit.....	37
II.3.7 Le régulateur de débit.....	39
II.3.8 Le clapet baladeur.....	41
II.3. Le détendeur.....	41
II.3. 10 Les vernis et les moteur hydrauliques.....	43
II.3.10.1 Les vernis.....	43
II.3.10.2 Les moteurs hydrauliques.....	44

II- CHAPITRE III :Présentation de l'avion et mise en place le système Hydraulique

II-1 Présentation de l'avion.....	47
II-1.1 Description général.....	49
III-1.2 Description structurale.....	53
III-2 Mise en place le système hydraulique.....	53
III-2.1 Generalite.....	53
III-2.2 Les différents système hydrauliques.....	53
III-2.2.1 Le système principale.....	53
III-2.2.1 Le système secondaire.....	53
III-2.2.3 Le système auxiliaire.....	55
III-2.3 Le liquide hydraulique.....	55
III-2.4 Le panneaux de contrôle hydraulique.....	58
III-2.5 LES différents composants de système hydrauliques.....	60
III-2.5.1 Système secondaire.....	60

III-2.5.2 Systeme auxiliaire	73
VI Conclusion	77
IV Annexes	79



SOMMAIRE DES DESSINS

CHAPITRE I

1.1 L'application hydraulique.....	3
1.2 L'écoulement laminaire.....	5
1.2.2 L'écoulement turbulent.....	5
1.1.2.3 Le fluide a travers l'orifice.....	6
1.1.5 Déperdition d'énergie cinétique(liquide confiné).....	7
1.1.6 Déperdition d'énergie cinétique (liquide in confiné).....	8
1.1.8 L'amplification des efforts.....	11

CHAPITRE II

II.1 circuit hydraulique élémentaire.....	16
II.1.2 circuit hydraulique avec clapet de surpression.....	17
II.1.3 circuit hydraulique avec clapet de surpression et régulateur de pression.....	19
II.1.4 circuit hydraulique complet.....	21
II.1.5 circuit hydraulique a centre ouvert lorsque aucun organe hydraulique n'est en fonction.....	23
II.1.6 circuit hydraulique a centre ouvert dont un clapet en position active.....	24
II.1.7 pompe a engrenage.....	25
II.1.8 coupe de la pompe a barillet.....	26
II.1.9 mécanisme de contrôle de pression dans un circuit hydraulique équiper d'une pompe électrique.....	28
II.1.10 réservoir a piston.....	28
II.1.11 filtre haute pression.....	29
II.1.12 accumulateur a diaphragme.....	31
II.1.13 accumulateur a vessie.....	31
II.1.14 accumulateur a piston.....	32
II.1.15 système combine réservoir – accumulateur.....	33
II.1.16 clapet sélecteur radial.....	35
II.1.17 clapet sélecteur a tritoir.....	36
II.1.18 coupe circuit hydraulique soumis a un débit normal.....	38
II.1.19 circuit hydraulique en piston fermé.....	38
II.1.20 coupe circuit hydraulique installé dans les conduites d'un vérin.....	39
II.1.21 cheminement du liquide dans le coupe – circuit lors du retour.....	39
II.1.22 régulateur de débit du liquide hydraulique a un débit normal.....	40
II.1.23 régulateur de débit du liquide hydraulique a un débit restreint.....	41
II.1.24 clapet baladeur.....	41
II.1.25 le détendeur.....	42
II.1.26 Vérin a simple effet.....	44
II.1.27 Vérin a double effet.....	44
II.1.28 Vérin a double effet double tige.....	44
II.1.29 principe de fonctionnement du moteur hydraulique.....	46

II.1.30 entraînement d'un vérin a vis par moteur hydraulique.....46

CHAPITRE III

III.1 vue général de l'avion considéré..... 48
III.2 dimension général de l'avion.....50
III.3 pompe hydraulique motrice.....54
III.4 pompe électrique.....56
III.5 le panneau de control hydraulique.....59
III.6 les circuits hydrauliques de l'avion considéré.....

ملخص العمل

إن الهدف المسطر من خلال العمل الذي قمنا به يتمثل أساسا في دراسة النظام الهيدروليكي المستعمل في طائرة الشحن و لقد مكنتنا هذه الدراسة من فهم و استيعاب نظام الزيوت و مختلف الأجزاء المكونة للنظام الهيدروليكي و لقد كان هدفنا المحوري هو فهم مبدأ التشغيل لهذا النظام الخاص بهته الطائرة.

THE WORK RESUME

The objective of our work is the study the hydraulic system of cargo aircraft, after the descriptive study of fluid system and of engine which allows us to see clearly the different composite of this engine, However, the reason is to show the main function for them and the hydraulic system in general.

RESUME DE TRAVAIL

L'objectif de notre travail est d'élaborer une étude descriptive du système hydraulique de l'avion cargo, grâce à une descriptive générale de système des fluides et de système hydraulique, on a compris et vu clairement ses différents composants, le but est aussi de comprendre le principe de fonctionnement de ces éléments et le système en général.

INTRODUCTION

L'hydraulique est la science des liquides en mouvement.

Depuis la plus haute antiquité, les hommes ont utilisé des liquides, et particulièrement l'eau. Comme moyen d'accumulation d'énergie et de transmission des mouvements. Le moulin à l'eau est un exemple de machine hydraulique. Dans les circuits hydrauliques moderne, l'eau des systèmes primitif a été remplacée par d'autres liquides. Mais le mot hydraulique, qui vient du grec hudôr c'est à dire eau, n'a pas changé.

Dans un avion, le système hydraulique sert à transmettre l'énergie développée une pompe au moyen d'un liquide sous pression. Au lieu d'utiliser des câbles, des tringles, des poulies de renvoi et toute une timonerie complexe qui alourdissent la structure et lui imposent de gros efforts, il suffit d'amener une conduite hydraulique au voisinage de l'élément à déplacer. La puissance hydraulique, que l'on peut obtenir grâce a des pompes de 20 000 kpa et plus permet de développer des forces qu'il serait impossible de transmettre mécaniquement a travers toute la cellule sans la déformer.

Avant d'aborder l'étude technologique de système hydraulique de l'avion cargo, on va familiariser dans le premier chapitre de ce travail avec les huiles hydrauliques et la fondamental de fluide.

Dans le deuxième chapitre nous allons présenté une étude technologique de système hydraulique concerne les différents circuits hydrauliques et les éléments qui lui compose.

Dans le troisième chapitre nous allons présenter l'avion considéré et mise en place les trois système hydraulique de cette avion, avec une description détaillée de leur composition, leur fonctionnement .

CHAPITRE I

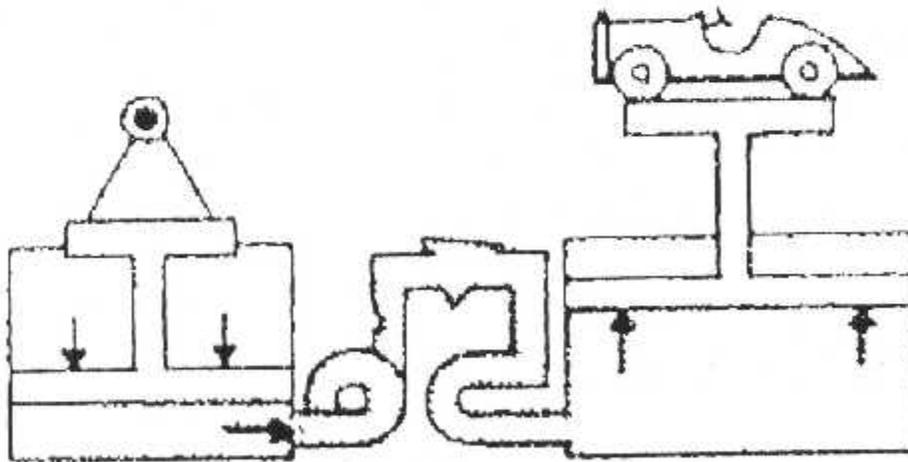
Les heuristiques

I-FONDAMENTALE DE L'HYDRAULIQUEI.1-Introduction :

L'hydraulique est cette branche de la science qui traite les propriétés des liquides et de façon dont elle peuvent être employée pour faire des outils et des machines de travail.

Dans l'avion commun les circuits hydrauliques sont employés pour actionner les trains d'atterrissage, les gouvernes, les dispositifs de direction, les freins de roue et d'autres composants.

Les liquides sont des milieux caractéristiques d'incompressibilité, il est approprié particulier à la puissance de transfert à travers d'un endroit à une autre tuyauterie.



Fig(I.1)- application hydraulique.

1.2-La base des lois de fluide :

Tous fluides utilisé dans les systèmes hydrauliques, doit être en accord avec la base des lois de fluide, est stabilisé par la loi de Bernoulli et pascal.

1.2.1-La loi de Bernoulli :

La loi de Bernoulli, traite les fluides dans le mouvement est déclare que les fluides se déplaçant, un système conféré auront une vitesse proportionnelle a la pression, pour l'exemple, fluide traversant un orifice la vitesse augmente avec une diminution correspondante à la vitesse.

1.2.2-La loi de Pascal :

La loi de pascal traite les fluides au repos est déclare que quand un force est appliquée un corps confinée de fluide, la pression résultante est transmit également .

1.3-Le flux de fluide :

Quand un liquide travers un tube est fait contre les prises de tube, c'est une partie du liquide en manière par résistance également augmente, il sont des genres de remorquage de flux de fluide linaire et turbulent.

1.3.1-Ecoulement liminaire :

Quand un liquide est traversé obligatoire par tube de diamètre constant à la basse vitesse, l'écoulement est régulier et égal et les particules des fluides tendez le trouve dans un jet parallèle. Le portion des contactes liquides les murs de tube est ralenti en raison des moyens de friction disque le proche liquide

de centre du tube se déplace à une vitesse plus élevée que le proche liquide de mur du tube, ainsi longtemps que la vitesse demeure basse, l'écoulement continue à laisser en raison de la basse résistance.

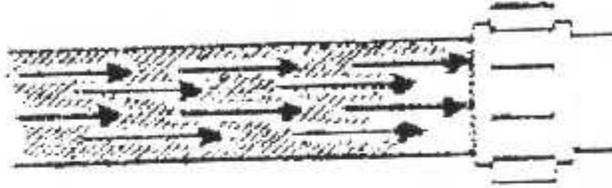


Fig (I.3.1)- Écoulement laminaire

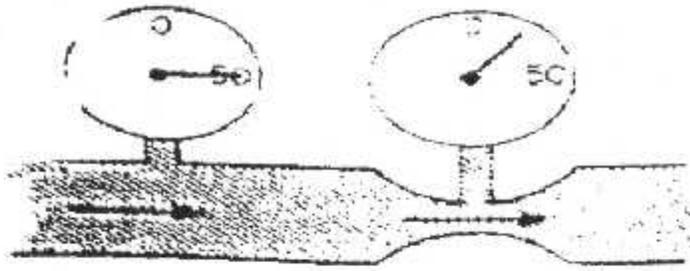
1.3.2- L'écoulement turbulent :

La résistance à un liquide mobile est proportionnelle à sa vitesse, quand les passages de vitesse par point critique, les augmentations de résistance jusqu'au résultat turbulents d'écoulement.

La vitesse d'un liquide dans un tube est inversement proportionnelle à la pression dans la fin de tube les passages de liquide autour d'une courbure ou par orifice ou un restructure ou si le diamètre du tube diminue aux diminution de pression et la vitesse accrue .

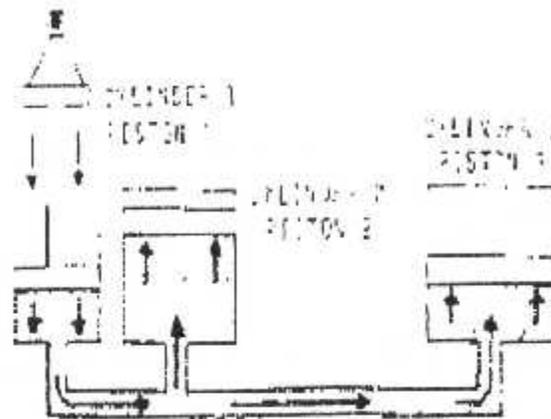


Fig(I.3.2) - L'écoulement turbulent

1.4-Le fluide travers l'orifice :Fig (1.4) le fluide travers l'orifice

❖ Des augmentations de résistances peuvent également être provoquées par la conditions suivants :

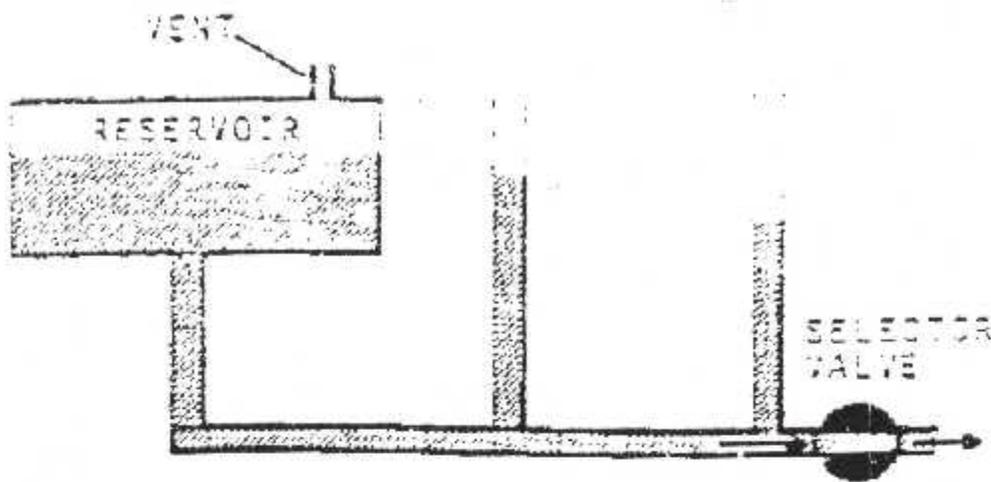
- ✓ Augmentation dans la surface de tube dans contact avec le liquide. Un long tube avec un diamètre connue, offert plus la résistance que un tube court avec la même diamètre.
- ✓ Une augmentation du degré du regosité sur la surface intérieur du tube.
- ✓ Une augmentation dans le vitesse de liquid

I.4- Déperdition d'énergie cinétique :

Fig(1.4)- déperdition d'énergie cinétique (liquide confiné)

Considérez les illustration symétrique de déperdition d'énergie. Quand un force est appliqué a un piston dans la gauche. La pression transmette uniformément dans tout le système entier, cette pression est appliqué sur le mur de cylindre et tube. Ça c'est vrai, si le piston 2 et 3 sont pas en mouvement, si ils sont en mouvement, la résultat est différence en pression. Le liquide qui déplacer d'un cylindre 1 à le cylindre 2, la loi de pascal n'est pas appliqué mais quand le piston 2 et 3 stop le mouvement, le liquide stop la circulation. La pression est égal, et la loi de pascal est appliqué.

○ Quand liquide circule a travers un tube, la pression diminuer si la longueur de tube augmente dans la prochain illustration, dit que le niveau dans les deux tubes est le même. Quand il n y a pas de circulation, quand ouvre le robinet d'arrêt le liquide déplace le niveau de liquide dans le tube qui est loin de réservoir diminue plus que le niveau e fluide de tube près de réservoir.

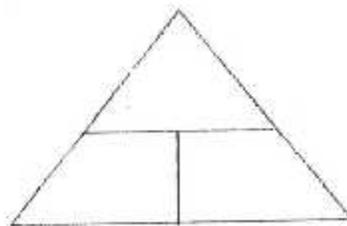


Fig(1.5) Déperdition d'énergie cinétique (liquide in confiné)

1.5- Relation entre la force, la surface et la pression :

Les termes de force, surface et pression ont une définition mathématique, la relation de ces facteurs peut être exprimée comme suit :

- La force : égale la surface fois la pression d'une autre façon :
- Force = surface X pression.
- surface = la force / pression.
- pression = la force / surface.



Cette formule est trouvée dans la forme de triangle, quand jamais connu deux facteurs, on peut calculer le troisième.

Exemple n°1 :

la surface d'un piston est de 3 sq . in, la pression 50 psi, quel est la force appliqué de cylindre ?

Réponse :

La force = la surface X la pression.
La force = 3 X 50 ou la force = 150 LBS.

Exemple n°2 :

La force d'un piston est de 200 LBS, la surface de piston est de 4 sq . in. Quel est la pression ?

Réponse :

La pression = la force / la surface
La pression = 200 / 4 ou la pression = 50 psi.

Exemple n°3 :

La pression dans un cylindre est de 3000 psi. La force est 9000 LBS quel est la surface de piston ?

Réponse :

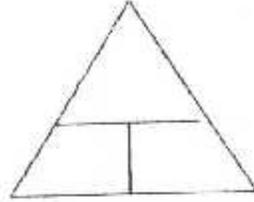
La surface = la force / la pression.
La surface = 9000 / 3000 ou la surface = 3 sq . in.

Cette formule doit être comprend pour lire la fonctionnement d'un système hydraulique. La pompe hydraulique absorbe le liquide de s'eus pression pour opéré l'actuateur. L'actuateur doit être fait pour absorbé la force nécessaire pour faire les composants de l'avion en mouvement sache que les volets, le train d'atterrissage.

1.6- Relation entre le volume, la surface et la longueur :

Il y a une autre formule dans l'hydraulique il faut la comprendre, cette formule concerne la relation entre le volume, la surface et la longueur

- Le volume = la surface X la longueur.
- La surface = le volume / la longueur.
- La longueur = le volume / la surface.



Cette formule peut placé dans un forme triangulaire c'est on connue deux, le troisième est facilement calculé.

Exemple :

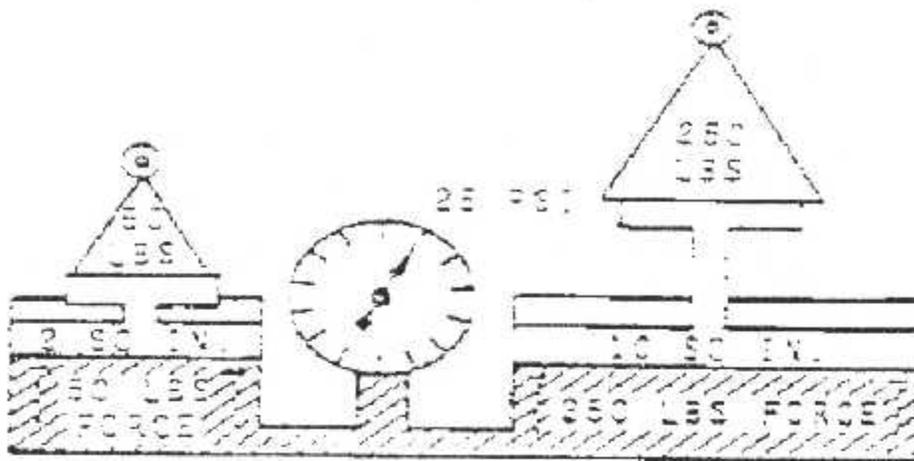
Si la surface d'un piston est de 2 sq . in et sa longueur de déplacement est de 5 IN. Quel est le volume de déplacement ?

Réponse :

La formule dit que le volume = la surface X la longueur.

Le volume = 2 X 5 ou le volume = 10 cubis inches

Dans la même manière, la surface ou la longueur peut trouvé par l'utilisation de cette formule.

1-7 L'amplification des efforts:Fig(I.7) - L'amplification des efforts

Un des outils les plus importants que l'ingénieur d'études peut employer est l'amplification des efforts (MA). Le MA le laisse exactement déterminer la taille des vérins et des pistons et la distance que le piston doit se déplacer pour actionner un mécanisme.

- Pourquoi est la taille d'unité si importante en concevant un circuit hydraulique ?

il est important parce que l'espace dans un avion est les unités limitées d'operating doit être conçu pour être aussi fort selon les besoins mais en tant que petit et léger dans le poids que possible.

Quand une force est employée pour surmonter une plus grande force de résistance, on dit que se produit et est habituellement exprimé une amplification des efforts comme rapport.

Quand le poids de 50-livres se repose sur le petit piston qui a une aire de 2 pouces carrés, la pression du liquide devient de 25 livres par pouce carré que ce-ci est trouvé en plongeant le poids, ou la force, par le secteur la pression de 25 livres par pouce carré montre sur la mesure quand la pression agit à travers le fluide hydraulique sur le secteur 10-sq.in du piston, qui est sous le poids de 250-livres, le poids est soutenu. Ce gain en vigueur (de 50 livres à 250 livres) n'est fait en augmentant le secteur seulement et pas des expositions de pression du liquide l'idée de l'avantage mécanique qui est employé dans des beaucoup de dispositifs hydrauliques.

L'amplification des efforts est exprimée comme rapport dans l'amplification des efforts, elle est de cinq à un ou l'hydraulique ou de 5:1, L'avantage mécanique peut être expliquée comme rapport entre deux pistons en ce qui concerne les facteurs suivants : secteur, force, et course (la distance à voyagé).

Dans le science d'avantage mécanique de secteur est le rapport entre les valeurs de remorquage pour chacun de trois facteurs : La force, secteur, et la distance entre le MA et les vaues.

Pour l'autre facteurs peuvent être calculés facilement. L'amplification des efforts dans cette maison peut être obtenue en divisant 800 livres par 40 livres que la réponse est 20.

MA, alors, est exprimée comme rapport 20 à 1 ou 20:1. multiplie 20 fois les 4 pouces carrés du petit piston.

Ce-ci donne la taille nécessaire pour le grand piston que le rapport d'amplification des efforts est appliqué à la longueur, et alors on le suppose que

le grand mouvement de nécessité 10 pouces piston, de petit doit déplacer 20 fois 10, ou 200 pouces.

Naturellement, il ne serait pas facile pour un petit piston doit se déplacer par une série de courses répétées courtes. Ce ci est fait quand une pompe à main hydraulique est utilisée. Dans le problème précédent, la valeur de la pression n'était pas nécessaire. En employant simplement le force-secteur - pressuriser la triangle, de quelque man, la réponse s'avère de 10 livres par pouce carré.

1.2.- LES LIQUIDES HYDRAULIQUE:

1.2.1- Qualité :

un bon liquide hydraulique devrait répondre a la plupart des critère suivant. Il doit être pratiquement incompressible au moins jusqu'à 220 bars (3300 psi) afin d'assurer une réponse immédiate. Il doit avoir de bonnes caractéristiques lubrifiantes avec le métal et le caoutchouc - sa viscosité doit être faible et relativement constante quelque soient les variation de températures.

- Son point de congélation doit être très bas et son point d'ébullition élevé (de -70°c à 80°c) et son point d'éclair supérieur à 100°c .
- Il doit être aussi ininflammable et chimiquement inerte.
- Résister au moussage a l'entartrage à l'évaporation.
- Facile a stocker.
- Ne pas être corrosif et enfin avoir un prise abordable et disponible facilement

1.2.2- Déférents types de liquide hydraulique :

1.2.2.1- Liquide d'origine végétale :

Ce liquide est a base d'huile de ricin.

- Il est identifiable par son numéro standard MIL-H-7644 et par sa couleur bleutée.
- Son usage a été complètement abandonnée en aviation car il est inflammable et qu'il résiste mal aux variations de températures.

1.2.2.2- Liquide d'origine minérale : (a base pétrole)

Identifie par son numéro MIL-H-5606 et sa couleur rouge le liquide hydraulique minérale est le plus couramment utilisé en aviation.

- Il conserve ses qualités sans modification dans une marge très large de température (de -54°C à $+135^{\circ}\text{C}$).
- Il est compatible avec les joints en caoutchouc synthétique (néoprène) et en cuir mais malheureusement il ne résiste pas au fer.

1.2.2.3- Liquide synthétique :

A base d'éthers de phosphate, ce liquide hydraulique, désigné fréquemment par l'appellation commercial « Skydrol », est identifie par le numéro MIL-H-8446 et sa couleur pourpre.

- Il résiste bien au fer et sa marge de températures extrêmes est très vaste (-55°C à $+177^{\circ}\text{C}$) 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 autre joint

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 conditions et ses effets corrosifs sur la peinture et les isolante électrique ordinaires. Dans toute fuite doit être contrôlée immédiatement.

CHAPITRE II

Etude techno

me hydraulique

II-1 INTRODUCTION :

L'objectif principale de ce chapitre est la présentation des différents principes et techniques de la hydraulique qui s'appliquent à un endroit ou un autre afin de voir comment ces principes sont appliqués, et comment les organes fonctionnent.

II-2- LES DIFFERENTS TYPE DE CIRCUIT HYDRAULIQUE :

En étudiant la composition et le fonctionnement du circuit hydraulique élémentaire fig (II.1), afin de voir d'une façon globale comment ces principes sont appliqués nous verrons par la suite le fonctionnement de quelques éléments de ce circuit. D'une façon plus détaillée.

II-2-1 – Le réservoir, la pompe et le clapet sélecteur :

Un réservoir renferme le liquide hydraulique. La pompe est alimentée en liquide par gravité et par la succion qu'elle crée bien que la plupart des pompes à barillet que nous étudierons plus loin exigent une source d'alimentation à une pression d'ordre de 140 à 170 kpa.

La pompe peut être entraînée par le propulseur de l'avion, par un moteur électrique ou une turbine à air dans le système hydraulique simple, on utilise une pompe manuelle. Une telle pompe sert aussi parfois de pompe lorsqu'elles tombent en panne. Le liquide sans pression est ensuite dirigé par l'intermédiaire du clapet sélecteur vers l'une ou l'autre face du piston enfermé dans le cylindre.

Ce sélecteur sert aussi à laisser du liquide, suite du côté passif du piston. Ce liquide revient au réservoir par la conduite de retour dans le sens indiqué par les flèches. Lorsque la partie rotation du clapet sélecteur prend la position indiquée par les pointillés, la pression est cette fois dirigée vers la partie inférieure du cylindre tandis que le liquide d'échappée de la partie supérieure pour retourner au réservoir certains clapets sélecteurs permettent le point mort du

rotor, de sorte que le liquide peut être immobilisé dans le piston. On crée ainsi ce qu'on appelle un verrouillage hydraulique. Le piston est alors bloqué dans la position désirée. Il existe de nombreux autres types de clapets sélecteurs que nous verrons plus loin.

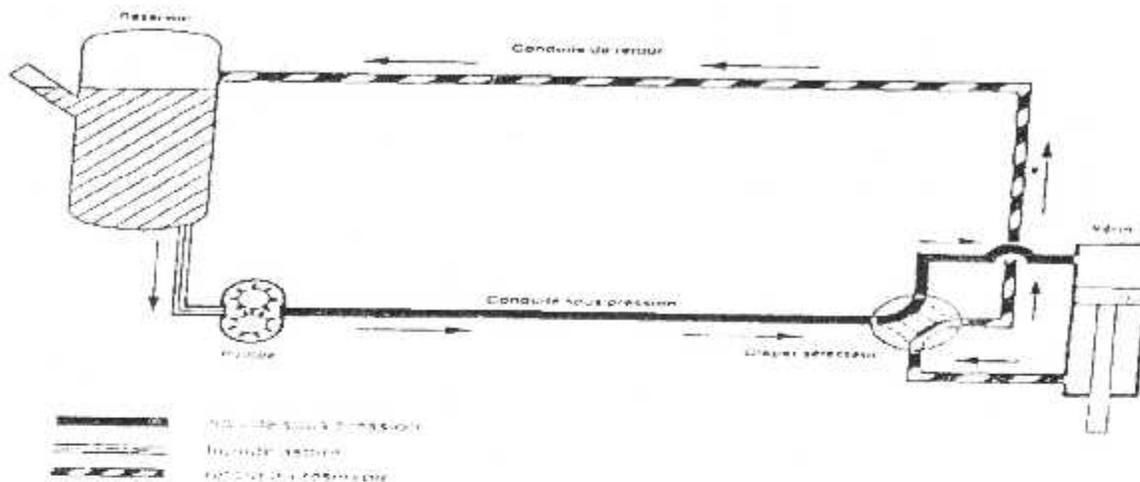


Fig -II-1 Circuit hydraulique élémentaire

II-2-2- Le clapet de suppression :

Un système comme celui que nous venons de décrire ne pourrait fonctionner correctement qu'avec une pompe manuelle dans laquelle la force exercée est contrôlée par l'opérateur avec un moto pompe. La pression pourrait atteindre rapidement des valeurs très élevées qui feraient sauter les conduites ou la pompe. donc Il faut installer dans ce circuit un clapet de suppression qui limite la pression a une valeur maximale prédéterminée.

Un clapet de suppression fig (II-2) utilisé une bille maintenue en place par un ressort calibré a tension réglable. Lorsque la pression atteint la valeur de réglage. La bille est soulevée de son siège le liquide s'échappe et retourne directement au réservoir. Tant que la pompe fonctionne et que l'électeur reste dans la même position ce clapet reste ouvert. Bien que cette installation

fonctionné théoriquement à la perfection. On constate qu'elle force la pompe à travailler continuellement sous forte pression la valeur de cette pression de réglage du clapet de suppression doit être au moins égale à celle qui est requise pour manœuvrer le piston. Autrement dit, c'est la pression d'opération maximale. À ce point, il y a deux inconvénients sérieux : premièrement la pompe, en fonctionnant continuellement sous pression, se détériore rapidement ; deuxièmement la chute de pression au niveau du clapet représente une perte d'énergie qui est dissipée sous forme de chaleur transportée par le liquide une telle surchauffe entraîne la destruction progressive de la pompe et endommage tout le circuit (distorsion des conduites, rupture des joints, décomposition du liquide hydraulique). Ce n'est donc pas le clapet de suppression qui sert de système principal pour contrôler la pression. On le conserve cependant dans le circuit, mais comme soupape de sûreté qui intervient principalement en cas de défaillance du système principal de contrôle de pression le régulateur de pression.

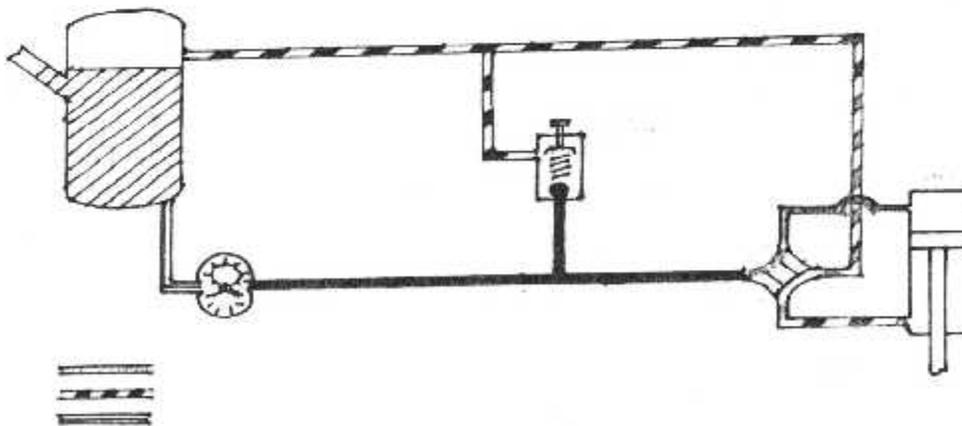


Fig II-2- Circuit hydraulique avec clapet de suppression

II-2-3-Le clapet de non retour et le régulateur de pression :

Le clapet de non retour est un organe que l'on retrouve en plusieurs endroits du circuit hydraulique et dont le rôle est de permettre le passage du liquide dans une seule direction. Le clapet de non-retour fig (II.3), est placé en série dans un conduit il renferme une bille maintenue en place par un ressort faible, une pression de 20 à 35 kps est suffisante pour repousser la bille et laisser passer dans un sens le liquide hydraulique sous pression.

Le régulateur de pression dans le système fig (II-3) fonctionne entre une valeur minimale et une valeur maximale prédéterminer de plus, il permet de soulager la pompe lorsque un organe ne fonctionne pas.

Le régulateur de pression hydraulique est le plus beau exemple de la relation entre la force la superficie et la pression.

La fig (II-3) nous montre le régulateur en position fermé et la fig (II-1) nous le montre en position ouverte.

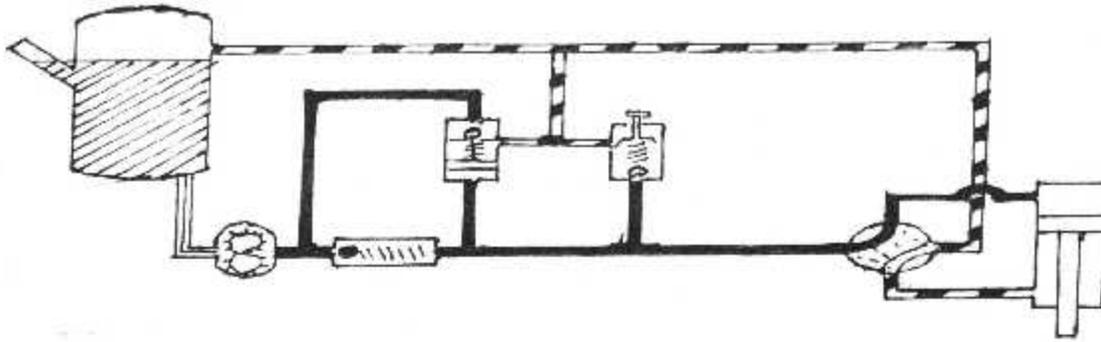


Fig II-3- Circuit hydraulique avec clapet de surpression et régulateur de pression

11-2-4 – L Accumulateur :

L'accumulateur classique se compose d'une sphère divisée en deux chambres par une membrane élastique voir fig (11.4) dans l'illustration nous voyons que la partie supérieure communique avec le circuit sous pression. La partie inférieure est chargée avec de l'air comprimé [Contraient au liquide] fortement compressible, il sert à accumuler une pression sur le liquide hydraulique.

▪ L'accumulateur a de nombreuses fonctions :

❖ Maintenir la pression en aval du régulateur en accumulant de l'énergie sous forme d'air sous pression, ce qui aide la pompe quand elle est fortement sollicitée.

❖ Eviter les ouvertures et les fermetures continuelles du régulateur sans accumulateur, il suffit qu'une goutte du liquide s'échappe pour que la pression du circuit tombe à 0, ce qui déclencherait la fermeture du régulateur. En quelques coups de pompe de pression remonterait jusqu'à la pression régulateur. Ce va et vient continuel du piston du régulateur de pression, imposerait une usure prématurée de cet organe, il ne faut pas oublier que son

déclenchement est assez violent et qu'il se manifeste par un claquement sec caractéristique. L'accumulateur maintient ouvert le plus longtemps possible.

❖ Fournir un réserve de liquide sans pression pour faire fonctionner quelques appareils essentiels, en cas de panne de la pompe le circuit hydraulique d'un avion peut comporter plusieurs accumulateurs on installe fréquemment un accumulateur à proximité du terrain d'atterrissage pour fournir une source d'énergie hydraulique immédiatement disponible en cas de panne en amont de cet accumulateur.

❖ Amortir les secousses que les pulsations de la pompe pourraient causer.

❖ Absorber le choc du liquide dans les conduites de nombreux organes hydraulique se déplacent à très grande vitesses ils démarrent et s'arrêtent presque instantanément. Cela provoque des points de pressions momentanées qui peuvent endommager les conduites.

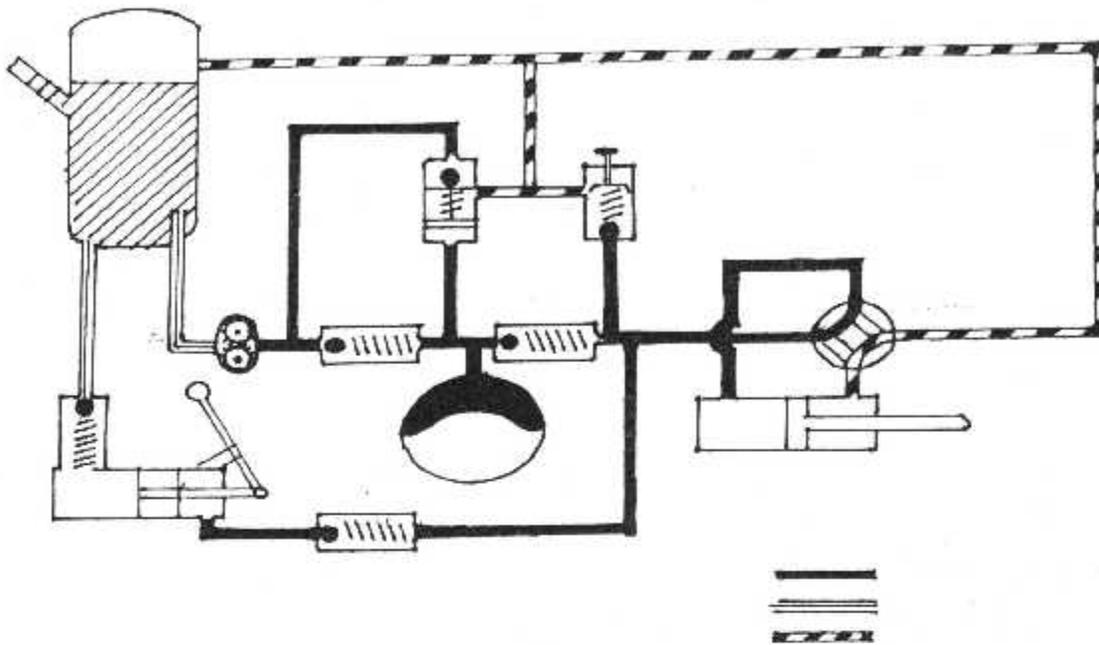


Fig II-4- Circuit hydraulique complet

II-2-5- La pompe manuelle de secours :

De nombreux systèmes hydrauliques sont équipés d'une pompe manuelle de secours, l'alimentation de cette pompe provient d'une conduite placée au plus bas niveau du réservoir alors que le tuyau d'alimentation principale se trouve placé à quelque centimètres au dessus du fond du réservoir. Cela garantit l'alimentation de la pompe manuelle au cas où une fuite aurait épuisé le liquide disponible pour l'alimentation principale. N'oublions pas que si une telle fuite se produisait la motopompe débiterait imperturbablement dans la fuite comme s'il s'agissait d'une demande de pression.

Lorsque un circuit hydraulique comprend une pompe manuelle il serait absurde en effet, d'épuiser le pilote ou le laissant pressuriser manuellement l'accumulateur avant d'obtenir le mouvement désiré du piston. le clapet de non retour en aval de la pompe manuelle protège le circuit contre une fuite éventuelle au niveau de cette pompe sur les petits avions

Les pompes de secours servant aussi à fournir la pression nécessaire lorsqu'on vérifie au sol les circuits hydraulique moteurs arrêtés sur les avions

équipés d'un circuit hydraulique complexe . on fait les essais à l'aide de la pompe auxiliaires entraînées par un moteur électrique ou par le groupe auxiliaire de bord (APU) pour des essais prolongés au sol, il est préférable d'utiliser une source de pression extérieure fournie par un groupe de parc (GPU).

II-2- 2- Le circuit à centre ouvert :

Dans le circuit à centre ouvert, lorsqu' aucun organe n'est sans pression, le liquide hydraulique circule de réservoir vers la pompe puis à travers le clapet sélecteur ouvert et retourne au réservoir fig (II-5) .

Les clapets sélecteurs sont montés en série tant qu' aucun organe n'est sollicité le liquide hydraulique passer à travers toutes les clapets sélecteurs. Lorsqu'un clapet sélecteur est placé en position active fig (II.6)

Le liquide hydraulique est dirigé vers la tête du piston qui doit subir la pression . celle-ci augmente a cause de la restriction qui s'oppose à la libre circulation du liquide (selon la loi de pascal) lorsque le mécanisme a à mouvoir a pris la position désirée la pression continue à augmenter jusque déclenchement du clapet de suppression est sollicités en permanence ce qui fait surchauffer le liquide hydraulique et provoque la détérioration du circuit. C'est pourquoi dans un tel système le constructeur préfère installer des clapets sélecteurs à retour automatique lorsque la pression a atteint une valeur prédéterminée.

Le clapet est ramenés automatiquement en position centre ouvert par la pression hydraulique. Les circuit à centre ouvert bien qu'ils offrent l'avantage de se dispenser de certains éléments tels que l'accumulateur et le régulateur de pression présentent le gros circuit au centre ouvert sur des petits avions équipés d'un système hydraulique rudimentaire.

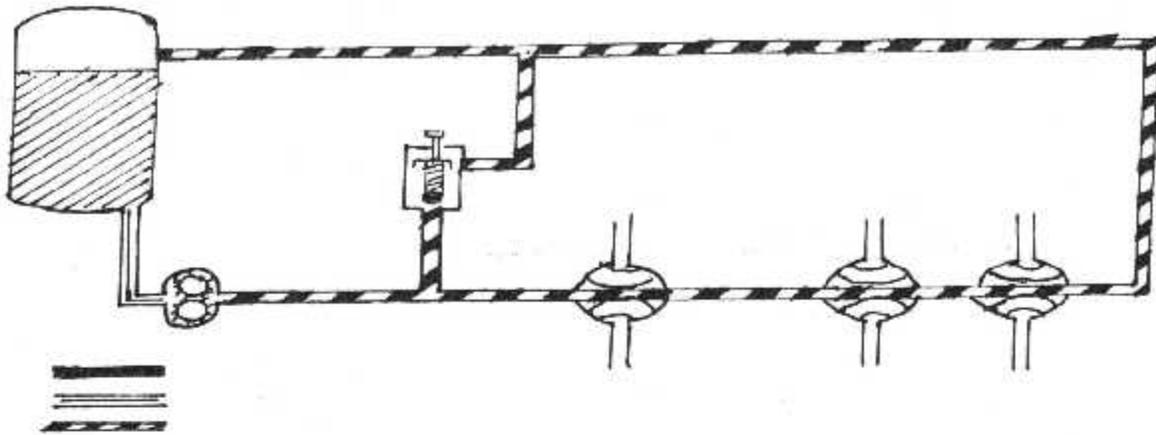


Fig II-5- Circuit hydraulique a centre ouvert l'orsqu'aucun organe hydraulique n'est en fonction

II-2 – 3- Le circuit sous pression :

Dans le circuit hydraulique sous pression voir fig (II.4) le liquide hydraulique est maintenu constamment entre deux valeur extrêmes de pression, mais la valeur minimale est malgré tout suffisante pour faire fonctionner n'importe quel organe les seules conduites qui ne sont pas sous pression sont celles du retour au réservoir et celles qui sont placés entre les clapets sélecteurs et les organes a actionner lorsque ces clapets sont en position fermée.

Dans ce système toute les sélecteurs sont placés en parallèle par conséquent tous les organes peuvent être actionnés en même temps ce système étant continuellement sous pression tout fuite importante vidangerait en quelques secondes le liquide hydraulique

Pour éviter de perdre l'utilisation de tout le système, si une telle fuite se produisait on place en différents endroits le long des conduites des coups circuit hydraulique qui interrompit le débit, il atteint une valeur excessive. Nous verrons plus loin le principe de fonctionnement de coup circuit.

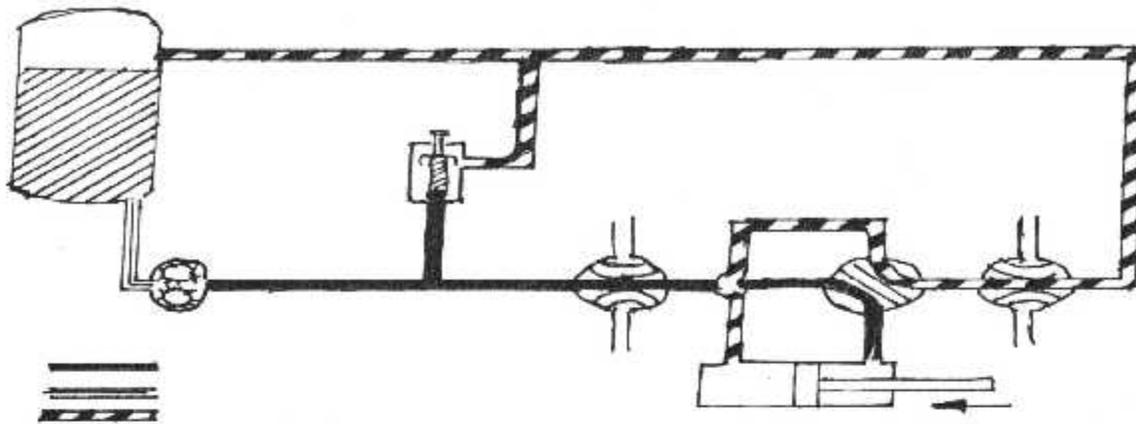


Fig-II-6- Circuit hydraulique a centre ouvert dont un clapet sélecteur est en position active

II-3 – COMPOSITION ET PRINCIPES DE CERTAINS ELEMENTS DU CIRCUIT HYDRAULIQUE :

Nous allons présenter maintenant quelques variétés dans les éléments de base du circuit hydraulique. Notre étude ne saurait être une liste exhaustive de tous les mécanismes existants dans le domaine. Les ingénieurs ont la particularité d'être très imaginatifs et la conception des pièces qui ont pourtant la même fonction varie largement, d'un constructeur a l'autre toutefois , les même principes se retrouvent dans chacune. Nous tenterons de montres les variétés les plus couramment utilisées

II-3-1 – Types de pompe :

II-3-1-1– La pompe a engrenages :

Utilisation très courante, la pompes a engrenages (fig II.7), convient aux système a basse pression elle assure un débit continu quelque soit la vitesse de rotation, cela permet un flot de liquide presque constant dans le système.

La pompe à engrenage est constituée d'une boîte dans lequel tournent deux roues dentées engrenages est constituée d'une dans lequel tournent deux roues dentées engrenages est une de ces roues est entraînée par le moteur et elle entraîne l'autre roue. Le jeu entre le boîtier et les pointes des dents est extrêmement réduit afin d'éviter que le liquide puisse s'échapper lorsque il est emprisonné entre les dents et le boîtier.

Le sens de rotation des roues dentées est indique par les flèches du côté de l'arrivée nous remarquons que les dents en se séparant créent une basse pression qui aspire le liquide hydraulique, il est alors pris entre le boîtier et les dent pour a chemine vers la sortie.

A cet endroit, le liquide est expulsé sous pression par les dents qui cette fois se referment sur le papier pourtant on considère généralement qu' une pompe a engrenage convient pour des système dont la pression de fonctionnement normale atteint jusqu'à 10 000 kpa, au dessus de cette valeur, l'utilisation des pompes a barillet s'impose .

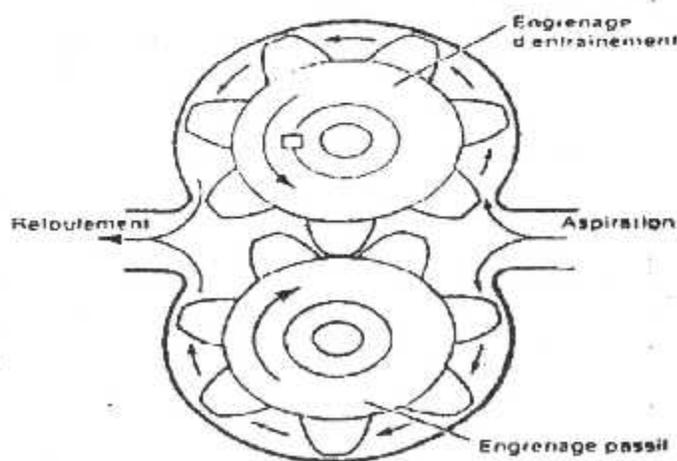


Fig II-7- Pompe a engrenages

II-3-1-2 – La pompe a barillet :

Pour comprendre le fonctionnement assez complexe de la pompe a barillet fig (II.8), il faut tenter tout d'abord de bien visualise ses mouvement que l'on ne peut malheureusement pas reproduire exactement sur le dessin.

Toute la partie intérieur de la pompe est entraînée en rotation cela comprend l'arbre d'entraînement, les rotules les bielles et les pistons eux même. Le joint homocinétique et le barillet, les seules partie fixes sont le corps de la pompe et les lumières d'aspiration et de refoulement du liquide hydraulique, le mouvement alternatif des pistons provient uniquement de l'angle entre le support des rotules des bielles et la barillet. Nous avons voyons bien qu'en tournant, l'espace entre ces deux section augmente et diminue a chaque rotation.

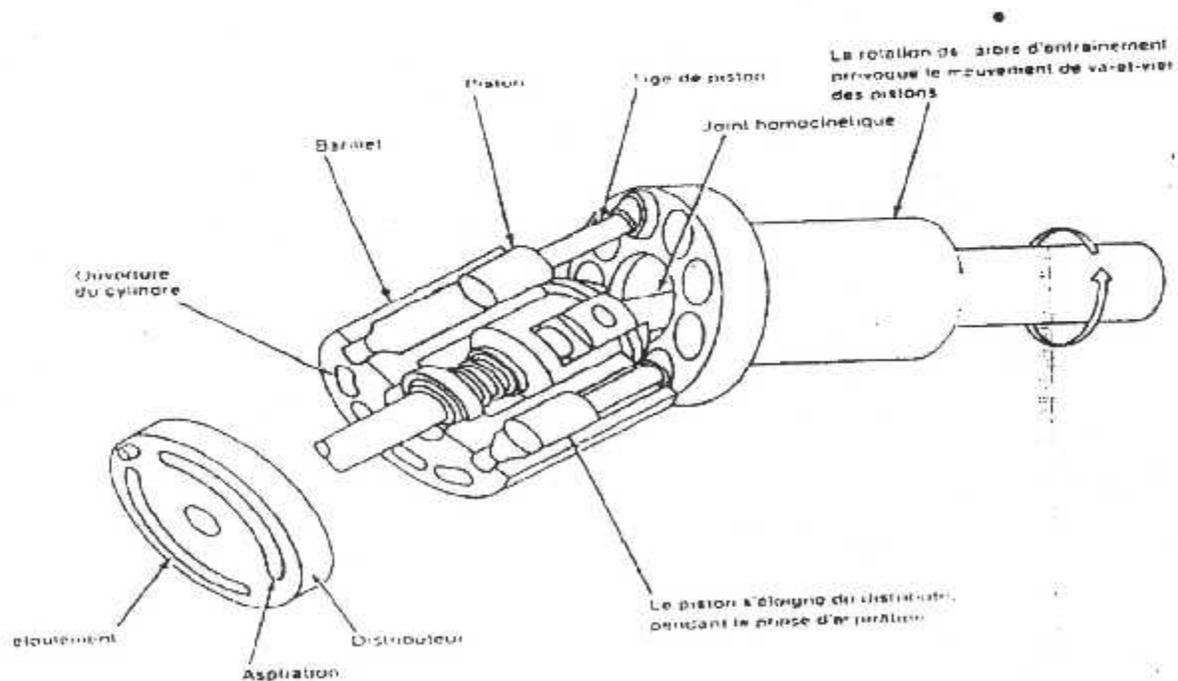


Fig-II-8 – Coupe de la pompe a barillet (Dessin : vickers)

II-3-1-3 – La pompe électrique :

Le mécanisme de la pompe électrique ne présente pas un type particulier , ce peut être une pompe à engrenages ou une pompe à barillet. Nous en faisons une mention spéciale pour présente le type particulier de régulateur qu'elle utilisée.

Compte tenue du fait qu on peut démarre et arrêté un telle pompe par la simple action d'un interrupteur, il est évident que le moyen le plus efficace de contrôler la pression est de relier l'interrupteur de commande de moteur hydraulique à un mono contacte c'est à dire un interrupteur déclenche par un monomètre.

La fig (II.9) illustre la fonctionnement de ce système, nous observons la présence obligatoire d'un accumulateur pour éviter le trop grand nombre de mises en route intermittentes du moteur.

II-3-2– Réservoir :

Le réservoir sert à contenir le liquide hydraulique sa capacité est calculée de façon à contenir suffisamment de liquide hydraulique pour remplir les besoins du circuit et pour compenser les pertes dans les fuites légères, il sert aussi a purger le système de l'aire qu'il pourrait contenir et a éviter les débordement causés par la dilatation. Les sédiments que l'on peut trouver sur les parois du réservoir lorsque le liquide est au repos sont causés par le vieillissement et par la décomposition lente des jointes d'étanchéité du circuit.

Il faut vérifier le niveau du liquide hydraulique avant chaque vol lors du remplissage, il faut suivre attentivement les indication du constructeur qui spécifient souvent différents niveau de remplissage selon la configuration du système hydraulique, un réservoir non pressurisé doit être place suffisamment haut de façon à alimenter les pompes par gravité.

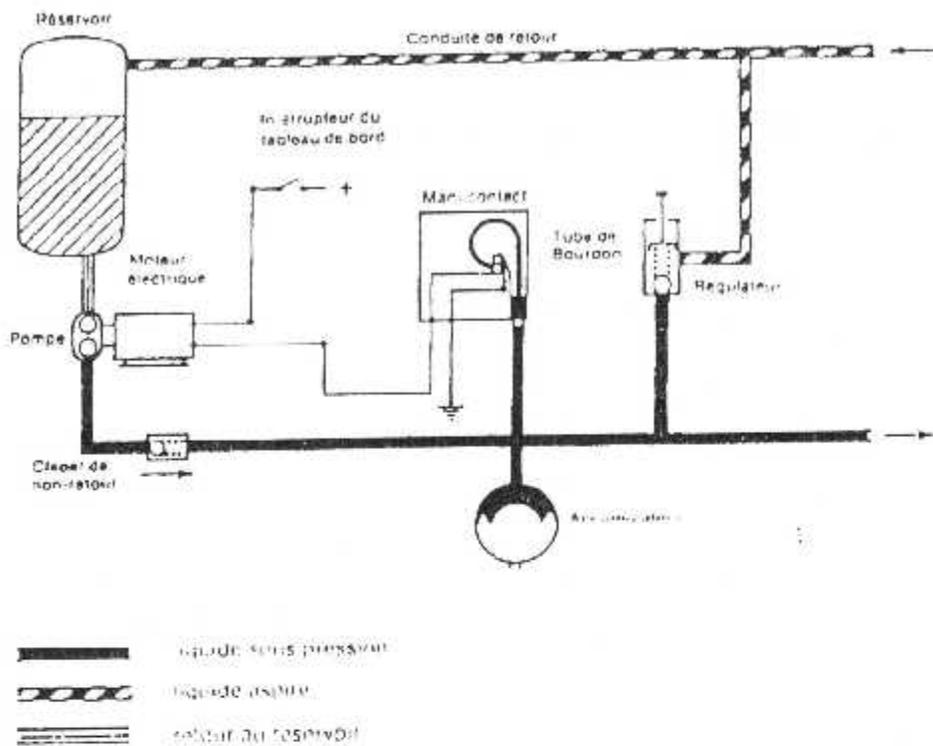


Fig-II-9- Mécanisme de contrôle de la pression dans un circuit hydraulique équipée d'une pompe électrique

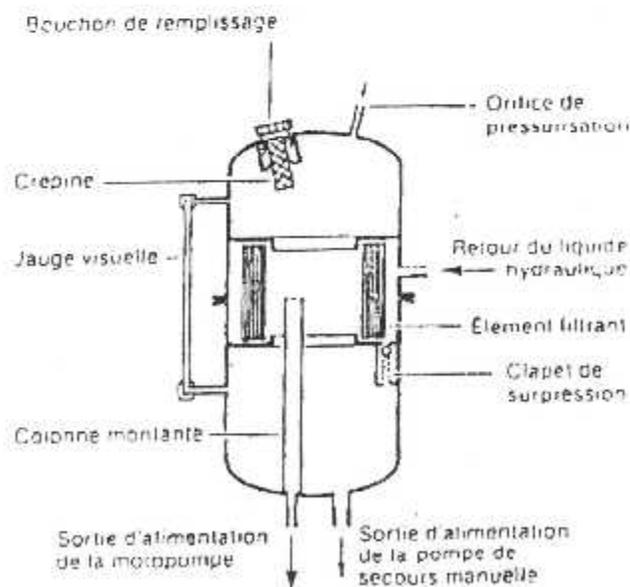


Fig II-10- Réservoir à piston

II-3-3- Les filtres:

Les filtres ont un rôle extrêmement important dans un circuit hydraulique. N'oublions pas que le liquide doit être absolument libre de toute impureté, car le jeu entre cylindres et les pistons est de l'ordre de quelques millièmes de millimètre. L'usure normale des clapets sélecteurs, de la pompe, des vérins, etc..., se manifeste sous la forme de minuscules fragments de métal qu'il faut éliminer dès que possible; c'est pourquoi on installe les filtres dans le réservoir même. Dans la conduite de retour, à la sortie des pompes et à différents endroits du circuit hydraulique, selon le besoin.

La figure (II.11) nous montre la coupe d'un filtre. L'élément filtrant est constitué dans ce cas de cellulose spécialement traitée. On utilise aussi des tamis en bronze poreux ou tissé avec des fils métalliques extrêmement fins, ainsi que des filets métalliques gaufrés en fil d'acier ordinaire ou fritté. Les spécifications de filtrage de ces éléments sont de l'ordre de 3 à 5 μm . Etant donné que les filtres provoquent une restriction dans de débit, il doit être alimenté sous pression. Plus le filtre est fin, plus la pression doit être élevée. Les avions de transport modernes sont équipés de filtres à haute pression.

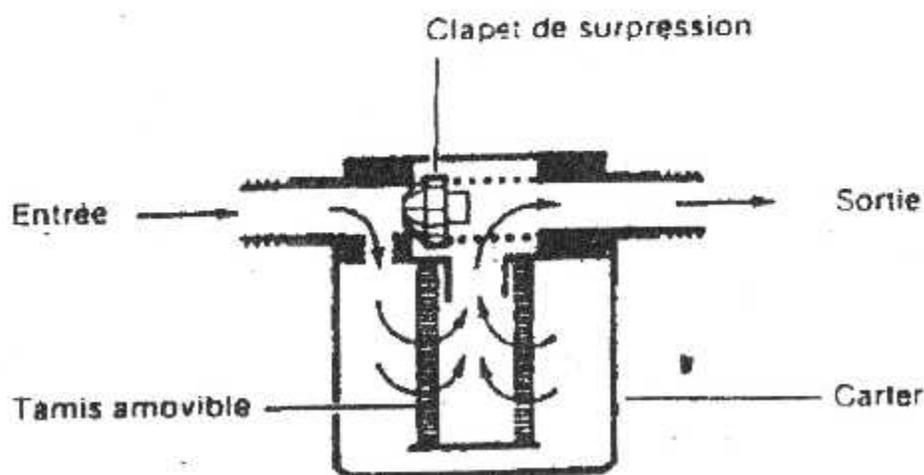


Fig II-11- Filtre haute pression

Les filtres contiennent souvent un clapet de sécurité qui laisse passer le liquide librement lorsqu'une différence de pression de 350 kpa environ s'établit entre l'entrée et la sortie. Ce clapet permet de maintenir le circuit en fonctionnement au cas où l'un des filtres serait obstrué. La mise en action du clapet de sécurité déclenche un avertisseur qui prévient l'équipage de la situation anormale.

Fréquemment, les filtres sont équipés d'un bouchon magnétique qui attire les particules d'acier. Ce bouchon sert non seulement à supprimer les particules métalliques dans le liquide, mais aussi à vérifier l'état du système hydraulique lors des inspections. Un excès de métal sur le bouchon magnétique est un signe de la défaillance probable de la pompe.

II-3-4- L'accumulateur :

Nous avons déjà mentionné le rôle de l'accumulateur. Rappelons qu'il sert essentiellement à donner une apparence de compressibilité à un liquide incompressible. Il existe plusieurs types d'accumulateurs.

II-3-4-1- L'accumulateur à diaphragme :

L'accumulateur à diaphragme (fig.II.12) est composé de deux hémisphères métalliques creux boulonnés ensemble. Un de ces hémisphères est muni d'un raccord pour le relier au circuit hydraulique, l'autre est équipé d'une valve servant à recharger l'accumulateur en air comprimé. Entre ces deux hémisphères se trouve une membrane élastique en caoutchouc synthétique, appelé diaphragme, et qui à séparer la chambre du liquide hydraulique de la chambre à air. Pour empêcher que la membrane soit repoussée dans la conduite hydraulique lorsqu'on gonfle l'accumulateur avec l'air comprimé, le constructeur installe soit un tamis dans le raccord du circuit, soit une plaque métallique au centre du diaphragme. L'accumulateur ne peut être rechargé que

lorsqu'il n'y a aucune pression hydraulique dans le système, car il est nécessaire de mesurer très précisément la pression d'air. Par la suite, toute pression d'air de chargement est égale à la pression dans la chambre à air puisqu'il y a interaction entre, la prise de pression du manomètre est placée dans la chambre à air. De cette façon, le pilote peut lire sur son indicateur non seulement la pression hydraulique dans le circuit, mais aussi la pression d'air de chargement lorsque le circuit hydraulique est dépressurisé. Le pré chargement en air comprimé est habituellement compris entre 30% et 50% de la pression d'opération du système.

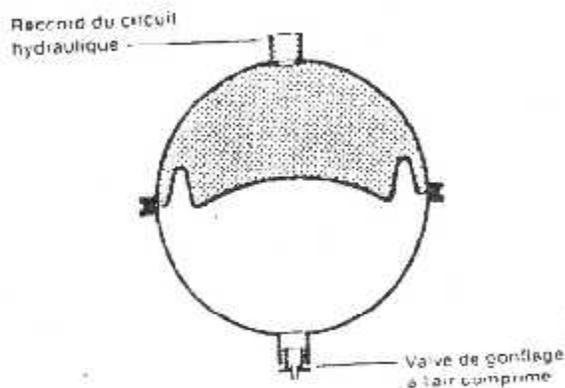


Fig-II-12- Accumulateur à diaphragme

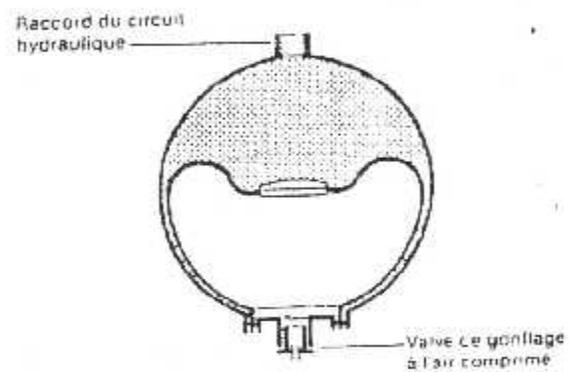


Fig-II-13- Accumuleur à vessie

II-3-4-2- L'accumulateur à vessie :

L'accumulateur à vessie (fig. II.13) ressemble beaucoup à l'accumulateur à diaphragme. C'est une sphère creuse d'une seule pièce munie d'une ouverture assez large pour y introduire la vessie. Celle-ci est maintenue en place par un bouchon vissé qui renferme la valve de remplissage d'air. Un disque métallique placé dans le centre de la vessie l'empêche d'être aspirée dans le circuit hydraulique.

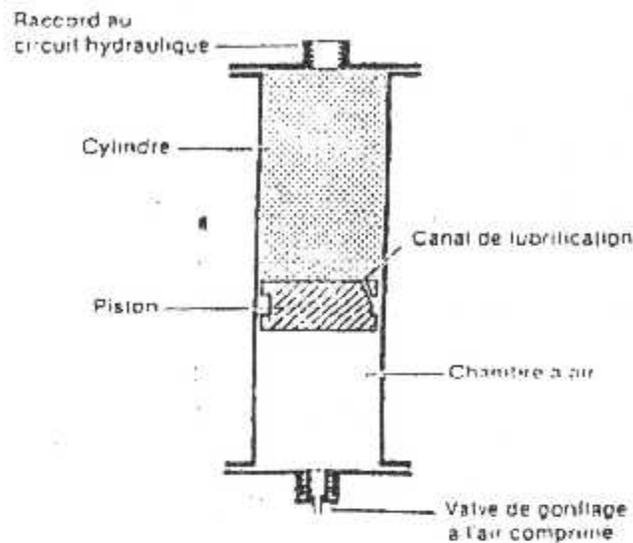


Fig-II-14 Accumulateur a piston

II-3-4-3- L'accumulateur à piston :

L'accumulateur à piston (fig. II-14) fonctionne encore sur le même principe que les précédents mais cette fois la membrane souple est remplacée par un piston. Remarquons ici que la lubrification du piston dans le cylindre se fait au moyen d'un passage qui traverse le piston.

II-3-4-4- Le système combiné réservoir-accumulateur :

Il existe de nombreux types de systèmes combinés. Nous montrons à la figure (II.15) une installation équipée d'un accumulateur à déplacement automatique. Ce système est fondé sur le principe de l'égalisation des volumes. Etant donné que le volume de liquide aspiré par la pompe est égal au volume qui rentre dans l'accumulateur, le système maintient constamment une position d'équilibre tout en assurant une légère pression au-dessus du liquide en réserve.

Le réservoir de compensation sert à absorber la dilatation thermique et à compenser les diminutions de volume du liquide causé par les légères fuites qui peuvent se produire. Une pression sur le liquide contenu dans le réservoir de compensation. L'avantage de ce système est d'assurer une alimentation constante de la pompe, quelle que soit l'assiette de l'avion, même en vol en accélération négative.

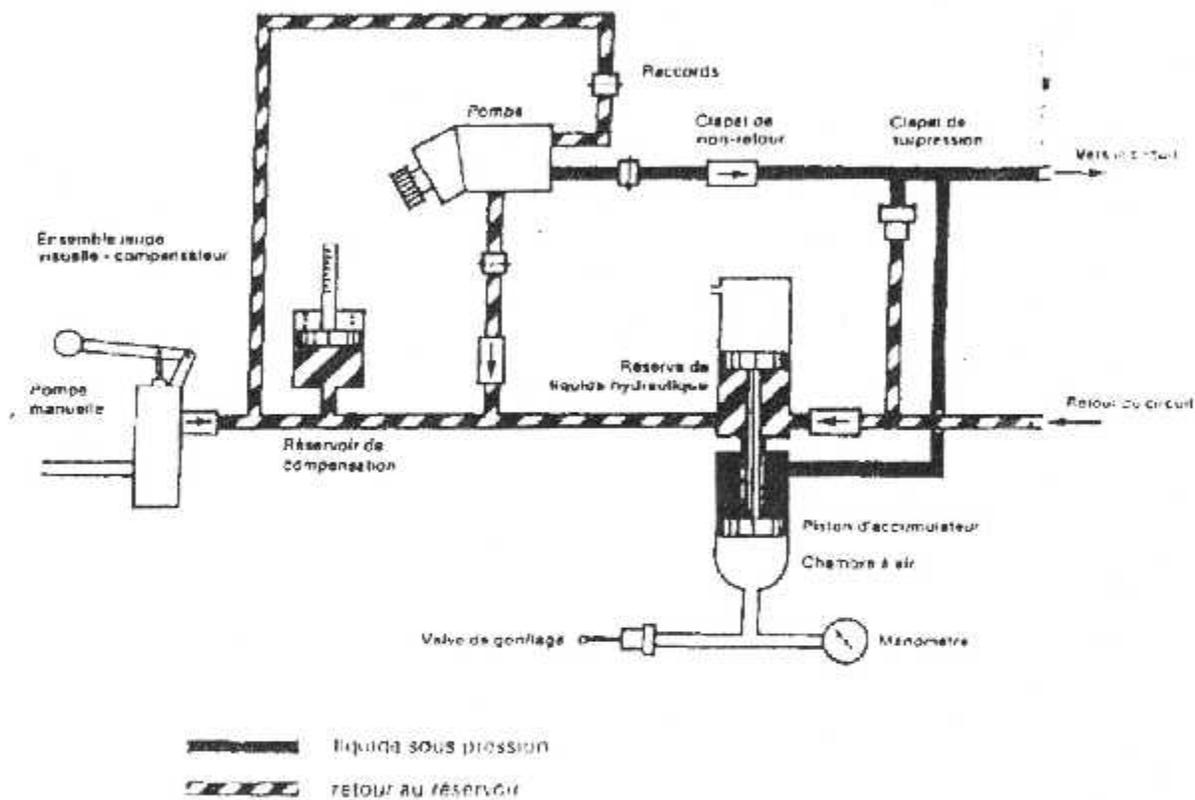


Fig-II-15 Système combiné réservoir -accumulateur

II-3-5-Le clapet sélecteur:

Le clapet sélecteur sert à diriger le liquide hydraulique sous pression vers une face ou l'autre du piston dans le vérin. La première distinction à faire entre les différents types de clapets sélecteurs s'établit selon le type de circuit dans lequel ils sont installés (le circuit au centre ouvert ou le circuit sous pression).

Nous n'avons présenté jusqu'ici qu'une sorte de clapet sélecteur, le modèle relatif. Il présente l'inconvénient de poser des problèmes d'étanchéité autour du rotor. On préfère utiliser d'autres types, surtout lorsqu'il s'agit de systèmes à haute pression.

II-3-5-1- Le clapet sélecteur radial a quatre positions:

Le clapet sélecteur radial (fig. II-16) a l'apparence extérieure du clapet du type relatif; à l'intérieur, cependant, on trouve quatre soupapes à action radiale maintenues sur leurs sièges par des ressorts et commandées par une came centrale. Pour bien comprendre l'illustration, il faut retenir que le compartiment (b) est l'arrivée de pression et le compartiment (f) est le retour au réservoir.

Dans la position illustrée, le liquide hydraulique sous pression qui arrive en (b) est dirigé vers la face active du piston à travers l'orifice (d) grâce à l'ouverture de la soupape (c). En même temps, le liquide hydraulique se trouvant du côté inactive du piston arrive dans le compartiment (h) et il est évacué vers la conduite de retour placée vis-à-vis le compartiment (f) grâce à l'ouverture de la soupape (g.).

Lorsque la came effectue une rotation de 45° , tous les orifices sont fermés et le piston est maintenu en place par verrouillage hydraulique. Une rotation de 90° de la came inverse le rôle qu'occupaient auparavant le compartiment (h) et (d). Le premier (h) fait maintenant passer le liquide hydraulique sous pression venant de (b) vers l'autre face du piston, tandis que le second (d) reçoit

l'évacuation du liquide provenant du côté maintenant inactif du piston, et ce liquide est dirigé vers le réservoir par le compartiment (f) Cella est rendue possible parce que les soupapes (a) et (c) sont maintenant ouvertes, alors que les soupapes (c) et (g) sont fermées.

Dans le clapet sélecteur radial, la course des soupapes est ajustée en modifiant le vissage des poussoirs filetés des soupapes.

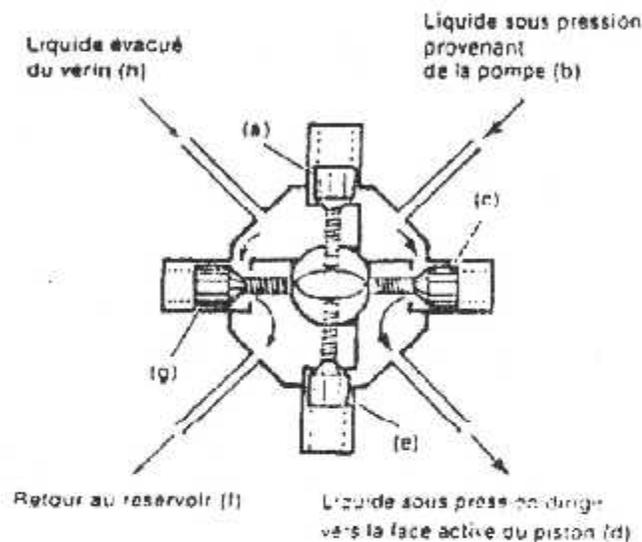


Fig -II-16 Clapet sélecteur radial

II-3-5-2- Le clapet sélecteur a tiroir :

Le clapet sélecteur à tiroir (fig. II.17) constitué d'un cylindre renfermant un tiroir, c'est-à-dire un axe creux sur lequel sont fixés des pistons. Ces pistons ne servent pas à transmettre un mouvement mais à obturer les orifices devant lesquels ils sont placés.

Dans la position (A) du schéma, le liquide sous pression entrant par l'orifice (1) est dirigé vers l'orifice (2) et acheminé vers un des orifices de l'actionneur à mouvoir, disons que, dans le cas présent, il s'agit d'un vérin. En même temps, le liquide provenant de l'autre extrémité du vérin entre dans le clapet sélecteur à tiroir par l'orifice (3), tandis que le liquide évacué du vérin

entre dans le clapet par l'orifice (2) et passe à travers la section creuse du tiroir pour s'échapper vers le réservoir par l'orifice (4).

Dans la position (C), les orifices des connecteurs reliant le clapet au vérin sont obstrués le piston est alors immobilisé par verrouillage hydraulique.

Il est important de remarquer les rebords arrondis des pistons du tiroir; cette particularité a pour objectif de faire varier progressivement le débit, la rapidité d'exécution du mouvement du vérin est fonction de l'amplitude du déplacement du piston.

On utilise le clapet sélecteur à tiroir pour actionner les servocommandes. Pour orienter le train avant, pour commander le déplacement des volets et, d'une façon générale, on le trouve dans la plupart des systèmes qui demandent un mouvement à déclenchement progressif et à vitesse de déplacement variable.

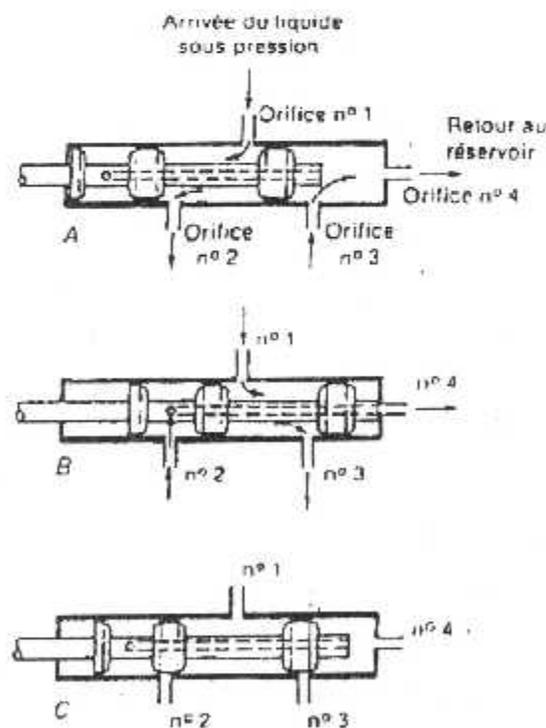


Fig-II-17 Clapet sélecteur a tiroir

II-3-6- Le coupe-circuit hydraulique :

Le fonctionnement des gouvernes des avions de transport moderne repose de plus en plus sur l'énergie hydraulique. Parmi les plus récents modèles d'aéronefs, il en existe qui seraient incontrôlables s'ils perdaient leurs circuits hydrauliques. Les débits des pompes sont tellement élevés que la rupture d'une conduite ou d'un joint d'étanchéité provoquerait la vidange du circuit hydraulique en quelques secondes.

Pour réduire la gravité des fuites, le constructeur place en plusieurs endroits du système des coupe-circuit qui interrompent le débit du liquide quand il devient excessif. N'oublions pas que le système réagit à une fuite comme s'il s'agissait d'une demande de pression et qu'à ce moment-là la pompe débite dans la fuite jusqu'à ce que la pression soit rétablie, ce qui risque bien de ne produire avant l'épuisement du liquide.

La similitude du coupe-circuit hydraulique avec le coupe-circuit électrique s'impose tout naturellement. En effet, quand l'intensité (ou débit) du courant devient trop forte pour un circuit, le coupe-circuit saute et interromp l'alimentation. D'une façon analogue le coupe-circuit hydraulique se déclenche quand le débit dépasse une valeur prédéterminée.

Le coupe-circuit hydraulique est raccordé en série dans le circuit. La figure (II-18) nous montre un coupe-circuit hydraulique soumis à un débit normal. La moitié gauche de la pièce est la partie qui nous intéresse tout particulièrement. Le liquide hydraulique sous pression pénètre par le raccord (a) et fait le tour du cylindre renfermant le piston (c). Une partie du liquide peut pénétrer par l'orifice (b) et exercer une pression sur le piston (c). Si le débit est excessif, il y a moins de pression sur la face droite que sur la face gauche du piston. Celui-ci se déplace progressivement vers la droite pour finalement boucher les orifices (d).

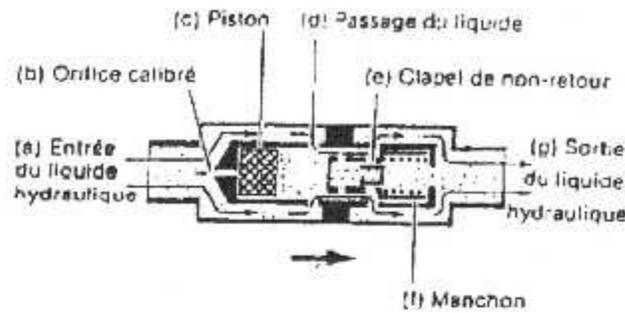


Fig-II-18 Coupe circuit hydraulique soumis a un débit normal

La figure (II-19) nous montre le coupe-circuit en position fermée; tan que la pression est plus forte dans partie gauche que dans la partie droite, le coupe-circuit reste fermé.

En fonctionnement normal, il est fréquent que le coupe-circuit entre en action lorsqu'il y a une forte demande d'un organe hydraulique. Cependant, s'il n'y a pas de fuite en aval du coupe-circuit, les pressions s'égalisent et le puissant ressort situé le manchon (f) repousse le piston (c).

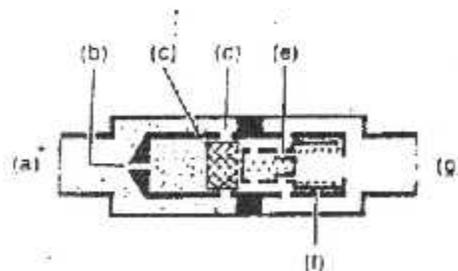


Fig-II-19 Coupe circuit hydraulique en position fermée

Si le coupe-circuit est placé entre le clapet sélecteur et le mécanisme à mouvoir fig. (II.20), il doit permettre la libre circulation du liquide hydraulique vers le réservoir. Le cheminement du liquide au retour nous est montré par la figure (II-21) la pression venant de la droite repousse le manchon (f) et comprime le ressort. Le piston (c) est complètement repoussé vers la gauche, de même que le clapet de non-retour (e), le liquide peut alors s'échapper librement.

En cas de fuite dans une installation semblable à celle de la figure 1.20, le coupe-circuit réduirait la perte du liquide hydraulique au volume contenu dans le vérin et dans la conduite en aval du coupe-circuit.

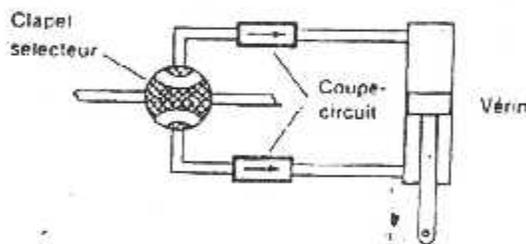


fig. II.20 coupe-circuit hydraulique installés dans les conduite d'huile vérin

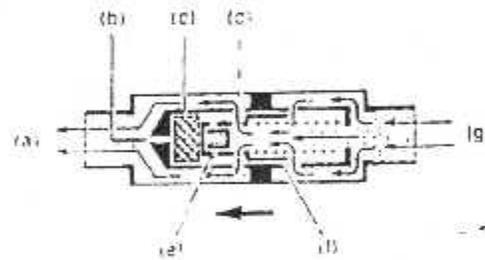


fig. II .21 cheminement du liquide hydraulique dans le coupe-circuit lors du retour

II-3-7- Le régulateur de débit :

Nous avons décrit plus haut le coupe-circuit hydraulique que l'on peut comparer, par analogie avec le circuit électrique, au disjoncteur. De même il est parfois nécessaire de maintenir dans un circuit hydraulique, un débit constant, le régulateur de débit sert à contrôler la vitesse de déplacement des organes hydrauliques. Nous pouvons remarquer la grande similitude existant entre le coupe-circuit et le régulateur de débit.

Dans le régulateur de débit (fig. II-22), le liquide de sous pression arrivant en (a) doit passer à travers l'orifice (d) situé dans le piston (c). Les butées (b) limitent le déplacement du piston vers la gauche et le ressort calibré (e) s'oppose au déplacement de ce piston vers la droite.

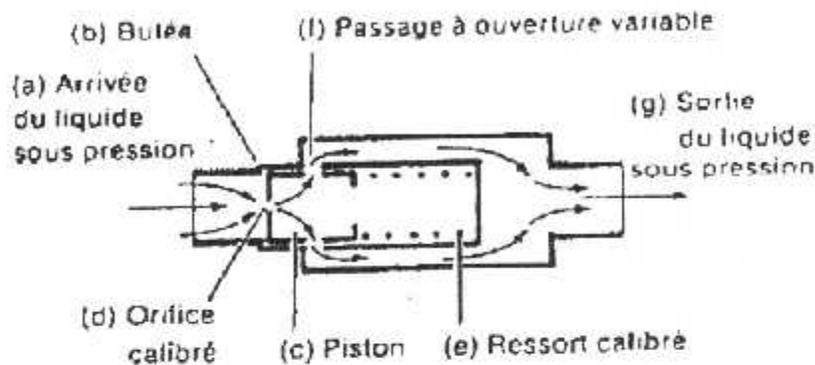


Fig. II.22 régulateur de débit du liquide hydraulique débit normal

Supposons que la pression à un instant donné soit dirigée vers le piston d'un vérin hydraulique. Le liquide doit passer à travers le régulateur; or le débit a tendance à s'accélérer puisqu'il y a mouvement d'une haute pression vers une basse pression. Si le débit augmente, il y a une plus grande résistance dans l'orifice calibré en même temps qu'un accroissement de la différence de pression entre les deux extrémités de cet orifice. Cette différence de pression causée par une augmentation du débit pousse le piston vers la droite, ce qui réduit l'ouverture du passage (f). Cette nouvelle position est illustrée par la figure (II-23). La restriction créée par le déplacement du piston empêche le liquide de circuler trop vite. Les passages ne peuvent pas se fermer complètement car s'ils le faisaient, la pression à l'intérieur du piston deviendrait égale à la pression d'arrivée (a) de l'orifice (d) et le ressort calibré repousserait le piston.

Nous voyons donc que le régulateur réduit le débit et le maintient à une valeur constante. Lorsque le liquide se déplace en sens inverse, le régulateur n'a plus qu'un rôle de restriction.

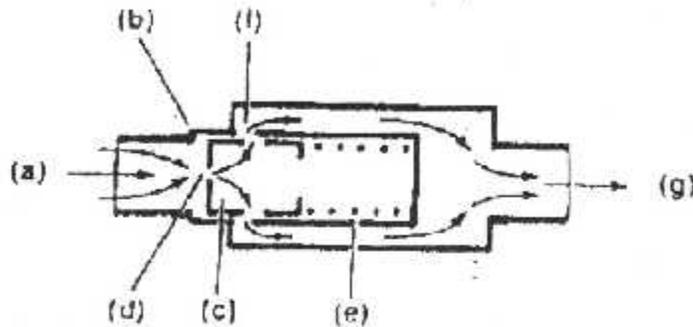


Fig. II.23 régulateur de débit du liquide hydraulique débit restreint

II-3-8- Le clapet baladeur:

Le clapet baladeur sert à isoler le circuit hydraulique principal du circuit hydraulique ou pneumatique de secours. Bien que le circuit de secours ait sa propre alimentation (pompe, accumulateur, réservoir, etc.) il utilise dans la plupart des cas les mêmes organes (vérins ou moteurs hydrauliques) que le circuit principal. La séparation des deux circuits se fait au niveau le plus proche des organes à mouvoir, au moyen d'un clapet baladeur fig. (II-24).

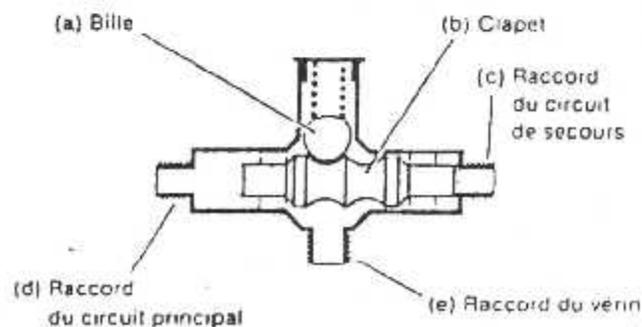


Fig -II-24- Clapet baladeur

La pression hydraulique du circuit principal arrive en (d). Tant que ce circuit fonctionne, le clapet reste dans la position indiquée sur le schéma et le liquide hydraulique qui va vers le cylindre et en revient circule entre (d) et (e). Le clapet est maintenu en place par la bille (a) et le ressort, pour éviter que des secousses dans le liquide ne le déplace. Si la pression principale chute, la pression de secours arrivant en (c) repousse le clapet vers (d) pour obstruer l'orifice d'arrivée du circuit principal. La bille maintient le clapet dans sa nouvelle position et le liquide hydraulique circule entre (c) et (e). De cette façon, Le circuit de secours ne débite pas dans le circuit principal et les deux systèmes sont isolés.

II-3-9- Le détendeur :

Le détendeur (fig. II-25) sert à abaisser la pression d'un circuit pour l'adapter aux besoins d'un sous-système. Le détendeur est équipé d'un piston. Si la pression dépasse la valeur désirée, la force exercée sur le piston devient supérieure à la tension du ressort, ce qui ferme l'orifice de passage du liquide hydraulique.

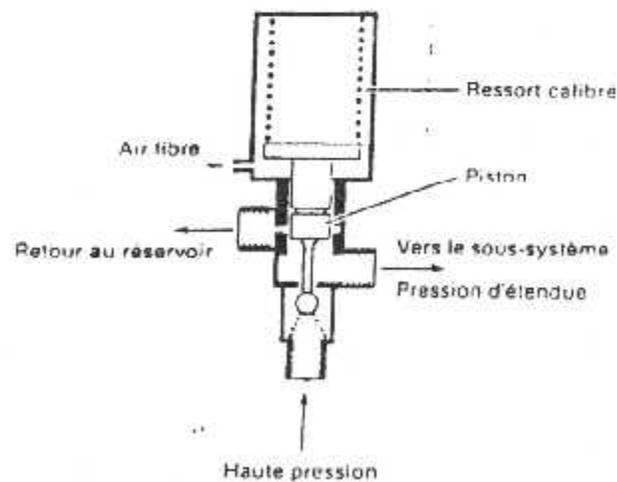


Fig. II-25- Détendeur

II-3-10- LES VERINS ET LES MOTEURS HYDRAULIQUE:**II-3-10-1 Les vérins:**

Un vérin à simple effet (fig. II-26) n'utilise qu'une seule face du piston pour recevoir la pression hydraulique; l'autre face subit la tension d'un ressort. La pression hydraulique dans un tel organe s'oppose à la fois à la résistance au mouvement de l'élément à déplacer ne joue habituellement que le rôle de rappel du piston. On trouve une telle installation sur des gouvernes où l'effort ne doit être fourni que dans un sens.

Le vérin à double effet (fig. II-27) utilise les deux faces du piston. Il est à noter que la surface sur laquelle la pression s'exerce est plus petite du côté où est rattachée la tige du piston que de l'autre côté. N'oublions pas que, selon la loi de Pascal, la pression s'exerce à angle droit sur les parois du récipient. Par conséquent, la force développée est plus forte vers la droite que vers la gauche. L'installation d'un tel vérin dans un mécanisme doit tenir compte de cette particularité. Ainsi, le vérin du train d'atterrissage déploie la force la plus grande pour maintenir le train en position sortie et verrouillée de façon à fournir une plus grande résistance en cas de rupture du mécanisme de verrouillage.

Le vérin symétrique à double effet à double tige (fig. II-28) est muni de deux tiges de piston. Ici les surfaces actives du piston développent la même force, à pression égale. On rencontre ce genre de piston sur la plupart des servocommandes, sur les dispositifs d'orientation du train avant et sur les essuie-glaces hydrauliques.

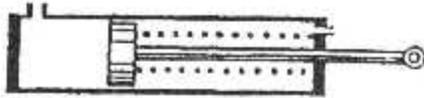


Fig -II-26- Vérin a simple effet

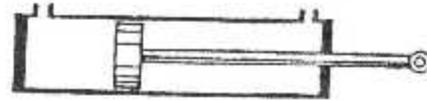


Fig -II-27- Vérin a double effet

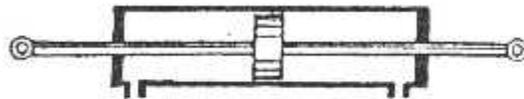


Fig -II-28- Vérin a double effet à double tige

II-3-10-2- Les moteurs hydrauliques :

Les moteurs hydrauliques fonctionnent selon le même principe que les pompes à barillet. La pression agit sur les pistons contenus dans les cylindres du barillet: le mouvement rectiligne des biellettes des pistons est transformé en mouvement relatif puisque le piston sous pression repousse le barillet par rapport à la plaque d'appui (fig. II-29). Du fait la faible course des pistons, il est généralement nécessaire d'inclure un dispositif de départ qui augmente momentanément l'angle de la plaque d'appui des biellettes des pistons. Quand la rotation est amorcée, le moteur continue sur sa lancée.

Le moteur hydraulique est couramment utilisé pour entraîner à vitesse constante l'alternateur des gros avions de transport. La vitesse constante permet

d'assurer une fréquence et une tension constantes quelle que soit la charge, et simplifie la synchronisation des différents alternateurs.

La régulation de la vitesse est assurée par des masselottes centrifuges de la même façon que l'on contrôle la rotation d'une hélice à vitesse constante. Lorsque la charge augmente, l'alternateur est freiné et le moteur qui l'entraîne tend à ralentir; les masselottes centrifuges agissent alors sur un clapet à tiroir qui envoie la pression hydraulique sur un piston relié à la plaque d'appui des bielles des pistons des barillets. Ce piston fait varier l'angle entre le barillet et la plaque d'appui. En augmentant cet angle, le travail fourni par les pistons est accentué, ce qui rétablit la vitesse de rotation du moteur.

Les moteurs hydrauliques sont fréquemment utilisés pour actionner les vérins à vis des volets ou de l'empennage monobloc (fig. II-30) Le changement de sens de rotation est assuré par un clapet sélecteur qui dirige la pression vers l'une ou l'autre des lumières du moteur. Une telle installation permet une économie de poids considérable par rapport à son équivalent électrique.

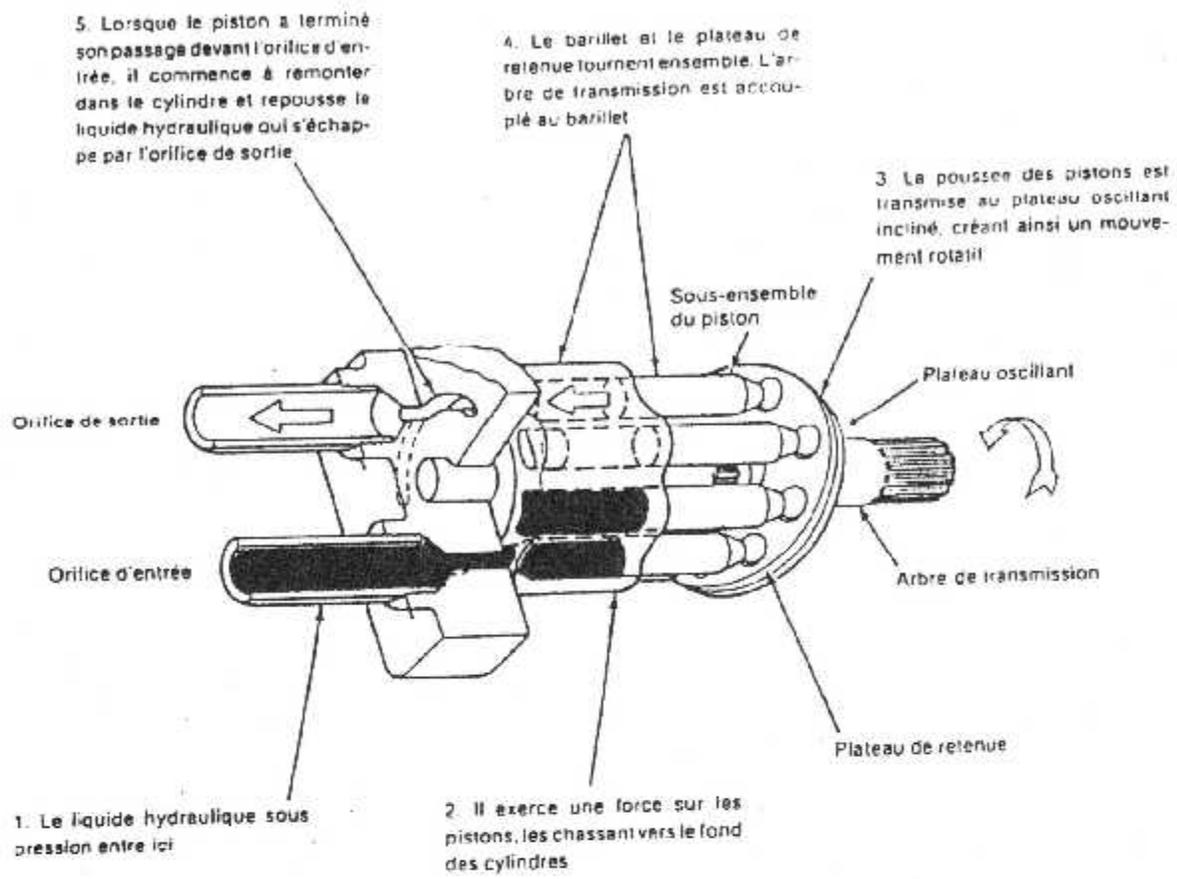


Fig II-29- Principe du fonctionnement du moteur hydraulique (Dessin : vickers)

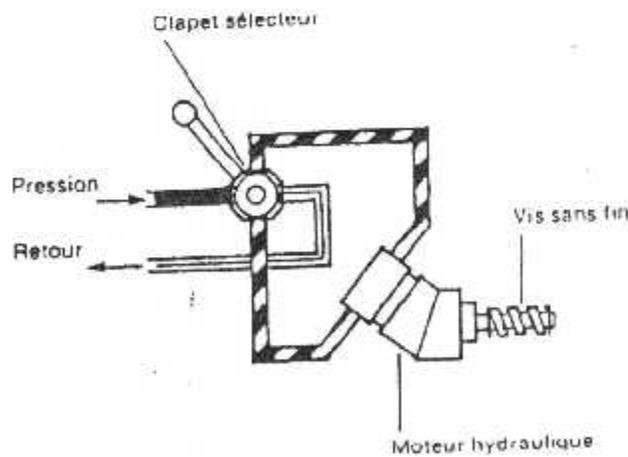


Fig-II-30- Entraînement d'un vérin a vis par moteur hydraulique

CHAPITRE III

Présentation de la

le système hydraulique

III-1- PRESENTATION DE L'AVION CONSIDERE :

III-1-1- Description Générale :

L'avion faisant l'objet de l'étude est un avion cargo (transport de fret) pouvant éventuellement être utilisé pour transport des passagers.

IL doit répondre aux besoins spécifiques suivants :

- ❖ Facilité d'exploitation
- ❖ Utilisation polyvalente (utilitaire/civile)
- ❖ Version cargo/passager/mixte
- ❖ Décollage/atterrissage sur distances courtes et sur des terrains sommairement aménagés
- ❖ Autonome : destiné aux aéroports peu équipés
- ❖ Utilisation tous temps
- ❖ Réalisable en Algérie

La configuration choisie est la suivante : (fig III.1)

- ❖ Aile haute en flèche de 30° au bord d'attaque
- ❖ Volets hypersustentateurs : bec à fente au bord d'attaque et volets à double fentes au bord de fuite
- ❖ Empennage en T et à incidence variable
- ❖ Train d'atterrissage de type tricycle
- ❖ Système de propulsion : 02 moteurs turbo fans

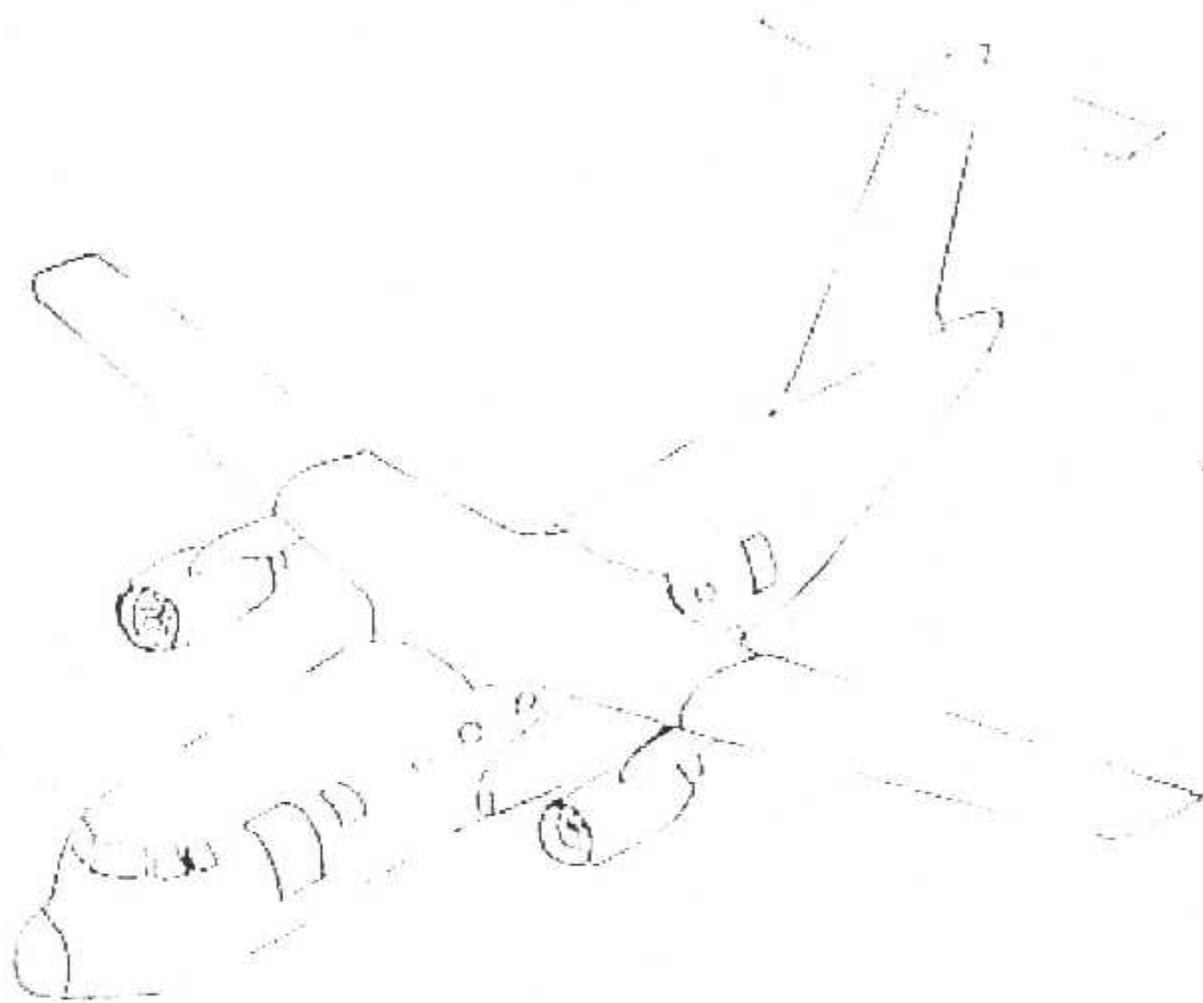


Fig III-1- Vue général de l'avion

L'avion doit répondre a certaines caractéristiques :

❖ Charge marchande :	10T
❖ Volume de chargement :	(2*2*10)m ³
❖ Vitesse de croisière :	980KM/H(much=0,8)
❖ Altitude de croisière :	10,000m
❖ Autonomie :	3,000M
❖ Longueur de piste pour décollage et atterrissage :	1,000M
❖ Equipage :	4 personnes

III-1-2- Description Structurale :

La construction de fuselage est de type semi monocoque, section circulaire son volume de chargement permet de contenir les différentes types de marchandises de (2*2*10)m³ soit 40m³.

Le chargement /déchargement s'effectuent grâce a l'ouverture des portes situées a l' arrière du fuselage .

D'autres ouvertures sont pratiquées pour l'accessibilité, service issues de secoure et hublots pour l'éclairage naturel.

Les dimension de l'avion lors de la conception préliminaire sont :(fig III-2)

➤ Longueur :	20M
➤ Largeur max :	3.5M
➤ Envergure :	22M

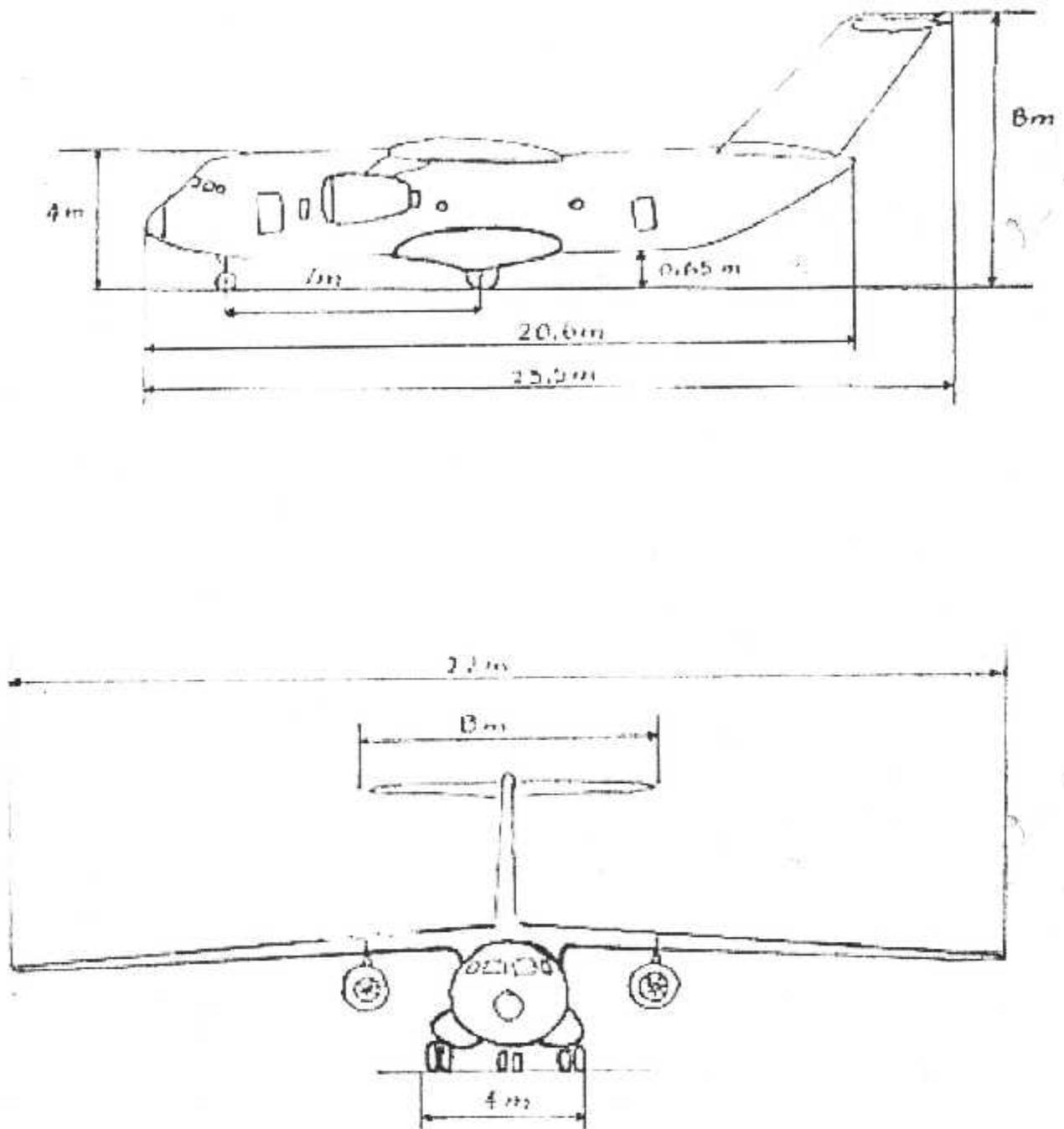


Fig III-2- Dimension général de l'avion considère

III-1-2-1-La voilure :

L'aile est de type haute ,en flèche de 30° au bord d'attaque dont le profil choisi au départ est NACA 23012.

L'envergure est de 22M et sa surface alaire est de 61M².

III-1-2-2- L'empennage :

C'est un empennage mono dérive de section en T.

L'empennage horizontal est constitués d'un stabilisateur a incidence variable avec gouverne de profondeur.

L'empennage vertical est constitué d'une dérive et d'une gouverne de direction.

III-1-2-3- Les dispositifs hypersustentateurs :

L'avion étant destiné a des décollages/atterrissages courts (stol),les dispositifs hypersustentateurs ont été choisis comme suivant :

Dispositifs de bord d'attaque :le bord d'attaque est équipé de becs a fente qui sont commandés par le pilote.

Dispositifs de bord de fuite :ces types de dispositifs sont constitués de volets mobiles articulés sur des charnières. Le braquage permet de modifier la courbure et la surface de l'aile afin d'obtenir une portance supplémentaire a basse vitesse.

Dans l'avion considère le dispositif adopté est « volet a double fentes» pour avoir un supplément de 200% de portance.

III-1-2-4 Les groupes de propulsion :

Le groupe propulseur désire sur l'avion est un turbo fan au nombre de deux (02) dont la poussée au décollage est estimée 50 000 lbs (22T) par moteur.

Ces moteurs sont équipés de systèmes inverseurs de poussée afin de diminuer la distance de parcours lors de l'atterrissage.

III-2- MISE EN PLACE DE SYSTEME HYDRAULIQUE :

III-2-1 Généralités :

Dans notre avion considérant le système hydraulique constamment sous pression de 3000 psi. Ce système est utilisé pour opérer les composants concernent les commandes de vol , trains d'atterrissage , la direction de roue de nez , porte cargo et la rampe de chargement , les volets .

Il existe trois systèmes hydrauliques :

- Le système principal (A)
- Le système secondaire (B)
- Le système auxiliaire (C)

Chaque système est indépendant par rapport à l'autre , ces système hydrauliques bien qu'indépendants et destinés à des fonctions différentes , sont de conception quasi identique . le liquide hydraulique de ce pression est utilisé pour guider le réacteur et le moteur en tournage , et les différents composants de l'avion ces composants et leur opérations doivent être expliquer dans ce chapitre .

III-2-2 LES DIFFERENTS SYSTEMES HYDRAULIQUES :

III-2-2-1 Le système principal (A) :

La seul fonctionnement de ce système est de distribuer la pression hydraulique pour la section principale concerne les commande de vol primaires (les ailerons gauches et droites , gouverne de profondeur et de direction) . le premier moteur de l'avion guide la pompe qui met le système en pression .

Ce système a les composants suivants : réservoir , pompe motrice, des filtres pour filtrer le liquide hydraulique à la sortie de la pompe et en retour a le

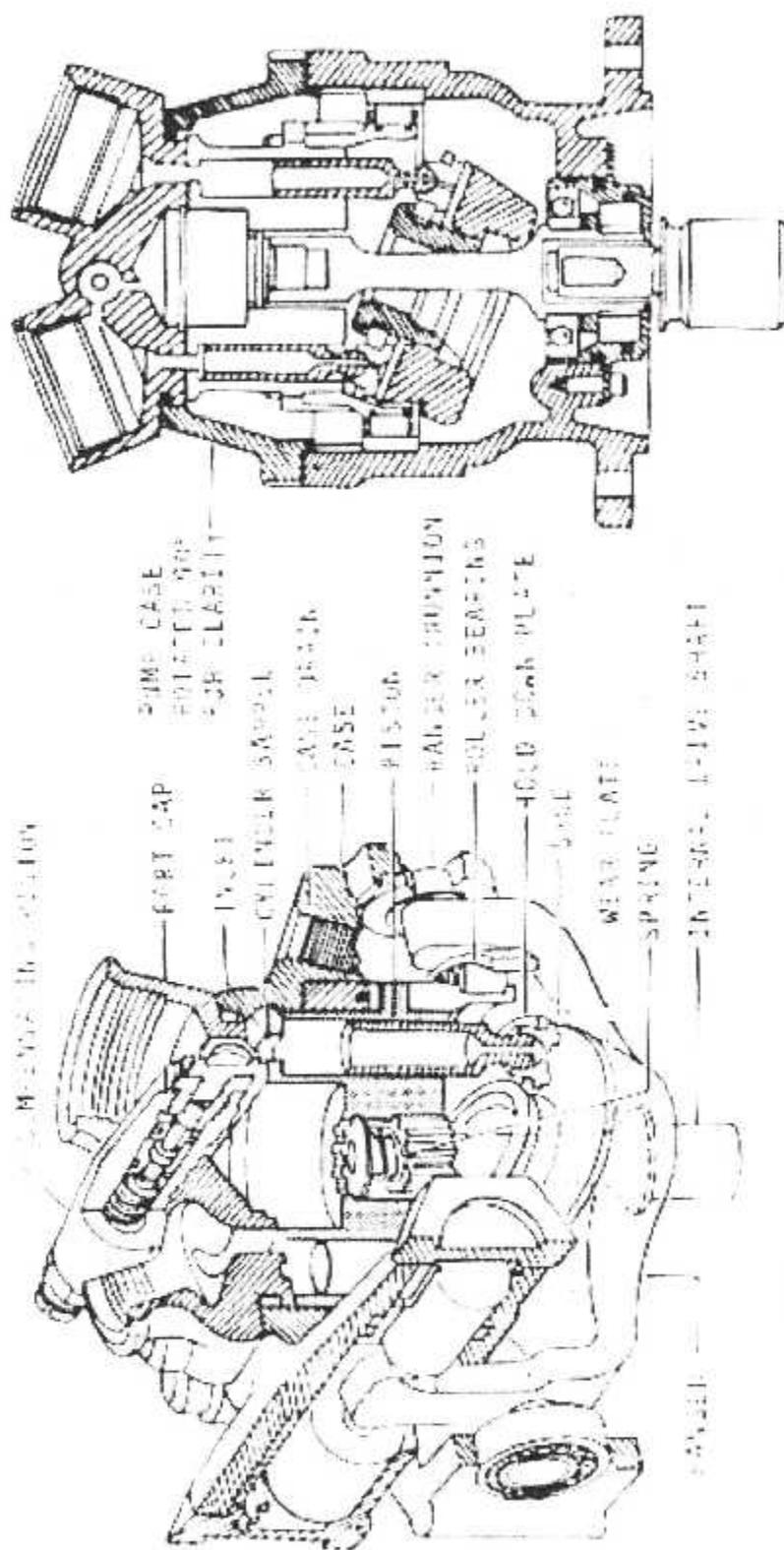


Fig III-3 — pompe motrice

réservoir, accumulateur, indicateurs de pression , et nécessairement les robinets d'arrêts et les types pour contrôler la direction de liquide hydraulique. ce système est situé dans la paroi droite devant l'allongement de train droit .

III-2-2-2 Le système secondaire (B) :

La pression de ce système va directement au section secondaire , ce circuit est le plus complet dans le système hydraulique, en effet pour des raisons de sécurité, il regroupant les fonctions vitales de l'appareil partage la pression recueillie en deux :

La première partie est orientée vers le collecteur de freinage , train d'atterrissage (entrée , sortie) , direction de roue de nez , les volets (entrée, sortie) .

La seconde partie est destine la manœuvre des ailerons , des gouvernes de profondeur et de direction (gauche , droite) d'urgence.

La pression hydraulique est ainsi projète sur des pistons vérins qui actionnent directement les parties concernées , une fois le mécanisme effectue les fluides hydraulique sont renvoyés au réservoir par un circuit de retour et repassant par le collecteur .

Les collecteurs effectueront sur le fluide un mécanisme de filtrage et de dépressurisation avant son retour dans le réservoir .

Les composants de ce système sont les même composants de système principal, mais ils sont situés dans la paroi gauche devant l'allongement du train gauche .

La pompe de ce système alimentée par le deuxième moteur de l'avion .

III-2-2-3 Le système auxiliaire (C) :

Le système auxiliaire a toujours fonctionnement difficile , la source de pression est pour faire en marche la rampe de chargement , porte cargo, le freinage

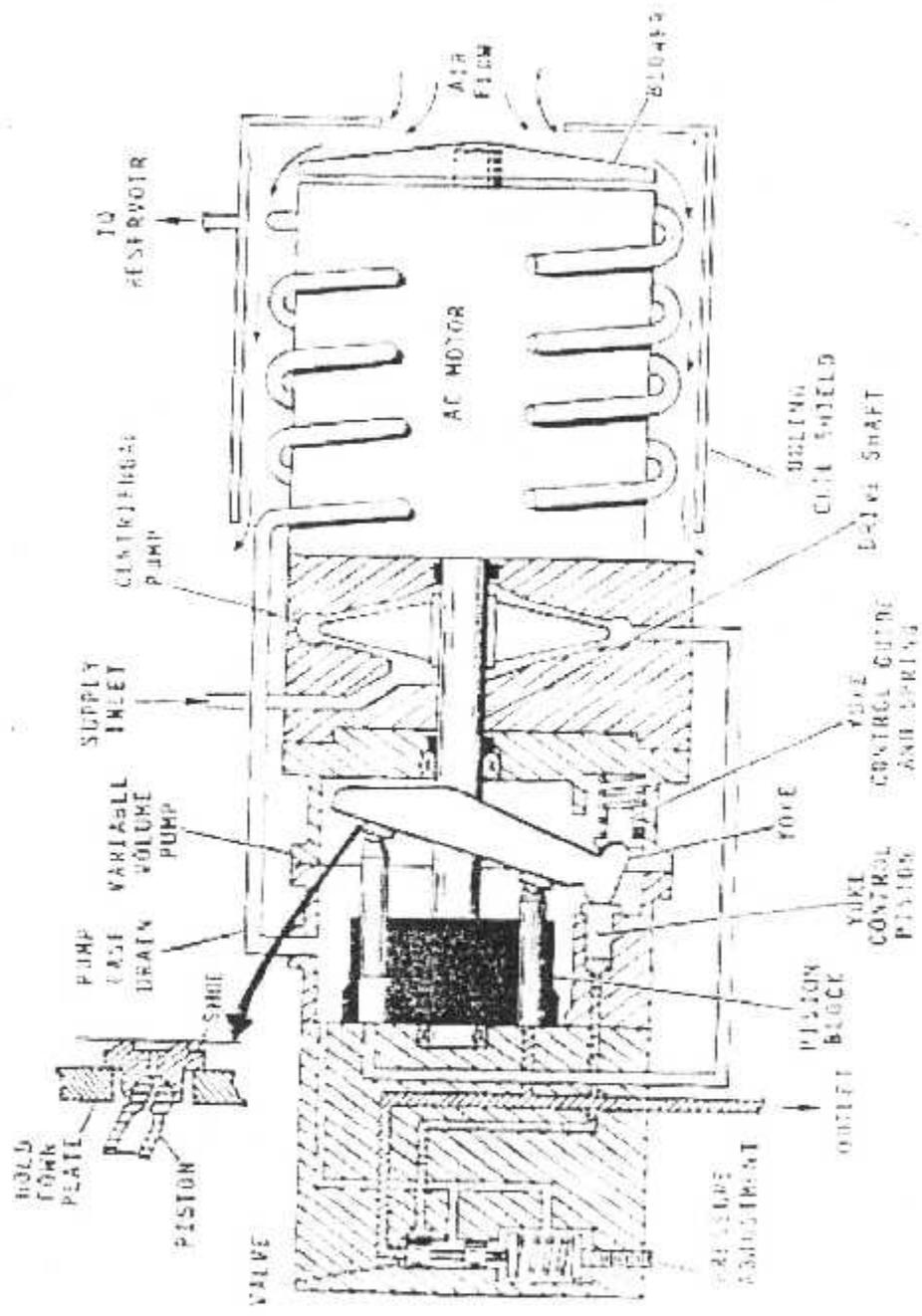


Fig III-4 - pompe électrique

d'urgence , direction de roue de nez d'urgence , la sortie et la rentrée du train d'atterrissage d'urgence , la sortie et la rentrée des volets d'urgence.

Ce système a deux pompes :

Une pompe électrique (marche avec moteur électrique), elle est parallèle au pompe moteur des autres systèmes .elle toutes identiques et ce control également pendant les opérations par leur interrupteur situé au dessus de tableaux de bord hydraulique . La pompe électrique associée au système auxiliaire peuvent opérer automatiquement dans le cas d'une défaillance du moteur . elle est re froide par les fluides hydraulique , les fonctions premières de la pompe électrique sont de fournir une pression complémentaire au système dans les manoeuvres nécessitant une forte demande en hydraulique et d'apporter une pression minimum à l'hydraulique dans les cas de panne moteur .

Et une autre pompe de secours , c'est une pompe a main utilisée pour la rampe de chargement et la porte cargo , et quand l'énergie électrique n'est plus disponible .

Ces pompes sont indispensables au sol puis qu'elles permettent de fournir la pression hydraulique nécessaire au circuit principal de frein lorsque tous les réacteurs se sont arrêtés, c'est à dire , pendant le début de la pousse inverse des réacteurs à l'atterrissage ou en cas de remorquage de l'avion .

En cas de perte de liquide ou d'arrêt de moteur ou une diminution de régime moteur , les robinets (ground check valve) peuvent transférer l'énergie d'un système qui fonctionne a un système qui ne fonctionne pas sans transforment de liquide par les ouvertures de leurs robinets d'arrêts respectifs .

III-2-3 LE LIQUIDE HYDRAULIQUE :

Le liquide hydraulique utilisé dans tous les systèmes hydrauliques est spécialement MIL-H-5606 parce qu'il résiste très bien à la fatigue et à la chaleur (il ne brûle pas rapidement).

Avant d'utiliser ce liquide , il est très important qu'il doive être propre pour ne pas faire le système en mal fonctionnement , comme la poussière ou bien fragement de métal .

Le mécanisme hydraulique est fonde sur la mise en pression d'un liquide hydraulique , qui projète sur des pistons de vérin , permet de mettre certain parties mobiles de l'avion .

Ces dernières sont constituées par des commandes de vol principales et secondaires tel que : les volets , les gouvernes de profondeur et de direction , les trains , les aérofreins , le freinage au sol .

L'hydraulique tien donc un rôle principal dans les conduites hydraulique de l'avion .

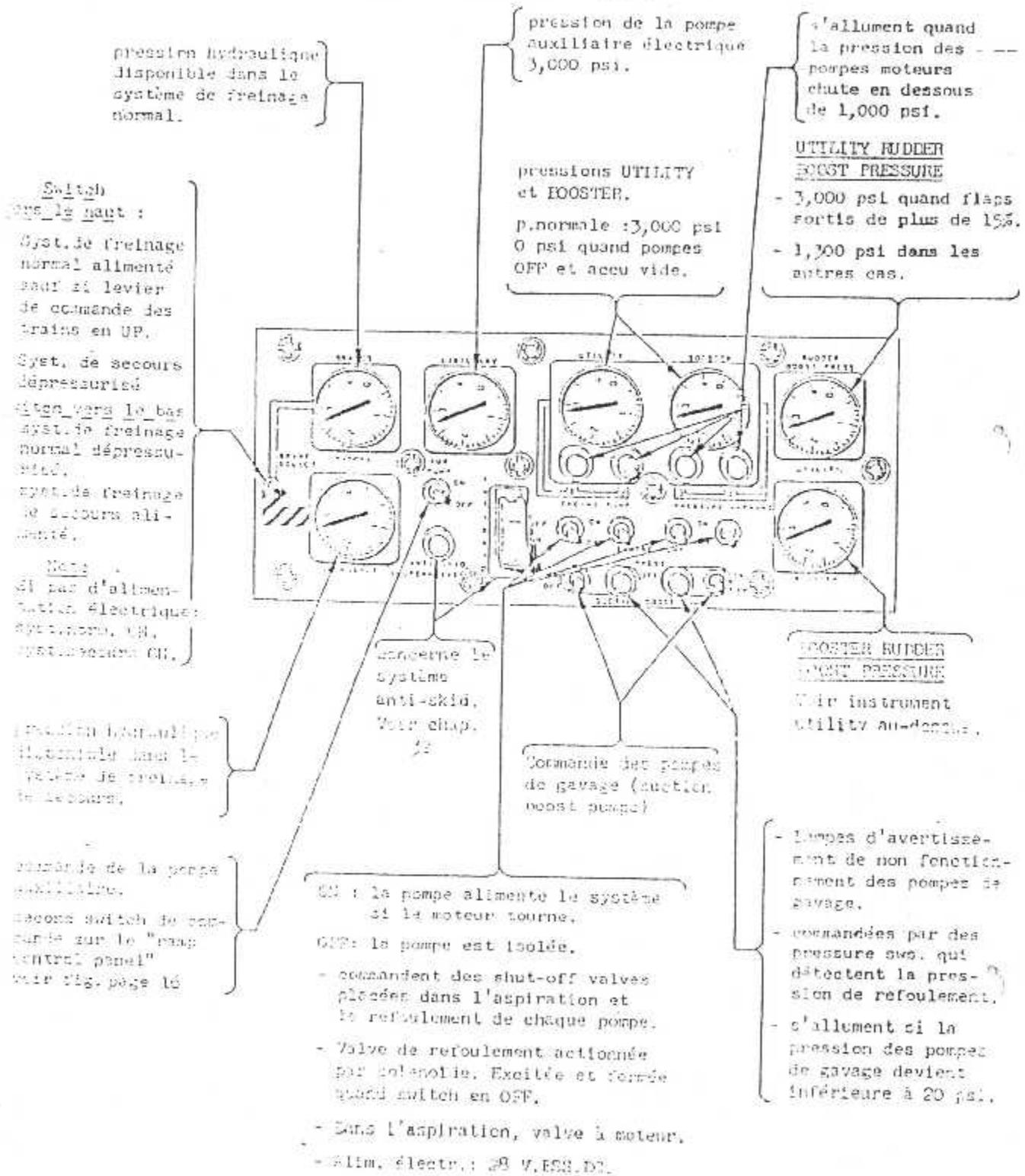
III-2-4 LE PANNEAU DE CONTROL HYDRAULIQUE :

Le panneau de control hydraulique est situé dans les instruments de cockpit . on trouve dans ce panneau des indicateurs de pression de chaque système hydraulique , pour le freinage et pour sub système de gouverne de profondeur et de direction .

Quand t-il y a basse pression fournie par les pompes , les indicateurs va déclarer dans le panneau.

Il y a aussi des élect-inrupteurs (off : tiendra, on : allumée) utilise pour le control des pompes et le freinage normal et urgence . en supplémentaire , il y a ANTI- SKID (on ,off) élect-inrupteur sélecteur et ANTI-SKID lumière imoperatife .

HYDRAULIC CONTROL PANEL



III-5- LES DIFFERENTS COMPOSANTS DE SYSTEME HYDRAULIQUE :

III-5-1- Système secondaire :

Composants	Emplacement	Caractéristique / Fonction
- Réservoir	- Devant le logement du train	- Capacité totale : 3.2 USG, Niveau maxi : 3USG, Mise a l'air dans le compartiment cargo, Tube indicateur de niveau.
- Priming check valve	- Idem	- Pompe de gavage centrifuge. Moteur triphasé protégé contre les surchauffes par des switchers. Thermiques incorpores- réarmement automatique. 11.400 tours par minute débit : 0 a 20 USG/min Pression : de 70 a 110 psi.
- Boost pump low press. SW.	- Idem	- Fermeture du contact quand la pression dépasse le seuil de 30 psi. - Ouverture quand la pression dépasse le seuil de 30 psi.

<p>- Cooling bleed restrictor and check valve</p>	<p>- Idem</p>	<p>- Limite le débit de by-pass de la pompe de gavage a 1 USG/min, débit suffisant pour assurer le refroidissement normal de la pompe.</p>
<p>- Engine driven pumps.</p>	<p>- Moteur 2, a l'arrière et dans le haut du réducteur.</p>	<p>- Pompe autorégulatrices, débit maximum : 11.2 USG/min Moteur a 100% annulation progressive du débit vers le système quand la pression de refoulement passe de 2.700 a 3 .000 psi. Refoulement passe de 2.700 a 3 000 psi.</p> <p>- Refroidissement par renouvellement permanent du fluide contenu dans le carter (case drain).</p> <p>- Type : a piston libre rechargé d'azote : 1.500 psi a 21°C Capacité totale : 50 cu.in Valve de gonflage et manomètre à la partie inférieure.</p>
<p>- Firewall shut-off valve</p>	<p>- Dans la caisson principal de l'aile gauche au droit de moteur 2.</p>	<p>- Normalement ouvertes, permettent de couper l'alimentation des pompes en cas de feu moteur ou en cas de défectuosité des pompes.</p>

<p>-Pressure transmetter</p>	<p>- Idem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Transmetteur de pression de type synchro (alimentation 26 V.AC.400Hz) - Protège contre les coups de pression par une restriction (snober) - Mise à l'air et vis de mise à zéro au dessus.
<p>- Relife valve.</p>	<p>- Idem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Protégé le système contre les surpressions, début d'ouverture à 3.450 psi, (3.850 psi pour un débit de 16 USG/min). Fermeture lorsque la pression chute sous 3.100psi.
<p>- Main return filter</p>	<p>- Idem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Filtre de retour Élément filtrant à jeter : 3 Microns.
<p>- Case drain filter</p>	<p>- Idem</p>	<ul style="list-style-type: none"> - By-pass automatique en cas de colmatage. - Raccord rapide a obturation automatique sur la tôle pare-feu (aspiration, refoulement et drainage)
<p>- Pressure filter</p>	<p>- Cote droit du moteur</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Evité la contamination du système, en

		<p>cas d'usure anomalie de la pompe.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elément filtrant nettoyable en acier inoxydable. <li style="padding-left: 20px;">Degré de filtration : 10 microns - Pas de by-pass - Témoin d'encrassement visible au-dessus du boîtier si la perte de charge a dépassé 80 psi (bouton rouge). réarmement manuel
<ul style="list-style-type: none"> - pressure line shut-off valves. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dans le caisson principale de l'aile gauche au droit du moteur 2. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prévues pour commander la mise sous pression du système ou au contraire, isoler les pompes du système en cas d'anomalies
	<ul style="list-style-type: none"> - Portes d'accès dans l'extrados de l'aile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fermeture par excitation d'un solénoïde, ouverte par un ressort quand le solénoïde est désexcite.
<ul style="list-style-type: none"> - Low pressure switches 	<ul style="list-style-type: none"> - Idem 	<ul style="list-style-type: none"> - Détectent la pression de refoulement de chaque pompe moteur individuellement. <li style="padding-left: 20px;">Allumement les lampes basse pression correspondante quand la pression tombe en dessous de 1.0000 psi environ.

<p>- Accumulator.</p>	<p>- Comportement cargo, paroi gauche devant le logement du train gauche</p>	<p>- Stabilise la pression dans le système en se déchargeant des que le débit demande dépasse celui qui est fournit par les pompes. - Amortit les à -coups de pression. - Type :a piston libre pré charge d'azote :1.500 psi a 21 °c.</p>
<p>-Pressure Transmitter.</p>	<p>- idem</p>	<p>- Capacité totale :50 cu .in. Valve de gonflage et manomètre a la partie inférieure. - Transmetteur de pression de types synchro(alimentation 26V.AC.400 HZ).</p>
<p>- Relief valve.</p>	<p>- idem</p>	<p>- Protégé contre les a -coups de pression par une restriction (snubber). - Mise a l'air et vis de mise a zéro au dessus.</p>
<p>- Main return filter</p>	<p>- idem</p>	<p>- Protégé le système contre les surpressions. début d'ouverture a</p>
<p>- Case drain filter</p>	<p>- idem</p>	<p>3,450psi. (3,850psi pour un débit de 16 USG/min). - fermeture lorsque la pression chute sous 3.000psi.</p>

		<ul style="list-style-type: none">- Filtre de retour. élément filtrant a jeter :3 microns.- By-pass automatique en cas de colmatage.
--	--	---

A) Servocommande des ailerons, des gouvernes de profondeur et de la gouverne de direction :

<p>- Shut-off valves</p>	<p>- Ailler : dessus du comportement cargo, d'arrière la porte arrière de l'aile</p> <p>Elev et rudder : sur la face AV de la paroi arrière de la zone pressurisée.</p>	<p>- Ouverture par un ressort fermées par excitation d'un solénoïde.</p> <p>- Switches de commande a l'avant de l'overhead panel.</p>
<p>- Aileron pressure reducer.</p>	<p>- Près de l'aileron boost unit.</p>	<p>- Abaisse la pression a 2.050 psi.</p> <p>- Abaisse la pression a 1 300 psi.</p>
<p>- Rudder pressure reducer.</p>	<p>- Près du rudder boost unit.</p>	<p>- Utiliser en croisière (volets sortie de moins de 15 %)</p> <p>- Ouverture par ressort.</p>
<p>- Rudder divertir valve.</p>	<p>- Idem</p>	<p>- Fermée par excitation d'un solénoïde.</p> <p>- Commandée par le levier de commande des volets.</p> <p>-permet une alimentation du</p>

CHAPITRE III : présentation de l'avion et mise en place le système hydraulique

		boost unit sous 3.00 psi quand les flaps sont sortie de plus 15%.
--	--	---

B) Système des Flaps :

<p>- Asymmetry flap brake valve</p>	<p>- Comportement cargo coté gauche devant le logement du train</p>	<p>- Valve de sécurité, coupe l'alimentation de la valve de commande et applique deux freins hydraulique (flaps asymmetry brackes) si les positions des flaps gauches et droit divergent.</p> <p>- Actionnée par un solénoïde verrouillage automatique réarmement manuel.</p>
<p>- Check valve</p>	<p>- Idem</p>	<p>- Empêche tout débit inverse, du système flaps vers la conduite de pression.</p> <p>- Maintient les asymmetry bracke sous pression en cas de perte de pression principale après fonctionnement de l'asymmetry brake valve.</p>
<p>- Relief valve</p>	<p>- Idem</p>	<p>- Protège le circuit compris entre la check valve contre les</p>

<p>- Flap control valve</p>	<p>- Idem</p>	<p>surpressions thermiques.</p> <p>- Sélecteur à commande électrique.</p> <p>- Pas de passage de pression si pas d'alimentation DC.</p>
-----------------------------	---------------	---

C) Système train d'atterrissage et direction de roue de nez :

<p>- Landing gear control valve.</p>	<p>- Panneau principale dans le compartiment cargo.</p>	<p>- Sélecteur a commande électrique équipe de deux boutons de commande manuelle.</p> <p>- Dirige la pression vers la conduite up pour rentrer les conduites DOWN pour les sorties.</p> <p>- Alimente le système de direction roue de nez (nose wheel steering) par la conduite DOWN.</p>
--------------------------------------	---	---

D) Système de freinage :

<p>- Normal brake accu.</p>	<p>- A droit dans le logement du train de nez.</p>	<p>- Constitue une réserve de fluide sous pression pour appliquer les freins.</p> <p>- Type : piston libre capacité totale : 100 cu.in Recharge : 1.500 psi</p> <p>- Une check valve placée en amont de l'accu empêche toute décharge de celui-ci dans un autre système que le système de freinage.</p>
<p>- Normal brake pressure transmitter.</p>	<p>- Idem</p>	<p>- Transmetteur de pression du type synchro (alimentation 26 V.AC. 400 Hz).</p> <p>- Commande l'instrument normal brake du panneau co-pilote.</p> <p>- Protège contre les à-coups de pression par une restriction (snubber).</p>

<p>Normal brake selector valve</p>	<p>- Idem</p>	<ul style="list-style-type: none">- Valve de sélection actionnée par solénoïde. - Commande l'alimentation du système de freinage normal. - Ouverte si pas excitée (système de freinage alimente). - Fermée (système de freinage dépressurise) si levier de commande des trains en UP ou Breake Select switch en EMERGENCY.
--	---------------	---

III- 5- 2- Système auxiliaire :

Le circuit du système auxiliaire est composé de plusieurs accessoires hydrauliques qui travaillent en collaboration afin d'assurer le bon fonctionnement du système dans ce qui suit nous allons les principaux organes avec leur caractéristiques de fonctionnement.

Composants	Caractéristiques/Fonction
Réservoir	-niveau normal :3.4 USG Tube indicateur de niveau Mise à l'air dans le compartiment cargo.
Pompe auxiliaire	-pompe auxiliaire à deux étage :1 ^{er} étage centrifuge, 2eme étage à piston. Pompe autorégulatrice ; annulation progressive du débit Quand la pression de refoulement passe de 1.800 à3.000 psi Entraînement par un moteur triphasé protégé contre surchauffes . Refroidissement du moteur et du fluide drainé du carter par un ventilateur monté sur l'axe du moteur .
Filtre de pression	-évite la contamination du système en cas d'usure anormale de la pompe . élément filtrant a jeter : 10 microns. By-pass automatique en cas de colmatage.

<p>Transmetteur de pression auxiliaire.</p>	<p>-transmetteur de pression de type synchrone. (alimentation 26V.AC.400 Hz). Protégé contre les a-coupe de pression par une restriction (snubber). Commande l'instrument AUXILIARY du panneau copilote (cet instrument indique la pression fournit par la pompe auxiliaire électrique uniquement).</p>
<p>Pompe à main.</p>	<p>-permet de charger l'accu du système de freinage en secours en cas de non fonctionnement de la pompe électrique. Sortir le train de nez ou pour actionner la porte cargo et la rampe.</p>
<p>Indicateur de pression</p>	<p>Manomètre situé sur le panneau de commande de la rampe et de la porte cargo. -indique la pression de système auxiliaire, quelque soit la source de pression.</p>
<p>Filtre de retour</p>	<p>-évite la contamination du fluide contenu dans le réservoir en cas d'usure anormal d'un organe du système. filtre également le fluide venant du carter de la pompe. Elément filtrant a jeter :3microns.</p>

III-5-2-1 Distribution de pression aux servitudes du système auxiliaire

a)-Système de freinage de secours :

Composants	Caractéristiques/fonctions
Accu de freinage d'urgence.	-comme l'accu du système de freinage normal sauf la capacité :50cu.In au lieu de 100.
Transmetteur de pression de freinage d'urgence.	-voir système de freinage normal.
Sélecteur valve du freinage d'urgence.	-comme le sélecteur valve du système de freinage normal mais : la valve excitée est fermée quand BRAKE SELECT SWITSH est en position normal. Pas d'influence du levier de commande des trains.

b)-Système de commande en secours du train de nez :

Composants	Caractéristiques /fonctions
La valve d'extension de secours des trains.	<ul style="list-style-type: none"> -valve rotative de deux positions : normal et l'extension secours. -commande manuelle. -poignée de commande retenue en position normal par un frein . -en position d'extension de secours, permet le déverrouillage du train de nez de la position UP, sa sortie et son verrouillage en position DOWN au moyen de la pression auxiliaire. -utilisé en cas de panne du système secondaire .

C)- Système de commande de la porte cargo et la rampe :

Composants	Caractéristiques/fonction
RAMP MANIFOLD CONTROL VALVE	<ul style="list-style-type: none"> -ensemble comprenant : -les accessoires hydrauliques de commande de la porte cargo. -les accessoires hydrauliques de commande de la rampe. -une RELEIF VALVE qui limite la pression du système auxiliaire a 4.100 psi environ. -commande électrique ou manuelle.

CONCLUSION

A l'issue de notre stage pratique qui s'est déroulé au niveau des installations techniques de la compagnie AIR ALGERIE, avec la collaboration de notre promoteur et co-promoteur à l'aéroport, on s'est intéressé à l'étude de la technologie du système hydraulique de l'avion cargo.

Ce travail nous permet de comprendre que le système hydraulique, bien que régulièrement au centre de polémique en raison de nombreux crashes aériens dont elle est responsable, possède des atouts indiscutables. Tout d'abord, le liquide hydraulique est un fluide qui possède certaines propriétés physiques telles que la résistance au feu. De plus, le principe mécanique de ce système hydraulique permet une consommation moins importante en énergie puisque celle-ci tire principalement du fonctionnement des réacteurs.

En fin, en ce qui concerne la sécurité, bien que le système hydraulique nécessite de fortes précautions au montage des circuits et un entretien constant afin d'éviter les fuites hydrauliques, elle possède un dispositif complexe de maintenance.

En effet, en plus des multiples possibilités d'alimentation et d'isolation de chaque circuit, le système hydraulique est composé d'une multitude de capteurs alertant avec une grande précision et la nature de la panne affectant le circuit.

Ainsi, si le système de commande de automatique ou servovalve ne peut contourner la panne (en basculant ou en isolant les partie du circuit défaillant).

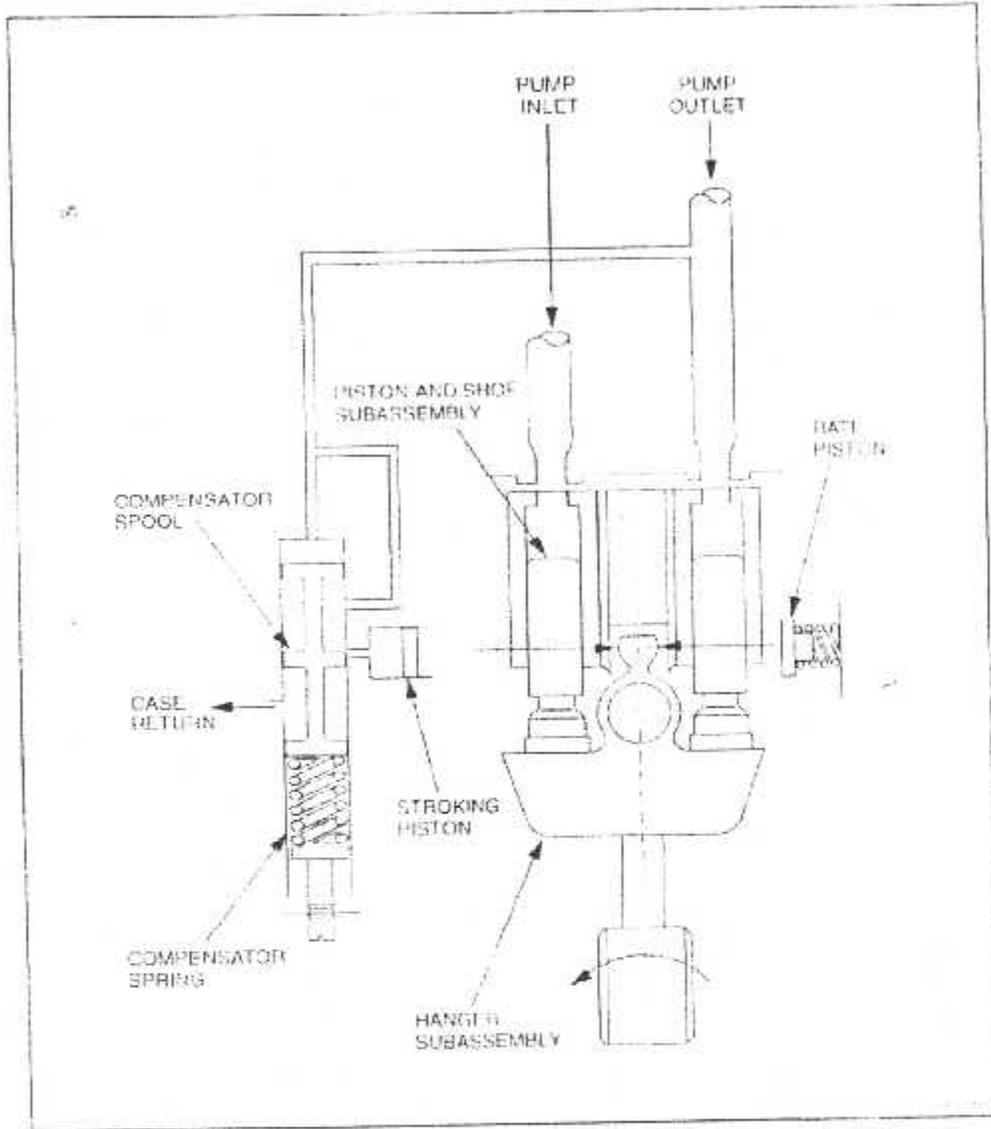
Le pilot et averti des partie mobiles défaillantes et peut prévoir des solution de secours.

Malgré les difficultés ,et les moyens qui sont limites, c'est a dire le manque des personnes qui nous aide, nos efforts ont été déplores a l'élaboration d'un mémoire fructueux, nous souhaitant que nous sommes arrives a enrichir par notre simple travail et apporter a un plus au sien de notre institut et au sien de compagnie AIR ALGERIE.

AN KES

DES ANEXES

Parker Customer Support
Component Maintenance Manual
Part No. 57186



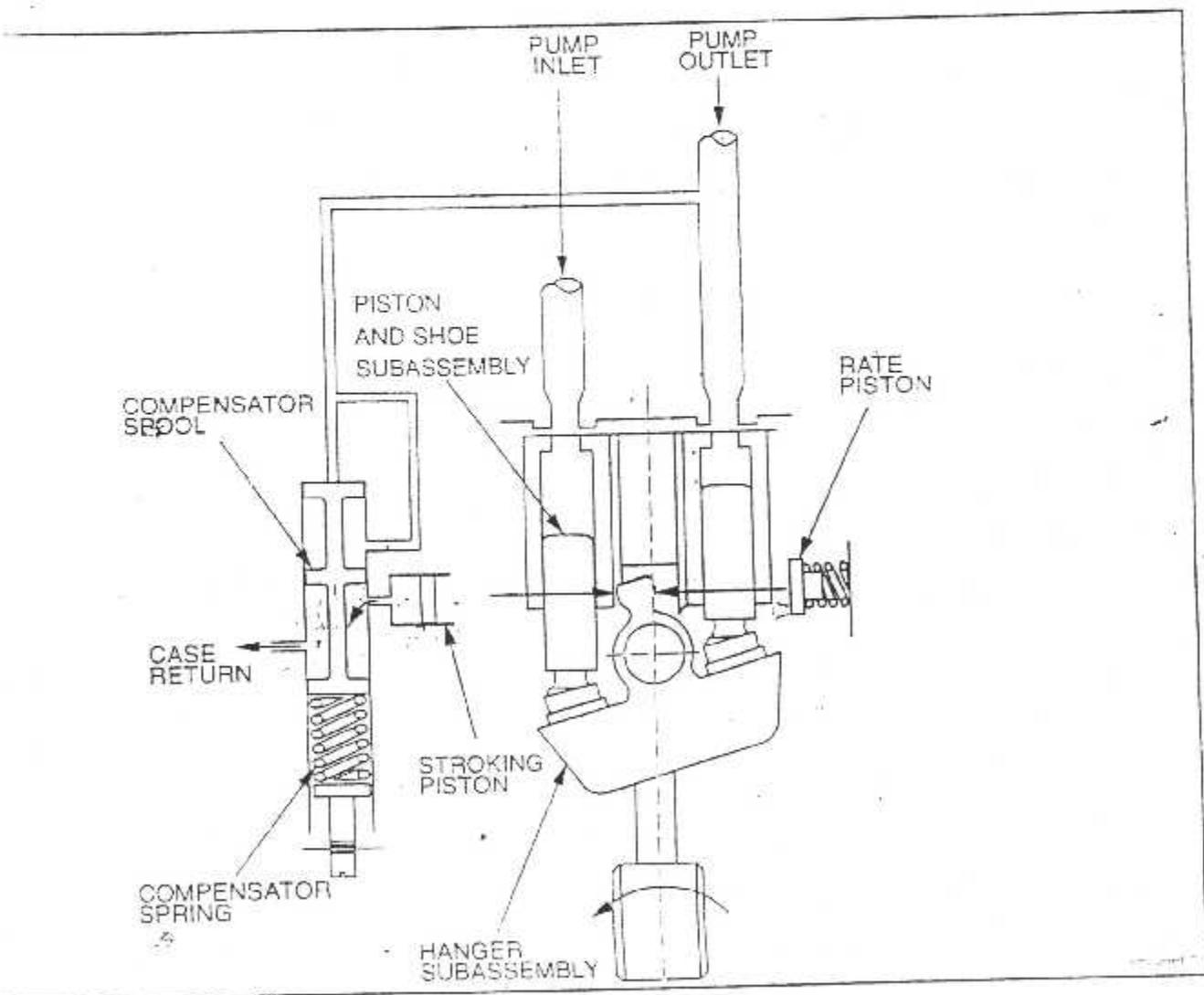
Steady System Flow Condition
Figure 1.

29-20-15

Description and Operation
Page 3
Feb 15/02

(2) Increased System Flow Condition (See Figure 2)

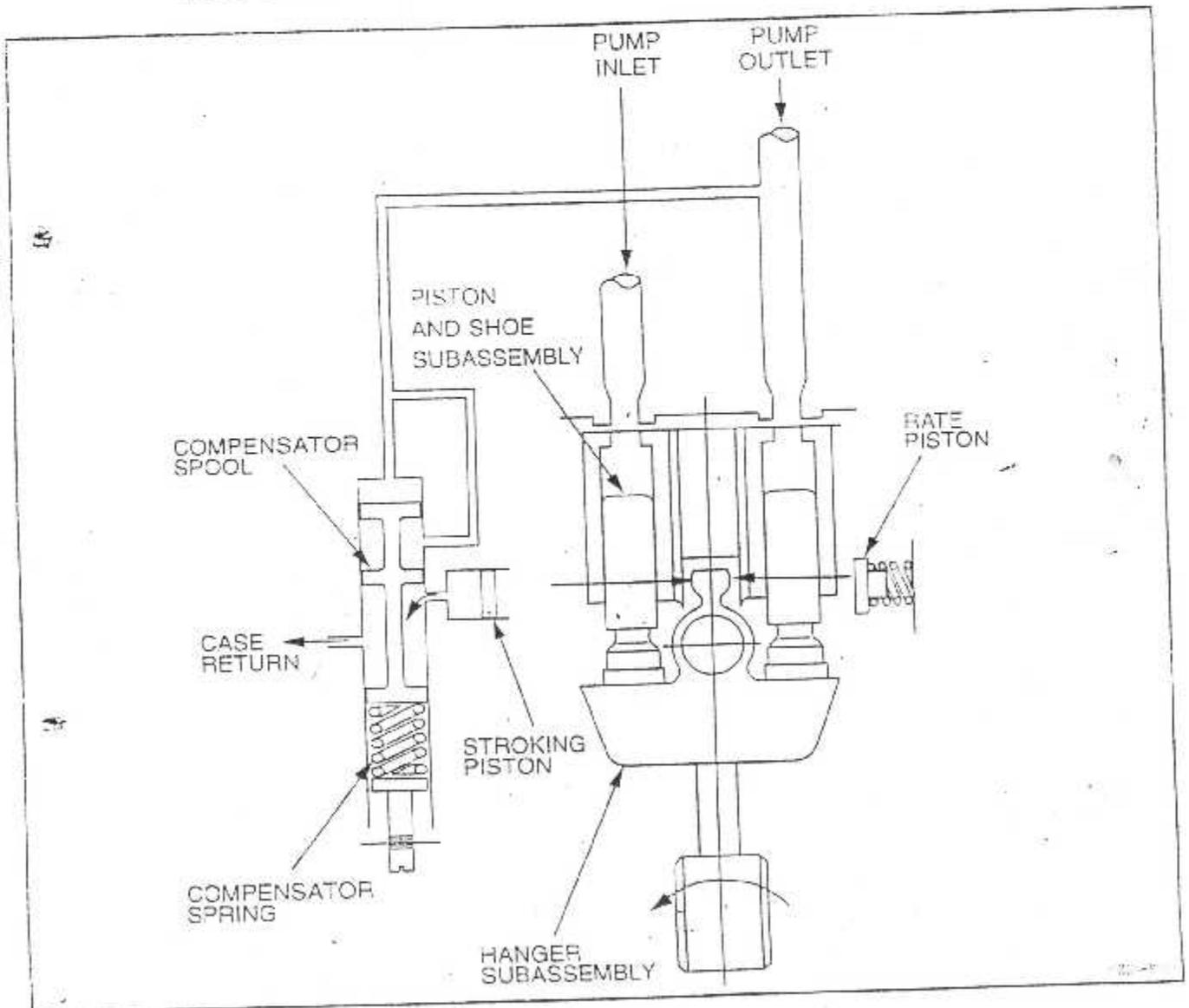
When system activity causes a decrease in pump outlet pressure, hydraulic pressure on the end of the compensator valve spool decreases. Spring force moves the compensator spool against hydraulic pressure and opens the fluid supply hole to the stroking piston. Hydraulic pressure on the stroking piston is released to the case drain port. Spring force on the rate piston pivots the hanger against hydraulic pressure on the stroking piston. The angle of the hanger bearing surface can increase up to the maximum angle where the rate piston stops against the bottom of the bore. The pistons now move back and forth in the cylinder barrel, up to the maximum stroke distance, to move a higher volume of fluid to the hydraulic system.



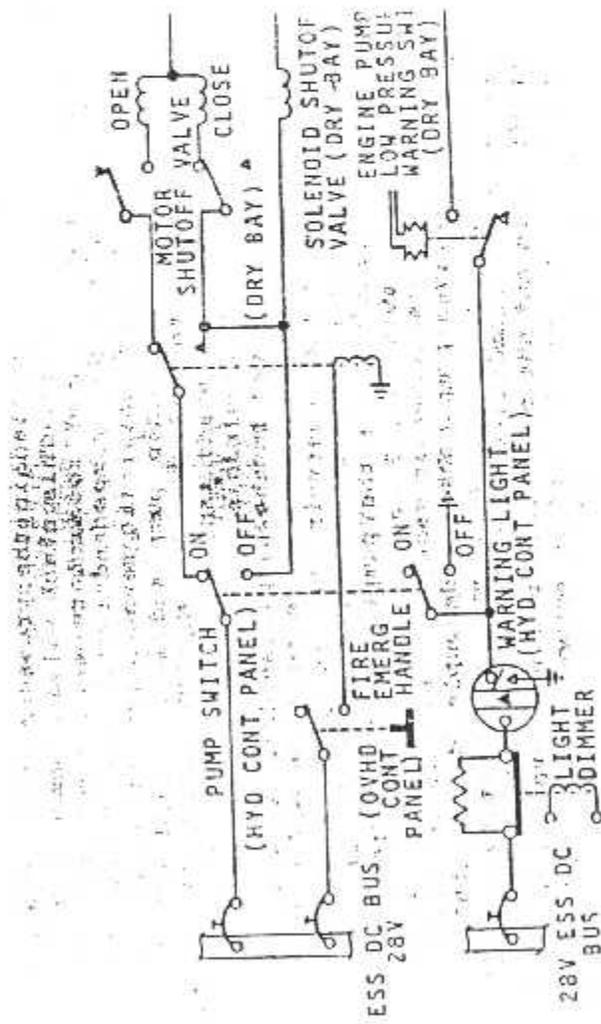
Increased System Flow Condition
Figure 2.

(3) Decreased System Flow Condition (See Figure 3)

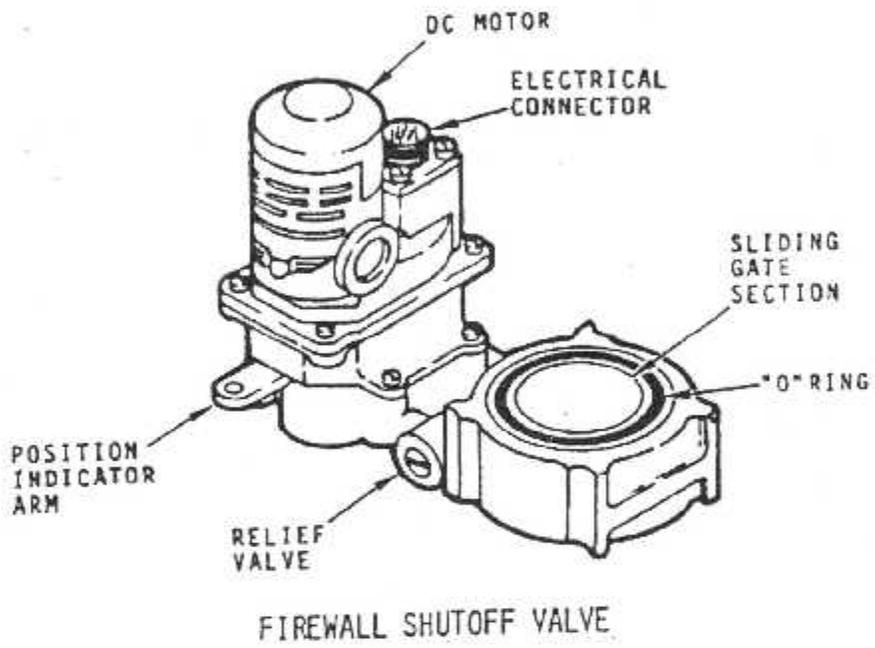
When system activity decreases, it causes pump outlet pressure to increase. Hydraulic pressure on the end of the compensator spool increases and moves the spool against spring force. The fluid supply hole to the stroking piston is opened to hydraulic pressure. The stroking piston pivots the hanger against spring force on the rate piston. The angle of the hanger bearing surface can decrease to the minimum angle. The pistons now move back and forth in the cylinder barrel, down to the minimum stroke distance, to move a smaller volume of fluid to the hydraulic system.

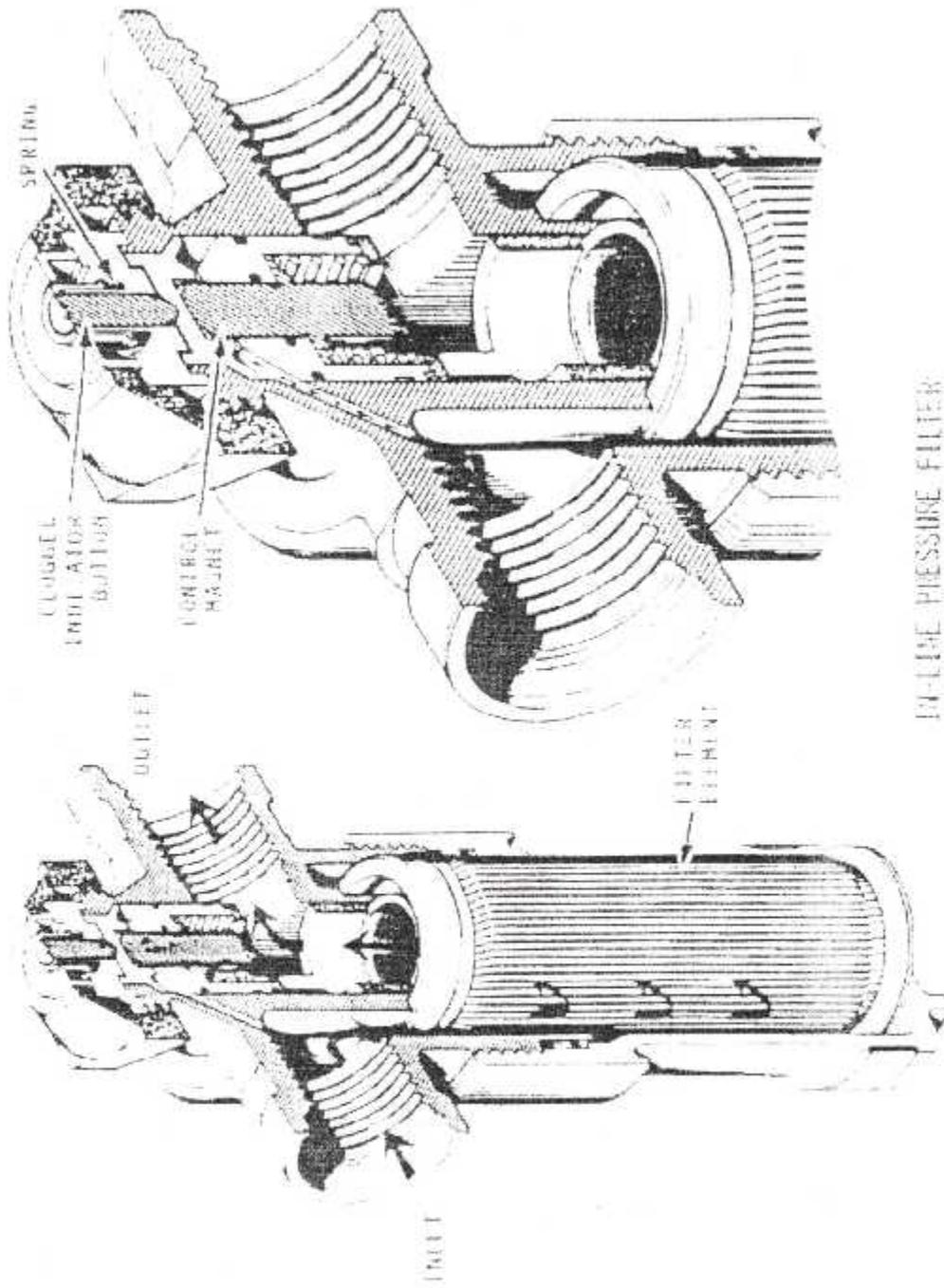


Decreased System Flow Condition
Figure 3.

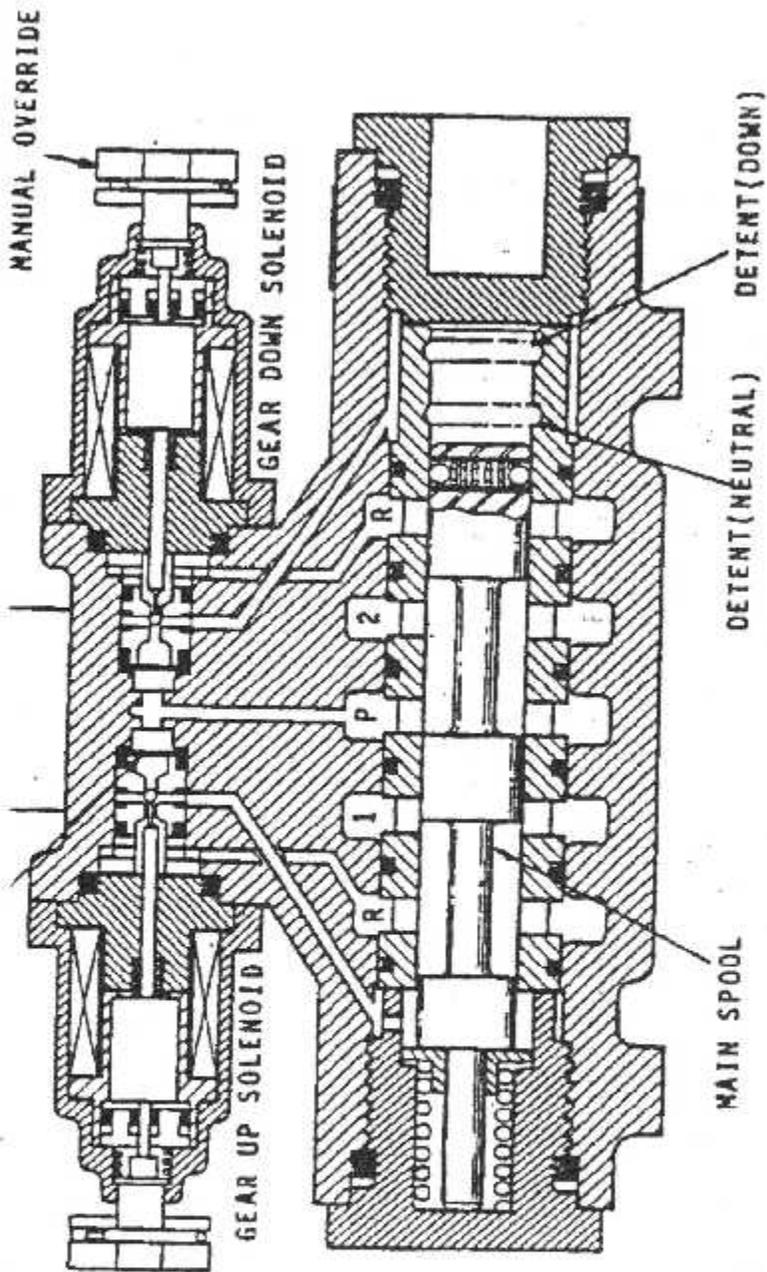


ENGINE PUMP CONTROL CIRCUIT



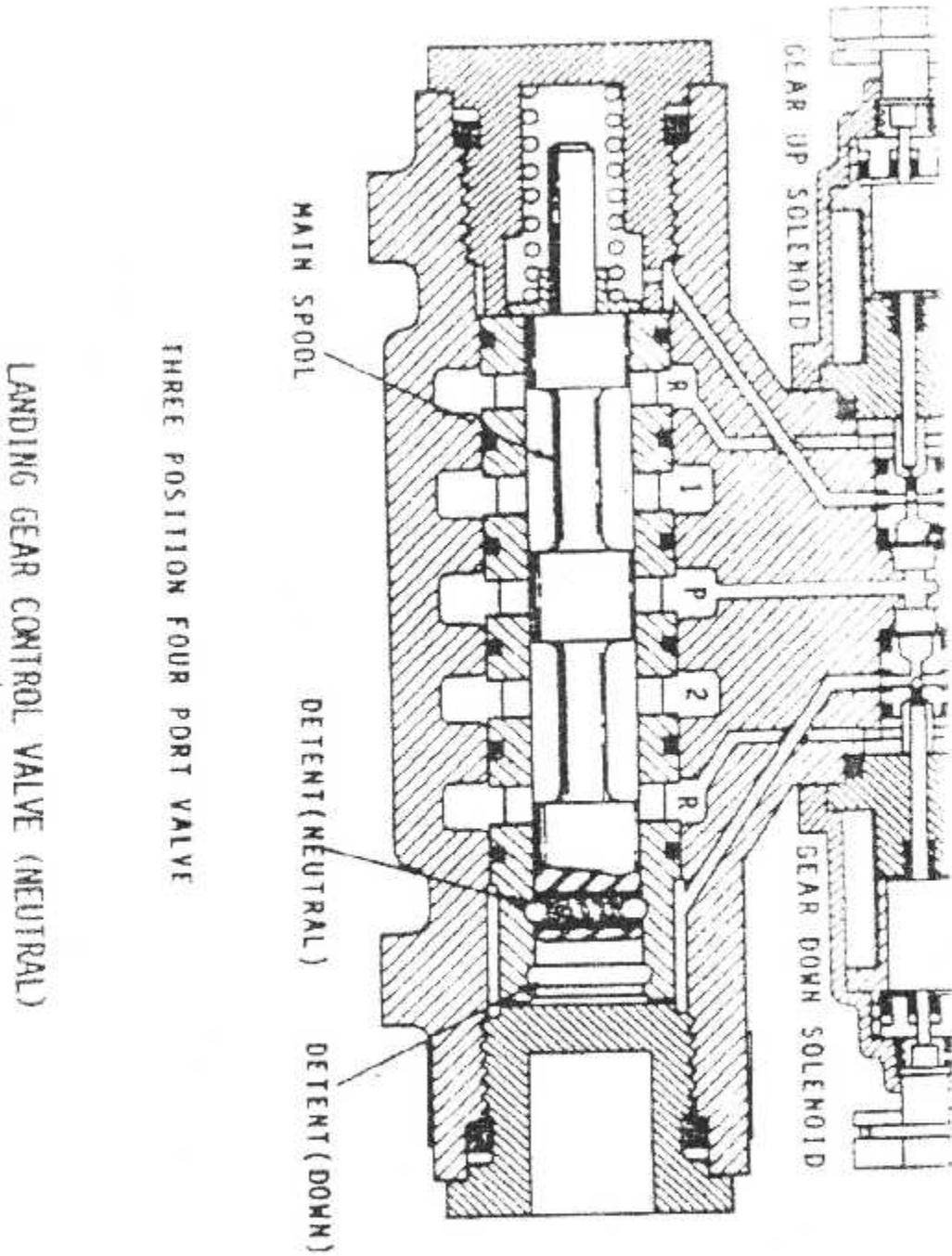


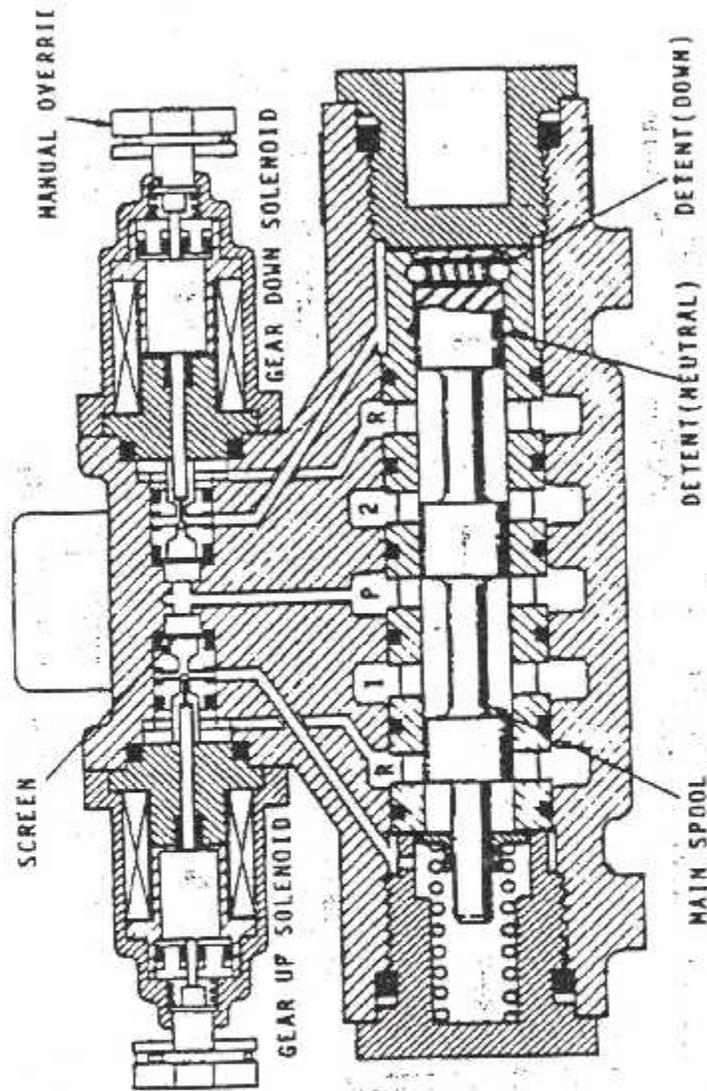
1/2-INCH PRESSURE FILTER



THREE POSITION FOUR PORT VALVE

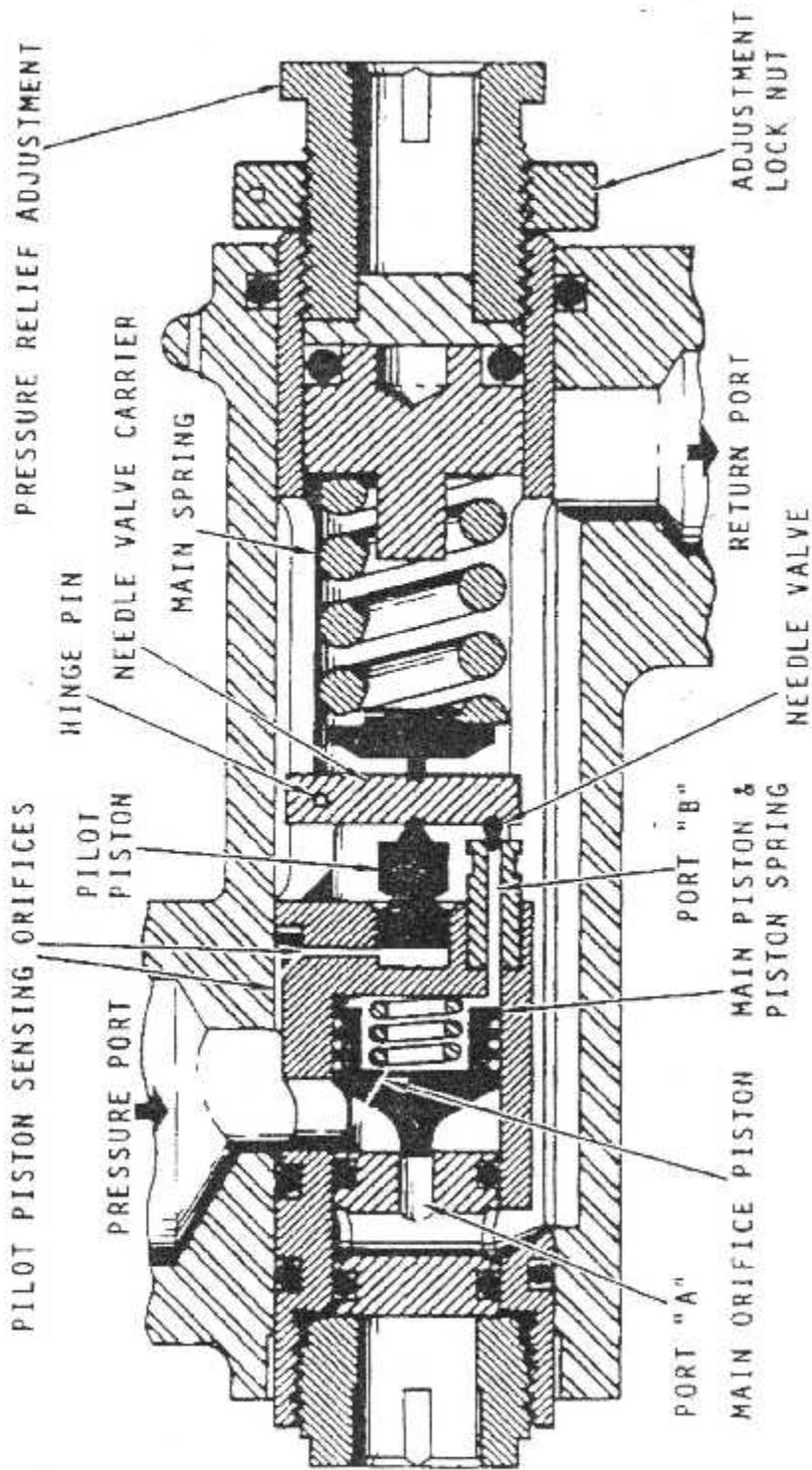
LANDING GEAR CONTROL (UP)



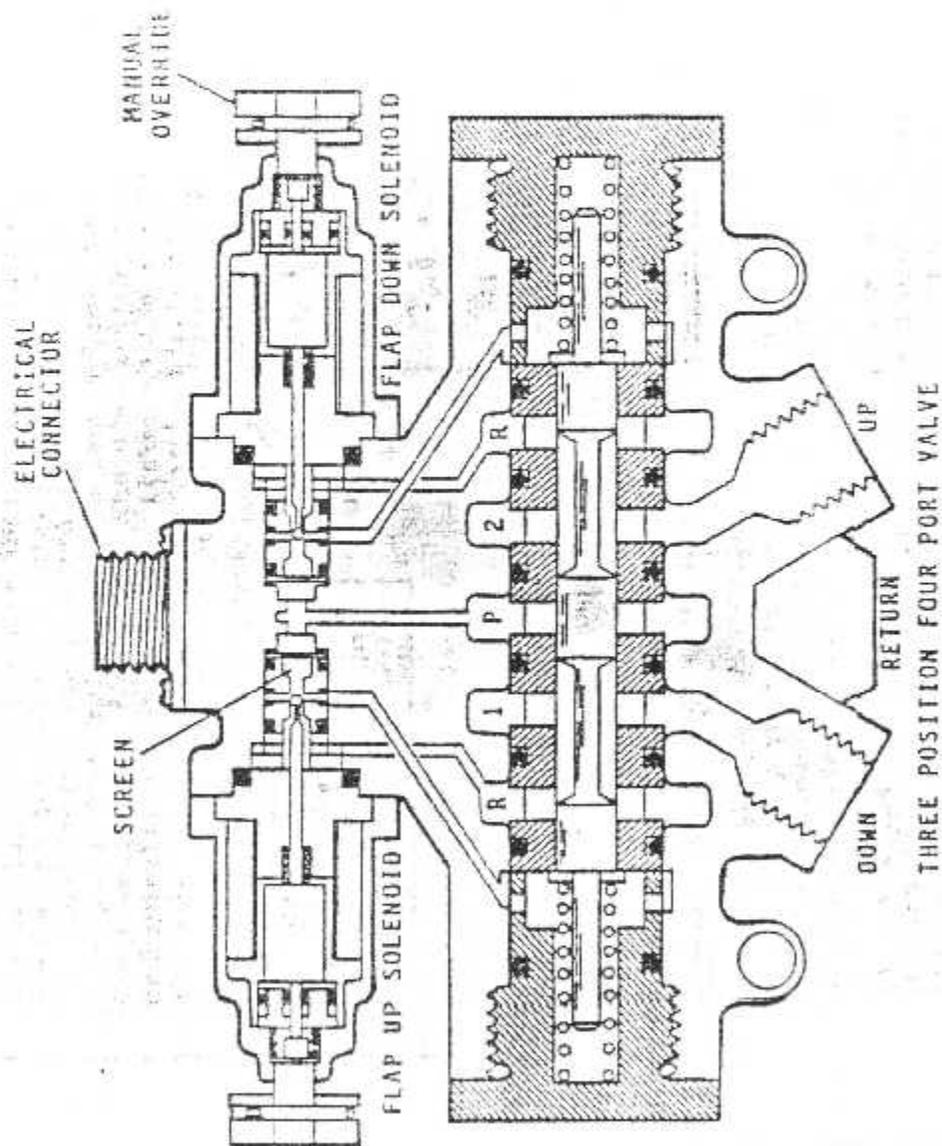


THREE POSITION FOUR PORT VALVE

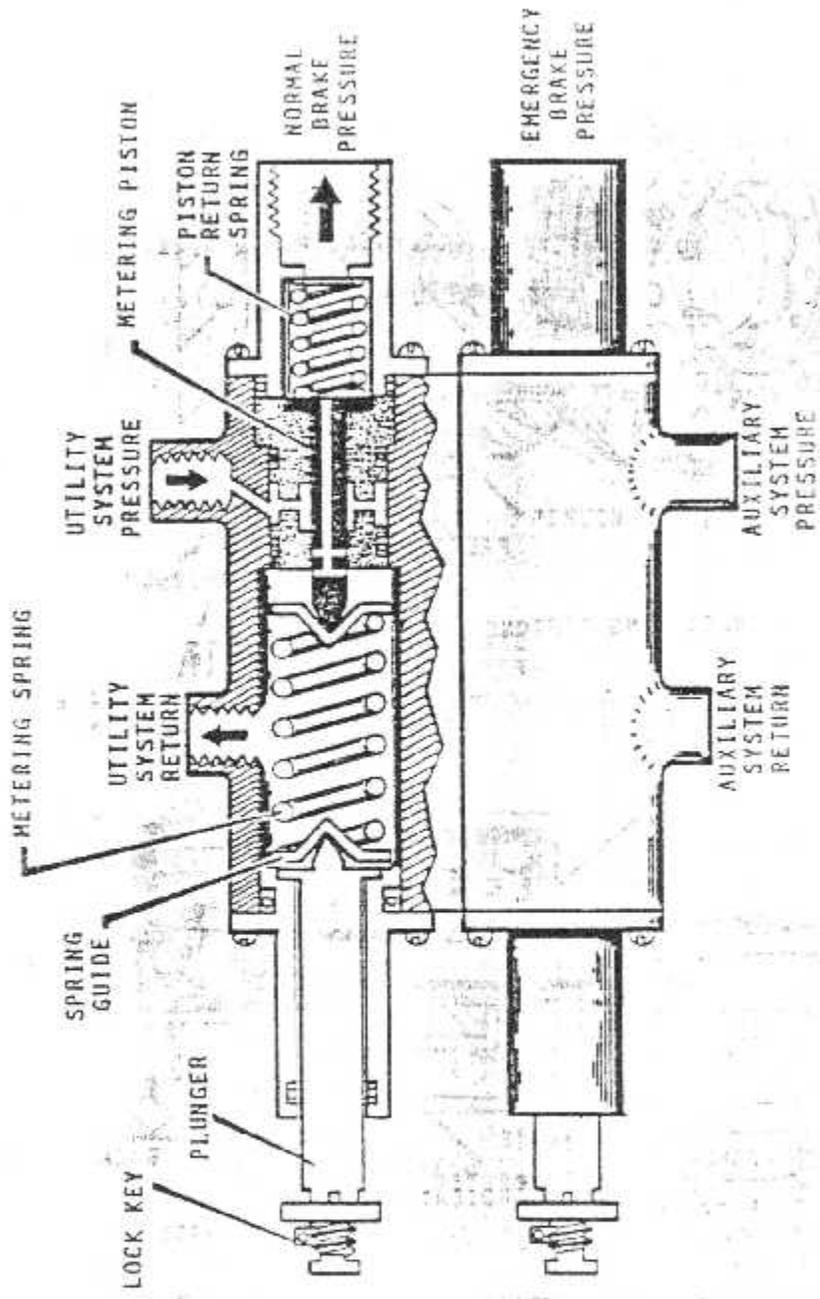
LANDING GEAR CONTROL VALVE (DOWN)



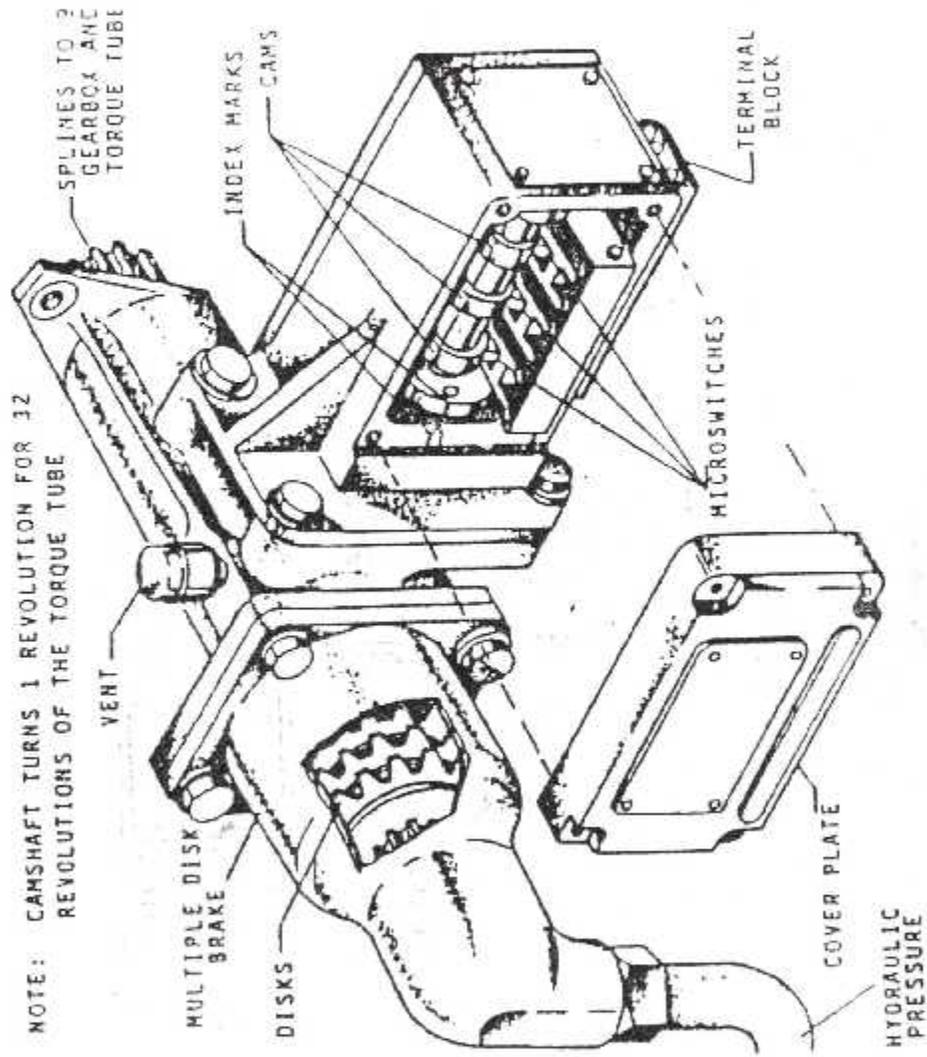
RELIEF VALVE



FLAP CONTROL VALVE - STERER

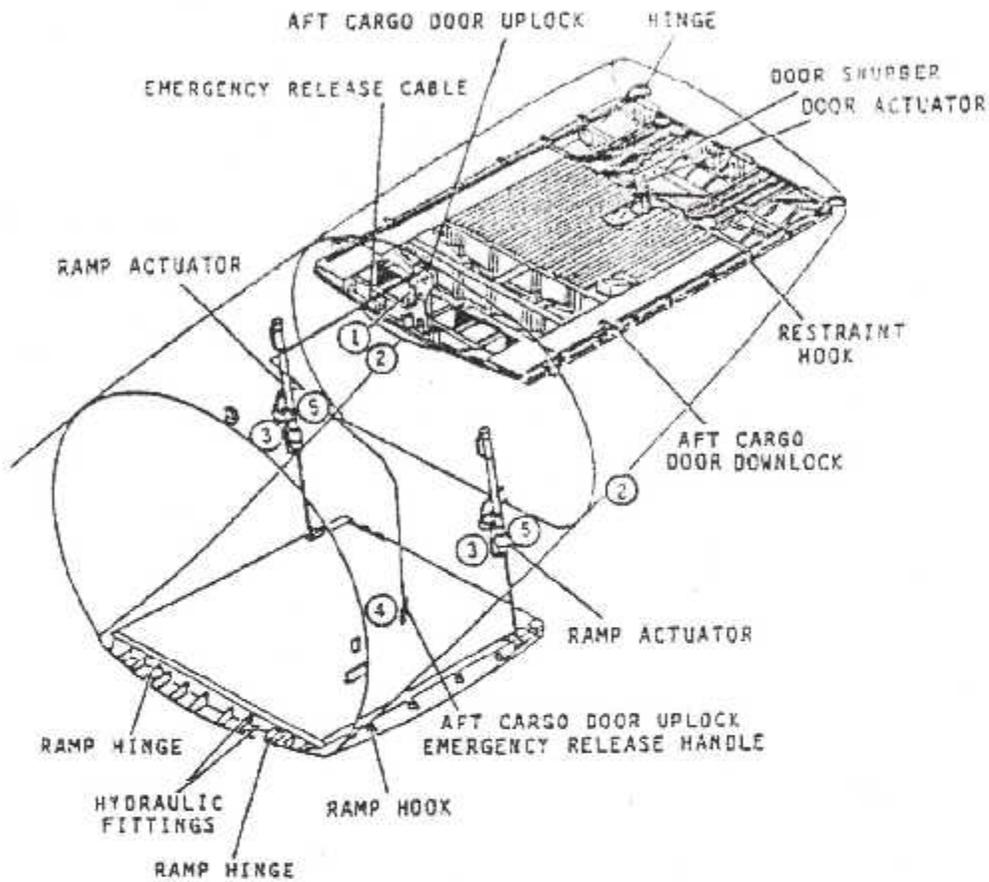


STIERER DUAL BRAKE CONTROL VALVE



WING FLAP ASYMMETRY BRAKE ASSEMBLY

DES ANEXES



SWITCH NO.	SWITCH NOMENCLATURE	SWITCH NO.	SWITCH NOMENCLATURE
①	DOOR UP-LOCK SWITCH	④	RAMP UPLOCK LOCK AND UNLOCK SWITCH
②	DOOR NOT LOCKED WARNING SWITCH	⑤	RAMP NOT LOCKED WARNING SWITCH
③	RAMP POSITION SWITCH		

RAMP AND AFT CARGO DOOR COMPONENTS

BIBLIOGRAPHIE :

➤ **C-130H/C-130H-30 HERCULES TRAINING MANUAL**

➤ **SABINA**

➤ **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE SOUS LE THEME :
PRINCIPE ET TECHNIQUE DE CONTROLE DES SYSTEMES
HYDRAULIQUES.**

Application aux système hydraulique de l'hercule C-130.