

République Algérienne Démocratique & Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur &
De la Recherche Scientifique



Université SAAD DAHLAB DE BLIDA
Faculté des sciences de l'ingénieur
Département d'Aéronautique

035/06
052
جامعة ساد داهلاب
البيضاء

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'études universitaires appliquées en
Aéronautique (D.E.U.A)

Spécialité : Propulsion

Option : Construction Aéronautique

Thème :

Étude descriptive du système hydraulique

de l'avion Airbus A330-200



Promoteurs :

M^R : Hamdi Larbi

M^R : Bentrads Houcine

Réalisé par :

M^R : Issolah Chafik

M^{lle} : Gountas Rebiha

Promotion 2005/2006

Résumé

Le travail proposé, consiste à étudier le système hydraulique de l'avion Airbus A330 - 200, avec les procédures nécessaires pour sa maintenance.

Abstract

Work suggested, consists to study the hydraulic system of the Aircraft Airbus A330-200, with the necessary procedure for its maintenance.



Dedicace



J'exprime ma profonde gratitude à Allah en tout lieu.

Ce resultat, fruit de plusieurs années d'études, d'efforts pour lesquelles le mérite revient d'abord à celle qui m'a donné la vie, et accompagné dans mon cursus. Cet espace est très limité pour exprimer ma gratitude, et mes pensées très fortes pour elle, pour avoir été toujours présente à mes côtés, et partageant les peines et les moments de joies.

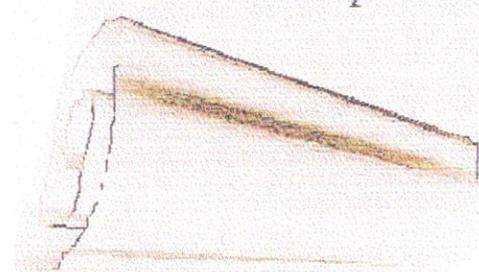
Je tiens à remercier mes parents, et je tiens à remercier tous ceux qui m'on aidé, en commençant par Mr Mansour Abdelmalek qui m'a offert la chance et tendu la main pour poursuivre les études que j'ai choisi, aussi je remercie Mme MIMOUNE rectrice de l'université de SAAD DAHLEB, et Mr Belhadj Malik qui m'a traité comme son fils.

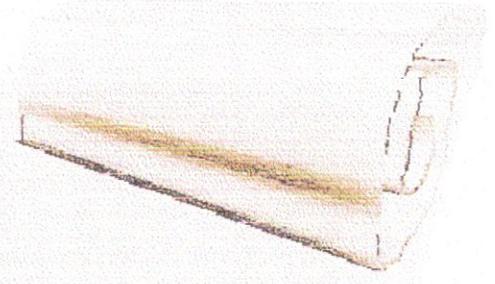
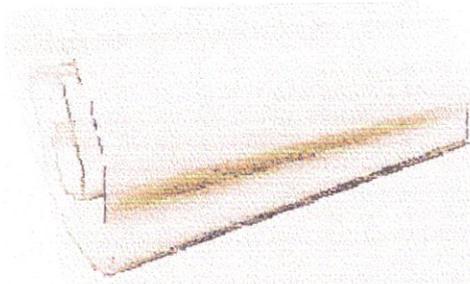
Je remercie également mes promoteurs Mr Hamdi Larbi et Mr Bentradi Houcine qui m'on encadré pour mon memoire, ainsi que Mme F. Saïdani et Mme Kenane "DRH Air Algerie", Mr Boudalia Yacine "base de Boufarik" ainsi que tous ceux qui m'on aidé au niveau de la base de maintenance d'Air Algerie surtout Mr L. Arbes, Mr Zemouri.

Je remercie aussi ma binome nacira, ainsi que mes amis avec qui j'ai passé mes 3 années à Blida, adel, brahim, merabet, kaid, saidoune, rabhi etc..

Et je dirais à ceux que je n'ai pas cité et qui m'ont aidé de près ou de loin de m'en excuser, pour toutes ces personnes, je voudrais leurs temoigner toute la gratitude et leurs présenter mes vifs remerciements pour toute l'aide et le soutien qu'ils m'ont apporté.

chafik,





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents à qui je souhaite une longue vie, à mes sœurs Aicha, Zahra, Houria, Farida et leurs maris. A mon frère Farid et sa femme Souhila.

A mes adorables neveux: Fahem, Hichem, Adlene, Zoufir, Bilal, Razki, Marwan spécialement Nadir.

A mes jolies nièces : Nadia, Kahina, Sabrina et Nabila.

A mes grands parents et mes cousins surtout Manel et Walid.

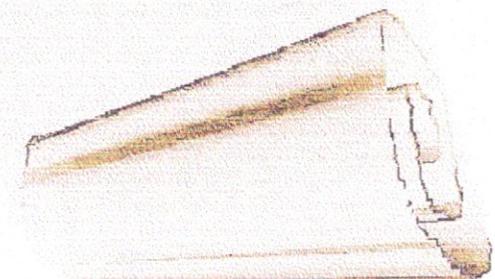
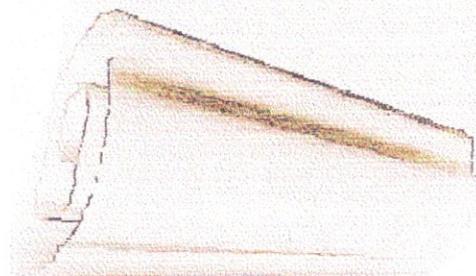
Pour mes amis (es) surtout Imene, Naila, Amel, Kfiachéja et Sara et Fatou.

A mon binôme Chafik,

A mes promoteurs Mr Hamdi Larbi et Mr Bentrad Hocine

A tous les gens qui me portent dans leurs cœurs surtout mon cher Kfidar.

Gountas nacira



THE
M
A
S
T
E
R
P
L
A
N
E
T
A
R
Y
S
Y
S
T
E
M
S

Introduction

L'hydraulique est une science basée sur l'étude des liquides en mouvement notamment l'eau. Dans l'antiquité l'énergie hydraulique a été utilisée par les grecs et les romains dans les moulins. L'énergie hydraulique a joué un rôle primordial dans la révolution industrielle.

Au début du 19^{ème} siècle bien que les machines à vapeur soient déjà mise au point mais étant donné la rareté du bois et du charbon et que l'énergie dégagée par ces combustibles soit peu efficace, il fallait donc trouver une énergie qui compense l'inefficacité et l'indisponibilité du charbon et du bois. Alors par remplacement on a pensé à l'énergie hydraulique.

L'aéronautique a évolué suivant deux périodes : Avant la seconde guerre mondiale, les commandes de vol étaient manuelles (le pilote devait appliquer une force manuelle qui agissaient directement sur les commandes durant cette période il fallait avoir de bonnes capacités physiques et morales pour être pilote. Après la seconde guerre mondiale, un changement des systèmes de commandes de vol devait être appliquée à cause des nouvelles conditions de vol qui devait être maîtrisées (élargissement du champ d'action des avions civils qui ont évolués du statut privilégié au statut transport de masse, et le développement de l'aviation militaire car les avions volaient à des vitesses de plus en plus grandes.

Le fonctionnement des commandes de vols hydrauliques exige l'utilisation de fluides qui sont aussi incompressibles que possible, et qui se déplacent avec un minimum de friction en plus de cela ils doivent résister aux contraintes thermiques dues aux effets joule dégagées par le fonctionnement des mécanismes, le fluide utilisé doit être le plus ininflammable possible et qui résiste aux grandes températures toute en respectant les normes de sécurité.

Malgré sa nature inflammable l'huile est l'un des fluides utilisés, mais pour cela les constructeurs ont procédé a des modifications en mélangeant plusieurs produits et en tirant les avantages de chacun des produits les constructeurs ont augmenté la résistance à la chaleur en augmentant l'acidité ce qui a rendu le fluide dangereux à la manipulation, cette acidité affecte les matériaux en les corrodants.

Il fallait donc faire des concessions en prenant un domaine qui assurait la résistance aux grandes températures tout en minimisant la corrosion et l'évaporation. Les fluides utilisés sont soit a base végétale, soit minérale, soit des fluides synthétiques.

Dans notre étude du système hydraulique on va décrire avant tout notre avion et ses principaux systèmes, puis on va voir le système hydraulique en général, après cela on aboutira à l'étude du système hydraulique de l'A330-200 et aborder la recherche de pannes sur ce système

SOMMAIRE

<i>Introduction</i>	1
<i>Chapitre I : description de l'A330-200</i>	2
<i>I. Description de l'A330-200</i>	2
<i>I.1. Généralités sur l'A330-200</i>	2
<i>I.2. Les dimensions de l'A330-200</i>	2
<i>I.3. Les principaux systèmes de l'A330-200</i>	4
✚ <i>Le système carburant avion</i>	4
✚ <i>Le système électrique</i>	8
✚ <i>Le système pneumatique</i>	10
✚ <i>Système hydraulique</i>	13
✚ <i>Le moteur</i>	13
✚ <i>Les commandes de vol</i>	18
<i>Chapitre II : présentation du système hydraulique</i>	22
<i>II. Éléments d'hydraulique</i>	22
<i>II.1/ Les liquides :</i>	22
<i>II.2/ Mouvement du liquide dans les tuyaux</i>	22
<i>II.3/ Les liquides hydrauliques</i>	25
<i>II.4/ Les différents types de circuits hydrauliques</i>	27
<i>II.5/ Les différents composants d'un circuit hydraulique</i>	27
<i>II.5.1/ Les pompes</i>	27
<i>II.5.2/ Le réservoir</i>	29
<i>II.5.3/ le filtre</i>	29
<i>II.5.4/ L'accumulateur</i>	30
<i>II.5.5/ Le clapet sélecteur</i>	32
<i>II.5.6/ le coupe-circuit</i>	32
<i>II.5.7/ Le régulateur de débit</i>	32
<i>II.5.8/ Le clapet baladeur</i>	32

II.5.9/ Le détendeur	32
II.5.10/ le manomètre	32
II.5.11/ Les vérins	33
II.5.12/ Les moteurs hydrauliques	34
Chapitre III : étude du système hydraulique de l'A330-200	35
III.1. Présentation du système hydraulique	35
III.1.A. Généralités	35
III.1.B. Description des composants	35
III.1.C. Utilisateurs	37
III.1.D. Contrôle et indications du système	37
III.2. Description du fonctionnement de circuit vert principal	39
1. Généralités	39
2. Description du système	42
3. L'alimentation en énergie	44
4. La description des composantes	45
III.3. Description de la pompe électrique verte	55
1. généralités	55
2. Description du système	55
3. L'alimentation	56
4. Description des composants	56
5. fonctionnement	58
III.4. Description de la turbine dynamique RAT	58
1. Description du Système	60
2. Description des composants	60
3. Tubulure de RAT	64
4. le Ressort contrefiche de la Rat	65
5. Panneau d'Arrimage de la RAT	65
6. L'interrupteur de surpassement Hydraulique	65
III.5. Description du système hydraulique bleu principal	67

1. Généralités	67
2. Description du Système	69
3. Alimentation en énergie	70
4. Description des composants	70
5. Fonctionnement/contrôle et indications	73
III. 6. Description de la pompe électrique bleue.....	74
1. Généralités	74
2. Description du système	74
3. Alimentation en énergie	75
4. Fonctionnement /contrôle et indications	75
III.7. Description du système hydraulique jaune principal	76
1. Généralités	76
2. Description du système :.....	78
3. Alimentation en énergie	79
4. Description des composants	79
5. Fonctionnement /Contrôle et indication	83
III.8. Description de la pompe électrique jaune.....	83
1. Généralités	83
2. Description du système	83
3. Alimentation en énergie	85
4. fonctionnement /Contrôle et indication.....	85
Chapitre IV : recherche de panne dans le système hydraulique A330-200.....	86
IV.1. Introduction à la recherche de panne	86
1. Introduction	86
2. Etapes de dépannage	86
3. causes de dépose injustifiée	86
4. les différentes méthodes de dépannage.....	86
5. classement de panne	87
6. Lecture de message de panne	88

<i>IV.2. Exemples de procédures d'isolation de panne dans le système hydraulique A330-200</i>	89
▪ <i>Premier exemple</i>	89
1. <i>causes possibles</i>	89
2. <i>informations sur le travail à effectuer</i>	89
3. <i>confirmation de la panne</i>	90
4. <i>isolation de la panne</i>	90
▪ <i>Deuxième exemple</i>	92
1. <i>Causes possibles</i>	92
2. <i>Informations sur le travail à effectuer</i>	92
3. <i>Isolation de la panne</i>	92
▪ <i>Troisième exemple</i>	95
1. <i>Causes possibles</i>	95
2. <i>Information sur le travail à effectuer</i>	95
3. <i>Confirmation de la panne</i>	95
4. <i>Isolation de la panne</i>	96
<i>V. CONCLUSION</i>	100

Liste des figures par chapitres

Chapitre I :

Figure I.1 : vue de face de l'A330-200.....	2
Figure I.2 : Vue de profil de l'A330-200.....	3
Figure I.3 : Vue de haut de l'A330-200.....	3
Figure I.4 : le circuit carburant de l'A330-200.....	4
Figure I.5 : le circuit électrique de l'A330-200.....	8
Figure I.6 : circuit pneumatique de l'A330-200	11
Figure I.7 : Le moteur CF680 E1.....	14
Figure I.8 : les modules principaux de réacteur.....	18
Figure I.9: les axes de l'avion	18
Figure I.10 : les commandes de vol de l'A330-200.....	21

Chapitre II :

Figure II. 1 : la transmission des forces par un liquide.....	23
Figure II.2 : un schéma d'une pompe manuelle.....	27
Figure II.3 : une pompe à engrenages.....	28
Figure II.3 : un filtre haute pression.....	30
Figure II.4 : l'accumulateur à vessie.....	31
Figure II.5 : l'accumulateur à piston.....	31
Figure II.6 : le vérin à simple effet.....	33
Figure II.7 : le vérin à double effet.....	33
Figure II.8 : le vérin symétrique.....	34

Chapitre III :

Figure III.1 : le circuit hydraulique.....	35
--	----

<i>Figure III.2 : le fonctionnement de l'HSMV.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure III.3 : le panneau hydraulique.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure III.4 : le circuit vert.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure III.5 : les utilisateurs de circuit vert.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure III.6 : Le panneau de service au sol.....</i>	<i>44</i>
<i>Figure III.7: le réservoir vert.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure III.8 : une pompe réacteur.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure III.9 : l'accumulateur de puissance.....</i>	<i>49</i>
<i>Figure III.10 : valve coupe feu.....</i>	<i>50</i>
<i>Figure III.11 : valve prioritaire.....</i>	<i>51</i>
<i>Figure III.12 : un filtre HP.....</i>	<i>52</i>
<i>Figure III.13 : un filtre BP.....</i>	<i>52</i>
<i>Figure III.14 : un filtre de drainage de carte.....</i>	<i>53</i>
<i>Figure III.15 : un indicateur de colmatage.....</i>	<i>53</i>
<i>Figure III.16 : le circuit vert auxiliaire.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure III.17: la pompe électrique.....</i>	<i>57</i>
<i>Figure III.18 : la RAT.....</i>	<i>58</i>
<i>Figure III.19 : les cas de déploiement automatique.....</i>	<i>59</i>
<i>Figure III.20 : composants de la RAT.....</i>	<i>60</i>
<i>Figure III. 21: la jambe de la RAT.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure III.22 : pompe hydraulique.....</i>	<i>62</i>
<i>Figure III.23 : le vérin de la RAT.....</i>	<i>63</i>
<i>Figure III.24 : tubulure de la RAT.....</i>	<i>64</i>
<i>Figure III.25: le circuit bleu.....</i>	<i>67.</i>
<i>Figure III.26 : les utilisateurs de circuit bleu.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure III.27 : le circuit jaune.....</i>	<i>76</i>
<i>Figure III.28 : les utilisateurs de circuit jaune.....</i>	<i>77</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : descriptif du module fan.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 2 : descriptif du module CORE.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 3 : descriptif de la turbine haute pression.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 4 : descriptif de la turbine basse pression.....</i>	<i>17</i>

chapitre I:

Description de l'Airbus A330-200

I. Description de l'A330-200 :

I.1. Généralités sur l'A330-200 :

L'Airbus A330 est géré par plusieurs systèmes qui sont étroitement liés entre eux et pour cela on va décrire globalement les principaux systèmes de notre avion.

Le 27 janvier 1986, l'A330 a été officiellement présenté, Quatorze mois plus tard, l'intérêt des compagnies aériennes dépasse largement les espoirs du constructeur qui s'était fixé un seuil de 40 exemplaires commandés par 5 transporteurs pour le lancement de la gamme.

En fait, en mars 1987 le carnet de commandes affiche déjà 109 appareils pour 9 clients. Approuvés et la campagne d'essai s'étale sur à peu près deux ans, malheureusement marqué le 30 juin 1994 par l'accident du prototype équipé par Pratt & Whitney.

La version 200 est plus petite que la version 300 d'environ 4 mètres de longueur mais elle gagne 2000 km d'autonomie ce qui fait son charme et ce qui explique son succès auprès des compagnies aériennes.

Notre compagnie aérienne Air Algérie a pour le moment 5 avions A330-200 à son effectif.

I.2. Les dimensions de l'A330-200

Comme montré sur la figure les dimensions de l'A330-200, une envergure d'aile importante de 60.4m et une longueur totale de 59m

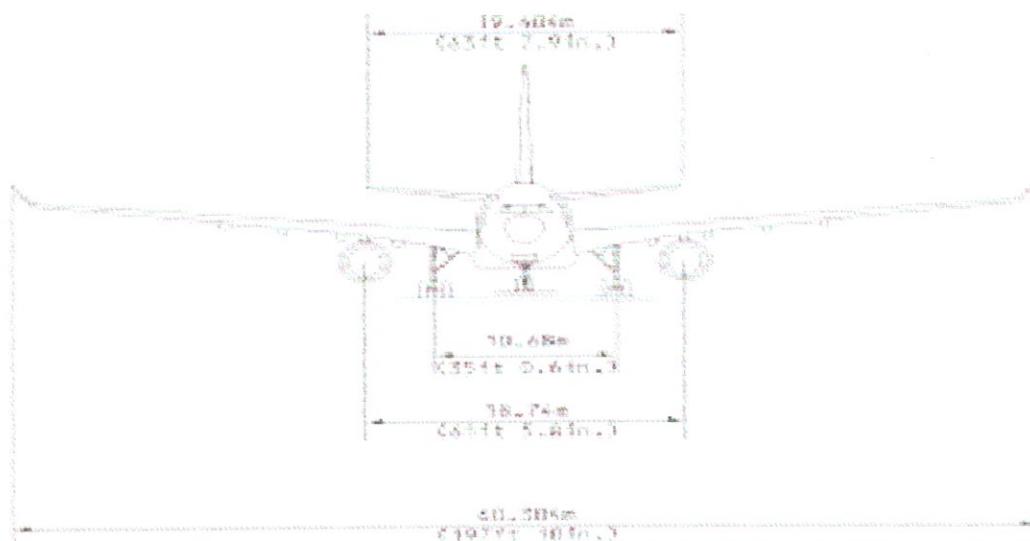


Figure I.1 : vue de face de l'A330-200

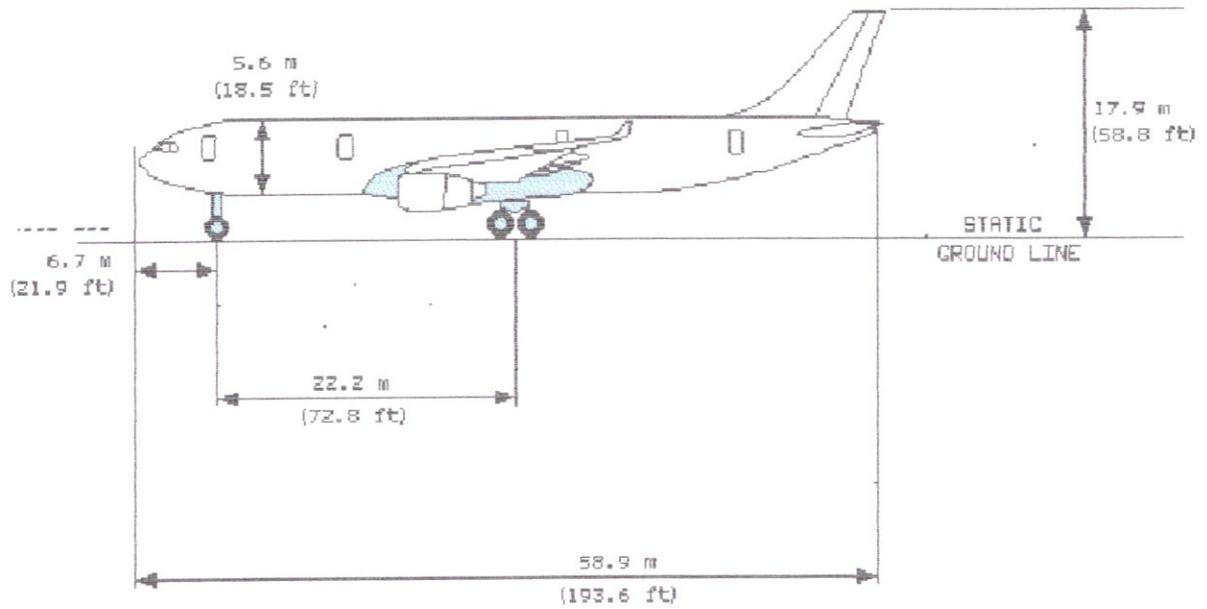


Figure I.2 : Vue de profil de l'A330-200

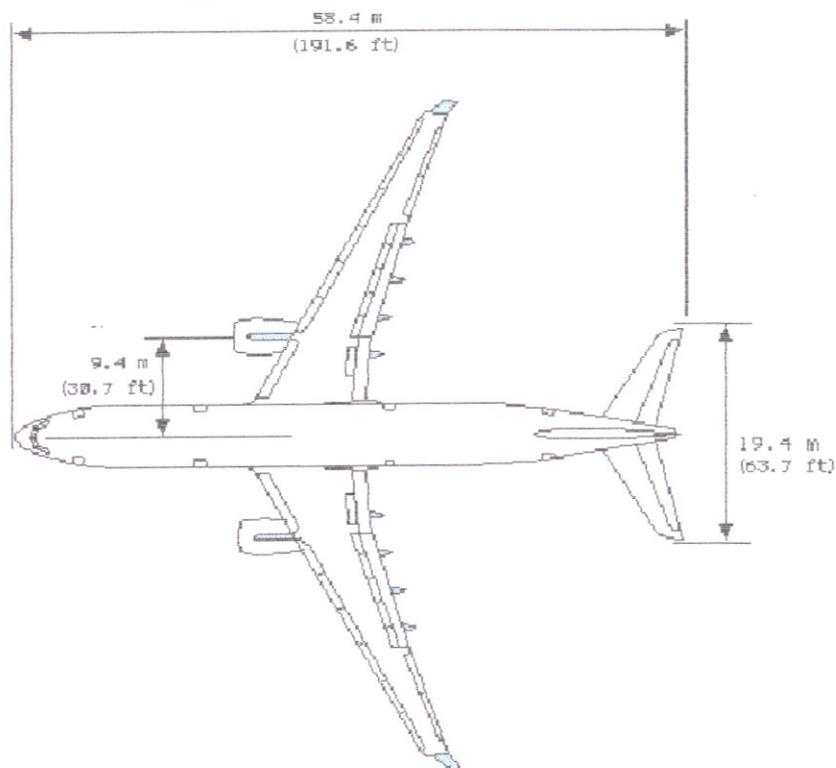


Figure I.3 : Vue de haut de l'A330-200

I.3. Les principaux systèmes de l'A330-200 :

L'airbus A330 est géré par plusieurs systèmes qui sont étroitement liés entre eux et pour cela on va décrire globalement les principaux systèmes de notre avion.

✦ **Le système carburant avion**

L'arrangement du système carburant est représenté comme sur la figure I.4

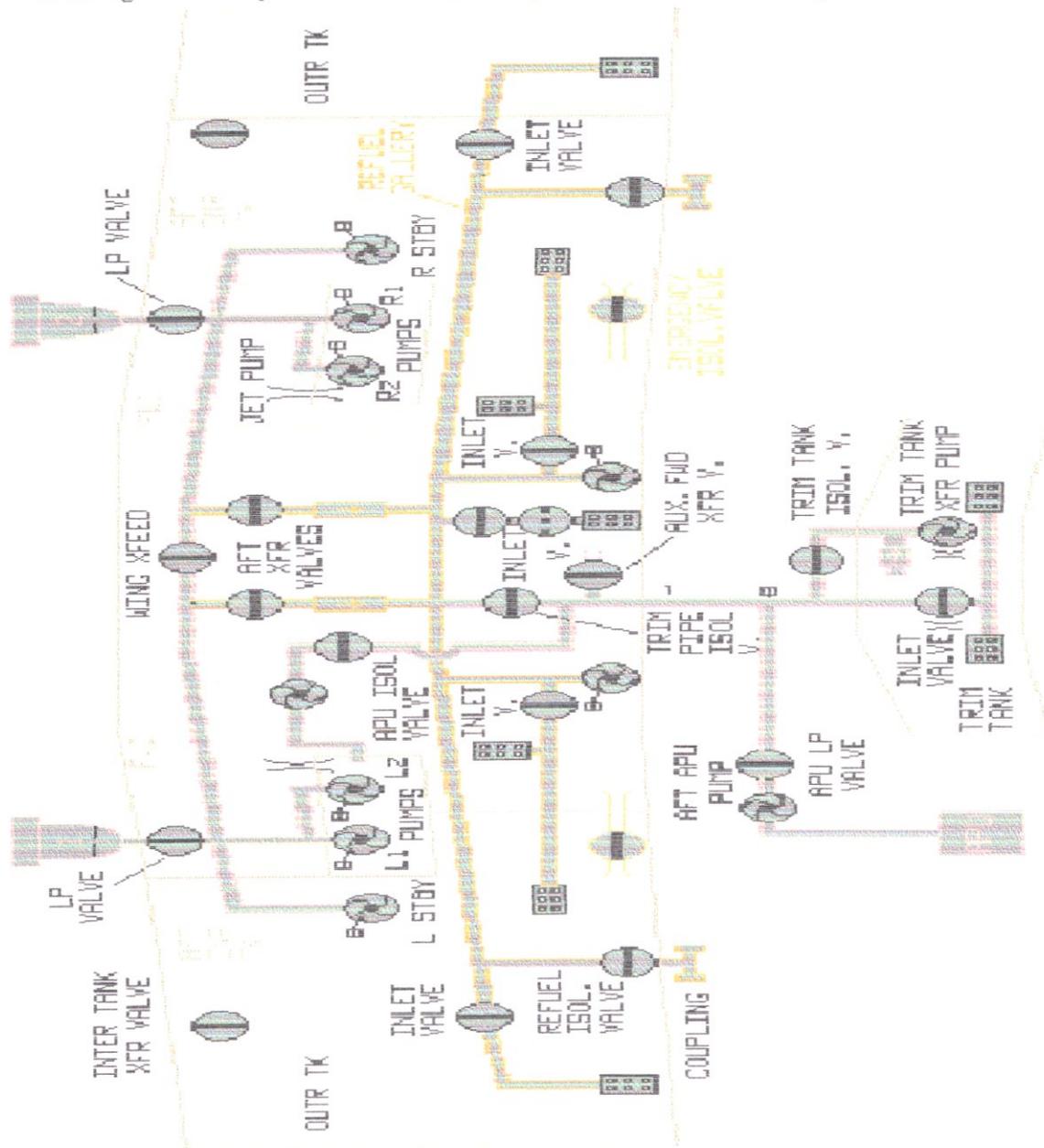


Figure I.4 : le circuit carburant de l'A330-200

Le carburant est entreposé dans six réservoirs avec des capacités respectives: Un réservoir interne dans chaque aile « 42000litres » , Un réservoir externe dans chaque aile « 3650litres » ,Un réservoir dans la section centrale d'aile « 41560litres » , Un réservoir d'équilibre dans le stabilisateur horizontal « 6230litres ».

Ces réservoirs épousent la forme des structures qui les enveloppent, les cloisons permettent le mouvement de l'air au dessus des réservoirs et au drainage du carburant et de l'eau par le fond.

Des soupapes auto fermantes de vidange d'eau sont disposées aux points bas de chaque réservoir, ce qui permet de remplacer un joint de valve sans vidanger le réservoir. Un traitement protecteur est appliqué à toutes les surfaces intérieures du réservoir comme prévention contre la corrosion et la contamination biologique. Le carburant qui reste dans les réservoirs de décharge est vidangé dans les réservoirs principaux.

Le système fournit le carburant aux moteurs et à l'APU et permet un déplacement du carburant entre les réservoirs d'ailes, le réservoir central et le réservoir d'équilibre du stabilisateur horizontal.

Le système fonctionne automatiquement. Le transfert du carburant entre les réservoirs est géré par le système de contrôle et de surveillance de carburant (FCMS) par des valves actionnées électriquement.

Le carburant est transféré en vol entre le réservoir d'équilibre du stabilisateur horizontal et les réservoirs intérieurs et centraux pour contrôler le centre de gravité de l'avion.

✓ Circuit principal de pompe carburant :

Trois pompes sont installées dans chacun des réservoirs intérieurs et deux pompes dans le réservoir central. Toutes ces pompes sont identiques. Chaque pompe est conduite par un moteur triphasé à courant alternatif et contenue dans une boîte métallique conçue pour permettre à la pompe d'être remplacé sans vidanger les réservoirs de carburant.

Chaque moteur est alimenté par un collecteur de boîte séparé et associée avec son réservoir d'aile intérieur pendant l'opération normale. Du carburant est transféré en vol à partir des autres réservoirs dans les réservoirs intérieurs pour assurer l'approvisionnement continu en carburant aux moteurs.

✓ Système de pompe carburant de l'APU :

L'APU est alimenté de la boîte gauche du collecteur du réservoir intérieur de l'aile ou du réservoir du stabilisateur horizontal. Deux pompes fournissent si nécessaire la pression d'admission appropriée à l'APU mais elles ne s'actionnent pas simultanément, ces pompes sont conduites par des moteurs monophasés à courant alternatif.

✓ Système de remplissage/vidange Réapprovisionnement au sol :

Deux couplages de remplissage/vidange sont placés sous chaque aile à l'extérieur du moteur.

Le réapprovisionnement complet en combustible d'un réservoir vide peut se faire en 35 minutes avec une pression appliquée aux couplages de 50 lbf/in² (345kpa).

Le système de contrôle de réapprovisionnement automatique en combustible emploie des entrées du circuit de signalisation de quantité et de niveau pour contrôler les valves de remplissage vidange et pour donner la charge présélectionnée de carburant exigée et la distribution correcte.

Une soupape d'admission électriquement commandée est fournie pour chaque réservoir. Tous les commutateurs de remplissage vidange et l'indicateur et présélecteur combinés sont montés sur un panneau simple de remplissage drainage placé sous le fuselage. Ce panneau est illuminé et possède une trappe articulée facilement démontable.

La fermeture de la trappe assure que tous les contrôles et indications sur le panneau sont électriquement isolés.

L'opération de réapprovisionnement complète en combustible peut être accomplie du panneau de remplissage vidange en utilisant seulement la puissance de la batterie. Un point de remplissage de ressource par graviter est placé dans chaque réservoir d'aile intérieure.

Une valve maîtresse de réapprovisionnement en combustible électriquement commandé avec un dispositif de soulagement de décharge est fourni aux couplages de remplissage/vidange. Cette valve est signalée à la fin par le choix de remplissage/vidange par « off » ou par le capteur de niveau du réservoir de décharge qui devient humide

✓ Vidange au sol :

Le système de contrôle est conçu de sorte que tous les réservoirs puissent être vidangés individuellement par l'utilisation de l'aspiration ou des pompes carburant principales.

✓ Système de contrôle et de surveillance de carburant (FCMS) :

Le contrôle se fait par deux ordinateurs de surveillance de carburant (FCMC) qui fournissent les fonctions suivantes:

- ❖ Indication et mesure de quantité de carburant.
- ❖ Le Contrôle du transfert de carburant
- ❖ Le contrôle du Centre de gravité
- ❖ Sensation de niveau
- ❖ Indication de la température de carburant
- ❖ Le contrôle de réapprovisionnements en combustible

✓ Systeme d'intercommunication :

Il est possible d'alimenter le moteur d'une aile à partir de la boîte du collecteur dans l'aile opposée grâce à une valve d'intercommunication.

Les pompes carburant de l'APU sont de type prises sphériques équipées de vérins électriques à double effet, le vérin est remplaçable sans la dépose du réservoir carburant.

✓ Systeme d'équilibre de transfert de réservoir :

Une pompe de transfert avant est placée dans le stabilisateur horizontal pour le transfert de carburant du réservoir d'équilibre aux réservoirs d'aile centrale et intérieure. Les réservoirs d'équilibre sont alimentés avec du carburant à partir de l'aile et des réservoirs centraux par la pompe principale et les pompes de réservoirs centraux.

✓ Isolation du Carburant

❖ *Moteur*

L'alimentation en carburant pour chaque moteur est contrôlée par une valve LP (BASSE PRESSION) de type prise sphérique à vérin électrique double effet. Les valves BP sont installées sur la face du longeron. Le vérin électrique est remplaçable de l'extérieur de du réservoir. Chaque valve LP est contrôlée par le système d'extinction de feu et la manette des gaz.

❖ *APU :*

Une valve d'isolation de l'APU est de type sphérique équipée d'un vérin simple effet est installée sur la section centrale du longeron arrière.

Une vanne d'arrêt LP APU de type sphérique équipée d'un double moteur électrique est installée dans l'arrière du fuselage. Les deux valves sont contrôlées par le système d'extinction de feu.

✓ Indications

1. *Cockpit :*

Chaque bouton-poussoir de pompe carburant incorpore des indications « off » et « fault » (basse pression). L'indication de position est donnée pour ces valves électriquement actionnées liées à l'alimentation en carburant et au transfert de carburant. Une indication de bas niveau de carburant et de température du carburant est donnée.

2. *Indicateurs magnétiques manuels :*

Le réservoir central et les réservoirs d'ailes sont équipés de système de lecture directe et secondaire de quantité de carburant pour l'usage au sol.

3. Témoin de quantité :

Un circuit de signalisation de quantité de carburant est fourni pour donner un affichage numérique du contenu de chaque réservoir carburant en kilogrammes, l'affichage est indiqué simultanément dans le cockpit et au panneau remplissage/vidange.

Le carburant total est indiqué sur le panneau ENG/WARN et l'affichage du système carburant. Les signaux sont également disponibles sur un bus de données pour l'usage, comme exigé, par d'autres circuits de bord.

Le système est de type capacitif, et toutes sondes, capteurs, et câbles exigés dans les réservoirs sont accessibles via des trous dans les revêtements inférieurs des ailes et du stabilisateur horizontal et du longeron arrière du réservoir central.

✦ Le système électrique

Le système électrique de l'A330-200 est représenté sur la figure I.5

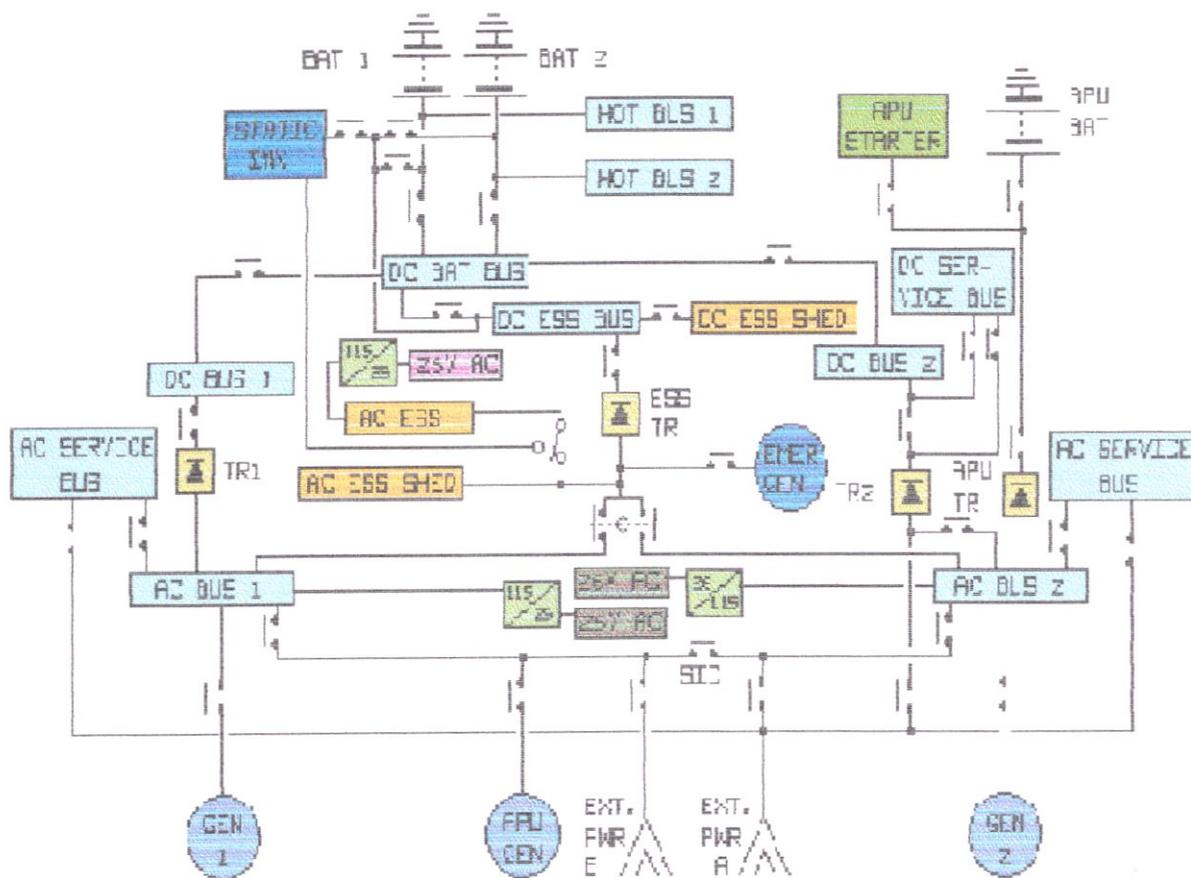


Figure I.5 : le circuit électrique de l'A330-200

1. La génération principale :

Afin d'assurer le bon fonctionnement des éléments de ses aéronefs, le constructeur Airbus a préconisé trois sources d'énergie à savoir : source pneumatique, hydraulique et électrique. L'aéronef nécessite non seulement des tensions alternatives mais également des tensions continues ; ceci d'une part. d'autre part Airbus a placé un système de secours sur avion en cas de pertes des sources d'énergie principale : IDG1, IDG2 , APU ,et les batterie.

Le système électrique de l'A330-200 est triphasé (115/200 V), composé d'un courant alternatif à une fréquence constante de 400 Hz, et un courant continu de 28 V. Chaque moteur entraîne un générateur de courant alternatif .Un autre générateur de courant alternatif est entraîné par l'APU. Les systèmes de distribution du courant alternatif et courant continu alimentent seulement les fonctions principales lors des phases d'atterrissage et décollage.

2. La génération alternative

2.1. La génération intégrée IDG

Deux générateurs intégrés sont installés, un pour chaque moteur. Ils délivrent un courant alternatif d'une fréquence constante de 400 Hz. Chaque IDG est équipé d'un mécanisme de débranchement actionné électriquement à partir du cockpit. On contrôle la température de l'IDG avec une sonde qui mesure la température d'huile de refroidissement à la sortie de l'IDG.

IDG : C'est un bloc qui se trouve au niveau de la boîte d'accessoire du réacteur, il est composé d'un ensemble alternateur avec un CSD

CSD : c'est un ensemble hydromécanique, il reçoit à l'entrée une vitesse variable, et il entraîne l'alternateur à sa sortie avec une vitesse constante

Alternateur : c'est une machine synchrone qui délivre une tension alternative

2.2. La génération auxiliaire

Le générateur a un rendement nominal de 115 KVA. Il est entraîné à une vitesse constante par l'APU. L'APU fournit une source pneumatique et électrique au sol et en vol

2.3. La génération de secours

Un générateur est installé pour fournir le courant alternatif de secours par l'intermédiaire d'un transformateur de puissance. Le courant de secours est fourni par le générateur en vol, et par le groupe de parc au sol.

2.4. Inverseur statique

Il transforme le courant continu délivré par les batteries en courant alternatif pour assurer l'alimentation des servitudes nécessaires en courant alternatif.

2.5 .fonctionnement, contrôle et protection de circuit de génération

En fonctionnement normal une panne du générateur n'a pas pour conséquence la perte des charges électriques.

Un système de commande et de protection, équipements d'incorporation de BITE est consolidé dans des boîtiers de contrôle d'alternateur. Les données associées sont transmises au système central d'entretien (CMS)

2.6. Unité de contrôle GCU

Un GCU est installé pour chaque générateur, chaque GCU contient un régulateur de tension, les systèmes de protection du circuit de génération et tous les systèmes de contrôle de la génération surveillent la tension et la fréquence du circuit de génération et détectent les pannes.

3. Génération de courant continu

En cas de perte des trois sources d'énergie électrique (IDG1, IDG2, APU) deux batteries de 40 Ah du nickel/ cadmium sont installées dans l'avion pour assurer l'alimentation des servitudes nécessaire. Il est possible de charger les batteries à tout moment quand le courant alternatif est disponible sur l'avion. Il est possible d'isoler chaque batterie par des commandes au cockpit.

4. Energie externe

L'avion peut être alimenté de l'extérieur par un courant alternatif à travers deux prises de parc, chaque prise a une capacité de 90 KVA .

La puissance externe fournie automatiquement peut donner des charges maximum de 180 KVA, elle est commandée par les boutons poussoir externes.

Si au cours d'alimentation externe il y'a quelconque interruption les boutons poussoir et les commutateurs de la bus bar au sol se déclenchent automatiquement

✚ Le système pneumatique

Le système pneumatique de l'A330-200 est comme présenté sur la fig. I6

Le système pneumatique sert à recréer en altitudes les mêmes conditions de vie qu'au niveau du sol tel que la pression en assurant le confort de l'équipage et des passagers. Un organisme humain peut vivre dans de bonnes conditions de bien-être jusqu'au 2500 m, pour des altitudes supérieurs. Il est nécessaire de maintenir à l'intérieur de la cabine une pression constante correspondante au maximum à cette altitude.

Ainsi l'être humain dans les conditions normales de température consomme l'oxygène et rejette du gaz carbonique et dégage de la vapeur d'eau. Il est donc nécessaire de renouveler l'air.

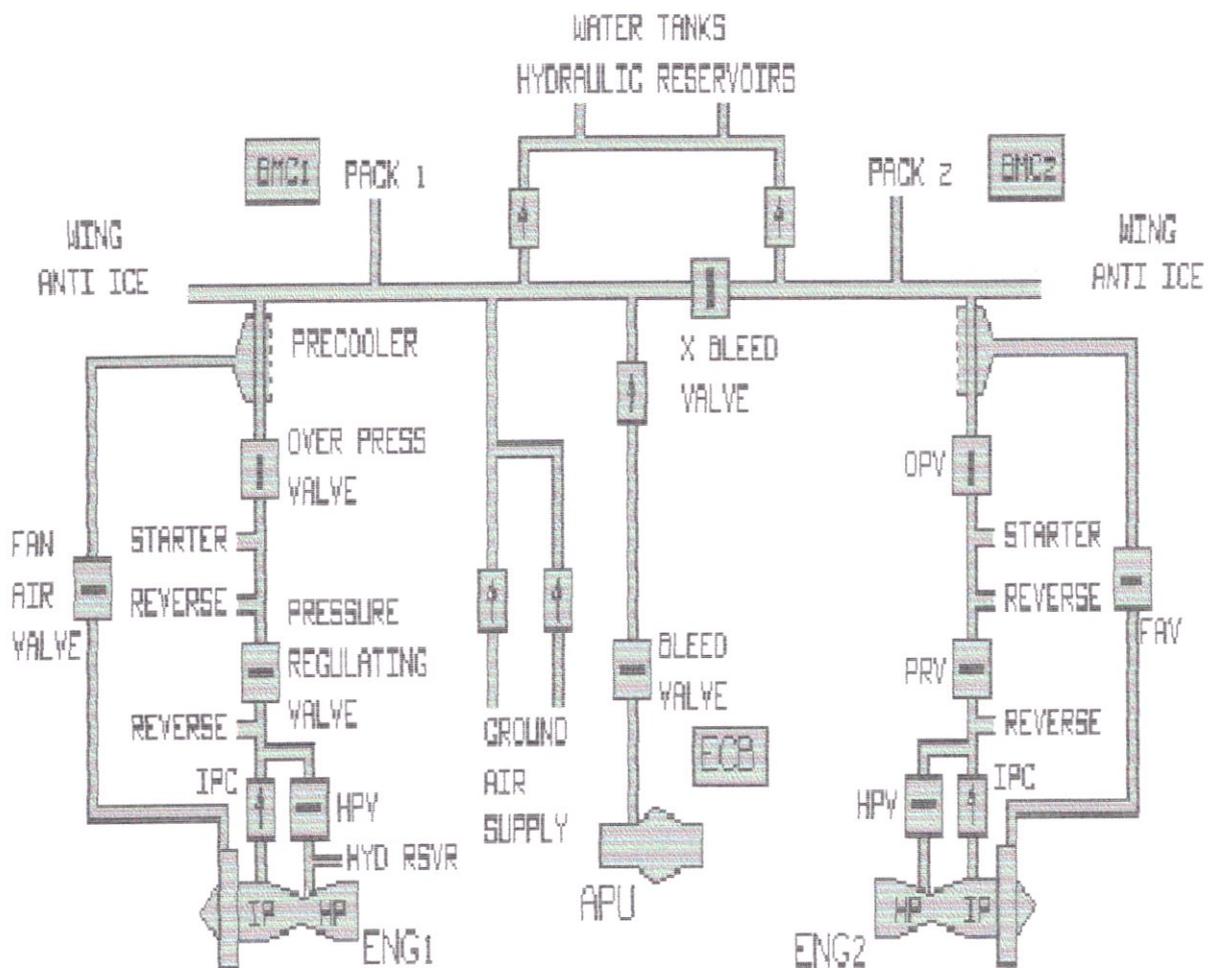


Figure I.6 : circuit pneumatique de l'A330-200

Les systèmes suivants nécessitent l'énergie pneumatique :

- climatisation et système de pressurisation.
- système de protection antigivrage d'aile.
- système de démarrage moteur.
- circuit de pressurisation de l'eau.
- circuits hydrauliques.
- Inversion de poussée des moteurs Général Electric.

Les sources d'air :

- Des purges d'air de divers étages compresseurs moteurs
- l'APU

- Une source équivalente d'approvisionnement HP (HAUTE PRESSION) au sol.

Un conduit équipé d'un double moteur, valve d'isolement actionnée électriquement est installé pour fournir l'intercommunication en cas de l'échec du dispositif de purge en vol, et pour l'usage d'une source d'air simple au sol. Avec une soupape de remplissage ouverte l'air peut être fourni pour:

- dispositifs de climatisation du moteur sur une aile ou sur l'autre et de l'APU ou une source extérieure HP au sol.
- Systèmes antigivrage d'aile.
- Démarrage Moteurs à partir de l'APU, ou une source extérieure HP, ou de l'autre moteur.

Prise d'alimentation d'air moteur :

L'air des moteurs est tiré des orifices d'écoulement IP (pression intermédiaire) ou HP sur le compresseur HP selon les caractéristiques du moteur. Le système de ventilation de chaque moteur est contrôlé et surveillé par un ordinateur de surveillance de soutirage (BMC).

La fermeture électrique de la soupape de commande HP est contrôlée par l'unité de commande électronique du moteur (EECU) pour les moteurs du type Pratt &Whitney et Rolls-Royce.

La pression et la température de l'air sont contrôlées dans chaque pylône/nacelle moteur au moyen de: sécurités et soupapes de contrôle de pression, Un étage de refroidissement (fan du moteur) LP pré réfrigérateur d'air, Un système de contrôle de la température.

Purge de l'air de l'APU ou approvisionnement externe haute pression :

L'alimentation de l'APU et l'approvisionnement externe HP des systèmes utilisateurs s'effectue sans traitement de la température ou de la pression

Les indications :

Les indications de vol pour l'équipage sont montrées sur le système d'affichage et les contrôles associés qui sont situés sur le panneau supérieur. L'information d'entretien est signalée au système central d'entretien.

Détection de fuite :

Un système de détection de surchauffe est placé à proximité de la canalisation d'air chaud dans les secteurs suivants: le pylône de moteur, ailes et partie centrale du fuselage comme requis, système pneumatique chaud de l'APU dans le fuselage.

Des avertissements visuels et auditifs de surchauffe sont placés dans le cockpit. Le système est muni d'un circuit d'essai pour vérifier les éléments de sensation par l'intermédiaire du BMC.

✦ Système hydraulique

Le système hydraulique se compose de 3 circuits indépendants et qui fonctionnent simultanément dans les conditions normales sous une pression de 20600 kpa.

Le fluide utilisé est de type inflammable de basse densité de phosphate. Chaque circuit a son propre fluide (pas de transfert de liquide entre les 3 circuits)

On trouve 3 réservoirs, un pour chaque système. chaque réservoir est doté d'une valve de dépressurisation et de drainage.

Les 3 circuits : vert, bleu, jaune contrôlent les commandes primaires et secondaires de l'avion.

Dans chaque circuit on note la présence d'un accumulateur qui fait délivrer une pression qui ne doit pas dépasser 17 200 kpa, ainsi les jauges de pression qui sont disposées après chaque point de charge.

La protection de ces 3 circuits est assurée par des filtres de différents types :

- Le filtre BP pour la ligne de retour au réservoir
- Filtre HP pour la ligne de servitude
- Filtre cartouche qui est facilement interchangeable avec indicateur de colmatage

Il est possible de remplacer les filtres sans perte de liquide. L'énergie hydraulique est partagée en deux catégories la principale et l'auxiliaire.

Le circuit vert est pressurisé par deux pompes une pour chaque moteur, le circuit jaune est par une pompe de moteur droit, le circuit bleu est pressurisé par une pompe de moteur gauche. On trouve une pompe manuelle installée dans le circuit jaune.

La pression, la basse pression de chaque système, la température et la quantité de fluide et d'autres informations sur le système sont indiquées dans le cockpit.

✦ Le moteur

L'Airbus A330-200 est propulsé par deux moteurs de type CF6 80 E1 (figure I.7). Le CF680 E1 est un turbo fan à double corps conçu par GE avec un taux de dilution élevé par rapport aux autres moteurs (5 à 5.1).

Ce moteur est d'une poussée de 67000 à 7200 LB, Il est l'un des moteurs les plus légers de sa catégorie, il est équipé de l'automatisation des systèmes tel que le circuit carburant qui est asservi et régulé à l'aide d'un calculateur ECU

La conception modulaire est l'une des particularités de ce moteur, dont 5 modules facilitent son entretien sans le désassemblage général du moteur.

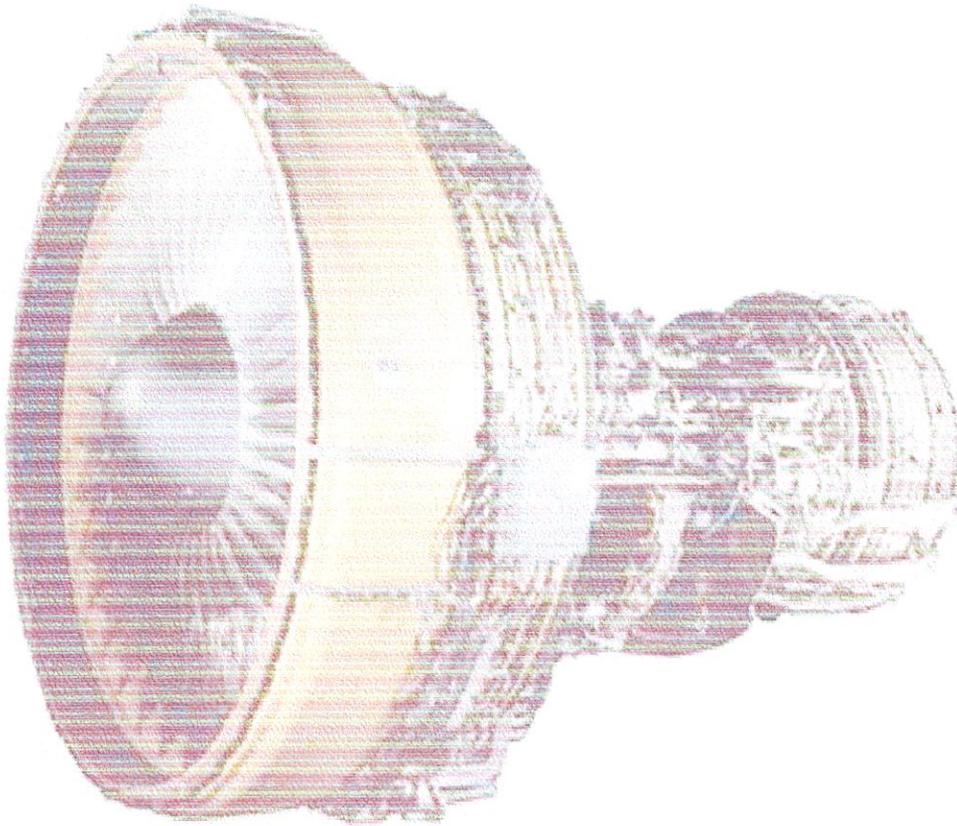


Figure I.7 : Le moteur CF680 E1

1. caractéristiques principales du réacteur

LE Cf6-80- E1 FADEC présente les caractéristiques suivantes :

- Poussé statique maximale : (F)
Z = 0 Température ambiante < 32.2° C
F = 67000 à 72000 lbs : 30000 à 32700 Kg
- Poussée assurée par le flux primaire : 20% de la poussée totale.
- Poussée assurée par le flux secondaire : 80% de la poussée totale.
- Poussée inverse : 40% de la poussée directe du fan ;
- Masse du réacteur à nu : 5100 Kg
- Diamètre de l'entrée d'air : 3.03 m.
- Longueur du moteur : 7.33 m
- Taux de dilution : 5.1/1.

- Rapport manométrique de compression : 34.8/1.

*** Capotages :**

Capot fan
 Capot reverse
 Capot core

*** Régime N1 :**

100% = 3280 tr/mn.
 117.5% = 3854 tr/mn. (Maximum).

*** Régime N2 :**

100% = 9827 tr/mn.
 112.5 % = 11055 tr/mn (Maximum).

*** EGT Maximale 975°C**

***EGT maximale au démarrage 750° C**

2. description des modules

Ce moteur est constitué de :

- ❖ module fan
- ❖ module core
- ❖ module turbine haute pression
- ❖ module turbine base pression
- ❖ module boîte d'entraînement des accessoires

Le moteur est divisé en deux parties principales :

❖ MODULE FAN :

Ce module est constitué de cinq (05) étages compresseur basse pression dont le premier étage constitue le fan. Le fan engendre à lui seul le flux secondaire. Le module fan est entraîné par la turbine basse pression.

	ROTOR	STATOR	O G V	MATERIAUX UTILISES	
				ROTOR	STATOR
FAN	38	96	80	Titane	Titane
2 ^{ème} ETAGE	62	130		Titane	Titane
3 ^{ème} ETAGE	71	130		Titane	Titane
4 ^{ème} ETAGE	80	140		Titane	Titane
5 ^{ème} ETAGE	71	108		Titane	Titane

Tableau 1 descriptif du module fan

❖ MODULE CORE :

Ce module est constitué d'un compresseur haute pression à quatorze (14) étages, d'une chambre de combustion de type annulaire équipée de trente (30) injecteurs et de deux (02) allumeurs à haute tension position 3 H 30 et 5 H30 .

L'entrée d'air du compresseur haute pression est équipée de trente quatre (34) aubes de pré rotation à calage variable. Les cinq (05) premiers étages compresseur haute pression comportent des aubes de stator à calage variable. L'ensemble des aubes de pré rotation et des stators à calage variable constitue le dispositif anti-pompage du compresseur haute pression. Le compresseur haute pression est entraîné par la turbine haute pression.

	ROTOR	STATOR	MATERIAUX UTILISES	
			ROTOR	STATOR
1 ^{ère} ETAGE	36	36	Titane	A-286
2 ^{ème} ETAGE	26	40	Titane	A-286
3 ^{ème} ETAGE	42	46	Titane	A-286
4 ^{ème} ETAGE	45	50	Titane	A-286
5 ^{ème} ETAGE	48	58	Titane	A-286
6 ^{ème} ETAGE	54	64	Titane	A-286
7 ^{ème} ETAGE	56	72	Titane	A-286
8 ^{ème} ETAGE	64	68	Titane	A-286
9 ^{ème} ETAGE	66	76	Titane	A-286
10 ^{ème} ETAGE	66	80	Titane	A-286
11 ^{ème} ETAGE	76	80	INCONEL 718	A-286
12 ^{ème} ETAGE	76	84	INCONEL 718	A-286
13 ^{ème} ETAGE	76	80	INCONEL 718	A-286
14 ^{ème} ETAGE	76	112	INCONEL 718	A-286

Tableau 2 : descriptif du module CORE

❖ TURBINE HAUTE PRESSION :

Ce module est constitué de deux (02) étages. La turbine haute pression entraîne le compresseur haute pression et la boîte d'entraînement d'accessoires.

	ROTOR	STATOR	MATERIAUX UTILISES	
			ROTOR	STATOR
1 ^{ère} ETAGE	46	80	X- 40	RENE 80
2 ^{ème} ETAGE	48	74	RENE 80	RENE 80

Tableau 3 : descriptif de la turbine haute pression

❖ MODULE TURBINE BASSE PRESSION :

Ce module est constitué de cinq (05) étages. La turbine basse pression entraîne le compresseur basse pression.

	ROTOR	STATOR	MATERIAUX UTILISES	
			ROTOR	STATOR
1 ^{ère} ETAGE	54	118	INCONEL 718	RENE 77
2 ^{ème} ETAGE	96	124	INCONEL 718	RENE 77
3 ^{ème} ETAGE	120	88	INCONEL 718	RENE 77
4 ^{ème} ETAGE	126	88	INCONEL 718	RENE 77
5 ^{ème} ETAGE	144	98	INCONEL 718	RENE 77

Tableau 4 : descriptif de la turbine basse pression

❖ MODULE BOITE D'ENTRAÎNEMENT D'ACCESSOIRES :

L'attelage haute pression entraîne le boîtier des accessoires et reçoit le mouvement du démarreur par l'intermédiaire d'une prise de mouvement et d'une boîte de transfert. Le boîtier des accessoires est fixé à la partie inférieure du carter stator compresseur. Les différents accessoires qui équipent le boîtier sont :

* Sur la face avant :

- Un (01) régulateur carburant (HMU).
- Une (01) pompe de pression et cinq (05) pompes de récupération d'huile ;
- Une (01) pompe hydraulique.
- Un (01) tachymètre N2.
- Un (01) alternateur (pour l'alimentation du ECU).

* Sur la face arrière :

- Une (01) pompe carburant haute pression.
- Un (01) démarreur.
- Un (01) alternateur (IDG).

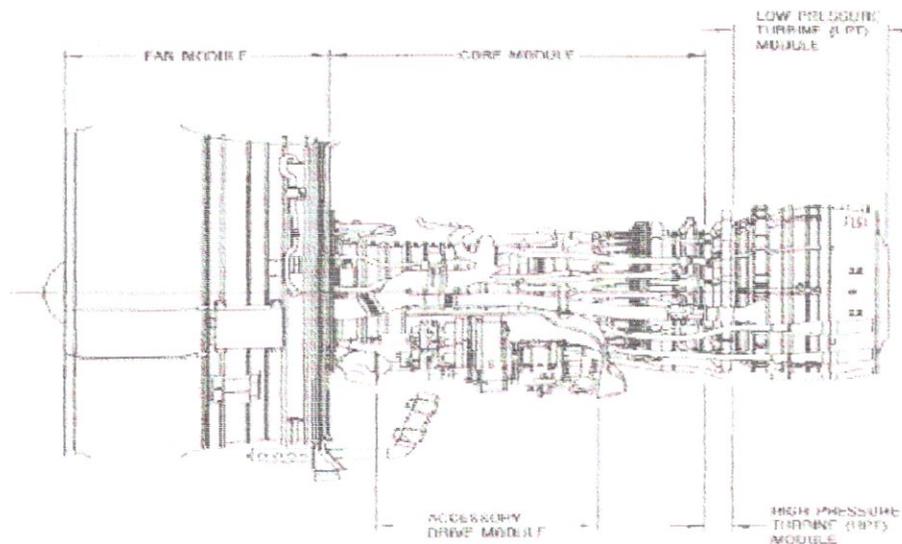


Figure I.8 : les modules principaux de réacteur

4 Les commandes de vol

Les commandes de vol incluent des dispositifs qui sont utilisés pour contrôler la trajectoire de l'avion au roulis, au lacet, et à l'ascension et pour le contrôle de la portance des ailes et incluant les aérofreins et les fonctions d'allègement des charges de manœuvres.

On distingue :

- ❖ Les commandes de vol primaires grâce auxquelles on commande les évolutions (gouvernes)
- ❖ Les commandes de vol secondaires grâce auxquelles on modifie la configuration aérodynamique de l'avion.

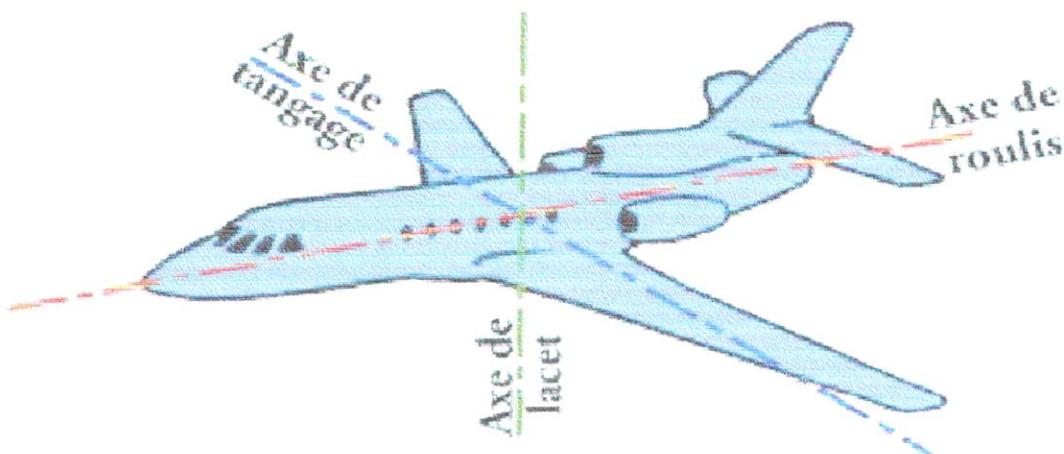


Figure I.9: les axes de l'avion

Les commandes du pilote comprennent:

- Deux minis manches « side sticks » électriquement couplés pour le lancement et le contrôle latéral, un sur chaque console latérale.
- Deux compensateurs de profondeurs interconnectées sur le pupitre central qui assurent l'équilibre de lancement.
- Deux paires de palonniers.
- Un levier de commande qui combine les commandes de l'aérofrein / élévateur sol sur le pupitre central
- Un levier de commande de Slats / flaps sur le pupitre central

Toutes les surfaces sont hydrauliquement enclenchées et électriquement signalées par l'intermédiaire des ordinateurs.

1. Ordinateurs de commande de vol :

La signalisation électrique des ailerons, du gouvernail de direction, des élévateurs, du stabilisateur horizontal, et des spoilers est commandée par deux types différents d'ordinateur:

- ordinateur primaire de commande de vol (FCPC),
- ordinateur secondaire de commande de vol (FCSC).

La configuration du system permet la poursuite du vol après une panne simple d'un canal. Le FCDS (flight control data concentrator) communique avec le FCPC et le FCSC pour fournir les fonctions au BITE système et le processus d'information pour l'indication et les enregistrements

La signalisation électrique des SLATS et des FLAPS est contrôlée par deux SLATS et FLAP Control Computers (SFCC). La configuration du système permet la poursuite du vol après une panne simple d'un canal.

2. Allègement des charges de Manœuvre (MLA) (maneuver load allègement)

Le circuit de commande de vol inclut une fonction de MLA. Le but de la fonction de l'allègement de charge de manœuvre (MLA) est de réduire les charges appliquées aux ailes au court de grandes manœuvres.

3. Aileron :

Deux ailerons sur chaque aile commandent l'avion suivant l'axe de roulis (complété par des spoilers), et contribuent également à l'ascension et au MLA. Chaque aileron doit être conduit par deux vérins hydrauliques. Les vérins adjacents sont alimentés à partir de différents circuits hydrauliques.

4. Gouverne de direction : (Rudder)

Une gouverne de direction commande l'avion suivant l'axe de lacet. La gouverne de direction est conduite par trois vérins hydrauliques alimentés à partir de différents circuits hydrauliques. La course de la gouverne est limitée à un angle faible pour éviter sa cassure.

L'équilibre de la gouverne de direction est fourni par des commutateurs situés sur le piédestal. La commande de gouverne de direction alternative est fournie en cas de perte de commande de gouverne de direction normale.

5. Gouverne de profondeur (Elevators) :

Un élévateur de chaque côté du stabilisateur horizontal commande l'avion à l'axe de tangage. Chaque élévateur est conduit par deux vérins hydrauliques, les vérins adjacents sont alimentés à partir de différents circuits hydrauliques.

6. Stabilisateur horizontal Trimmable (THS)

Le stabilisateur horizontal équilibre l'avion à l'axe de lacet. Le stabilisateur horizontal est enclenché par un vérin conduit par deux moteurs différentiels couplés alimentés par différents circuits hydrauliques.

La position du stabilisateur horizontal est signalée soit automatiquement ou par les volants de commande.

7. Les Flaps :

Au deux rebords arrière, des éléments simples « flaps Fowler » sont placés sur chaque aile. Les flaps, en conjugaison avec les Slats et les ailerons, fournissent la configuration d'ascension de l'avion.

Les flaps sont portés par des chariots et conduits par des vérins rotatifs, chaque flap intérieur fonctionne sur deux voies et chaque flap externe sur trois voies.

8. Spoilers

Six spoilers sur chaque aile fournissent les fonctions suivantes:

- ❖ commande de roulis.
- ❖ réduction de vitesse en vol.
- ❖ limitation d'ascension au sol.
- ❖ MLA (spoilers 4.5 et 6)

À l'atterrissage, un limiteur échelonné d'ascension est fourni pour améliorer l'efficacité du freinage. Chaque spoiler est employé avec un vérin simple. Les trois circuits hydrauliques sont employés avec un système simple fourni à chaque vérin

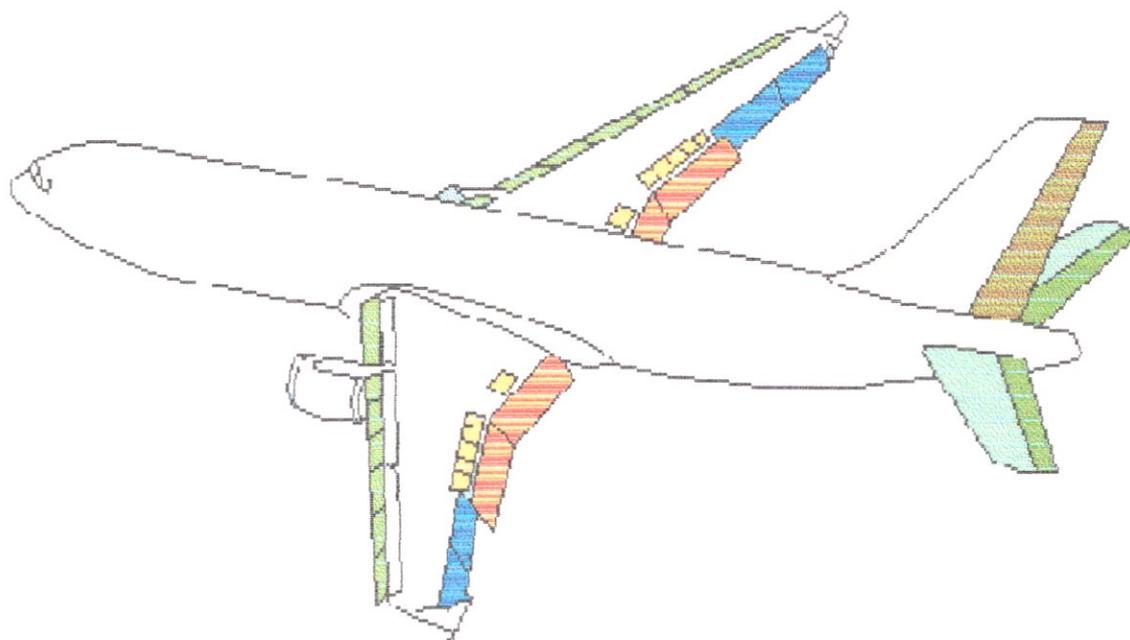
9. Les Slats :

Sept Slats principaux sont fournis sur chaque aile. Les Slats sont soutenus sur des voies et conduit par les vérins rotatifs. Le système de déclenchement se compose d'une PCU actionnant un système simple de transmission de torsion d'arbre « drive shaft ».

La PCU se compose de deux moteurs hydrauliques à engrenages différentiels indépendamment alimentés fonctionnant simultanément.

Dans les conditions d'une panne simple du système d'alimentation en énergie, le moteur restant fournit le rendement complet du couple d'arbre pour actionner le système à un taux réduit.

Des freins, contrôlés par le SFCC, sont installés pour arrêter le système en cas du mouvement symétrique ou asymétrique non contrôlé des Slats.



- | | |
|--|---|
|  Flaps |  slats |
|  Aileron |  Spoilers |
|  Gouverne de profondeur |  Gouverne de direction |

Figure L10 : les commandes de vol de l'A330-200

chapitre II

Présentation du système hydraulique

II. Éléments d'hydraulique

Avant d'aborder l'étude des circuits hydrauliques, on doit se familiariser avec quelques principes essentiels de physique qui se rapportent aux liquides et à leurs mouvements.

II.1/ Les liquides :

❖ *Incompressibilité*

Compte tenu de l'ordre de grandeur des pressions que l'on utilise dans les systèmes hydrauliques des avions, nous considérons les liquides comme étant incompressibles.

En effet, le liquide hydraulique couramment utilisé en aviation subit une réduction de volume de 0,5% sous une pression de 7000 kPa. Or, les pressions maximales utilisées en aviation dépassent rarement 21000kPa, ce qui fait une réduction de volume de 1,5% seulement.

Cette quasi-incompressibilité du liquide hydraulique permet de réduire le temps de réaction quand on actionne les mécanismes hydrauliques ; la réaction est instantanée parce qu'il n'y a aucun temps perdu à comprimer le liquide.

❖ *Dilatation*

Sous l'effet de la chaleur, les liquides se dilatent .leur augmentation de volume dans un espace confiné provoque une augmentation de pression .lors d'essais en conditions simulés, on a pu enregistrer dans un circuit hydraulique des pressions de 140000kPa causées par l'augmentation de chaleur.

Il est certain que la plomberie du système hydraulique d'un avion ne tiendrait pas le coup avec telles pressions .il faut donc installer des soupapes thermiques en différents endroits du circuit et prévoir un espace libre pour les variations du niveau du liquide dans le réservoir.

II.2/ Mouvement du liquide dans les tuyaux

Les parois des tuyaux imposent des pertes de puissance causées par le frottement et les turbulences .le constructeur utilise donc des tuyaux de section la plus large possible, tout en étant limité d'autre part par la pression interne, et il tente de réduire le nombre de courbes dans le circuit pour limiter les pertes.

La résistance augmente avec la vitesse de déplacement du liquide, ou débit. Pour une dimension de section donnée et un débit donné, la résistance dépend également de la viscosité du liquide. Les liquides hydrauliques sont donc moins visqueux possible et, bien qu'on les désigne par le nom d'huile, cette appellation ne correspond pas vraiment à leur réalité physique.

Dans certains cas, on place intentionnellement des restricteurs dans le circuit, afin de réduire le débit. On rencontre ce genre d'installation dans le circuit hydraulique qui sert à

sortir le train d'atterrissage, pour éviter qu'il ne tombe trop violemment et endommage la structure.

Le principe de Bernoulli est parfois utilisé pour créer, au moyen d'un tube de Venturi, une dépression dans le liquide en mouvement. Cette application du principe se retrouve dans quelques systèmes de pressurisation des réservoirs.

❖ La loi de Pascal :

Le mathématicien du 17^{ème} siècle, Blaise Pascal, avait établi la loi sur les liquides, qui s'énonce ainsi :

« La pression exercée sur un liquide est également transmise dans toutes les directions à travers ce liquide et perpendiculairement aux parois du récipient qui contient ce liquide ».

Il est donc évident que, pour qu'il y ait une pression hydraulique, il faut que le liquide soit contenu dans un récipient. Si une pompe hydraulique débite dans un tuyau ouvert, il y a mouvement de liquide, mais pas d'accumulation de pression.

Si le débit est retenu, la pression augmente. Dans les circuits hydrauliques, les parois du récipient sont constituées de conduites, d'accumulateurs, de vérins et de clapets.

❖ Relation force/ pression

Observons le diagramme de la figure II.1 : à gauche en A, une force de 100N est exercée sur le liquide. Le piston A, ayant une surface de 0,2m², et la pression étant transmise également en tous points du liquide selon la loi de Pascal, il s'ensuit que la pression exercée est de 100N divisé par 0,2m² soit 500Pa. Cette pression de 500Pa est appliquée également sur le piston B.

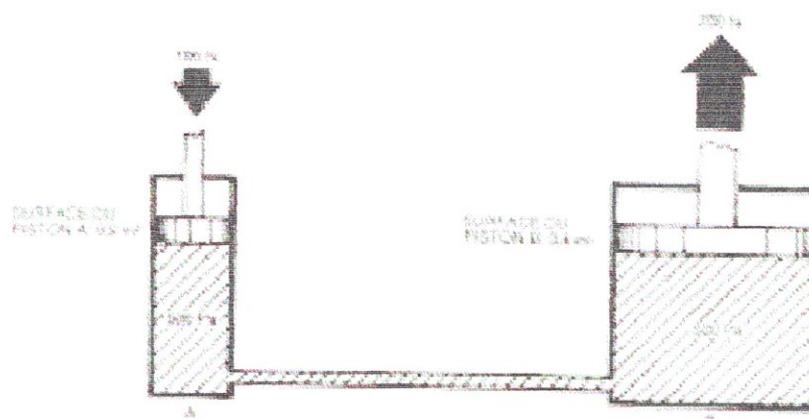


Figure II. 1 : la transmission des forces par un liquide

Étant donné que sa surface est de 0,4m², il est soumis à une force de :

$$500 \text{ Pa} \times 0,4 \text{ m}^2, \text{ c'est-à-dire de } 200\text{N}.$$

On appelle avantage mécanique le rapport entre les forces appliquées aux pistons d'un même système hydraulique. Ici l'avantage mécanique est de 2 à 1. Cette notion importante est prise en considération par les ingénieurs lorsqu'ils conçoivent des mécanismes hydrauliques.

Malheureusement, on sait que le travail fourni en A sera égal au travail restitué en B .cette loi de la conservation de l'énergie est mise en évidence par la course du mouvement des pistons

Le travail est égal au produit de la force F par la distance D :

$$T=F \times D.$$

Imaginons que le piston en A, soumis à une force de 100N, s'abaisse de 0,5m ; le travail fourni en A est alors égal à $100N \times 0,5m$ soit 50J (joules).

En B, le travail sera aussi égal à 50J ; comme la force est de 200N, nous pouvons écrire l'équation :

$$50J=200N \times D$$

D'où la distance D du déplacement du piston B égale 0,25m c'est-à-dire la moitié de la distance en A.

Nous connaissons tous une application de l'avantage mécanique : c'est le cric hydraulique manuel .en actionnant le levier, on provoque le déplacement d'un petit piston dans la pompe.

A chaque temps moteur de ce piston,une petite quantité de liquide est envoyée sous pression dans le cylindre du gros piston de levage .le mouvement du liquide dans une seule direction ,c'est-à-dire du petit vers le gros piston ,est assuré par un clapet anti-retour.

De cette façon, de nombreux coups de pompes parviennent à soulever les plus lourds camions.

Certaines pompes hydrauliques utilisées en aviation fonctionnent selon ce principe.

Même si la force appliquée sur le piston moteur est relativement faible, les déplacements de ce piston sont extrêmement rapides .le grand débit de ces pompes permet d'actionner les vérins hydrauliques à une vitesse raisonnable.

❖ Avantages des circuits hydrauliques

Les circuits hydrauliques offrent de nombreux avantages par rapport aux circuits mécaniques :

1. *Transport d'énergie*

Les circuits hydrauliques permettent de transporter l'énergie à travers l'avion, comme le sang dans le corps, et d'appliquer cette énergie ponctuellement, là où elle est nécessaire.

Un petit tuyau rempli de liquide suffit, alors qu'il faudrait des systèmes mécaniques de tringlerie compliqués pour obtenir les mêmes résultats. Ces systèmes mécaniques sont non seulement lourds, mais ils imposent aussi le poids du renforcement de la structure aux points d'appui.

2. *Energie puissante*

On ne pourrait piloter la plupart des gros avions de transport modernes sans le muscle hydraulique. En combinant les pressions élevées et l'avantage mécanique, les constructeurs peuvent appliquer aux parties mobiles des forces immenses au point même qu'elles devront dans certains cas être limitées pour ne pas détruire la cellule.

Ces forces sont si grandes qu'un jour les volets d'un avion de ligne sont tombés par terre, lors d'un essai pré vol, parce que les microcontacts électriques de limite de course n'avaient pas fonctionné

II.3/ Les liquides hydrauliques

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

➤ Les qualités exigées d'un liquide hydraulique

Un bon liquide hydraulique devrait répondre à la plupart des critères suivants. Il doit être pratiquement incompressible, au moins jusqu'à 28000kPa, 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 quelles que soient les variations de températures ; son point de congélation doit être très bas, son point d'ébullition élevé (de -70°Celsius à +80°Celsius) et son point d'éclair supérieur à 100°Celsius.

Il doit aussi être ininflammable et chimiquement inerte ; résister au moussage, à l'entartrage, à l'évaporation ; être facile à stocker ; ne pas être corrosif et enfin avoir un prix abordable et être disponible facilement.

➤ Différents types de liquides hydrauliques

❖ *Liquide d'origine végétale :*

Le liquide hydraulique d'origine végétale est à base d'huile de ricin. Il est identifiable par son numéro standard MIL.H.7644 et par sa couleur bleutée.

On l'utilisait dans les avions construits avant la deuxième guerre mondiale parce qu'il était compatible avec le caoutchouc naturel des joints utilisées à cette époque.

Bien qu'on l'emploie couramment en automobile, son usage a été complètement abandonné en aviation parce qu'il est inflammable et qu'il résiste mal aux variations de température.

❖ *Liquide d'origine minérale (à base de pétrole) :*

Identifié par son numéro MIL.H.5606 et sa couleur rouge, le liquide hydraulique minéral est le plus couramment utilisé en aviation .il conserve ses qualités sans modification dans une marge très large de température (de -54°Celsius à +135°Celsius) .il est compatible avec les joint en caoutchouc synthétique (néoprène) et en cuir. Malheureusement, il ne résiste pas au feu.

❖ *Liquides synthétiques*

A base d'esters de phosphates, ce liquide hydraulique, désigné fréquemment par l'appellation commerciale SKYDROL, est identifié par numéro MIL.H.8446 et sa couleur pourpre.

résiste bien au feu et sa marge de températures extrêmes est très vaste, de -55°Celsius à +177°Celsius avec une limite de 130°Celsius en opération continue .le SKYDROL n'est compatible qu'avec des joints synthétiques (genre butyle) ;il attaque chimiquement tout autre joint.

Ses inconvénients majeurs sont sa sensibilité a l'humidité qui change sa nature chimique provoque des dépôts de tartre et de vernis dans les conduites ,et ses effets corrosifs sur peinture et les isolants électriques ordinaires .toute fuite doit être consolée immédiatement. On utilise le SKYDROL dans la plupart des avions de transport à réaction et des avions supersoniques.

II.4/ Les différents types de circuits hydrauliques

On classe les circuits hydrauliques selon deux types généraux : le circuit à centre ouvert et le circuit sous pression. Le circuit ouvert est sous pression uniquement lorsque le clapet sélecteur est placé de façon à diriger le liquide vers un organe. Quand le système n'est pas sollicité, le liquide débité par la pompe traverse librement le sélecteur et retourne au réservoir.

❖ *Le circuit à centre ouvert*

Dans ce circuit, lorsqu'aucun organe n'est sous pression, le liquide hydraulique circule du réservoir vers la pompe, puis à travers le clapet sélecteur ouvert et retourne au réservoir.

Les clapets sélecteurs sont montés en série. Tant qu'aucun organe n'est sollicité, le liquide hydraulique passe à travers tous les clapets sélecteurs. Lorsqu' un clapet sélecteur est placé en position active. Le liquide hydraulique est dirigé vers le coté du piston qui doit subir la pression.

Celle-ci augmente à cause de la restriction qui s'oppose à la libre circulation du liquide (selon la loi de pascal). Lorsque le mécanisme à mouvoir a pris la position désirée, la pression continue à augmenter jusqu'au déclenchement du clapet de surpression. Si le pilote oublie de ramener le clapet en position centre ouvert, le clapet de surpression est sollicité 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 ramené automatiquement en position centre ouvert par la pression hydraulique.

Les circuits 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 inconvénient de ne pas pouvoir actionner simultanément plusieurs organes.

On trouve les circuits à centre ouvert sur des petits avions équipés d'un système hydraulique rudimentaire.

❖ *Le circuit sous pression*

Dans ce circuit, le liquide hydraulique est maintenu constamment entre deux valeurs 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 placées entre les clapets sélecteurs et les organes à actionner lorsque ces clapets sont en position fermée.

Dans ce système, tous les sélecteurs sont placés en parallèle. Par conséquent, tous les organes peuvent être actionnés en même temps. Ce système est continuellement sous pression, toute 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 coupe-circuit hydrauliques qui interrompent le débit lorsqu'il atteint une valeur excessive.

II.5/ Les différents composants d'un circuit hydraulique

II.5.1/ Les pompes

❖ Les pompes manuelles

Toutes les pompes manuelles sont des pompes à mouvement alternatif, il y en a de deux sortes : celles à action simple et celles à double action.

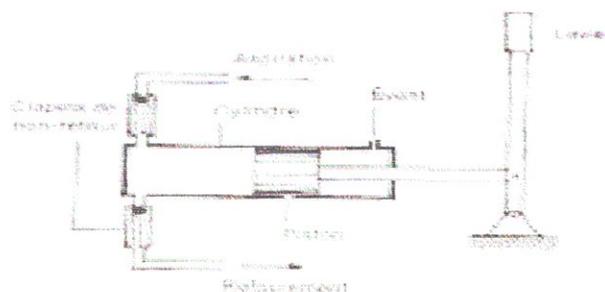


Figure II.2 : un schéma d'une pompe manuelle

A. La pompe à action simple

La pompe à action simple n'utilise qu'une face du piston pour créer la pression. Quand le piston se déplace vers la droite le liquide est aspiré par la conduite du haut alors que la bille du clapet de non-retour du bas est plaquée sur son siège.

Le mouvement de piston vers la gauche ferme le clapet d'entrée et envoie le liquide sous pression à travers le clapet non-retour, dans la conduite de refoulement.

B. la pompe à double action

Elle utilise les deux faces du piston et envoie le liquide sous pression à chaque mouvement du levier, elle est équipée de quatre clapets de non-retour. Pendant qu'une face de piston aspire le liquide hydraulique, l'autre face le met sous pression.

❖ Les pompes à engrenages

Les pompes à engrenages conviennent aux systèmes à basse pression. Elles assurent un débit continu quelle que soit la vitesse de rotation. La pompe à engrenage est constituée d'un boîtier dans lequel tournent deux roues dentées engrenées. 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 lorsqu'il est emprisonné entre les dents et le boîtier.

Du côté de l'arrivée, nous remarquons que les dents en se séparant créent une zone de basse pression qui aspire le liquide hydraulique ; il est alors pris entre le boîtier et les dents pour être acheminé vers la sortie. A cet endroit le liquide est expulsé sous pression par les dents qui, cette fois se referment les unes sur les autres.

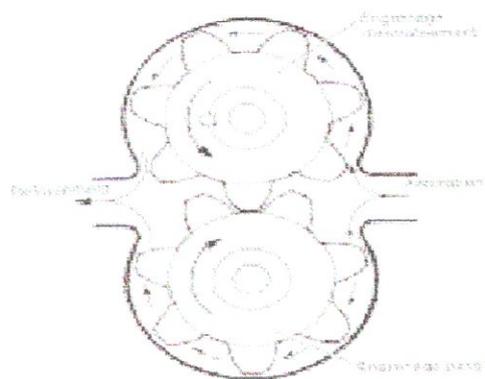


Figure II.3 : une pompe à engrenages

❖ La pompe à barillet

Toute la partie intérieure de la pompe est mobile et entraînée en rotation. Cela comprend l'arbre d'entraînement, les rotules des bielles des pistons et les pistons eux-mêmes, le joint homocinétique et le barillet. Les seules parties 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 le barillet.

❖ La pompe électrique

Le mécanisme de la pompe électrique ne présente pas, en soi un type particulier. Ce peut être une pompe à engrenages ou une pompe à barillet.

Compte tenu du fait qu'on peut démarrer et arrêter une telle pompe par une action d'un interrupteur, il est évident que le moyen le plus efficace de contrôler la pression est de relier l'interrupteur de commande du moteur hydraulique à un manocontact, c'est-à-dire un interrupteur déclenché par un manomètre.

II.5.2/ Le 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 à purger le système de l'air qu'il pourrait contenir et éviter les débordements causés par la dilatation.

Le niveau de liquide doit être vérifié avant chaque vol. Lors de remplissage, il faut suivre attentivement les indications du constructeur qui spécifie souvent différents niveaux de remplissage selon la configuration du système hydraulique

Un réservoir non pressurisé doit être placé suffisamment haut de façon à alimenter les pompes par gravité

La pressurisation du réservoir hydraulique s'impose dans des avions qui volent à haute altitude pour maintenir une alimentation constante des pompes en gardant une légère pression au dessus du liquide et pour diminuer le moussage du liquide hydraulique car plus faible les pressions plus grosses sont les bulles.

Un avion équipé de plusieurs circuits hydrauliques a un réservoir par circuit. Les réservoirs sont généralement interconnectés pour le remplissage.

II.5.3/ le filtre

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

Dans ce cas l'élément filtrant est constitué de cellulose spécialement traitée. On utilise aussi des tamis en bronze poreux ou tissés avec des fils 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 .

La figure suivante nous montre une coupe d'un filtre.

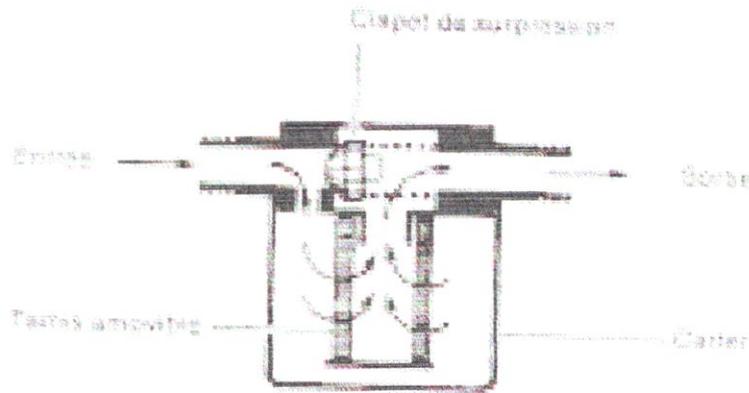


Figure II.3 : un filtre haute pression

Étant donné que les filtres provoquent une restriction dans le débit, ils doivent être alimentés sous une pression. Plus le filtre est fin, plus la pression doit être élevée. Les avions de transport modernes sont équipés de filtres à haute pression.

Un filtre contient souvent un clapet de sécurité qui laisse passer le liquide librement lorsqu'une différence de pression de 350 kpa est s'établie entre l'entrée et la sortie. Ce clapet permet de maintenir le circuit en fonctionnement au cas où cas l'un de deux filtres serait obstrué.

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 lors des inspections. Un excès de métal sur le bouchon magnétique est un signe de la défaillance probable de la pompe.

II.5.4/ L'accumulateur

Il sert à donner essentiellement une apparence de compressibilité à un liquide incompressible. Il existe différents types d'accumulateurs :

❖ L'accumulateur à diaphragme

L'accumulateur à diaphragme 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, appelée diaphragme, et qui sert à séparer la chambre du liquide hydraulique de la chambre à air.

L'accumulateur ne peut être rechargé que lorsque il n'y a aucune pression hydraulique dans le circuit.

❖ L'accumulateur à vessie

L'accumulateur à vessie 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 aspiré dans le circuit hydraulique.

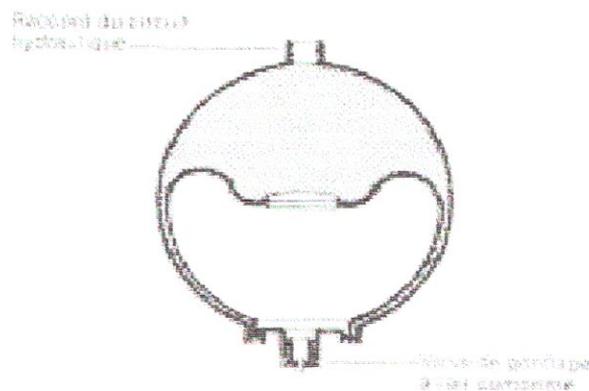


Figure II.4 : l'accumulateur à vessie

❖ L'accumulateur à piston

Il fonctionne aussi 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.

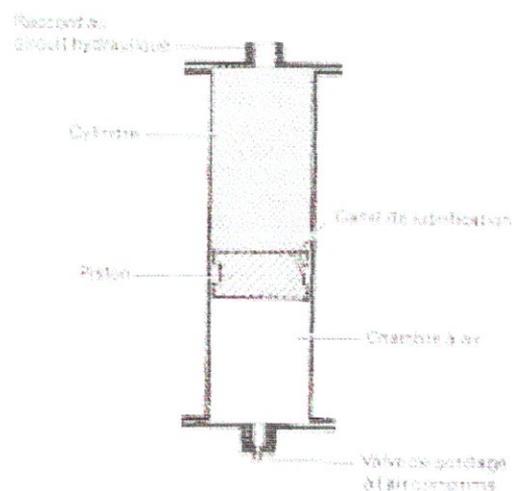


Figure II.5 : l'accumulateur à piston

II.5.5/ Le clapet sélecteur

Il sert à diriger le fluide hydraulique sous pression vers une face ou l'autre de 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 il est installé.

II.5.6/ le coupe-circuit

Le pour réduire la gravité des fuites, le constructeur place en plusieurs endroits du système des coupe-circuits qui interrompent le débit du liquide quand il devient excessif. Aussi 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 pas se produire avant l'épuisement de liquide.

La similitude du coupe-circuit hydraulique avec le coupe-circuit électrique s'impose tout naturellement. En effet, quand l'intensité du courant devient trop forte pour un circuit, le coupe-circuit saute et interrompe l'alimentation.

D'une façon analogue le coupe-circuit hydraulique se déclenche quand le débit dépasse une valeur prédéterminée.

II.5.7/ Le régulateur de débit

Le régulateur de débit sert à contrôler la vitesse de déplacement des organes hydrauliques.

II.5.8/ Le clapet baladeur

Le clapet baladeur sert à isoler le circuit hydraulique principal du circuit hydraulique ou le circuit de secours. Bien que le circuit de secours ait sa propre alimentation (pompe, accumulateur, réservoir), il utilise dans la plupart des cas les mêmes organes (vérin ou moteur hydraulique) 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

II.5.9/ Le détendeur

Le détendeur sert à baisser 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.

II.5.10/ le manomètre

Il sert à mesurer la pression. Les instruments servant à mesurer les pressions élevées utilisent le tube de bourdon.

Le tube de bourdon est un tube élastique à section ovale. L'extrémité supérieure du tube est fermée et raccordée au levier qui transmet les mouvements de cette extrémité aux engrenages internes de l'instrument. L'autre extrémité est solidaire au boîtier et raccordé en dérivation à la conduite de pression hydraulique. Le tube de bourdon est soumis à la pression hydraulique qui tend à le redresser ; les mouvements de l'extrémité du tube sont transmis à l'aiguille par un mécanisme approprié.

La prise de pression du manomètre est habituellement raccordée à la chambre à air de l'accumulateur. L'instrument indique la pression de charge en air comprimé lorsque la pompe est hors circuit et la pression dans le circuit lorsque la pompe est active.

II.5.11/ Les vérins

Un vérin est composé d'un cylindre, et d'un piston et de raccords pour les conduites hydrauliques.

Le vérin à simple effet 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 et à la résistance de ressort.

En fait ce ressort 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.



Figure II.6 : le vérin à simple effet

Le vérin à double effet comme il est présenté sur la figure suivante 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 la gauche.



Figure II.7 : le vérin à double effet

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 est muni de deux tiges de piston. Ici, les surfaces actives du piston développent la même force, à pression égale.



Figure II.8 : le vérin symétrique

On rencontre ce genre de piston sur la plupart des servo-commandes, sur les dispositifs d'orientation du train avant et sur les essuie-glaces hydrauliques.

II.5.12/ Les moteurs hydrauliques

Les moteurs hydrauliques fonctionnent sur 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 rotatif puisque les pistons sous pression repoussent le barillet par rapport à la plaque d'appui

Du fait de la faible course des pistons, il 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 les alternateurs des gros avions de transport. La vitesse constante permet d'assurer une fréquence et une tension constante quelle que soit la charge, et simplifie la synchronisation des différents alternateurs.

Les moteurs hydrauliques sont fréquemment utilisés pour actionner les vérins à vis des volets ou de l'empennage monobloc. 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.

chapitre III

Etude du système hydraulique de l'A330-200

III.1. Présentation du système hydraulique

III.1.A. Généralités :

Il existe trois systèmes hydrauliques indépendants : le vert, bleu et jaune.
En fonctionnement normal l'énergie hydraulique est fournie par les EDP « pompes entraînées par le réacteur » ; l'énergie hydraulique auxiliaire est fournie par les pompes entraînées électriquement »

La turbine dynamique RAT est installée dans le système vert en système de secours, la pompe à main est installée dans le système jaune pour le fonctionnement manuel des portes cargos.

Le fonctionnement et les indications des systèmes hydrauliques sont surveillés par une unité de surveillance du système hydraulique HSMU, le liquide hydraulique est maintenu propre grâce à des filtres.

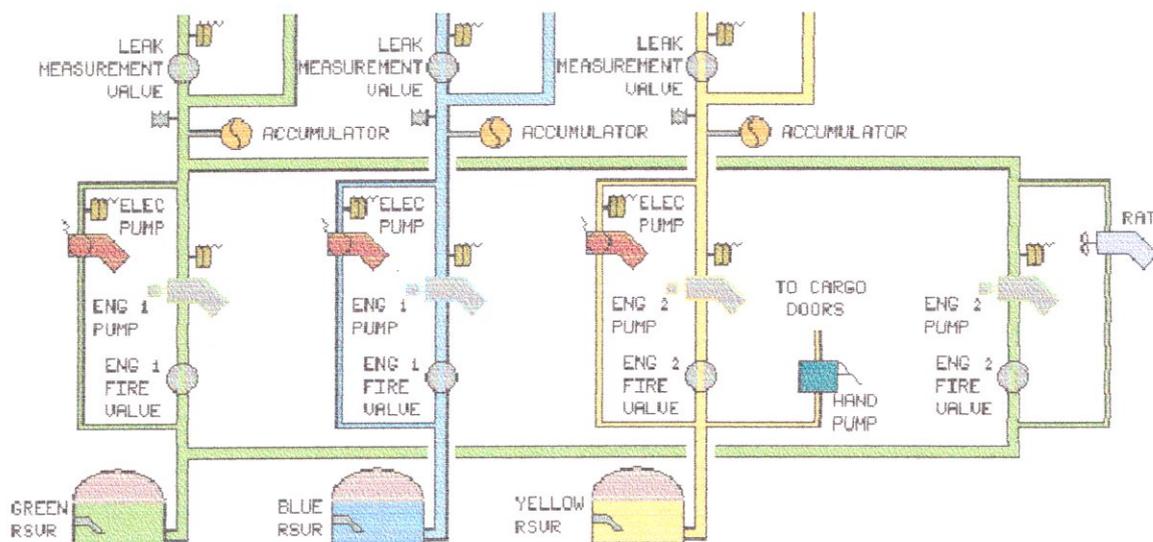


Figure III.1 : le circuit hydraulique

III.1.B. Description des composants :

➤ Réservoir :

Chaque système hydraulique possède son propre réservoir, il alimente les pompes du système en fluide hydraulique, le réservoir est pressurisé pneumatiquement ; le réservoir vert est localisé dans le logement du train principal, les réservoirs bleu et jaune sont logés à l'avant du logement du train à la section centrale du fuselage. Ces trois réservoirs sont remplis à partir de panneau de maintenance au sol vert.

➤ Valves coupe-feu :

Chaque système hydraulique possède une valve coupe-feu placée dans la ligne d'aspiration entre le réservoir et les EDP. Elles fonctionnent à partir de leurs commutateurs à

bouton-poussoir feu moteur respectifs pour isoler les EDP en cas de feu moteur ou rupture de la ligne d'aspiration. Les valves coupe-feu du système vert sont fermées automatiquement à partir de l'HSMU en cas de bas niveau du réservoir vert, cela permet l'isolation de fuites possibles dans le pylône du moteur, et la restauration du système vert en utilisant la turbine dynamique RAT si nécessaire.

➤ **EDP : « engine driven pump » :**

Elles sont localisées dans la boîte d'accessoires de chaque moteur, elles sont de type à déplacement variable. Elles alimentent chaque système avec une pression nominale de 3000PSI, elles fonctionnent à partir de leurs boutons-poussoirs dans le panneau HYD du plafond.

➤ **Pompes électriques :**

L'énergie hydraulique auxiliaire est fournie par les pompes électriques, elles sont contrôlées par leurs boutons-poussoirs au panneau HYD du plafond, les pompes électriques du système vert et jaune fonctionnent automatiquement en cas de panne moteur, ces pompes sont alimentés en courant triphasé 115 VAC.

➤ **Pompe à main :**

La pompe à main est utilisée pour le fonctionnement des portes cargos en cas où l'énergie électrique n'est pas disponible, elle est localisée dans le panneau de maintenance au sol jaune.

➤ **RAM air turbine « RAT » :**

Elle est localisée dans le carénage de glissière du volet n°4 à l'aile droite, elle pressurise le système vert dans les conditions d'urgences. Quand la vitesse de l'avion est supérieure à 100 nœuds elle s'étend automatiquement en vol dans les cas suivants :

- Pannes de tous les moteurs
- Niveau bas des réservoirs vert et bleu
- Niveau bas des réservoirs vert et jaune

Le panneau de contrôle de l'arrimage de la RAT est localisé dans le panneau de maintenance au sol jaune.

➤ **Accumulateur :**

Il existe un accumulateur dans chaque système afin de freiner les pulsations des EDP et pour maintenir la pression constante durant le fonctionnement normal et pour combler la demande.

➤ **Valve de mesure de fuite :**

Une valve de mesure de fuite est placée dans chaque système en amont des commandes de vols primaires.

Elles sont utilisées pour mesurer la fuite dans chaque système, elles sont fermées uniquement au sol à l'aide du bouton-poussoir de la valve de mesure de fuite dans le panneau de maintenance HYD du plafond. Cette opération est inhibée en vol.

➤ **Surveillance de la pression :**

La surveillance de la pression du système est assurée par :

- Commutateurs de pression qui détectent toutes pressions anormales
- Transmetteurs de pressions qui indiquent la pression dans l'ECAM

➤ **HSMU :**

L'HSMU est installée dans le compartiment avionique, elle reçoit des entrées discrètes et analogiques des interfaces, composants ou systèmes. Elle traite ces entrées et transmet des ARINC 429, sorties digitales et analogiques ou discrètes.

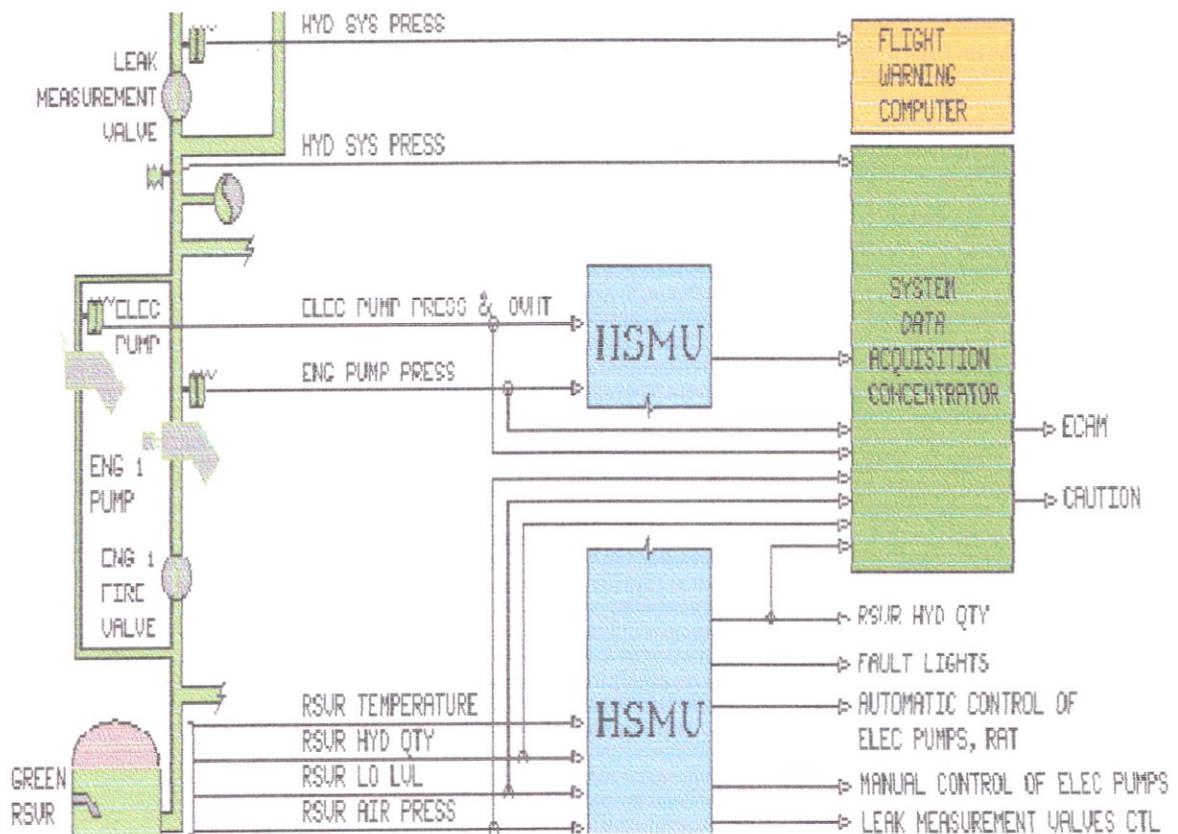


Figure III.2 : le fonctionnement de l'HSMU

III.1.C. Utilisateurs :

L'alimentation des commandes de vol est assurée uniquement par les trois systèmes hydrauliques. La redondance fournie au moins deux sources d'énergie différentes pour la majorité des utilisateurs du système hydraulique. En cas de basse pression, l'isolation de la majorité des consommateurs d'énergie donne la priorité aux commandes de vol primaires.

La transition du système prioritaire vert aux commandes de vols primaires est assurée par la valve de priorité (VP) qui isole la plus grande charge utilisée en cas de basse pression hydraulique

III.1.D. Contrôle et indications du système :

❖ Commutateurs à B/P des pompes moteurs :

Dans les conditions normales les EDP pressurisent le système durant le fonctionnement des moteurs.

« Off » : les pompes sont dépressurisées, génération d'énergie en arrêt

« FAULT » s'illumine en ambre dans le cas de bas niveau du réservoir, surchauffe réservoir, basse pression de l'air dans le réservoir, basse pression des pompes.

En cas de surchauffe, le voyant « FAULT » réapparaît durant toute la période de la persistance de la surchauffe.

❖ Commutateurs à B/P des pompes électriques :

Les pompes électriques verte et jaune fonctionnent automatiquement si le moteur s'arrête.

« FAULT/OFF (P/B PASSED IN) » : la pompe électrique s'actionne en cas d'arrêt moteur 2 (jaune), arrêt moteur 1 et 2 (vert) ou actionnée manuellement en poussant le P/B « ON »

« OFF » : la pompe électrique est désactivée, cette action annule les fonctions démarrage manuel et automatique (la priorité est donnée au commutateur P/B « FAULT/OFF »).

« ON » : pompe électrique activée

« FAULT » : s'illumine en ambre dans le cas de bas niveau du réservoir, basse pression d'air dans le réservoir, surchauffe pompes électrique, basse pression de la pompe électrique (si la pompe électrique fonctionne)

Dans les conditions de surchauffe le voyant « FAULT » réapparaît durant la persistance de la surchauffe.

❖ Commutateurs à B/P « RAT MANON »:

En pressant sur le bouton-poussoir RAT MAN ON la turbine dynamique s'étend .La RAT peut être déployée manuellement en tout moment

❖ Commutateur à B/P de la valve de mesure de fuite :

Le système de mesure de fuite est inhibé en vol.

« OFF » : les valves électro-hydrauliques respectives se ferment et l'alimentation des commandes de vols primaires est stoppée.

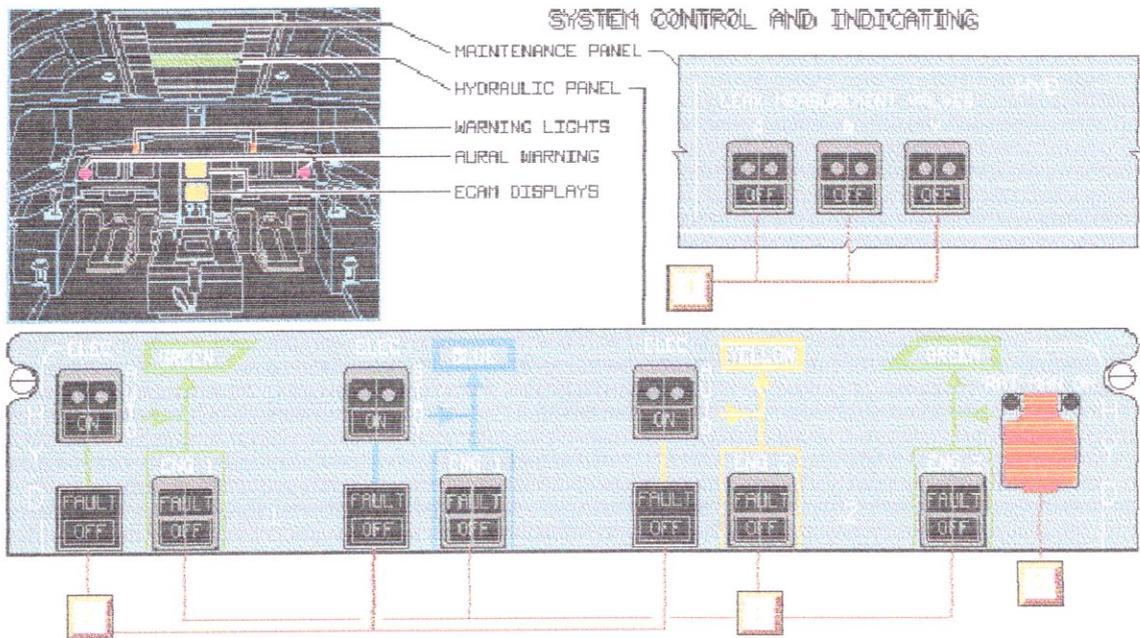


Figure III.3 : le panneau hydraulique

III.2. Description du fonctionnement de circuit vert principal :

1. Généralités :

A. Description :

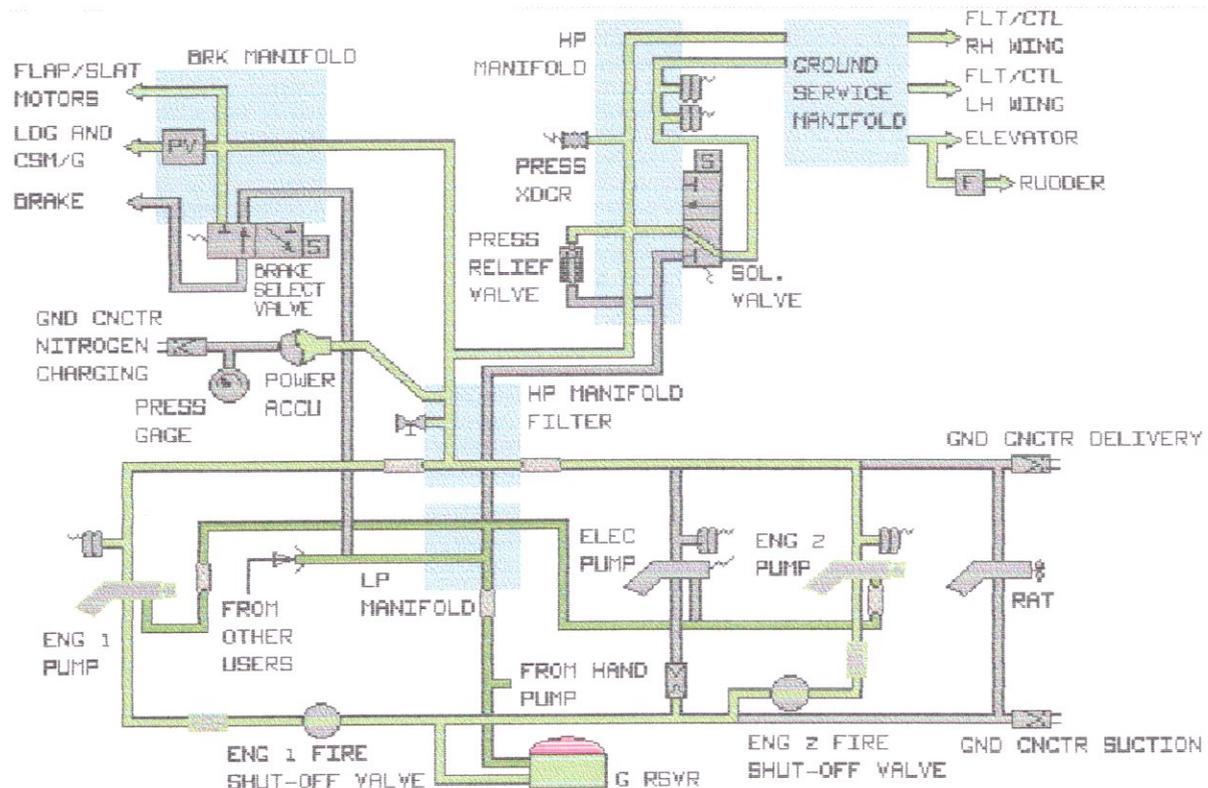


Figure III.4 : le circuit vert

Les servocommandes :**L'aile gauche :**

- Servocommande des spoilers 1, 5
- Servocommande des ailerons externes et internes
- Un flap de freinage d'extrémité de l'aile

L'aile droite :

- Servocommandes des spoilers 1, 5
- Servocommandes des ailerons externes et internes
- Un slat de freinage d'extrémité de l'aile
- Un flap de freinage d'extrémité de l'aile

Fuselage arrière :

- La servocommande droite et gauche de l'élévateur
- La servocommande de la gouverne de direction

L'unité de contrôle d'énergie des slats et des flaps (PCU) :

- un moteur hydraulique de flap (PCU)
- un moteur hydraulique de slat (PCU)

Le système de freinage :

- 8 freins de roues de train principal

Fonctionnement du système de train d'atterrissage :**Le train principal :**

- Deux vérins de commande
- Deux vérins du blocage en position sorti
- Deux boîtiers de verrouillage en position entrée
- Deux vérins de commande des portes
- Deux boîtiers de verrouillage des portes en position entrée

➤ train avant :

- Un vérin de commande
- Un vérin de blocage en position sorti
- Un boîtier de blocage de train en position entrée
- Deux vérins de commande pour les portes
- Un boîtier de verrouillage des portes en position entrée

➤ système de direction du train avant :

- Deux vérins de commande de direction

Le générateur électrique d'urgences (CSM/G) :

- un moteur hydraulique

2. Description du système :

En fonctionnement normal, le circuit vert est alimenté par deux pompes réacteurs. Le circuit est composé d'un système HP, un circuit de retour et un circuit d'aspiration.

Six tuyauteries sur lesquelles sont installés : les valves anti-retour, les commutateurs de pression, des transmetteurs avec des connexions de type bobinage.

- la tuyauterie de filtration du circuit HP
- la tuyauterie HP
- la tuyauterie de système de freinage
- la tuyauterie de maintenance au sol
- la tuyauterie BP

A. Système HP :

Le fluide est pressurisé par les deux pompes réacteur (4000JG1) entraînées par les moteurs 1 et 2 et collecter par la tuyauterie de filtration HP (5102 JM) sur laquelle sont installés deux filtres 5111 JM 101 et 5111 JM 102 et une valve d'échantillonnage.

Un accumulateur (5151 JM1) délivre à travers un filtre HP une quantité instantanée de fluide suivant le besoin et diminue la surcharge de pression. Le fluide est distribué vers la tuyauterie de freinage 5105 JM et la tuyauterie HP 5103 JM

La tuyauterie de freinage alimente ces systèmes :

- les trains d'atterrissage
- les freins
- CSM/G et les volets

Une valve prioritaire 5121 JM permet d'isoler les clapets référentiels des trains d'atterrissage en cas d'une chute de pression

La tuyauterie HP (5103 JM) permet l'alimentation des commandes de vol à travers des tuyauteries de mesures de fuite

Si le moteur 1 s'arrête au décollage, la pompe électrique (1 JV) alimente automatiquement le circuit vert au court de la rétraction du train

En cas d'arrêt du deuxième moteur, la pompe (1JV) qui alimente la rétraction des trains

En activant les flaps, la pompe électrique de circuit jaune (1JJ) se met automatiquement en marche.

Les pompes électriques du circuit vert et jaune ne fonctionnent pas simultanément au cours de cette phase.

La pompe électrique de circuit jaune s'arrête et redémarre après 25 secondes. Durant le roulage avec un seul moteur, les pompes électriques de circuit vert ne sont pas utilisées.

Le groupe de parc est relié avec des connecteurs de type auto obturant au sol (5131 JM1) localisés sur le panneau de service au sol.

B. Circuit de retour :

Le circuit de retour permet à travers deux tuyauteries BP 5003 JM et 5004 JM de ramener le fluide de retour des différents utilisateurs et de la boîte de drainage de la pompe réacteur via la boîte de drainage de filtre 5013 JM. Le fluide passe par le filtre BP (5011 JM) avant d'atteindre le réservoir (11JS)

A. Circuit d'aspiration :

Les pompes réacteurs sont alimentées directement du réservoir du circuit vert. En cas d'une panne importante comme exemple un feu moteur, deux robinets coupe-feu 2JG1 et 2JG2 permettent d'isoler les pompes réacteurs

B. le panneau de service au sol de circuit vert :

Il est monté sur la section gauche et arrière de capot ventral, il comprend les composantes suivantes :

- un indicateur d'ajustement de réservoir d'alimentation hydraulique (5JS)
- un clapet sélecteur manuel du réservoir
- une pompe manuelle du réservoir d'alimentation (5204 JM)
- un connecteur de refoulement auto obturant au sol (5131 JM1)
- un connecteur d'aspiration auto obturant au sol (5131 JM2)
- un indicateur de pression pour l'accumulateur (5152 JS1)
- un connecteur de remplissage de nitrogène au sol (5141 JM1)
- une valve de dépressurisation manuelle (5125 JM1)
- un filtre du réservoir d'alimentation (5202 JM)
- une valve de remplissage du réservoir (5211 JM)
- des connecteurs de remplissage auto-obturant au sol (5203)
- un logement de réservoir de remplissage (5213 JM)
- un levier de pompe à main (5201 JM)

4. Description des composants :

A. Réservoir (11 JJ) :

1. généralités :

Le réservoir du circuit vert alimente :

- les pompes réacteurs
- les pompes électriques
- la RAT

Chaque circuit a son propre réservoir, ils sont du même type mais leurs capacités diffèrent. Ils compensent la variation de volume du liquide due aux fonctionnements des utilisateurs et de la température du fluide.

Pour éviter la cavitation des pompes hydrauliques et optimiser leur approvisionnement en fluide, ces réservoirs sont pressurisés à 4,5 bars (en vol comme au sol). Ils sont conçus pour assurer une pressurisation pendant au moins 12 heures, à la température ISO.

2. Description :

Les réservoirs sont fixés sur la structure d'avion par deux brides souples. Les réservoirs ont le même diamètre. Donc la capacité relative de chaque réservoir est déterminée par sa taille.

Le niveau de chaque réservoir peut être ajusté séparément au panneau d'entretien au sol. On note la présence d'un dispositif anti-émulsion qui élimine toute émulsion de fluide possible.

3. les accessoires :

(a) chaque réservoir est équipé d'une tubulure de pressurisation comprenant:

- un manocontact qui signale la basse pression
- un orifice relié à la valve de dépressurisation sur le panneau d'entretien au sol.
- un manomètre
- un clapet de surpression
- un clapet anti-retour sur la ligne d'air

(b) À la moitié inférieure se trouve:

- un indicateur visuel de niveau du fluide stocké (à 20 C°)
- un commutateur de bas niveau connecté à l' HSMU et à l'ECAM

(c) Le fond de chaque réservoir inclut:

- un orifice d'aspiration pour l'alimentation des pompes
- un orifice de retour
- une soupape de vidange
- un émetteur de quantité connecté à l' HSMU

- un capteur de température installé sur l'orifice de retour.

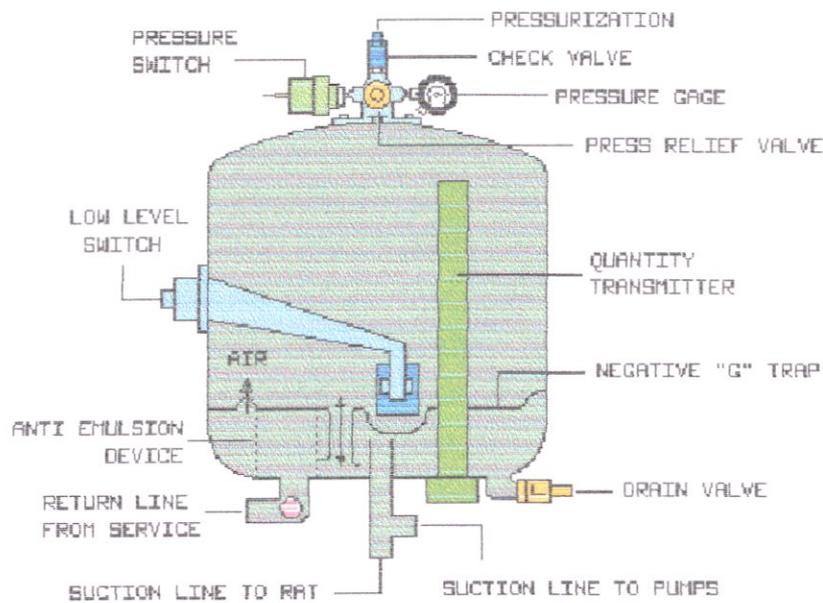


Figure III.7: le réservoir vert

B. Pompes moteur (EDP) (4000jg1) :

(1) Emplacement des pompes et leurs systèmes d'entraînement :

Les pompes moteurs (EDP) sont fixées sur la gearbox au dessous des moteurs 1 et 2. Une commande cannelée de tiroir relie la boîte de vitesse à l'arbre d'entraînement de la pompe.

(2) Description :

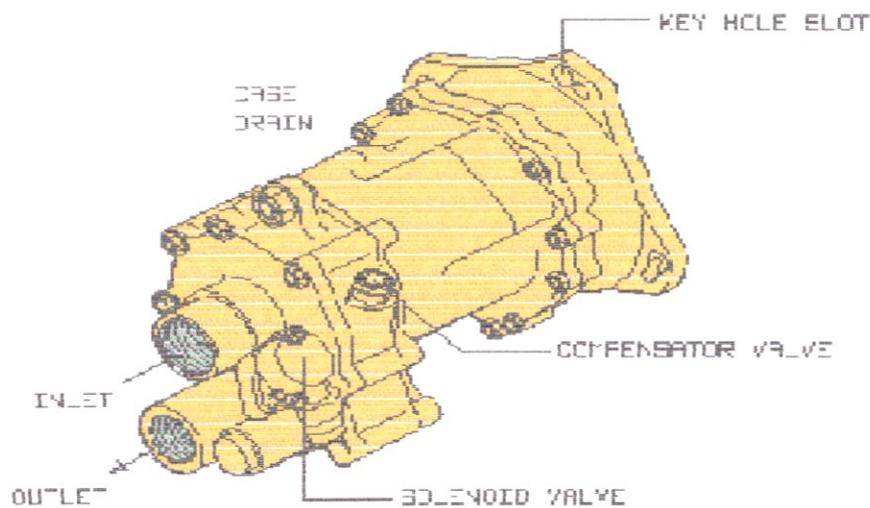


Figure III.8 : une pompe réacteur

Le système vert possède deux EDP, elles sont localisées dans la boîte d'accessoires des moteurs 1 et 2, elles sont respectivement contrôlées par boutons-poussoirs qui sont

placées dans le panneau du plafond (245vu). la pression nominale des pompes est de 3000PSI, chaque bouton-poussoir contrôle une valve solénoïde dans sa propre pompe moteur pour le mode pressurisé ou dépressurisé. Une valve de blocage isole les pompes du système dans le mode dépressurisé.

Les 2 pompes sont identiques. Elles sont du type volumétrique. L'ensemble est entraîné par le moteur, chaque pompe est constituée de 9 pistons reliés à un plateau mobile. Quand l'angle du plateau de yoke « arrimage » change, la course des pistons change et l'écoulement de la livraison de la pompe augmente ou diminue. La valve de compensation fournit la pression au piston du vérin, qui contrôle l'angle d'arrimage.

Une valve solénoïde (contrôlée à partir du cockpit) permet de changer le fonctionnement de la pompe de sorte qu'elle ne fournisse pas la puissance au système (mode dépressurisé). En ce mode, une valve de blocage isole la pompe du circuit hydraulique.

Chaque EDP fournit le fluide au système à une pression nominale de 206 bars (3000 livres par pouce carré) avec un écoulement nul, et un écoulement de 175 l/min (46,3 USA gal/min) à une pression de 196 bars (2854 livres par pouce carré). La vitesse nominale à 100 % de N2 est 3702 tr/min.

(3) Désactivation de la pompe :

Chaque pompe est mise hors tension quand le commutateur à bouton-poussoir associé sur le panneau supérieur est libéré. Ceci actionne le solénoïde de la valve de dépressurisation de la pompe.

Une valve de blocage isole la livraison tandis que le YOKE est encore placé perpendiculaire à l'arbre d'entraînement pour ramener l'écoulement presque à zéro. La pompe est lubrifiée et refroidie par la fuite interne.

(4) Raccordements hydrauliques :

Les tuyaux flexibles résistants aux grandes températures et les pipes en acier inoxydable relient les pompes au pylône moteur. Ceux-ci permettent la dépose rapide des pompes.

▪ Aspiration :

Les tuyaux d'aspiration ont un couplage à obturation automatique au raccordement d'engine/pylône.

▪ Livraison :

Un clapet anti-retour est installé à l'interface pylône / engine, et à un manocontact entre la pompe et le clapet anti-retour.

▪ Drainage du carter :

La tuyauterie souple de vidange de carter récupère la fuite interne de la pompe.

C. Tubulures :

(1) Tubulures HP :**(a) Tubulure HP (5102JM) :**

Elle reçoit le fluide des pompes motrices, de la pompe électrique, du RAT, ou d'un chariot au sol. Elle soutient les deux filtres de HP qui protègent le système.

Elle dirige la pression:

- à la tubulure verte HP (5103JM)
- à l'accumulateur de puissance vert (5151JM1)
- à la tubulure de frein verte (5105JM)

Elle inclut:

- 2 filtres HP (5111JM101 et 102)
- 1 valve de prélèvement (5123JM1)
- 2 clapets anti-retour (5316JM101 et 102).

(b) Tubulure HP verte (5103JM) :

Elle reçoit le fluide de la tubulure 5102JM de filtration HP. Elle dirige la pression vers la tubulure verte de service au sol 5109JM1 par la valve solénoïde de mesure de fuite 1JL1, qui assure l'alimentation des utilisateurs du système vert.

Elle inclut:

- 1 soupape de sécurité (5021JM1)
- 1 valve solénoïde (1JL1)
- 2 manocontact (7JS1 et 19CE1)
- 1 capteur de pression (6JS1).

(2) Tubulures LP (5004JM et 5003JM) :

Elles reçoivent le fluide de retour séparément des services d'utilisateur et enferment des drains par les clapets anti-retour.

(3) Tubulure de freinage verte (5105JM) :

Elle reçoit la pression directement de la tubulure de filtration HP verte 5102JM. Elle dirige la pression:

- à l'automatique selecteur valve de frein par le clapet sélecteur 4GG et le filtre 5200GG
- au PCU 5000CV et 5000CN
- au CSM/g 8XE et au train d'atterrissage par l'intermédiaire de la soupape de sûreté 85GA par la valve prioritaire 5121J

Elle inclut:

- le clapet sélecteur de frein (4GG)
- le filtre du circuit de freinage (5200GG)

- la valve prioritaire (5121JM).

(4) Tubulure de service au sol (5109JM1) :

Localisée dans le carénage du train principal, elles contiennent les trois soupapes à tulipe à fermetures normale .au sol, ces valves peuvent être ouvertes manuellement pour la mesure du flux interne des servocommandes de vol.

E. Accumulateur de puissance (5151jm1) :

Localisé dans le compartiment hydraulique jaune, l'accumulateur de puissance atténue les pulsations de débit de pompes et tous les coups de bélier et compense le temps de réponse de la pompe en cas d'une demande élevée d'écoulement. Il est de type à diaphragme avec une moitié supérieure remplie d'azote et la moitié inférieure en fluide hydraulique.

Le port de GAZ est relié par l'intermédiaire d'une pipe à un connecteur de remplissage d'azote au sol et à un indicateur de pression à lecture directe qui est installé sur le panneau d'entretien au sol correspondant.

Le port LIQUIDE est relié au circuit hydraulique. Une valve empêche la détérioration du réservoir s'il n'y a aucune pression hydraulique. Le volume de l'accumulateur est de 1 litre. Le volume minimum de fluide qui peut être libéré en 0,1S, avec une pression entre 206 bars et 153 bars, est de 110 centimètres cubiques dans la température ambiante + 20 C°. La pression de remplissage est 130 bars à 20 C°, et un diagramme de pression/température est installé près de la valve sur la structure.



Figure III.9 : l'accumulateur de puissance

F. Valves coupe-feu de la pompe moteur (2jg1, 2jg2) :

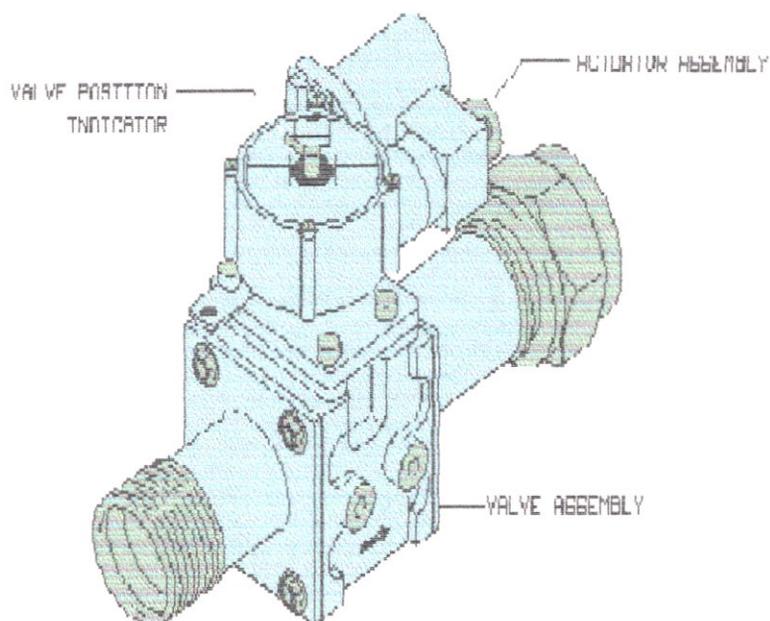


Figure III.10 : valve coupe feu

Les valves coupe-feu des pompes réacteur sont installées dans l'aile. Elles se situent dans la canalisation d'aspiration entre le réservoir et les pompes réacteur. Elles sont identiques. Quand la valve se ferme elle arrête l'approvisionnement en fluide.

Elles sont contrôlées respectivement par les boutons-poussoirs feu moteur 1 et 2. Les valves sont fermées automatiquement par l'HSMU en cas de bas niveau du réservoir vert.

G. Valve de prélèvement (5123jm1) :

La valve de prélèvement du système vert est installée sur la tubulure verte de filtration HP. Elle est employée pour prendre des échantillons de fluide hydraulique pour surveiller sa contamination.

H. Soupape de sécurité (5021jm1) :

La soupape de sécurité de circuit vert est installée sur la tubulure HP. Elle renvoie le fluide directement au réservoir en états de surpression.

I. Clapets anti-retour :

Les clapets anti-retour sont placés pour protéger ou isoler certains organes, dans les lignes HP ou LP, en particulier sur la ligne de livraison de chaque pompe.

Les clapets anti-retour se composent d'un fuselage, un ressort et un clapet. Ils ont un contact métal sur métal (c.-à-d. sans joint).

Il y a deux types de clapets anti-retour:

- type intégré
- type cartouche.

Les clapets anti-retour intégrés sont installés dans les systèmes HP et LP et ont un fuselage en acier ininflammable. Les valves de contrôle de type cartouche sont installées dans les tubulures HP.

(1) Clapets anti-retour HP:

(a) Clapets anti-retour intégrés :

En cas de dépose moteur, ces clapets anti-retour empêchent n'importe quelle fuite substantielle et isolent la pompe quand elle n'est pas en fonction. Le clapet anti-retour 5210JM103 est installé dans la ligne de livraison de la pompe électrique.

Il isole la pompe électrique quand les pompes réacteur fonctionnent normalement ou quand le système est pressurisé à l'aide d'un groupe de parc.

(b) Clapets anti-retour de type cartouche :

Les clapets anti-retour 5316JM101 et 5316JM102 installés dans la tubulure de filtre HP empêchent tout retour de fluide dans les filtres.

(2) clapets anti-retour LP :

Ils sont installés dans les circuits de retour ou de drainage du carter et empêchent la vidange du réservoir en cas de rupture de ligne, pendant le démontage et l'installation d'équipement etc. La plupart de ces valves sont installées à côté des tubulures LP.

J. Valve prioritaire (5121jm) :

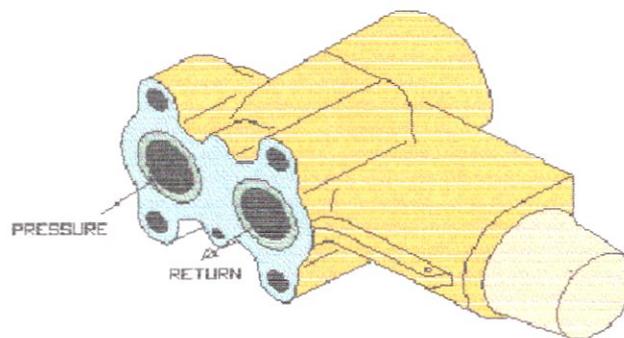


Figure III.11 : valve prioritaire

La valve prioritaire est installée sur la tubulure de frein 5105JM. Elle divise le circuit d'alimentation hydraulique en circuit primaire et secondaire. Les consommateurs reliés en aval de la valve prioritaire (trains d'atterrissage du circuit c.-à-d., commande de direction des roues avant et CSM/G) sont isolés en cas de chute de pression (saturation de pompe

hydraulique). Elle assure ainsi la priorité aux servocommandes. La valve prioritaire est fermée pour une pression plus basse que 127 bars (1842 livres par pouce carré). Elle commence à s'ouvrir dès que la pression atteindra 140 bars (2030 livres par pouce carré). Elle est entièrement ouverte quand la pression atteint 145 bars (2102 livres par pouce carré), l'écoulement évalué est alors 250 l/min.

K. Filtres haute pression (HP) (5111jm101, 5111jm102) :

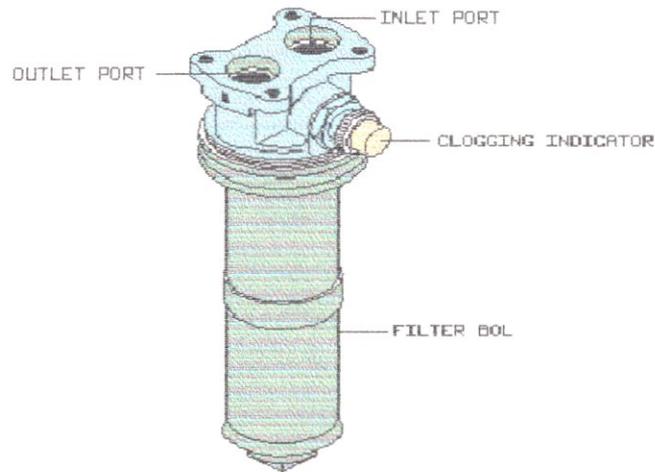


Figure III.12 : un filtre HP

Les filtres HP sont installés sur la tuyauterie HP 5102JM. Ces filtres sont du type non-by-passé, avec un ensemble obstruant d'indicateur pour s'actionner à 6 bars (87 livres par pouce carré). Les possibilités de filtration sont de 15 microns absolues.

Un mécanisme d'interruption automatique dans les filtres empêche n'importe quelle fuite de fluide de la ligne d'admission quand l'élément filtrant de cuvette est enlevé. Il empêche également l'entrée d'air dans le système quand le filtre est enlevé.

L. Filtres basse pression (LP) (5011jm1) :

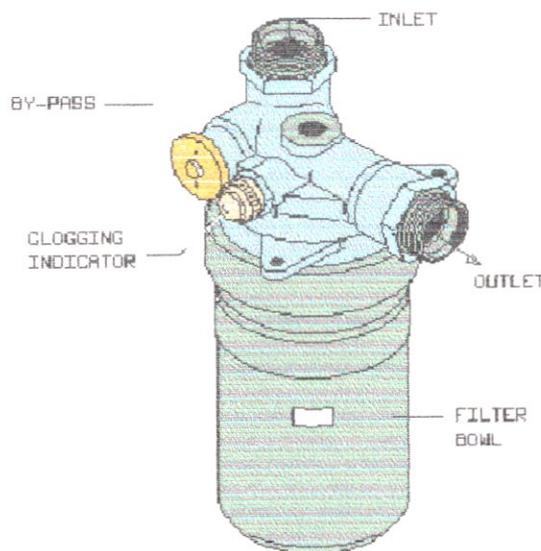


Figure III.13 : un filtre BP

Il est installé sur le système de retour, à côté du réservoir. Ce filtre a un système de déviation réglé à 5 (+/-) 0,5 bars, avec un ensemble obstruant d'indicateur qui fonctionne à une pression de 3 (+ 0 - 0,5) bars.

Les possibilités de filtration sont de 3 microns absolues. Un mécanisme d'interruption automatique dans le filtre empêche n'importe quelle fuite et n'importe quel flux de fluide entre l'admission du filtre et la sortie quand l'élément filtrant de cuvette et sont enlevés. Il empêche également l'entrée d'air dans le système quand le filtre est enlevé.

M. Filtre de drainage du carter de la pompe moteur (5013jm1) :

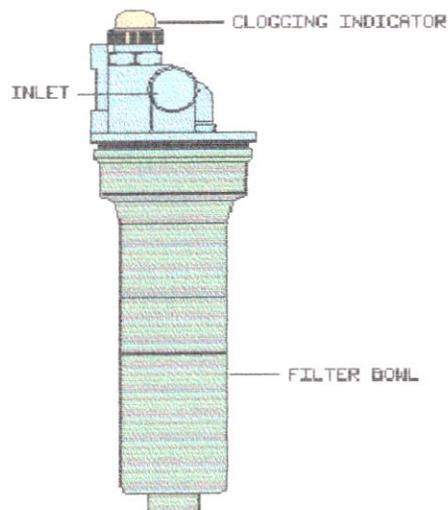


Figure III.14 : un filtre de drainage de carter

Ces filtres sont des filtres de point d'ébullition. Les possibilités de filtration sont de 15 microns. Le débit est 40l/min.

Un mécanisme d'interruption automatique dans les filtres empêche n'importe quelle fuite de fluide de la ligne d'admission quand l'élément filtrant de cuvette est enlevé. Il empêche également l'entrée d'air dans le système quand le filtre est enlevé.

N. Indicateur de colmatage :

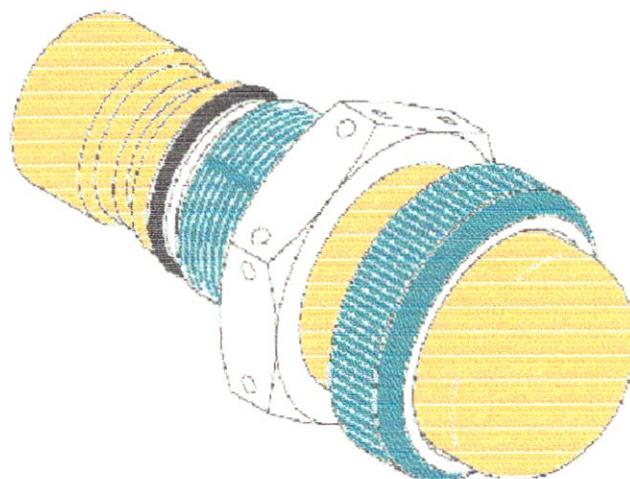


Figure III.15 : un indicateur de colmatage

Un indicateur obstruant est installé sur chaque filtre. Suite à la différence de la pression entre l'entrée et la sortie de l'élément filtrant, il permet d'indiquer que le filtre est colmaté.

Quand la différence de pression est trop haute, le verrouillage magnétique est interrompu et cause la saillie d'un bouton coloré rouge.

L'indicateur obstruant peut seulement être remis à zéro manuellement en enlevant l'armature transparente et en poussant le piston d'indicateur. Cette action reconstitue le verrouillage magnétique entre les deux éléments d'aimant. En états de basse température, l'opération de l'indicateur obstruant est empêchée

O. Capteur de pression :

Localisé sur la tubulure HP, le capteur de pression fourni des données pour le système d'indication de pression dans l'ECAM.

P. Valve de remplissage de nitrogène au sol (5141jm1) :

Elle est employée pour charger l'accumulateur de l'azote à 130 bars. Elle est installée sur la tubulure de gaz comme l'indicateur de pression de l'accumulateur de puissance.

C'est une valve qui est actionnée manuellement de type plongeante avec un joint conique en métal. L'ouverture et la fermeture du joint en métal est effectuée par la rotation de l'écrou qui déplace le plongeur.

Q. Commutateur de pression de la pompe moteur (11jg1, 11jg2) :

Il y a un pour chaque pompe réacteur. Il est installé sur la ligne de livraison de la pompe hydraulique du moteur dans le pylône. Il détecte une chute de pression et envoie un signal de basse pression quand la pression diminue à 120 bars. Ce signal disparaît quand la pression atteint 152 bars.

R. Connecteurs à obturation automatique (5131jm1, 5132jm1) :

Les connecteurs à obturation automatique sont facilement accessibles et installés sur chaque système pour le raccordement de l'unité d'entretien au sol sur laquelle se joint la moitié attachée du couplage. Ils sont montés sur le panneau d'entretien au sol vert.

S. Soupape de sûreté (5117JM, 5117jm102, 5117jm103) :

Pour éviter le risque de perdre les 3 circuits hydrauliques à cause d'une collision qui peut avoir comme conséquence les dommages aux saumons du gouvernail de direction, les articles suivants sont installés:

- Une soupape de sûreté sur chaque canalisation d'alimentation verte:
 1. Pour les servocommandes des ailerons externes de l'aile droite et gauche
 2. Pour la servocommande de gouvernail de direction

Ces soupapes de sûreté sont de type à glissière, asservi par une perte hydraulique par un port calibré. Elles se ferment quand il y'a une soudaine augmentation de l'écoulement supérieure à 60l/mn se produit pour la servocommande de gouvernail de direction et pour la servocommande externe d'aileron de RH/LH.

- un clapet anti-retour sur chaque canalisation de retour verte de ces servocommandes (5108JM103, 5108jm104, 5108jm105)

T. Raccords coulissants (5170jm103, 5170jm105, 5170jm106, 5170jm109) :

Ils sont installés sur les lignes vertes d'aspiration et de livraison de la pompe réacteur et sur la fuselage, constitués d'un piston et d'un écrou captif, fixent les canalisations d'aspiration bleues et jaunes de la pompe réacteur par un fil .

III.3. Description de la pompe électrique verte :

1. généralités :

La génération auxiliaire verte permet de pressuriser le circuit hydraulique vert pour l'entretien ou le roulage au sol. Il peut également être utilisé en vol dans certaines configurations.

2. Description du système :

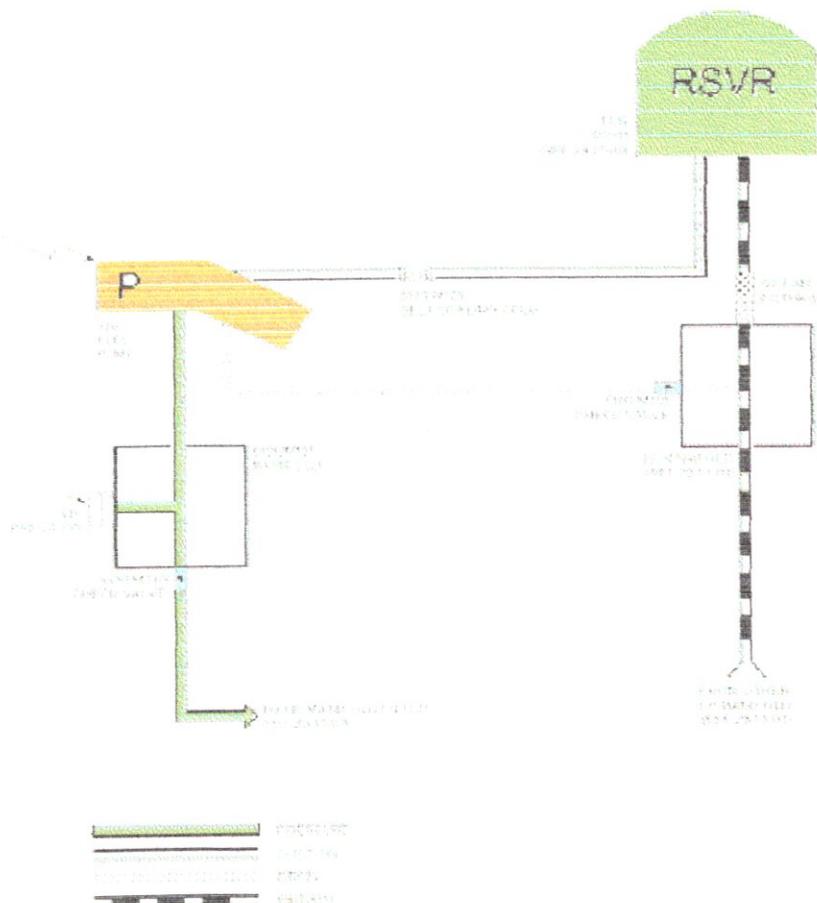


Figure III.16 : le circuit vert auxiliaire

Les composants du circuit hydraulique auxiliaire vert sont installés dans le compartiment hydraulique vert.

La pompe électrique verte est le générateur auxiliaire de la puissance hydraulique. Elle convertit l'énergie électrique en énergie hydraulique pour actionner le circuit hydraulique vert.

Elle fonctionne manuellement en sélectionnant le bouton-poussoir correspondant en « ON » qui se situe sur le panneau hydraulique. Et automatiquement par l'HSMU des les cas qui suit :

- La pression assurée par la pompe varie entre 150 et 206 bars.

Le circuit auxiliaire se compose des systèmes suivants :

A. Système d'aspiration :

La pompe électrique verte Parker obtient son approvisionnement en fluide hydraulique du réservoir vert.

B. Système HP :

La pompe électrique 1JV pressurise le circuit hydraulique vert par l'intermédiaire de la tubulure 5101JM101. Un clapet anti-retour 5210JM103 et un commutateur de pression (5JV) sont installés sur la tubulure.

C. Système de drainage :

Le système de drainage de la pompe électrique est relié au réservoir vert par la tubulure LP.

3. L'alimentation :

La pompe électrique est alimentée par un courant de 115VAC de la barre omnibus 1XP (c.a.d BUS1 115VAC).

4. Description des composants :

A. le commutateur de pression de la pompe électrique (5jv) :

Le commutateur de pression est cylindrique avec un raccordement hydraulique à une extrémité et une connexion électrique de l'autre extrémité. Le commutateur fonctionne toujours à la même pression et il n'y a aucune variation en raison d'usage ou de vibration de contact.

Installé sur la ligne de livraison de la pompe électrique, le commutateur de pression envoie un signal de basse pression à l'HSMU quand la pression atteint +100 bars ou +/- 5 bars (pression diminuant). Ce signal disparaît quand la pression atteint 120 bars.

B. Pompe électrique (1jv) (Parker) :

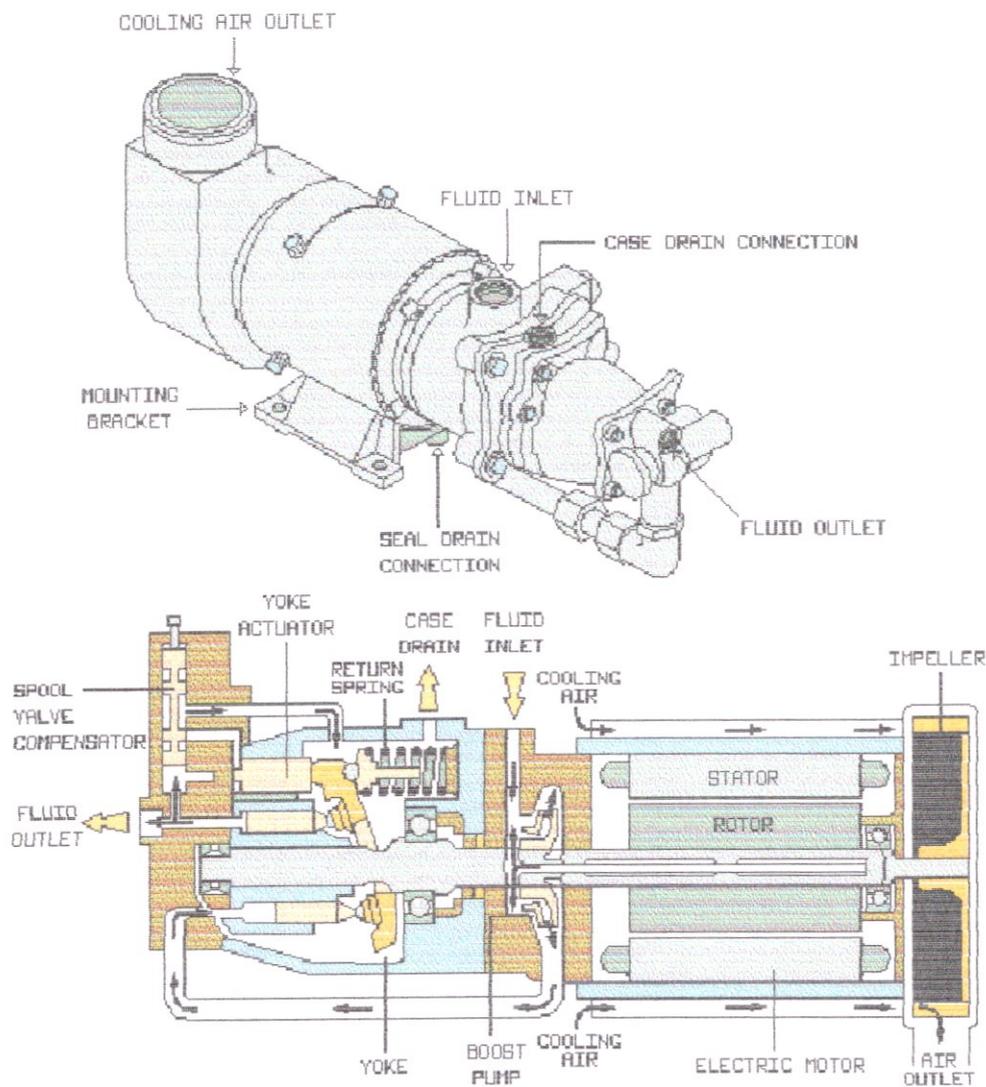


Figure III.17: la pompe électrique

La pompe électrique inclut:

- un moteur électrique,
- une roue d'entrée,
- une pompe hydraulique.

Le moteur électrique est un moteur à induction. Il fonctionne avec un courant électrique triphasé de 115 VA, 400 hertz, avec une vitesse de 7700 par minute (tr/min). La température du moteur est maintenue par un ventilateur. En outre, il y a une pompe hydraulique qui fournit un écoulement de fluide hydraulique au moteur électrique.

La pompe auxiliaire est reliée à l'autre extrémité de l'arbre du moteur. La pompe auxiliaire de gavage est du type à rotor. Elle augmente la pression du fluide avant qu'il n'entre dans la pompe hydraulique. Ceci rend la pompe hydraulique plus efficace. La pompe auxiliaire augmente la pression du fluide de 3 bars (43 livres par pouce carré).

La pompe hydraulique est connectée à la pompe auxiliaire par son arbre d'entraînement. La pompe a sept pistons.

5. fonctionnement :

Le contrôle de la pompe :

La pompe électrique verte peut être contrôlée manuellement avec les commutateurs à bouton-poussoir 8JV et 4JV situés sur le panneau supérieur ou automatiquement par l'HSMU.

(1) le contrôle manuel :

Quand le commutateur à bouton-poussoir 4JV GREEN/ ELECT/AUTO est en position normale (c.-à-d. dans la configuration automatique) l'approvisionnement de la pompe est fait grâce au commutateur à bouton-poussoir 8JV GREEN/ELEC.

(2) Contrôle automatique :

En cas de panne du moteur 1 ou 2:

En cas d'un échec du moteur 1 ou 2 pendant la rétraction des trains d'atterrissage, au-dessus de 100kts, l'HSMU active automatiquement la pompe électrique pour la rétraction du train. Un arrêt total de moteur empêche le contrôle automatique de pompe.

En cas de panne du moteur 1 et 2:

En cas de panne du moteur 1 et 2 pendant la rétraction de train, au-dessus de 100kts, l'HSMU active automatiquement le déploiement de la RAT et le démarrage de CSM/G.

III.4. Description de la turbine dynamique RAT:

Généralités :

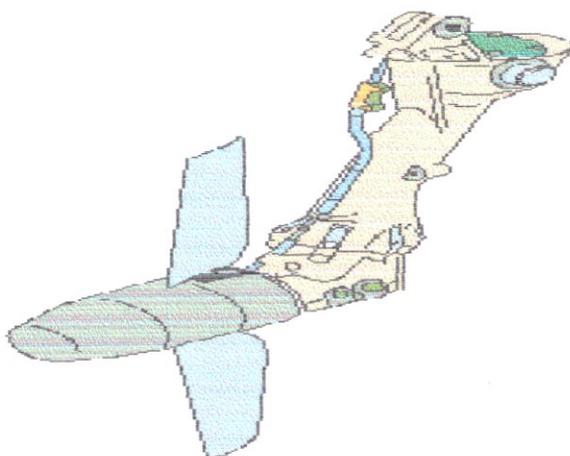


Figure III.18 : la RAT

En cas d'une panne de circuit vert principal, la RAT alimente le circuit principal vert.

La RAT assure l'énergie hydraulique pour:

- les commandes de vol primaires (gouvernail de profondeur, le gouvernail de direction, les ailerons intérieurs et l'amortisseur de lacet).
- les becs de bord d'attaque
- le Moteur / Générateur (CSM/G).

La RAT est montée dans le capot de carénage du volet no.4 de l'aile droite. La RAT peut être déployée manuellement du cockpit ou automatiquement à partir de l'unité de surveillance du circuit hydraulique (HSMU).

- La fonction automatique fonctionne seulement quand:
 - 1) l'avion à une vitesse supérieure à 100 nœuds, et la vitesse N2 des moteurs 1 et 2 est trop basse.
 - 2) l'avion a une vitesse supérieure à 100 nœuds, et un bas niveau des réservoirs. (Dans ce cas-ci, la prolongation automatique de la RAT est empêchée pendant 30 secondes après avoir changé la position du levier de commande du train vers le bas.
 - 3)

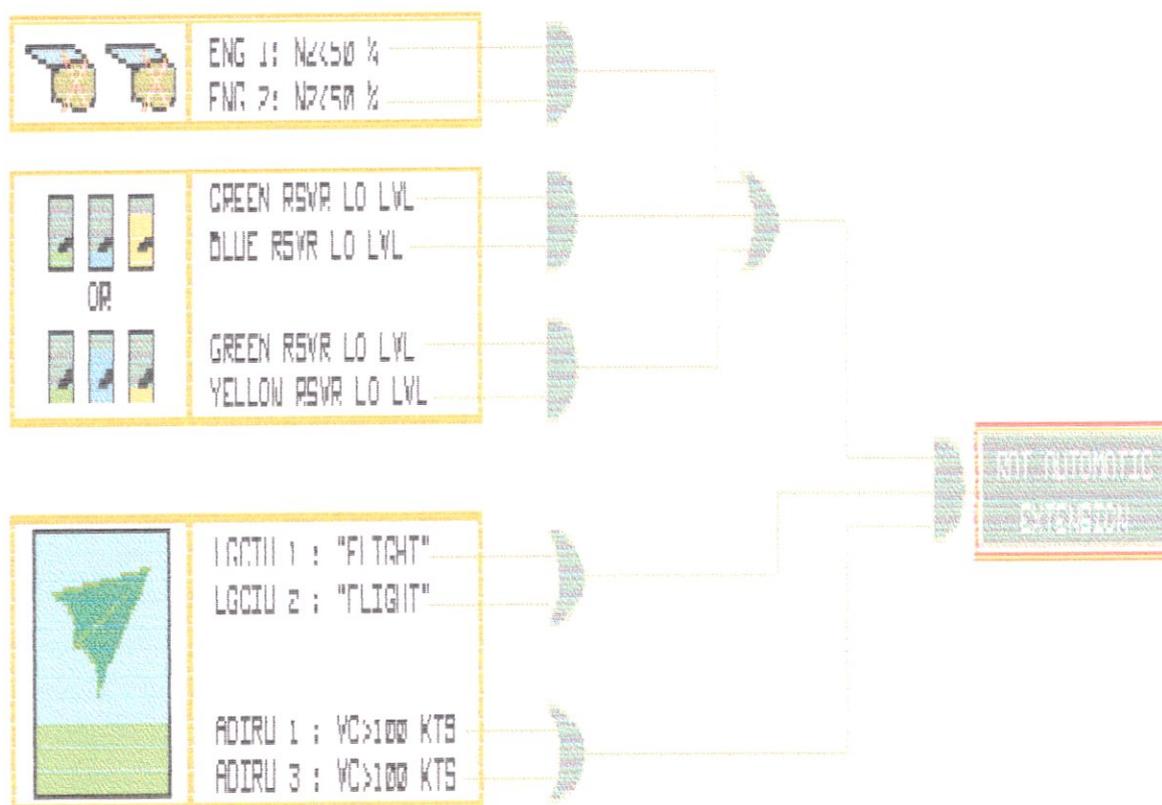


Figure III.19 : les cas de déploiement automatique

- La fonction manuelle est activée par le commutateur à bouton-poussoir qui se trouve sur le panneau hydraulique dans le cockpit (en vol ou sol).

1. Description du système :

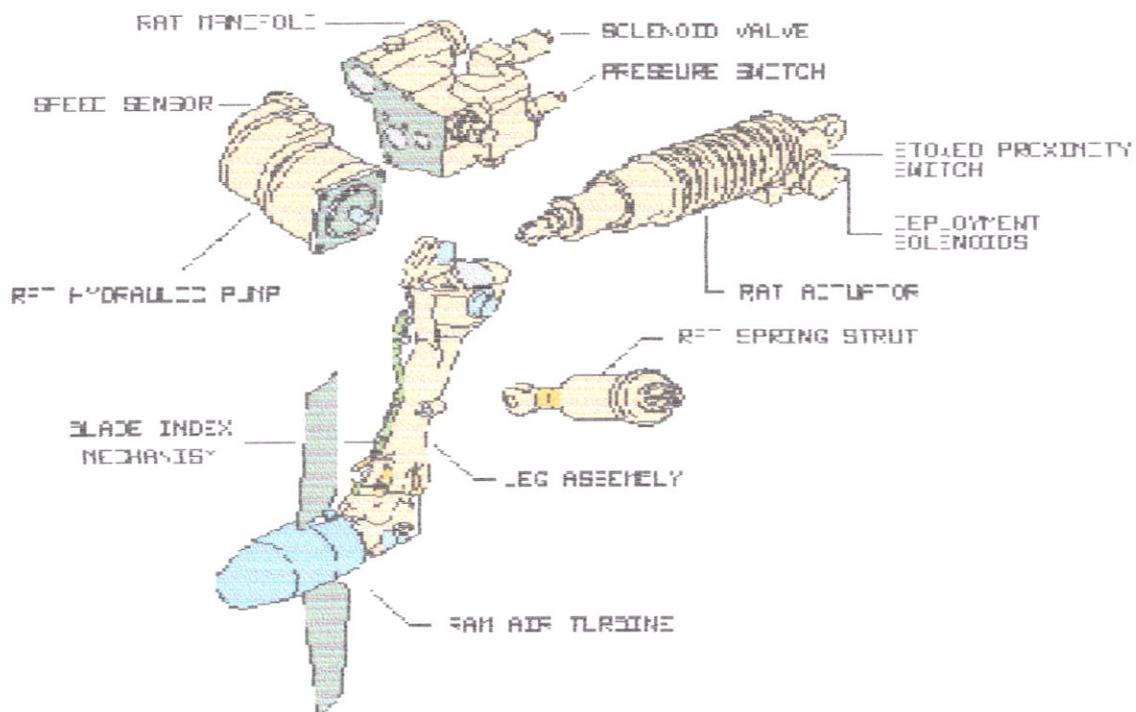


Figure III.20 : composants de la RAT

Les composants principaux du système auxiliaire vert sont:

- la turbine de la RAT
- la jambe de la RAT
- la pompe hydraulique de la RAT
- le vérin de la RAT
- la tubulure de la RAT
- le support de la RAT

Un panneau 12JR d'arrimage de la RAT est installé dans le panneau de service au sol de circuit jaune

Description des composants :

La turbine de la RAT :

La turbine de la RAT a deux pales, l'Ellice à pas variable avec un diamètre de disque de 0,7492 M.

Les composants principaux de la turbine de la RAT sont:

- le moyeu
- le régulateur
- les pales.

Le régulateur mécanique contrôle l'angle d'attaque de pale qui garde la vitesse de la turbine entre les limites, Il est installé au moyeu. Les forces aérodynamiques, les lames contrepoids, le régulateur à masselottes et le ressort fonctionnent ensemble pour ajuster le

lancement des lames. La vitesse d'opération normale de la turbine est entre 4850 et 6370 tr/min.

La Jambe :

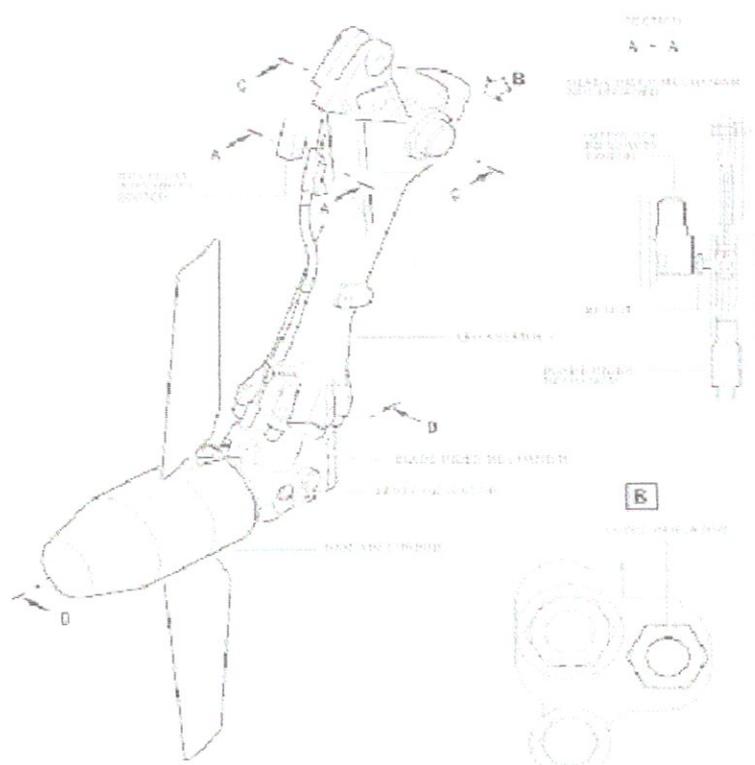


Figure III. 21: la jambe de la RAT

La jambe est le raccordement mécanique entre la turbine et le support de la RAT. Une transmission mécanique est incluse dans la jambe. Elle transmet la puissance d'arbre de turbine à la boîte de vitesse supérieure, qui conduit directement la pompe hydraulique.

La jambe a deux boîtes de renvoi d'angle une au dessous et l'autre au dessus de la jambe. Chaque boîte de vitesse a son propre réservoir d'huile pour la lubrification.

À l'avant de la jambe il y a un mécanisme de lame. Ce mécanisme a une goupille qui est attachée à un câble mécanique et l'ensemble des arrêts de pales. Le mécanisme verrouille la turbine et les lames de sorte qu'elles ne tournent pas quand la turbine est rétractée ou pas entièrement déployée.

Le mécanisme est engagé quand les flèches sur le moyeu et la boîte de vitesse inférieure sont alignées. Ainsi les lames ne peuvent pas endommager le revêtement de l'avion pendant la prolongation de la RAT.

Le mécanisme est automatiquement désengagé quand la RAT est approximativement à 10 degrés de la pleine position de prolongation. Le mécanisme a la force suffisante pour tenir la turbine dans toutes les conditions de fonctionnement de l'avion.

Le mécanisme inclut un « limiteur de force » qui empêche la rétraction de la RAT si la goupille n'est pas correctement engagée. Si la turbine n'est pas en position correcte pour

que la goupille s'engage, la RAT ne se rétractera pas. Ainsi il est nécessaire de tourner la turbine manuellement à la position correcte avant quelle se rétracte.

Pompe hydraulique :

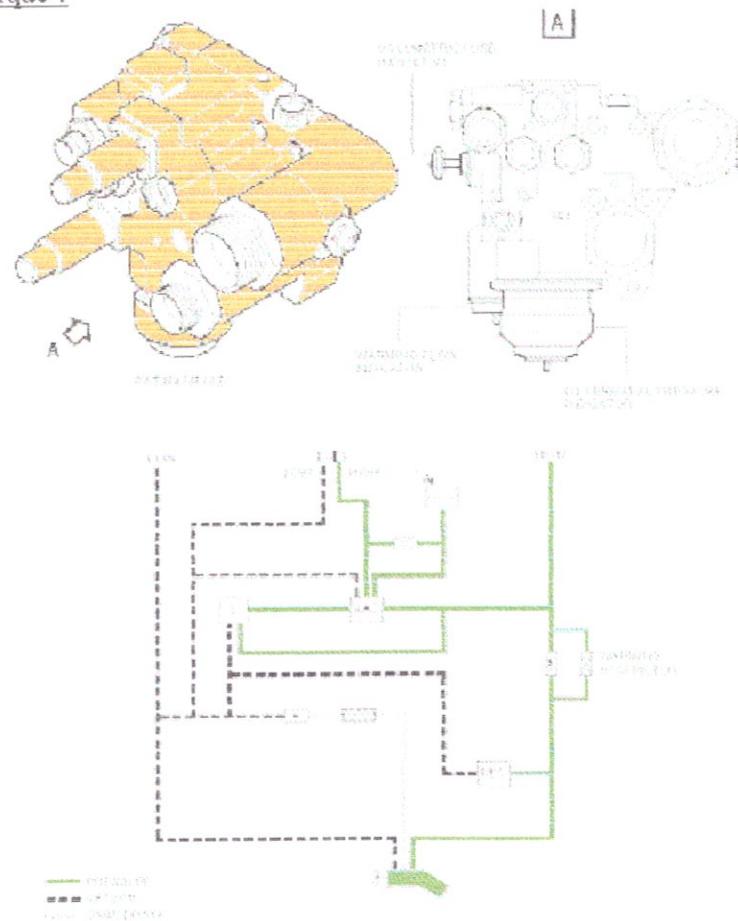


Figure III.22 : pompe hydraulique

La pompe hydraulique est installée dans boîte de vitesse supérieure. Un arbre d'entraînement de pompe relie la pompe aux pignons d'angle supérieurs. La pompe est de type à déplacement variable avec 9 pistons axiaux

Les composants principaux de la pompe hydraulique sont:

- la pompe à piston,
- le compensateur normal,
- les pistons
- la valve anti-décrochage
- le capteur de vitesse,
- la pompe à engrenages.
- la roue à aubes.

Le compensateur normal et le petit piston contrôlent le déplacement de la pompe dans le fonctionnement normale.

Pendant la mise marche de la RAT, la valve anti-stalle garde le déplacement de pompe au minimum. Ceci assure que la turbine de la RAT démarre sans charge.

Quand la turbine de la RAT est à la vitesse d'opération normale, le déplacement de pompe est gardé entre les limites exigées. La roue à aubes fournit le fluide hydraulique à

l'orifice d'admission de pompe principal, ainsi elle empêche la cavitation à l'orifice principal d'admission de la pompe.

Vérin de la RAT :

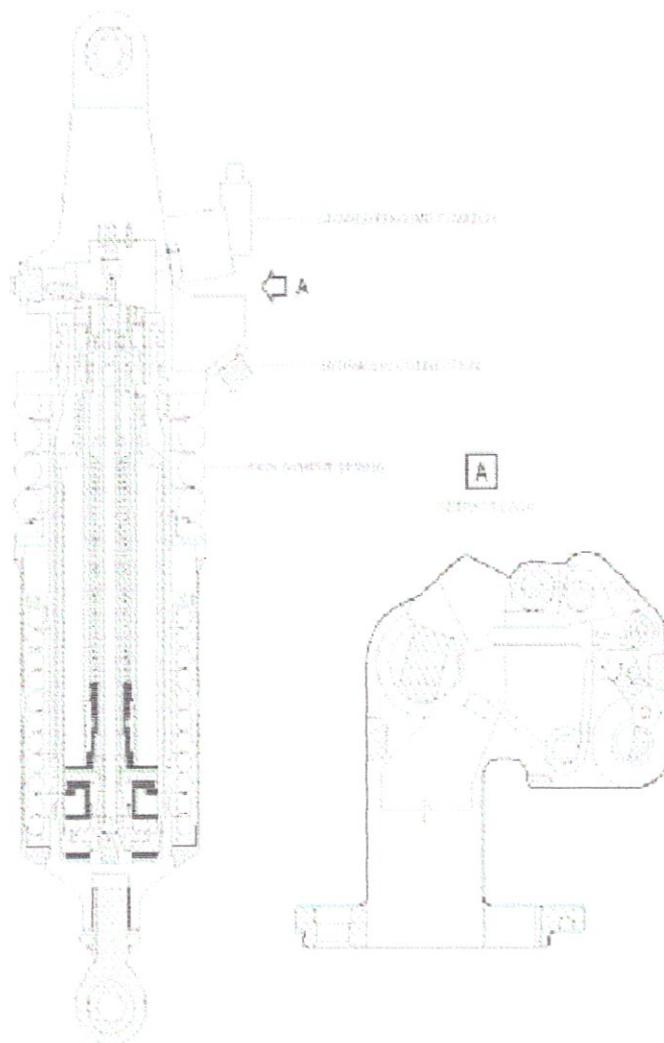


Figure III.23 : le vérin de la RAT

Le vérin de la RAT est installé entre le bâti de support de la RAT et la jambe de la RAT. Il déploie la RAT dans le flux d'air. Il rétracte également la RAT quand l'avion est au sol.

La pression du ressort le déploie et un amortisseur hydraulique garde le chargement de choc au minimum.

Le vérin rétracte la RAT hydrauliquement. Et on peut rétracter la RAT seulement quand l'avion est sol. Et le vérin n'est pas pressurisé en position rétractée.

Les deux solénoïdes de déploiement contrôlent la prolongation de la RAT. L'un des deux solénoïdes peut faire déployer le vérin. La tubulure de la RAT contrôle la rétraction du vérin.

Un commutateur d'arrimage de proximité « The stowed-proximity-switch » envoie un signal au panneau d'arrimage de RAT et la lampe ARRIMÉE s'allume quand le vérin est verrouillé et fournit également un signal au système d'ECAM quand le vérin de la RAT est prolongé.

E. Tubulure de la RAT :

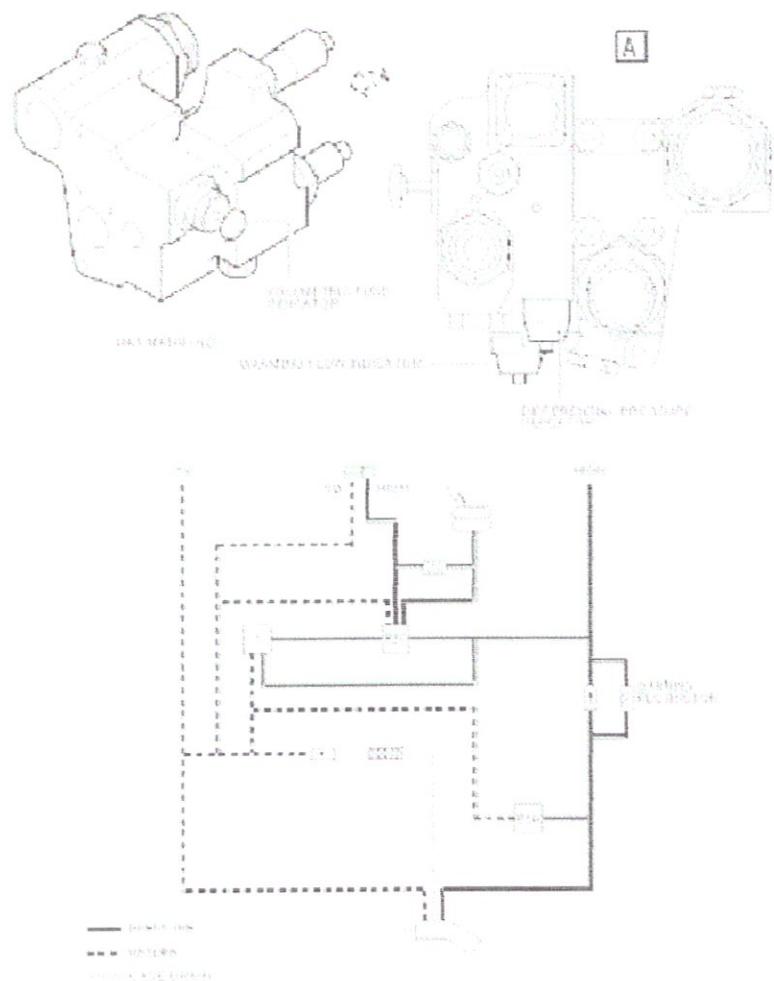


Figure III.24 : tubulure de la RAT

La tubulure de la RAT est installée dans le compartiment de la RAT sur la pompe de la RAT.

Ses fonctions principales sont:

- isoler la pompe de la RAT du système haute pression de l'avion quand le RAT est rétracté
- assurer l'énergie hydraulique à partir du système auxiliaire vert au système principal vert si nécessaire
- fournir la fonction hydraulique pour le fonctionnement du vérin de RAT.
- enlever la charge de la pompe de RAT pendant la mise en rotation.

Les composants principaux de la tubulure de RAT sont:

- un clapet anti-retour
- une solénoïde valve et une soupape de commande d'écoulement
- un commutateur de pression
- un fusible volumétrique,

- un filtre

(1) Clapet anti-retour :

Le clapet anti-retour a un orifice intégré « warning-orifice intégral », qui a un indicateur de chauffage d'écoulement.

Ce clapet anti-retour isole la pompe de la RAT du système haute pression de l'avion quand la RAT est rétracté. L'indicateur de chauffage d'écoulement est normalement en position 'out'. Quand on fait un essai de la RAT on pousse l'indicateur dans la position « in ».

(2) Valve solénoïde et soupape de commande d'écoulement :

Quand la RAT se rétracte. La solénoïde valve et la soupape de commande d'écoulement transfèrent l'écoulement à haute pression au vérin de la RAT

(3) commutateur de pression :

Le commutateur de pression donne une indication de la pression hydraulique pour le vérin de RAT dans le panneau d'arrimage de la RAT.

(4) Fusible volumétrique :

Le fusible volumétrique équipé d'un indicateur, laisse démarrer la RAT sans charge. L'indicateur est normalement en position 'out'. Quand vous faites un essai du RAT vous poussez l'indicateur dans la position "in"

(5) Filtre :

Le filtre a un clapet de dérivation et un indicateur de différence de pression. L'indicateur qui est normalement en position 'in' se déplace en position 'out' quand le filtre est colmaté.

F. Contrefiche du ressort de la Rat :

La contrefiche du ressort de la RAT est installée entre la jambe et la porte de soute de la RAT. Elle maintient la porte de soute de la RAT fermée quand la RAT est rétracté.

Quand la RAT se déploie, le ressort contrefiche de la RAT ouvre la porte de soute de la RAT.

G. Panneau d'arrimage de la RAT :

Le panneau d'arrimage de la RAT est installé sur le panneau de service au sol de circuit jaune. Il contrôle la rétraction de la RAT après sa prolongation. .

H. L'interrupteur de surpassement hydraulique :

Le commutateur à bouton-poussoir hydraulique est installé sur la section de l'hydraulique du panneau supérieur du cockpit, il permet au pilote d'actionner la RAT. Ce commutateur a un cache pour empêcher l'opération accidentelle.

Le fonctionnement :

Un commutateur sélecteur 3JR est installé sur le panneau de contrôle hydraulique 245VU dans le cockpit. Ce commutateur permet au pilote de déployer la RAT manuellement.

La RAT 11JR reste normalement rétracté dans le compartiment de la RAT. En cas d'urgence la RAT est déployé (automatiquement ou manuellement) pour assurer l'énergie hydraulique au système principal vert.

La turbine est une unité de lancement variable avec deux pales. La turbine a un gouverneur mécanique qui contrôle la vitesse de la turbine qui est entre 4850 et 6370 RPM dans toutes les conditions de vol.

La turbine est installée à l'extrémité inférieure de la jambe et entraîne la gearbox à une vitesse constante.

Une transmission mécanique dans la jambe transmet la puissance mécanique de l'arbre à la boîte de vitesse supérieure de la jambe. Ceci entraîne directement la pompe hydraulique.

Un mécanisme d'index de pales est installé sur la jambe. Il s'engage dans une fente au moyeu de turbine et maintient les lames dans la position maximum de lancement tandis que la turbine est en position rétractée. Le mécanisme d'index de lame désengage automatiquement quand la RAT est approximativement à 10 degrés avant la pleine prolongation.

Le mécanisme inclut un commutateur de proximité de couplage qui empêche la rétraction de la RAT si la goupille n'est pas correctement engagée. La RAT ne rentre pas si la turbine n'est pas en position correcte pour que la goupille engage, (est ainsi nécessaire pour tourner la turbine manuellement à la position correcte avant qu'elle se rétracte).

A. Position rétractée :

En position rétractée, la RAT est dans le compartiment de la RAT. La jambe est reliée à la porte et la maintient fermée. Le verrou interne dans le vérin de la RAT garde la RAT en position rétractée. Le mécanisme d'index de lame sur la jambe verrouille le moyeu de sorte que les pales de la turbine ne puissent pas tourner.

B. Prolongation :

Quand la RAT obtient une commande de se déployer (automatiquement ou manuellement), un des deux solénoïdes actionne et déverrouille la rétraction. La pression de ressort déploie le vérin qui actionne la RAT dans le sens de flux d'air. Le commutateur de proximité arrimé ferme et envoie un signal à l'ECAM. La porte de soute s'ouvre automatiquement pendant que la RAT se déploie. Le mécanisme d'index de lame désengage automatiquement quand la RAT est approximativement à 10 degrés de sa position sortie.

Les pales de la turbine tournent à grand pas. Après que la RAT soit déployé le flux d'air commence à tourner la turbine. Quand la turbine commence à tourner, la RAT tourne sans charge.

La vitesse de turbine augmente et la pompe hydraulique commence à alimenter le système principal vert de l'avion.

C. Rétraction :

Il est seulement possible de rétracter la RAT quand l'avion est au sol. On contrôle la rétraction du panneau d'arrimage de la RAT, qui est une partie du panneau de service au sol de circuit jaune.

III.5. Description du système hydraulique principal bleu :

1. Généralités :

A. Description :

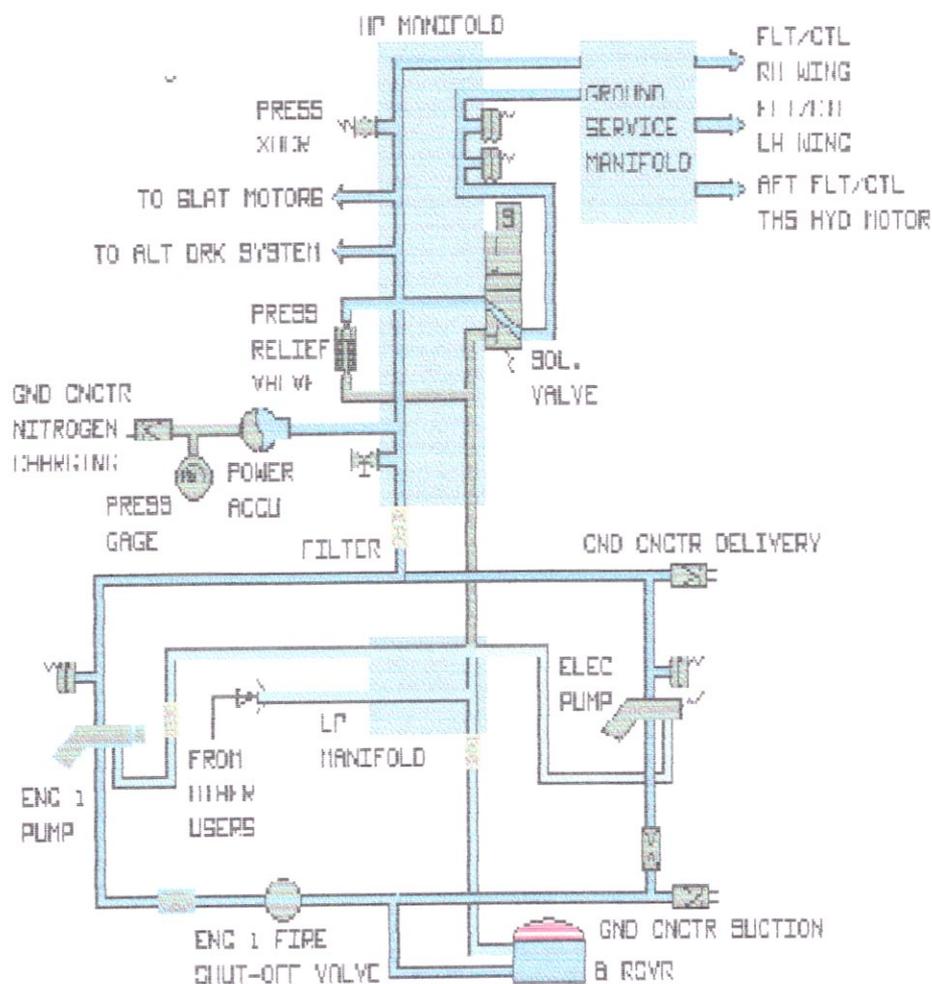


Figure III.25: le circuit bleu

Le circuit hydraulique principal bleu est l'un des trois systèmes qui alimentent l'avion en énergie hydraulique. Il alimente :

- le fonctionnement des gouvernes
- le freinage auxiliaire et le stationnement

La plupart des composants du système sont installés dans le compartiment du train d'atterrissage principal. Le système est hydrauliquement isolé des deux autres systèmes. Il n'est pas possible que le fluide se déplace d'un système à un autre système. Le système fonctionne à une pression nominale de 3000 *PSI* (206 bars). Le système de retour est habituellement pressurisé à 65 *psi* (4,5 *ABS* de bars). Il est possible de pressuriser le système (HP) à partir de trois sources différentes:

- une pompe réacteur EDP
- une pompe électrique (puissance auxiliaire)
- un chariot de groupe de parc.

Le fonctionnement du système est habituellement automatique mais l'équipage peut contrôler les parties du système à partir du cockpit.

B. Utilisateurs :

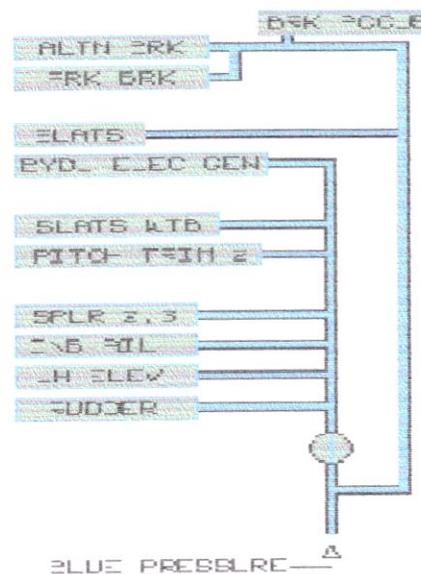


Figure III.26 : les utilisateurs de circuit bleu

(1) servocommandes :

(a) Aile gauche :

- servocommandes des spoilers numéro 2 et 3
- une servocommande d'aileron intérieure
- un slat de freinage d'extrémité d'aile.

(b) Aile droite :

- servocommandes des spoilers numéro 2 et 3
- une servocommande d'aileron intérieure
- un slat de freinage d'extrémité d'aile.

(c) Fuselage arrière :

- une servocommande de l'élévateur gauche
- une servocommande du gouvernail de direction
- un vérin moteur THS

- Une Alimentation d'énergie de secours (Bps).
- (2) **Unité de commande de puissance de slat (Servocommande) :**
- un moteur hydraulique de servocommande de slat.
- (3) **inverseur de poussée :**
- 4 vérins hydrauliques d'inverseur de poussée sur le moteur 1.
- (4) **circuit de freinage auxiliaire et de stationnement :**
- Freins de roue du train d'atterrissage principal.

2. Description du système :

Le circuit hydraulique bleu est normalement alimenté par la pompe motrice bleue. Il comporte un système HP, un système de retour et un système d'aspiration. Il y a des tubulures sur lesquelles : la valve de soulagement de pression, les manocontact.
Ceux-ci sont:

- la tubulure HP bleue (6103JM)
- la tubulure de freinage bleue (5401GG)
- la tubulure de service au sol bleue (5109JM2)
- la tubulure LP bleue (6005JM).

A. Système HP :

Le fluide pressurisé par la pompe (EDP) 4000JG2 entraînée par le moteur 1 est collecté par la tubulure HP 6103JM sur laquelle sont installés le filtre 5111JM2 et la valve de prélèvement 5123JM2. L'accumulateur de puissance 5151JM2 permet par la tubulure HP de récolter les demandes instantanées d'écoulement et évite comme cela les coups de bélier.

Le fluide est alors distribué à la tubulure de frein 5401GG et aux utilisateurs de commande de vol par la tubulure de service au sol 5109JM2. La tubulure de frein permet d'alimenter les équipements utilisateur du circuit de freinage alternatif.

Si le moteur 1 est arrêté ou pour des opérations d'entretien au sol, il est possible de pressuriser le système bleu HP manuellement avec la pompe électrique bleue 1JC.

Un chariot de groupe de parc peut également être relié par le connecteur de livraison à obturation automatique 5131JM2 situé sur le panneau d'entretien au sol.

B. Système de retour :

Le système de retour permet par la tubulure LP 6005JM de collecter les écoulements de retour des divers utilisateurs et des drains de carters des pompes moteur (EDP) par l'intermédiaire du filtre de drainage du carter 5013JM2. Le fluide traverse le filtre LP 5011JM2 avant qu'il n'atteigne le réservoir 12JS.

C. Système d'aspiration :

La pompe moteur obtient son approvisionnement en fluide directement du réservoir

bleu pressurisé à 4,5 bars. Une vanne *coupe-feu* 4JB isole l'approvisionnement de la pompe moteur dans certaines pannes, principalement dans le cas d'un feu moteur.

D. Panneau de service au sol bleu :

Il est situé dans la section gauche avant du capot de carénage ventral et comporte les équipements:

- ❖ 1 connecteur à obturation automatique d'alimentation au sol (5131JM2)
- ❖ 1 connecteur à obturation automatique d'aspiration au sol (5132JM2)
- ❖ 1 jauge de pression de l'accumulateur de puissance (5152JS2)
- ❖ 1 connecteur de remplissage en azote de l'accumulateur de puissance au sol (5141JM2)
- ❖ 2 connecteurs à obturation automatique de pressurisation de réservoir au sol (5241JM et 5241JM2)
- ❖ 1 indicateur de pression (5433GG) et une soupape de remplissage d'azote (5431GG) qui correspondent à un accumulateur de frein
- ❖ 1 indicateur de pression (5432GG) et une soupape de remplissage d'azote (5430GG) qui correspondent au deuxième accumulateur de frein
- ❖ 1 valve de dépressurisation manuelle 5125JM2.

3. Alimentation en énergie :

La valve solénoïde de la pompe moteur bleue est alimentée avec du 28VDC à partir du BUS 1 103PP par le disjoncteur de l'HYD PUMP B ENG1 (11JB). La vanne coupe-feu de la pompe bleue (4JB) est alimentée avec du 28VDC à partir du ESS BUS 403PP par le disjoncteur HYD FIRE SOV ENG 1 (13JB).

5. Description des composants :

❖ Réservoir (12JS) :

Il fournit le fluide hydraulique à la pompe moteur et la pompe électrique. Le réservoir est équipé d'un visu en verre, un commutateur de bas niveau, un capteur de température et un transmetteur de quantité pour l'indication ECAM et les alarmes.

Maximum jaugeable : 32L (8,45USG), niveau de charge à 18°C 22L (5,8USG), alarme de bas niveau 5L (1,32USG)

Le réservoir est pressurisé à 50 PSI pour éviter la cavitation des pompes, une tubulure de pressurisation est placée au dessus du réservoir.

❖ Pompe moteur (EDP) (4000jg2) :

Le système bleu à une pompe entraînée par le moteur, elle est localisée dans la boîte d'accessoire du moteur 1, elle est contrôlée par son B/p respectif dans le panneau supérieur, la pression de la pompe est de 3000PSI.

Le commutateur à B/P contrôle la valve solénoïde de L'EDP pour avoir le mode pressurisé ou dépressurisé, une valve de blocage isole la pompe du système hydraulique dans

le mode dépressurisé, le flux de fluide de refroidissement et de lubrification passe à travers un filtre de drain de carter installé sur le système de retour, le filtre est du type non by-passé équipé d'un indicateur de colmatage.

❖ **Tubulures :**

(1) Tubulure bleue HP (6103JM) :

Elle reçoit la pression de la pompe motrice bleue, de la pompe électrique bleue ou d'un chariot de groupe de parc. Elle contient le filtre HP 5111JM2 qui protège le système. Elle dirige la pression:

- à la tubulure de service au sol bleue 5109JM2 par la valve solénoïde de mesure de fuite bleue 1JL2
- à la tubulure de frein bleue 5401GG
- au clapet sélecteur automatique de frein
- à l'accumulateur de puissance bleu 5151JM2
- à la PCU 5000CW des Slats.

Il inclut:

- 1 valve de prélèvement de liquide (5123JM2)
- 1 soupape de sécurité (5021JM2)
- filtre HP (5111JM2)
- 1 valve solénoïde de mesure de fuite (1JL2)
- 2 commutateurs de pression (7JS2 et 19CE2)
- 1 capteur de pression (6JS2)
- 1 clapet anti-retour (5316JM201).

(2) Tubulure LP bleue (6005JM) :

Elle reçoit séparément le fluide de retour des services utilisateurs et des drains de carter à travers des clapets anti-retours.

(3) Tubulure de freinage bleue (5401GG) :

Elle reçoit la pression directement de la tubulure bleue HP 6103JM. Elle dirige la pression:

- à la valve sélectrice automatique de frein
- au distributeur de freinage de stationnement 4GG
- aux accumulateurs de frein 5427GG et 5426GG.

Elle inclut:

- 1 valve de décompression (5400GG)
- 1 capteur de pression (4GK)
- 1 clapet anti-retour (5438GG).

(4) Tubulure bleue de service au sol (5109JM2) :

Localisés dans le compartiment hydraulique bleu, les tubulures de maintenance au sol contiennent trois soupapes à tulipe à fermeture normale. Au sol, ces valves peuvent être ouvertes manuellement pour la mesure de fuite interne de fluide des servocommandes

❖ Accumulateur de puissance (5151jm2) :

Localisé dans le compartiment hydraulique bleu, il amorti les pulsations de la pompe et compense en cas de demande élevée de flux. Il est de type à diaphragme avec de l'azote dans la moitié supérieure et du fluide dans la moitié inférieure

❖ Valve coupe- feu de la pompe moteur (4jb) :

Le système bleu est équipé d'une valve feu localisée à l'intérieur du pylône moteur 1, elle est contrôlée par le B/P feu moteur 1, la valve coupe-feu fonctionne avec un moteur alimenté avec du 28VDC

❖ Valve de prélèvement (5123jm2) :

Localisée dans la tubulure HP dans le compartiment hydraulique bleu, la valve d'échantillonnage est utilisée pour surveiller la contamination. Les échantillons sont pris dans le système sous pression et avec un flux demandé.

❖ Soupape de sécurité (5021jm2) :

La soupape de sécurité du circuit bleu est installée sur la tubulure HP. Elle renvoie le fluide directement au réservoir en états de surpression

❖ Clapets Anti-retour :**(1) clapets anti-retour HP :****(a) Clapets anti-retour intégrés :**

- le clapet anti-retour 5216JM201 est installé dans la ligne d'apport de la pompe moteur, dans le pylône, à l'interface engine/pylône. En cas de dépose moteur, il empêche n'importe quelle fuite substantielle et isole la pompe quand elle ne fonctionne pas.
- le clapet anti-retour 5210JM202 est installé dans la ligne de livraison de la pompe électrique. Il isole cette pompe électrique quand la pompe moteur fonctionne normalement ou quand le système est pressurisé à l'aide d'un chariot de groupe de parc.

(b) Valve de contrôle automatique :

Le clapet anti-retour 5136JM201 installé dans la tubulure HP il empêche tout retour de fluide dans le filtre.

(2) clapets anti-retour LP :

Ils sont installés dans les circuits de retour ou de drainage du carter et empêchent la vidange du réservoir en cas de rupture de ligne, pendant le démontage et l'installation d'équipement etc. La plupart de ces valves sont installées à côté des tubulures LP.

❖ Filtre haute pression (HP) (5111jm2) :

Le filtre HP est installé sur la tubulure bleue HP 6103JM. Le filtre est équipé d'un système de by-pass et d'un indicateur de colmatage. il ne se nettoie pas.

❖ K. Filtre basse pression (LP) (5011jm2) :

Le filtre basse pression est installé dans la ligne de retour, à côté du réservoir. Le filtre est équipé d'un système de by-pass et d'un indicateur de colmatage.

❖ Filtre du drain de carter de la pompe moteur (5013jm2) :

Il est Installé sur le capot fan

❖ Indicateur de pression de l'accumulateur de puissance (5152js2) :

Localisé sur la tubulure HP, le capteur de pression fourni des données pour le système d'indication de pression dans l'ECAM. Il est fixé à la tubulure de gaz 5145JM201.

❖ connecteur de charge au sol en azote (5141jm2) :

Elle est employée pour charger l'accumulateur de l'azote à 130 bars. Elle est installée sur la tubulure de gaz 5145JM201 comme l'indicateur de pression de l'accumulateur de puissance.

❖ Connecteurs à obturation automatique (5131jm2 Et 5132jm2) :

Les connecteurs à obturation automatique sont facilement accessibles et installés sur chaque système pour le raccordement de l'unité d'entretien au sol sur laquelle se joint la moitié attachée du couplage. Ils sont installés sur le panneau d'entretien au sol bleu.

❖ raccords coulissants (5170jm201) :

Ils sont installés sur les lignes d'aspiration et de livraison de la pompe réacteur et sur la fuselage, constitués d'un piston et d'un écrou captif, fixent les canalisations d'aspiration bleues et jaunes de la pompe réacteur par un fil.

5. Fonctionnement/control et indications :

Le fonctionnement du système est entièrement automatique. Dès que le moteur 1 démarre, la pompe moteur bleue pressurise le système à 3000 PSI, et le rendement d'écoulement change selon la demande.

En cas de feu de moteur, l'équipage ferme la vanne *coupe-feu* de la pompe moteur

(4JB). Ceci arrête le fluide d'aspiration à la pompe moteur.

Le symbole qui représente la vanne *coupe-feu* à la page de système de l'ECAM devient ambre et la ligne d'écoulement hydraulique est interrompue (barre d'écoulement en position horizontale).

Sur le panneau supérieur 245VU, le commutateur à bouton-poussoir BLUE/Engine 1 (2JB) permet de contrôler la pompe motrice bleue. Sa position normale est « pushed in ».

Quand le commutateur à bouton-poussoir est actionné, la valve solénoïde de dépressurisation de la pompe est activée et l'écoulement de la pompe est arrêté.

Dans ce cas-ci:

- allumage de l'indication OFF
- sur le système d'affichage (SD) le symbole qui représente la pompe devient ambre et la ligne d'écoulement hydraulique est interrompue (barre d'écoulement en position horizontale).
- sur l'affichage d'avertissement moteur (EWD) le message B SYS LO PR BAS est indiqué.

Le système de surveillance électronique centralisée de l'avion (ECAM) surveille l'état du système en toute heure.

Quand une panne se produit ou quand l'équipage la choisit, l'information système est montrée dans le cockpit

III. 6. Description de la pompe électrique bleue :

1. Généralités :

Le circuit électrique auxiliaire bleu permet de pressuriser le système hydraulique bleu au sol pour les opérations d'entretien. En vol, il est possible de contrôler manuellement la pompe électrique bleue.

2. Description du système :

Les composants du circuit hydraulique bleu auxiliaire sont installés dans le compartiment hydraulique bleu. La pompe électrique bleue 1JC est le générateur auxiliaire de puissance hydraulique. Elle convertit l'énergie électrique en énergie hydraulique pour actionner le circuit hydraulique bleu.

A. Système d'aspiration :

La pompe électrique bleue obtient son approvisionnement en fluide hydraulique du réservoir bleu. Un couplage à obturation automatique 5143JM2 permet la pose rapide ou la dépose de la pompe électrique sans perte de fluide.

B. System HP :

La pompe électrique 1JC pressurise le circuit hydraulique bleu via la tubulure 5101JM2. Un clapet anti-retour 5210JM202 permet d'éviter des retours de fluides sous pressions et commutateur de pression 5JC sont installés sur la tubulure. La pression que la pompe électrique assure varie de 150 à 206 bars selon la demande de flux.

C. Système de drainage :

Le système de drainage de la pompe électrique est relié au réservoir bleu par la tubulure LP

3. Alimentation en énergie :

L'approvisionnement en énergie électrique pour la pompe électrique est de 115VAC de la barre bus 1XP2. La barre bus 101PP assure l'opération de service par le disjoncteur 9JC de la POMPE B CTL

4. Fonctionnement /contrôle et indications :

A. Contrôle :

La pompe électrique bleue est contrôlée manuellement avec le commutateur à bouton-poussoir 6JC (HYD /blue/elec/stby) et avec le commutateur à bouton-poussoir 4JC (HYD/blue/elec) situé sur le panneau supérieur 245VU. Quand le commutateur à bouton-poussoir 4JC est dans la configuration normale (le bouton-poussoir poussé FAULT/OFF, indication off), une action sur le commutateur à bouton-poussoir à impulsion 6JC permet l'approvisionnement de la pompe électrique par l' HSMU :

- L'indication « ON » du commutateur à bouton-poussoir 6JC s'allume, la pompe fonctionne.
- Une deuxième action sur le commutateur à bouton-poussoir à impulsion 6JC fait basculer l'indication en « OFF » et la pompe s'arrête. On peut également arrêter la pompe en désenclenchant le commutateur à bouton-poussoir 4JC, l'indication « OFF » allume indéfiniment le commutateur à bouton-poussoir 6JC, l'indication bascule en « OFF ».

Dans cette configuration, le commutateur à bouton-poussoir 6JC est inopérant. Après une interruption de puissance plus de 10min, le statut manuel de contrôle est en « OFF ».

B. indicateurs :

(1) indication de panne :

L'HSMU contrôle l'indicateur de panne situé sur commutateur à bouton-poussoir 4JC ELECTR BLEU

Il s'allume seulement si la pompe électrique est contrôlée « ON » (pompe en fonction). Il s'allume pour les cas ci-dessous:

- surchauffe de pompe électrique,
- surchauffe de réservoir bleu,
- niveau bas dans le réservoir bleu,

- basse pression atmosphérique dans le réservoir bleu,
- basse pression de pompe électrique.

Toutes les conditions de surchauffes du commutateur de pompe électrique arrêtent automatiquement la pompe électrique (un relais 11JC effectue cette opération en dehors de la logique de HSMU).

Le disjoncteur 9JC ferme le coupe circuit automatique de la pompe électrique et l'illumination de la lumière « FAULT » jusqu'à ce qu'elle soit remise à zéro « RESET ».

Dans le cas d'une détection de surchauffe de pompe l'indication « FAULT » restera jusqu'à la disparition de la surchauffe et les C/bs 9JC/10jc sont remis à zéro.

2 .Affichage ECAM :

Pour chaque cas de panne, un avertissement « warning »est représenté sur l'ECAM. En cas d'une surchauffe de la pompe électrique, l'ECAM affiche une indication OVHT ÉLECTR en ambre à la page système. Cette indication est affichée jusqu'à ce que la surchauffe disparaisse et les C/Bs 9JC/10jc soient remis à zéro.

III.7. Description du système hydraulique jaune principal :

1. Généralités :

A. Description :

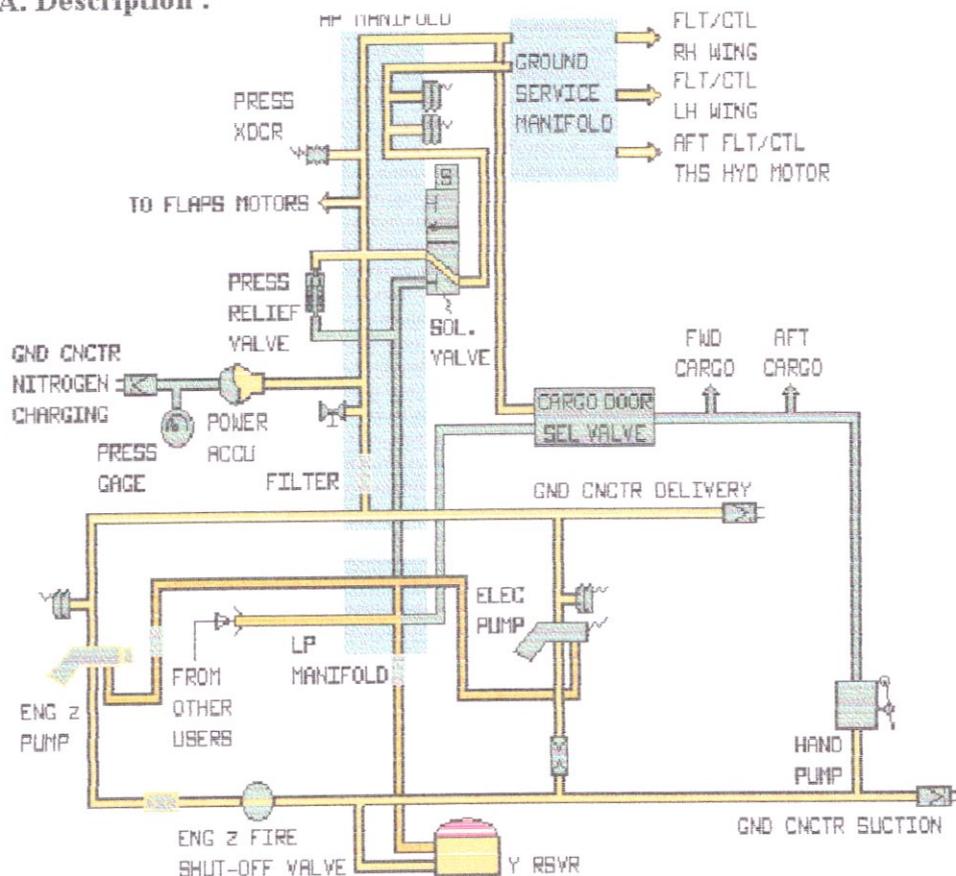


Figure III.27 : le circuit jaune

Le circuit hydraulique principal jaune est l'un des trois systèmes qui alimentent

l'avion en énergie hydraulique. Il alimente:

- le fonctionnement des surfaces de commande de vol
- le fonctionnement des trappes de soute au sol.

La plupart des composants du système sont installées dans le logement du train d'atterrissage principal. Le système est physiquement indépendant des deux autres systèmes.

Le système est hydrauliquement isolé des deux autres systèmes. Il n'est pas possible que le fluide passe d'un système à un autre.

Le système fonctionne à une pression nominale de 3000 PSI (206 bars). La pompe hydraulique moteur fournit 175 l/min à 100 % du régime moteur N2. Le système de retour est habituellement pressurisé à 65PSI soit 4,5 bars. Il est possible de pressuriser le système (HP) de différentes sources:

- une pompe moteur « EDP »
- une pompe électrique (puissance auxiliaire)
- un chariot de groupe de parc.
- une pompe à main (pour portes cargo)

Le fonctionnement du système est habituellement automatique mais l'équipage peut contrôler le système du cockpit.

L'unité de surveillance du circuit hydraulique (HSMU) et l'ECAM surveillent l'état du système en toute heure. Quand une panne se produit l'information système est indiquée dans le cockpit.

B. Utilisateurs :

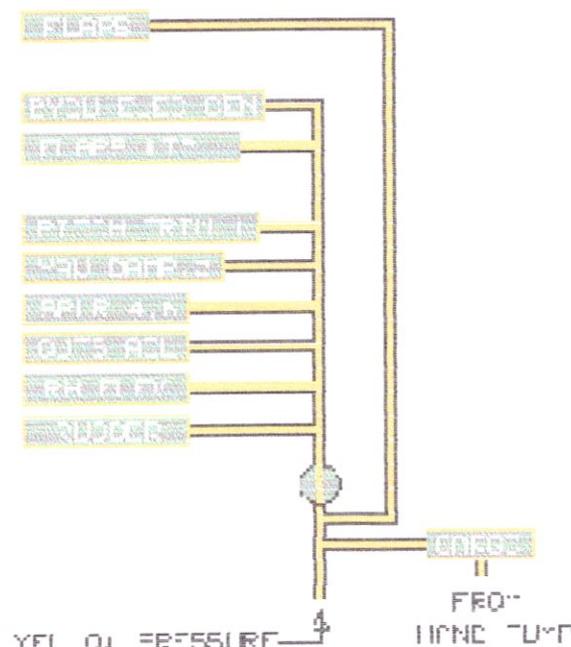


Figure III.28 : les utilisateurs de circuit jaune

(1) servocommandes :

(a) Aile gauche :

- servocommandes des spoilers numéros 4 et 6
- servocommande d'aileron extérieur
- un frein d'extrémité d'aile.

(b) Aile droite :

- servocommandes de spoiler numéro 4 et 6
- servocommande d'aileron extérieure
- un frein d'extrémité d'aile.

(c) Fuselage arrière :

- servocommande de l'élévateur droit
- servocommande du gouvernail de direction
- une alimentation d'énergie de secours (bps)
- un moteur de vérin de THS.

(2) Unité de commande de puissance de Flaps (PCU) :

- Un moteur hydraulique de Flaps (PCU).

(3) inversion de poussée :

- 4 vérins hydrauliques d'inverseur de poussée sur le moteur 2.

(4) trappes de soute :**4. Description du système :**

Le circuit hydraulique jaune est normalement pressurisé par la pompe réacteur jaune entraîné par le moteur 2. Il comporte un système HP, un système de retour et un système d'aspiration. Il y a des tubulures sur lesquelles les valves de soulagement de pression, les émetteurs etc... Sont installés au moyen de raccords de type bobinage. Ceux-ci sont:

- Tubulure HP jaune (7103JM)
- Tubulure de service au sol jaune (5109JM3)
- Tubulure LP jaune (7005JM).

A. Système HP :

Le fluide pressurisé par la pompe (EDP) 4000JG2 entraînée par le moteur 2 est rassemblé par la tubulure HP (7103JM) sur lesquels le filtre 5111JM3 et la valve de prélèvement 5123JM3 sont installés. L'accumulateur de puissance 5151JM3 permet, par la tubulure HP de satisfaire les demandes instantanées d'écoulement et d'éviter les coups de bélier.

Le fluide est alors distribué aux utilisateurs de commande de vol par la tubulure de service au sol jaune (5109JM3) et au clapet sélecteur manuel/électrique (2500MJ). Pendant le décollage ou l'atterrissage, si le moteur 2 est arrêté, la pompe électrique (1JJ) pressurise

automatiquement le circuit hydraulique jaune pour le fonctionnement des volets. Un chariot de groupe de parc peut également être relié par le connecteur à obturation automatique 5131JM3 de livraison, situé sur le panneau d'entretien au sol.

B. Système de retour :

Le système de retour permet, par la tubulure LP 7005JM, de rassembler les écoulements de retour des divers utilisateurs et le drain de carters de la pompe moteur (EDP) par l'intermédiaire du filtre de drain de carter 5013JM2, le fluide traverse le filtre LP 5011JM3 avant qu'il n'atteigne le réservoir 13JS.

C. Système d'aspiration :

La pompe moteur obtient son approvisionnement en fluide directement du réservoir jaune pressurisé à 4,5 bars. Une vanne coupe-feu 4JY isole l'approvisionnement de la pompe moteur dans certains cas de pannes, principalement dans le cas d'un feu moteur.

D. Panneau jaune d'entretien au sol :

Il est situé dans la section avant droite du capot de carénage ventral et comporte les équipements ci-dessous:

- un connecteur de livraison à obturation automatique au sol (5131JM3)
- un connecteur à obturation automatique au sol d'aspiration (5132JM3)
- une jauge de pression d'accumulateur de puissance (5152JS3)
- un connecteur de chargement de l'accumulateur de puissance en azote au sol (5141JM3)
- la pompe à main (7155JE)
- la valve manuelle de dépressurisation (5125JM3)
- Le clapet sélecteur manuel/électrique de la porte cargo (2500MJ)
- le panneau de contrôle au sol de la RAT (12JR).

5. Alimentation en énergie :

La valve solénoïde de la pompe jaune moteur est alimentée avec du 28VDC à partir du BUS 2 204PP par le HYD PUMP Y ENG2 disjoncteur 12JY. La vanne coupe-feu jaune 4JY est alimentée avec du 28VDC à partir de la bus bar 206PP à partir de la ESS BUSBAR 403PP par le relais d'apport 7JY.

6. Description des composants :

Le système hydraulique jaune est alimenté normalement par une pompe moteur, l'énergie auxiliaire est fournie par une pompe électrique, une pompe à main est installée pour le fonctionnement des portes cargos.

❖ Réservoir :

Le réservoir est équipé d'un visu en verre, un commutateur de bas niveau, un capteur de température et un transmetteur de quantité pour l'indication ECAM et les alarmes.

Le niveau maximum est de 21L (5,54USG) ; niveau de chargement à 18°C 14,5L (3,82USG) ; alarme de bas niveau 5L (1,32USG)

Le réservoir est pressurisé à 50 PSI pour éviter la cavitation des pompes, la tubulure de pressurisation est placée au sommet du réservoir.

La tubulure se compose de :

- Une valve d'échantillonnage,
- un clapet anti-retour,
- une jauge de lecture directe de pression d'air,
- un commutateur de pression d'air pour l'indication de basse pression,
- une connexion au panneau de maintenance au sol en cas de dépressurisation.

❖ Valve feu :

Le système jaune est équipé de valves coupe feu, localisées à l'intérieur du pylône du moteur 2, elle est contrôlée par le B/P feu moteur2, la valve coupe-feu fonctionne grâce à un moteur alimenté avec du 28VDC.

❖ EDP :

Le système jaune à une EDP, elle est localisée dans la boîte à accessoire du moteur 2, elle est contrôlée par des commutateurs B/P respectifs sur le panneau de plafond ; la pression nominale est de 3000PSI, le B/P contrôle la valve solénoïde de l'EDP pour assurer le mode pressurisé ou dépressurisé.

Une valve de blocage isole la pompe du système hydraulique en mode dépressurisé, le flux de refroidissement et la lubrification des EDP passe par le filtre du drain de carter installé sur la ligne de retour. Il est du type non by-passé avec un indicateur de colmatage.

❖ Pompes électriques :

La pompe électrique est le générateur d'énergie auxiliaire, c'est une pompe a déplacement variable entraînée par un moteur électrique refroidi par air, l'entrée des pompes auxiliaire fournit un apport maximum pour les pompes principales en cas d'échec de pressurisation du réservoir.

Elle fonctionne manuellement en sélectionnant le B/P correspondant en position « ON » localisé sur le panneau supérieur, l'HSMU active automatiquement les pompes électriques dans les cas suivants :

AUTOMATIC STARTING OF YELLOW ELECTRIC PUMP

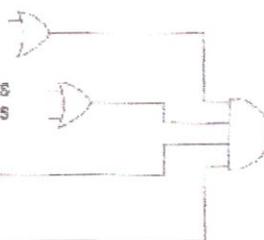
IN FLIGHT :

LGCIU 1 - flight
LGCIU 2 - flight

ADIRU 1 - Vc>100kts
ADIRU 3 - Vc>100kts

Eng 2 failure

Slat handle
not at neutral



Elec pump running until last engine shut down.

❖ Pompe à main :

La pompe à main jaune est utilisée pour le fonctionnement des portes cargos quand l'énergie électrique est indisponible ; la pompe est du type à piston axial avec un pivot cannelé de sortie pour connecter la poignée détachable ; la poignée est bloqué sur le panneau de maintenance au sol vert, la pression de fonctionnement est de 2840PSI.

❖ Commutateur de pression :

Le commutateur de pression surveille les pressions de sortie des pompes moteurs et des pompes électriques pour que les indications soient affichées sur l'ECAM, et les alarmes peuvent se déclencher

Pompe moteur : pression de sortie de la pompe <1750PSI ; réajusté si la pression >2200PSI

Pompe électrique : pression de sortie de la pompe <1450PSI ; réajusté si la pression >1750PSI

❖ Connexion au sol :

Les connexions au sol sont installées au panneau de service au sol jaune, localisé à la section avant droite du carénage ventral, le panneau de maintenance au sol jaune comporte plusieurs connecteurs :

- Un pour l'aspiration hydraulique,
- un pour la livraison hydraulique,
- un pour la dépressurisation,
- un pour le chargement de l'accumulateur en azote

❖ Tubulure HP :

La tubulure HP fournit un montage pour le filtre HP, le système de valves d'échantillonnage, clapet de surpression, commutateur de pression et valve solénoïde de mesure de fuite

❖ Filtre HP :

Localisé dans la tubulure HP, le filtre HP est de type non by-passé avec un indicateur de colmatage, il ne se nettoie pas.

❖ Valve d'échantillonnage :

Localisée dans la tubulure HP dans le compartiment jaune, la valve d'échantillonnage est utilisée pour surveiller la contamination, les échantillons sont prélevés suivant une pression et avec flux demandé

❖ Accumulateur :

Localisé dans le compartiment hydraulique jaune, il amorti les pulsations de la pompe et compense les grandes demandes de flux, il est du type à diaphragme avec une moitié supérieure remplie en azote et la moitié inférieure en fluide hydraulique.

❖ Clapet de surpression :

Il est localisé dans la tubulure HP, il ramène le fluide directement au réservoir dans les conditions de surpression 3436 PSI, il se ferme quand la pression est aux alentours de 3190 PSI.

❖ Valve solénoïde :

La valve solénoïde de mesure de fuite est localisée dans la tubulure HP, elle est du type valve solénoïde à deux positions trois voies,

Elle est ouverte normalement, et fonctionne en sélectionnant le commutateur B/P de la valve de mesure de fuite jaune. Sur le panneau de maintenance hydraulique 285 VU

❖ Capteur de pression (PRESS XDCR) :

Localisé sur la tubulure HP, le capteur de pression fournit des données pour le système d'indication de pression dans l'ECAM.

❖ Commutateurs de pression :

Ils donnent les informations pour les indications et alarmes et pour le système de commande de vol,

ils sont installés directement sur la tubulure HP et réglés pour fonctionner à 1450 PSI (décroissante) et réajustés à 1750 PSI (croissante)

❖ Tubulure de maintenance au sol :

Localisée dans le compartiment hydraulique jaune, la tubulure de maintenance au sol contient trois soupapes à tulipe à fermeture normale au sol.

Ces valves peuvent être ouvertes manuellement pour la mesure de fuite interne du flux de fluide des servocommandes de vol.

❖ Tubulure basse pression :

Elle est localisée dans le compartiment hydraulique jaune, et reçoit le flux de fluide des lignes de retour des composants utilisateurs et le dirige vers le réservoir en passant par les filtres BP

❖ Filtres BP :

Le filtre BP est installé dans la ligne de retour au-dessus du réservoir, il est équipé d'un système de by-pass et d'un indicateur de colmatage.

❖ Clapet de sélection des portes cargos :

Le clapet de sélection des portes cargos est installé dans le panneau de maintenance jaune, il contrôle le fonctionnement normal du système hydraulique des portes cargos.

Fonctionnement /contrôle et indication :**A. Énergie hydraulique principale jaune :**

Sur le panneau supérieur 245VU, le commutateur à bouton-poussoir 3JY YELLOW/ENG 2 contrôle la pompe moteur jaune. Il est normalement dans la configuration « PUSHED-IN ». Dès que le moteur 2 est démarré, la pompe moteur jaune pressurise le système à 3000 PSI. L'approvisionnement est alors continu et la pompe règle cet écoulement en fonction de la demande.

Quand le commutateur à bouton-poussoir est actionné, la valve solénoïde de dépressurisation de la pompe est activée et la pompe ne fournit plus de fluide. Dans ce cas-ci l'indication OFF apparaît. Le symbole qui représente la pompe moteur au système d'ECAM devient ambre et la ligne hydraulique d'écoulement est interrompue (barre d'écoulement en position horizontale).

En cas de feu de moteur, la vanne coupe-feu pompe moteur (4JY) est fermée par l'équipage. Ceci arrête l'aspiration du liquide de la pompe moteur jaune. Le symbole qui représente la vanne d'arrêt du feu à la page de système ECAM devient ambre et la ligne d'écoulement hydraulique est interrompue (barre d'écoulement en position horizontale)

III.8. Description de la pompe électrique jaune :**1. Généralités :**

Le circuit électrique auxiliaire jaune permet de pressuriser le système hydraulique jaune au sol pour des opérations d'entretien. Il est également utilisé pour le fonctionnement des trappes de soute. Il peut également être utilisé en vol dans certaines configurations.

2. Description du système :

Les composants du circuit hydraulique auxiliaire jaune sont installés dans le compartiment jaune de l'hydraulique. La pompe électrique jaune 1JJ est le générateur auxiliaire d'énergie hydraulique.

Elle convertit l'énergie électrique en énergie hydraulique pour actionner le circuit hydraulique jaune. Au sol si la pompe électrique n'est pas disponible, les portes cargos peuvent être ouvertes à l'aide de la pompe à main 7155JE. Elle est située sur le panneau d'entretien au sol jaune.

Système d'aspiration :

La pompe électrique jaune obtient son approvisionnement en fluide hydraulique du réservoir jaune. Un couplage à obturation automatique 5143JM3 permet la pose rapide ou la dépose de la pompe électrique sans perte de fluide.

System HP :

La pompe électrique 1JJ pressurise le circuit hydraulique jaune par l'intermédiaire de la tubulure 5101JM3. Un clapet anti-retour 5210JM302 qui permet d'éviter la contre-pression

et un commutateur de pression 5JJ sont installés sur la tubulure. La pression assurée par la pompe électrique varie de 150 à 206 bars selon la demande d'écoulement.

Systeme de drainage :

Le système de drain de la pompe électrique est relié au réservoir jaune par la tubulure LP.

7. Alimentation en énergie :

L'approvisionnement de la pompe électrique jaune en courant électrique se fait par du 115VAC. Il vient de la bus bar 1XP. Il inclut 2 télécommandes des disjoncteurs (RCCB) (3JJ1 et 3JJ2).

Le RCCB (3JJ2) est relié directement à la bus bar 1XP et le RCCB (3JJ1) est relié à la barre bus 1XP par l'alimentation en énergie externe

8. fonctionnement /Contrôle et indication :

La pompe électrique jaune peut être contrôlée manuellement avec les commutateurs à bouton-poussoir 6JJ et 4JJ situés sur le panneau supérieur ou automatiquement par l'HSMU.

Contrôle Manuel :

Quand le commutateur à bouton-poussoir 4JJ YELLOW ELECT AUTO est dans la configuration normale automatique c.-à-d. (bouton-poussoir poussé), l'alimentation de la pompe est assurée par le commutateur à bouton-poussoir à impulsion 6JJ quand la pompe est contrôlée « ON » (indication « ON » s'allume).

Toute action sur le commutateur à bouton-poussoir 4JJ YELLOW ELECT AUTO est en position « OFF » l'alimentation en énergie de la pompe est coupée (indication OFF apparaît).

B. Contrôle Automatique :

- en vol :

En cas d'une panne moteur 2 ($N2 < 50\%$), l'HSMU contrôle automatiquement le démarrage de la pompe électrique jaune si:

- Commutateur à bouton-poussoir 4JJ dans la position « AUTO » (bouton-poussoir poussé) et la légende de « FAULT/off » en « OFF ».
- vitesse d'A/c au-dessus de 100kts
- Poignée de Slats non rétractée
- Pompe électrique verte contrôlée.

Dans ce cas-ci le commutateur à bouton-poussoir 6JJ en « ON », l'indication « ON » s'allume la pompe reste dans cette configuration jusqu'à l'arrêt complet des moteurs.

- au sol :

Au sol lors du fonctionnement des portes cargos, l'HSMU contrôle automatiquement le démarrage de la pompe électrique jaune, et la fermeture de la valve de mesure de fuite jaune et inhibition des Flaps. Ces précautions ont lieu en circuit pendant 45 secondes après arrêt de la pompe électrique. En outre, en cas de surchauffe du circuit hydraulique, la pompe électrique est arrêtée (arrêt). Le fonctionnement des portes cargos est possible même si l'avion est alimenté seulement par le chariot de service au sol (601PP).

Si le bouton-poussoir 4JJ YELLOW ELEC AUTO est choisi en « OFF », la pompe électrique ne fonctionne pas, quoi que le statut du contrôle soit manuel ou automatique.

C. indications :

- indication de panne :

L'HSMU contrôle l'indication de panne. Quand le bouton-poussoir 4JJ YELLOW ELEC AUTO est en position normale (P/bsw poussée), la légende de panne s'allume pour les cas de pannes ci-dessous:

- surchauffe électrique de la pompe
- basse pression de la pompe électrique (fonctionnement de la pompe)
- bas niveau au réservoir jaune
- basse pression atmosphérique dans le réservoir jaune
- surchauffe du réservoir jaune.

- ECAM :

Pour chaque cas de panne l'avertissement est répété sur l'ECAM. S'il y a une surchauffe de la pompe électrique ou du réservoir, l'indication « OVHT ÉLECTR » apparaît en ambre. Elle reste en « ON » aussi longtemps que persiste la surchauffe. Cette indication est indiquée jusqu'à ce que la surchauffe disparaisse et les C/b 9JJ/10jj soient remis à zéro.

chapitre VI

Recherche de pannes
dans le système hydraulique A330-200

IV.1. Introduction à la recherche de panne :

1. Introduction :

Dans ce chapitre on va étudier la procédure de recherche de panne et la méthodologie de dépannage attribuée.

A chaque avarie survenue en fonctionnement, les erreurs de fonctionnement ne doivent pas dépasser un certain intervalle de tolérance pour cela la panne doit être éliminée avant une exploitation ultérieure de l'appareil.

Le but principal de la recherche de panne est de détecter les défauts engendrant un néfaste comportement des pièces et de fournir des données concrètes pour juger de l'état des systèmes.

2. Etapes de dépannage :

- a) plainte équipage (panne), CRM : message de pannes.
- b) recherche de panne.
- c) pose/dépose.
- d) test de bon fonctionnement.
- e) compte rendu.
- f) restitution de l'avion à l'exploitation.

3. causes de dépose injustifiée :

- a) compétence insuffisante du personnel de la piste.
- b) absence d'historique de panne.
- c) inefficacité du support du personnel de piste (documentation, banc de test incorrect).
- d) parfois le personnel de piste a trop confiance en son savoir faire.
- e) non suivi des procédures de dépannage établies dans le manuel de recherche de panne.
- f) inefficacité des dispositifs automatiques de recherche de panne qui fournissent des informations incomplètes.

4. les différentes méthodes de dépannage :

a).méthode globale :

Elle consiste à remplacer tous éléments de la fonction du système incriminé. Cette méthode est rapide, sûre et elle assure la ponctualité d'avion (régularité, disponibilité), mais elle a des inconvénients :

- a) nécessite de disposer au magasin ou en stock tous les éléments constitutifs de la fonction.
- b) beaucoup de dépose injustifiée.
- c) manipulation excessive (pose/dépose) des équipements dont la fiabilité décroît.

b).méthode progressive :

Cette méthode consiste à remplacer successivement les équipements de la fonction incriminer et de son analyse approfondit. Une fois l'équipement remplacé on procède à un essai qui permet de vérifier si la fonction est assurée. Dans le cas contraire, on remonte l'ancien équipement et on procède au remplacement du suivant et ainsi de suite jusqu'au dépannage complet ou total de la fonction du système.

c).méthode historique :

On cherche l'historique de chaque équipement puis on trouve le pourcentage de panne élevé. Cette méthode a l'avantage de résoudre environ 90% des pannes par le processeur qui fait intervenir une analyse simple, et de toucher les panne les plus probable mais sa provoque comme inconvénient une diminution de fiabilité d'équipement.

d).méthode analytique :

Cette méthode permet d'affiner la méthode progressive (méthode par exclusion) et d'incriminer à coût sur.

Cette méthode nécessite des spécialités ayant une bonne connaissance du système, la demande à suivre est de faire la liste de toute les causes possible, et construire l'arbre de défaillance, qui permettra d'éliminer les causes par la prise en considération les informations sur l'avion (alarme, indication, observation d'équipage).

V. classement de panne :

On distingue différentes classes de pannes en fonction de leur gravité (conséquence).

-Panne classe 1:

Elle nécessite d'être portée à la connaissance de l'équipage parce qu'elle ont des conséquence opérationnels (pour suite de vol)), elles nécessitent obligatoirement une action du pilote pour remédier à la panne (c'est une panne NO GO), c'est-à-dire ; elles impérativement réparer, si non l'avion ne décolle pas.

-Panne classe 2 :

Elles n'ont pas de conséquences opérationnelles pour le vol en court et pour les prochains vols (dans la limite retour à la base principal), elles sont directement portées à la connaissance de l'équipage, elles doivent être rapportées au log book.

-Panne classe 3 :

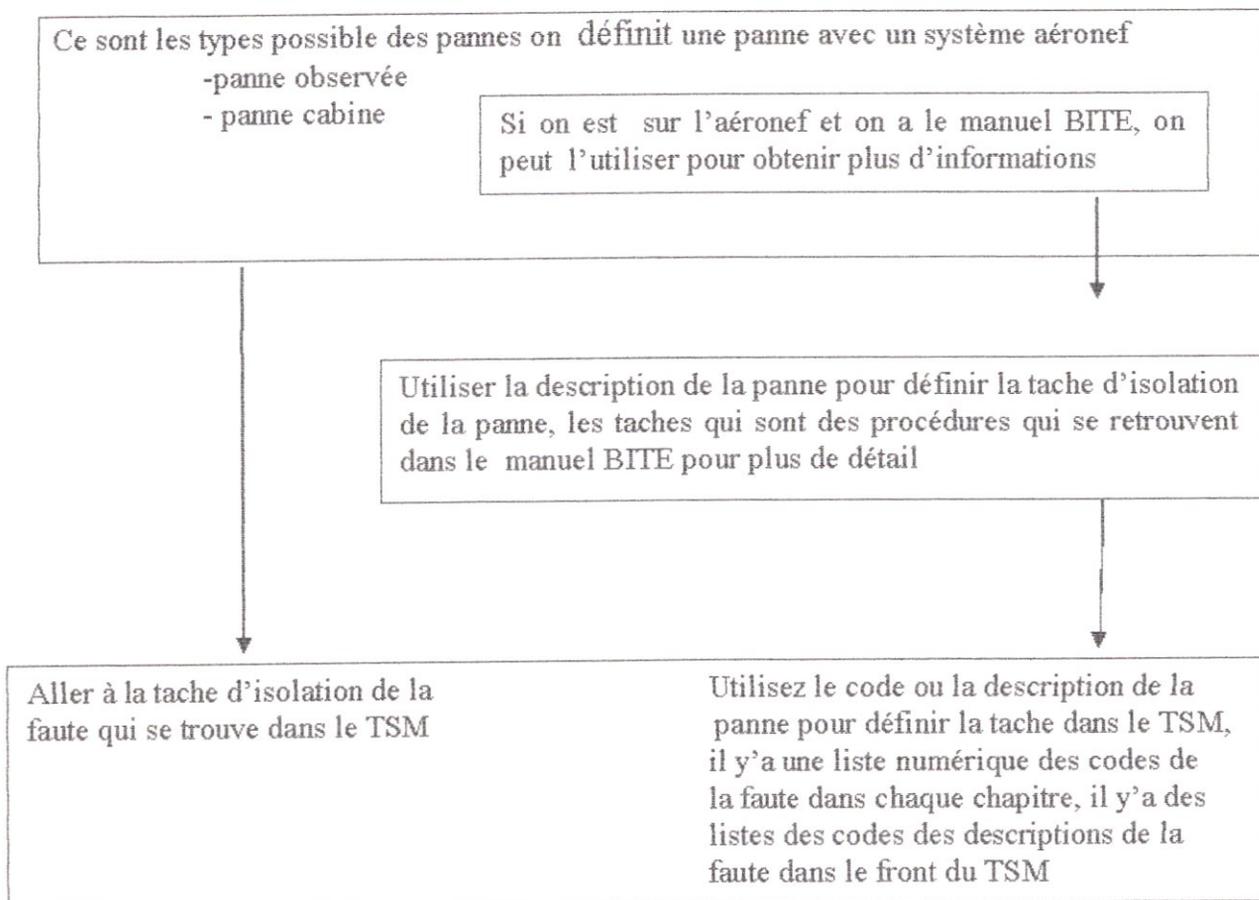
Elles ne sont indiquées à l'équipage car elles n'ont pas des conséquences opérationnelles sur l'avion et n'affectent en rien la sécurité de l'avion. Elles ne peuvent être jamais réparées si ce n'est pour des considérations économiques et disponibilité. Ce sont des pannes GO, sans conditions car elles n'ont pas besoin d'être réparer, leur dépannage relever

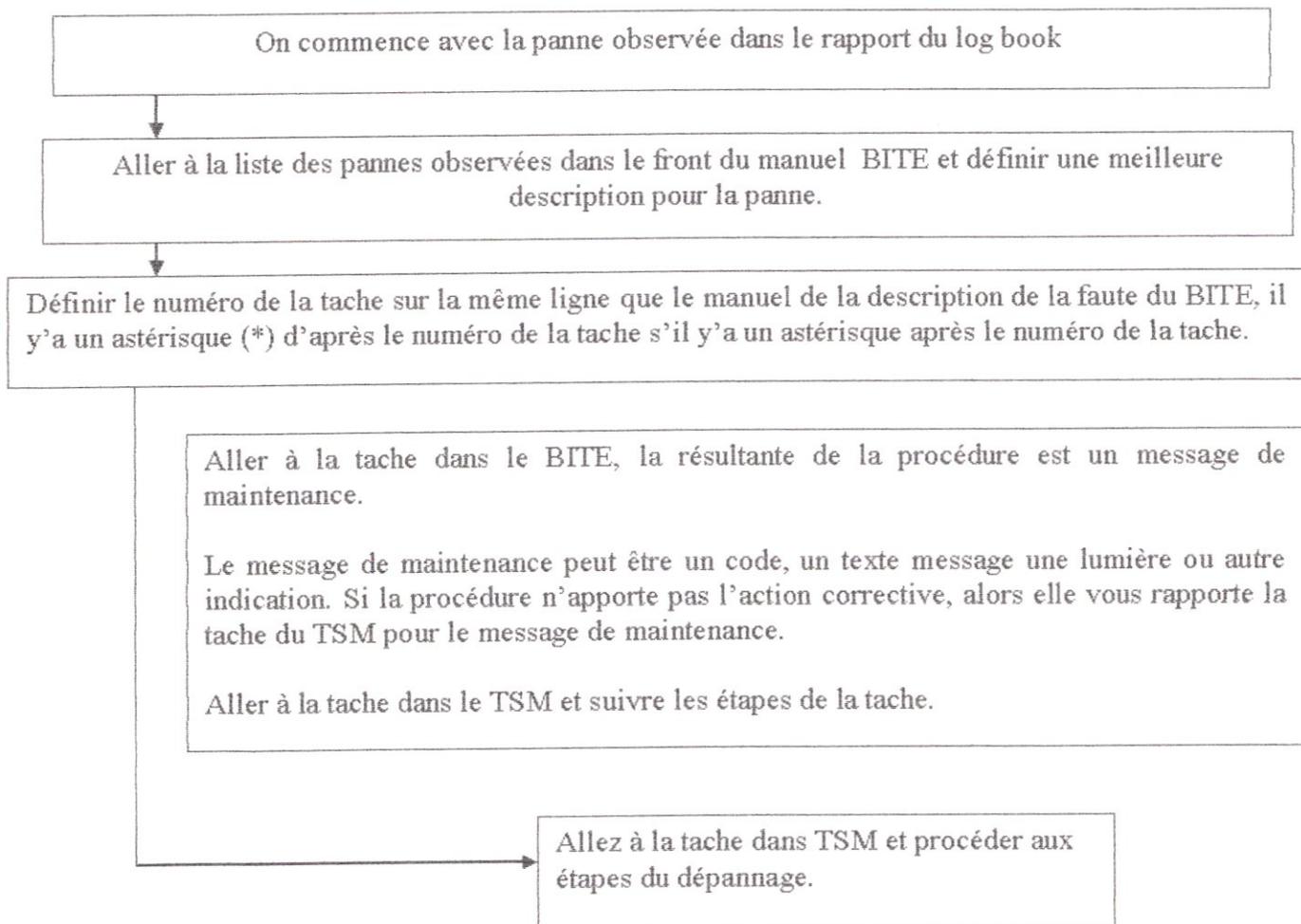
alors du critère lié à la gestion de la compagnie, en autre critère économique de prestige, et disponibilité de l'équipement.

-Différents types de pannes :

- a) **panne simple active** comme blocage des commandes, fuite, rupture.
- b) **panne passive (cachée)** : c'est une panne dont la présence n'est pas immédiatement détectée (système de protection).
- c) **panne multiple due à une cause unique** : comme le feu l'exploitation, la foudre, dégât causé par des corps étrangers (FOD) (pierre, oiseau) ou dégât causé par un phénomène naturel DOD (ailette est soumise à des contraintes thermiques + mécaniques qui vont causer sa cassure).
- d) **panne en cascade** : C'est une panne simple pas critique en elle-même entraîne une série d'autres pannes successives.
- e) **Erreur de conception** : environnement différent de celui prévu (erreur logicielle).
- f) **Erreur de fabrication** assurance qualité (JAR145).
- g) **Erreur de maintenance** : oublie outil, montage incorrecte.
- h) **Erreur dans l'application du test** (banc d'essai).
- i) **Erreur de pilotage** (erreur d'application de procédures).

Lecture de message de panne :





IV.2. Exemples de procédures d'isolation de panne dans le système hydraulique A330-200 :

1^{er} exemple :

29-13-00-810-815 perte de pression dans le système hydraulique jaune à cause d'une défaillance du clapet anti-retour

1. causes possibles :

- clapet anti-retour de livraison de la pompe électrique jaune (5210JM303)
- pompe électrique jaune (1JJ)

2. information sur le travail à effectuer :

Référence AMM	désignation
29-00-00-863-803	Pressuriser le système hydraulique jaune avec le groupe de parc
29-13-00-710-801	Test de fonctionnement du système hydraulique jaune
29-23-00-710-801	Teste de fonctionnement du système hydraulique jaune auxiliaire
29-23-36-000-801	Démontage du clapet anti-retour de livraison de la pompe électrique jaune (5210JM302)

29-23-36-400-801	Installation du clapet anti-retour de livraison de la pompe électrique jaune (5210JM302)
29-23-51-000-801	Démontage de la pompe électrique jaune (1JJ)
29-23-51-400-801	Installation de la pompe électrique jaune (1JJ)
29-31-00-740-802	
	Référence figure 201/29-13-00-991-001-feuille 1

3. confirmation de la panne :

A. TEST :

NOTE : si il y'a une surchauffe de la pompe électrique ou celle du réservoir ,l'indication **ELEC OVHT** apparaît en couleur ambre durant tout le temps ou la surchauffe persiste,et cette indication disparaît dès l'arrêt de la surchauffe

- 1) Faire le test fonctionnel du système hydraulique jaune AMM tache **29-13-00-710-801**
- 2) Faire le test fonctionnel du système hydraulique jaune auxiliaire AMM tache **29-23-00-710-801**
- 3) Faire le test **BITE** de l'HSMU AMM tache **29-31-00-740-802**

4. isolation de la panne : Référence **figure 201/29-13-00-991-001-feuille 1**

A. si le **BITE** donne un de ces messages de maintenance :

- **Y ELEC PMP (1JJ)/Y HYD RSVR/ Y CUDU (2JJ)**

ou

- **Y ENG 2 PMP (E2.4000JG2)/Y RSVR OVHT**

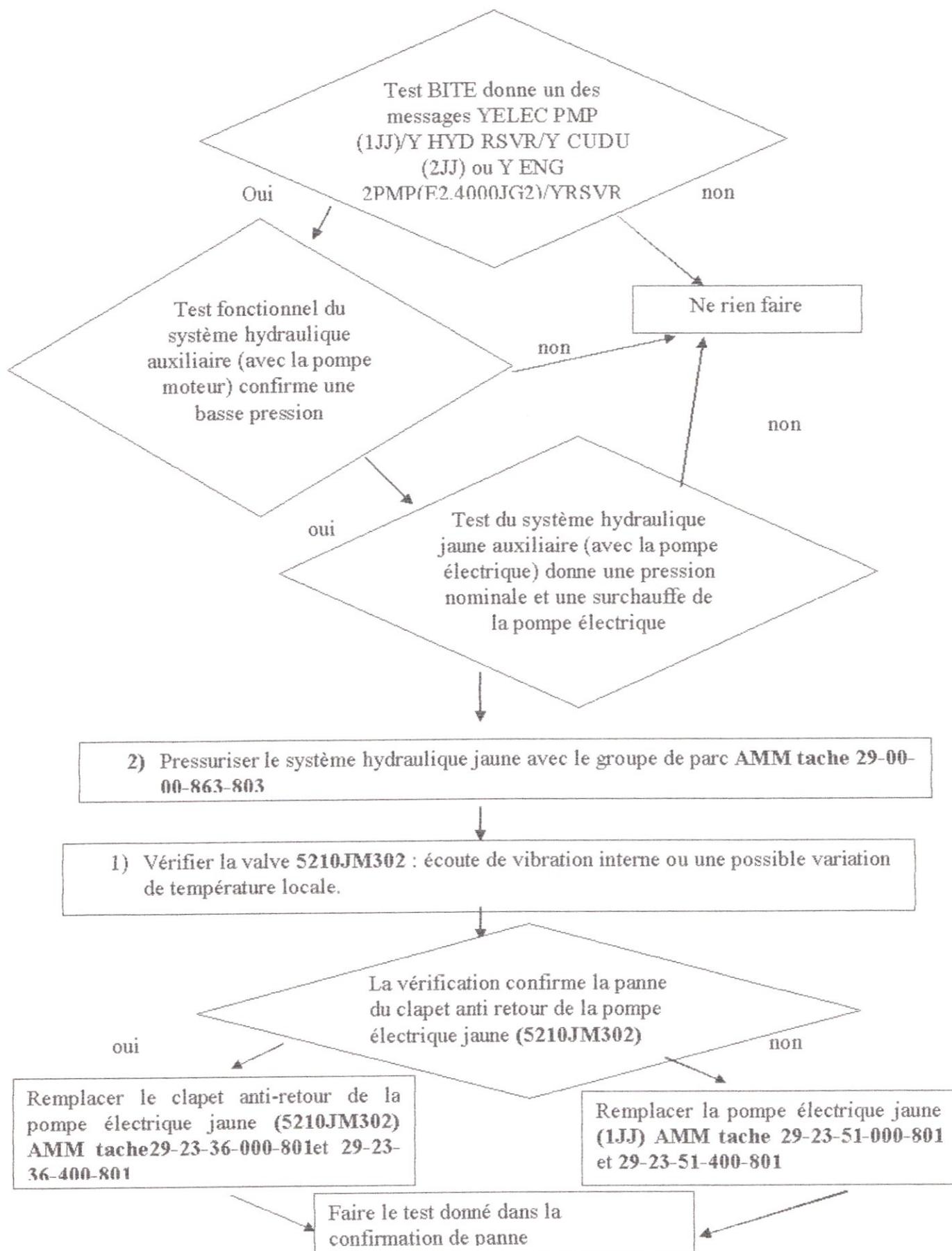
Et si le test fonctionnel du système hydraulique jaune (avec pompe moteur) confirme une basse pression

Et si le test du système hydraulique jaune auxiliaire (avec la pompe électrique) donne une pression nominale et une surchauffe de la pompe électrique :

- 1) Pressuriser le système hydraulique jaune avec le groupe de parc AMM tache **29-00-00-863-803**
- 2) Vérifier la valve **5210JM302** : écoute de vibration interne ou une possible variation de température locale.
 - a) Si la vérification confirme la panne du clapet anti-retour
 - Remplacer le clapet anti-retour de la pompe électrique jaune (**5210JM302**) AMM tache **29-23-36-000-801** et **29-23-36-400-801**
 - b) Si la vérification ne confirme pas la panne du clapet anti-retour
 - Remplacer la pompe électrique jaune (**1JJ**) AMM tache **29-23-51-000-801** et **29-23-51-400-801**

B. Faire le test donné dans le **paragraphe 3**

L'organigramme d'isolation de la panne **29-13-00-810-815** perte de pression dans le system hydraulique jaune à cause d'une défaillance du clapet anti-retour est comme suit :



Deuxième exemple :**29-13-00-810-803 surchauffe du réservoir hydraulique jaune****1. Causes possibles :**

- Transmetteur de température du réservoir jaune (2JS3)
- Pompe électrique jaune (1JJ)
- Servocommande
- Filtre de drain de carter
- Pompe hydraulique moteur 4000JG2

2. Informations sur le travail à effectuer :**A. Informations de référence :**

Référence AMM	désignation
29-13-00-810-806	Panne du transmetteur de température du système hydraulique jaune (2JS3)
29-00-00-200-803	Vérification du système hydraulique vert ou jaune ou bleu après surchauffe du liquide hydraulique
29-00-00-863-803	Pressuriser le système hydraulique jaune avec le groupe de parc
29-10-00-200-804	Vérification des indicateurs de colmatage du filtre du système hydraulique dans le compartiment hydraulique
29-10-00-200-806	Vérification des indicateurs de colmatage du filtre du système hydraulique dans le moteur
29-11-43-600-808	Entretien du filtre de drain de carter de la pompe hydraulique moteur (4000JG2)
29-11-51-000-807	Démontage de la pompe hydraulique moteur (4000JG2)
29-11-51-400-807	Installation de la pompe hydraulique moteur (4000JG2)
29-19-00-720-801	Test fonctionnel pour contrôler le taux de fuite interne dans le système hydraulique bleu ou jaune
29-23-51-000-801	Démontage de la pompe électrique jaune (1JJ)
29-23-51-400-801	Installation de la pompe hydraulique jaune (1JJ)
29-31-00-740-802	Test fonctionnel du système de détection de surchauffe
29-31-18-000-803	Démontage du transmetteur de température de fluide hydraulique du réservoir jaune
29-31-18-400-803	installation du transmetteur de température de fluide hydraulique du réservoir jaune

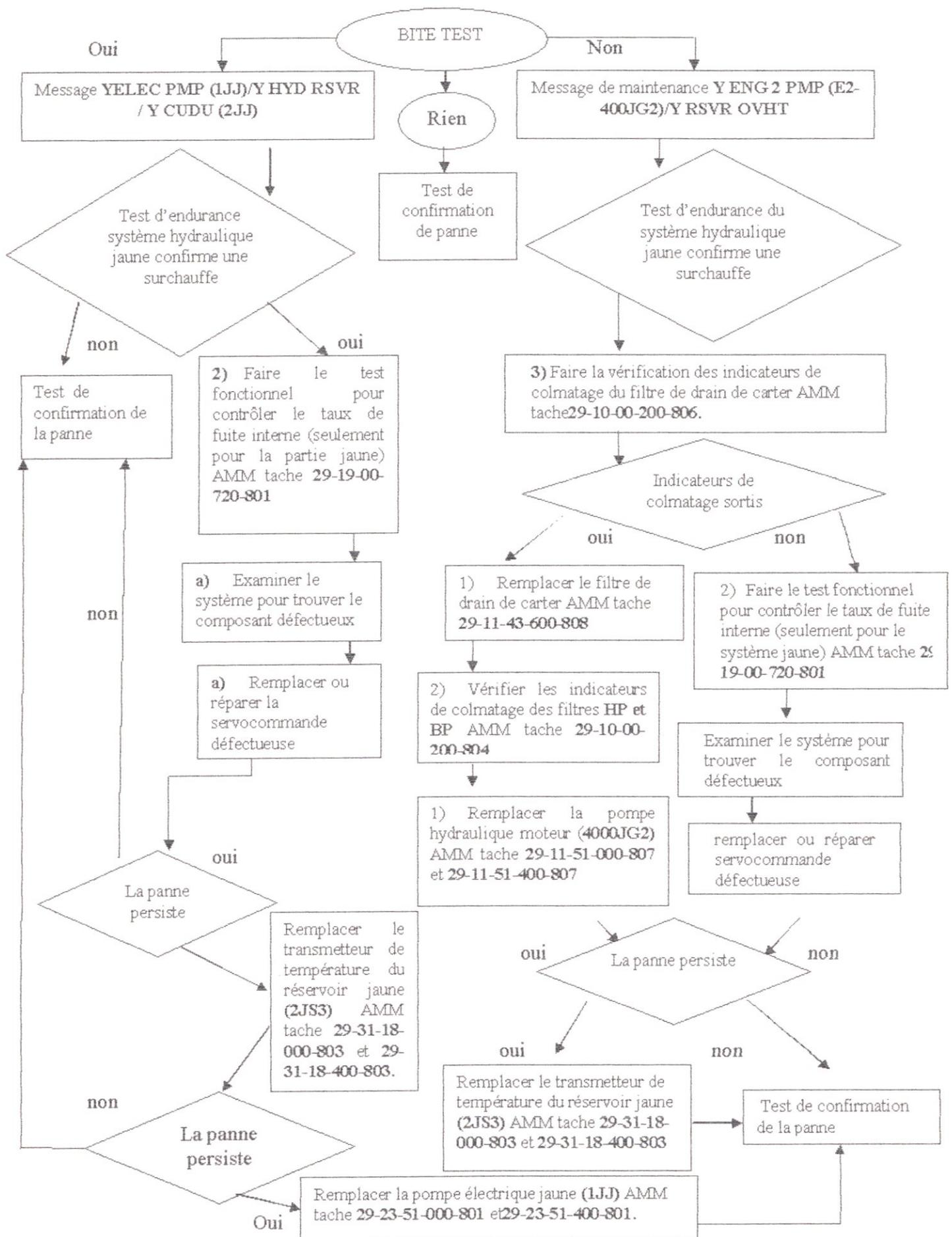
3. Isolation de la panne :

A. Si le test BITE donne le message : Y ELEC PMP (1JJ)/Y HYD RSVR/YCUDU (2JJ) et si le test d'endurance du système hydraulique jaune confirme la surchauffe :

- 1) Faire le test fonctionnel pour contrôler le taux de fuite interne (seulement pour la partie jaune) AMM tache 29-19-00-720-801

- a) Examiner le système pour trouver le composant défectueux
 - b) Remplacer ou réparer la servocommande défectueuse
- 2) Si la panne persiste :
 - Remplacer le transmetteur de température du réservoir jaune (2JS3) AMM tache 29-31-18-000-803 et 29-31-18-400-803.
 - 3) Si la panne persiste :
 - Remplacer la pompe électrique jaune (1JJ) AMM tache 29-23-51-000-801 et 29-23-51-400-801.
- B. Si le test BITE donne le message de maintenance Y ENG 2 PMP (E2-400JG2)/Y RSVR OVHT et si le test d'endurance du système jaune confirme une surchauffe
- 1) Faire la vérification des indicateurs de colmatage de filtre de drain de carter AMM tache 29-10-00-200-806.
 - a) **Si les indicateurs de colmatage ne sont pas sortis :**
 - 1) Faire le test fonctionnel pour contrôler le taux de fuite interne (seulement pour le système jaune) AMM tache 29-19-00-720-801
 - Examiner le système pour trouver le composant défectueux
 - Remplacer ou réparer la servocommande défectueuse
 - b) **Si les indicateurs de colmatage sont sortis :**
 - 1) Remplacer le filtre de drain de carter AMM tache 29-11-43-600-808
 - 2) Vérifier les indicateurs de colmatage des filtres HP et BP AMM tache 29-10-00-200-804
 - 3) Remplacer la pompe hydraulique moteur (4000JG2) AMM tache 29-11-51-000-807 et 29-11-51-400-807
 - 2) Si la panne persiste :
 - Remplacer le transmetteur de température du réservoir jaune (2JS3) AMM tache 29-31-18-000-803 et 29-31-18-400-803
- C. Faire le test donné dans le paragraphe 3

L'organigramme d'isolation de la panne 29-13-00-810-803 surchauffe du réservoir hydraulique jaune est comme suit :



Troisième exemple :

29-13-00-810-804 perte de pression dans la pompe hydraulique moteur
jaune

1) Causes possibles :

- Valve coupe-feu pompe d'aspiration moteur (4JY)
- Commutateur de pression pompe moteur (8JY)
- Pompe hydraulique moteur (4000JG2)
- HSMU (1JG)
- Câblage d'apport de la valve coupe-feu (4JY)
- Câblage du commutateur de pression pompe hydraulique moteur reliant le moteur 2 à l'HSMU.

2) Information sur le travail à effectuer :A. Informations de référence :

Référence AMM	Désignation
12-12-29-611-805	Remplir le réservoir hydraulique jaune avec le chariot de parc
29-00-00-280-803	Vérifier le système hydraulique jaune après fonctionnement de la pompe hydraulique moteur sous condition panne d'alimentation hydraulique et condition de cavitation
29-00-00-790-801	Vérification de fuite hydraulique externe des composants
29-11-34-000-801	Démontage de l'HSMU (1JG)
29-11-34-400-801	Installation de l'HSMU (1JG)
29-11-51-000-807	Démontage de la pompe hydraulique moteur (4000JG2)
29-11-51-400-807	Installation de la pompe hydraulique moteur (4000JG2)
29-13-00-710-801	Test fonctionnel du système hydraulique jaune
29-13-11-000-801	Démontage du commutateur de pression pompe hydraulique moteur (8JY)
29-13-11-400-801	Installation du commutateur de pression pompe hydraulique motrice (8JY)
29-13-52-000-801	Démontage de la valve coupe-feu (4JY)
29-13-52-400-801	installation de la valve coupe-feu (4JY)
29-31-00-200-801	Vérification du niveau de fluide dans le réservoir
29-31-00-740-802	Test du système de détection de surchauffe
71-00-00-860-808	Démarrage automatique moteur
ASM 29-13/11	
ASM 29-13/12	

3) Confirmation de la panne :

A. Test :

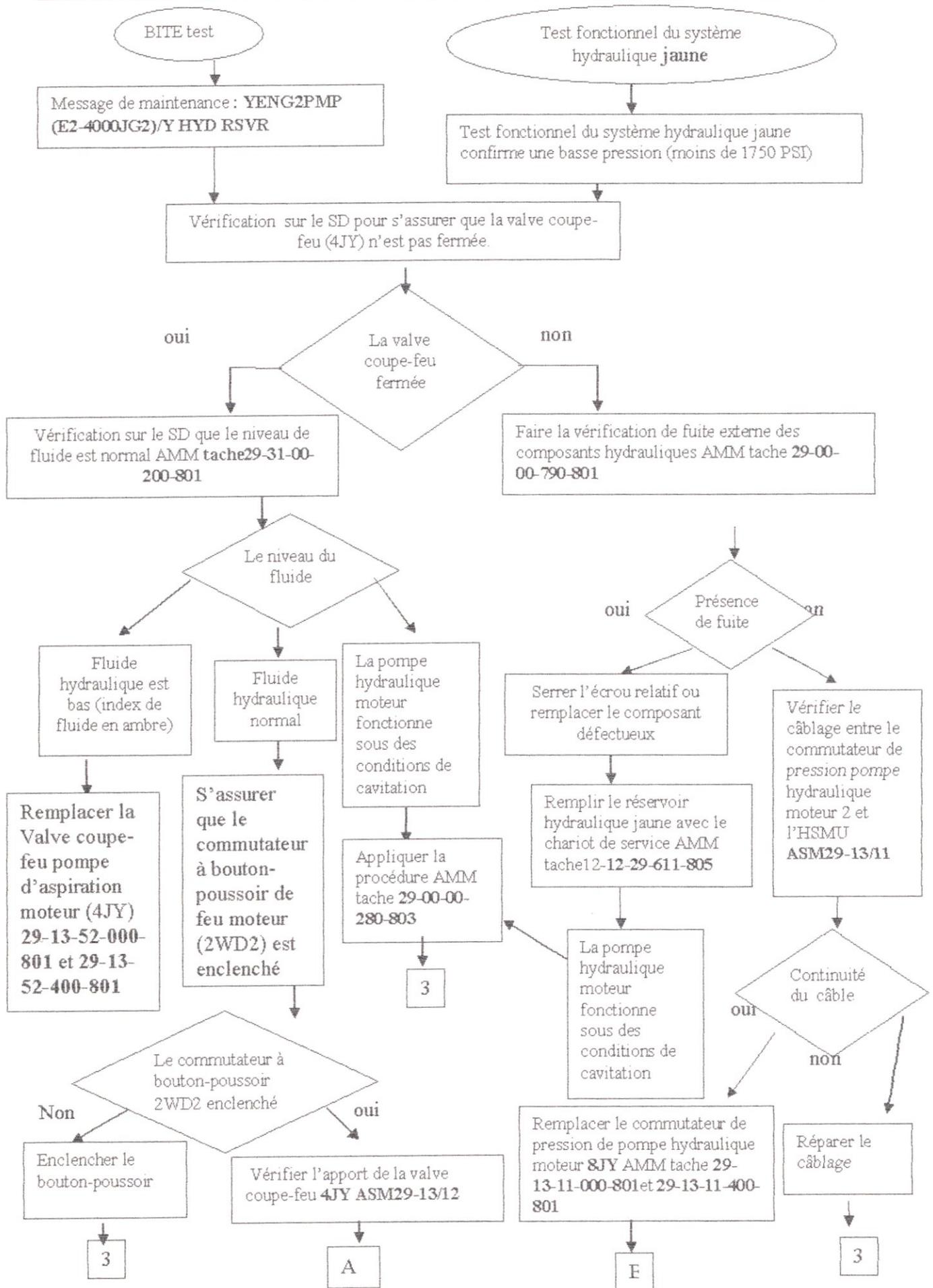
1) Si il y'a un message de maintenance sur le PFR :

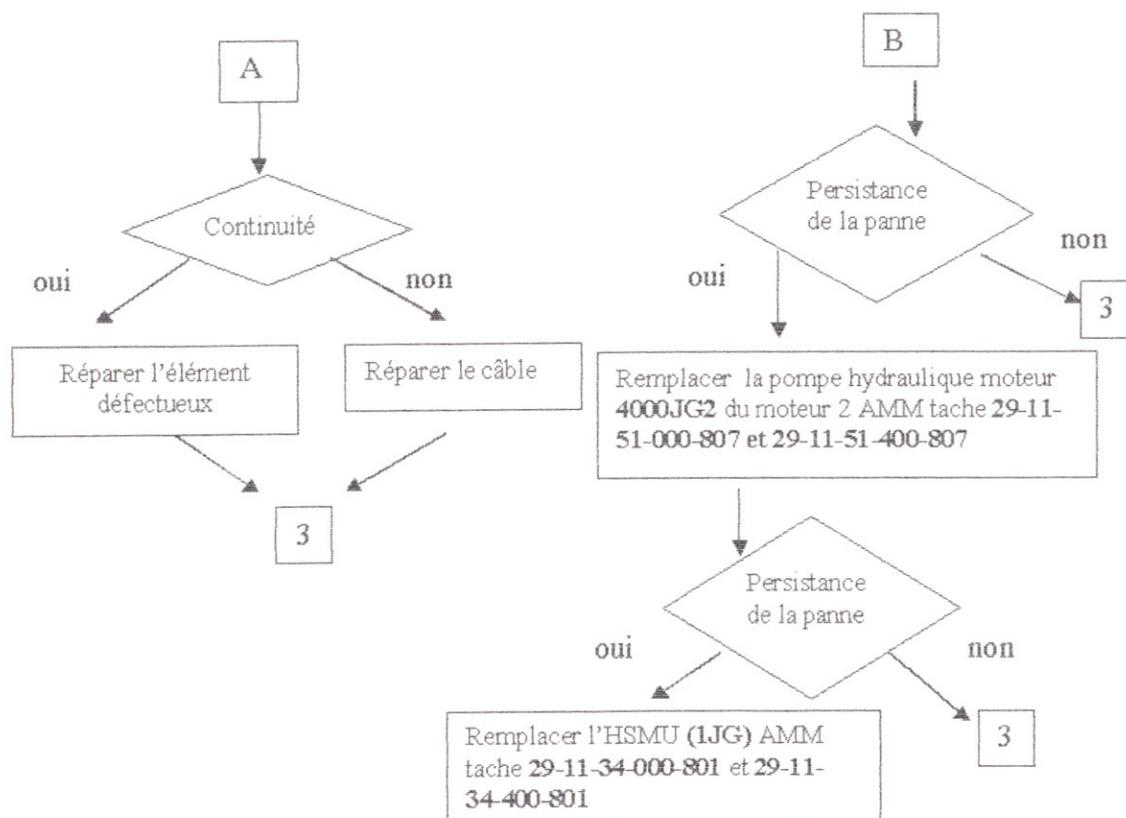
- a) Faire le test BITE de l'HSMU AMM tache 29-31-00-740-802

- b) Faire le test fonctionnel du système hydraulique jaune AMM tache 29-13-00-710-801
- 1) Démarrage moteur 2 AMM tache 71-00-00-860-808
 - 2) Sur le système d'affichage SD s'assurer de l'apparition de l'indication LO en couleur ambre pour le moteur 2
- 2) S'il n'y a pas de message de maintenance sur le PFR :
- a) Faire le test fonctionnel du système hydraulique jaune AMM tache 29-13-00-710-801
 - 1) Démarrage moteur 2 AMM tache 71-00-00-860-808
 - 2) Sur le SD s'assurer que l'indication LO apparaît en couleur ambre pour le moteur 2
- 4) **Isolation de la panne :**
- A. Si le test BITE donne le message de maintenance : YENG2PMP (E2-4000JG2)/Y HYD RSVR et/ou si le test fonctionnel du système hydraulique jaune confirme une basse pression (moins de 1750 PSI)
- Faire une vérification sur le SD pour s'assurer que la valve coupe-feu (4JY) n'est pas fermée.
 - 1) Si la valve coupe-feu est fermée :
 - Vérification sur le SD que le niveau de fluide est normal AMM tache 29-31-00-200-801
 - a) Si le fluide hydraulique est bas (index de fluide en ambre)
 - Remplacer la Valve coupe-feu pompe d'aspiration moteur (4JY) 29-13-52-000-801 et 29-13-52-400-801
 - b) Si le fluide hydraulique est normal :
 - S'assurer que le commutateur à bouton-poussoir de feu moteur (2WD2) est enclenché :
 - 1) Si le commutateur à bouton-poussoir 2WD2 n'est pas enclenché :
 - Enclencher le
 - 2) Si le commutateur à bouton-poussoir est enclenché :
 - Faire la vérification de l'apport de la valve coupe-feu 4JY ASM29-13/12
 - a. S'il n'y a pas de continuité :
 - réparer le câble
 - b. S'il y'a une continuité
 - Remplacer le composant défectueux
 - c) Si on suspecte que la pompe hydraulique moteur fonctionne sous des conditions de cavitation appliquer la procédure AMM tache 29-00-00-280-803

- 2) Faire la vérification de fuite externe des composants hydrauliques AMM tache **29-00-00-790-801**
- a) Si on trouve une fuite :
- Serrer l'écrou relatif ou remplacer le composant défectueux.
 - Remplir le réservoir hydraulique jaune avec le chariot de service AMM tache **12-12-29-611-805**
 - Si on suspecte que la pompe hydraulique moteur 2 fonctionne sous des conditions de cavitation faire la procédure AMM tache **29-00-00-280-803**
- b) Si on ne trouve pas de fuite :
- Vérifier le câblage entre le commutateur de pression pompe hydraulique moteur 2 et l'HSMU ASM **29-13/11**
 - 1) S'il n'y a pas de continuité :
 - Réparer le câblage
 - 1) Si il y'a continuité :
 - Remplacer le commutateur de pression de pompe hydraulique moteur 8JY AMM tache **29-13-11-000-801** et **29-13-11-400-801**
 - a. Si la panne persiste
 - Remplacer la pompe hydraulique moteur **4000JG2** du moteur 2 AMM tache **29-11-51-000-807** et **29-11-51-400-807**
 - b. Si la panne persiste :
 - Remplacer l'HSMU (**1JG**) AMM tache **29-11-34-000-801** et **29-11-34-400-801**
- B. Faire le test fonctionnel pour s'assurer du bon fonctionnement du system AMM tache **29-13-00-710-801**

L'organigramme de l'isolation de la panne **29-13-00-810-804** perte de pression dans la pompe hydraulique moteur jaune est comme suit :





3 : Faire le test fonctionnel pour s'assurer du bon fonctionnement du system AMM tache 29-13-00-710-801

1944

Conclusion

L'étude menée au terme des 6 mois de stage dans la base de maintenance d'Air Algérie, nous a permis d'acquérir plusieurs informations importantes sur le système hydraulique, qui est un système primordial et très important pour l'avion.

Le circuit hydraulique de l'A330-200 a plusieurs fonctions. La première consiste à faciliter la manœuvre de l'avion. La seconde a pour but d'avoir une grande énergie pour l'alimentation des servitudes en énergie hydraulique, la maintenance est effectuée régulièrement selon des programmes de visites établis par le constructeur Airbus, qui permet d'avoir une fiabilité du système en fonctionnement permanent et d'assurer par la suite la sécurité.

Nous pouvons dire que le circuit hydraulique de cet avion est très simple et facile dans sa maintenance. et c'est un système qui est sûr en raison de la disponibilité de trois sources d'alimentation la principale, l'auxiliaire et secours pour chacun des trois circuits ce qui augmente la sécurité du système.

Enfin, nous espérons que ce modeste travail va servir comme document de référence pour les étudiants de notre institut d'aéronautique et aussi bien les aéronauticiens intéressés

Tableau de conversion

Multiplieur	Par	Pour obtenir
British Thermal Unit (BTU)	0.251	Kcal
Cubic foot (Cu.ft)	0.0283	m ³
Cubic inch (Cu.in)	16.387	Cm ³
Foot (ft)	0.3048	m
Foot per minute (ft/mn)	0.005	m/s
Foot pound (ft.lb)	0.135	m.daN
	0.138	m.Kg
Gallon (US GAL)	3.785	l
Horse-power (hp)	1.013	Ch
inch (in)	25.4	mm
	0.0254	m
inch of mercury (in.Hg)	25.40	mm.Hg
	33.86	mb
Inch pound (in.lb)	0.112	m.N
	0.011	m.Kg
Knot (Kt)	1.852	Km/h
Nautical mile (NM)	1.852	Km/h
Pound (lb)	0.4536	Kg
Pound per horse-power (lb/hp)	0.4473	Kg/ch
Pound per square foot (lb/sq.ft)	4.882	Kg/m ²
Pound per square inch (psi ou lb/sq.in)	0.068	bar
Quart (US) (USqt)	0.946	l
Square foot (sq.ft)	0.092	m ²
Square inch (sq.in)	6.451	Cm ²
Yard (yd)	0.914	m

NOMENCLATURE

Compagnies et organisations officielles:

ANSI.....	American National Standards Institute
ARINC.....	Aeronautical Radio Inc
ATA.....	air transportation association
CFMI.....	CFM international
DGAC.....	direction générale de l'aviation civile
FAA.....	federal aviation agency
FAR.....	federal aviation regulations
IATA.....	international air transportation association
ICAO.....	international civil aviation organization
JAA.....	joint aviation authorities
JAR.....	Joint aviation requirement
NAS.....	national aerospace standard
NSA.....	norme sud aviation
SAE.....	society of automotive engineers

Unités de mesures:

A.....	Ampère
Ah.....	ampère heure
°C.....	dégré Celsius
CBR.....	California bearing ratio
dB.....	decibel
DDM.....	difference in depth of modulation

°Fdegree Fahrenheit
 ftfeet
 ggramme
 hPahecto Pascal
 Hz..... hertz
 in inch
 ISAinternational standard atmosphere
 kkilo
 kg kilograms
 knotsinternational nautical miles per hour
 l/slitres par secondes
 lb..... pound
 lbf..... pounds force
 lbf/in²pounds force par square inch
 mmeter
 Mmach
 MCUmodular concept unit
 Mile/h.....miles per hour
 minminute
 mm..... millimeter
 nminternational nautical miles
 NNewton
 PaPascal
 rpmrevolutions per minute
 ssecond
 US galunited state gallon
 Vvolt

Wwatt

Abbreviations

ACalternating current

ACARSaircraft communication addressing and reporting system

ACCU/ACCUS.....accumulator

ACMSaircraft condition monitoring system

ACNaircraft classification number

ACPaudio control panel

ADFautomatic direction finding

ADIRSair data/inertial reference system

ADIRUair data/inertial reference unit

ADMair data module

AFSautomatic flight system

AIL.....aileron

ALT.....altitude

ALTN.....alternate

ALT ACQaltitude acquire

AMM.....aircraft maintenance Manuel

AMU.....audio management unit

AOCairline operational communication

AP.....autopilot

APPR.....approach

APUauxiliary power unit

ASM.....aircraft schematic Manuel

ATC.....air traffic control

A/THR auto thrust
 ATSU air traffic service unit
 B/P bouton-poussoir
 BFE buyer furnished equipment
 BITE built in test equipment
 BMC bleed monitoring computer
 BOL bowl
 BTC bus tie contactor
 BRK brake
 CAS calibrated airspeed
 CDL configuration deviation list
 CG center of gravity
 CIDS cabin intercommunication data system
 CLB Climb
 CMS centralized monitoring system
 CNCTR connector
 CSD constant speed drive
 CSM/G constant speed motor/generator
 CTL control
 EDP engine driven pump
 ENG engine
 ECB electronic bleed control
 ECU engine control unit
 EECU electronic engine control unit
 ENG PMP/ ENG PUMP engine pump
 EWD electrical wiring diagram
 FCMS flight control monitoring system

FCPC.....flight control primary computer
 FCSC.....flight control secondary computer
 FLT.....flight
 FD.....flight director
 FDIU.....flight data interface unit
 FDR.....flight data recorder
 FMGECflight management, guidance and envelope computer
 FPA.....flight path angle
 FW/FWD.....forward
 FWC.....flight warning computer
 FWS.....flight warning system
 GAgo-around
 GAPCUground and auxiliary power control unit
 GENgenerator
 GCUgenerator control unit
 GPCUground power control unit
 GPWS.....ground power warning system
 GRND/GND.....ground
 HDGheading
 HF.....high frequency
 HMU.....hydro mechanical unit
 HP.....high pressure
 HPV.....high pressure valve
 HPAhigh power amplifier
 HSMU.....hydraulic system monitoring unit
 HYD.....hydraulic
 IAS.....indicated airspeed

IDG.....integrated drive generator
 ILS.....instrument landing system
 IP.....intermediate pressure
 IPC.....isolated part component
 ISDU.....inertial sensor system display unit
 ISOL.....isolation
 LA.....linear accelerator meter
 LCD.....liquid crystal display
 LDG/(L/g).....landing gear
 LH.....left hand
 LOC.....localizer
 LO.....low
 LP.....low pressure
 LRU.....line replaceable unit
 MCDU.....multipurpose control and display unit
 MDA.....minimum descent altitude
 MDDU.....multipurpose disc drive unit
 MGW.....maximum gross weight
 MLA.....maneuver load alleviation
 MLS.....microwave landing system
 MLW.....maximum landing weight
 MMEL.....master minimum equipment list
 MMR.....multi-mode receiver
 MS.....military specification
 MTBF.....mean time between failure
 MTOW.....maximum take-off weight
 MTW.....maximum taxi weight

MWEmanufacturer's weight empty
MZFW.....maximum zero fuel weight
NWS.....nose wheel system
NAV.....navigation
ND.....navigation display
OHSC.....over head stowage compartment
OMS.....on-board maintenance system
OPV.....over pressure valve
OUTBoutboard
OVHT.....overheat
OWE.....operating weight empty
PCU.....power control unit
PDU.....power drive unit
PES.....passenger entrainment system
PFD.....power flight display
PIU.....passenger information unit
PRV.....pressure valve
P/B.....push button
PRK.....parking
PR.....pressure
PMP.....Pump
PSU.....passenger service unit
QAD.....quick attach detach
QAR.....quick access recorder
QTY.....quantity
RAT.....Ram air turbine
RFU.....radio frequency unit

RH.....right hand
 RMI.....radio management panel
 RMP.....radio management panel
 RSVR.....reservoir
 RVSM.....reduced vertical separation minima
 SCN.....specification change notice
 SD.....system display
 SDAC.....system data acquisition concentrator
 SDU.....satcom data system
 SELCAL.....selective call system
 SFCC.....slat and flaps control computer
 SFE.....seller furnished equipment
 SI.....international system of units
 SIC.....system isolation contactor
 SIL.....speech interference level
 SPD.....speed
 SPL.....sound pressure level
 SPLR.....spoiler
 SOL.....solenoid
 SYS.....system
 SRS.....speed reference system
 TBD.....to be defined
 TCAS.....traffic alert and collision avoidance system
 THS.....Trimmable horizontal stabilizer
 TK.....tank
 TO.....take-off

TPIS.....Tire pressure indication system
TR.....transformer rectifier
TRK.....Track
ULD.....unit load device
US.....united state
VLV.....valve
VP.....valve prioritaire
VDR.....very high frequency data radio
VOR.....vhf Omni directional range
V/S.....vertical speed.
WARN.....warning
XFR PUMP.....transfer pump
XFEED.....trans feed
XDCR.....transducer

Bibliographie

- *Computer based training Airbus A 330-200 maintenance ref: FKK02331GSM issue august 16, 2002 "ATA 29" Auteur: Airbus Company EDITION: 2005.*
- *Airn@v/maintenance A330-200 DAH Rev date Apr 01/06 "ATA 29" TSM, Airman, AMM Auteur: Airbus Company EDITION 2006*
- *Aircraft maintenance Manuel ATA 29 Auteur: Airbus Company EDITION 2006.*
- *Trouble Shooting Manuel ATA29 Auteur: Airbus Company EDITION 2006.*
- *Support de cour de recherche de panne « année 2006 »: Mr abada IAB BLIDA.*
- *TIM A330-200 ATA 29 Auteur: Airbus Company EDITION 2005.*
- *Manuel des caractéristiques de l'A330-200 :*
 1. *ATA 29 hydraulique.*
 2. *ATA 28 carburant.*
 3. *ATA27 commandes de vol.*
 4. *ATA 24 électricité.*
 5. *ATA36 pneumatique.*
 6. *ATA 71 L72 moteur.*
- *Livre cellule et système d'aéronef « institut d'aéronautique Jean Mermoz » partie hydraulique disponible Bibliothèque IAB.*
- *Livre Aircraft hydraulic systems « international standard book 0-89100-058-5 A Hawks industries company » Auteur IAP Inc. "disponible à la BIBLIOTHEQUE de la BASE de BOUFARIK".*