

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

UNIVERSITE DE SAAD DEHLEB
BLIDA

Faculté des sciences de l'Ingénieur
Département d'Aéronautique

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention
Du diplôme des études universitaires appliquées
(DEUA)

En aéronautique
Option: propulsion

Description et maintenance du circuit de
conditionnement d'air de
BOIENG 737-200

Présente par :
Zemmam Mourad
Touati Mohamed

Dirigé par :
Mokhtari Mohamed
Kbab Hakim

Promotion: 2003-2004

Remerciement

Nous remercions notre dieu le bon tout puissant de nous avoir attribué la faveur de réussir nos études

Nous tenons à témoigner notre remerciement nos promoteurs messieurs MOKHTARI MOHAMED et KBAB HAKIM pour leurs aides et leurs précieux conseils, qui nous ont beaucoup aidé pour réaliser ce modeste travail

Nous adressons notre remerciement à nos enseignants qui ont contribué à notre formation ainsi que tous les amis et les camarades de la promotion.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de siéger dans ce jury, nous les prions de bien vouloir trouver ici l'expression de nos salutations distinguées.

Mourad et Mohamed

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents et mes très chères grand-mères (paternelle et maternelle) et à mes frères et sœurs

Spécialement à mon père qui m'a encouragé tout au long de mon cursus scolaire

A mes oncles et tantes ainsi que leurs familles

A mes cousins et cousines surtout à mes deux cousins FARID et SMAIL.

A tous mes amis surtout FARID, SOFAIN, ADEL, NABIL, SIDALI et IBTISAM

Spécialement à SAID KARICH et SABRINA

A l'ensemble de mes enseignants du primaire jusqu'à l'université de BLIDA.

MOURAD

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à celle qui s'inquiète toujours pour moi, et celui qui est mon fondateur par son exemple d'éducation, mes chères parents, qui par leur énormes sacrifices et soutien m'ont offert toutes les conditions favorables dont j'avais besoin tout au long de mes cursus, et qui par leur présence à mes côtés m'ont rendu la vie heureuse.

A mes deux formidables sœurs AMAL, SABRINA et son marie AZIZ.

A mon chère frère YANIS.

A mes très chères grand-mères et grands-pères paternels et maternels et que dieu leurs donne long vie : SIDOU, MIMA, BABA et surtout YEMA.

A mes oncles et tantes paternels et maternels ainsi que leurs familles surtout à ma tante SAMIRA.

A mes cousins et cousines paternels et maternels surtout à ma cousine NAWEL.

A tout mes amis jusqu'à ce moment.

A l'ensemble de mes enseignants du primaire jusqu'à l'université de BLIDA.

SAMIR

SOMMAIRE

Introduction	0
Chapitre I : Description générale du moteur JT8D	1
I.1 Historique	2
I.2 Généralités	2
I.3 Description	3
I.4 Différents	7
Chapitre II : Circuit de conditionnement d'air	
II.1 Introduction	21
II.2 Les sources d'air du système de conditionnement	21
II.3 Description du système de soutirage d'air moteur	22
II.3.1 valve de modulation	23
II.3.2 Le régulateur différentiel de pression	23
II.3.3 Thermostat	24
II.3.4 Valve de surpression	25
II.3.5 l'épuration	25
II.3.6 Vanne de purge	26
II.3.7 Valve du groupe de conditionnement	27
II.4 Fonctionnement du système de soutirage d'air moteur	31
II.4.1 Moteur à bas régime	31
II.4.2 Accélération du moteur	32
II.5 Commande électrique	34
II.5.1 Commande valve du groupe de soutirage	34
II.5.2 Commande de purge de l'épuration d'air	35
II.6 Description du groupe de refroidissement	35
II.7 Description des éléments du groupe de refroidissement	35
II.7.1 Le turbo refroidissement	35
II.7.2 Séparateur d'eau	37
II.7.3 Valve de mixage	38
II.7.4 La turbo soufflante (turbo fan)	39
II.7.5 Vanne de commande de la turbo soufflante	41
II.8 Le système de réglage du débit d'air aérodynamique	43
II.8.1 Le volet d'admission d'air de refroidissement des échangeur	43

II.8.2 Le déflecteur	43
II.8.3 Le vérin de modulation d'air aérodynamique	44
II.9 La localisation du système de soutirage et conditionnement	46
II.10 Commande électrique, alarme du soutirage d'air moteur...	47
II.10.1 Commande de la valve de mixage.....	47
II.10.2 Commande de la valve dégivrage du séparateur d'eau	47
II.10.3 Commande du vérin de modulation d'air aérodynamique.....	48
II.10.4 Commande de la valve de commande de la turbosoufflante.....	49
II.11 Instrument de contrôle du conditionnement d'air.....	50
II.12 Cycle de refroidissement maximum de l'air de soutirage...	50
II.13 Modulation du refroidissement	50
II.14 Température min à la sortie du groupe de refroidissement	51
II.15 Modulation du débit d'air aérodynamique	51
II.16 Refroidissement au sol	53
II.17 Réglage et régulation de température	53
II.18 La distribution d'air conditionné	54
II.19 Système de distribution individuelle d'air froid	57
II.20 Description du système de ventilation	59
II.20.1 Les ventilateurs	59
II.20.2 La valve de contrôle automatique de débit	60
II.20.3 La valve anti-retour	61
II.20.4 Le détecteur de débit d'air	61
II.21 Le système de ventilation	62
II.21.1 Ventilation de la cabine passage	62
II.21.2 Ventilation du cockpit	62
II.21.3 Ventilation des buffets	65
II.21.4 Ventilation des équipements électrique	66
II.22 Système de chauffage de la cale avant	67
II.23 Les zones climatisées de l'avion	67
Chapitre III Maintenance de circuit de conditionnement	70
III.1 Introduction	70
III.2 Les objectifs de la maintenance	70
III.3 démarche de dépannage	71
III.4 Les méthodes de dépannage	71
III.5 Exemples de la recherche de panne.....	72
Conclusion	00

Lists des figures

Figure I.1 : Présentation du moteur JT8D	02
Figure I.2 : Capotage Moteur JT8D	04
Figure I.3 : Les parties du moteur JT8D	06
Figure I.4 : Le circuit carburant du Moteur JT8D	08
Figure I.5 : Le circuit d'huile du Moteur JT8D	10
Figure I.6 : Le circuit de graissage du Moteur JT8D	11
Figure I.7 : Le circuit d'allumage du Moteur JT8D	13
Figure I.8 : Le soutirage d'air moteur du Moteur JT8D	15
Figure I.9 : Le vérin pneumatique (PRBC)	18
Figure I.10 : Les vanne de décharge moteur en position fermée	19
Figure I.11 : Les vanne de décharge moteur en position ouvert	20
Figure II.1 : La valve de modulation du 13ème étage compresseur	22
Figure II.2 Le régulateur différentiel de pression	23
Figure II.3 Thermostat 450°F	24
Figure II.4 Epurateur	25
Figure II.5 La valve de purge	26
Figure II.6 La valve du groupe de conditionnement	27
Figure II.7 Le fonctionnement du grp de conditionnement	28
Figure II.8 Le système d'alimentation en air du grp conditionnement	30
Figure II.9 Le circuit de commande de groupe de soutirage	33
Figure II.10 Le turbo refroidisseur	36
Figure II.11 Le séparateur d'eau	37
Figure II.12 La valve de mixage	38

Figure II.13	La turbosoufflante	39
Figure II.14	Le fonctionnement de le turbosoufflante	40
Figure II.15	La vanne de commande de la turbosoufflante	42
Figure II.16	Système de réglage du débit d'air aérodynamique (Ram air)	45
Figure II.17	Localisation des équipements de conditionnement	46
Figure II.18	Thermostat 35°F	48
Figure II.19	L'échangeur de chaleur primaire et secondaire (2 échangeurs par groupe de conditionnement)	52
Figure II.20	Le collecteur de distribution principal	55
Figure II.21	La distribution d'air conditionné	56
Figure II.22	Le system de distribution individuelle d'air froid	58
Figure II.23	Le système de ventilation	59
Figure II.24	La valve de contrôle automatique de débit	60
Figure II.25	Le détecteur de débit d'air	61
Figure II.26	Ventilation de la cabine passagère	63
Figure II.27	Ventilation du cockpit	64
Figure II.28	ventilation des buffets.....	65
Figure II.29	Ventilation des équipements électriques	66
Figure II.30	chauffage de la cale	67
Figure II.31	Système de soutirage, conditionnement et distribution d'air	68
Figure II.32	Système de conditionnement d'air.....	69
Figure III.1	Le banc d'essais pneumatique portatif	74

**INDEX DES MOTS
TECHNIQUES**

Index alphabétique des mots techniques

A.P.U (auxiliary Power unit)	Unite de puissance auxiliaire
Actuator	Vérin
Air cleaner	Epurateur
Air conditioning pack	Groupe de refroidissement
Air cycle machine	Turbo refroidisseur
Anti-ice valve	Vanne de dégivrage
Bleed air	Air de soutirage
Calibration spring	Ressort de calibration
Check valve	Valve anti-retour
Control diaphragm	Membrane de commande
Duct	Conduit
Engine bleed valve	Vanne de soutirage moteur
Full cold	Complètement froid
Hydraulic damping bellows assembly	Amortisseur hydraulique à Capsule
Isolation valve	Valve d'isolation
Louver	Ouïe
Main distribution manifold	Collecteur de distribution principal
Mixing chamber	Chambre de mixage
Mixing valve	Valve de mixage
Modulating and shutoff valve	Valve de modulation
Pack valve	Valve du groupe de refroidissement
Pilot regulator	Régulateur de pression
Pneumatic manifold	Collecteur pneumatique
Pressure regulator	Régulateur de pression
Purge shut-off valve	Vanne de purge
Pressure relief valve	Valve de décharge
Primary heat exchanger	Echangeur de chaleur primaire
Ram air	Air aérodynamique
Regulation spring	Ressort de réglage
Secondary heat exchanger	Echangeur de chaleur secondaire
Sensitif selector	Sélecteur sensitif
Sensor	Sonde

Solenoid valve

Switch

Thermoswitch

Turbofan

Venturi control servo

Valve solénoïde

Commutateur

Commutateur thermique

Turbosoufflante

Servocommande de débit

INTRODUCTION

Introduction

Le circuit de conditionnement d'air à bord des aéronefs joue un rôle primordial, car il permet de fournir les niveaux de pression et de température nécessaires au confort et à la sécurité des passagers et l'équipage de l'avion.

Notre étude a été réalisée en trois chapitres

Chapitre I : Ce chapitre décrit sommairement le moteur JT8D équipant le B737-200 étant donné que le compresseur est la principale source d'air qui alimente le circuit de conditionnement de l'avion.

Chapitre II : Ce chapitre traite en détaille le circuit de soutirage et de conditionnement d'air ainsi que la distribution d'air conditionné à bord d'avion

Chapitre III : Ce chapitre aborde la maintenance et les pannes pouvant survenir sur le système de conditionnement d'air et la recherche de panne à suivre pour y remédier.

Enfin nous avons terminé notre travail par une conclusion

Chapitre I

DESCRIPTION

GÉNÉRALE

Chapitre I

Description générale du Moteur JT8D

I.1- Historique :

Le moteur JT8D est fabriqué par Pratt & Whitney le constructeur américain des moteurs qui est basé à East Hartford dans l'état du Connecticut, aux États-Unis d'Amérique.

Jusqu'à la fin 1989 Pratt & Whitney a construit :

11882 moteurs JT8D

Les moteurs JT8D équipent les BOEING 727-200 et les BOEING 737-200 de la compagnie nationale Air Algérie.

I.2- Généralités :

Les BOEING 737-200 sont équipés de deux moteurs turbofan double attelage JT8D de Pratt & Whitney. Ces moteurs sont suspendus en dessous des ailes, ils sont entourés de capots rabattables. Les moteurs se composent essentiellement :

- D'une grille d'aubes fixes directrices d'entrée (Aubage de pré rotation).
- D'un compresseur axial double attelage à treize étages subdivisés en :
 - Six étages basse pression dont les deux premiers sont surdimensionnés pour former le fan.
 - Sept étages haute pression de neuf chambres de combustion du type mixte entourant les arbres de transmission.
- D'une turbine axial double attelage à quatre étages subdivisés en :
 - Un étage haute pression (Turbine haute pression), entraînant le compresseur HP et les accessoires.

- De trois étages basse pression (turbine basse pression) pour l'entraînement du compresseur BP et de sa génératrice tachymétrique
- Un dôme d'entrée et une prise d'air sont montés à l'avant des aubes directrices.
- Une conduite d'échappement et un inverseur de poussée prolongent la turbine.

Chaque moteur est équipé des accessoires suivants :

- Génératrices tachymétrique N°1 et N°2.
- Pompe carburant
- Régulateur carburant (FCU)
- pompes à huile.
- Génératrice.
- pompe hydraulique.
- reniflard centrifuge et démarreur.

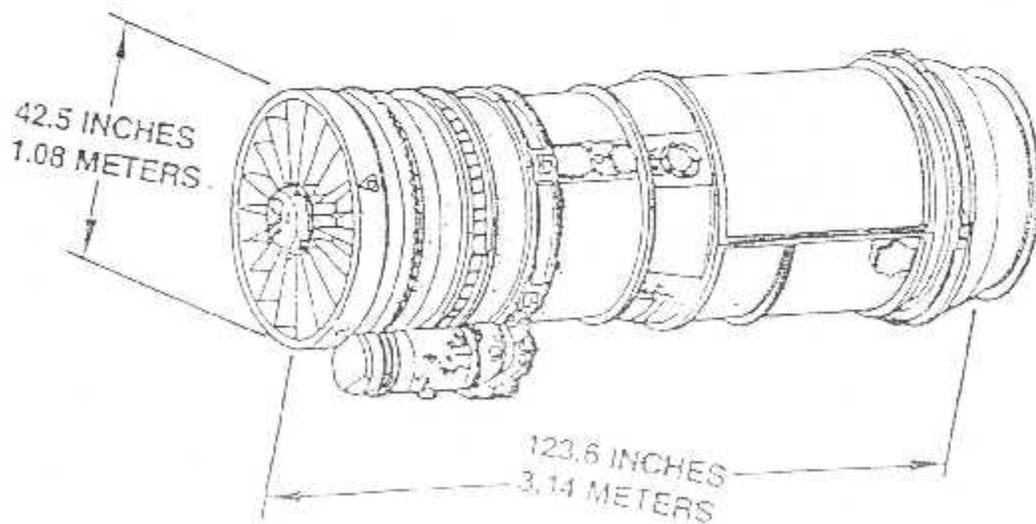


Figure I.1 : Présentation du moteur JT8D

I.3- Description du moteur JT8D

a- Entrée d'air :

▪ L'entrée d'air a pour rôle et but de guider l'air d'alimentation du moteur vers l'entrée de celui-ci avec un minimum de perte d'énergie. Elle est destinée à augmenter la pression à l'entrée du compresseur.

▪ Le capot de l'entrée d'air est constitué de tôles d'aluminium rivées entre elles de façon à former une double paroi, il est boulonné au carter d'entrée du Moteur.

▪ L'entrée d'air est garnie intérieurement de panneaux acoustiques.

b- Dôme d'entrée :

▪ Un dôme conique est monté par goujons et écrous sur le couvercle à l'avant du moteur. Il est destiné à guider l'écoulement.

▪ Le dôme contient la génératrice tachymétrique N°1 et une prise de pression à l'avant. Le dôme d'entrée est garni extérieurement de panneaux acoustiques.

c- Les capots :

Les moteurs sont entourés de deux capots (gauche et droite), qui avec l'entrée d'air et l'échappement, forment une nacelle profilée et protègent le moteur et ses accessoires.

d- Les supports de moteur :

Le moteur est supporté en trois points, deux à l'avant et un à l'arrière

Chaque point d'attache comprend un boulon conique et un amortisseur, celui-ci a pour rôle d'atténuer les vibrations du moteur qui sont transmises au fuselage.

Il est constitué d'un boîtier comprenant une matière à haute résistance à la résilience.

La matière se déforme légèrement pour atténuer les vibrations. En cas de rupture de celle-ci, l'isolateur continue à supporter le moteur.

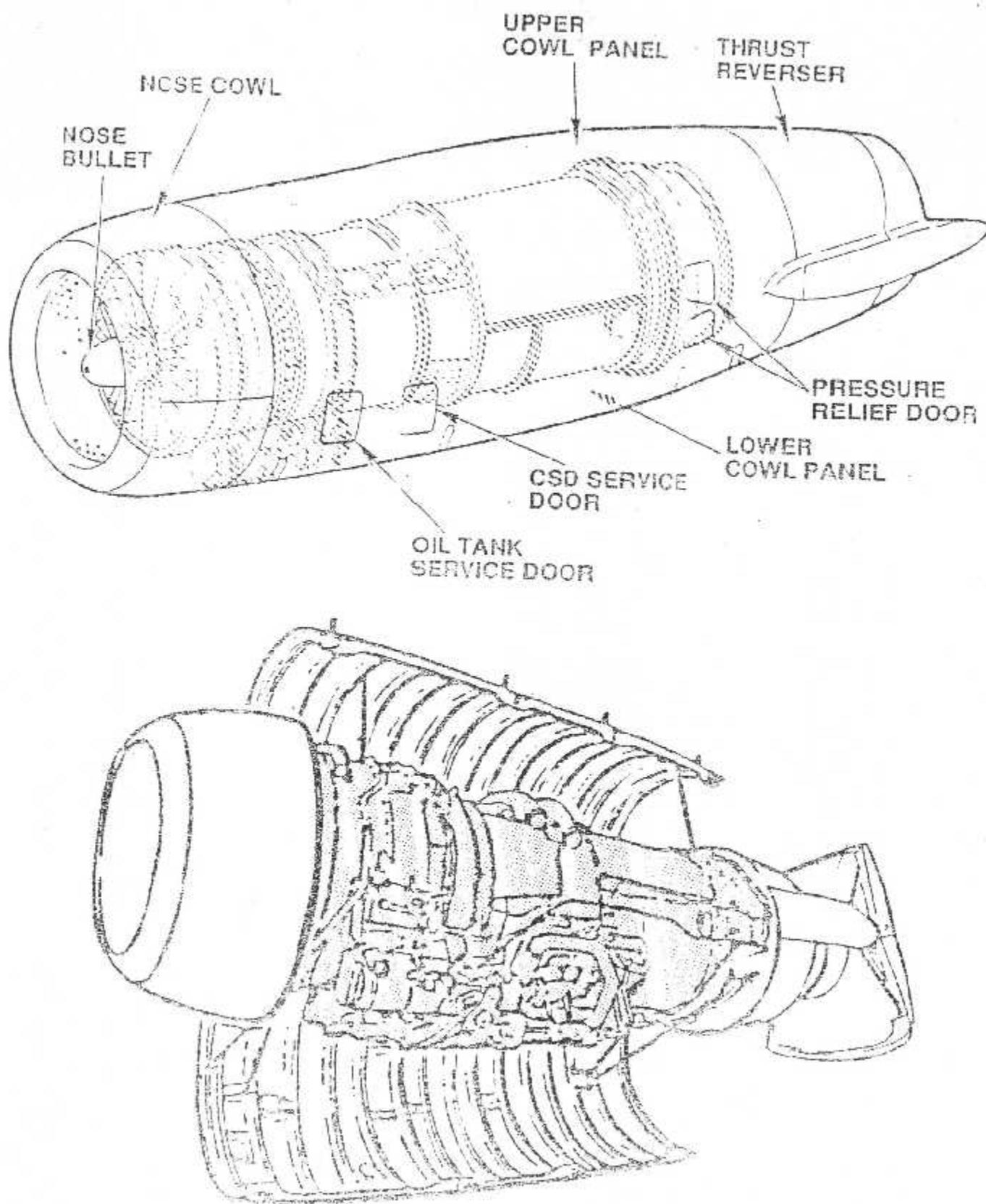


Figure L2 : Capotage Moteur JT8D

e- Le compresseur :

Le compresseur est constitué de treize étages, chaque étage étant composé d'une grille rotorique et d'une grille statorique, il est subdivisé en :

- Un compresseur BP à six étages dont les deux premiers étages constituent le fan.
- Un compresseur HP à sept étages.
- Les deux ensembles sont séparés par des aubes directrices et le compresseur HP se termine par une rangé d'aubes directrices.

f- Chambre de combustion :

Le réacteur JT8D est équipé de neuf chambres de combustion du type mixte numérotées de 1 à 9 dans le sens horlogique, le moteur étant vu de l'arrière.

Ces chambres sont disposées autour des arbres de transmissions et contenues dans deux carters internes.

Chaque chambre est équipée d'un injecteur. Toutes les chambres sont connectées par les tubes de transfert de flamme qui permettent l'allumage de toutes les chambres de combustion et d'égaliser la pression dans celle-ci, les Chambres 4 et 7 sont pourvues chacune d'une bougie d'allumage.

g- La turbine :

La turbine est destinée à entraîner les compresseurs et les accessoires. Elle est constituée de quatre étages dont le premier entraîne le compresseur HP et les accessoires. Chaque étage est constitué d'une grille d'aubes fixe et d'une grille mobile.

h- Boite d'entraînements accessoires (gear box) :

La gear box est située en dessous du moteur. Elle entraîne les accessoires suivant :

- *Face avant* : le régulateur de débit carburant (FCU) et la pompe carburant.

- Face arrière : l'alternateur et la pompe hydraulique.
- Face latérale : la génératrice tachymétrique N°2.
- A l'intérieure : deux pompes à huile et le reniflard Centrifuge.

Sur la face avant sont fixés le réservoir d'huile et le réchauffeur carburant. Le démarreur est localisé sur la face arrière et le filtre d'huile est à l'intérieure de la gear box.

i- Canal d'éjection :

Le canal d'éjection comporte :

- Une rallonge.
- Des inverseurs de poussée qui sont des portes actionnées hydrauliquement lors de l'atterrissage afin de freiner l'avion, chaque moteur comporte deux Portes reversées.

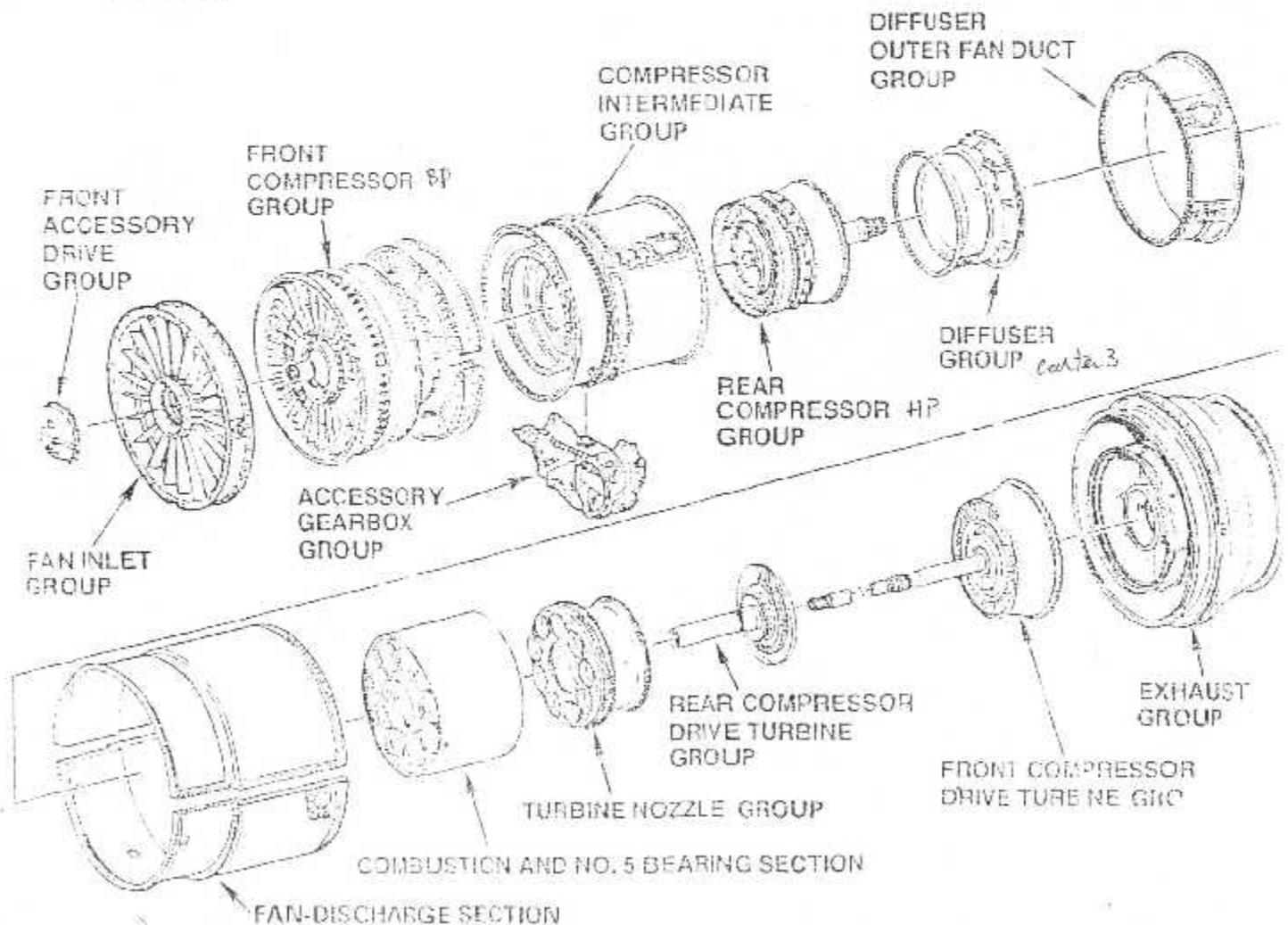


Figure 1.3 : Les parties du moteur JT8D

I.4- Les différents circuits du réacteur JT8D:

I.4.1- Circuit carburant :

Le circuit carburant comprend les organes suivants :

a. pompe carburant :

La pompe est située sur la face avant de la gear box, côté Gauche, moteur vu de l'avant. Elle fournit le carburant sous pression au régulateur de débit carburant (FCU).

b. Réchauffeur carburant :

Il est fixé sur la pompe carburant, à côté du régulateur de débit carburant. Il réchauffe le carburant avant l'admission dans le moteur.

c. Filtre carburant :

Il est situé à l'intérieur du carter pompe carburant, et il évite l'introduction d'impuretés dans le régulateur.

d. Régulateur débit carburant :

Le régulateur dose le débit du carburant.

e. Echangeur huile / carburant :

Il assure le refroidissement d'huile.

f. Purgeur distributeur :

Il est situé en dessous du moteur , devant la tôle pare-feu , Cette valve scinde le débit carburant en primaire et secondaire et alimente la rampe carburant .

g. Rampe carburant :

Le collecteur double primaire et secondaire amène le carburant aux chambres de combustion.

h. injecteurs :

Chaque chambre de combustion est équipée d'un injecteur à double orifice, qui pulvérise le carburant.

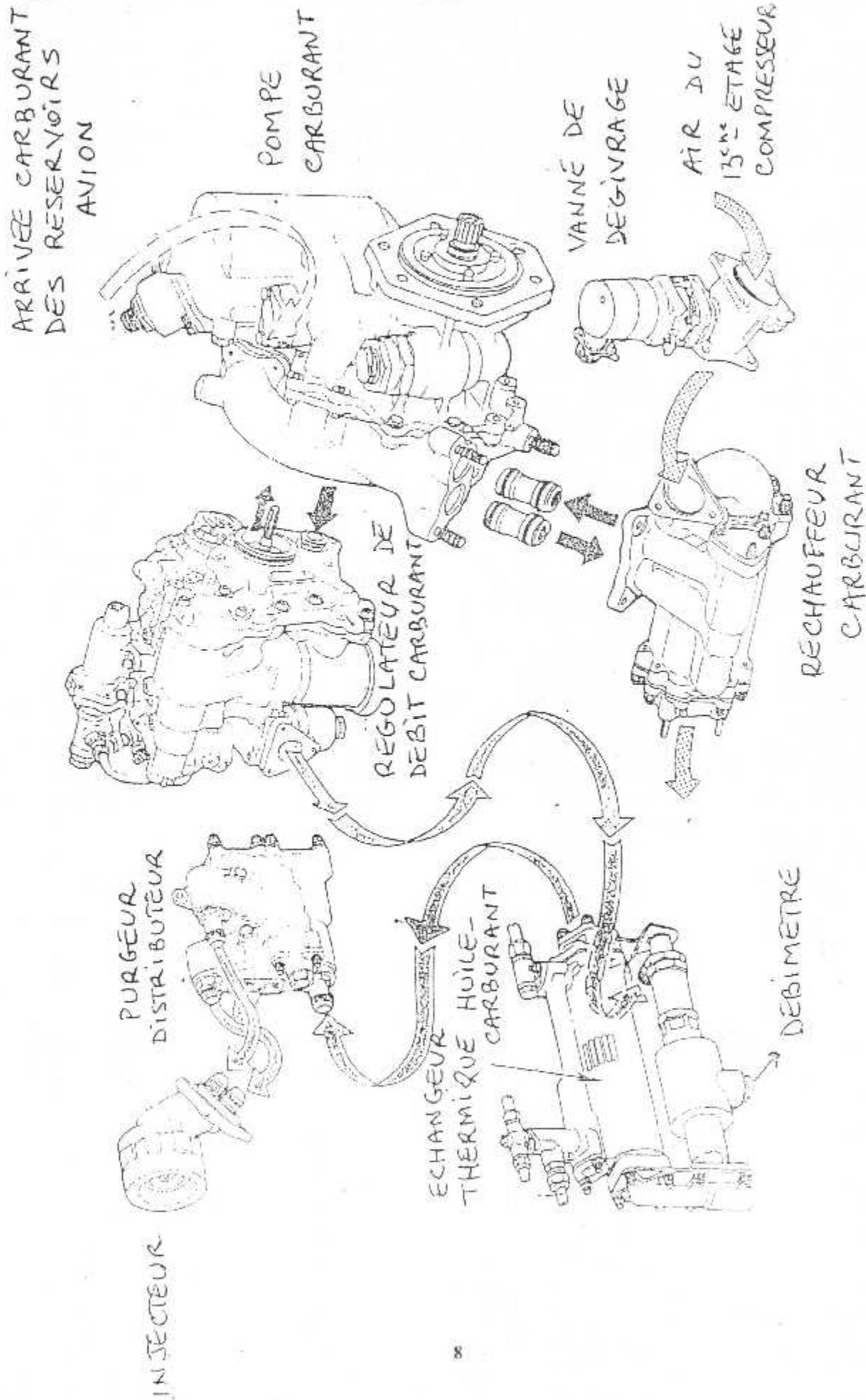


Figure 1.4 : Le circuit carburant du Moteur JT8D

III.4.2- Circuit de graissage :

La lubrification est assurée par un circuit autonome situé à gauche du moteur et comprenant :

- Un réservoir d'huile monté à l'avant de la gear box.
- Une pompe de pression d'huile à l'intérieure de cette gear Box .
- Un filtre principale avec by-pass valve incorporée, le filtre est a l'intérieure de la gear box et est équipé d'un switch de pression différentiel qui renseigne son colmatage en poste de pilotage.
- Un régulateur de pression d'huile.
- Un radiateur refroidi au carburant est situé au dessus du réservoir.
- Quatre pompes de récupération à l'intérieure du moteur et une pompe de récupération principale.

Le circuit de graissage assure la lubrification des éléments suivants :

- Roulement N°1 et entraînement de la génératrice tachymetrique .
- Roulements N°2 et N°3 et entraînement de la gear box .
- Roulements N°4½ et N°5.
- Roulements N°4½ et N°6.

Le circuit de récupération assure la récupération d'huile des paliers.

Une pompe de récupération au niveau du palier N°1 récupère l'huile de cedernier et l'envoi vers la gear box.

Une pompe de récupération du palier N°5 récupère l'huile de ce dernier et l'envoi vers le puisard des paliers N° 4, N°4 ½, et N°5. La totalité de l'huile de récupération des paliers N° 4, N°4 ½, 5 et 6 est récupérée par une pompe de récupération à double étage et est envoyée directement vers le réservoir d'huile.

Les chambres de roulements ainsi que le réservoir sont mis à l'air par le reniflard centrifuge qui assure la séparation entre les vapeurs d'huile et l'air.

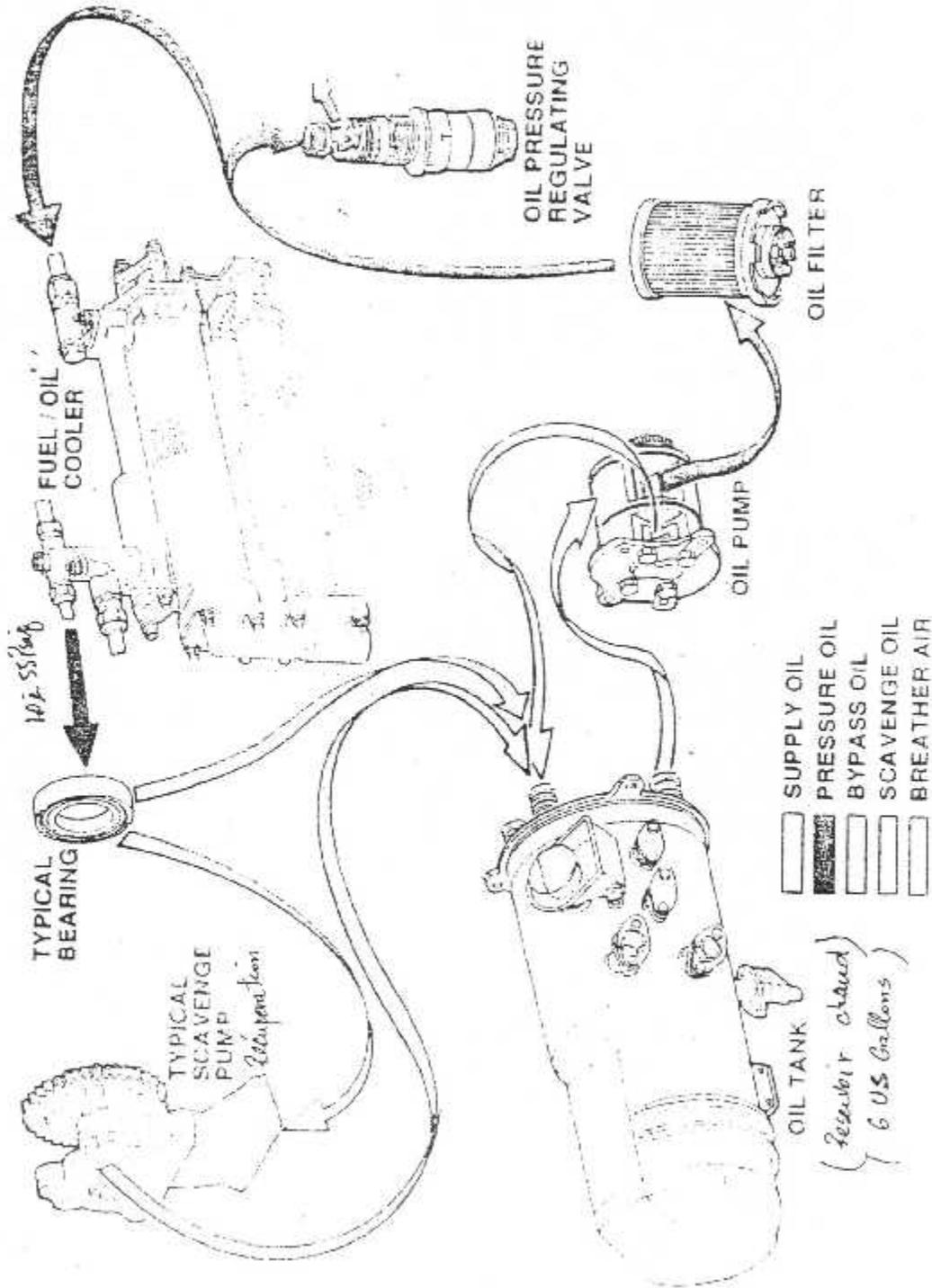


Figure 1.5 : Le circuit d'huile du Moteur JT8D

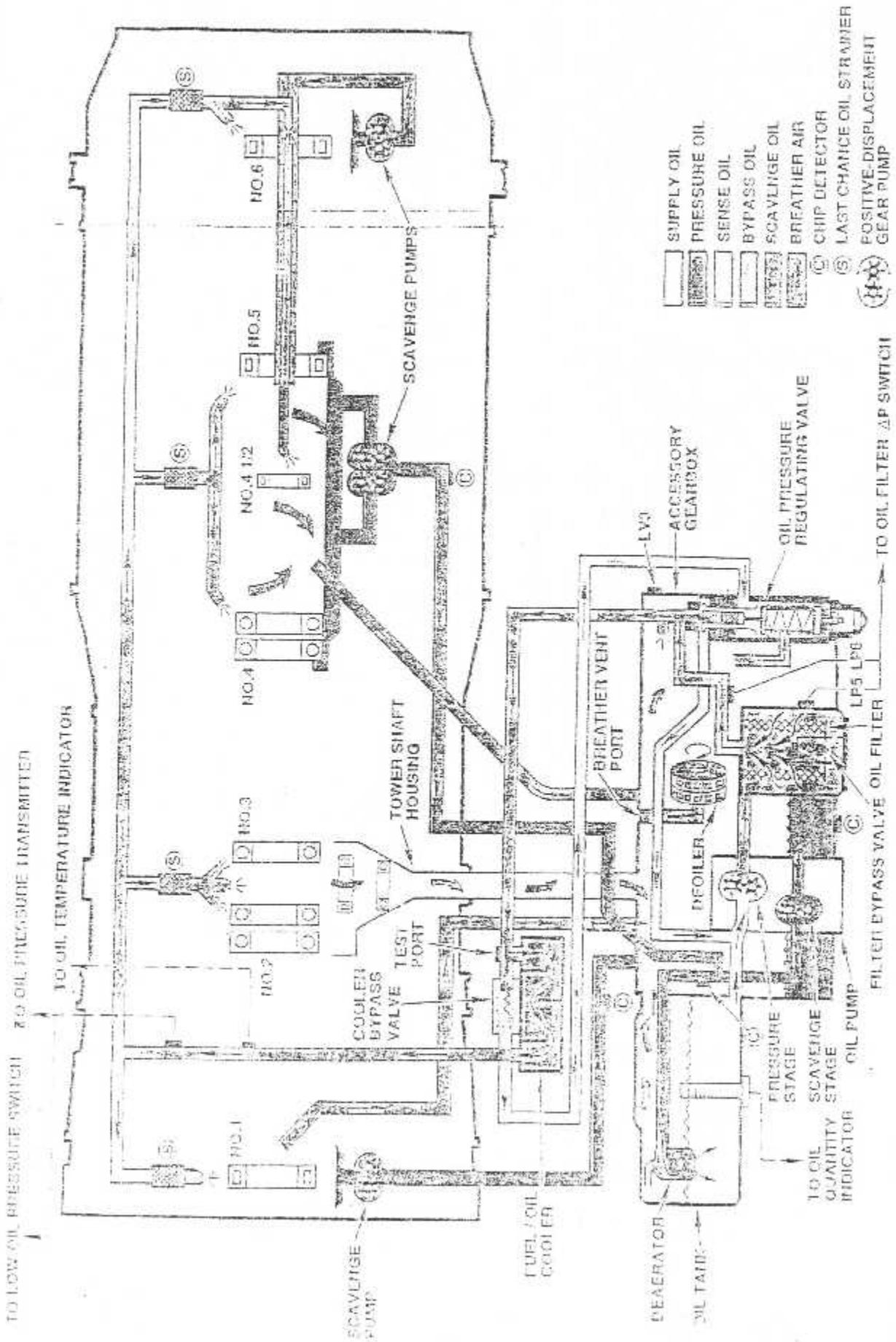


Figure 1.6 : Le circuit de graissage du Moteur JT8D

I.4.3- Circuit d'allumage et de démarrage :

Le système d'allumage amorce la combustion dans les chambres au moment de démarrage. Dans certaines conditions au sol ou en vol ou une extinction moteur est à craindre, il est utilisé comme mesure préventive.

Les conditions atmosphériques et les conditions de vol particulières nécessitent un système d'allumage puissant.

Le système d'allumage est double et contenu dans un seul boîtier.

Le premier système (allumage intermittent) est alimenté en 28VDC et est utilisé lors du démarrage du moteur ou pour le rallumage en vol, il alimente deux bougies.

Le second (allumage permanent) est alimenté en 115VAC est utilisé pour assister la combustion, il n'alimente qu'une seule bougie.

La boîte d'allumage est située à gauche du moteur, à l'avant du carter de la section de la chambre de combustion. Elle est raccordée aux bougies dans les chambres de combustions 4 et 7. A la traversée du carter fan, les bougies sont entourées par un manchon profilé.

I.4.3.1- Utilisation du système de démarrage :

L'interrupteur de démarrage moteur a trois positions :

- Sol.
- Arrêt.
- Vol.

a. Démarrage au sol :

- Interrupteur démarrage moteur sur sol : le démarreur est alimenté.
- Le switch est maintenu en sol par le solénoïde de maintien.
- L'allumage est armé.

- A 15-17% N°2 avancer la manette de démarrage ce qui fait fonctionner l'allumage sur deux bougies.

- A 40% N°2, l'interrupteur de démarrage revient en off ce qui coupe le démarreur de rallumage.

b. Rallumage en vol :

- Après l'extinction du moteur, la manette de démarrage en position arrêt.
- L'interrupteur démarrage moteur en position vol.
- Avancer la manette de démarrage, l'allumage va fonctionner sur deux bougies.
- En vol l'allumage se fait sur une bougie 115 V AC ou deux bougies 28V DC.
- A l'arrêt l'allumage et le démarrage sont coupés.

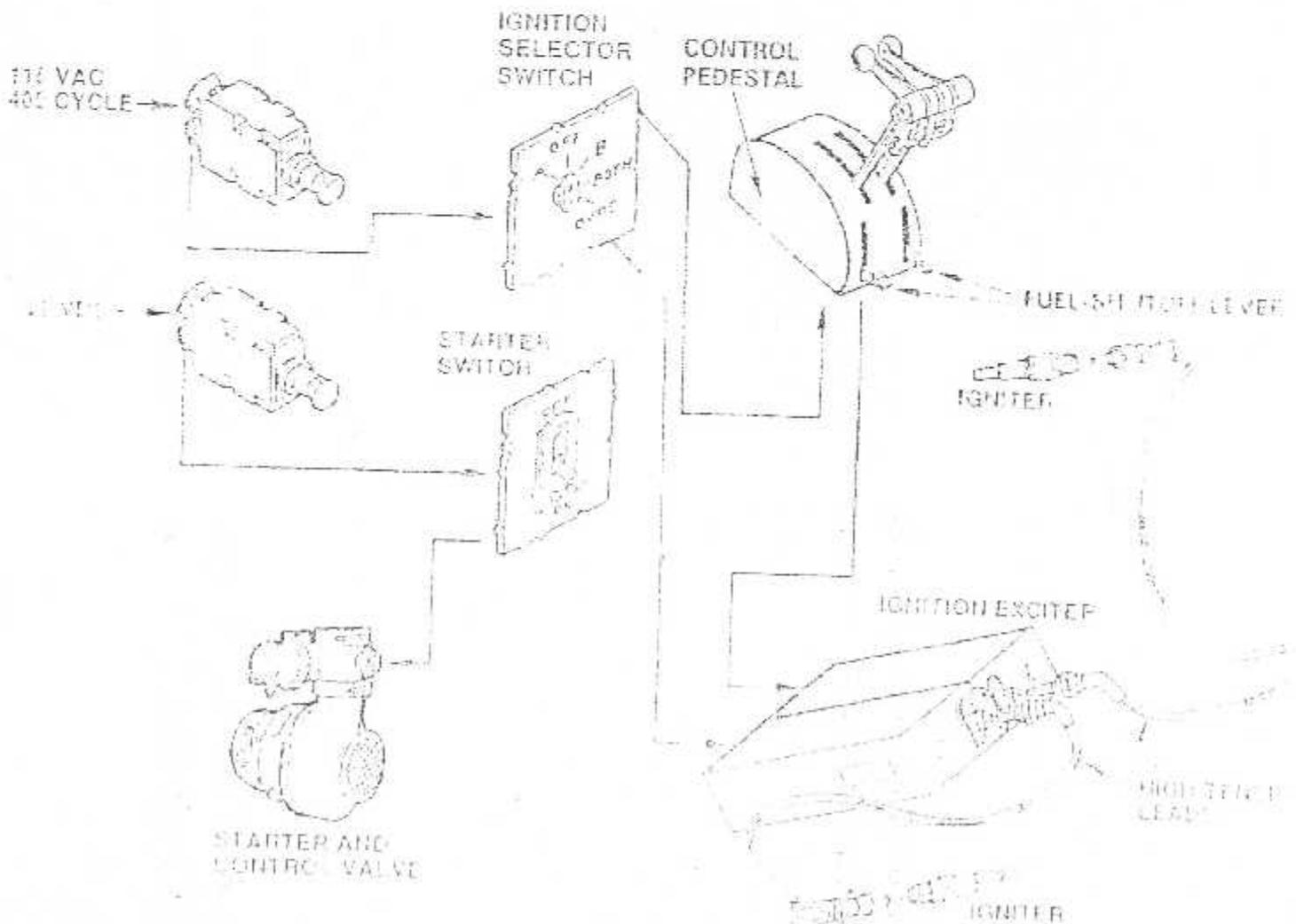


Figure 1.7 : Le circuit d'allumage du Moteur JT8D

I.4.4- Circuit d'air :

III.4.4.1- Soutirage d'air externe :

De l'air est soutiré aux étages 2, 6, 8, et 13 et est utilisé à différentes fins :

- Refroidissement de l'alternateur.
- Dégivrage moteur et prise d'air.
- Alimentation du réchauffeur carburant.
- Protection anti pompage du moteur.
- Pressurisation des réservoirs hydrauliques.
- Dégivrage des ailes.
- (*Pressurisation et conditionnement d'air*)*.
- Démarrage moteur.
- Circuit de commande du F.C.U.
- Mise sous pression du réservoir d'eau.

I.4.4.2- Soutirage d'air interne :

De l'air est soutiré aux étages 6, 8, 9, 13 et est utilisé :

- A la pressurisation des joints des roulements.
- Au refroidissement de la section chaude du moteur.
- A la pressurisation de l'intérieur du moteur.

*thème de cette étude

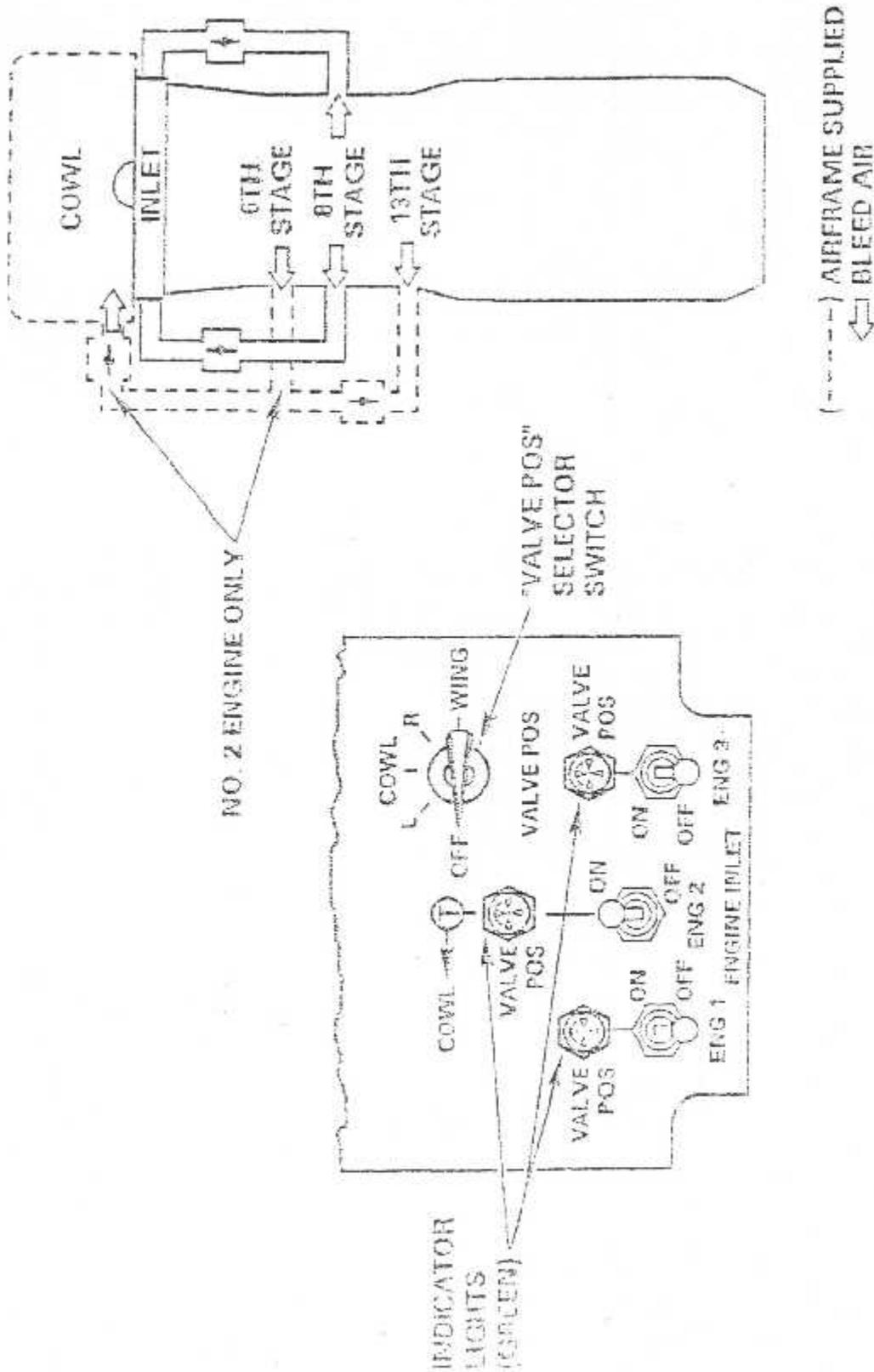


Figure 1.8 : Le soutirage d'air moteur du Moteur JT8D

I.4.4.3- Système anti-pompage du réacteur JT8D:

a. Vannes de décharge :

Les vannes de décharges évitent le pompage du compresseur lorsque le fonctionnement de ce dernier n'est pas adapté aux faibles régimes, la vitesse de rotation du compresseur BP n'est pas adaptée à la vitesse d'écoulement de l'air dans l'aubage et il résulte un angle d'incidence trop élevé.

Au lieu que la pression dans chaque étage du compresseur BP soit faible, cette pression est trop élevée pour le régime existant, les aubages sont soumis à un gradient de pression trop élevé et des effets de viscosité épuisent l'énergie cinétique de la couche limite qui s'écoule le long des aubes.

Lorsque cette énergie est dissipée, la couche limite décolle des parois des aubes

Ce phénomène est appelé (pompage), il s'accompagne d'une Inversion et d'une perturbation du débit d'air.

Le pompage est évité par la mise à l'air du compresseur aux bas régimes. Cette mise à l'air est réalisée par l'ouverture de trois vannes de décharge à l'arrière du compresseur.

b. Le système anti- pompage se compose de :

- Trois vannes de décharge du type flottant à deux Positions (ouverte et fermé), deux de ces vannes sont situées à l'arrière du carter diffuseur (position 4h et 8h) La troisième vanne se trouve sur le 8eme étage du Compresseur (position 6h) elles ne sont pas visible de l'extérieur.

Lorsque les vannes sont ouvertes, elles refoulent l'air dans la section d'échappement du fan (Flux le secondaire).

- D'un vérin pneumatique situé à la partie extérieure et a droite du moteur sur la section diffuseur de l'échappement du fan .

Le vérin comprend :

- Un diaphragme soumis à la pression différentielle (PS3 – PT2).
- Deux vannes pilotes positionnées par le diaphragme et admettent la pression PS4, de sortie du compresseur HP sur l'une ou l'autre face d'un tiroir
- Un tiroir dirigeant une pression de commande vers les vannes de décharge.
- La pression PS3 est soutirée à la sortie du compresseur BP tandis que la pression PT2 est prise à l'avant du moteur. La différence (PS3-PT2) est donc proportionnelle au rapport de compression PS3/PT2 du compresseur BP.
- la pression PS4 est prise au carter diffuseur tandis que le signal de pression peut être soit la pression ambiante prise dans la nacelle moteur sur le vérin, soit la pression PS4

c). Fonctionnement :**1) Moteur à l'arrêt :**

Lorsque le moteur est à l'arrêt, le ressort du diaphragme maintient les vannes pilote dans la position ouverture tandis que le tiroir admet la pression ambiante aux vannes de décharge.

Les vannes de décharge peuvent être ouvertes ou fermées, suivant l'importance relative de leur propre poids et de la force de frottement qui existe au contact des vannes et des parois de leur cylindre.

2) Mise en marche :

A la mise en marche des moteurs, la pression PS3 est insuffisante pour vaincre la pression PT2 et le ressort qui agissent sur le diaphragme, le vérin conserve donc sa position statique.

Les vannes de décharge s'ouvrent ou restent ouvertes car elles sont soumises extérieurement à la pression ambiante obtenue à travers le tiroir du vérin et intérieurement à la pression de refoulement plus élevée du compresseur HP.

3) Fermeture des vannes :

Aux régimes élevés, la pression PS3, agissant sur le diaphragme devient suffisante pour vaincre la pression d'entrée PT2 et le ressort.

Le déplacement du diaphragme inverse les vannes pilote qui transfèrent la pression PS4 sur la face supérieure du tiroir de vérin ceci permet d'admettre la pression PS4 aux vannes de décharge.

Comme cette pression agit sur une surface plus importante des vannes. La force résultante est suffisante pour vaincre la pression de sortie du compresseur HP et les vannes se ferment.

4) Ouverture des vannes :

Si le régime du moteur est réduit, la pression PS3 redevient insuffisante et la pression de commande PS4 des vannes de décharge est remplacée par la pression ambiante, les vannes s'ouvrent.

5) Influence de température ambiante :

Pour une même vitesse de rotation, la pression PS3 diminue lorsque la température ambiante croît.

Il faut donc une ram plus élevée pour obtenir la pression PS3, qui est capable de vaincre PT2 et provoquer la fermeture des vannes de décharges.

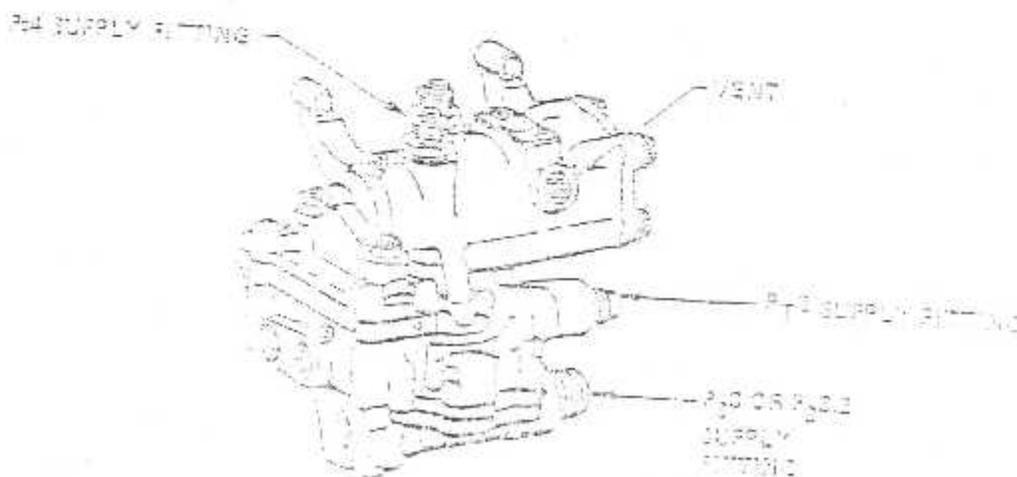


Figure 1.9 : Le vérin pneumatique (PRBC)

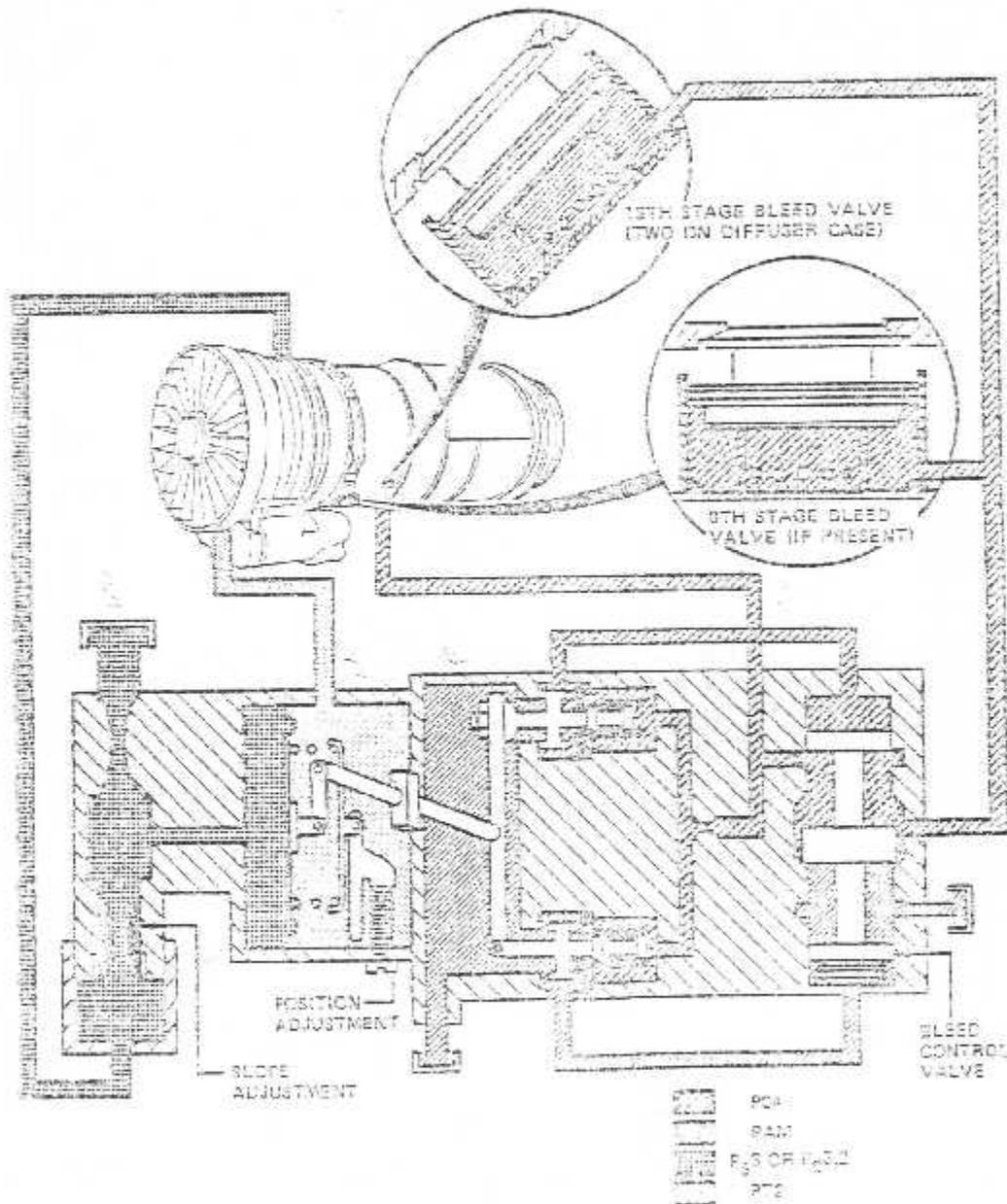


Figure 1.10 : Les vanne de décharge moteur en position fermée

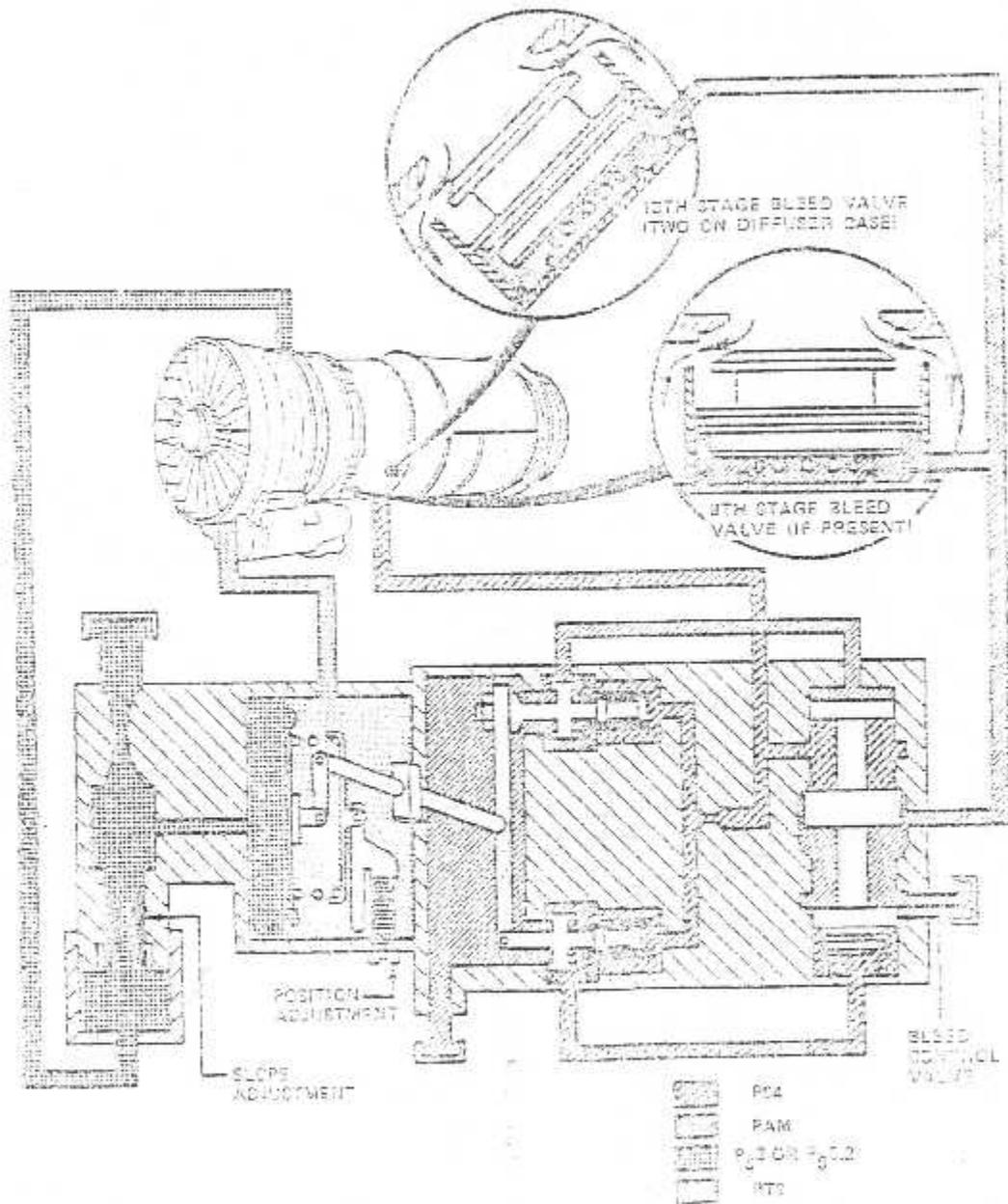


Figure 1.11 : Les vanne de décharge moteur en position ouvert

Chapitre II

CIRCUIT DE

CONDITIONNEMENT

CHAPITRE II

Circuit de Conditionnement d'air

II.1- Introduction

La climatisation et la pressurisation à bord d'avion, bien qu'ayant des buts différents, sont fournies par les mêmes équipements. En effet, la climatisation a pour but de faire régner dans la cabine une température confortable, tandis que la pressurisation elle, est conçue pour que la pression régnant dans l'avion soit compatible avec les impératifs vitaux de l'organisme. A cette fin, on utilise pour pressuriser l'avion, de l'air préalablement régulé en température grâce à un système de conditionnement qui fournit un débit d'air conditionné pour les passagers et l'équipage procurant ainsi confort et sécurité. On contrôle l'air sur une température adéquate et un taux de changement dans les cabines. L'air qui quitte les cabines, sert pour le réchauffement des soutes cargo avant et arrière, de façon à les maintenir à une température de gel. L'échappement de l'air du fuselage est contrôlé par un système de pressurisation

II.2- Les sources d'air du système de conditionnement :

A) En vol, l'air est prélevé aux compresseurs moteurs.

En cas de panne d'un des moteurs, il peut être fourni par l' A.P.U (auxiliary Power unit).

B) Au sol, l'avion peut être ventilé de la même façon qu'en vol si les moteurs ou L'A. P.U fonctionnent.

On peut également faire fonctionner l'installation de conditionnement d'air en raccordant un groupe pneumatique extérieur. Enfin on peut utiliser un groupe de conditionnement extérieur, qu'on raccorde directement aux conduites de distribution d'air conditionné

II.3- Description du système de soutirage d'air moteur

Le système de soutirage d'air moteur comprend des équipements qui régulent et épurent l'air de soutirage pour alimenter le système de conditionnement d'air, ce système est composé de :

- Une valve de modulation du 13^{ème} étage compresseur
- Un régulateur différentiel de pression
- Un thermostat
- Une valve de surpression
- Un épurateur
- Une vanne de Purge
- Une valve de groupe de conditionnement.

II.3.1- La valve de modulation du 13^{ème} étage compresseur

La valve de modulation du 13^{ème} étage (Modulating and shutoff valve) est actionnée par une membrane et un ressort. Au repos, le ressort maintient la valve fermée. Un repère sur le bout d'axe indique son degré d'ouverture.

La membranc est soumise aux pressions suivantes :

- En dessous : pression du collecteur pneumatique pour fermer la valve.
- Au dessus : pression de commande délivrée par «un régulateur de pression» (differential pressure regulator) pour ouvrir la valve.

Toute augmentation ou diminution de la pression de commande par rapport à la pression du collecteur pneumatique entraîne une augmentation ou diminution de la pression dans le collecteur.

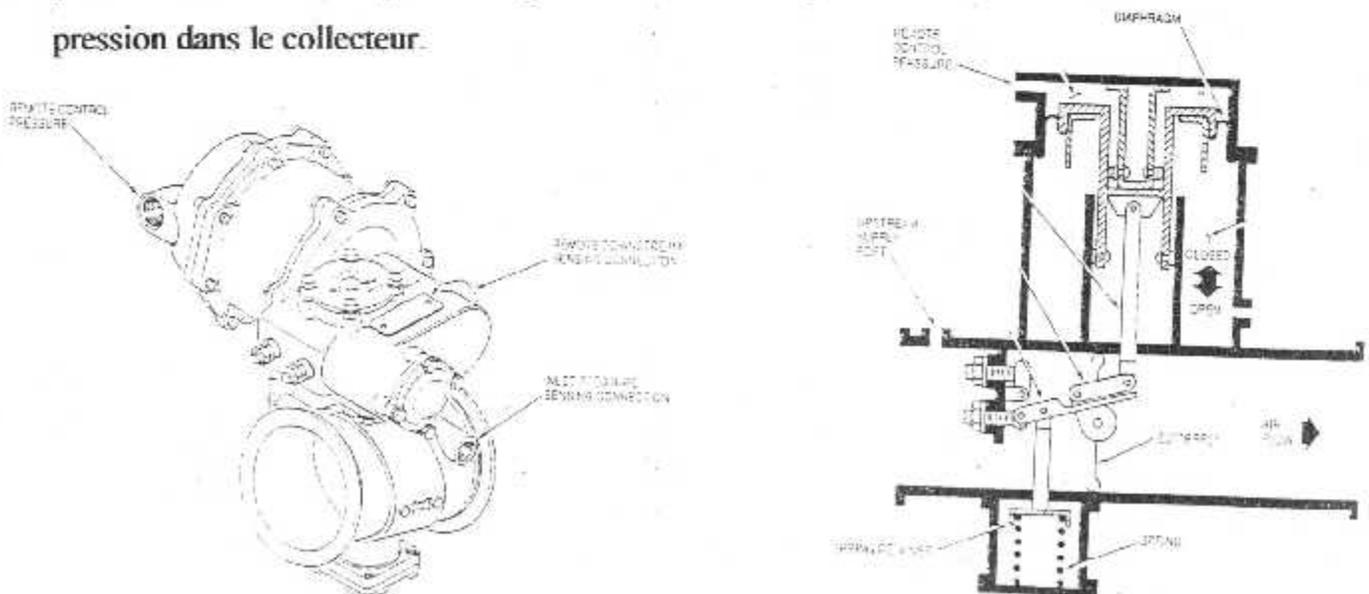


Figure II.1 : La valve de modulation du 13^{ème} étage compresseur

II.3.2 Le régulateur différentiel de pression

Le régulateur différentiel de pression (Differential pressure regulator) calibre la pression de commande de la valve de modulation du 13^{ème} étage compresseur en fonction de la pression de commande de la servocommande de débit de la valve du groupe de soutirage et de la pression du collecteur pneumatique. Il est alimenté en air haute pression par une prise faite en amont de la valve de modulation du 13^{ème} étage.

Il se compose essentiellement de :

- Une soupape actionnée par une membrane (control diaphragm) et par un ressort (regulation spring)
- Un amortisseur hydraulique à capsule (hydraulic damping bellows assembly)
- Un dispositif de tarage du régulateur comprenant :
 - Deux membranes (calibration diaphragm assembly) reliées mécaniquement entre elles
 - Un ressort de calibration (calibration spring)

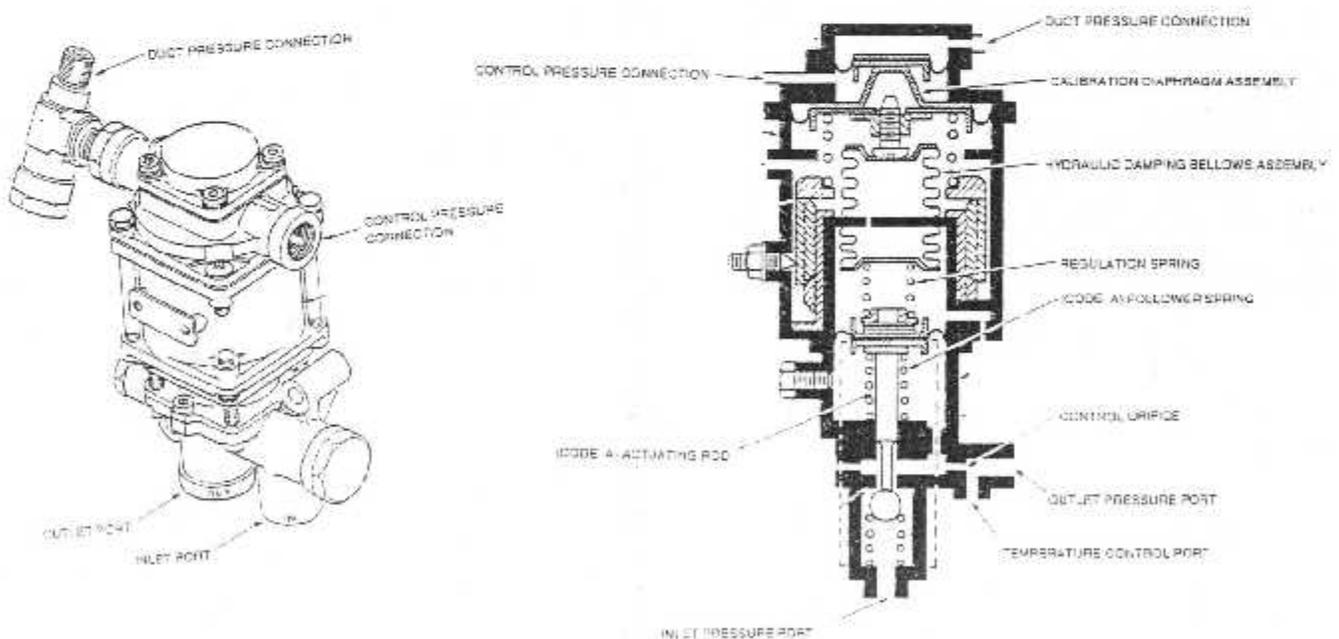


Figure II.2 Le régulateur différentiel de pression

II.3.2.1- Fonctionnement du régulateur différentiel de pression

Lorsque la pression de commande du servocommande de débit et la pression du collecteur pneumatique (pression de référence) sont toutes deux faibles, le ressort de calibration maintient les membranes en butée.

Si la pression de commande et /ou la pression de référence augmentent assez, les membranes se déplacent vers la gauche en comprimant le ressort de calibration ainsi l'huile contenue dans l'amortisseur hydraulique à capsule est refoulée d'une chambre à l'autre. La chambre gauche se délatte et comprime le ressort, l'ouverture de la soupape augmente ainsi que la pression de sortie de commande du régulateur qui augmente proportionnellement.

Remarque :

La pression du collecteur pneumatique et la pression de sortie de régulateur sont appliquées sur des membranes de même surface. Elles exercent des forces opposées.

Toute augmentation de la pression du collecteur entraîne une augmentation presque égale de la pression de sortie du régulateur. Les variations de pression du manifold qui tendent à modifier l'ouverture de la valve 13^{ème} étage sont donc sans effet.

II.3.3- Le thermostat

Un thermostat limite la température dans le collecteur pneumatique en limitant l'ouverture de la valve de modulation du 13^{ème} étage compresseur

Il est placé dans le collecteur sur le côté gauche du moteur en aval de la vanne de soutirage moteur (engine bleed valve)

C'est une petite soupape qui s'ouvre plus ou moins par suite de la dilatation de son boîtier, elle commence à s'ouvrir à une température de 232° C (450°F).

A ce moment, elle crée une fuite qui réduit la pression de commande de la valve de modulation du 13^{ème} étage compresseur.



Figure II.3 Thermostat 450°F

II.3.4- La valve de surpression

Une Valve de surpression (pressure relief valve) protège le régulateur de pression et la valve de modulation du 13^{ème} étage contre les surpressions pouvant survenir dans le collecteur. Elle s'ouvre à une pression de 106 psi.

II.3.5- L'épurateur

Un épurateur (air cleaner) purifie l'air fourni par chaque moteur au groupe de conditionnement. Les impuretés sont soufflées à l'extérieur lorsqu'en sort les volets. La conduite de purge aboutit au-dessus des ailettes de sortie d'air des échangeurs de chaleur.

Les épurateurs d'air sont du type à inertie. Ils contiennent une série de chicane (louvers) qui obligent l'air qui les traverse à changer rapidement de direction.

Par inertie, les particules plus lourdes contenues dans l'air continuent en ligne droite jusqu'à un collecteur (collector ring). Une conduite munie d'une vanne de purge (purge shut-off valve) connecte le collecteur avec la conduite de ram air.

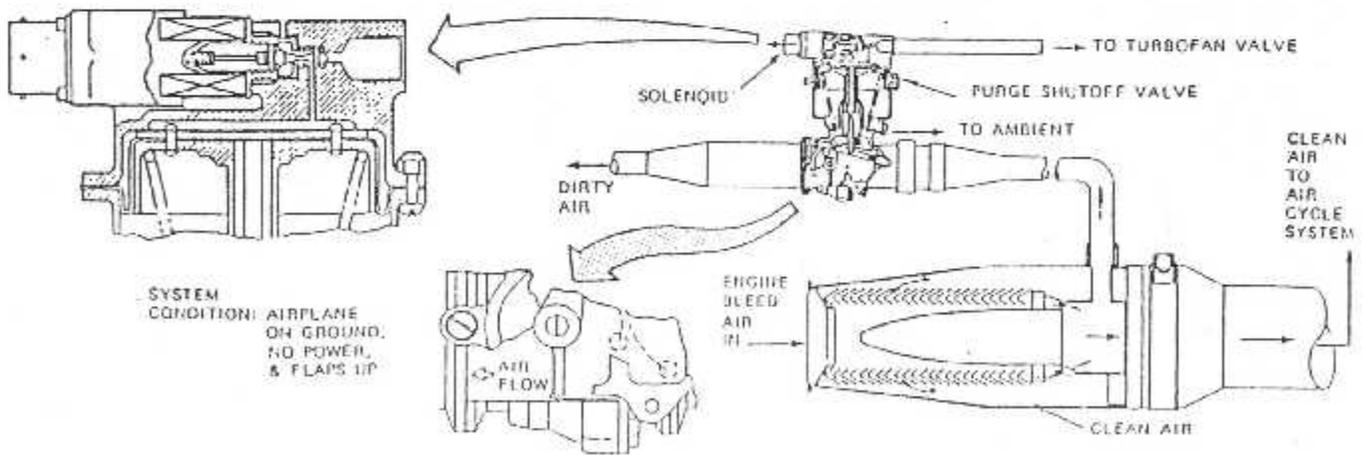


Figure II.4 Epurateur

II.3.6- Vanne de Purge

La vanne de purge (purge shut-off valve) est une valve électropneumatique, elle est actionnée par une membrane. Un ressort tend à la maintenir fermée.

Quand la valve solénoïde est excitée, la vanne de purge s'ouvre à condition que la pression du collecteur soit au moins de 5 psi supérieure à la pression atmosphérique.

Un trait gravé dans le bout d'axe de la vanne permet de connaître sa position.

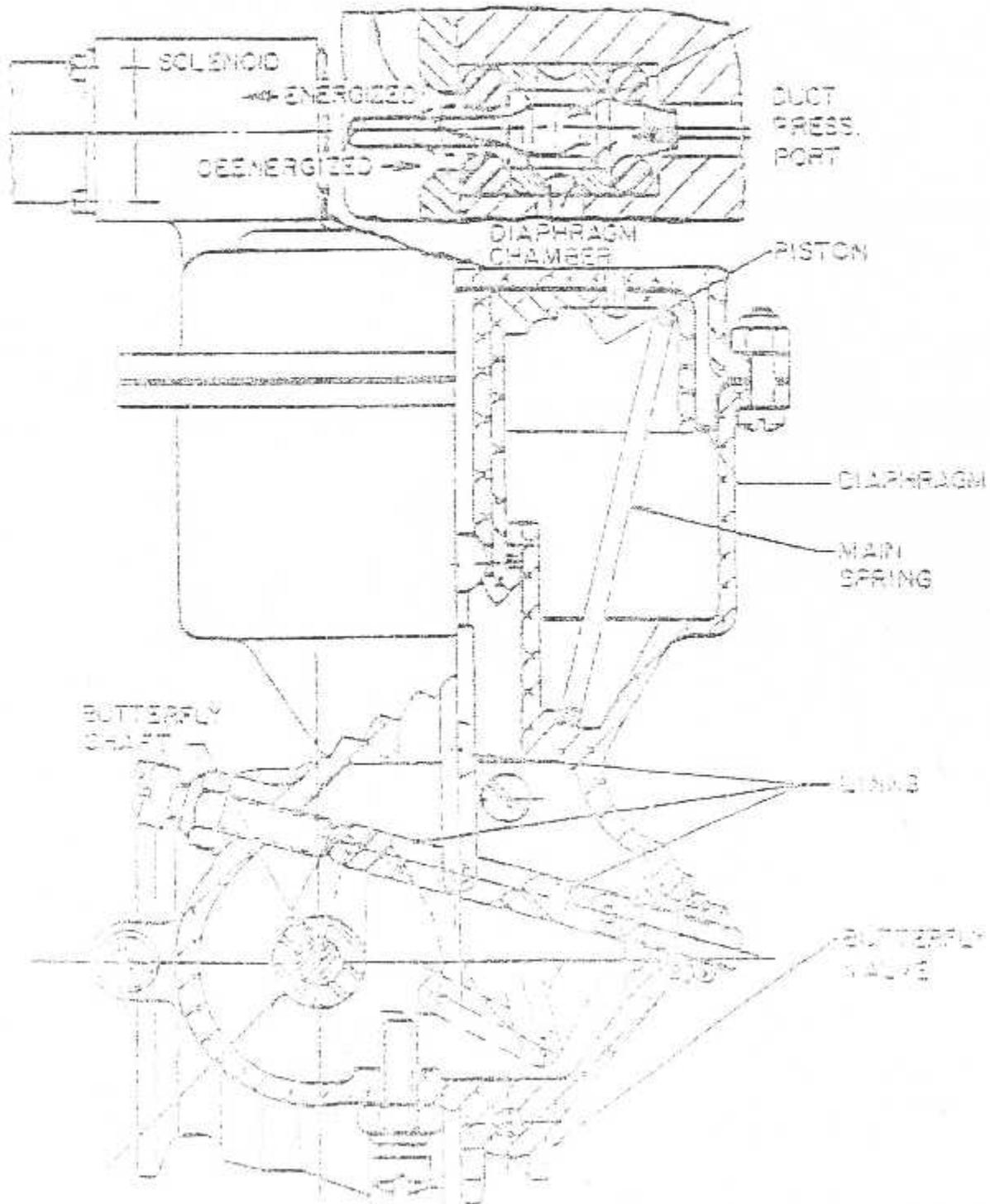


Figure II.5 La valve de purge

II.3.7- VALVE DU GROUPE DE CONDITIONNEMENT

La valve du groupe de conditionnement (pack valve) est une valve électropneumatique.

La valve proprement dite est actionnée pneumatiquement en ouverture tandis qu'un ressort tend à la maintenir fermée. Elle comprend en outre :

- une valve solénoïde (A) qui commande l'ouverture et la fermeture de la valve du groupe de conditionnement
- une valve solénoïde (B) qui change le tarage du servocommande de débit quand on alimente le système par l'A.P.U
- un régulateur de pression qui délivre une pression constante de 15 psi nécessaires au fonctionnement du servocommande de débit (venturi control servo)
- un servocommande de débit qui calibre la pression de commande de la valve du groupe de conditionnement en fonction :
 - Du débit mesuré en aval de la valve du groupe de soutirage
 - De la pression cabine
 - De la pression en aval de la valve du groupe de soutirage
- un commutateur d'indication (indicateur switch) qui est témoin de la fermeture ou l'ouverture de la valve, il intervient dans le circuit électrique des groupes de conditionnement

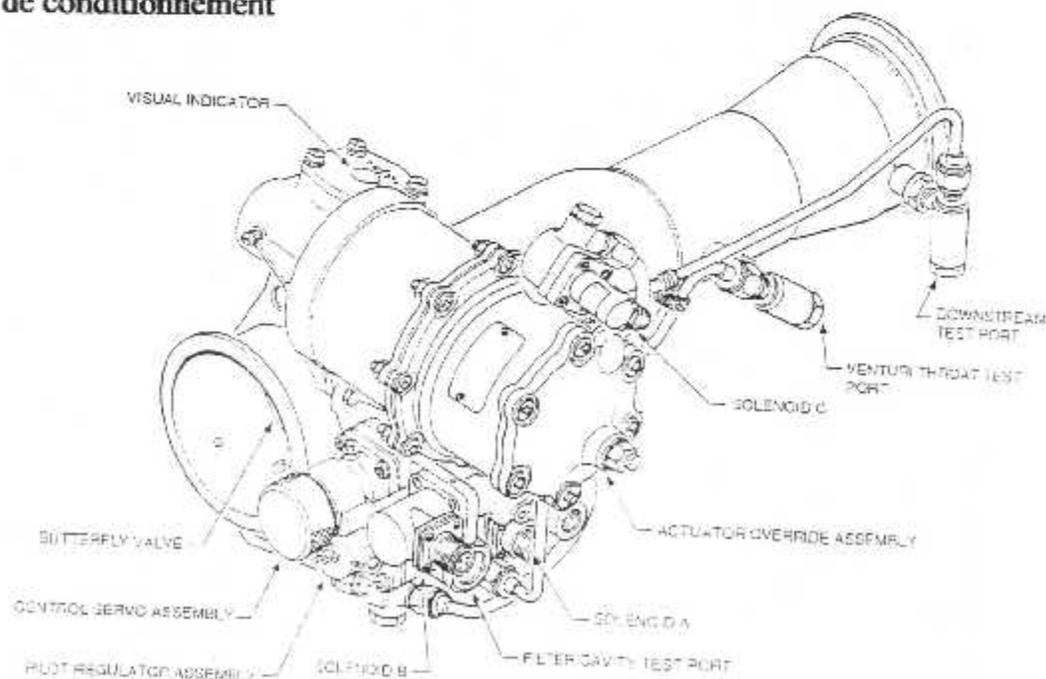


Figure II.6 La valve du groupe de conditionnement

II.3.7.1- Description du servocommande de débit de soutirage

Il se compose essentiellement d'une soupape actionnée par une membrane et des ressorts. L'action combinée des ressorts est de tendre à maintenir la soupape fermée. La membrane est soumise à la différence de pression entre la sortie et le col d'un venturi en aval de la valve du groupe de conditionnement.

En fonctionnement normal, la soupape est partiellement ouverte. Il y a équilibre entre la force exercée par les ressorts et celle exercée par la membrane. La force exercée par la membrane est proportionnelle au débit qui passe dans le venturi.

Si le débit tend à diminuer, la soupape se ferme et provoque une augmentation de la pression de commande alors la valve du groupe de conditionnement s'ouvre davantage, ce qui rétablit le débit normal. L'inverse se passe quand le débit tend à augmenter.

La valve du groupe de conditionnement agit à la fois sur le système de conditionnement comme valve d'isolement et comme régulateur de débit

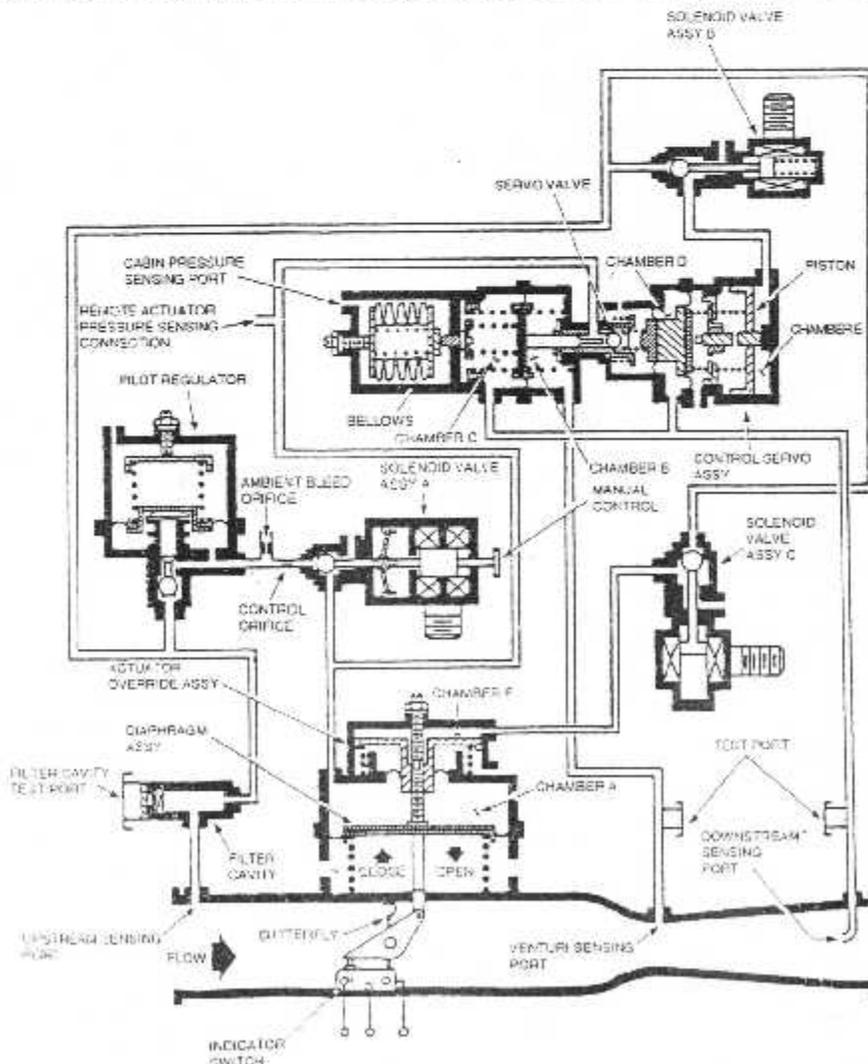


Figure II.7 Le fonctionnement du grp de conditionnement

II.3.7.2- Fonctionnement de la valve du groupe en valve d'isolement.

la valve du groupe de conditionnement fermée.

Quand La valve solénoïde (A) est désexcitée, elle raccorde la chambre de commande de la valve du groupe de conditionnement avec l'atmosphère, cette dernière est alors maintenue en position fermée par son ressort. La valve solénoïde (A) peut aussi être actionnée manuellement

II.3.7.3- Fonctionnement comme régulateur de débit.

la valve du groupe de conditionnement ouverte.

Lorsque la valve solénoïde (A) est excitée elle raccorde la chambre de commande de la valve du groupe de conditionnement avec le régulateur de pression dont la pression de sortie est plus élevée que la pression atmosphérique, la valve s'ouvre plus ou moins fort en fonction de cette pression de commande appliquée sur la membrane qui est intermédiaire entre la pression de sortie du régulateur de pression (15 psi) et la pression atmosphérique. En effet, le régulateur de pression alimente la chambre de commande au travers d'une restriction et la servocommande de débit crée une fuite variable vers l'atmosphère. Plus la fuite est grande, moins la valve est ouverte car la pression de commande devient plus faible c'est-à-dire inférieure à 15 psi

II.3.7.4- Influence de la pression cabine sur le débit de soutirage

La pression cabine agit sur une capsule (bellows) dont la force s'ajoute à la membrane. Quand la pression cabine diminue, la capsule se dilate et ouvre plus fort la soupape. Il en résulte une diminution de la pression de commande et une ouverture moins grande de la valve du groupe de conditionnement.

A une altitude cabine de 8000 pieds, le débit n'est plus que 31 kg/min/groupe de conditionnement environ.

II.3.7.5- Influence de la pression aval sur le débit de soutirage

a) Collecteur alimenté par le 8^{ème} étage ou par l'A.P.U

La pression aval de la valve du groupe de soutirage agit dans la chambre (D) de la servocommande de débit. Quand elle augmente (par exemple augmentation des pertes de charge dans le groupe de soutirage) les deux membranes qui délimitent la chambre (D) se déplacent vers la droite alors le ressort qui s'appuie sur la soupape devient plus faible, ainsi la fuite par la soupape augmente d'où la pression de commande diminue de même que l'ouverture de la valve du groupe de soutirage. On empêche ainsi le débit massique d'augmenter avec la masse spécifique de l'air.

b) Collecteur alimenté par le 13^{ème} étage :

Comme ci-dessus, mais le servocommande de débit modifie l'ouverture de la valve de modulation du 13^{ème} étage pour compenser les variations de débit.

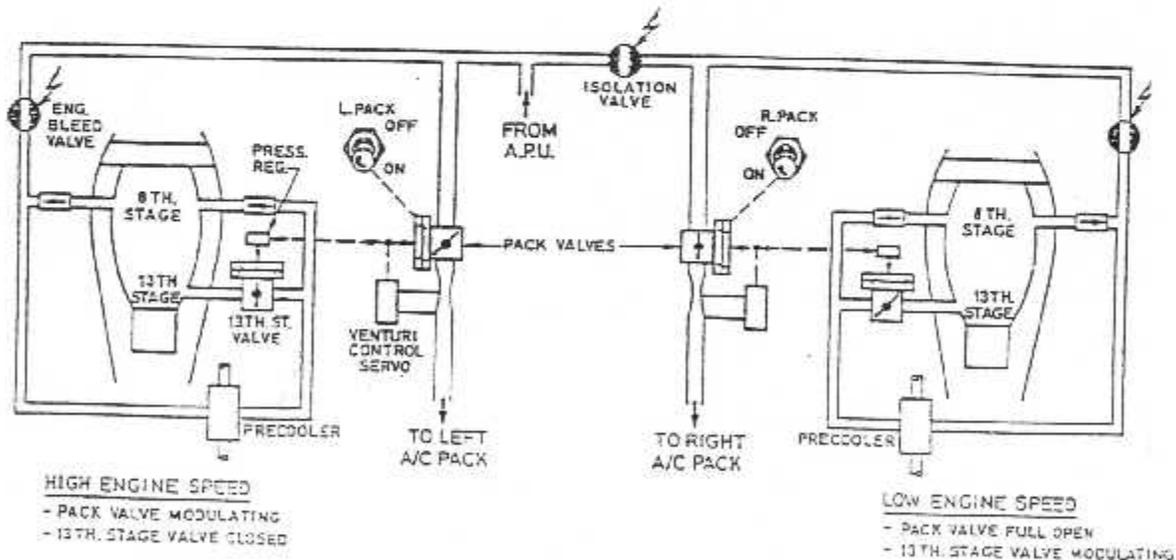


Figure II.8 Le système d'alimentation en air du grp conditionnement

II.3.7.6- Influence de l'A.P.U sur le débit de soutirage:

Lorsque les valves du groupe de soutirage sont alimentées par l'A.P.U (au sol par exemple), la valve solénoïde (B) est automatiquement excitée, celle-ci est excitée uniquement lorsque l'A.P.U est en marche, c'est alors qu'un piston du servocommande de débit se déplace jusqu'à butée. La vis qui est au centre du piston transmet le mouvement à un ressort qui pousse sur la grande membrane de la chambre (D). On augmente donc la force qui tend à maintenir la soupape fermée. Il en résulte une ouverture plus grande de la valve du groupe de soutirage dès lors les valves règlent le débit d'air à une valeur plus élevée, ainsi les groupes de soutirage sont capables de mieux refroidir l'air de soutirage de l'A.P.U. qui est en général plus chaud que celui des moteurs.

A titre indicatif, on a au niveau de la mer les débits suivants :

- 36 kg/min/groupe de conditionnement quand l'air de soutirage provient des moteurs
- 41kg /min /groupe de conditionnement quand l'air de soutirage provient de l' A.P.U.

II.4- Fonctionnement du système de soutirage d'air moteur. (Voir figure II.9)

Les groupes de conditionnement sont alimentés en air de soutirage (bleed air) par le collecteur pneumatique, chaque groupe y est raccordé au moyen d'une valve du groupe de soutirage.

II.4.1- Moteur à bas régime

a- Collecteur alimenté par le 13^{ème} étage

Comme le régime moteur est faible, le collecteur est alimenté uniquement par le 13^{ème} étage le débit a tendance à donc être faible et la soupape de la servocommande de débit de la valve du groupe de soutirage est fermée. La pression de commande de la valve est donc élevée par rapport à la pression atmosphérique, alors la valve du groupe de soutirage est complètement ouverte. Comme la pression de commande de la valve est élevée, il en est de même de la pression de sortie du régulateur de pression qui commande la valve du 13^{ème} étage en position complètement ouverte

II.4.2- Accélération du moteur

a- Collecteur alimenté par le 13^{ème} étage.

La pression dans le collecteur pneumatique augmente et tend à refermer la valve de modulation du 13^{ème} étage. Toutefois, la pression de sortie du régulateur de pression augmente aussi de sorte que la valve reste ouverte.

Si on accélère encore le moteur le débit mesuré dans le venturi se rapproche du débit nominal au fur et à mesure que la pression dans le collecteur augmente.

Quand le débit nominal est atteint, la servocommande de débit réduit la pression de commande de la valve du groupe de soutirage.

Tant que la pression de commande reste supérieure à 7 psi, la valve du groupe de soutirage reste complètement ouverte mais la pression de sortie du régulateur différentiel de pression diminue, ceci aura pour conséquence la fermeture progressive de la valve de modulation du 13^{ème} étage. Cela compense l'augmentation de pression du 13^{ème} étage. La pression dans le collecteur reste constante. Il en est de même du débit.

b- Collecteur alimenté par le 8^{ème} étage :

Quand la pression du 8^{ème} étage dépasse la pression établie dans le collecteur par le 13^{ème} étage, la valve de modulation du 13^{ème} étage se ferme complètement.

Si on accélère encore le moteur, la pression dans le collecteur augmente encore mais le débit reste constant car la servocommande de débit ferme progressivement la valve de groupe de soutirage.

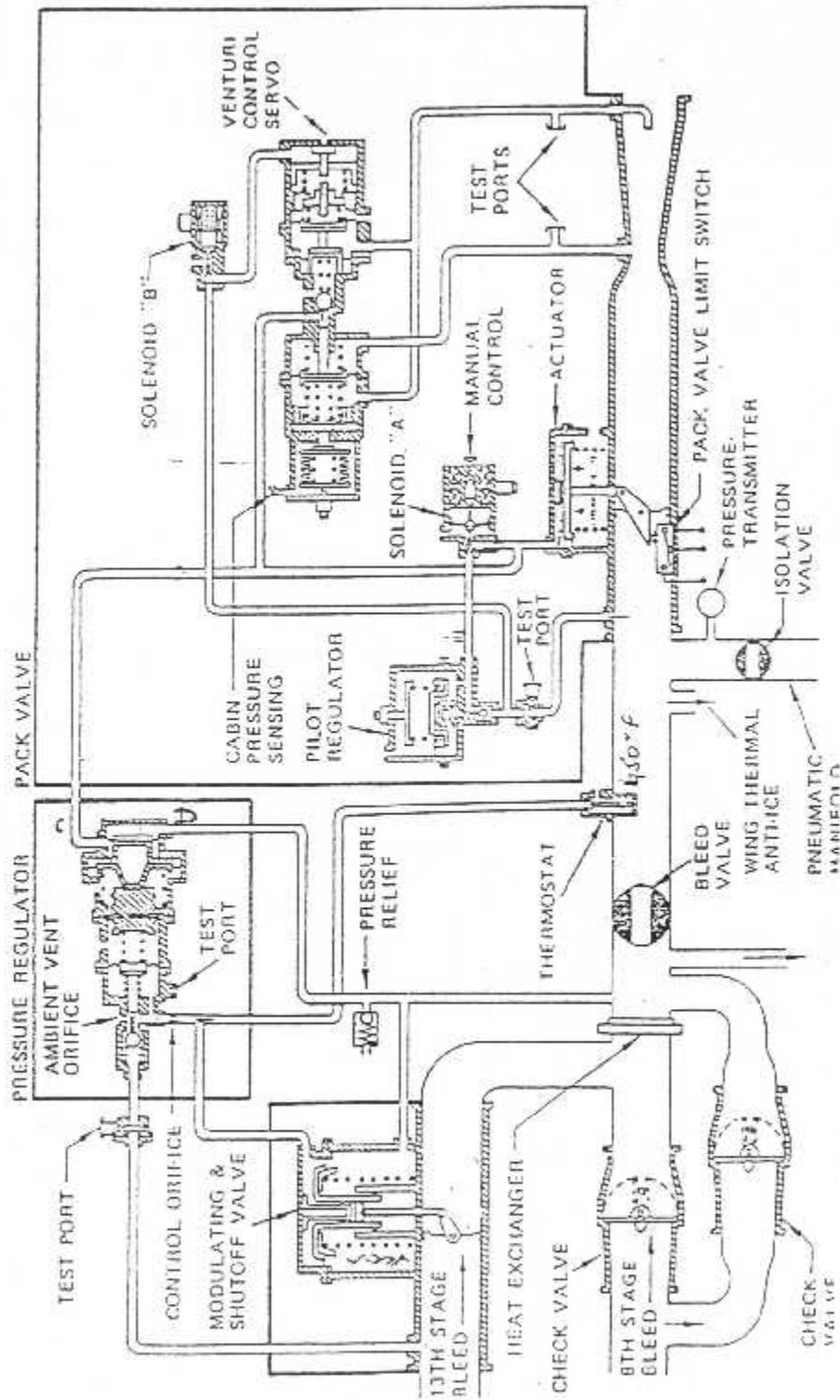


Figure II.9 Le circuit de commande de groupe de soutirage

II. 5- Commande électrique, alarme et instruments du soutirage d'air moteur:

II.5.1- Commande de la valve du groupe de soutirage :

La valve du groupe de soutirage est commandée par :

a- Par un commutateur dans le cockpit :

- En position (OFF), la valve se ferme.
- En position (ON), la valve s'ouvre plus ou moins fort pour fournir au groupe de refroidissement son débit nominal.

b- Par le commutateur de la vanne soutirage (APU) :

Quand la vanne de soutirage est actionnée, elle commande la valve solénoïde (B) de la valve du groupe de soutirage via le commutateur de la vanne soutirage, qui commande une ouverture plus grande de La valve du groupe de refroidissement à condition que l'A.P.U. tourne à plus de 95% et que le commutateur de la valve de soutirage soit en position (ON).

c- Automatiquement par le circuit de sécurité (pack trip) :

Le système (pack trip) commande automatiquement la fermeture de la valve du groupe de conditionnement :

- Si la température au refoulement du compresseur dépasse 185°C
- Si la température à l'entrée de la turbine dépasse 100°C environ
- Si la température dans collecteur de distribution principal dépasse 121°C

Toute fermeture automatique par le système (pack trip) est signalée dans le cockpit par :

- Les deux lampes « master caution »
- L'équipement électrique « air conditioning » du panneau annonceur droit.
- La lampe « pack trip OFF » gauche ou droite selon le cas

Les lampes (master caution) et l'annonceur (air conditioning) peuvent être éteintes en poussant momentanément sur une des lampes (master caution).

Pour éteindre la lampe (pack trip OFF), il faut que, la surchauffe ait disparu ensuite on pousse un instant sur le bouton (pack trip).

Quand la lampe s'éteint, la valve du groupe de refroidissement repasse sous la commande du pack commutateur correspondant

II.5.2- Commande de la valve de purge de l'épurateur d'air :

La valve de purge de l'épurateur d'air s'ouvre en même temps que La valve de commande de la turbosoufflante à condition que la vanne soutirage A.P.U. soit fermée On empêche ainsi une fuite d'air inutile par les épurateurs d'air quand les groupes de conditionnement sont alimentés par l'A.P.U.

II.6- Description du groupe de refroidissement :

Le groupe de refroidissement comprend :

- deux échangeurs de chaleur primaire et secondaire
(primary et secondary heat exchangers)
- un turbo refroidisseur (air cycle machine) composé d'un compresseur et d'une turbine montés sur un axe commun.
- un séparateur d'eau (water separator) avec un système anti-givrage à air chaud.
- une valve de mixage composée de deux valves modulantes interconnectées mécaniquement de façon à ce que lorsqu'une valve s'ouvre, l'autre se ferme.
- une turbosoufflante (Turbofan)
- une vanne de commande de la turbosoufflante (Turbofan control valve)
- un système de réglage du débit de l'air aérodynamique (ram air) dans les échangeurs

II.7- Description des éléments du groupe de refroidissement:

II.7.1- Le turbo refroidisseur :

Le turbo refroidisseur comprend un compresseur et une turbine montés sur le même axe. Le carter de la machine contient l'huile nécessaire à sa lubrification.

L'huile est amenée sur l'axe par capillarité au moyen d'une mèche. A cause de la grande vitesse de rotation de l'axe, l'huile est pulvérisée. La brouillard d'huile est alors aspiré au travers des roulements par deux disques (oil slinger) tournant avec l'axe. L'huile retourne dans le carter.

un disque pourvu de trous radiaux (air slinger) crée une dépression dans la carter en aspirant l'air du carter par un petit canal au centre de l'axe. Cette dépression empêche l'huile qui a traversé les roulements de fuir par les joints.

Un bouchon de remplissage et un voyant pour vérifier le niveau d'huile sont prévus de chaque coté du carter.

Une surchauffe au refoulement du compresseur peut être due à un débit d'air exagéré dans le turbo refroidisseur à cause du mauvais fonctionnement de la valve du groupe de soutirage, dans ce cas, la machine tourne très vite ; la pression et la température à la sortie du compresseur sont très élevées.

Une température exagérée à l'entrée de la turbine peut entraîner une survitesse du turbo refroidisseur (pour un même débit massique et une même pression, le débit volumétrique est d'autant plus grand que la température est élevée).

Un tel défaut peut être du à un mauvais fonctionnement des échangeurs (débit de ram air insuffisant).

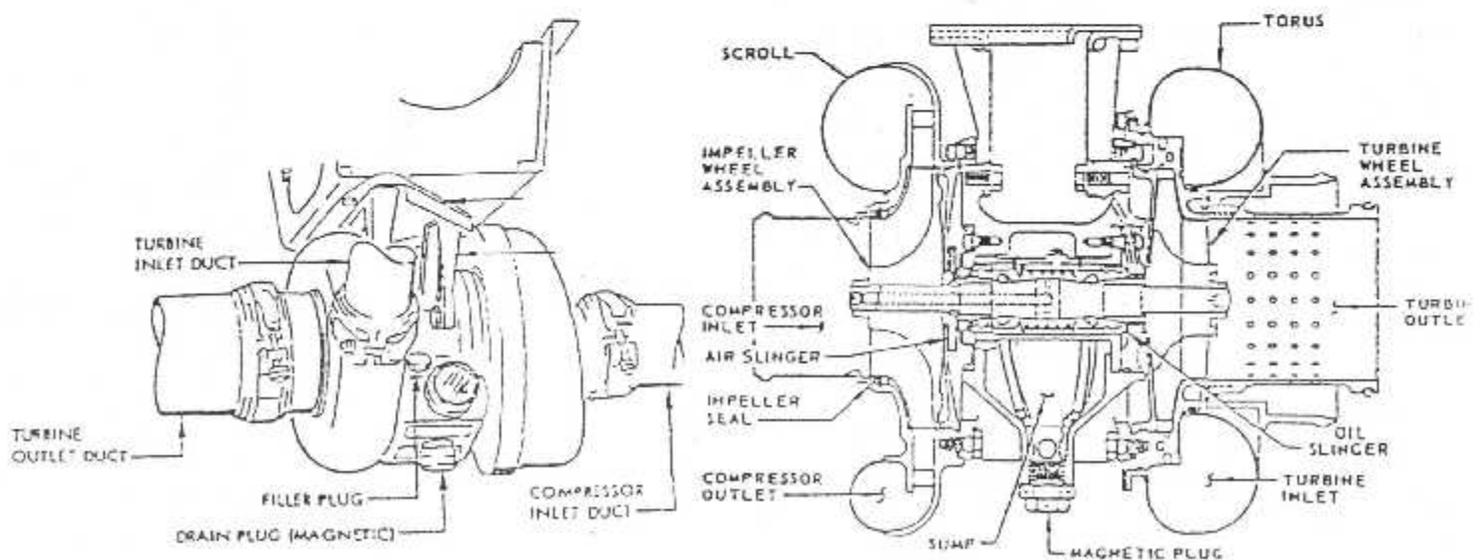


Figure 11.10 Le turbo refroidisseur

II.7.2- Séparateur d'eau

le séparateur d'eau se compose de :

- Un condenseur composé d'un tissu en fibres synthétiques, placé sur un support conique. Les parois du cône sont découpées de façon à fermer une série d'ailes.
- Un collecteur à double paroi, la paroi interne est constituée par une tôle perforée.
- Un drain.
- Une valve de by-pass.
- Un indicateur d'encrassement.

II.7.2.1- Fonctionnement du Séparateur d'eau

L'air froid chargé d'humidité traverse le condenseur. C'est alors que le tissu rassemble les fines gouttelettes et en forme des gouttes plus grosses, celles-ci traversent le support conique en même temps que l'air. Les ailettes induisent un mouvement tourbillonnaire qui centrifuge l'eau dans le collecteur. L'eau est alors drainée à l'extérieur.

la valve by-pass s'ouvre quand la perte de charge dans le condenseur est trop forte (encrassement ou givrage). C'est une simple relief valve, à ce moment un indicateur permet d'apprécier l'état d'encrassement du condenseur (tissu encrassé). L'indicateur se compose d'un disque fixé sur la tige d'un piston soumis à la pression d'entrée du séparateur, le disque est visible par une fenêtre du boîtier. Un ressort tend à maintenir le disque dans la zone blanche de la fenêtre.

Si le condenseur est encrassé, la pression sur le piston est élevée et le disque se trouve dans la zone rouge.

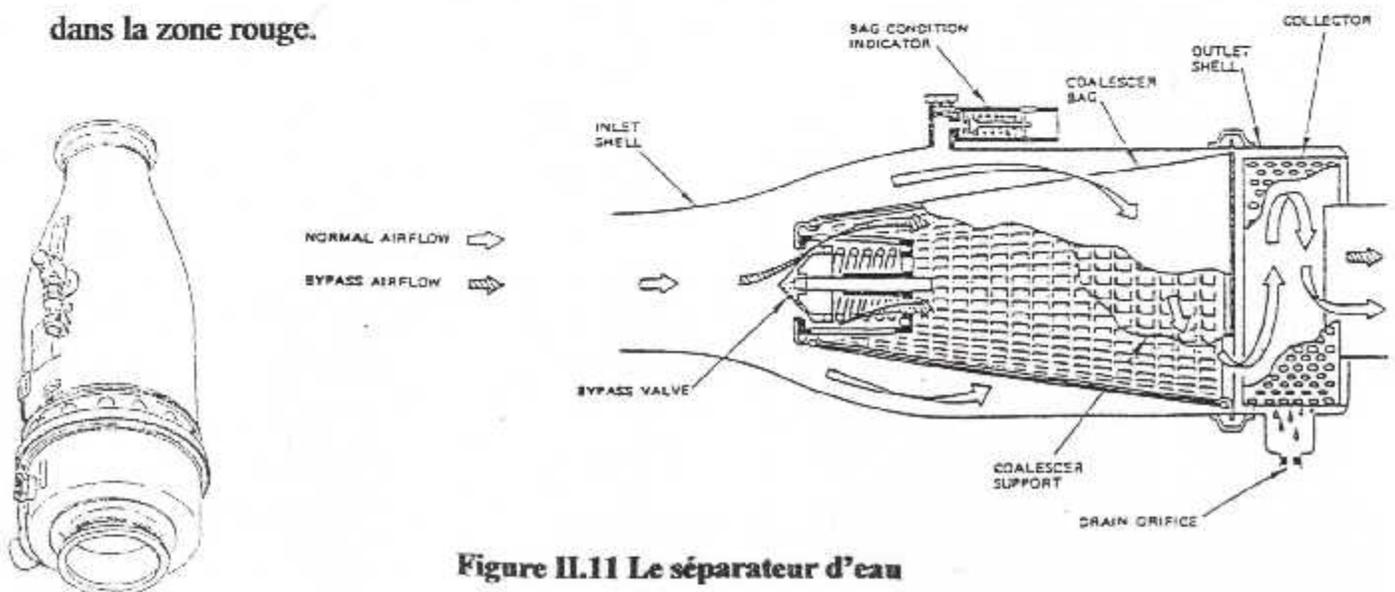


Figure II.11 Le séparateur d'eau

II.7.3- La valve de mixage:

La valve de mixage se compose de :

- deux papillons fixés sur un même axe mais d'écclés de 90° (quand une valve est complètement ouverte, l'autre est complètement fermée).
- Un calculateur électrique à une extrémité de l'axe.
- Un transmetteur de position et un indicateur de position à l'autre extrémité de l'axe.

Le moteur qui actionne la valve de mixage est de type à courant alternatif monophasé. Des commutateurs (limit switches) dans le boîtier de l'actuateur coupent l'alimentation du moteur en fin de course.

En cas de surchauffe dans le collecteur de distribution principal, on assiste normalement au déplacement de la valve de mixage vers la position complètement froid (full cold).

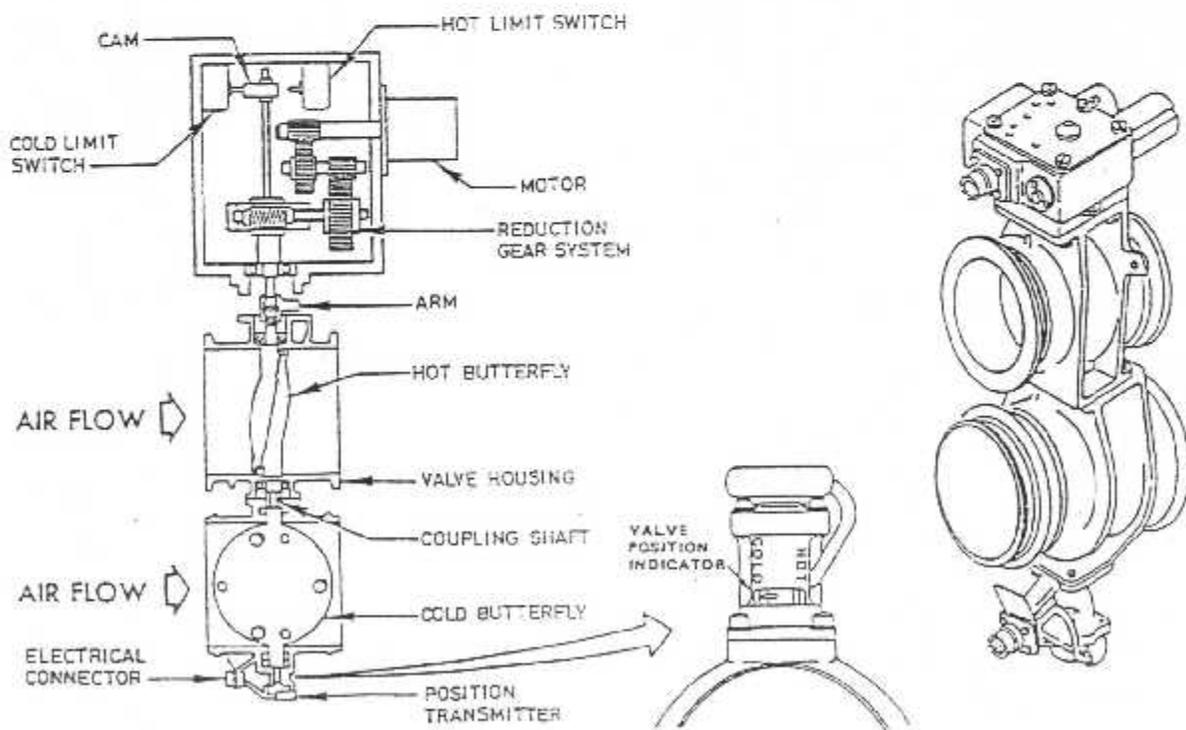


Figure II.12 La valve de mixage

II.7. 4- La turbosoufflante (Turbofan)

La turbosoufflante est incorporée aux conduites de l'air aérodynamique. Elle est placée juste en amont des aubes variables à la sortie du conduit de l'air aérodynamique .

La turbosoufflante se compose de :

- une turbine à deux étages.
- Un ventilateur monté sur l'axe de la turbine.
- Un carter qui contient l'huile de lubrification.

Le carter est équipé de bouchon de drainage et d'un goulot de remplissage avec un jaugeur

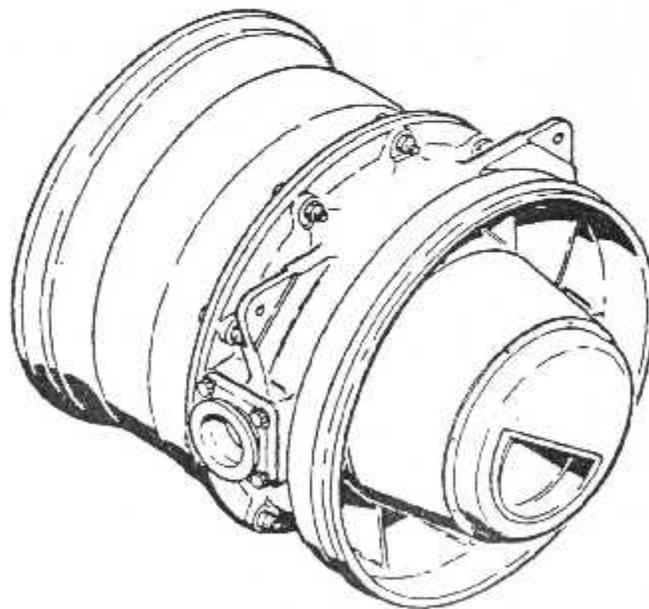


Figure II.13 La turbosoufflante

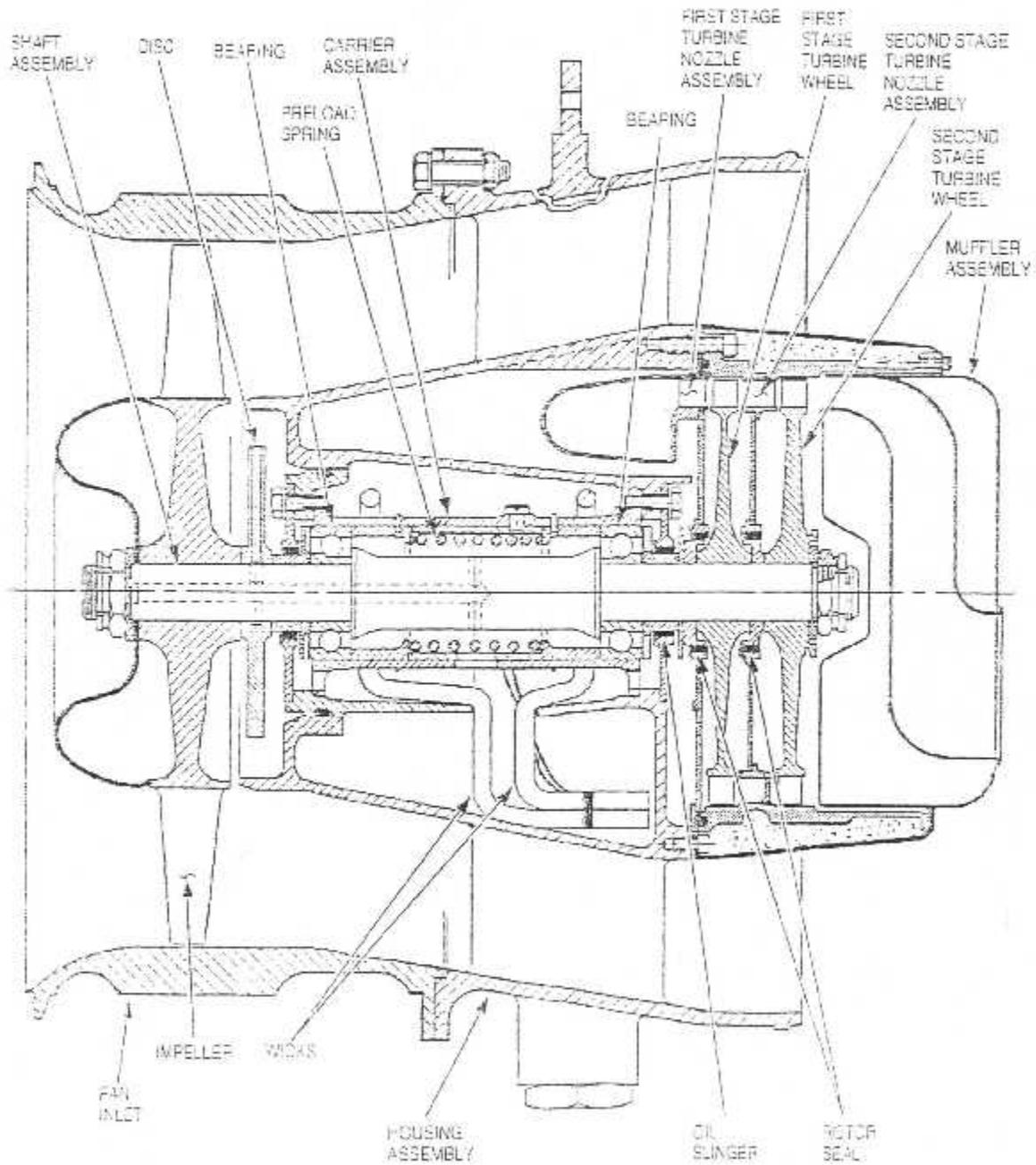


Figure II.14 Le fonctionnement de le turbosoufflante

II.7.5- La vanne de commande de la turbosoufflante :

La vanne de commande de la turbosoufflante travaille à la fois comme Valve d'isolement et comme régulateur de pression.

Elles s'ouvrent plus ou moins fort pour maintenir la pression en aval à 30 psi environ.

la vanne de commande de la turbosoufflante se compose de :

- Un papillon actionné par un piston et un ressort. Le ressort tend à maintenir la valve fermée.

- Un filtre.

- Un régulateur de pression.

- Un sélecteur pneumatique.

- Une valve solénoïde avec dispositif de verrouillage (latching solenoid).

- Un commutateur qui alimente Le régulateur de température qui ne fonctionne que si la turbosoufflante est tout à fait fermé.

a- Fonctionnement comme valve d'isolement :

La valve solénoïde possède deux enroulements de commande.

Quand l'enroulement fermé (close) est alimenté, elle connecte le côté supérieur de la membrane dans la chambre avec l'atmosphère. La valve se ferme sous l'action de son ressort et la pression qui agit sous le piston.

b- Fonctionnement comme régulateur de pression.

- Ouverture :

Pour ouvrir la valve lorsqu'on ne dispose pas d'une alimentation électrique, il suffit de tirer sur le bouton moleté de La valve solénoïde.

Lorsqu'on alimente l'enroulement open de La valve solénoïde, on connecte la chambre de commande avec une prise de pression en amont de la valve.

La pression au-dessus du piston est toutefois limitée et tenue constante par une soupape de décharge (bleed off regulator)

L'augmentation de la pression de commande provoque l'ouverture de la valve. La vitesse d'ouverture de la valve est limitée par le débit de remplissage de la chambre de commande et le débit d'évacuation d'air qui se trouve en dessous du piston.

Ce dernier est limité par le sélecteur sensitif (sensing selector) maintenu fermé par son ressort. L'air est évacué à l'extérieur par un orifice central de la soupape du sélecteur.

- Régulateur :

La valve reste complètement ouverte jusqu'au moment où la pression en aval devient suffisante pour repousser le piston du sélecteur sensitif. A ce moment, la pression aval pénètre dans la chambre sous le piston. La valve se referme partiellement jusqu'à ce que le piston soit en équilibre.

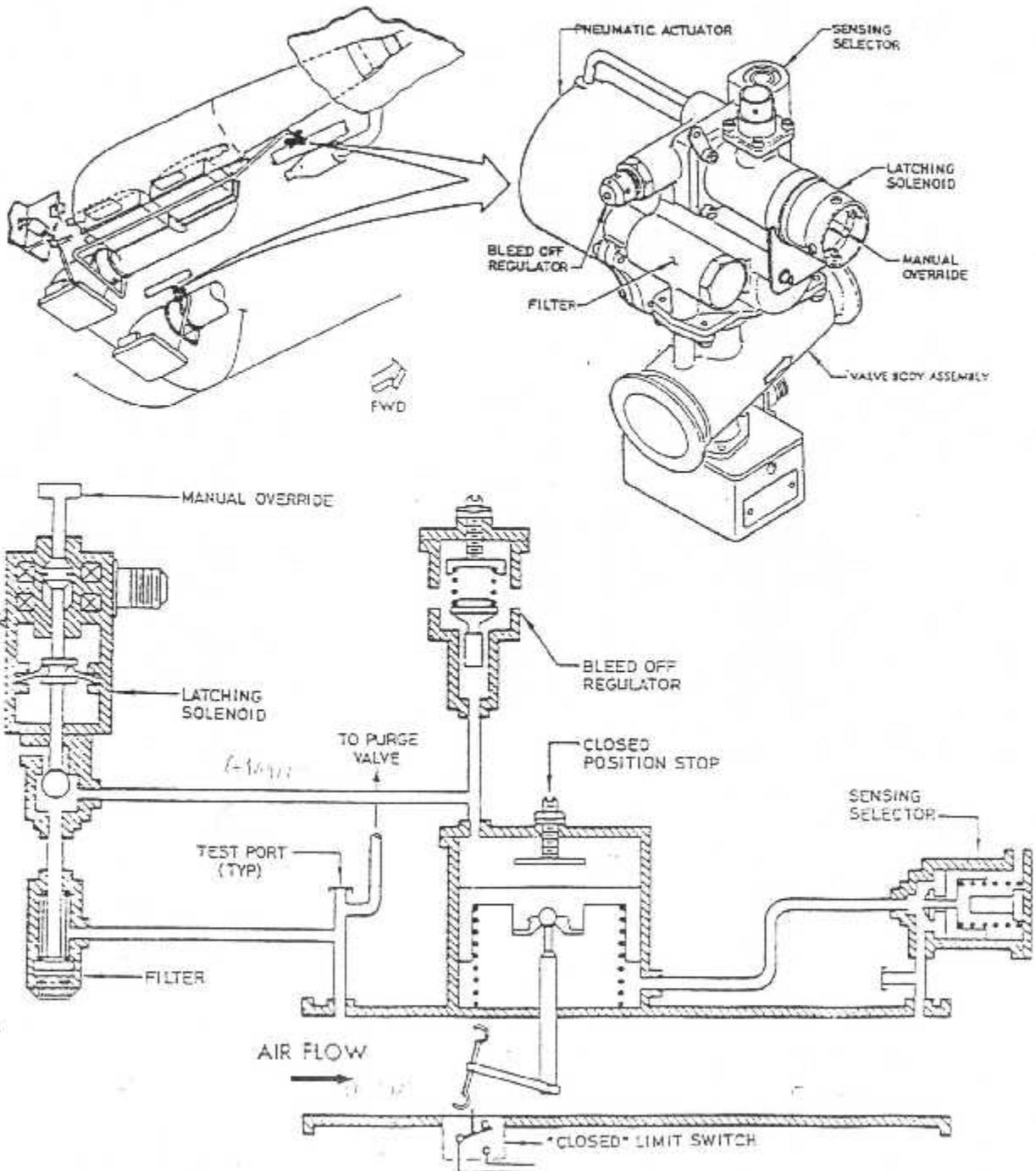


Figure II.15 La vanne de commande de la turbosoufflante

II.8- Le système de réglage du débit d'air aérodynamique (ram air)

II.8.1- Le volet d'admission d'air de refroidissement des échangeurs

Le volet d'admission d'air de refroidissement des échangeurs (ram air inlet door) se compose de deux panneaux attachés l'un à l'autre par une charnière.

Le bord avant du panneau avant est aussi attaché par une charnière à la structure.

Deux petits leviers aussi équipés d'un galet ouvrent ou ferment l'entrée d'air en levant ou en abaissant la panneau arrière. Ces leviers sont montés sur un axe entraîné par câbles

II.8.2- Le déflecteur :

Le déflecteur peut entièrement s'escamoter dans la prise d'air en pivotant autour d'une charnière fixée le long du bord avant, il est actionné de même façon que le panneau arrière de volet d'admission (inlet door). Le mécanisme de commande du déflecteur comprend un bras monté librement sur l'axe qui actionne le volet d'admission, un bossage de ce bras est engagé dans une découpe de quadrant qui se trouve à côté, le bras est pourvu d'un cliquet à ressort muni d'un galet.

II.8.2.1- Fonctionnement du déflecteur :

Pendant la fermeture du volet d'admission, le quadrant tourne dans le sens anti-horaire. Partant de la position fin de course (déflecteur sorti), le quadrant entraîne le bras en poussant sur le cliquet, le déflecteur se rétracte. Quand le déflecteur est complètement rétracté, le galet du cliquet tombe dans une encoche.

Le cliquet s'écarte de sorte que le quadrant n'entraîne plus le bras mais continue à actionner le volet d'admission.

Lors de l'ouverture, le quadrant entraîne le bras en accrochant le bossage. Cela oblige le cliquet à sortir de l'encoche et ainsi le mécanisme est réarmé pour la fermeture suivante.

La tringlerie qui relie le déflecteur au bras de commande près du quadrant comprend une bielle à ressort, en fonctionnement normal, cette bielle se comporte comme une

bielle rigide, elle a pour but de permettre l'ouverture complète du volet d'admission même si le déflecteur est bloqué en position rentrée (retracted).

II.8.3- Le vérin de modulation d'air aérodynamique :

Le vérin de modulation d'air aérodynamique (ram air actuator) se compose de :

- Un moteur électrique 115V AC monophasé
- Un réducteur à engrenages.
- Un vérin à vis.
- 4 commutateurs

Le moteur entraîne la vis par l'intermédiaire du réducteur, un mécanisme actionne les volets d'admission (ram air door). Quand le vérin est rétracté, les volets d'admission sont ouverts au maximum et le déflecteur est sorti

Les commutateurs sont actionnés à quatre extensions différentes du vérin qui correspondent aux positions suivantes des volets d'admission :

Extension du vérin	Déflecteur	Volets d'admission & Aubes variables
0	Sorti	Complètement ouverts.
17.8 mm	Rentré	Très légèrement fermés.
22.9 mm	Rentré	Début de la plage de modulation automatique (ouverture maximum).
71.1 mm	Rentré	Fin de la plage de modulation automatique (fermeture maximum).

Pour aller d'une position extrême à l'autre, il faut environ 16 secondes.

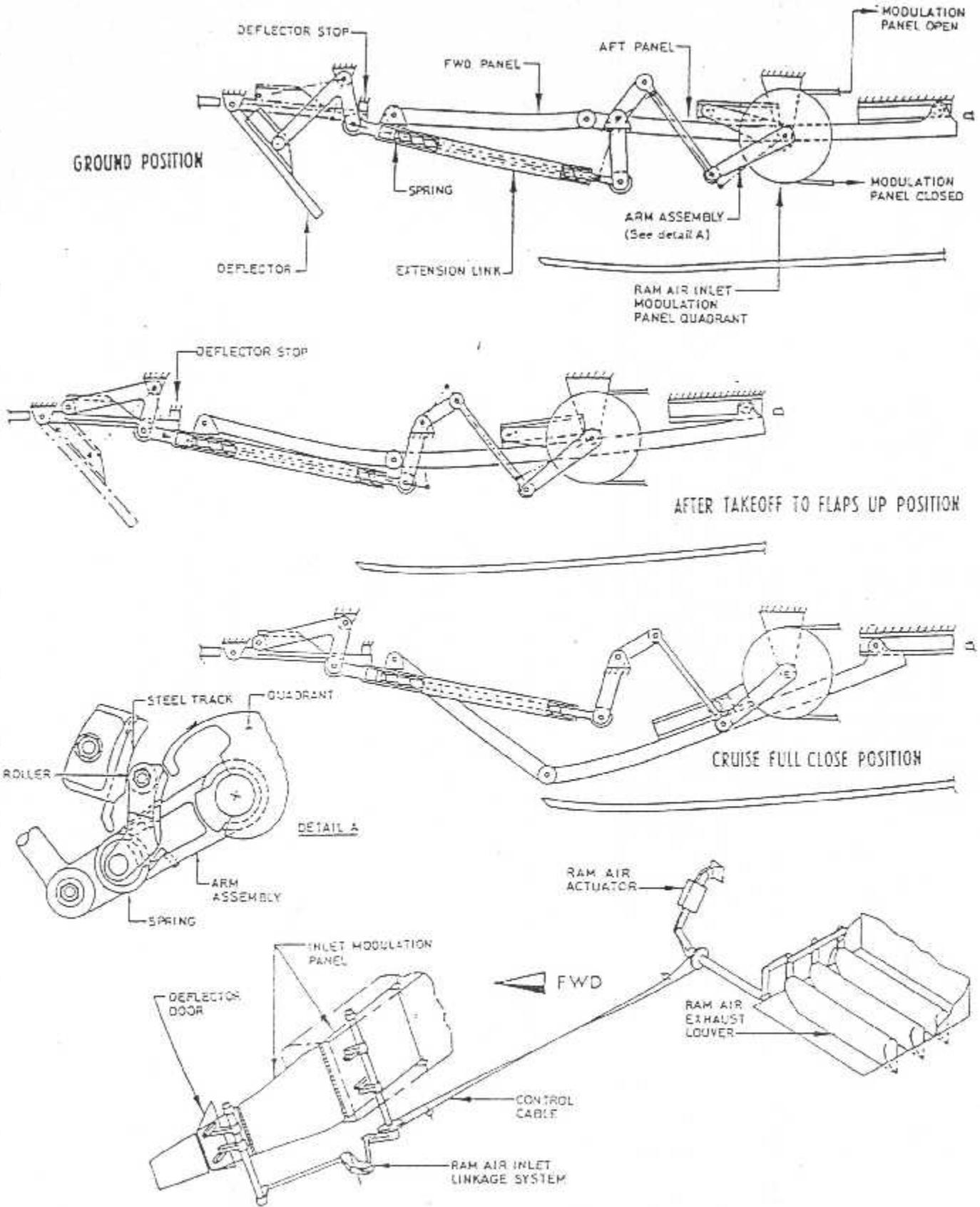


Figure II.16 Système de réglage du débit d'air aérodynamique (Ram air)

II.9- La localisation du système de soutirage et conditionnement

Les valves du groupe de soutirage, valves de mixage et les groupes de conditionnement sont installés sous le caisson central de l'aile.

Les chambres de mixage et le collecteur de distribution se trouvent dans le compartiment situé entre la cale avant et la poutre avant de l'aile.

Les commandes sont groupées dans le poste de pilotage et le régulateur de température est installé dans le compartiment électronique.

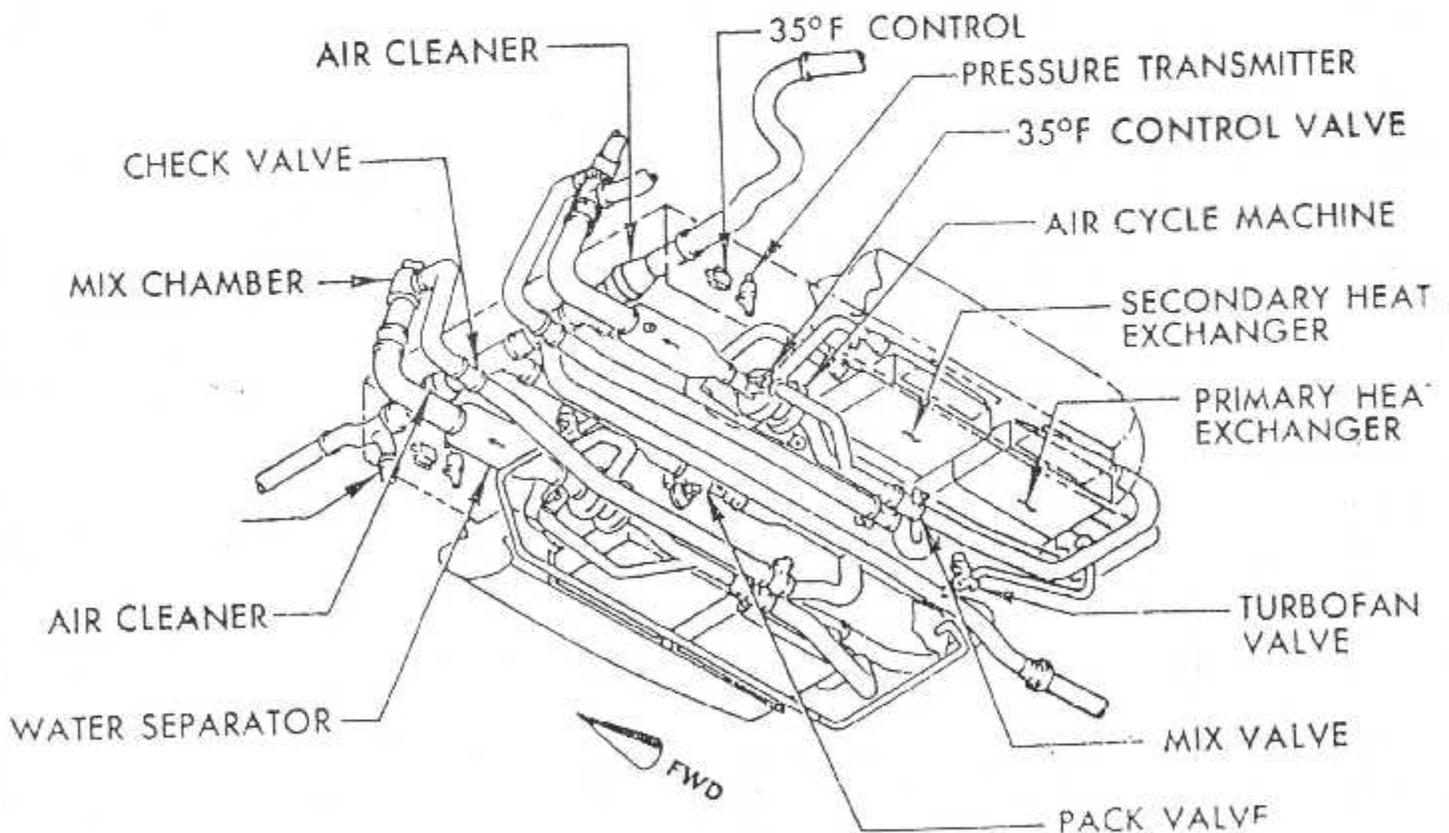


Figure II.17 Localisation des équipements de conditionnement

II.10- Commande électrique, alarme du soutirage d'air moteur:

II.10.1- Commande de la valve de mixage:

La valve de mixage est commandée :

- Manuellement au moyen des positions froid (COOL) et chaud (WARM) du sélecteur de température.

- Automatiquement par un régulateur de température, quand le sélecteur est placé dans la zone automatique (AUTO).

- Par un commutateur de la valve du groupe de refroidissement, ce commutateur commande le déplacement de la valve de mixage vers la position complètement froid quand la valve du groupe de refroidissement est fermée.

- Par un commutateur thermique (thermoswitch) placé dans le collecteur de distribution principal, ce commutateur est taré à 88°C. A cette température, il commande le déplacement de la valve de mixage en position complètement froid (full cold).

La commande automatique par le commutateur thermique s'accompagne de l'alarme suivante :

- Les deux lampes (MASTER CAUTION) s'allument.
- L'étiquette (AIR CONDITIONING) panneau droit s'allume.
- La lampe (DUCT OVERHEAT) gauche ou droite s'allume.

Pour éteindre la lampe « DUCT OVHT», il faut que la surchauffe ait disparu ensuite on pousse un instant sur le bouton (trip reset).

Quand la lampe s'éteint, la valve de mixage repasse sous la commande du régulateur de température ou sélecteur de température manuelle.

II.10.2- Commande de la valve dégivrage du séparateur d'eau :

La valve de dégivrage du séparateur d'eau est commandée automatiquement. Une sonde de température mesure la température à la sortie du séparateur d'eau, elle est connectée à un régulateur de température électronique qui commande l'ouverture ou la fermeture de la valve. Si la température est supérieure à 2°C (35° F), la valve est

complètement fermée. Quand la température tend à être inférieure à 2°C, elle s'ouvre jusqu'à ce que température se rétablisse à 2°C.

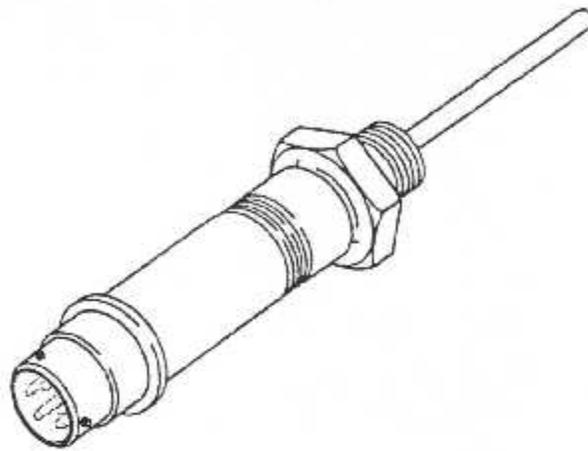


Figure II.18 Thermostat 35°F

II.10.3- Commande du vérin de modulation d'air aérodynamique

a- avion au sol :

Le vérin de modulation d'air aérodynamique (ram air actuator) est commandé par le (ground sensor) et le (safety sensor). Dans ce cas le vérin se rétracte complètement et on a :

- Déflecteur : sorti.
- Volet d'admission : ouvert au maximum.
- Aubes variables : complètement ouvertes

b- Avion en vol, les volets partiellement ou complètement sortis

Le vérin de modulation d'air aérodynamique est commandé par les (safety sensors) et par (mach trim switch), ce dernier est installé sur le (flap control unit). Il n'est en position travail que lorsque les volets sont en position sortie, dans ce cas de figure on a :

- Déflecteur : rentré.
- Volet d'admission : ouvert au maximum en vol.
- Aubes variables : ouvertes au maximum en vol.

c- Avion en vol, volets entrés

Le vérin de modulation d'air aérodynamique est commandé par un régulateur de température et une sonde de température placée dans la conduite de refoulement du compresseur.

Le système de commande est en équilibre quand la température de la sonde est de 110°C, toute diminution de cette température provoque la fermeture des volets d'admission d'air de refroidissement et inversement tout dépassement entraîne l'ouverture des volets d'admission d'air de refroidissement, ce qui rétablit l'équilibre.

Deux lampes bleues (une par système) signalent que les volets d'admission d'air de refroidissement sont ouvertes au maximum, elles s'allument quand le vérin est presque complètement rétracté, c'est - à - dire quand les volets d'admission d'air de refroidissement atteignent la position ouverture maximum en vol. Les lampes sont commandées par un commutateur incorporé au vérin, elles sont donc normalement allumées :

- Quand l'avion est au sol.
- Quand les volets sont sortis, que l'avion soit en vol ou en sol.

II.10.4- Commande de la valve de commande de la turbosoufflante:

a- La valve de commande de la turbosoufflante est toujours fermée quand la valve du groupe de soutirage est fermée

b- Quand la valve du groupe de soutirage est ouverte, la valve de commande de la turbosoufflante est aussi ouverte si :

- avion est au sol.
- ou si l'avion est en vol avec les volets sortis (pas complètement rétracté).

Dans ces différent cas, elle est commandée par :

- le commutateur de la valve du groupe de soutirage.

- Le (ground sensor) et (air safety) .
- Le commutateur (mach trim).

La valve de commande de la turbosoufflante se ferme quand on rentre les volets après le décollage à condition que le déflecteur soit rétracté.

II.11- Instruments de contrôle du conditionnement d'air

Deux instruments indiquent la position des deux valves de mixage.

Un 3ème instrument gradué en degrés centigrades indique la température ambiante de la cabine ou la température de l'air conditionné à la sortie du collecteur de distribution vers la cabine suivant la position du sélecteur de température.

II.12- Cycle de refroidissement maximum de l'air de soutirage

Lorsqu'on désire refroidir l'air de soutirage du groupe de refroidissement au maximum, on lui fait traverser successivement les éléments suivants :

- 1) l'échangeur de chaleur primaire dans lequel il se refroidit en cédant une partie de ses calories à l'air aérodynamique. (Voir figure II.19)
- 2) la valve d'air froid de la valve de mixage qui dans ce cas est complètement ouverte.
- 3) Le compresseur du turbo refroidisseur qui augmente fortement la pression d'air.
- 4) L'échangeur secondaire qui extrait de l'air les calories apportées par la compression supplémentaire et cédant encore une partie à l'air aérodynamique.
- 5) La turbine du turbo refroidisseur dans laquelle l'air se refroidit par détente. L'énergie libérée par la détente sert à l'entraînement du compresseur.
- 6) Le séparateur d'eau qui débarrasse l'air de l'eau de condensation

II.13- Modulation du refroidissement

On peut obtenir un refroidissement moins grand en réduisant le débit l'air dans le turbo refroidisseur.

En effet, dans ce cas le turbo refroidisseur tourne moins vite et la détente dans la turbine est plus faible (plus faible pression à l'entrée de la turbine).

Le débit dans le turbo refroidisseur est ajustable au moyen de la valve de mixage. En fermant la valve d'air froid de la valve de mixage, on ouvre en même temps la valve d'air chaud de la valve de mixage qui permet à l'air de soutirage de contourner tout le groupe de refroidissement, l'air chaud est mélangé à de l'air moins froid sortant du séparateur d'eau. Le mélange est effectué dans la chambre de mixage.

II.14- Température min à la sortie du groupe de refroidissement

La température de sortie minimum est fixée à 2°C par le système anti-givrage de séparateur l'eau.

Si la température tend à descendre au dessous de 2°C il y a possibilité de formation de givre sur les particules de l'eau contenues dans l'air, la vanne de dégivrage (anti-ice valve) s'ouvre et admet à l'entrée de séparateur d'eau une partie de l'air chaud sortant de l'échangeur primaire.

II.15- Modulation du débit d'air aérodynamique

En croisière, le débit d'air de soutirage dans les échangeurs est généralement faible en raison de la basse température extérieure. Il est alors intéressant de réduire par un système de modulation le débit d'air aérodynamique pour diminuer la traînée de l'avion.

Le système de modulation comprend :

- Une valve à l'entrée de la conduite d'air aérodynamique (ram air inlet modulation door)
- Des aubes à ouverture variable à la sortie (exit louvers)

Un déflecteur est également installé à l'entrée pour éviter l'ingestion de corps étrangers qui pourraient être projetés par les roues lors de l'atterrissage ou du décollage.

L'ensemble est actionné par un seul vérin « actuator » électrique commandé automatiquement.

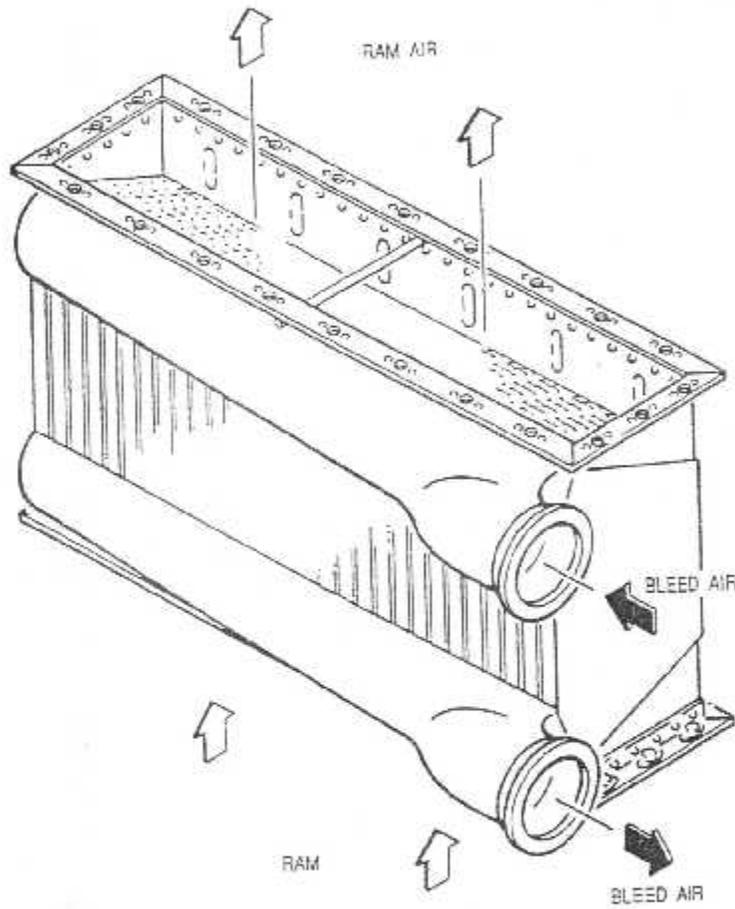


Figure II.19 L'échangeur de chaleur primaire et secondaire
(2 échangeurs par groupe de conditionnement)

Le vérin agit directement sur les aubes variables. Un câble de retour transmet le mouvement à la valve d'entrée d'air et au déflecteur.

II.16- Refroidissement au sol

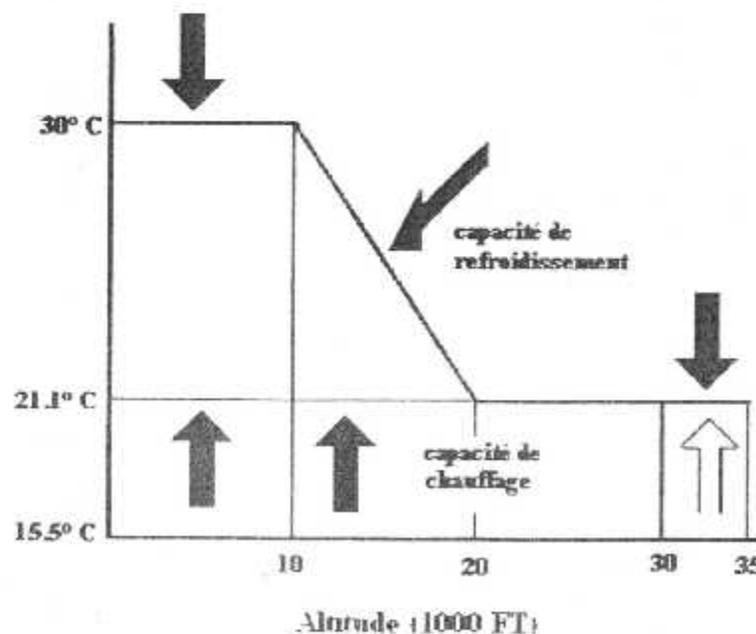
L'air de soutirage suit le même circuit qu'en vol. Il cède encore une partie de sa chaleur à l'air extérieur en traversant les changeurs, mais dans ce cas, l'air extérieur est aspiré au travers des échangeurs par un turbosoufflante entraîné par une turbine (turbofan)

II.17- Régalage et régulation de température

Les températures ambiantes du cockpit et de la cabine passagers sont réglées indépendamment. Le système de contrôle de la température cockpit agit sur la valve de mixage gauche (le cockpit est normalement alimenté par le groupe de conditionnement gauche). Celui de la cabine agit sur la valve de mixage droite.

La température peut être réglée automatiquement ou manuellement.

Avec les deux groupes de conditionnement en fonctionnement, le système est capable de chauffer ou de refroidir les cabines dans les limites représentées par le graphique ci-dessous.



II.18- La distribution d'air conditionné

Il y a deux installations de conditionnement d'air identiques, raccordées au collecteur pneumatique (pneumatic manifold) de part et d'autre de la valve d'isolation (isolation valve). Chaque installation comprend :

- Une valve du groupe de soutirage (pack valve) qui agit à la fois sur le système de conditionnement comme valve d'isolement et comme régulateur de débit

- Un groupe de conditionnement (air conditioning pack) qui refroidit une partie de débit d'air

- Une chambre de mixage (mixing chamber) dans laquelle l'air froid venant du groupe de conditionnement est mélangé avec l'air chaud qui contourne le groupe.

- Une valve de mixage (mixing valve) qui règle les proportions de débit d'air chaud et froid du mélange.

Un collecteur de distribution principal (main distribution manifold) collecte l'air conditionné venant des chambres de mixage et l'envoie dans la cabine passagers et le cockpit. Les conduites de distribution sont raccordées de telle façon que le cockpit est normalement alimenté par le groupe de conditionnement gauche. 20% du débit d'air fourni par le groupe de conditionnement gauche est destiné au cockpit, les 80% restant et le groupe de conditionnement droit alimentent la cabine passagers.

En cas de panne d'un groupe, l'autre peut alimenter les deux circuits de distribution.

Une dérivation du collecteur principal de distribution permet une alimentation directe du système de distribution par un groupe de conditionnement extérieur, cette dérivation descend verticalement dans la soute et se termine par un raccordement. Elle comprend outre une valve anti-retour (check valve) qui empêche les fuites d'air quand les groupes de conditionnement fonctionnent.

Un ressort maintient cette valve anti-retour légèrement ouverte quand la cabine passagers n'est pas ventilée.

Un relief valve placée au milieu du collecteur principal de distribution protège le collecteur et les conduites de distribution contre les suppressions, elle s'ouvre à une pression d'environ 0.6 psi.

Après passage dans la cabine passagers et le cockpit, l'air retourne sous le plancher puis s'échappe à l'atmosphère par :

- 1) La vanne de régulation (ouflow valve) arrière qui règle la pression de la cabine.
- 2) par le système de ventilation de l'équipement électrique et de chauffage de la cale avant.
- 3) par plusieurs fuites mineures comme (ventilation des toilettes, buffet, drains ...).

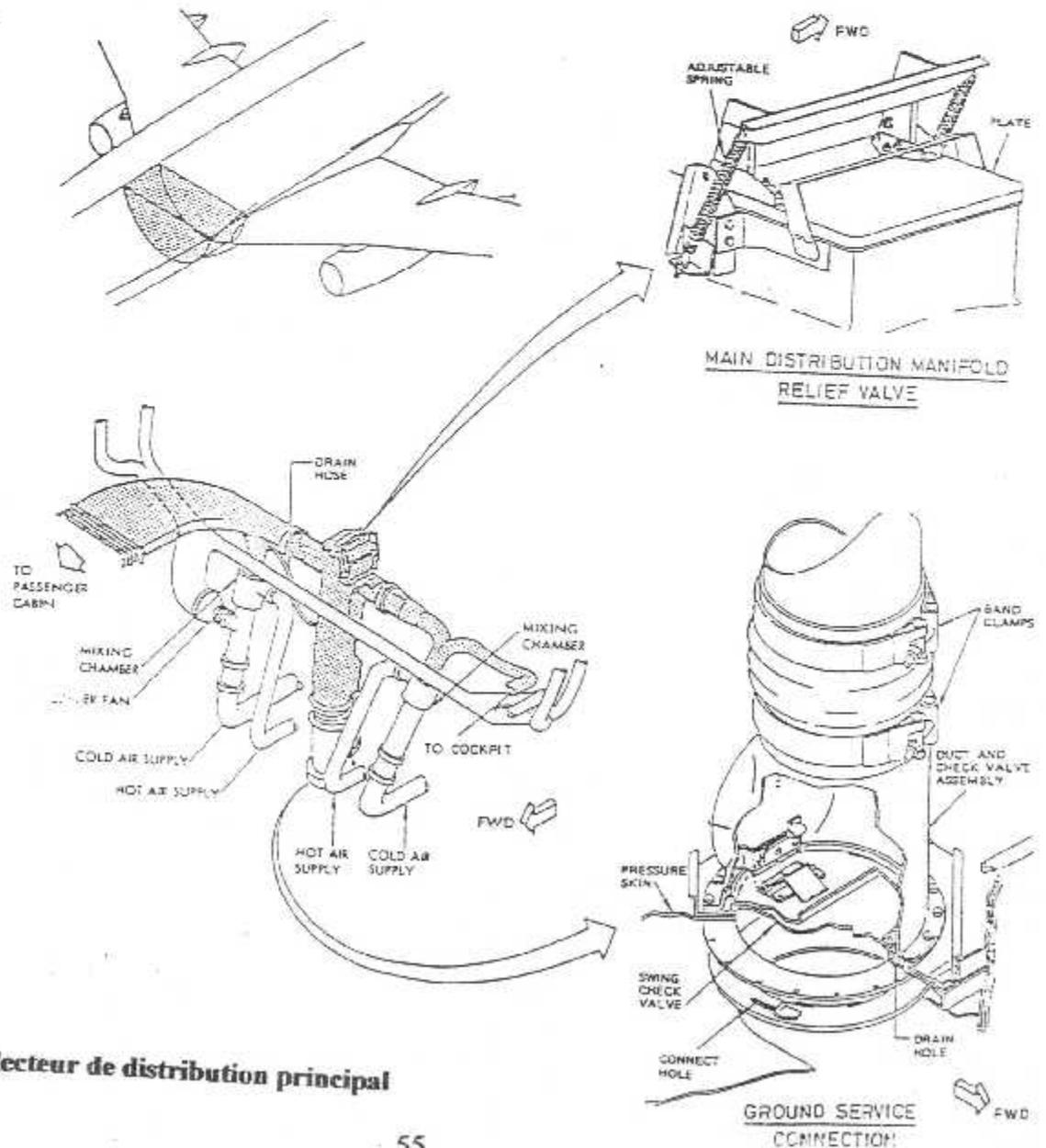


Figure II.20 Le collecteur de distribution principal

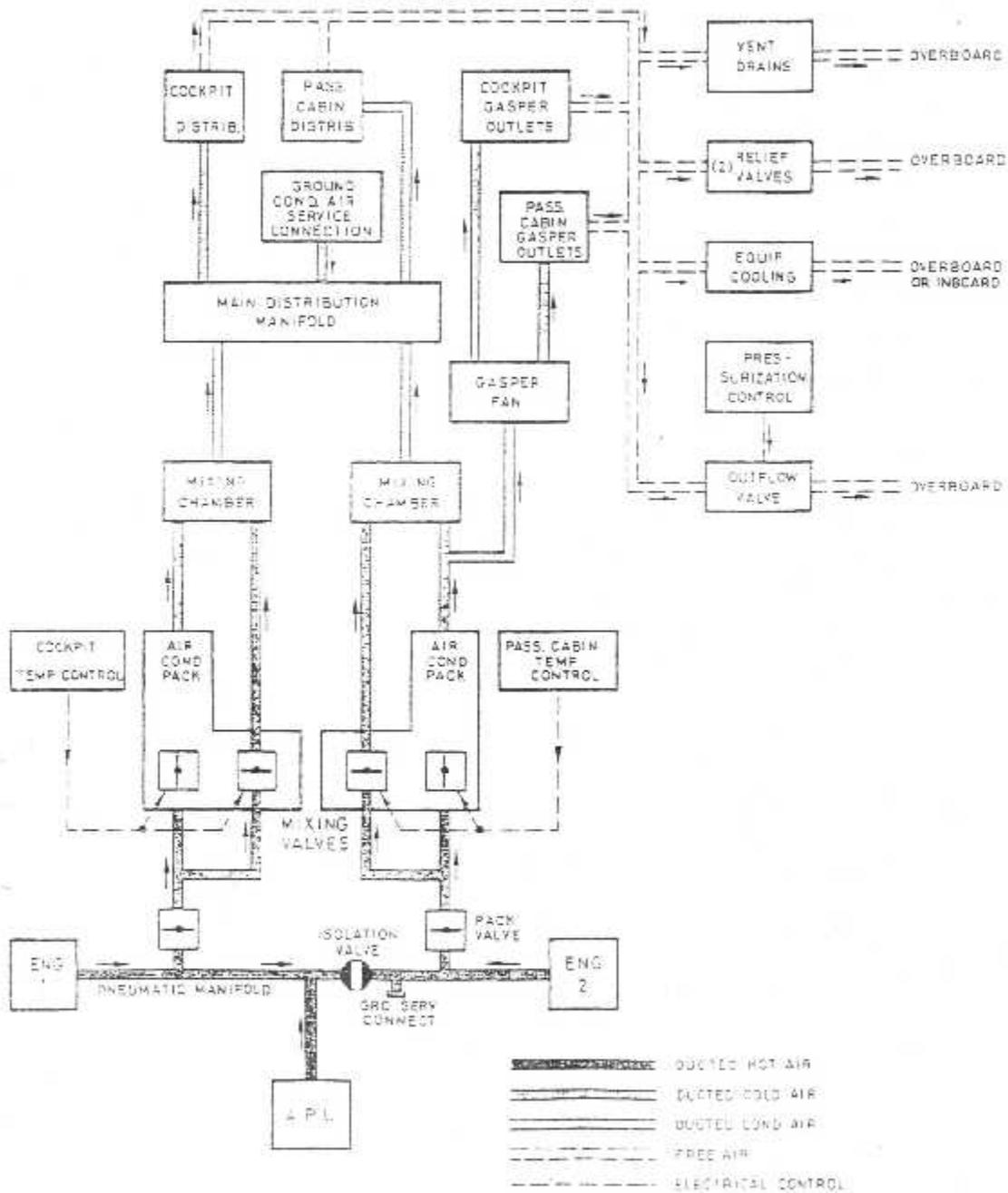


Figure II.21 La distribution d'air conditionné

II.19- Système de distribution individuelle d'air froid

De l'air froid est prélevé directement à la sortie du groupe de conditionnement droit pour alimenter les prises individuelles

Des bouches d'air froid orientables et à débit réglable sont prévus pour chaque passager et chaque membre d'équipage. Dans la cabine, elles sont incorporées aux services unités.

Dans le cockpit Il y a 6 bouches d'air froid:

- 2 pour chaque pilote, dont une dans la paroi latérale et une seconde dans le panneau d'instruments.

- 2 pour l'observateur éventuel. Celles-ci sont situées dans le plafond.

L'air froid provient du groupe de refroidissement droit il est prélevé à l'entrée de la chambre de mixage. Un ventilateur électrique permet d'accroître le débit. Il peut fonctionner en permanence, mais il est surtout utile quand les moteurs sont au ralenti et quand il y a une forte demande d'air froid.

Une petite conduite by passe le ventilateur pour le protéger contre le pompage quand on le fait fonctionner alors que presque toutes les prises individuelles sont fermées.

Le collecteur d'air froid alimente deux conduites de distribution de chaque coté de la cabine (une pour la cabine avant et une pour l'arrière).

La conduite qui alimente le cockpit est issue de l'extrémité gauche du collecteur et passe sous le plancher de la cabine.

Quand toutes les prises individuelles sont ouvertes, le débit d'air froid est égale à environ 20 % du débit total dans la cabine.

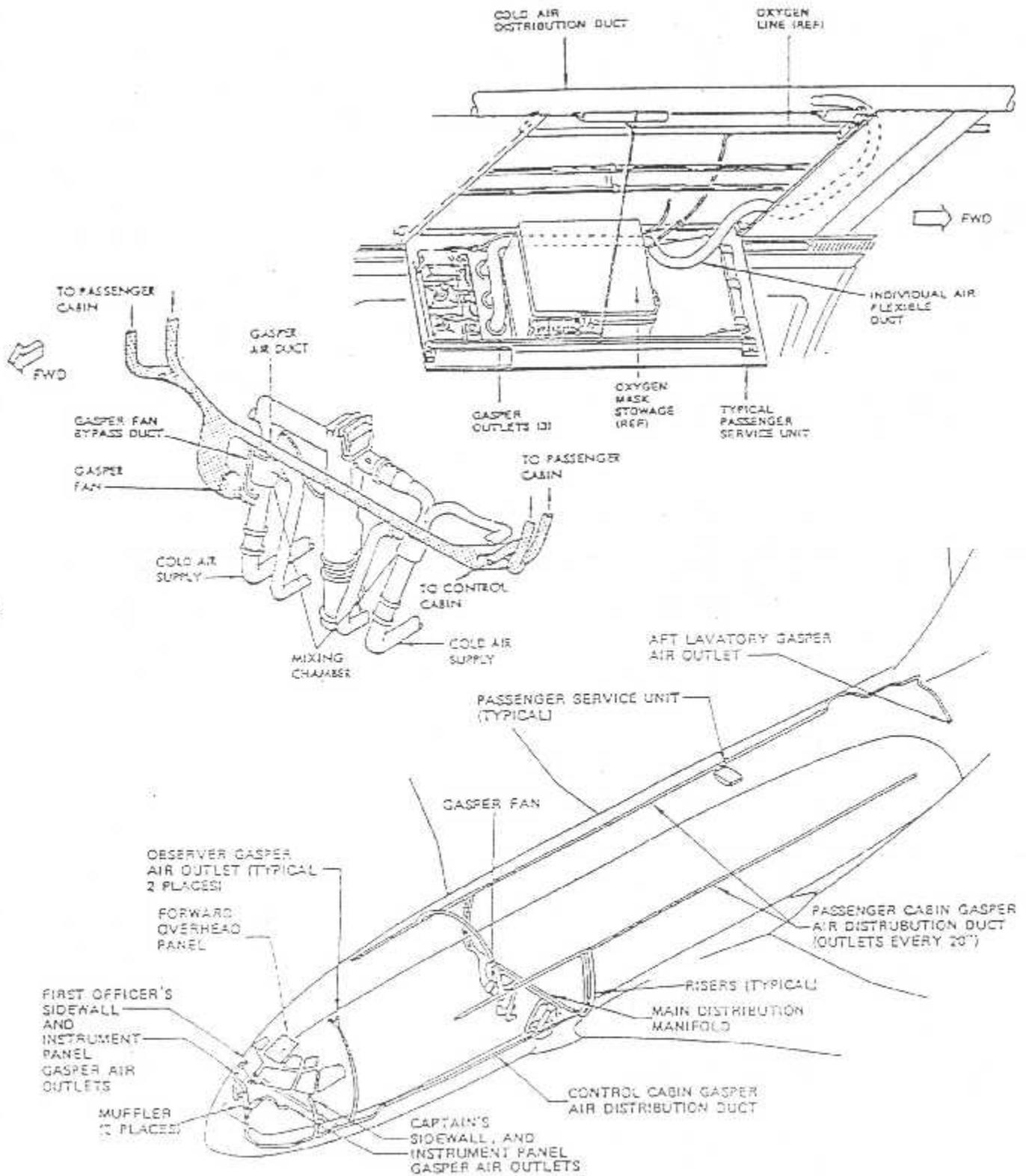


Figure II.22 Le system de distribution individuelle d'air froid

II.20-Description du système de ventilation

Le système est équipé des accessoires suivants :

- 02 ventilateurs (main et alternate blowers) avec un clapet anti-retour au refoulement.
- Une valve de contrôle automatique de débit (automatic flow control valve).
- Une valve anti-retour.
- Un détecteur de débit (airflow detector).

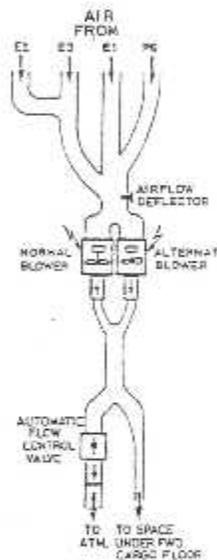


Figure II.23 Le système de ventilation

II.20.1- Les ventilateurs

Les ventilateurs sont placés dans deux conduites parallèles qui collectent l'air à la sortie des racks, ce sont des ventilateurs axiaux avec moteur électrique au centre.

Les moteurs sont triphasés et conçus pour un fonctionnement continu.

Un commutateur à deux positions, normale (NORMALE) et alterne (ALTERNATE), permet de choisir l'un ou l'autre.

II.20.2- La valve de contrôle automatique de débit

Une valve de contrôle automatique de débit est placée sous le plancher du compartiment électronique, elle est constituée d'un clapet dont le profil est semblable à celui d'une aile, le clapet est excentré par rapport à son axe, un ressort tend à le maintenir complètement ouvert. En fonctionnement lorsque l'air traverse la valve, une force de portance est appliquée sur le clapet, cette force proportionnelle au débit tend à fermer la valve. De plus, la chute de pression causée par le clapet crée une force qui tend aussi à la fermer.

La valve sera donc d'autant plus fermée que la pression différentielle cabine sera grande, elle sera complètement fermée entre 2 et 2.8 psi de pression différentielle.

La vanne de contrôle de débit (flow control valve) commence à se fermer quand le débit d'air tend à déplacer 23 à 27 kg/min

Un amortisseur hydraulique monté en bout d'axe amortit les déplacements du clapet. L'autre extrémité de l'axe est munie d'un indicateur de position.

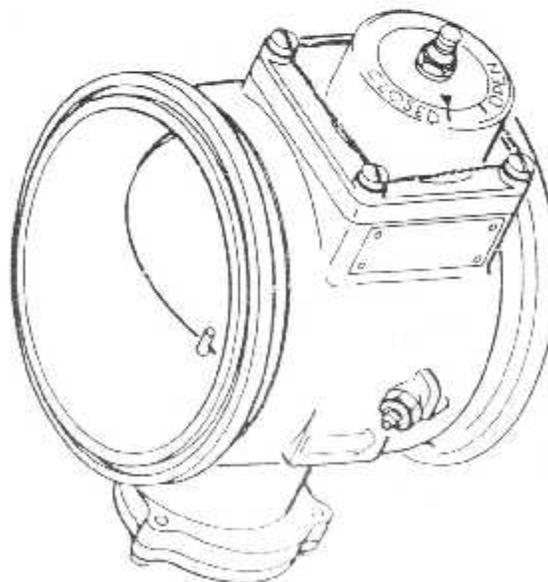


Figure II.24 La valve de contrôle automatique de débit

II.20.3- La valve anti-retour

La Valve anti-retour placée en aval de la valve de contrôle automatique de débit empêche l'entrée d'eau dans le fuselage en cas d'amerrissage.

II.20.4- Le détecteur de débit d'Air

Le détecteur de débit d'air est placé dans le collecteur, en amont des ventilateurs,

Il est constitué par un commutateur thermique combiné avec une résistance chauffante, lorsque le commutateur thermique est froid, il est non passant. La résistance le chauffe

en permanence tandis que le débit d'air le refroidit.

Si le débit d'air devient insuffisant, le commutateur thermique se ferme et fait fonctionner l'alarme.

Le commutateur thermique se ferme dans les 10 minutes qui suivent une interruption du débit d'air. Il peut encore rester 5 minutes dans cette position après rétablissement de débit normal.

Quand le débit d'air devient insuffisant, le détecteur allume les lampes suivantes :

- Les deux lampes (MASTER CAUTION).
- L'étiquette (OVERHEAD).
- La Lampe de ventilation équipements (OFF) sur le panneau.

Les lampes (master caution) et (Overhead) peuvent être éteintes en appuyant un instant sur une des lampes (Master Caution).

Pour éteindre la lampe (OFF), il faut rétablir le débit d'air normal

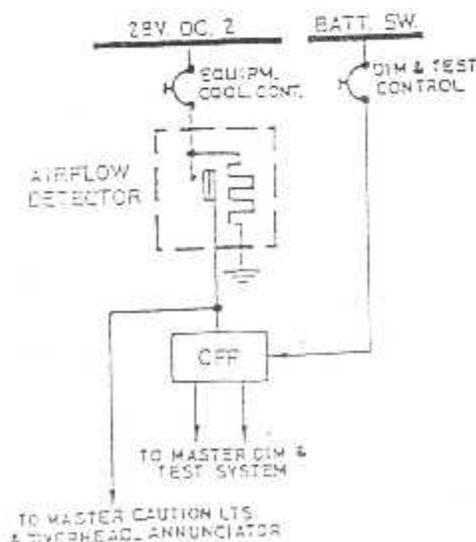


Figure II.25 Le détecteur de débit d'air

II.21- Le Système de ventilation

II.21.1- Ventilation de la cabine passagers (voir figure II.26)

L'air de conditionnement de la cabine est prélevé à l'extrémité droite du collecteur principal de distribution. Une grosse conduite placée entre le plafond de la cale et le plancher de la cabine prolonge ce collecteur vers l'avant. Quatorze tubes y sont raccordés. Ils montent dans la paroi droite de la cabine et amènent l'air dans un conduit situé dans le plafond de la cabine, le conduit occupe toute la longueur du plafond arrondi, il est muni de fentes par où l'air entre dans la cabine.

Deux conduites le prolonge vers l'avant et vers l'arrière jusqu'aux supports des lampes situées dans les plafonds surbaissés, aux extrémités de la cabine, l'air s'échappe par les grilles qui entourent les lampes, situées dans les parois latérales au niveau du plancher.

Sous le plancher, la plus grande partie de l'air s'écoule vers l'arrière, passe au-dessus de l'aile et du plafond des logements des trains puis autour de la cale arrière pour rejoindre la vanne de régulation et s'échapper à l'extérieur.

Une partie de l'air de la cabine avant rejoint l'air de ventilation de l'équipement électrique qui remonte le long des parois de la cale avant, puis s'échappe à l'extérieur par la vanne de régulation avant et enfin, une faible partie de l'air de la cabine s'échappe à l'extérieur par système de ventilation des buffets et des toilettes.

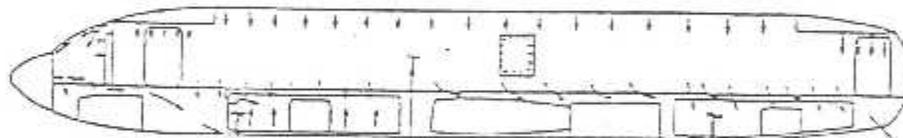
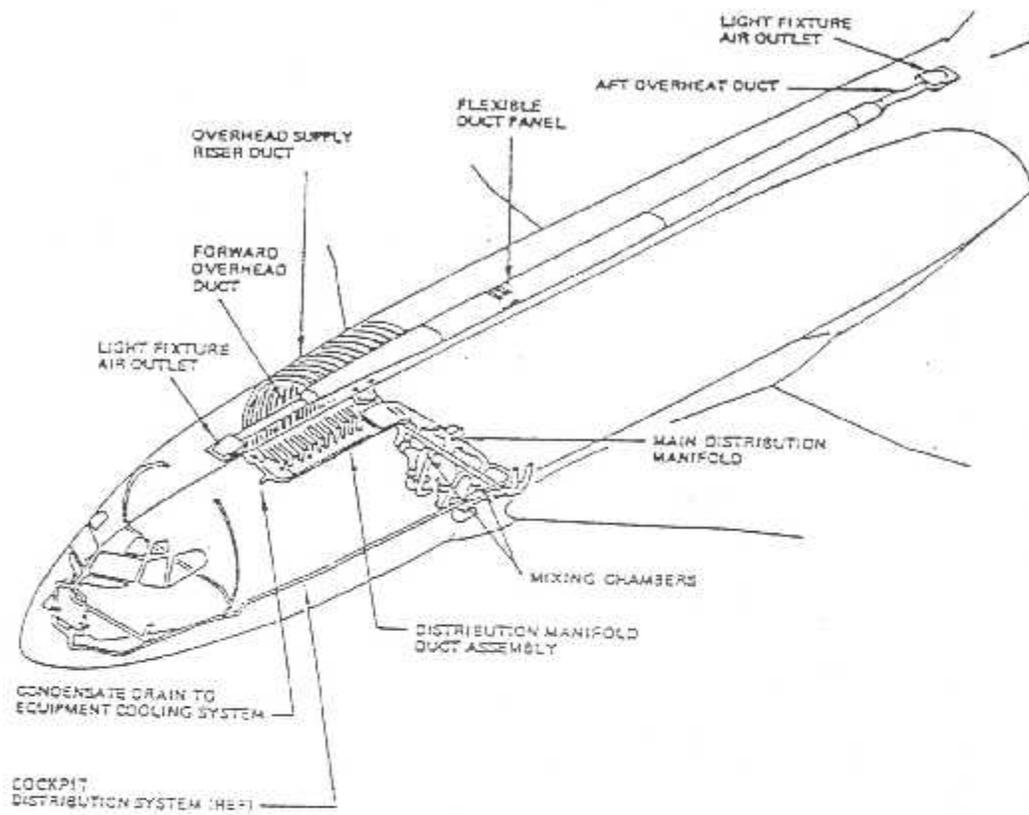
II.21.2- ventilation du cockpit (voir figure II.27)

L'air de conditionnement du cockpit est prélevé à l'extrémité gauche du collecteur principal de distribution.

Une conduite située sous le plancher l'amène dans le système de distribution du cockpit qui comprend :

- Deux bouches d'air réglables dans le plafond (overhead diffuser)
- Un diffuseur sous chaque siège.
- Deux bouches d'air réglables au niveau des pieds.
- Deux rampes de désembuage à la base du pare-brise

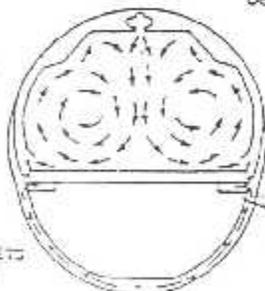
Deux tirettes placées devant chaque pilote permettent de régler séparément le débit d'air vers le pare-brise.



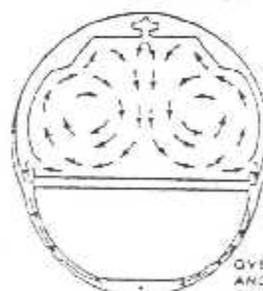
FWD CARGO COMPARTMENT
SEE DETAIL A

FOR AIRFLOW SEE
DETAIL A OR B

AFT CARGO
COMPARTMENT
SEE DETAIL B



OVERHEAD OUTLETS
AND FWD CARGO
COMPARTMENT
AIRFLOW



OVERHEAD OUTLETS
AND AFT CARGO
COMPARTMENT
AIRFLOW

Figure II.26 Ventilation de la cabine passagers

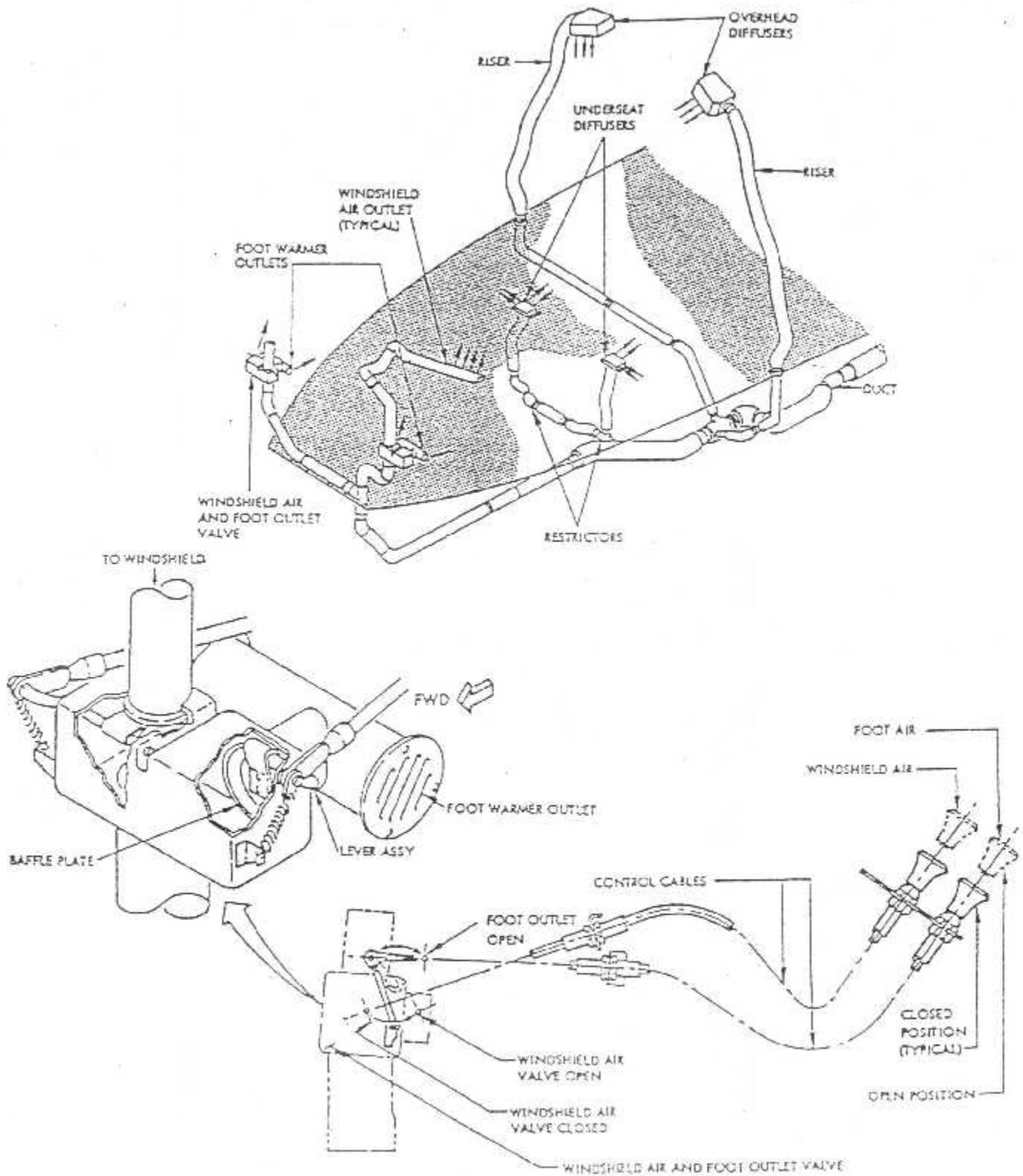


Figure II.27 Ventilation du cockpit

II.21.3- Ventilation des buffets

L'air qui se trouve au voisinage des buffets est évacué directement à l'extérieure. La conduite d'évacuation prend l'air dans le plafond. Elle aboutit sur le côté du fuselage dans la partie supérieure.

Un manchon acoustique affaiblit le bruit provoqué par l'écoulement de l'air.

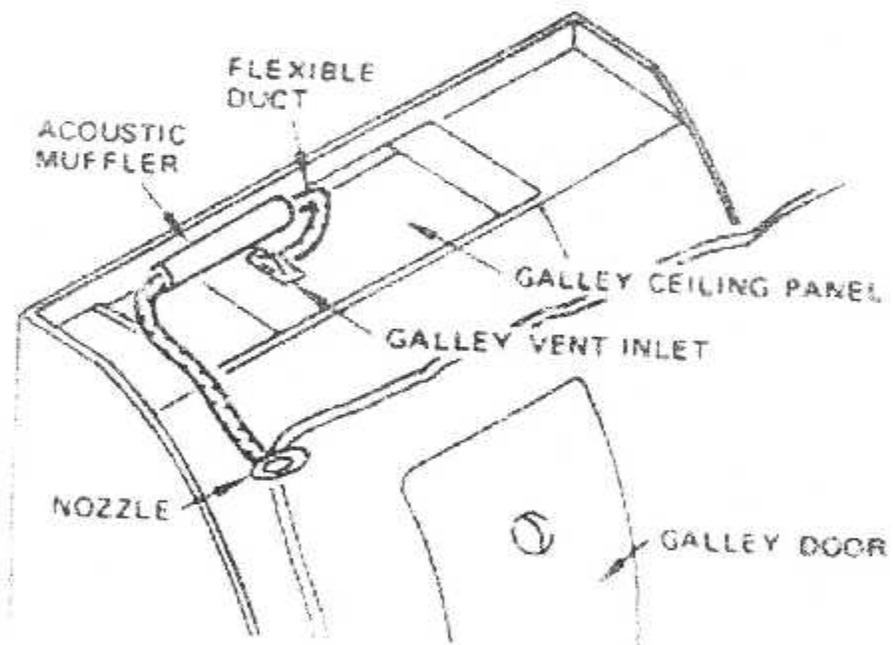


Figure II.28 ventilation des buffets

II.21.4- Ventilation de l'équipement électrique

L'équipement électrique du panneau P6, des panneaux instruments pilote et co-pilote et celui qui est contenu dans les trois racks E1, E2 et E3 du compartiment électronique sont refroidis par l'air qui s'échappe du cockpit. Un ventilateur aspire l'air au travers des équipements et le refoule soit à l'extérieur soit sous le plancher de la cale avant, selon que la pression différentielle cabine est inférieure ou supérieure à 2.5 psi environ. Quand il est envoyé sous le plancher de la cale avant, il remonte le long des parois latérales jusqu'à un collecteur situé sous le plancher de la cabine. De là, il s'échappe à l'atmosphère par la vanne de régulation avant. On assure ainsi le chauffage de la cale avant.

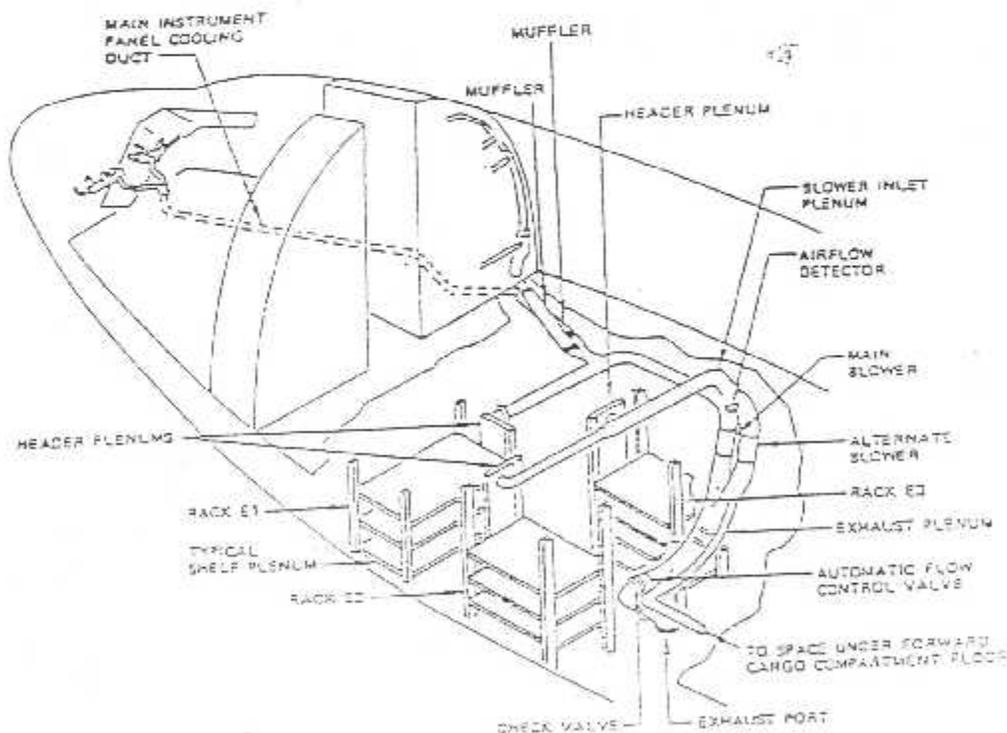


Figure II.29 Ventilation des équipements électriques

II.22- Système de chauffage de la cale avant

Pour chauffer la cale avant, on utilise la chaleur dégagée par l'équipement électrique. Le ventilateur du système de refroidissement de l'équipement électrique aspire l'air du cockpit au travers des accessoires électriques et le refoule dans une conduite perforée sous le plancher de la cale.

L'air chaud remonte alors le long des parois latérales de la cale entre l'isolation thermique et le garnissage vers un collecteur situé sous le plancher de la cabine.

De ce collecteur, l'air s'échappe à l'extérieur en passant par la vanne de régulation avant qui est installée sous le plancher de la cabine près du coin avant gauche de la cale avant. Elle est actionnée par un moteur électrique et est commandée par la vanne de régulation arrière, elle est presque toujours complètement ouverte, elle ne se ferme que si la vanne de régulation arrière est presque complètement fermée.

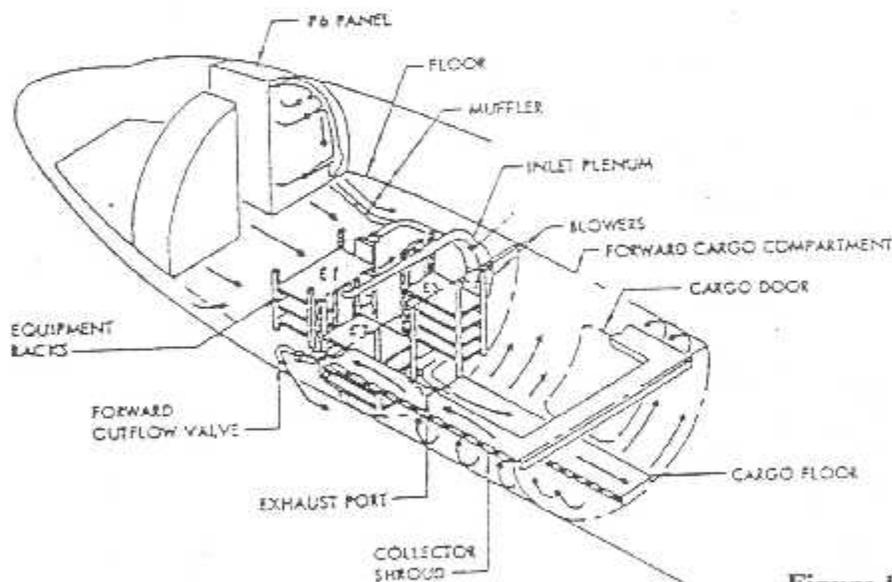


Figure 11.30 chauffage de la cale

II.23- Les zones climatisées de l'avion

A) le cockpit et la cabine passagers sont ventilés, pressurisés et la température est normalement réglée automatiquement.

B) les cales sont pressurisées mais pas ventilées, elles sont chauffées par radiation des parois. En vol pressurisé normal, l'air de ventilation de l'équipement électronique s'échappe sous le plancher de la cale avant, ce qui assure un chauffage supplémentaire.

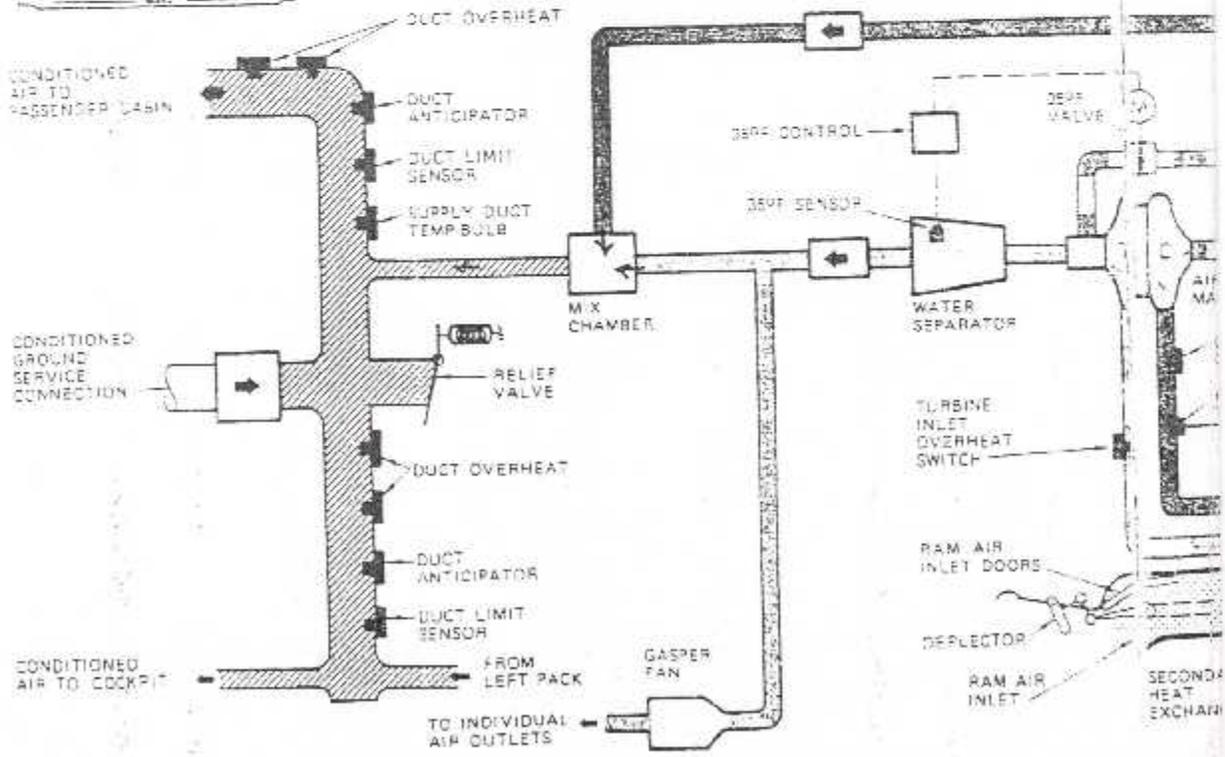
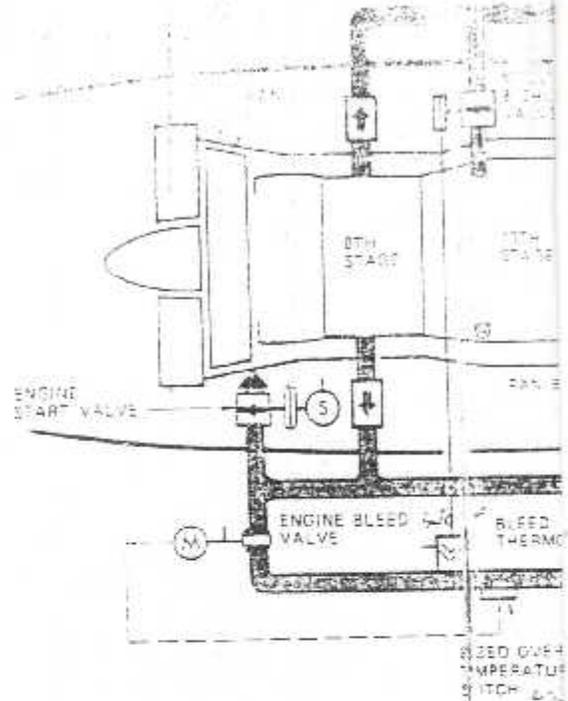
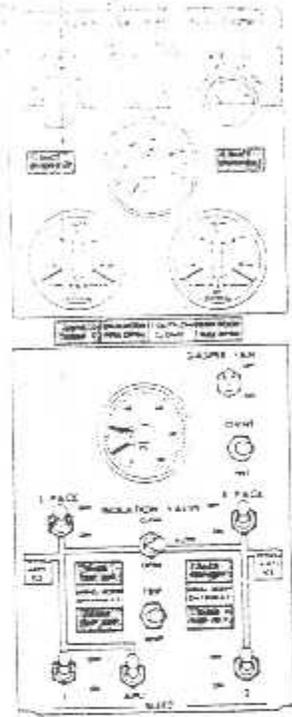
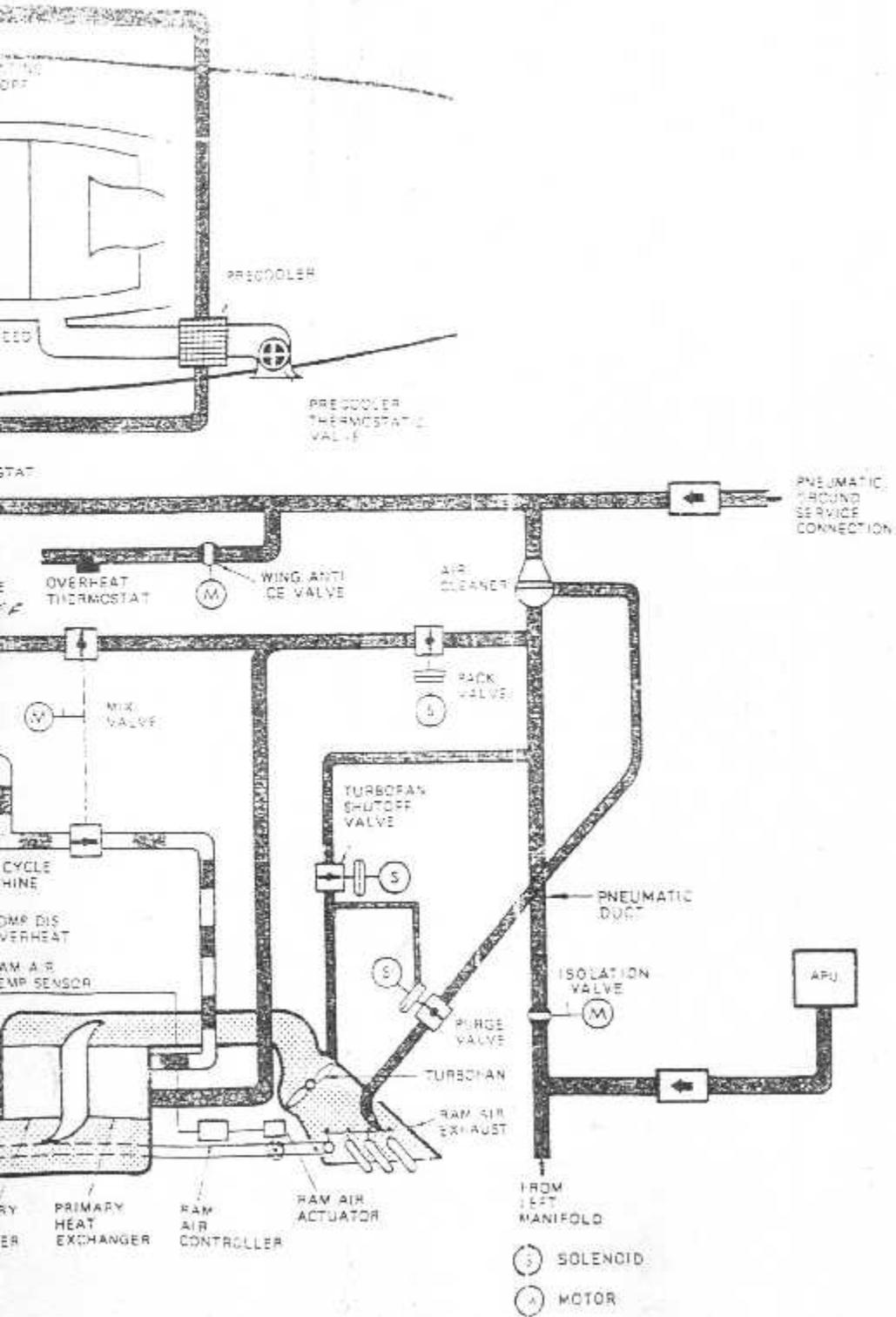


Figure II.31 Système de soutirage, co

Circuit de Conditionnement d'air



Conditionnement et de distribution d'air

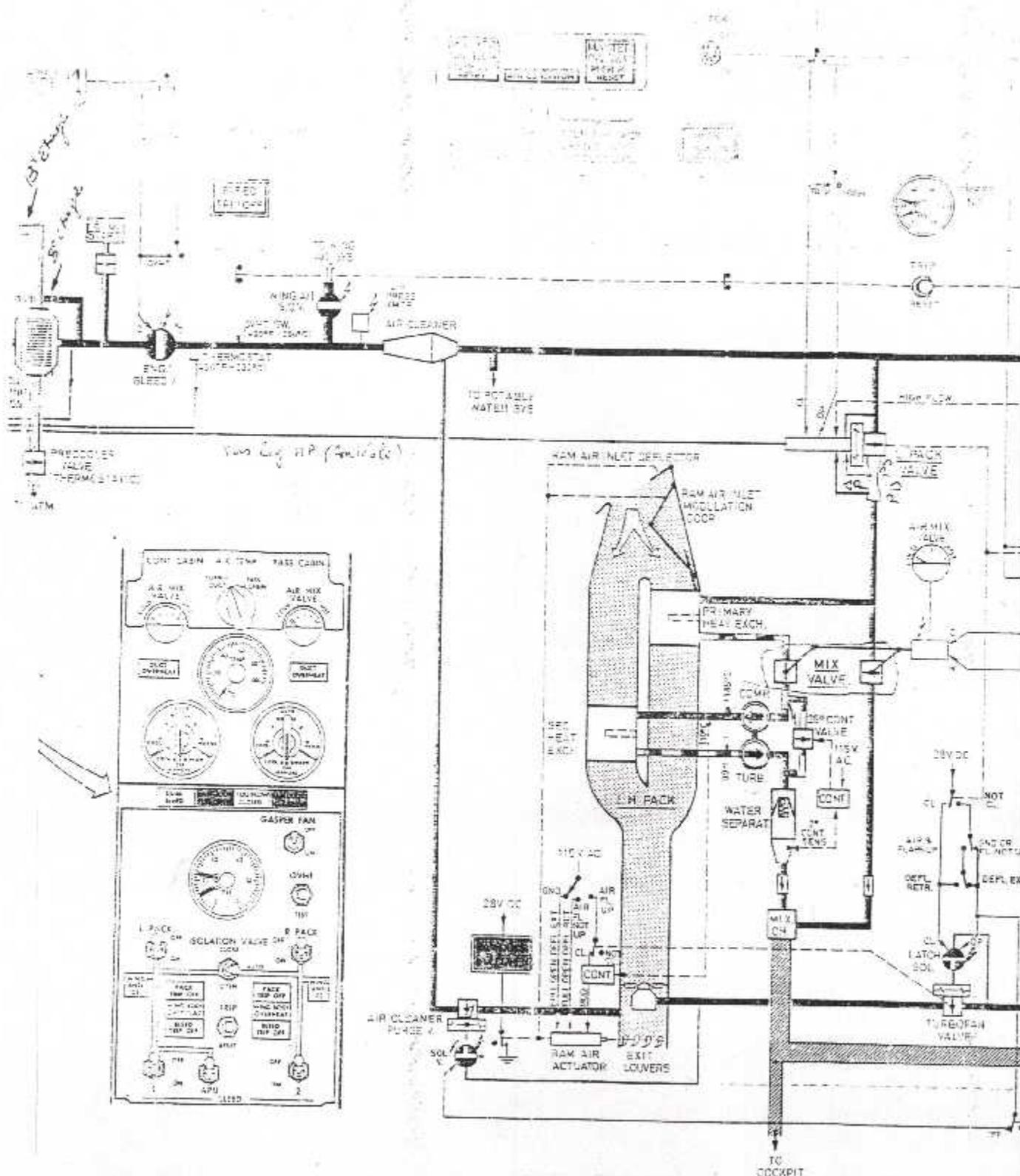
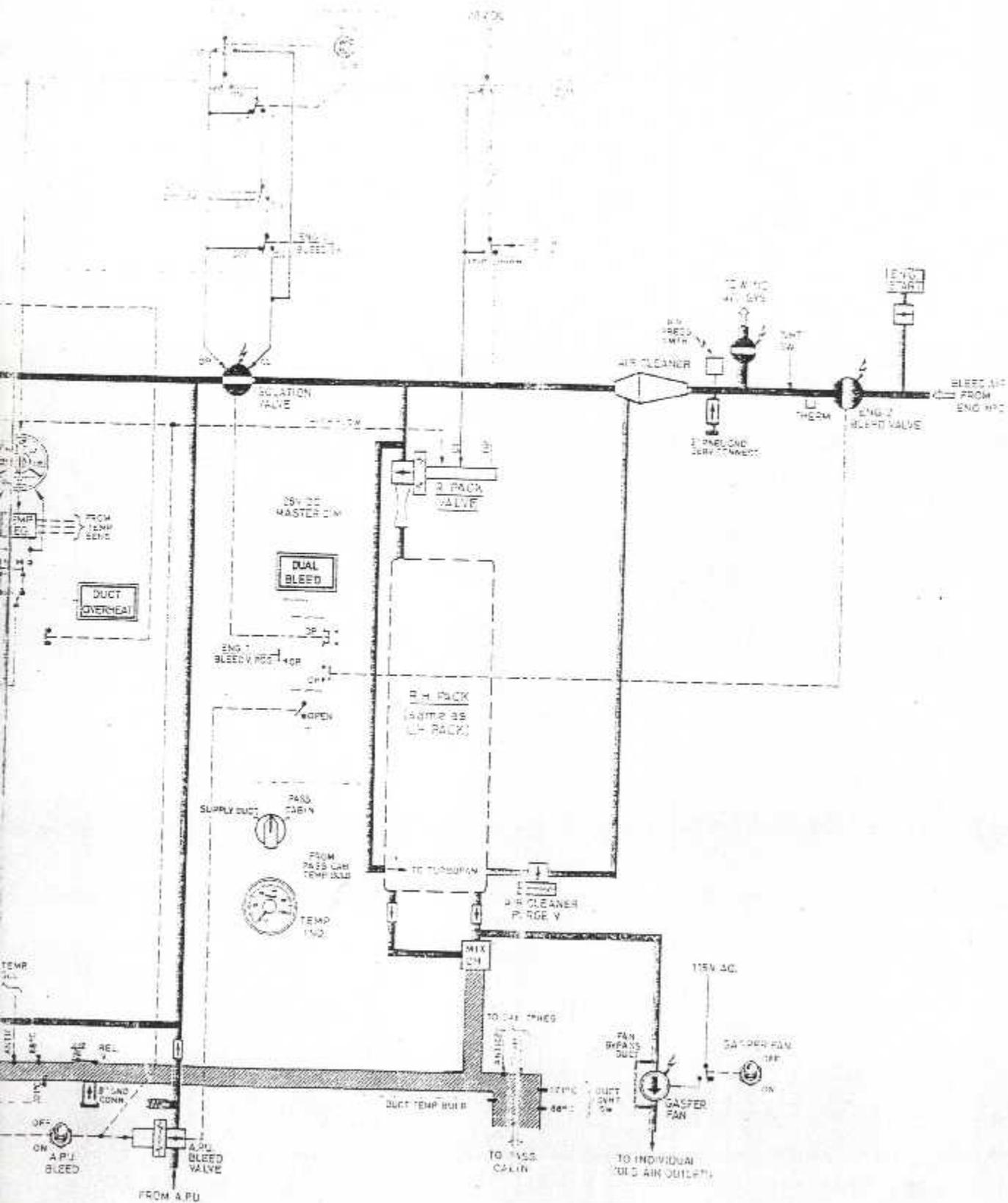


Figure II.32 Système

Circuit de Conditionnement d'air



de conditionnement d'air

Chapitre III

MAINTENANCE DU CIRCUIT DE CONDITIONNEMENT

III.3- Démarche de dépannage :

- 1- plan de l'équipage : CRM (compte rendu matériel).
- 2- le dépannage (recherche de panne) pour trouver l'unité déposable en ligne.
- 3- le dépose et pose.
- 4- le test de bon fonctionnement pour connaître si la réparation est fait ou non.
- 5- restitue l'avion à l'exploitation.

III.4 les méthodes de dépannage

1 Méthode globale (aléatoire)

Cette méthode consiste à remplacer tous les élément du système infectés

- les avantages de cette méthode sont :
 - Sauvegarder la disponibilité, la ponctualité, la régularité
- les inconvénients de cette méthode sont :
 - Manipulation excessive
 - Nécessité de disposition en stock des élément infectés
 - Trop de dépose injustifiée.
 - Cette méthode est tolérée en cas d'urgence
 - Equipement pas trop cher pour gagner du temps.

2 Méthode progressive :

Cette méthode consiste à remplacer successivement les équipements de système incriminé et leurs analyses approfondis, une fois l'équipement remplacé on procède à un essai qui permet de vérifier si la fonction a été restaurée, 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 système.

les avantages de cette méthode sont :

- 90% des pannes peuvent être résolues par cette procédure qui fait intervenir une analyse simple.

Les inconvénients de cette méthode sont :

- déposes injustifiées.
- Manipulation excessive
- Le temps alloué à la recherche de la panne est long.

3 Méthode analytique

Cette méthode permet d'affiner la méthode progressive et incriminer à coup sûr sur l'élément en cause, cette méthode nécessite des spécialistes ayant une bonne connaissance du système, la démarche suivant et de faire la liste de cause possibles .

Cette méthode est la plus utilisée dans la recherche de panne.

III.5 Exemples de recherche de panne

III.5.1- Exemple (pression dans le collecteur pneumatique hors tolérance) :

a) La Panne :

La pression du collecteur pneumatique est élevée ou basse

b) Les causes possible :

- l'indicateur de pression
- La vanne de modulation du 13eme étage compresseur
- Le thermostat 450°F
- Le régulateur différentiel de pression
- La vanne du groupe de soutirage

c) Analyse de la panne :

1) Pression élevée dans le collecteur pneumatique (gauche ou droit):

- Intervertir les indicateurs de pression
- Si l'affichage de la pression est inchangé

Contrôler la fuite au niveau de la connexion en aval de la valve de modulation

- Si présence de fuite

Remède :

Réparer la connexion.

-S'il n'y a pas de fuite :

Arrêter le moteur et pressuriser le collecteur pneumatique, on vérifie, si la valve de modulation du 13^{eme} étage compresseur est en position fermée.

-Si la valve n'est pas fermée (fuite d'air sous pression à travers papillon de la valve dans le collecteur pneumatique).

Remède :

Remplacer la valve de modulation du 13^{eme} étage

-Si la valve de modulation du 13^{eme} étage est en position fermée

Remède :

Remplacer le régulateur de pression

(Le régulateur cause par défaillance l'ouverture de la valve de modulation 13^{eme} étage)

2) Une basse pression dans le conduit pneumatique :

- Intervertir les indicateurs de pression

- Si l'affichage de la pression est inchangé

Boucher l'entrée d'air du thermostat 450°F

-Si la pression augmente :

Remède :

Remplacer le thermostat 450°F

(La fuite à travers le thermostat 450° F cause la fermeture de la vanne de modulation)

- Si la pression ne varie pas

Déconnecter le circuit de soutirage d'air et couper le moteur concerné, on teste avec un banc d'essai portatif (voir figure III.1) les équipements suivants séparément:

-Le régulateur de pression.

-La valve du groupe de soutirage.

Pressuriser le collecteur pneumatique pour contrôle de présence de fuite.

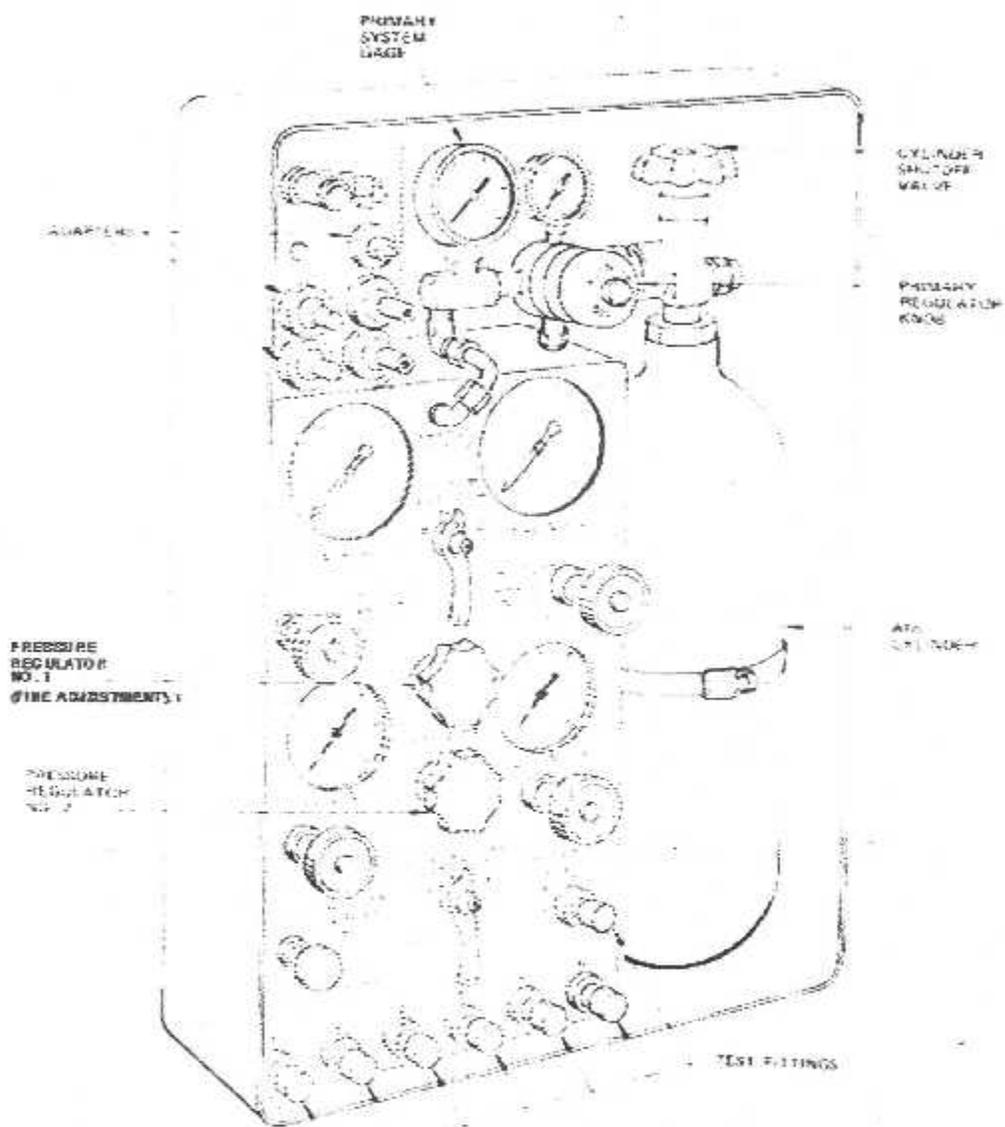


Figure III.1 Le banc d'essais pneumatique portatif

III.5.2 - Exemple (Une température anormale dans la cabine)**a) La Panne :**

La cabine n'est pas suffisamment refroidie

b) Les causes possible :

- La valve de mixage
- La valve de dégivrage 35°F
- La sonde 35°F
- Le séparateur d'eau

c) Analyse de la panne :

Procédure : Contrôle de la valve de mixage :

Mettre le sélecteur du groupe conditionnement d'air sur (ON) puis mettre le sélecteur de température manuel en position chaud ensuite en position froid en fin mettre le sélecteur du groupe de conditionnement d'air sur (OFF).

- Vérifier d'abord que les aubes de la ram air sont complètement ouvertes.
- Si ce n'est pas le cas, contrôler alors le système de la ram air.
- Si la valve de mixage n'est pas sur la position froide

Remède :

- Remplacer la valve de mixage
- Si la valve de mixage est sur la position froide
 - Vérifier la position de l'indicateur visuel de la vanne de dégivrage 35°F
 - Si la vanne de dégivrage 35°F n'est pas complètement fermée.

Remède :

- Remplacer la vanne de dégivrage 35°F.
- Si la vanne de dégivrage 35°F est complètement fermée

Remède :

Remplacer la sonde de 35°F

III.5.3 - Exemple (Présence d'humidité dans la cabine)

a) La panne :

L'humidité dans la cabine est élevée

b) Les causes possibles :

- Le séparateur d'eau.
- La continuité entre la sonde et la valve de dégivrage 35°F
- La valve de dégivrage 35°F
- La sonde 35°F

c) Analyse de panne :

- Inspecter le séparateur d'eau
- Si le séparateur d'eau est encrassé

Remède :

Remplacer le séparateur d'eau

- Si le séparateur d'eau est en bon état.
- Inspecter la continuité du câble entre la sonde et la valve de dégivrage 35°F
- S'il n'y a pas de continuité

Remède :

Remplacer le câble électrique

- Si la continuité est présente
- Inspecter la valve de dégivrage 35°F
- Si la valve est défectueuse

Remède :

Remplacer la valve.

- Si la valve est en bon état

Remède :

Remplacer la sonde 35°F

CONCLUSION

CONCLUSION

A l'issue de notre stage pratique qui s'est déroulé au niveau des installations de la compagnie AIR ALGERIE, avec la collaboration de notre promoteur et la direction technique de la compagnie, on s'est intéressé à l'étude du circuit de conditionnement d'air de l'avion B737-200.

Il faut noter que ce travail nous a permis de :

- comprendre le fonctionnement de ce système
- connaître les généralités sur le moteur JT8D
- savoir la philosophie de recherche de panne sur le système de conditionnement d'air avec des exemples de pannes

Malgré toute la difficulté et les moyens qui sont limités, c'est-à-dire le manque de document et des personnes qualifiées dans le domaine, nos efforts ont été couronnés par l'élaboration d'un mémoire fructueux, nous souhaitons que nous avons accompli un travail enrichi et qu'il apportera un plus au sein de notre institut et au sein de la compagnie AIRALGERIE

The work summary

The objective of our work is the study the function of B737 aircraft air conditioning system. This study allows us to understand clearly the operation of different component installed in this system and the methodology of maintenance it

Résumé du travail

L'objectif de notre travail est l'étude du système de conditionnement d'air de l'avion B737-200. Cette étude nous a permis de comprendre clairement le fonctionnement des différents équipements installés dans le système ainsi que la méthodologie de dépannage appliquée.

ملخص العمل

الهدف من هذا العمل هو دراسة نظام التكييف الهوائي لطائرة (737B - 200) وهذه الدراسة تسمح لنا بالفهم الجيد لطريقة عمل مختلف العناصر المجهز بها النظام و طريقة صيانتها

BIBLIOGRAPHIE

- B737-200 Maintenance Manual ATA 21 et 36 Rev89
Date Mai 2003

- JT8D Engine Rev157
Date Avril 2004

- JT8D Training manual Date Mars1991

- Conditionnement d'Air (SABENA) Date Janvier 1986

- CMM PRBC ATA 75-31-01 Date Février 1990

- *Dictionnaire technique d'aéronautique et d'espace*
(English-French) par Henri Goursau Date 1985