

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

Université de SAAD DAHLEB de Blida
Mémoire de fin d'études pour l'obtention d'un diplôme d'études universitaires appliquées en
Aéronautique
Option : PROPULSION



Handwritten in blue ink: "09/06" and "04/06".

Thème:

Etude technologique de l'APU GTCP 331-350 équipant l'avion
A330



Réalisé par :

BENHAMMOU *Mohamed*
ZOURDANI *Lyes*

Dirigé par :

Mr. AMROUCHE *Mohamed*
Mr. KBAB *Hakim*

Promotion 2006

SOMMAIRE

<u>Titres</u>	<u>Page</u>
Introduction Générale.....	1
Chapitre I:Généralités sur les APU.....	2
I.1.Définition de l'APU.....	3
I.1.1 Le rôle des APU.....	4
I.2.Types des Groupes Auxiliaires de Puissance (GAP).....	5
I.2.1. Les Groupes Auxiliaires de puissance pour avions.....	
I.2.1.1.RUBIS 3.....	
I.2.1.2. MOBILE 135 kVA GROUPE DE PUISSANCE ÉLECTRIQUE (Basé sur la Turbine à Gaz S100F).....	6
I.2.1.3. SAPHIR 4-2/4-5.....	7
I.2.1.4 SAPHIR 1 0.....	8
I.2.1.5 SAPHIR 2 0.....	9
I.2.1.6.SAPHIR 1 0 0.....	11
I.2.2. Les Groupes Auxiliaires terrestres	12
I.2.2.1. GÉVAUDAN 9 / 1 2 3.....	
I.2.2.2. GÉVAUDAN 9 / 1 2 8.....	13
I.2.2.3. SAPHIR 20 TYPE 132.....	14
I.3.Les models d'APU pour avion et leurs applications	15
Chapitre II : Généralités sur les types d'avions A330 et A340.....	19
INTRODUCTION.....	20
II.1 GENERALITES SUR L'AVION A330 ET L'AVION A340.....	21
II.1.1 A330.....	
II.1.1.1 Caractéristiques de l'avion A330.....	22
II.1.2 A340.....	23
II.1.2.1 Caractéristiques de l'avion A340.....	24
Chapitre III:L'APU GTCP 331-350.....	25
III.1.Description générale.....	26
III.1.1 Généralité.....	
III.1.2. Désignation.....	

III.2. L'installation de L'APU.....	27
III.2.1. L'APU.....	
III.2.2. Alimentation en air.....	28
III.2.3. Inlet plenum.....	
III.3 Les modules de l'APU.....	29
III.3.1 Section De Puissance.....	
III.3.1.1 Compresseur.....	
III.3.1.2 Chambre de combustion.....	30
III.3.1.3 Turbine.....	31
III.3.2 Compresseur De Charge.....	
III.3.2.1 Compresseur de charge.....	
III.3.2.2 Aubes régulatrices de débit d'entrée.....	
III.3.3 Boîte D'engrenages des accessoires.....	
III.3.3.1 Gearbox	
III.3.3.2 Accessoires.....	
III.4 Caractéristiques techniques.....	33
III.4.1 Performances.....	
Chapitre IV : Les systèmes de l'APU GTCP 331-350.....	35
VI.1 Le système carburant.....	36
IV.1.1 Description.....	
IV.1.1.1 Unité de commande de carburant (FCU).....	
IV.1.1.2 Filtres de carburant.....	37
IV.1.1.2.1 Indicateur obstruant.....	38
IV.1.1.3 Capteur de basse pression.....	
IV.1.1.4 Séparateur de débit.....	
IV.1.1.5 Capteur de température de carburant.....	
IV.1.1.6 Injecteurs.....	39
IV.1.1.7 Drain écologique.....	
IV.1.1.8 Pompe de carburant de haute pression.....	
IV.1.1.9 Clapet de surpression.....	40
IV.1.1.10 Vanne de pressurisation du débit.....	
IV.1.1.11 Rampe de carburant primaire.....	
IV.1.1.12 Rampe de carburant secondaire.....	
IV.1.2 Fonctionnement de système carburant.....	
IV.1.3 Conduite d'échappement.....	

IV.1.4	Système de refroidissement.....	41
IV.2	Système d'huile.....	42
IV.2.1	Lubrification.....	
IV.2.2	Refroidissement.....	
IV.2.3	Nettoyage.....	
IV.2.4	Les composants de système.....	
IV.2.4.1.	Réservoir.....	
IV.2.4.1.1	Remplissage d'huile.....	43
IV.2.4.1.2	Niveau d'huile.....	
IV.2.4.1.3	Capteur de limaille.....	
IV.2.4.1.4	Capteur de niveau critique d'huile.....	44
IV.2.4.2	Bloc de pompes.....	
IV.2.4.3	Filtre.....	45
IV.2.4.4	Clapet de surpression.....	
IV.2.4.5	La vanne de contrôle de température.....	
IV.2.4.6	Filtre by-pass d'huile.....	
IV.2.4.7	Switcher de pression différentielle et le filtre by-pass de alternateur.....	46
IV.2.4.8	Radiateur d'huile (oil cooler).....	
IV.2.4.9	Capteur de basse pression d'huile.....	
IV.2.4.10	Capteur de haute température d'huile.....	47
IV.2.4.11	Fonctionnement du système de lubrification.....	
IV.3	Système pneumatique.....	48
IV.3.1	Description.....	
IV.3.2	Rôle.....	
IV.3.3	Les différents composants de système pneumatique.....	
IV.3.3.1	Un compresseur de charge.....	49
IV.3.3.2	Vanne de soutirage.....	50
IV.3.3.3	Vanne de décharge.....	
IV.3.3.4	Les aubes régulatrices de débit (IGV).....	51
IV.3.3.5	Vérin des aubes régulatrices de débit (IGVA).....	
IV.3.3.6	Fan de refroidissement.....	
IV.3.3.7	Valve de refroidissement de compartiment APU.....	52
IV.3.3.8	Capteur de pression d'entrée d'air.....	
IV.3.3.9	Capteur de débit de soutirage.....	53
IV.3.3.10	Capteur de température à l'entrée de compresseur de charge (LCIT).....	
IV.3.3.11	Capteur de température à la sortie de compresseur de charge (LCOT).....	
IV.4	Système de drainage.....	54
IV.4.1	Description du système de drainage	
IV.4.2	Différents composants du système de drainage.....	55
IV.5	Système de control et de gestion.....	56
IV.5.1	La Boite de Commande Electronique (ECB).....	

IV.5.2 Alimentation de la ECB.....	57
IV.5.3 Signaux venant de l'APU.....	
IV.5.4 signaux venant de l'avion.....	
IV.5.5 Boîte de l'APU.....	58
IV.5.6 Module de mémoire.....	
IV.5.7 Les signaux de la ECB vers l'APU.....	59
IV.5.8 signaux de l' ECB vers le système avion.....	
IV.5.9 Arrêt de l'APU.....	
IV.5.9.1 Arrêt normal.....	
IV.5.9.2 Arrêt automatiques.....	60

IV.6 Démarrage et allumage.....61

IV.6.1 Moteur de démarrage.....	
IV.6.2 Système d'allumage.....	63
IV.6.3 Circuit de démarrage.....	
IV.6.3.1 Commande.....	
IV.6.4 Les composants de système de démarrage et allumage.....	65
IV.6.4.1 Commande De Démarreur.....	
IV.6.4.2 Commande D'allumage.....	
IV.6.4.3 Conjoncteurs de démarreur.....	66
IV.6.4.4 Boîte d'allumage.....	
IV.6.4.5 Câbles d'allumage.....	
IV.6.4.6 Bougies d'allumage.....	67
IV.6.4.7 Démarrage et arrêt de l'APU.....	
IV.6.5.1 Généralités.....	68
IV.6.5.2 Démarrer l'APU.....	
IV.6.5.3 Soutirage.....	
IV.6.5.4 Arrêt de APU.....	69
IV.6.5.5 Soutirage.....	
IV.6.5.6 Arrêt de l'APU.....	

Chapitre V : La maintenance et la réparation.....71

V.1 Entretien en atelier : (maintenance programmée).....	73
V.1.1 Le Boroscope.....	
V.2 Entretien sur avion : (maintenance non programmée).....	75
V.2.1. Dépannage.....	
V.2.1.1Généralités.....	
V.2.1.2 Description et opération de ECB et le BITE.....	
V.2.1.2.1 Description d'ordre de BITE.....	
V.2.1.3 Description d'ECB.....	76
V.2.1.3.1 Description d'analyse de panne.....	77
V.2.1.3.2 Procédures d'analyse de panne.....	
V.4 Conservation.....	78
Conclusion	80
Bibliographie.....	81

Résumé

Le travail proposé dans cette thèse consiste à étudier du point de vue technologique et fonctionnement de l'APU GTCP 331-350 équipant les deux types d'avion A330 et A340. Cette APU est d'une technologie avancée par rapport aux autres.

The work suggested in this thesis consists in studying from the technological point of view and operation of APU GTCP 331-350 equipping the two types of plane A330 and A340. This APU is of a leading-edge technology compared to the others.

Remerciements

Le travail de ce mémoire de thèse a été effectué au sein de l'atelier de l'aéroport d'AIR ALGÉRIE et l'institut d'Aéronautique de Blida.

Je tiens à remercier Monsieur AMROUCHE Mohamed de nous avoir accueilli dans l'aéroport.

Je suis très reconnaissant à Monsieur KBAB Hakim professeur à l'université de Blida.

Je saurais oublier de remercier toutes les personnes qui me sont chères, en particulier mes parents, mon père et ma mère, pour l'aide, la confiance et le soutien dont ils ont fait preuve tout au long de ma vie

J'associe à mes remerciements l'ensemble des membres de l'institut d'Aéronautique, Vétérinaire et Commerce pour l'ambiance chaleureuse de travail et pour nos échanges qui n'ont pas toujours été scientifiques.

Je tiens aussi à dire un grand merci à A.Youcef,G.Djilali, Atmane,B.Adenane,F.Yacine,Nadir,G.Yacine,L.Kader,Fateh et 2 Ali pour leurs soutiens pendant mon travail.

Enfin, je m'exprime ma dernière pensée à B.Hamid, C.Mourad,M.Boussaad, B.Belkacem et sans oublier N.Nordine de m'avoir soutenu et encouragé durant ce travail,et à qui je dédicace ce travail.

Mokrane.

Remerciements:

C'est pour moi un véritable plaisir que de témoigner ma reconnaissance envers toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont guidé ou simplement accompagné durant cette étude:

- *Notre promoteur M^R AMROUCHE M^{ed} qui nous a accueilli avec bienveillance dans son service dans l'H400 d'air algérie.
Nous avons pu apprécier la qualité de son enseignement et sa très grande compétence.
Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance*
- *Notre co-promoteur qui nous a orienté et encadré avec professionnalisme et sagesse.*

Pour cela, nous leur assurons notre sincère gratitude, et notre profond respect.

Nous avons également une dette de reconnaissance envers tous les enseignants et enseignantes qui nous ont suivi durant nos études, le président et membre de jury.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué, au bon déroulement de ce travail.

Ma très chère mère et cher père qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne, et qui sont pour moi le symbole du courage et du sacrifice.

Mes adorables frères et ma sœur qui j'aime beaucoup, et toute ma famille.

Et ensuite, mes amis, L.Kader, T.Omar, K.Nabil, Samir, B.Meziane, H.Abdrahmane, Z.Rabah, Nordine, Nassima, Safia, T.farid, Z.Hakim, blaide.

Un merci particulier à mon cousin Z.SAID

Et enfin je dédie cette thèse à tout mes amis plus particulièrement : Lynda, Nassima, ma sœur saliha, Samira, Kahina, Hassin, Marzouk, Aziz, Razika, Nora, Karima.

lyes

Introduction Générale :

Notre thème a comme sujet l'APU qui un groupe auxiliaire de puissance qui serve à donner trois énergies pour les servitudes avion qui sont :

- * l'air pressurisé pour démarrage des moteurs
- * l'air pour les conditionnements d'air
- * l'énergie électrique pour l'électricité avion

Notre sujet comprend en général les études de certains dans le coté technologique et on a même leurs caractéristiques qui sont différentes d'un APU à un autre, ainsi que leurs domaines d'utilisation.

En particulier, comme premier chapitre on a fait les généralités sur les APU ou groupes auxiliaires de puissance en désignant leurs domaines d'utilisation tout ça qui nous confirme que les groupes auxiliaires de puissance jouent un grand rôle dans toutes les domaines.

On a choisis de traiter ce sujet l'étude technologique de l'APU GTCP 331-350, car il est très important de connaître cet APU, son fonctionnement, ses systèmes, ses composants, et surtout ses avantages.

En suite, notre deuxième chapitre comprend les types d'avion et leurs caractéristiques, que notre APU équipe et on ajouté presque tout les modèles d'APU et les avions qu'ils équipent.

En autre, le troisième chapitre parle de notre en général, et le quatrième chapitre étudie tous les systèmes de notre APU et surtout parle de ses composants.

Le cinquième chapitre a la partie de maintenance et la réparation qui nous a permit les méthodes et les outils utilisés pour faire la réparation de cet APU, et faire connaître comment conserver dans le magasin avant ou après l'utilisation.

Enfin, on a conclue que ce travail montre que cet APU est d'une technologie avancée et surtout moins polluant parce qu'il a un système de drainage qui empêche de chasser le carburant vers l'extérieure de l'avion, tout ce travail nous a permit enrichir nous connaissances et surtout d'avoir une expérience.

Chapitre I

GENERALITES SUR LES APU

I.1 .Définition de l'APU (Auxillary Power Unit):

APU est le terme anglais utilisé même par des français dans une conversation courante, nous le conserverons pour la suite.

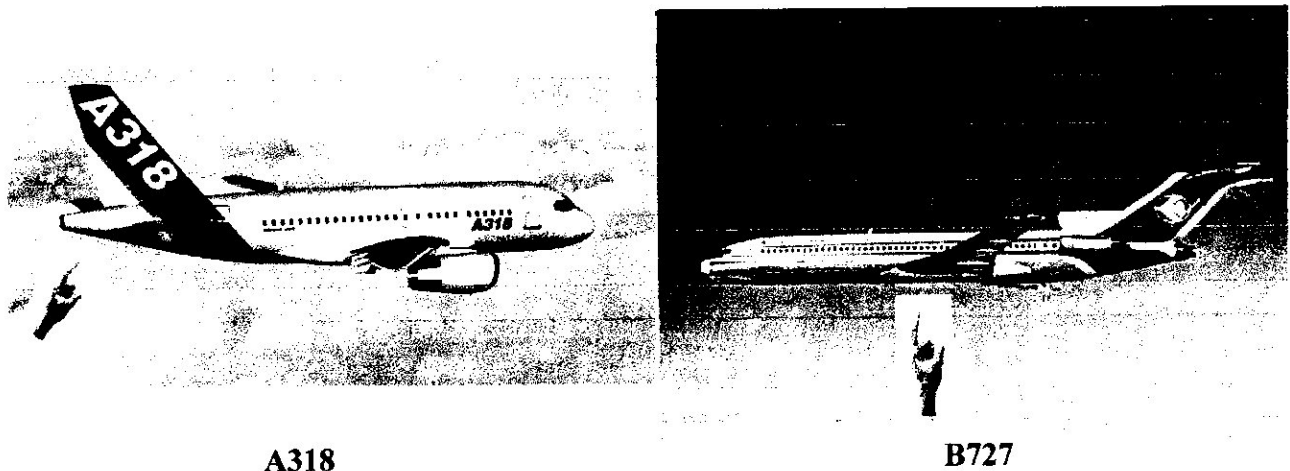
Il est un groupe auxiliaire de puissance monté à bord des avions (le plus souvent à l'arrière) et destiné à fonctionner dans diverses circonstances où la puissance électrique, pneumatique ou hydraulique sont nécessaires.

Il est donc constitué :

- d'un compresseur qui aspire l'air extérieur et le comprime,
- d'une chambre de combustion alimenté par du carburant,
- d'une turbine à plusieurs étages placée dans le flux d'air chaud résultant de la combustion et entraînant toute la ligne d'arbre.

Il s'agit d'un moteur de beaucoup plus faible puissance et avec une différence de base : son fonctionnement est conçu pour produire un couple d'entraînement sur un arbre de sortie et non pas un puissant jet de gaz pour produire une force de réaction.

Cette puissance est normalement fournie par des générateurs installés sur les moteurs principaux de l'avion, mais il est des circonstances où il faut disposer d'une source de puissance annexe soit parce que les moteurs principaux sont normalement arrêtés, soit en cas de difficultés avec les générateurs de base de l'avion.



A318

B727

Figure I.1 : Installation de l'APU dans les avions

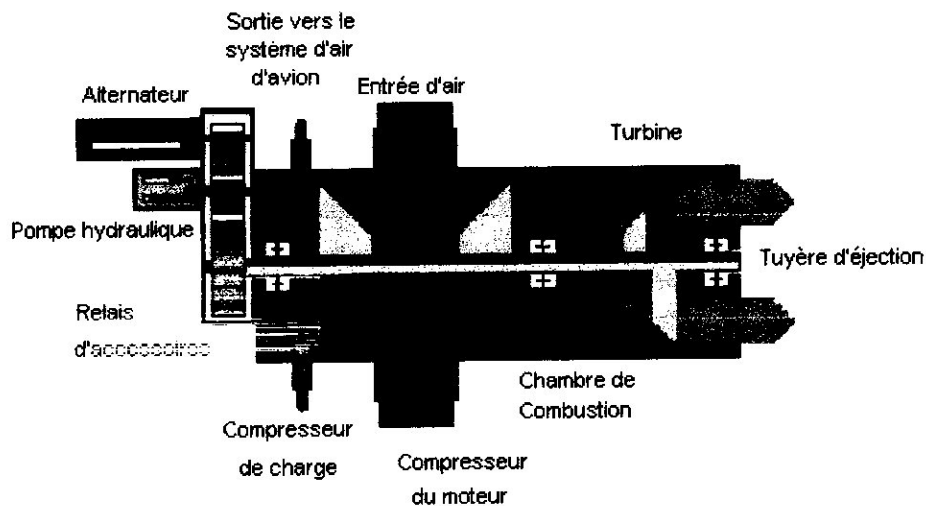


Figure I.2 : Schéma descriptif de l'APU

I.1.1. Le rôle de l'APU :

L'APU a comme rôle :

- Démarrer les moteurs de l'avion. L'APU produit de l'air à pression élevée qui est envoyé dans le démarreur du réacteur. Ce démarreur est bien sûr de type pneumatique.
- Lorsque l'avion est au sol et pendant l'embarquement des passagers il est nécessaire de climatiser la cabine et d'éclairer celle-ci. On peut utiliser pour cela l'APU qui va alimenter en air et en électricité les circuits de climatisation et d'éclairage.

I.2. Types des Groupes Auxiliaires de Puissance (GAP) :

Les Groupes Auxiliaires de puissance sont utilisés dans des domaines suivants :

- Aéronautique
- Engins terrestres
- maritime (les bateaux)

I.2.1. Les Groupes Auxiliaires de puissance pour avions :

Quelques types

I.2.1.1. RUBIS 3 : (voir les figures 3 et 4)

Le groupe auxiliaire de puissance RUBIS 305 est conçu pour assurer la mise en route par l'intermédiaire d'un démarreur à air du réacteur Snecma M88 motorisant les versions C, M & B du Rafale, ou de tout autre réacteur de la même catégorie, sans utilisation de batteries extérieures.

Le Rubis 3 fournit également de l'air comprimé pour le conditionnement, son alternateur peut alimenter les ventilateurs pour le conditionnement de certains circuits de secours.

Microturbo fournit pour le Rafale un ensemble complet composé du GAP, des démarreurs à air du FADEC et des vannes associées.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Température.....	- 40 à + 50 °C
Altitude.....	0 à 7 600 m
Alimentation	
Carburant.....	tous carburants réacteur
Circuit d'huile autonome.....	toutes huiles réacteur
Performances (conditions)	
Débit d'air de prélèvement.....	0,9 kg/s
Pression d'air de prélèvement.....	5 bars abs
Température d'air de prélèvement..	230 °C
Puissance électrique.....	6 kVA
Puissance de sortie du démarreur..	125 kW
Encombrement et masse	
Longueur.....	715 mm
Diamètre maximum.....	370 mm
Masse à sec (sans alternateur).....	56 kg
Masse du démarreur.....	10 kg

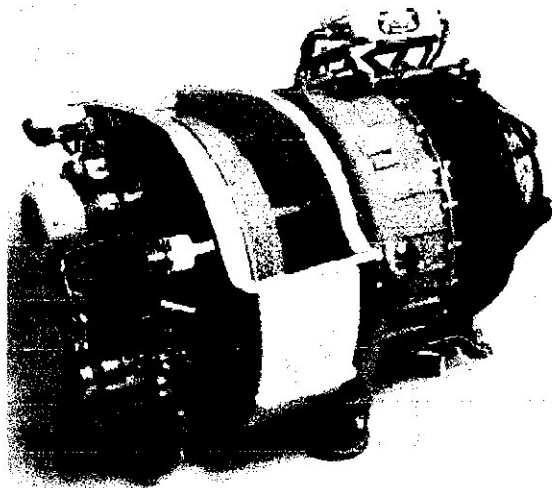


Figure I.3 : RUBIS 3

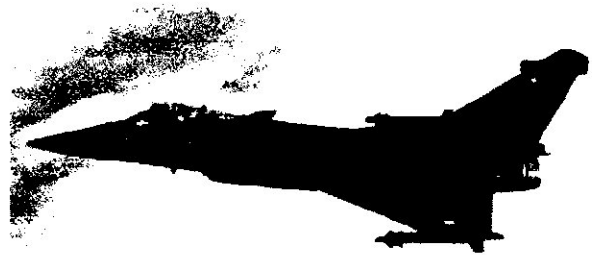


Figure I.4 : Rafale

I.2.1.2. MOBILE 135 kVA GROUPE DE PUISSANCE ÉLECTRIQUE (Basé sur la Turbine à Gaz S100F) : (voir les figure 5)

Le Groupe de Puissance Électrique basé sur la turbine à gaz S100F, co-développé par Microturbo, Cegelec et Bowman comme groupe de secours autonome ou en réseau, est le fruit d'une technologie de pointe qui en fait le groupe le plus compact au monde dans sa catégorie.

La technologie retenue, basée sur un alternateur haute vitesse à aimant permanent, directement couplé à l'arbre de la turbine à gaz S100F et relié à l'électronique de puissance, génère un courant de très bonne qualité, variable de 0 à 135 kVA.

Ses dimensions réduites et son concept modulaire en font un groupe aérotransportable et capable de fonctionner dans les endroits où aucun autre groupe ne peut être utilisé. Il ne nécessite aucun déploiement logistique particulier .Il est possible d'augmenter la puissance à 400 kVA en couplant 3 groupes en parallèle sur une palette standard de transport aérien militaire.

Caractéristiques

Sorties courant	
- Puissance de sortie.....	variable de 0 à 135 kVA
- Fréquence.....	50 Hz - 60 Hz
- Tension.....	400 V
Domaine de fonctionnement	
- Température.....	- 30 °C à + 50 °C
- Altitude.....	0 à 3000 m
Niveau de bruit.....	75 dBA à 5 mètres
Masse.....	< 1 400 kg
Carburant	(un tiers de la masse d'un groupe générateur classique)
	tous carburants
Encombrement (en mm).....	2438 x 1770 x 1770
Autonomie.....	8 heures

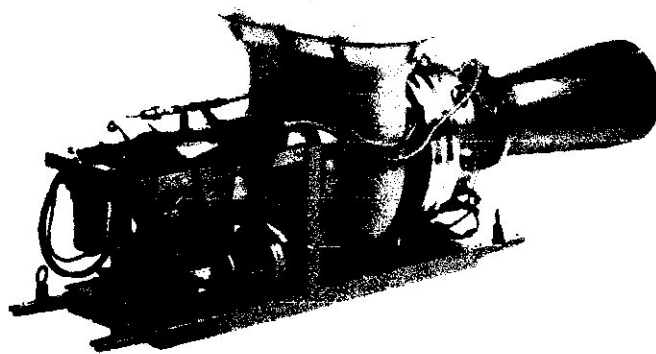


Figure I.5 :MOBILE 135 kVA(GAP)

I.2.1.3. SAPHIR 4-2/4-5 : (voir les figures 6 et 7)

Les groupes auxiliaires de puissance SAPHIR 4-2 et 4-5 assurent en service continu au sol et en vol, la fourniture d'air comprimé pour le groupe de conditionnement ainsi que l'alimentation en courant continu.

Leur conception modulaire permet, selon le type d'utilisation choisi, de répartir la puissance disponible entre le prélèvement d'air et la puissance mécanique.

Déjà en service à bord du Falcon 20, la remotorisation de cet appareil en Falcon 20-5 a permis de faire évoluer la SAPHIR 4-2 par reconfiguration de la sortie des gaz. Cette nouvelle variante, la SAPHIR 4-5, entraîne une réduction notable du niveau sonore ainsi que la création d'un compartiment à bagages dans le cône arrière.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Au sol – température.....	- 40 à ISA + 50 °C
En vol – altitude.....	0 à 5 000 m
- température.....	- 40 à ISA + 30 °C
Alimentation	
Carburant.....	tous carburants réacteur
Circuit d'huile autonome.....	toutes huiles réacteur
Performances	
Débit d'air.....	0,24 kg/s
Température maximale.....	180 °C
Puissance totale prises mécaniques.....	12 kW
Encombrement et masse	
Longueur.....	437 mm
Largeur.....	311 mm
Hauteur.....	282 mm
Masse à sec.....	38 kg

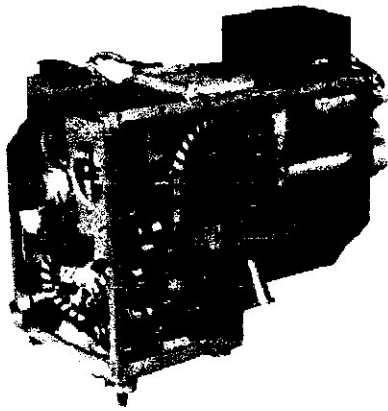


Figure I.6 : SAPHIR 4-2/4-5



Figure I.7 : Falcon 20

I.2.1.4 SAPHIR 10 : (voir les figures 8 et 9)

Le groupe auxiliaire de puissance SAPHIR 10 a été spécialement conçu pour être intégré dans la baie, aux dimensions réduites des Hawk 100 LIF et Hawk 200 de BAE Systems.

Il fournit simultanément de l'air comprimé pour le démarrage du moteur principal et pour le conditionnement ainsi que pour la production du courant alternatif par l'intermédiaire d'un alternateur.

Assurant un service continu en fonction des contraintes spécifiques de chaque phase d'utilisation, tant au sol qu'en vol, le groupe Saphir 10 apporte sécurité et autonomie au pilote et à son avion.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Température sol.....	- 30 à + 50 °C
Altitude vol.....	0 à 10 500 m
Alimentation	
Carburant.....	tous carburants réacteur
Circuit d'huile autonome.....	toutes huiles réacteur
Performances (conditions standard)	
Débit d'air de prélèvement.....	0,4 kg/s
Rapport de pression d'air de prélèvement.....	> 3 : 1
Température d'air de prélèvement.....	165 °C
Génération électrique.....	12 kVA
Puissance mécanique nominale.....	80 kW
Encombrement et masse	
Longueur.....	725 mm
Largeur.....	310 mm
Hauteur.....	330 mm
Masse.....	30 kg
Masse du démarreur pneumatique	7 kg

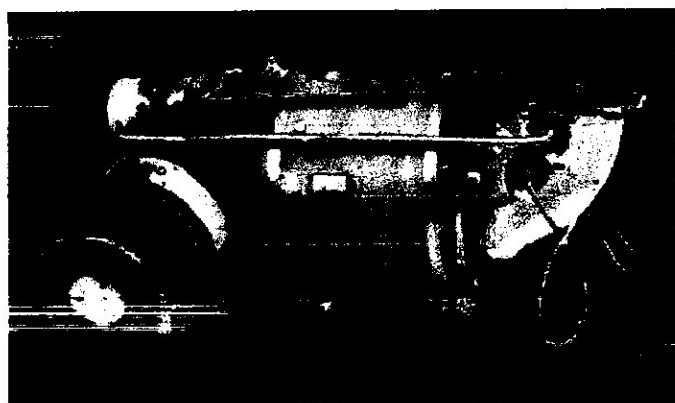


Figure I.8 : SAPHIR 1 0



Figure I.9

I.2.1.5 SAPHIR 2 0 : (voir les figures 10 et 11)

Le groupe auxiliaire de puissance SAPHIR 20 fournit de la puissance électrique pour l'assistance au démarrage des moteurs principaux ainsi que de l'air de prélèvement.

Certifié par la DGAC et la FAA, le groupe Saphir 20 a été sélectionné par la Division Canadair de Bombardier Aerospace pour le CL415, où l'air est utilisé pour le réchauffage cabine, et par Eurocopter pour le Super Puma-EC725, où l'air est utilisé pour le dégivrage. Ce groupe est actuellement en cours d'évaluation pour d'autres programmes.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Démarrage – altitude.....	0 à 6 000 m
- température.....	- 50 à ISA + 35 °C
En vol – altitude.....	0 à 7 000 m
- température.....	- 40 à ISA + 35 °C
Alimentation	
Carburant.....	tous carburants réacteur
Circuit d'huile autonome.....	toutes huiles réacteur
Performances (conditions standard)	
Débit d'air de prélèvement.....	0,1 kg/s
Puissance mécanique maximale.....	70 kW
Prise de puissance N° 1.....	8 000 tr/mn
Prise de puissance N° 2.....	12 000 tr/mn
Encombrement et masse	
Longueur.....	655 mm
Largeur.....	380 mm
Hauteur.....	395 mm
Masse à sec.....	38 kg

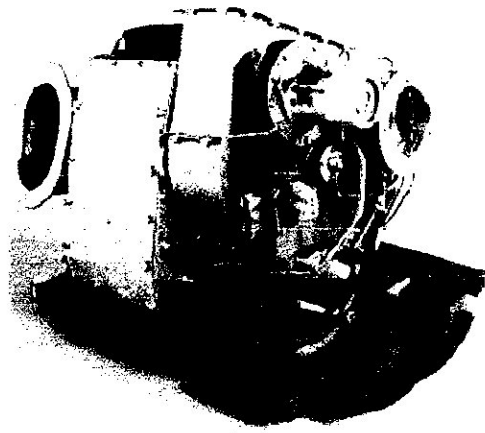


Figure I.10 : SAPHIR 20



Figure I.11

I.2.1.6.SAPHIR 100 : (voir les figures 12 et 13)

Le groupe auxiliaire de puissance SAPHIR 100 modèle 329 fournit de la puissance mécanique nécessaire à l'entraînement de la boîte relais intermédiaire (RAGB) de l'hélicoptère NH 90.

Le NH90 a été conçu pour être utilisé de jour comme de nuit, quelles que soient les conditions météorologiques et ce dans des conditions de sécurité maximales.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Démarrage – altitude.....	0 à 4 000 m
- température.....	- 40 à ISA + 35 °C
Alimentation	
Carburant.....	tous carburants réacteur
Circuit d'huile autonome.....	toutes huiles réacteur
Performances (conditions standard)	
Puissance nominale (sans prélèvement d'air).	135 kW
Débit moyen d'air de prélèvement.....	0,5 kg/s
Pression d'air de prélèvement.....	3,5 à 5,5 bars
Température moyenne d'air de prélèvement...	220 °C
Encombrement et masse	
Longueur.....	765 mm
Largeur.....	380 mm
Hauteur.....	380 mm
Masse.....	78 kg

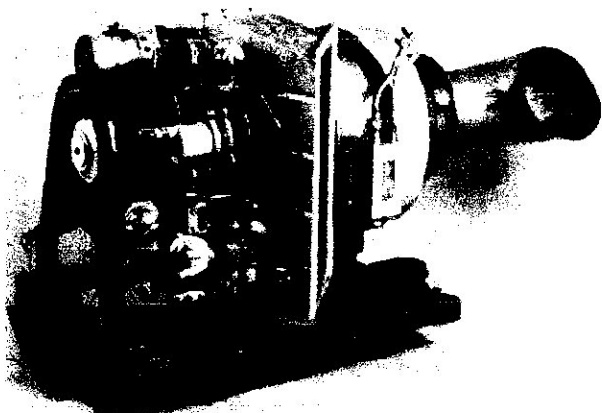


Figure I.12 : SAPHIR 100

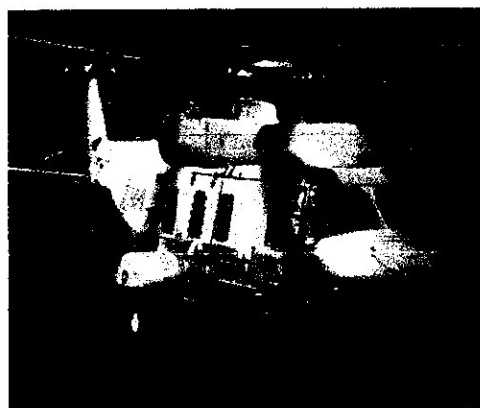


Figure I.13 : NH90

I.2.2. Les Groupes Auxiliaires terrestres :

I.2.2.1. GÉVAUDAN 9 / 1 2 3 : (voir les figures 14 et 15)

Le groupe auxiliaire de puissance et de conditionnement d'air GEVAUDAN 9-2/123 équipe la cabine commande/contrôle du système d'armes Lance Roquettes Multiple Thales.

Il intègre en un seul ensemble la génération électrique et le conditionnement d'air indispensables au bon fonctionnement des équipements (électronique, transmissions, etc.) et au confort de l'équipage assurant ainsi l'autonomie du système d'armes.

Entraîné par une turbine à gaz de faible encombrement et de masse réduite, ce groupe permet une intégration optimale dans des véhicules porteurs de tous types.

Son niveau de qualification permet une utilisation multi carburant (kérosène, gazole, essence) dans un domaine de fonctionnement étendu (0 à 3 000 m) et dans des conditions climatiques extrêmes (- 40 à ISA + 50 °C).

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Température.....	- 40 °C à + 50 °C
Altitude.....	0 à 3 000 m
Alimentation	
Carburant.....	kérosène, gazole, DF1/DF2, essence
Circuit d'huile autonome.....	OTAN 0-150 ou 0-148
Performances	MIL-L-23699
Refroidissement et chauffage.....	5 kW
Débit d'air.....	150 g/s
Puissance électrique.....	5 kW, 28 V
Consommation spécifique.....	38 l/h
- sans récupérateur.....	25 l/h
- avec récupérateur.....	
Encombrement et masse	
Longueur.....	1 070 mm
Largeur.....	380 mm
Hauteur.....	500 mm
Masse à sec.....	250 kg approx.

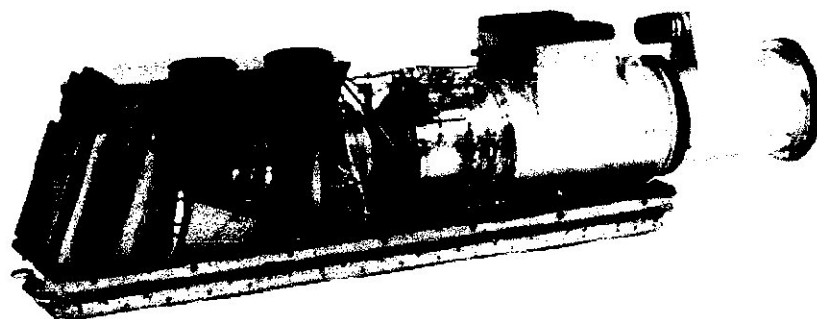


Figure I.14 : GÉVAUDAN 9 / 1 2 3



Figure I.15

I.2.2.2. GÉVAUDAN 9 / 1 2 8 : (voir les figures 16 et 17)

Le GEVAUDAN 9/128, groupe auxiliaire de puissance (GAP), a été développé pour assurer la fourniture de puissance électrique du système d'armes Roland.

Ce groupe entraîne un alternateur de 40 kVA/220-380 V et permet l'alimentation électrique de toute la cabine de tir commande et de contrôle, cet APU utilise un réservoir carburant intégré au compartiment GAP.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Température.....	- 40 °C à + 50 °C
Altitude.....	0 à 3 000 m
Alimentation	kérosène, gazole, DF1/DF2,
Carburant.....	essence
Circuit d'huile autonome – minérale.....	AIR 3515
- synthétique.....	MIL-L-70808
Performances	
Puissance électrique – CA.....	40 kVA, 50 Hz, 220/380 V
- CC.....	5 kW, 28 V
Consommation carburant (gazole, kérosène).....	
- sans charge.....	< 22 l/h
- avec charge.....	< 37 l/h
Autonomie du réservoir 12 h.....	
Encombrement et masse.....	
Longueur.....	2 400 mm
Diamètre maximum.....	930 mm
Hauteur.....	800 mm
Masse à sec.....	675 kg

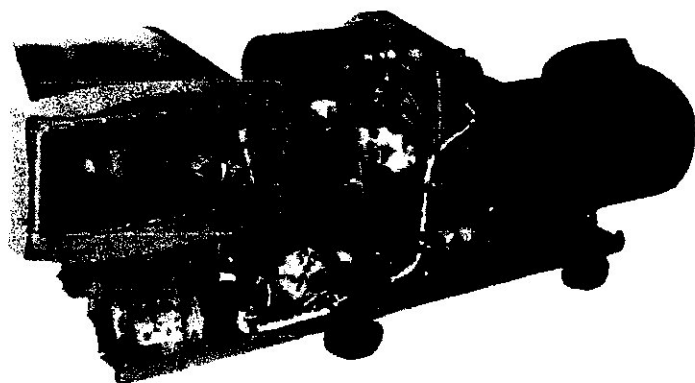


Figure I.16: GÉVAUDAN 9 / 1 2 8



Figure I.17: Roland

I.2.2.3. SAPHIR 20 TYPE 132 : (voir les figures 18 et 19)

Le groupe auxiliaire de puissance SAPHIR 20 type 132 a été développé pour assurer la fourniture de puissance électrique des véhicules blindés de type chars de combat lourds ou canon de 155 howitzer.

Basé sur un générateur de gaz Saphir 20 de dernière génération, il entraîne une génératrice démarreur de 10 ou 12 kW et permet l'alimentation électrique intégrale du véhicule lors des périodes de veille ou en cas de panne du système électrique principal. Il permet ainsi les manoeuvres de tourelle et la conduite de tir, moteur principal éteint. Il assure de plus la recharge des batteries de bord.

D'une extrême compacité (0,1 m³) et d'un poids inférieur à 80 kg le GAP Saphir 20 peut facilement s'intégrer dans un compartiment au-dessus du passage de chenille. Démarré à partir de la batterie du véhicule, il utilise le même carburant que celui-ci (gazole) et possède les mêmes facultés de fonctionnement en altitude (0-3 000 m) et aux conditions climatiques extrêmes que les autres GAP Microturbo.

Caractéristiques

Domaine d'utilisation	
Sol - 30 à + 50 °C.....	- 30 °C à + 30 °C
3 000 m.....	30 °
Assiette maximale sur les axes (cumulable).....	
Utilisation possible en toutes conditions météo	
Alimentation	
Carburant.....	gazole, kérosène, essence
Circuit d'huile intégré.....	3 cSt, 5 cSt, qualité aviation
	300 A/28 V permanent
Performances	
Puissance électrique à régime nominal.....	1 000 A/28 V
- continue.....	100 A/28 V
- pointe.....	150 A/28 V
Puissance électrique au ralenti.....	
- continue.....	
- pointe.....	
Consommation de gazole.....	
- régime nominal.....	22 l/h
- ralenti.....	17 l/h
Encombrement et masse	
Longueur.....	840 mm
Diamètre maximum.....	390 mm
Hauteur.....	300 mm
Masse à sec.....	77 kg

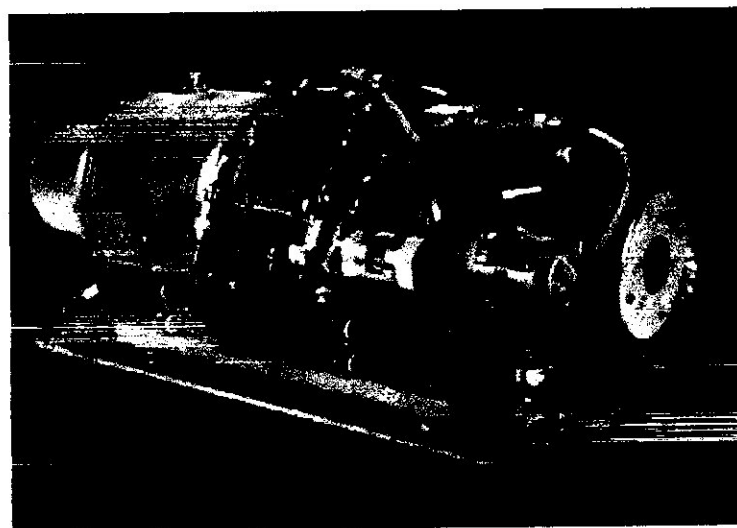


Figure I.18 : SAPHIR 20 TYPE 132

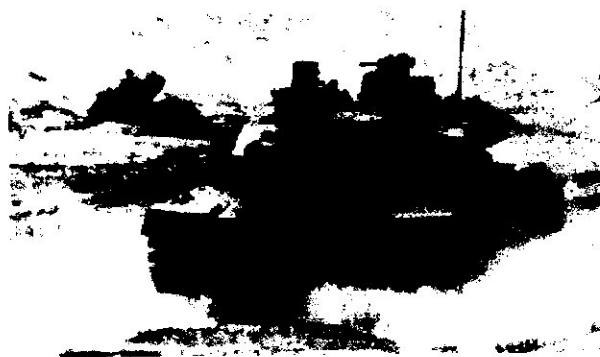


Figure I.19

Part Number	Engine model description	Application	Overhaul Manual
380678-1-4	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-5	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-6	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-7	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-8	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-9	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-X	GTCP85-98CK	B - 727-200	49-22-83
380678-1-11	GTCP85-98CK [D]	DC - 8-70	49-23-41
380256-1	GTCP85-98D	DC - 9	49-22-53
3800362-1	GTCP85-98DC [A]	DC - 9	49-25-51
3800368-1	GTCP85-98DC [B]	MD - 80	49-25-55
3800440-1	GTCP85-98DC [C]	MD - 80	49-25-75
381015-1	GTCP85-98DCK	DC - 9	49-22-05
381015-1	GTCP85-98DCK	DC - 9-50	49-22-05
381276-1	GTCP85-98DHF	DC - 9	49-21-83
381276-1	GTCP85-98DHF	DC - 9-80	49-21-83
381276-1	GTCP85-98DHF	MD - 80	49-21-83
381276-2	GTCP85-98DHF [A]	DC - 9	49-21-83
381276-2	GTCP85-98DHF [A]	DC - 9-80	49-21-83
381276-2	GTCP85-98DHF [A]	MD - 80	49-21-83
381276-3	GTCP85-98DHF [B]	MD - 80	49-26-69
381276-4	GTCP85-98DHF [C]	MD - 80	49-26-69
381252-1	GTCP85-185L	L-100	49-21-43
381026-2-1	TSCP700-4B Post SB 5011	A300	49-20-66
381026-2-1	TSCP700-4B	DC - 10	49-20-66
381026-2-1	TSCP700-4B	KC - 10	49-20-66
3800396-1	TSCP700-4E	MD - 11	49-25-61
380944-1	TSCP700-5	A300	49-20-66
380944-1	TSCP700-5 Post SB 5012	DC - 10	49-20-66
380944-1	TSCP700-5 Post SB 5012	KC - 10	49-20-66

Pratt & Whitney Canada

Part Number	Engine model description	Application	Component Maintenance Manual
3910001	PW 901A	Boeing B747-400	49-21-02

Apic

Part Number	Engine model description	Eligibility	Engine Manual
170101-105	APS 2000	Boeing B737-300/400/500	SPS2001
170101-106 Series	APS 2000	Boeing B737-300/400/500	SPS2001
4500001 Series	APS 3200	Airbus A318 / A319	A320EM
4500001 Series	APS 3200	Airbus A320 / A321	A320EM

Chapitre II

GENERALITES SUR LES TYPES D'AVIONS A330 ET A340

INTRODUCTION :

Le groupe de puissance auxiliaire en anglais *Auxiliary Power Unit* « APU » est l'une des applications des turbomoteurs dans l'aviation qui ne sert pas à la propulsion.

Il est installé généralement dans le cône de queue de l'avion, il fournit de l'énergie mécanique transmise de son arbre. Cette énergie est utilisée par l'alternateur et un compresseur de charge qui fournit de l'air sous pression pour les servitudes de l'avion.

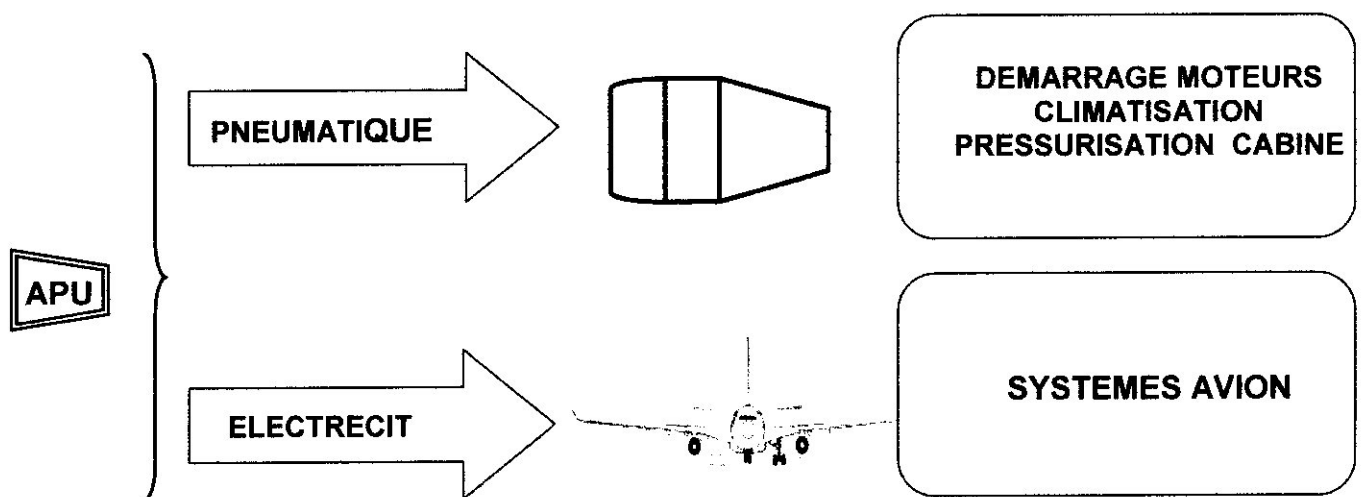
L'APU est mis en marche lorsque l'avion est au sol. Les passagers sont ainsi confortablement installés pendant l'escale, il donne l'éclairage et le débit d'air pour la climatisation de la cabine.

L'énorme porte de la soute à bagages s'ouvre majestueusement, actionnée d'un doigt par un mécanicien, c'est l'APU qui donne l'assistance hydraulique. Bonne à tout faire au sol, l'APU devient en vol un gardien : en cas de panne, le voici qui peut venir au secours de l'alternateur défaillant. Il à la fois un élément de confort et de sécurité.

Le sujet que nous venons de traiter de ce mémoire comprend des études technologiques d'un groupe auxiliaire de puissance l'APU de la génération GTCP 331-350 équipant les deux type d'avion A330 et A340.

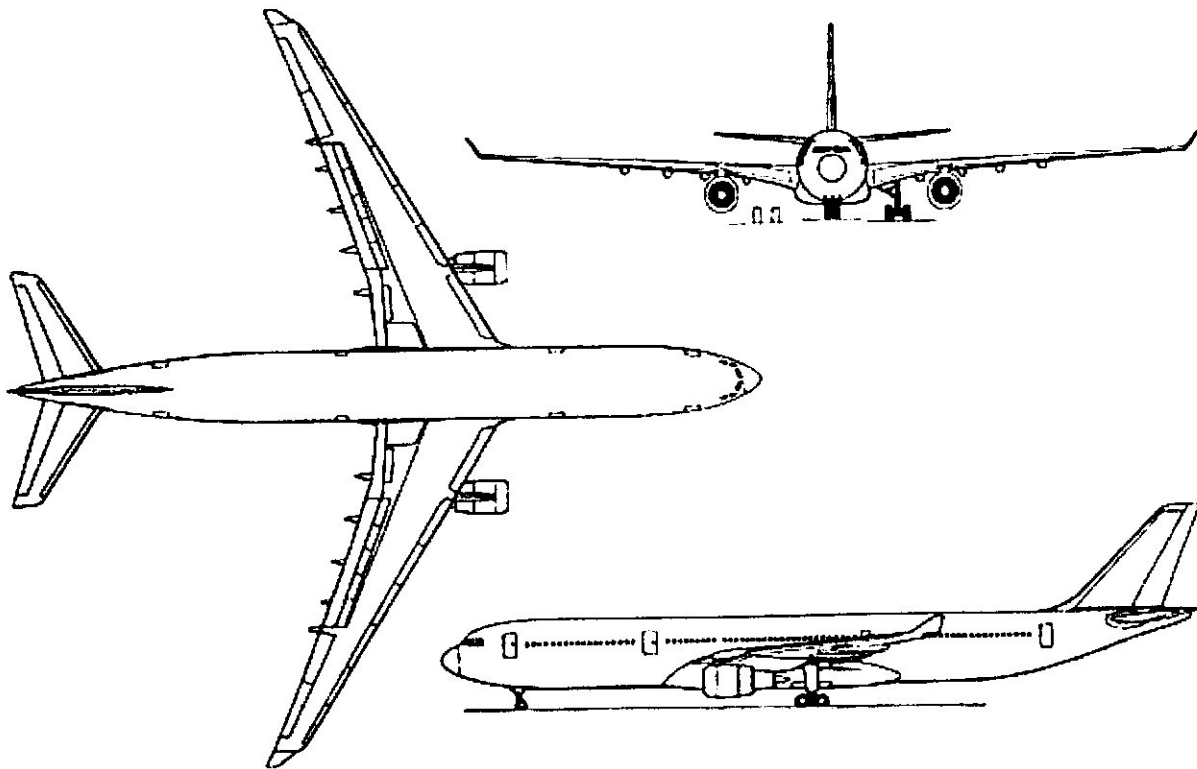
Cet APU est vital. Il est considéré comme un système de secours et comme un producteur d'énergie électrique et pneumatique, il est nécessaire pour le démarrage des réacteurs.

Dans notre travail, nous avons fait une analyse complète et une description de tous les composants et les systèmes de l'APU GTCP 331-350 pour bien comprendre le fonctionnement de ce dernier.



GENERALITES SUR LES TYPES D'AVIONS A330 ET A340**II.1 GENERALITES SUR L'AVION A330 ET L'AVION A340 :**

Le 27 janvier 1986, l'A330 (TA.9) et l'A340 (TA.11) sont officiellement présentés et continuent d'évoluer sur les planches à dessins. Ils gagnent en masse et en performance, intègrent les commandes de vol numériques de l'A320 avec mini manches et les glass cockpits (EFIS). Quatorze mois plus tard, l'intérêt des compagnies aériennes dépasse largement les espoirs du constructeur qui s'était fixé un seuil de 40 exemplaires commandés par 5 transporteurs pour le lancement de la gamme. En fait, en mars 1987 le carnet de commandes affiche déjà 109 appareils pour 9 clients.

II.1.1 A330 :**Figure II.1 :A330**

II.1.1.1 Caractéristiques de l'avion A330 :

	A330-200	A330-300
Envergure (m).....	60,30	60,30
Longueur (m).....	59	63,60
Hauteur (m).....	17,90	16,70
Surface Alaire (m ²).....	361,63	361,63
Masse à vide (kg).....	120 533	123 140
MTOW (kg).....	233 000	233 000
MLW (kg).....	182 000	187 000
Charge maximale (kg).....	49 467	51 680
Carburant (L).....	139 090	97 530
Nombre de passagers.....	253 à 406	295 à 440
MOTORISATION (X2, AU CHOIX DU CLIENT)		
General Electric CF6-80E1A3.....		32 700 kgp
Pratt & Whitney PW4168A.....		30 800 kgp
Rolls-Royce Trent772.....		32 250 kgp
PERFORMANCES		
Distance franchissable (km).....	12 300	10 500
Vitesse de croisière max (kt).....	492	493
Mach de croisière éco.....	0.82	0.82
Plafond maximal (ft).....	41 100	41 100
Distance de décollage (m).....	2 220	2 500
Distance d'atterrissage.....	1 750	1 750

II.1.2 A340:

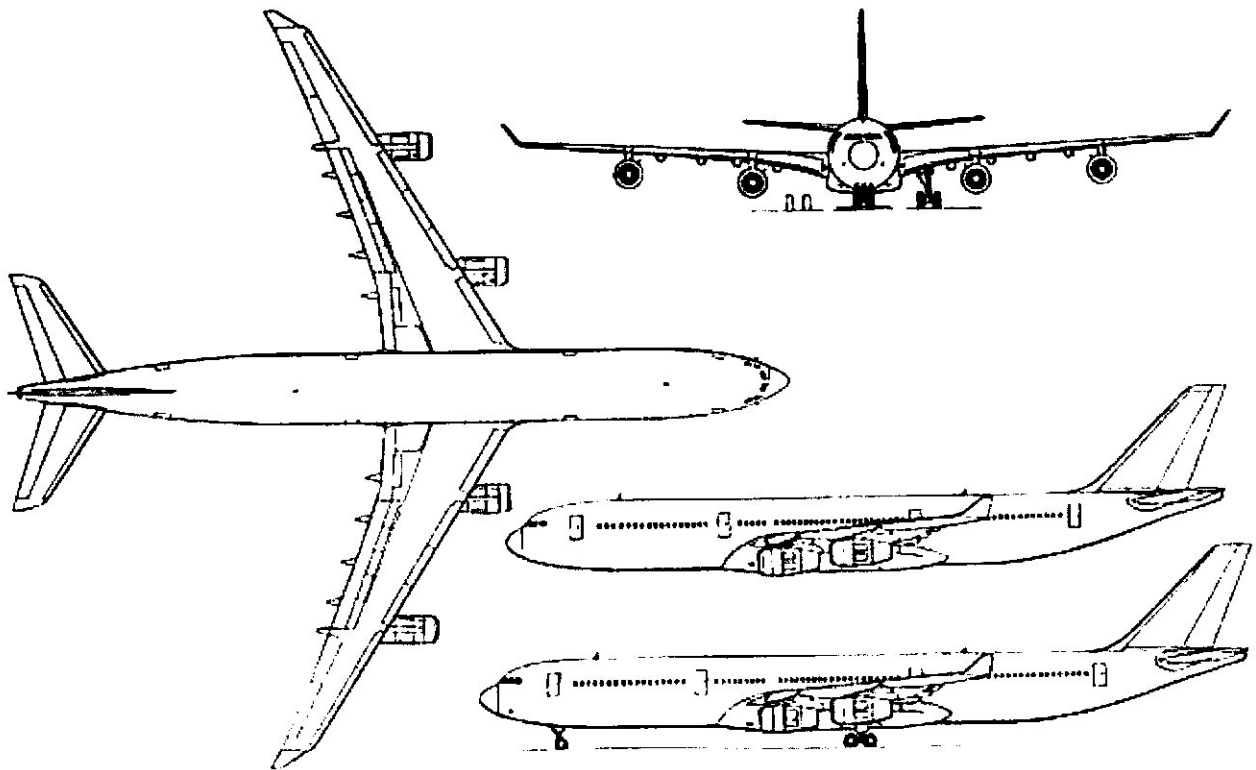


Figure II.2:A340

II.1.2.1 Caractéristiques de l'avion A340:

	A 340-200	A 340-300	A 340-500	A 340-600
Envergure (m).....	60,30	60,30	63,45	63,45
Longueur (m).....	59,40	63,70	67,90	75,30
Hauteur (m).....	16,83	16,83	17,10	17,29
Surface Alaire (m ²).....	361,63	361,63	437,3	437,3
Masse à vide (kg).....	129 000	130 900	170 400	177000
MTOW (kg).....	275 000	275 000	372 000	376 000
MLW (kg).....	185 000	192 000	236 000	260 000
Charge maximale (kg).....	43 500	50 920	54 100	67 200
Carburant (L).....	155 040	141 500	214 800	194 880
Nombre de passagers.....	239 à 420	295 à 440	313 à 440	380 à 440

MOTORISATION (x4)				
Type.....	CFMI CFM56-5C4	CFMI CFM56-5C4	R-R Trent 553	R-R Trent 553
Poussée (Kgp).....	15 400	15 400	24 000	25 400
PERFORMANCES				
Distance franchissable (km).....	14 800	13 500	16 400	14 800
Vitesse de croisière max (kt).....	493	493	492	492
Mach de croisière éco.....	0.82	0.82	0.83	0.83
Plafond maximal (ft).....	41 100	41 100	41 100	41 100
Distance de décollage (m).....	2 990	3 000	3 050	3 100
Distance d'atterrissage.....	1 890	1 930	2 010	2 100

Chapitre III

L'APU GTCP 331-350

L'APU GTCP 331-350

III.1.-DESCRIPTION GENERALE :

III.1.1 Généralité :

L'APU GTCP 331-350 est construit par Honeywell, il équipe l'avion A330 et A340, il fournit de l'air comprimé pour :

- Le conditionnement d'air
- Démarrage des moteurs
- Le système de dégivrage

Il fournit également à l'aide d'une génératrice une énergie électrique de 115VAC / 400Hz pour les différentes servitudes de l'avion.

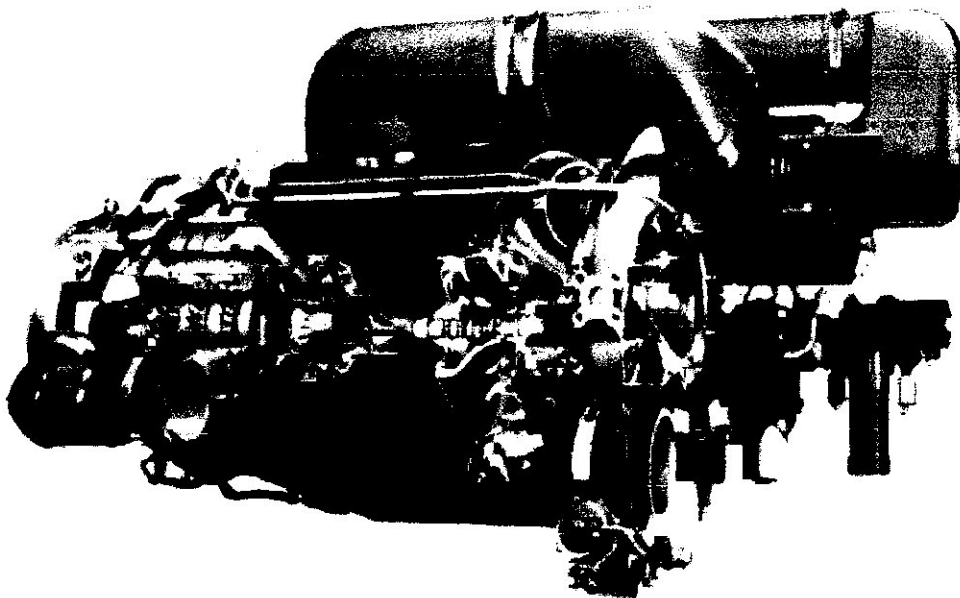


Figure III .1 :L'APU GTCP 331-350

III.1.2. Désignation :

GT	C	P	331	350
<i>Gaz Turbine :</i> Turbine à Gaz	<i>Compressor :</i> possibilité de soutirage de l'air comprimé	<i>Power :</i> possibilité d'obtenir de la puissance sur l'arbre	Classe ayant approximativement les mêmes dimensions, composants	Configuration spécifique

L'APU est utilisable en vol et au sol, il est logé dans le cône de queue, en dessous du stabilisateur. Il est constitué des éléments suivants :

1. Un générateur de gaz qui est composé d' :
 - a. Un compresseur de turbine de type centrifuge a deux étages.
 - b. Une turbine axiale a trois étages entraînant les compresseurs et les accessoires.
 - c. Une chambre de combustion annulaire.
2. Un compresseur de charge de type centrifuge à un seul étage, destiné à fournir de l'air sous pression.
3. Une gearbox ou sont installés les accessoires de l'APU.

L'APU est équipé des systèmes suivants :

- système d'entrée d'air.
- système de démarrage et d'allumage.
- Système carburant.
- Système d'huile.
- Système pneumatique.
- Système d'échappement.
- Système de commande électronique.
- Instruments de contrôle.

L'APU est équipé d'un système de commande électronique ayant comme fonction de :

- maintenir constante la vitesse de rotation de la turbine, à un régime adapté à la demande de puissance pneumatique.
- régler les aubes d'entrée du compresseur pneumatique de manière à satisfaire la demande en air sous pression.
- protéger le compresseur pneumatique contre le pompage.
- contrôler le fonctionnement générale de l'APU et si nécessaire d'arrêter L'APU.

Les panneaux de commande et les indicateurs sont situés :

- dans le cockpit : sur l'overhead panel, sur le maintenance panel et sur la console.
- a la roue de nez, sur l'interphone panel.
- sur le refueling panel.
- dans la cabine : sur l'ECB.

III.2. L'installation de L'APU :

III.2.1. L'APU :

L'APU est installé dans le cône de queue, sous l'empennage vertical, entre FR95 et FR101. l'accès aux compartiments de l'APU est possible via deux portes s'ouvrant vers l'extérieur, sous le cône de queue. Le compartiment de l'APU n'est pas pressurisé.

L'APU est attaché en trois points de fixation a la structure de l'avion au moyen de tirants (tie rods). Afin de réduire, les chocs et les vibrations, ces tirants sont fixes à l'APU a travers des amortisseurs de vibrations (shockmounts).

Le compartiment de l'APU est une zone à risque d'incendie et il est équipé d'un système de détection et d'extinction d'incendie. Il est entouré de cloisons, pare-feu et se trouve donc dans un compartiment résistant à l'incendie.

III.2.2 Alimentation en air :

L'entrée d'air est située sous le cône de queue à partir de FR92. Elle est composée d'un volet d'entrée d'air (flap), un moteur de commande à vérin, un conduit d'entrée avec déflecteur d'écoulement d'air. Pour acheminer uniformément l'air vers l'entrée de l'APU. Ces composants sont fabriqués en matériaux ayant des caractéristiques acoustiques permettant d'absorber et atténuer le bruit.

Des générateurs de tourbillons à la partie inférieure de la queue empêchent l'aspiration des liquides drainés.

III.2.3 Inlet plenum (chambre de tranquillisation).

"L'inlet plenum" est une partie de l'enveloppe de l'APU qui assure l'alimentation en air à la section des compresseurs, du compresseur de charge et du ventilateur pour le radiateur d'huile et le compartiment de l'APU.

La partie supérieure du plenum est revêtue de matériau isolant phonique.

Dans l'inlet plenum, autour de l'entrée d'air de l'APU, un filtre d'entrée, est installé, il s'agit d'un filtre en treillis métallique constitué de deux moitiés, le filtre empêche l'ingestion de corps étrangers vers les compresseurs.

III.3 Les modules de l'APU :

L'APU a une conception modulaire.

Les trois modules de APU sont :

- Le générateur de gaz (section de puissance).
- le compresseur de charge.
- la boîte d'engrenages d'entraînement des accessoires (gearbox).

III.3.1 Section De Puissance :

III.3.1.1 Compresseur :

Le compresseur est d'une conception centrifuge à deux étages, les composants principaux du compresseur sont :

- la bouche de cloche d'admission
- la roue à aubes et le diffuseur de la première étage,
- la roue à aubes et le diffuseur de la deuxième étage,
- la palette de deswirl,
- le carter de compresseur.

Le compresseur est un sous module qui ne peut être enlevé qu'au niveau de l'atelier lors d'une grande réparation ou une révision générale.

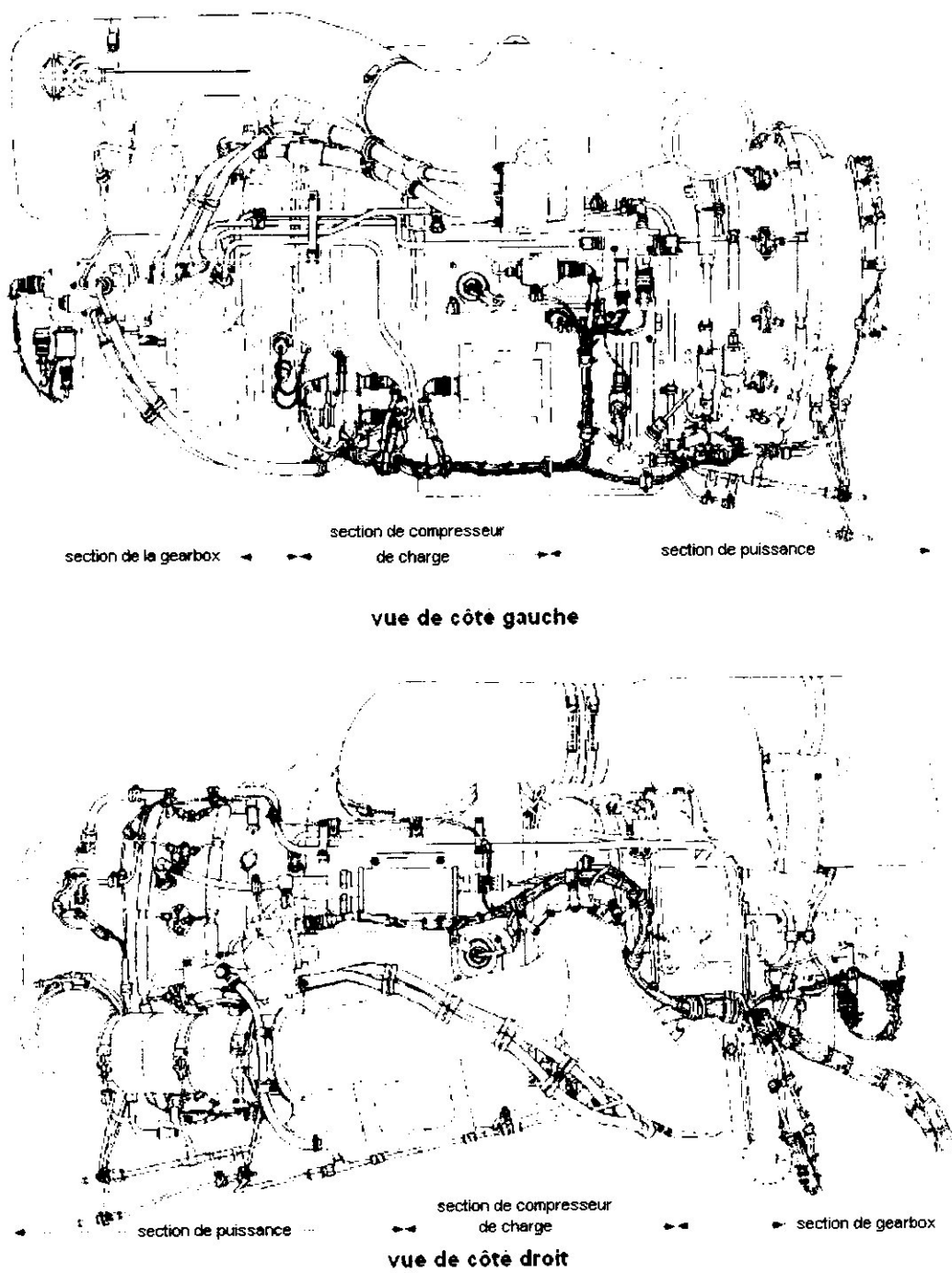


Figure III.2 : Les modules de l'APU.

III.3.1.2 Chambre de combustion :

La chambre de combustion est d'une conception annulaire a flux inversé à l'intérieur de l'espace de la turbine.

Les parties principales de la chambre de combustion sont :

- le recouvrement de chambre de combustion,
- le carter externe de chambre de combustion.

Les composants suivants sont installés sur la chambre de combustion :

- les bougies d'allumage,
- les injecteurs de carburant,
- la valve de drain de chambre de combustion.

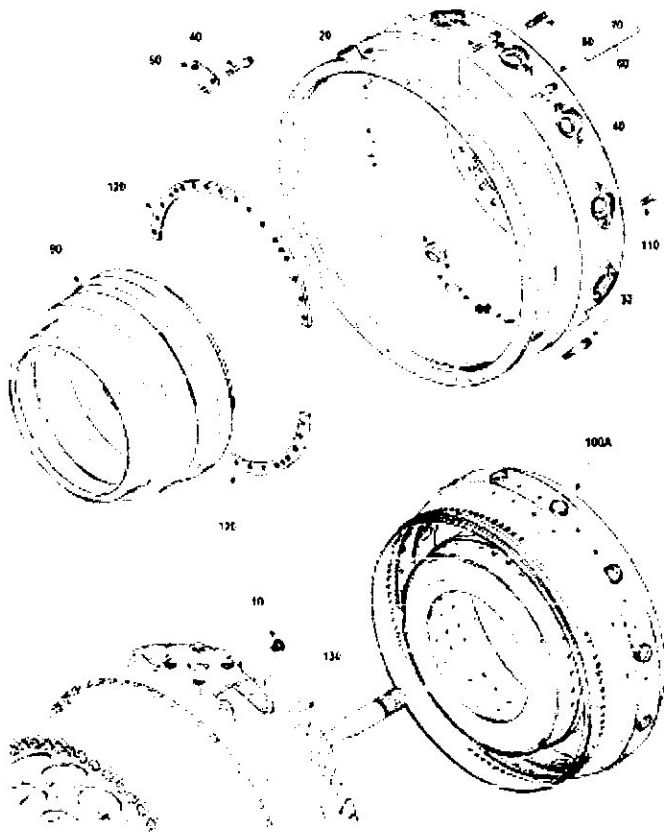


Figure III.3 Chambre de combustion.

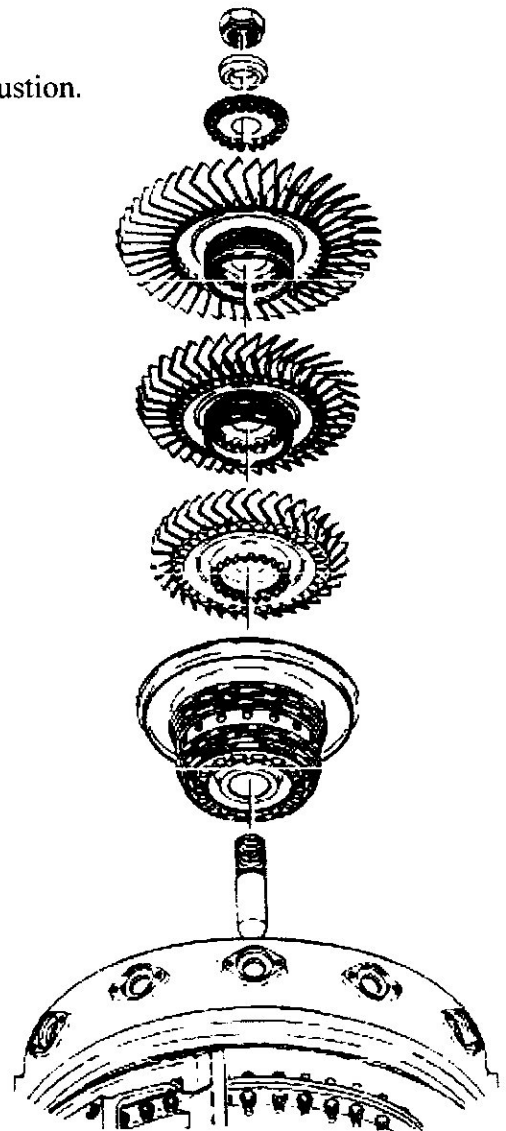


Figure III.4: Turbine.

III.3.1.3 Turbine :

La turbine entraîne le compresseur, le compresseur de charge et de la boîte d'engrenages des accessoires.

La turbine est d'une conception axiale à trois étages. Les palettes et les lames de premier étage de la turbine sont refroidies par air déchargé par le compresseur.

III.3.2 Compresseur De Charge :

III.3.2.1 Compresseur de charge :

Le compresseur de charge est d'une conception centrifuge d'un seul étage.

Les composants principaux du compresseur de charge sont :

- les aubes régulatrices de débit d'entrée.
- la roue à aubes,
- le diffuseur,
- le rouleau de collecteur,
- le matériel acoustique.

III.3.2.2 Aubes régulatrices de débit d'entrée :

Les aubes régulatrices de débit d'entrée commande l'air traversant le compresseur de charge.

Les ailettes de guidage d'admission sont déplacées simultanément par un train d'engrenages actionné par un vérin.

Le vérin d'ailette de guidage d'admission est actionné par le carburant à haute pression assuré à partir de l'unité de commande de carburant (FCU).

L'angle d'ouverture d'ailette de guidage d'admission dépend de la demande prise d'air en :

- le circuit principal de démarrage moteur (MES),
- le système de contrôle.

III.3.3 Boîte D'engrenages des accessoires :

III.3.3.1 Gearbox :

La boîte d'engrenages des accessoires est directement liée au module de compresseur de charge qui transmet la puissance l'arbre de la section de puissance.

La Gearbox transmet la puissance d'axe aux accessoires de l'APU et à la génératrice de l'APU qui sont montés ses garnitures.

III.3.3.2 Accessoires :

Les composants ont montés sur la boîte d'engrenages des accessoires sont :

- La génératrice électrique,
- Le démarreur,
- Le ventilateur de compartiment,
- La pompe d'huile qui conduit l'unité de commande de carburant.

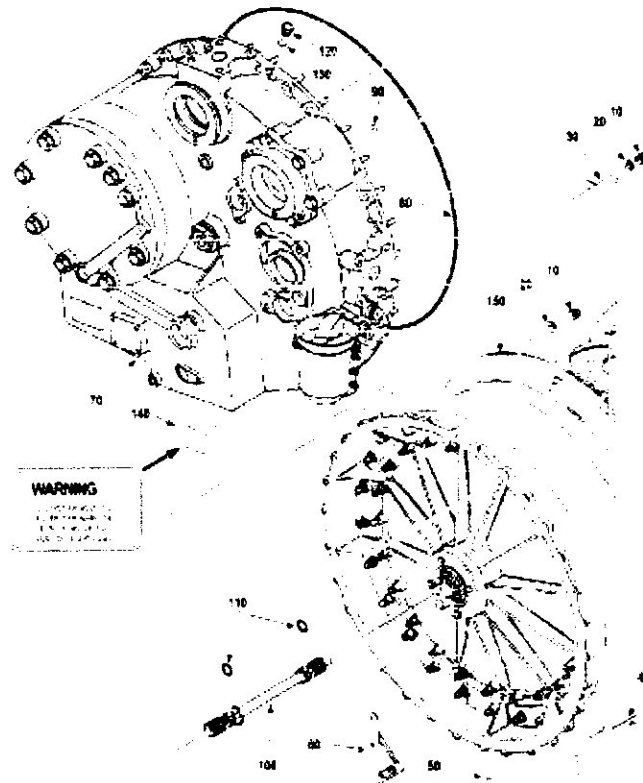


Figure III .5 : La Gearbox

III.4 Caractéristiques techniques:**-Dimensions :**

Longueur.....	60 inches (1524 mm)
Largeur	40 inches (1016 mm)
Hauteur	31 inches (787,4 mm)
Poids	553.4 lbs (251,0 kg) max.

III.4.1 Performances:

Soutirage.....	au niveau de la mer 100.4f
Débit de soutirage.....	324 lb/min (147 kg/mi
La pression.....	50 lb/p0 carré a. (345 kPa)
Arbre de charge.....	au niveau de la mer 100.4f (38C) d'arbre Maximum de 166 shp
La Température des gaz d'échappement (Vitesse régie. maximum absolu).....	1150F (62Ç)
La Température des gaz d'échappement (à la charge, au maximum évalués de combinaison).....	1150F (62Ç)
La température des gaz d'échappement pendant l'accélération.....	1931F (1055C)
Vitesses de rotation :	
Génératrice	24.000 t/mn
Système carburant	
Spécifications du Carburant.....	Mil-dtl-5624, Catégorie Jp-4, Type A-1, (ASTM) (D1655-65t) giclent A ou giclent B ou Mil-dtl-5624, Catégorie Jp-5, Type A1
Pression d'entrée de carburant.....	10 livres par pouce carré (69 kPa) 55 psig (380 kPa)
maximum	
Carburant Recommandé	
Pompe auxiliaire de gavage	25 à 35 kPa de psig (172.5 à 241.5)
La température	-40f (-40c) de prise de carburant à 130F (54C)
Coefficient d'utilisation du démarreur de L'APU.....	3 démarrages ou tentatives consécutives Maximum en 1 heure

Systeme d'huile

Réservoir d'huile (7,3l)

Consommation (mesurée en plus de 10 heures d'opération)..... 9,5 cc/hour maximums

Systeme Électrique

Batterie démarredes 26,6 à 30,6 volts
continus

Chapitre IV

LES SYSTÈMES DE L'APU GTCP 331-350

Les systèmes de l'APU GTCP 331-350

IV.1 Le circuit carburant

IV.1.1 Description : (voir le schéma)

Le rôle du système carburant est d'alimenter l'APU en carburant durant le fonctionnement, régler la quantité correcte de carburant pour la combustion initiale, la phase d'accélération et la régulation de la vitesse de rotation en régime. Le système est composé principalement de :

- Unité de commande de carburant (FCU)
- Filtres de carburant
- Capteur de basse pression
- Séparateur de débit
- Capteur de température de carburant
- Injecteurs
- Drain écologique

IV.1.1.1 Unité de commande de carburant (FCU) : (voir la figure 1)

L'Unité de commande de carburant fait la régulation de débit de carburant vers les injecteurs et fait la régulation des séquences de démarrage.

L'FCU assure l'alimentation en carburant pour le fonctionnement des accessoires de fonctionnement hydraulique, il s'agit de vérins hydrauliques de :

- Vérin des aubes régulatrices de débit (IGVA).
- Vérin de la vanne de décharge (SCV).

Le fonctionnement de l'unité de commande de carburant est géré par la Boite de Contrôle Electronique (ECB), elle est montée sur le même axe d'entraînement de la pompe d'huile (Voir la figure 2)

L'unité de commande de carburant se comprend les éléments suivants :

- Un filtre d'entrée.
- Une pompe de haute pression.
- Un capteur de surpression.
- Un filtre de haute pression.
- Un régulateur de pression différentielle.
- Un galet de doseur.
- Une vanne de pressurisation et de débit.
- Une vanne du régulateur de pression.
- Une valve solénoïde de carburant.
- Une sonde de température de carburant.

L'unité de commande de carburant a cinq fonctions :

- filtrage de carburant
- développement de pression
- dosage du carburant
- interruption de carburant
- régulation du débit et de la pression carburant.

passage de la gearbox

vers la pipe de queue

régulateur de température d'huile

séparateur AIR/HUILE

cavité de garniture de la génératrice

air s'écoule de fan

indicateur visuel de colmatage de filtre de retour

arbre de la génératrice

lubrifiant d'embrayage de démarreur

indicateur visuel de colmatage de filtre lubrifiant

filtre lubrifiant

filter de retour de la génératrice

orifice d'examen

huile refroidit

valve de déviation de filtre lubrifiant

valve de sécurité

écran d'admission de retour de la génératrice

commande de carburant

soupepe régulatrice

valve de sécurité de filtre lubrifiant

pression de carburant

pompe refouli

pompes de récupération

lubrifiant de cannelure car cor

pomp

valve de dégraissage

modulaire lubrifiant

écran d'admission de retour

verre de vue de niveau d'huile

bouchon de vidange de carter

détecteur electrc

Shéma de circuit de graissage

capteur de la pression
basse d'huile

sonde de la haute
température d'huile

passage de pipe de la queue

section de
puissance

orifice de
remplissage

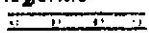
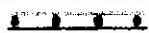
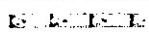

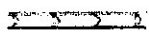
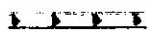
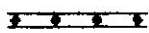
résistance
d'huile

sonde de la
température
basse d'huile

de niveau d'huile

eaux

légende

-  pompe de lubrification réglée.
-  admission de la pompe de lubrification.
-  passage d'air de carter de la boîte de vitesses.
-  l'admission de la pompe de récupération de la turbine.
-  la décharge de la pompe de récupération
-  de compresseur de charge vers l'admission de la pompe de récupération
-  l'admission de la pompe de récupération de la génératrice

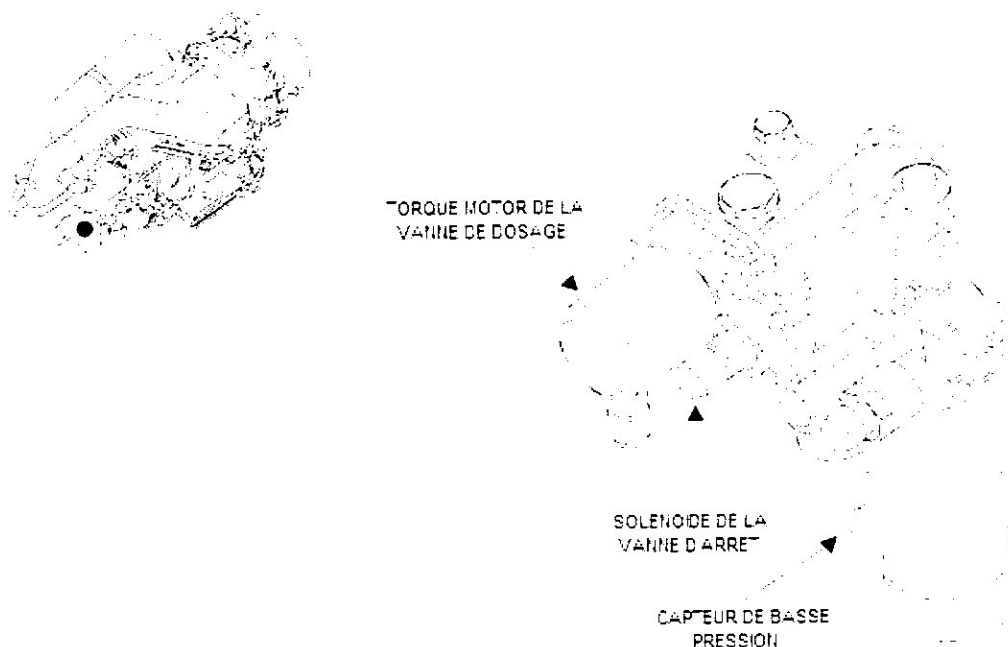


Figure IV.1 : unité de commande de carburant FCU

IV.1.1.2 Filtres de carburant : (voir la figure 3)

Le FCU. Est équipée de deux filtres, il s'agit de :

1. Le filtre de basse pression, il est installé à l'entrée de le FCU. Il est de type non nettoyable de cartouche. L'élément filtrant est indiqué à 10 microns de nominal, 40 microns d'absolu.

2. Le filtre haute pression est un élément nettoyable d'écran de fil avec un taux de filtrage de 40 microns de nominal.

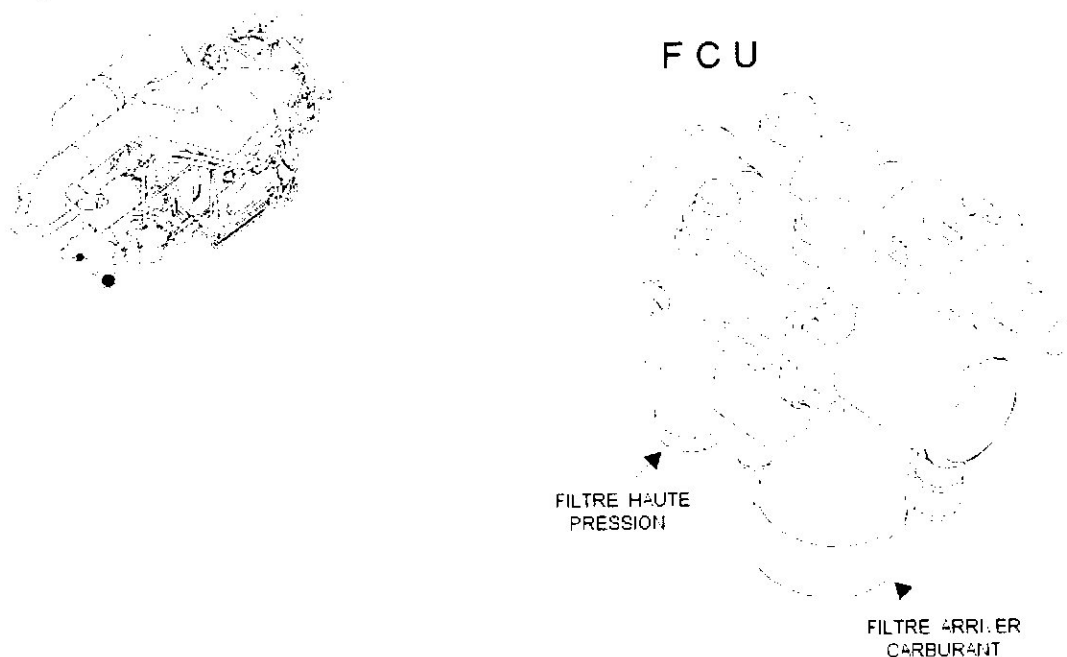


Figure IV.2 : Filtres de carburant

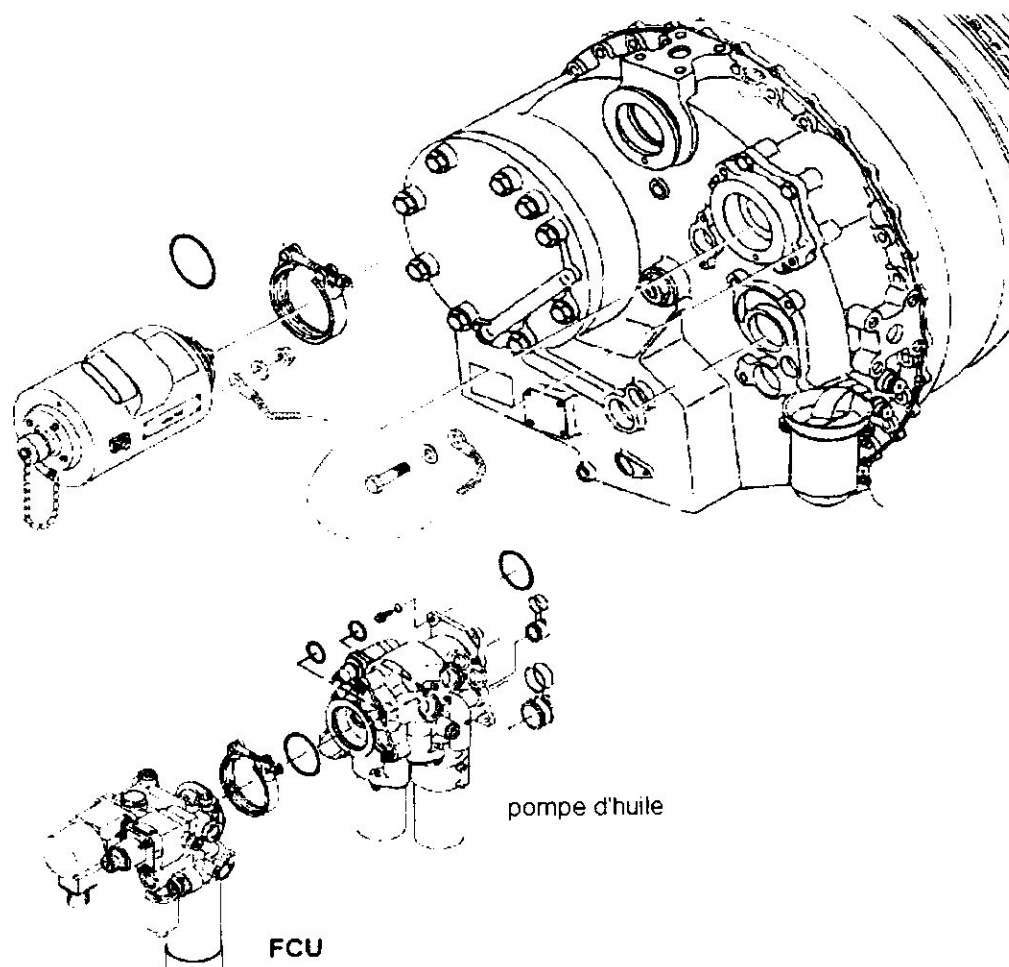


Figure IV. 3

IV.1.1.2.1 Indicateur obstruant

L'indicateur d'obturation du filtre de carburant d'arrivée possède une extension témoin qui sort à l'extérieur quand la différence de pression à travers le filtre atteint 5psi. L'indicateur est remis à zéro à la main. Le filtre d'arrivée est équipé d'un clapet de dérivation qui s'ouvre quand la différence de pression à travers le filtre atteint 8psid.

IV.1.1.3 Capteur de basse pression :

Le capteur de basse pression est monté à l'entrée de filtre de carburant, il contrôle les pompes de carburant de l'APU. Le manoccontact se ferme à 15 livres par pouce carré et s'ouvre à 19,5psi.

IV.1.1.4 Séparateur de débit : (voir la figure 4)

Le séparateur de débit divise le carburant en écoulements primaires et secondaires. Les garnitures primaires et secondaires de sortie de carburant ont différentes tailles pour éviter n'importe quelle erreur pendant l'installation.

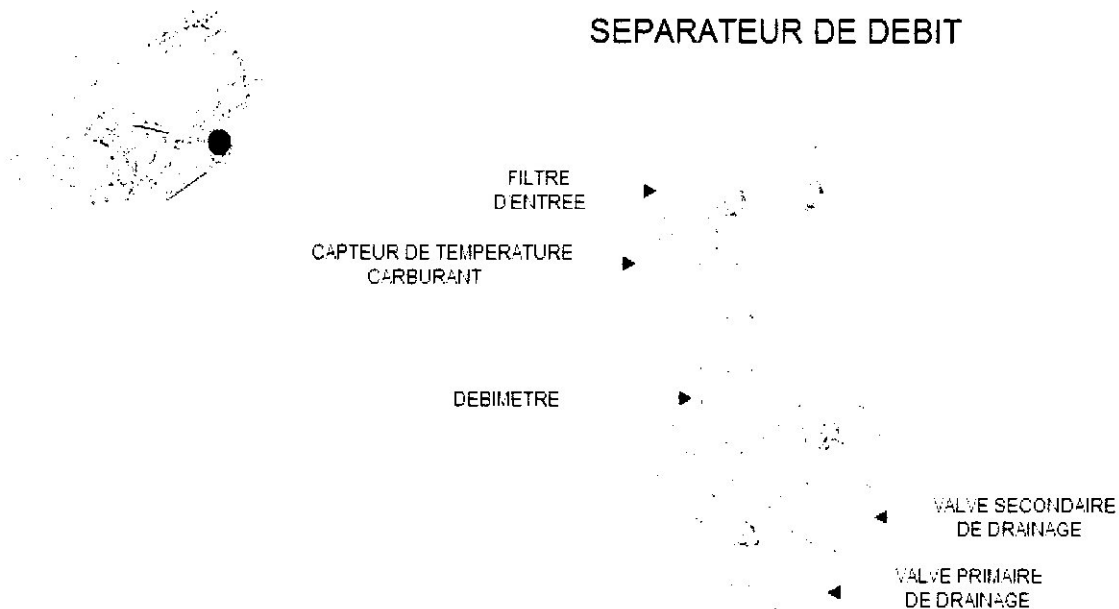


Figure 1V.4 : Séparateur de débit

IV.1.1.5 Capteur de température de carburant : (voir la figure 4)

La température de carburant prise à l'entrée de séparateur de débit et est employée pour le programme d'écoulement de carburant. Le capteur de température est du type de détecteur de la température de résistance.

IV.1.1.6 Injecteurs : (voir la figure 5)

Les atomiseurs de carburant ont deux chemins d'écoulement (primaires et secondaires) et différents raccordements de diamètre. L'enveloppe externe protège l'atomiseur contre les hautes températures dans la chambre de combustion.

La chambre de combustion est équipée de 12 injecteurs doubles (primaires et secondaires).

Ces injecteurs contiennent :

- Un filtre des injecteurs primaires.
- Un filtre des injecteurs secondaires.

IV.1.1.7 Drain écologique : (voir la figure 6)

Le drain d'écologie est utilisé pour chasser vers l'extérieur des collecteurs le carburant pendant à l'arrêt de l'APU. La valve de solénoïde du drain écologique est normalement fermée, il s'ouvre quand le solénoïde est actif. Il est équipé d'un clapet anti-retour pour empêcher l'accès d'autres fluides.

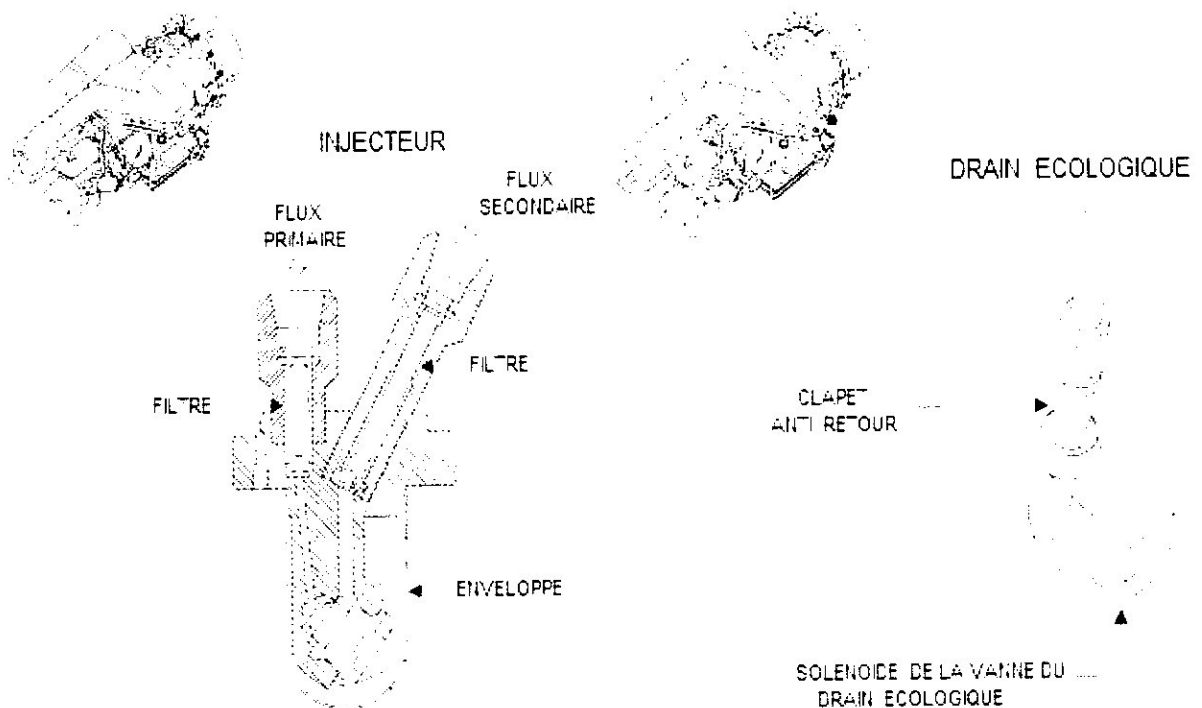


Figure IV.5: Injecteur et le drain écologique

IV.1.1.8 Pompe de carburant de haute pression :

La pompe carburant est une pompe à engrenage, elle développe jusqu'à 900 PSI.

IV.1.1.9 Clapet de surpression :

Il est conçu pour fonctionner à une pression de 950 PSI.

IV.1.1.10 Vanne de pressurisation du débit :

Le rôle de cette vanne est de maintenir une pression carburant constante à 250 PSI pour le fonctionnement de :

- Le vérin des aubes régulatrices de débit.
- Le vérin de la vanne de décharge.

IV.1.1.11 Rampe de carburant primaire : (voir la figure 6)

C'est la rampe qui alimente les injecteurs primaires.

IV.1.1.12 Rampe de carburant secondaire : (voir la figure 6)

Elle est destinée pour alimenter en carburant les injecteurs secondaires.

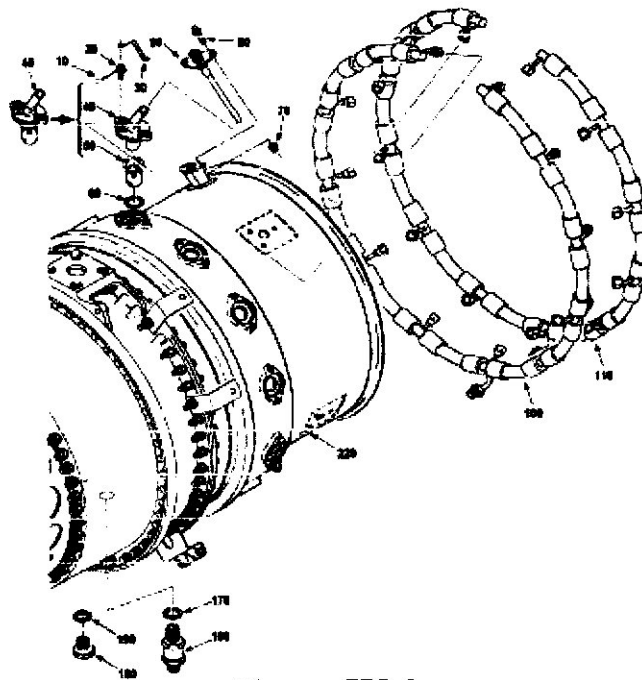


Figure IV.6

IV.1.2 Fonctionnement de système carburant :

L'APU est alimenté en carburant à partir d'un réservoir de carburant (aile d'avion). Ce réservoir est équipé de :

- Deux pompes électriques alternatives (115 VAC).
- D'une pompe électrique continue.

Si les pompes électriques au courant alternatif (115VAC) sont en marche la pompe électrique au courant continu est en arrêt.

Si les pompes électriques au courant alternatif sont à l'arrêt la pompe électrique au courant continu se déclenche automatiquement pour alimenter l'APU.

Le carburant arrive vers la pompe de carburant de haute pression puis à travers le filtre de haute pression vers le galet doseur, en suite vers la valve solénoïde de carburant puis vers le séparateur de débit pour enfin alimenter les injecteurs primaires et secondaires.

IV.1.3 Conduite d'échappement :

La conduite d'échappement dégage les gaz brûlés de l'APU vers l'extérieur.

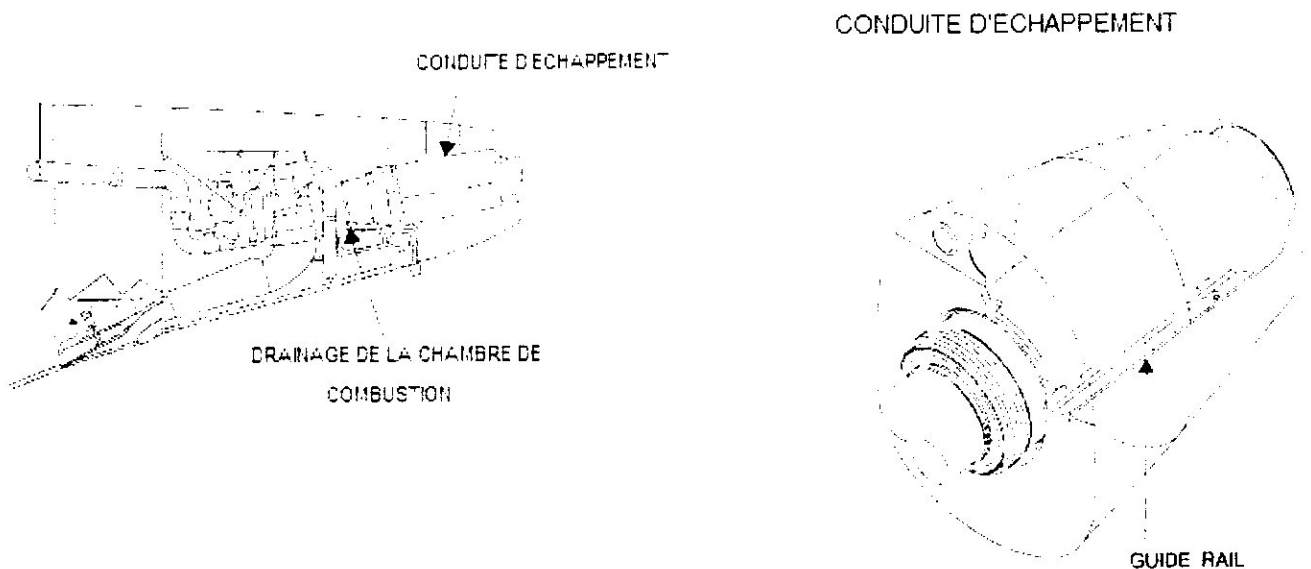


Figure IV.7 : conduite d'échappement

IV.2 Système d'huile (voir le schéma)

Le système d'huile de l'APU fournit l'huile pour la lubrification, le refroidissement et le nettoyage des éléments tournants de l'APU (roulements, axes et pignons et la gear box ...). Le système de lubrification fournit aussi l'huile pour le refroidissement de la génératrice.

IV.2.1 Lubrification :

Pour le bon fonctionnement des éléments tournants, son rôle est d'empêcher les frottements de contact entre les surfaces fonctionnelles.

IV.2.2 Refroidissement :

Durant le fonctionnement, la température des pièces et des ensembles de l'APU augmente, pour préserver les systèmes il est très recommandé de les refroidir, un rôle qui est assuré parfaitement par le système d'huile

IV.2.3 Nettoyage :

L'huile nettoie les paliers et il débarrasse les débris dans son chemin de passage. L'huile est aussi un élément de diagnostic qui peut nous donner des informations précieuses, après analyses pour déterminer une cause d'une panne éventuelle.

-Le circuit d'huile est constitué des éléments suivants :

- Réservoir.
- Un bloc de pompe.
- Un filtre de pression d'huile équipé de by-pass et un indicateur de colmatage.
- Un filtre de démarreur/alternateur équipé de by-pass et un switch de pression différentiel.
- La vanne de contrôle de température.
- Un régulateur de pression d'huile.
- Un switcher de basse pression d'huile.
- Un radiateur d'huile.

IV.2.4 Les composants de système :

IV.2.4.1. Réservoir :

La gearbox sert de réservoir d'huile pour l'APU. Un choix qui a permis d'alléger la construction en générale et qui assure une meilleure lubrification des engrenages des accessoires dans la gearbox.

Le réservoir est équipé des équipements et instruments suivants :

- Un bouchon de remplissage par gravité.
- Un séparateur air/huile se trouve à l'intérieur de réservoir.
- Une fenêtre d'indication de niveau d'huile.
- Un transmetteur de niveau d'huile du type résistif qui envoie un signal à l'indicateur de niveau d'huile sur l'CDU.
- Un transmetteur de température d'huile.

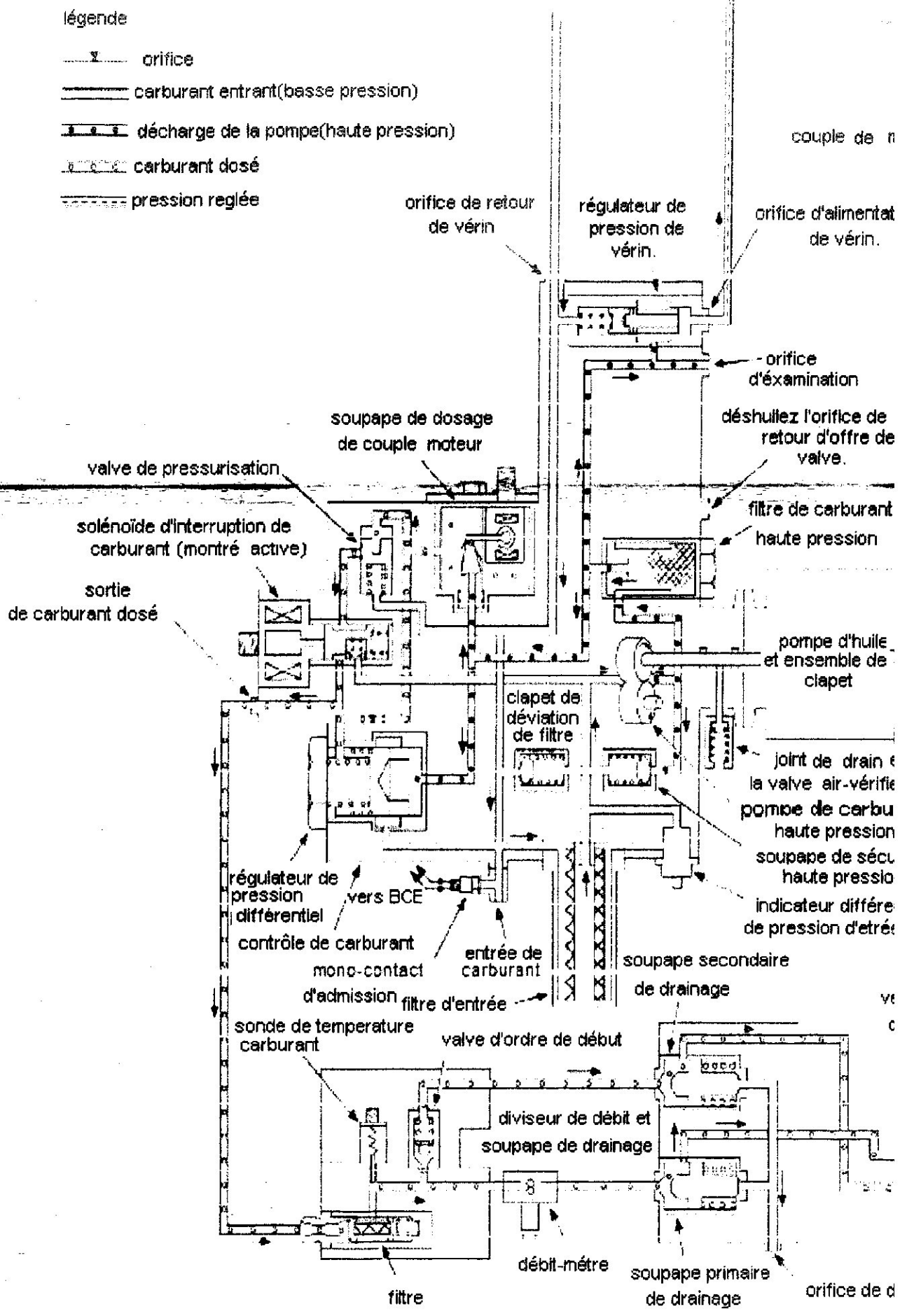
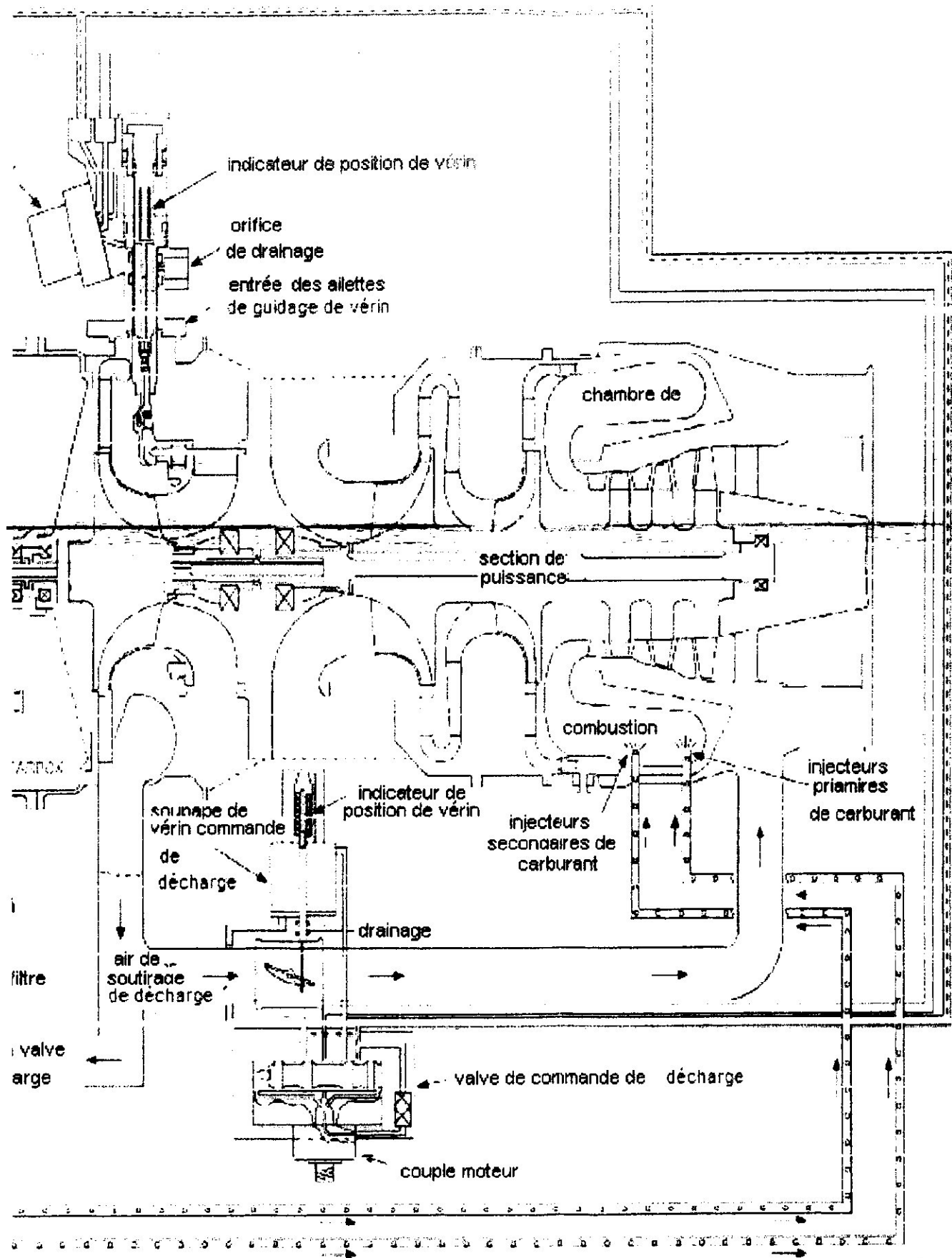


schéma de circuit carburant



- Un bouchon magnétique, composé d'une check valve et d'un chip detector magnétique.
- Un système de pressurisation qui règle la pression dans la boîte à engrenages.
- Une manette de trop plein (dégazage).

IV.2.4.1.1 Remplissage d'huile : (voir la figure 8)

On fait le remplissage d'huile au sol quand l'APU est à l'arrêt. On peut remplir l'huile par gravité à partir du bouchon de remplissage.

IV.2.4.1.2 Niveau d'huile : (voir la figure 9)

La quantité d'huile est mesurée par une jauge magnétique à flotteur (oil quantity transmitter) et affichée sur le CDU, et au sol on peut la lire directement sur l'indicateur de niveau d'huile sur le réservoir.

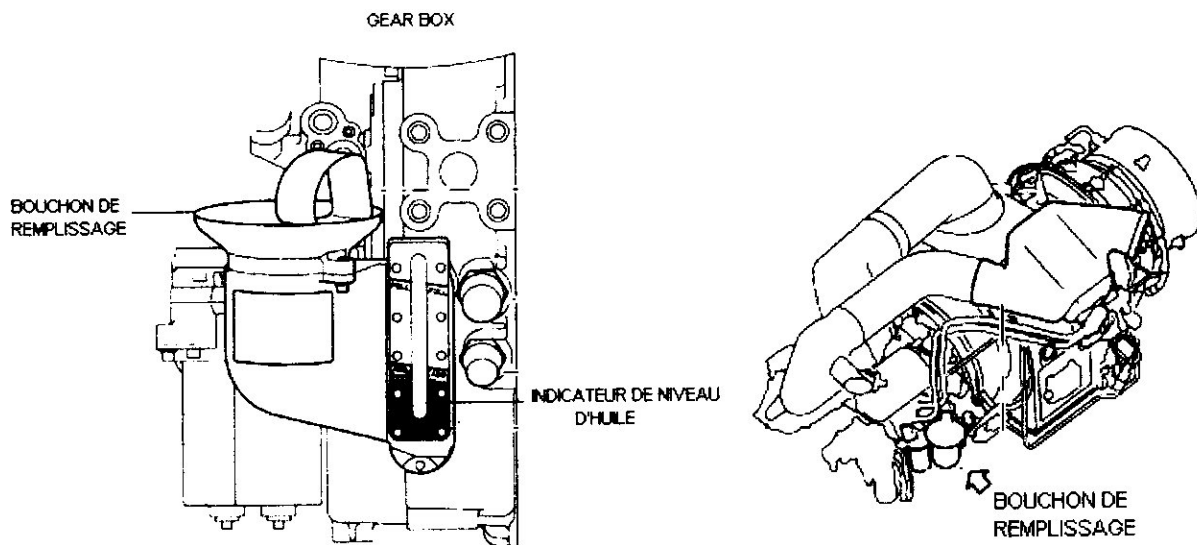


Figure IV.8

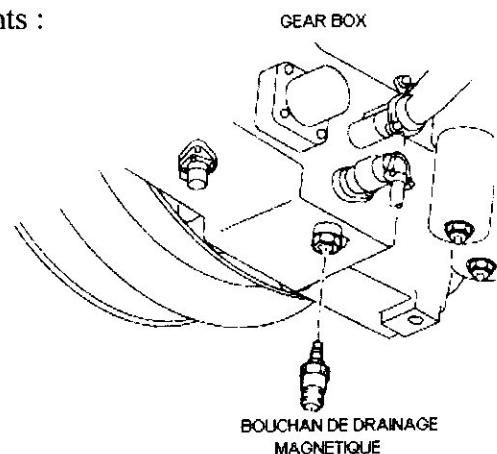
IV.2.4.1.3 Capteur de limaille : (voir la figure 9)

Le bouchon magnétique situé en bas de la gearbox, et il sert à capter les impuretés métalliques et à la vidange, il contient les éléments suivants :

- Un bouchon magnétique.
- Un clapet anti-retour.
- Un drain.
- Un aimant.
- Un ressort.



Figure IV.9



IV.2.4.1.4 Capteur de niveau critique d'huile :

Le capteur de quantité d'huile est du type flottant d'aimant qui actionne deux commutateurs reliés à l'ECB.

Les commutateurs sont déclenchés quand la quantité d'huile diminue en dessous de 4,4L.

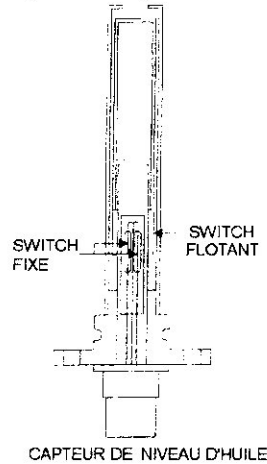


Figure IV.10 : capteur de niveau d'huile.

IV.2.4.2 Bloc de pompes :

L'ensemble pompe à huile est monté sur la gearbox, et il contient un ensemble de pompes, trois pompes de refoulement, et quatre pompes de récupération.

Le bloc de pompe est entraîné par l'arbre de la Gearbox, le régulateur de pression et le relief valve est aussi tourné par le même axe. Ce bloc de pompe contient les éléments suivants :

- Un filtre avec indicateur de colmatage.
- Le switch d'un filtre by-pass.
- Filtre générateur.
- Capteur de température d'huile.

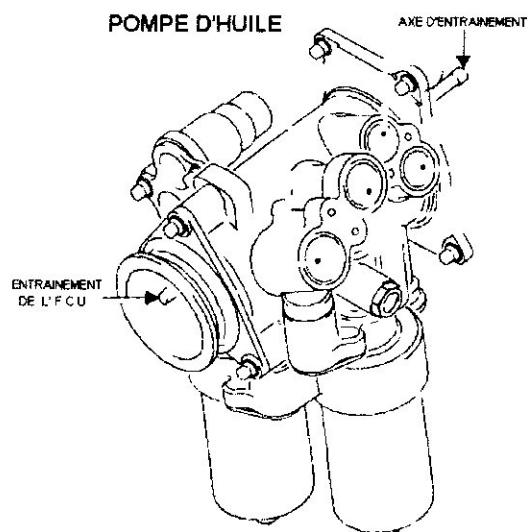


Figure IV.11 : le bloc de pompes

IV.2.4.3 Filtre :

Le filtre sert à filtrer l'huile de lubrification des débris indésirables et éviter la contamination du système. Il n'est pas réutilisable. Cet élément est monté dans un cylindre vissé sur la partie inférieure de la pompe.

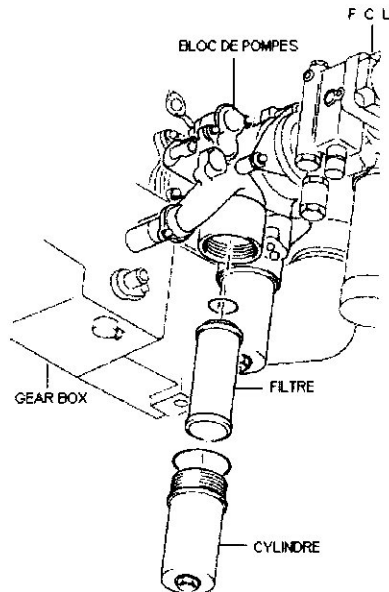


Figure IV.12 : le filtre

IV.2.4.4 Clapet de surpression :

C'est un clapet conçu pour maintenir une pression de 200 à 280 PSI. Si la pression dépasse cette valeur, le clapet s'ouvre et la pression diminue parce qu'il fait retourner vers les pompes de récupération pour éviter la défaillance de système.

IV.2.4.5 La vanne de contrôle de température :

Quand la température d'huile est inférieure à 60°C la vanne est fermée et l'huile ne passe pas à travers le radiateur d'huile.

Quand la température d'huile dépasse 78°C la vanne s'ouvre et l'huile passe à travers le radiateur d'huile.

A une pression différentielle $\Delta P=50$ PSI la vanne s'ouvre en cas de colmatage de radiateur.

IV.2.4.6 Filtre by-pass d'huile :

Le filtre est équipé d'un système de by-pass, quand la pression différentielle de filtre ΔP est de 26 à 40 PSI et l'indicateur de colmatage apparaît sur le cockpit.

Si la pression différentielle ΔP est de 50 à 70 PSI le by-pass s'ouvre pour permettre à l'huile de passer sans être filtrée pour éviter l'arrêt de l'APU.

IV.2.4.7 Switcher de pression différentielle et le filtre by-pass de alternateur :

Quand la pression différentielle ΔP atteint 30 à 40 PSI pendant 5 secondes le switch envoie un signal à l'unité de contrôle électronique ECU ce dernier arrête l'APU par un arrêt automatique c'est une protection mais a condition que :

- Pression différentielle élevée.
- Température d'huile.
- Arrêt du l'APU après 90 secondes
- Avion au sol.

IV.2.4.8 Radiateur d'huile (oil cooler) :

Il se trouve sur la moitié supérieure de l'APU, il s'agit d'un échangeur air/huile pour refroidir l'huile. L'air ambiant provient de l'extérieur, après son aspiration par le fan (ventilateur) installé spécialement a cet effet , il passe à travers le radiateur.

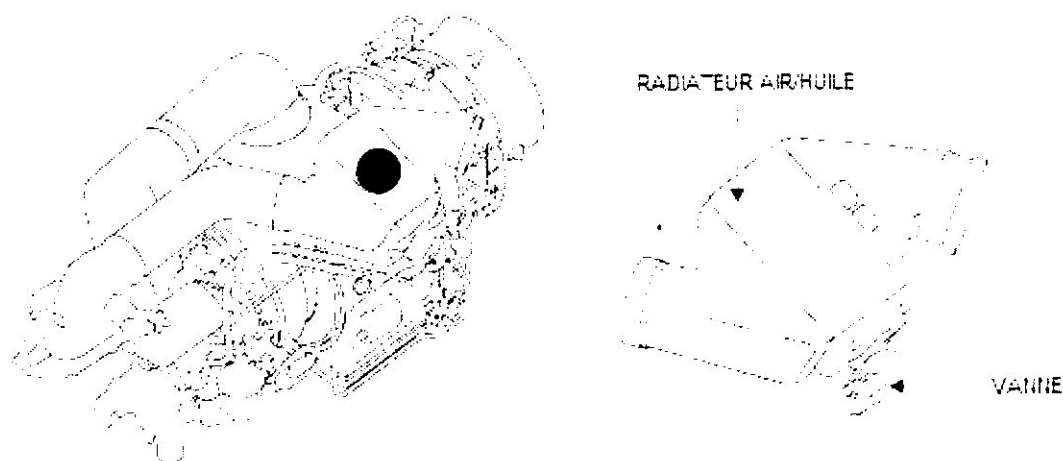


Figure IV.13 : le radiateur.

IV.2.4.9 Capteur de basse pression d'huile:

Le capteur de basse pression d'huile est installé en aval de radiateur d'huile. Le manoccontact se ferme à 28 psi et s'ouvre à 38 psi.

Le bas signal de pression d'huile est utilisé comme Moyen pour lancer un arrêt automatique de l'APU.

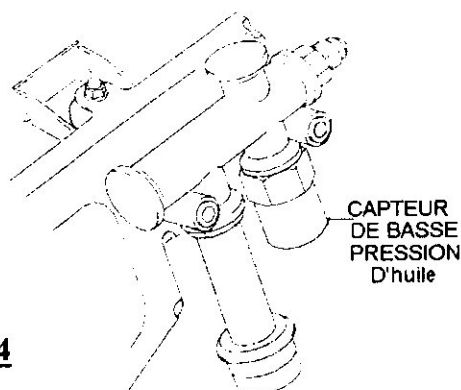


Figure IV.14

IV.2.4.10 Capteur de haute température d'huile :

La sonde de température est de type résistive, il est installé en aval de radiateur d'huile. L'haute température d'huile fait lancer un arrêt automatique de l'APU quand la température est au-dessus de 147°C (297°F).

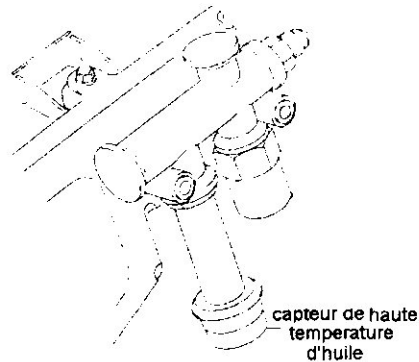


Figure IV.15

IV.2.4.11 Fonctionnement du système de lubrification :

L'huile du réservoir (gear box) traverse les trois pompes de pression, passe à travers le régulateur de pression puis vers le filtre de pression/alternateur pour aller lubrifier, refroidir et nettoyer démarreur/alternateur, la boîte d'entraînement des accessoires et les roulements, en fin l'huile est récupérée par les quatre pompes de récupération et il est envoyé vers le réservoir.

IV.3 Système pneumatique

IV.3.1 Description : (voir le schéma)

L'APU est équipé d'un compresseur de charge séparé qui est capable de fournir de l'air sous pression au système pneumatique. L'air est aspiré à travers le volet de la conduite d'admission et arrive dans le inlet plenum. L'air s'écoule vers le compresseur de charge via les IGV régulatrices.

A l'aide de ces IGV le débit du compresseur de charge est adapté au besoin pneumatique de l'avion.

Le système pneumatique de l'avion est lié à l'APU par la vanne de soutirage. Pour protéger le compresseur de charge contre le pompage une valve de décharge est prévue. Cette vanne, si elle est ouverte elle dirige une partie de l'air comprimé à l'échappement de l'APU limitant ainsi le gradient de pression dans le compresseur pour empêcher le pompage.

La valve de décharge est électro hydraulique et commandée par la ECB.

Le capteur de soutirage de débit est installé dans le conduit d'air de l'APU. Les signaux de ce capteur sont utilisés par l'ECB pour la commande de la vanne de décharge.

IV.3.2 Rôle :

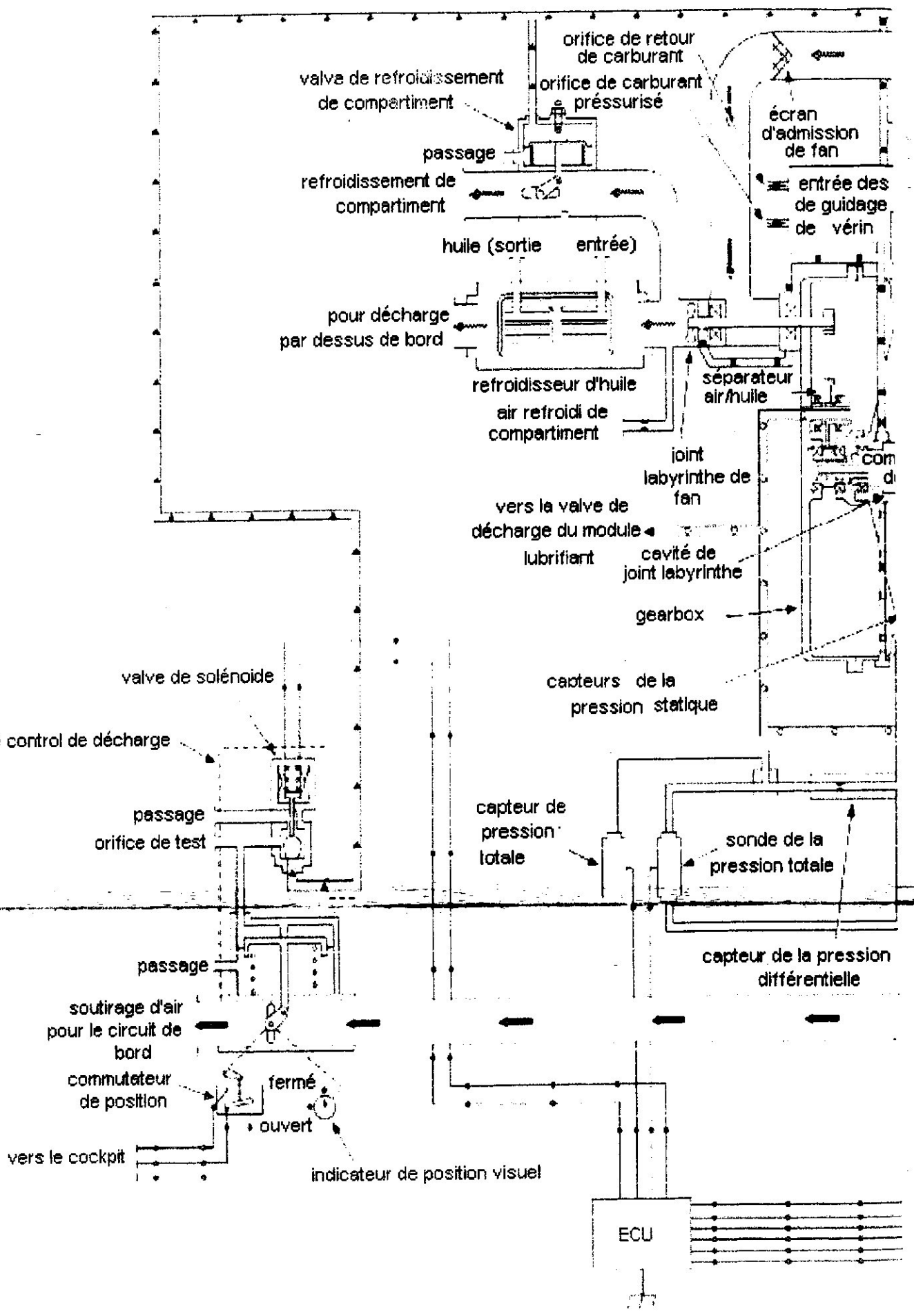
Le but du système pneumatique de l'APU est d'alimenter l'avion en air pneumatique pour :

- Le démarrage des réacteurs.
- Le conditionnement d'air.
- La pressurisation de la cabine.

IV.3.3 Les différents composants de système pneumatique :

Le système pneumatique est composé de :

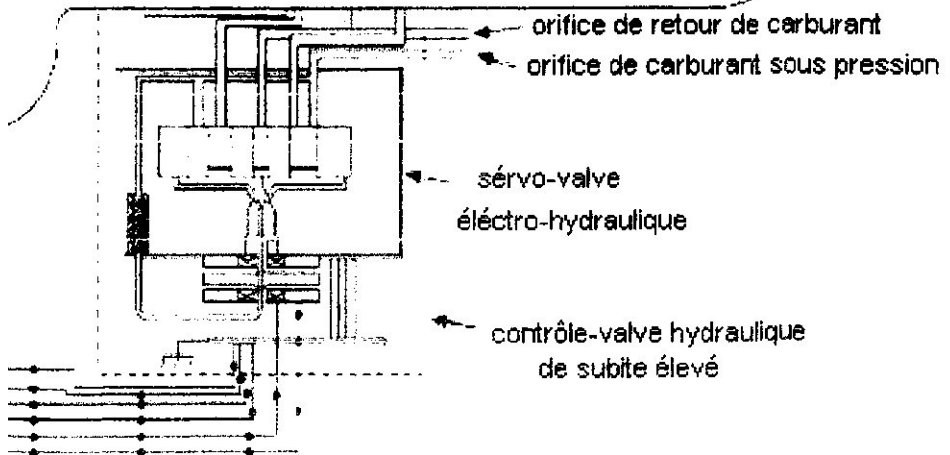
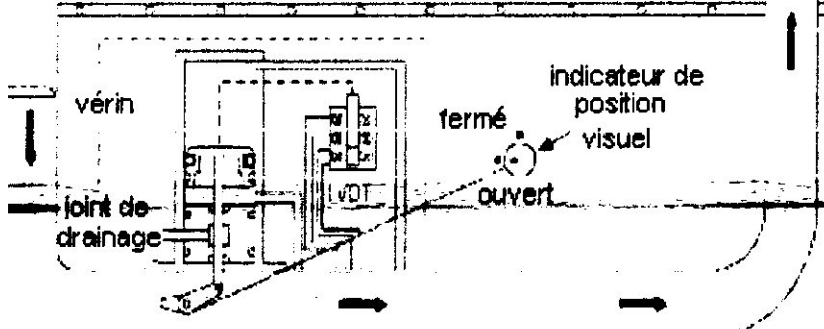
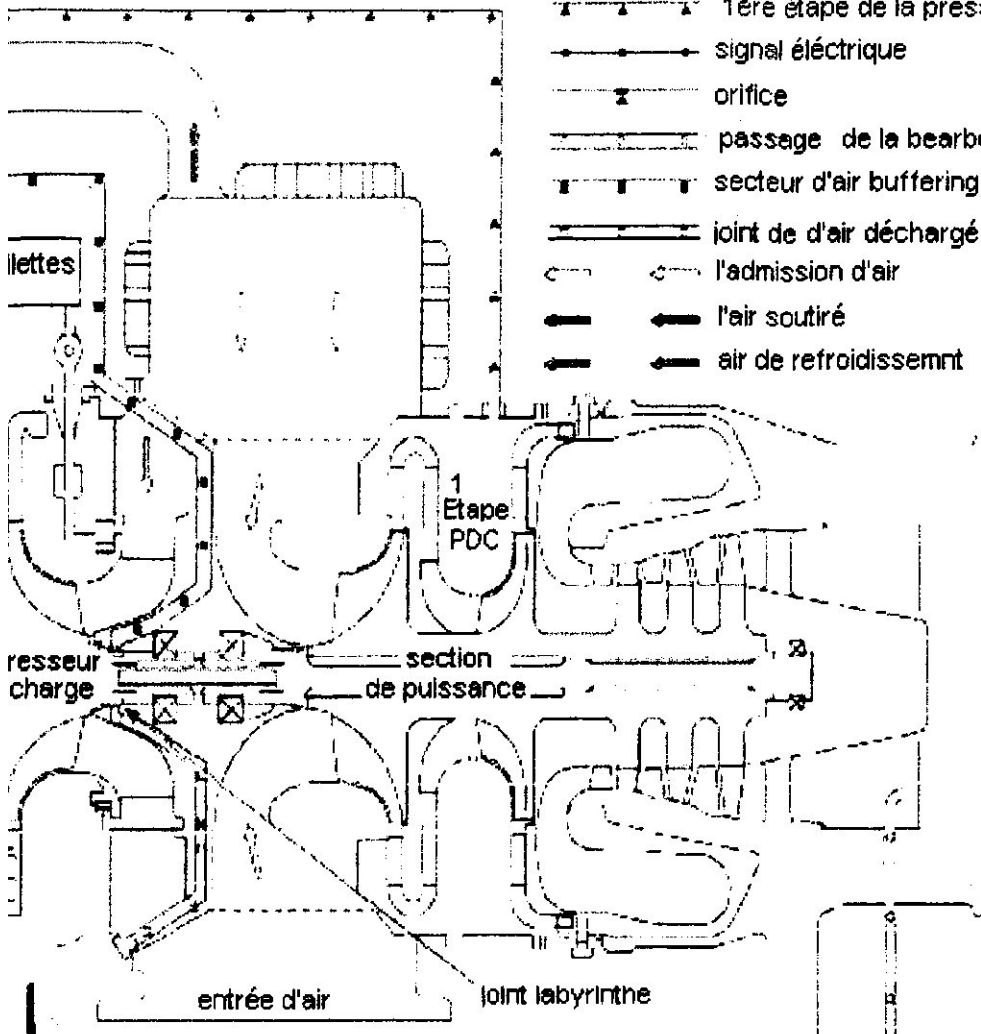
- Compresseur de charge.
- Vanne de soutirage.
- Vanne de décharge.
- Les aubes régulatrices de débit.
- Vérin des aubes régulatrices de débit.
- Fan de refroidissement.
- Vanne de refroidissement de compartiment.
- Capteur de pression d'entrée d'air.
- Capteur de débit de soutirage.
- Capteur de température à l'entrée de compresseur de charge (LCIT).
- Capteur de température à la sortie de compresseur de charge (LCOT).



Systeme pneumatique de l'APU

légende

- 1ère étape de la pression déchargée par le compresseur
- signal électrique
- orifice
- passage de la bearbox
- secteur d'air buffering du compresseur de charge
- joint de d'air déchargé du compresseur de charge
- l'admission d'air
- l'air soutiré
- air de refroidissement



IV.3.3.1 Un compresseur de charge :

Le compresseur de charge est un compresseur centrifuge ayant 17 aubes.
 L'air comprimé passe dans un diffuseur ayant également 17 aubes.
 Le compresseur est monté dans un module dans lequel se trouvent les IGV.

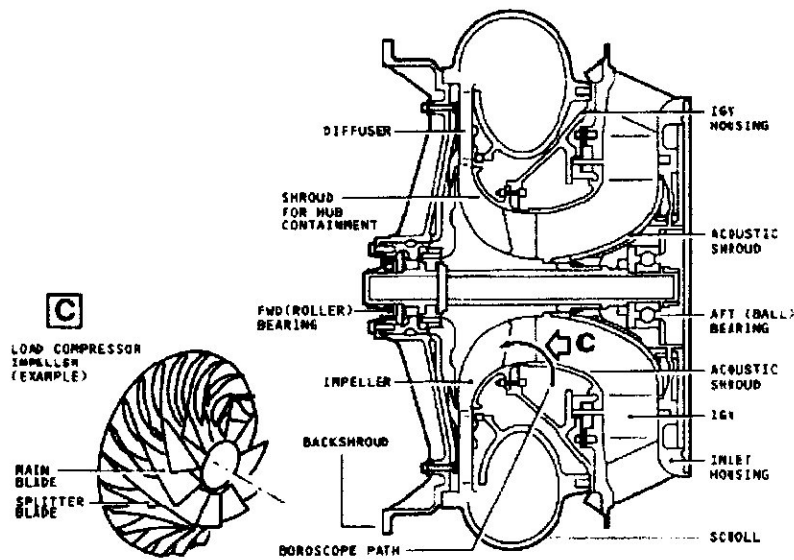


Figure IV.16 : compresseur de charge

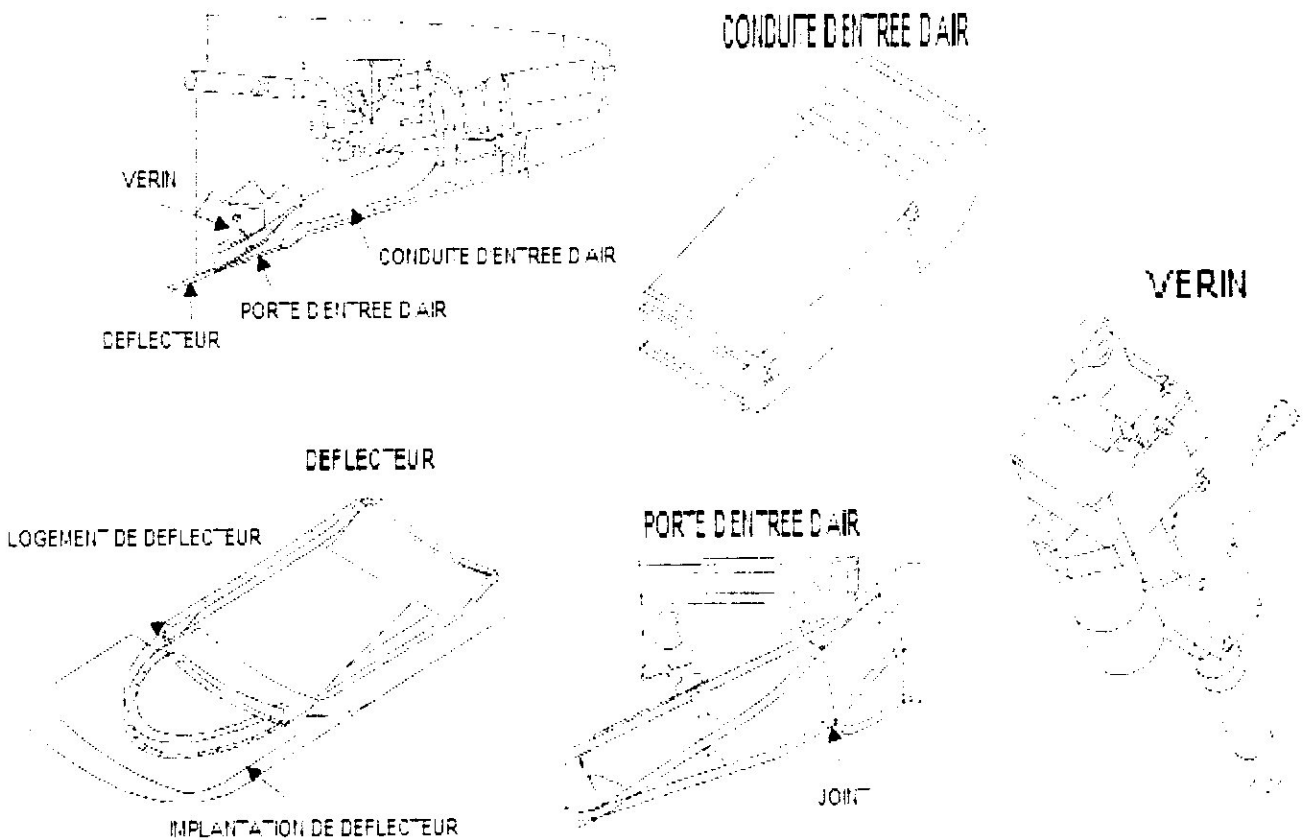


Figure IV.17 : Les composants de l'entrée d'air.

IV.3.3.2 Vanne de soutirage : (voir la figure 18)

Elle est de type électropneumatique et commandé par L'ECB, selon le signal venant à partir de l'ordinateur de surveillance. Le BMC envoie un signal d'ouverture quand le capteur de débit de soutirage de APU est allumé, la vitesse de APU est au-dessus de 95%, l'altitude est moins de 23.000 pi et aucune fuite détectée excepté pendant le démarrage de moteur. Pour faciliter l'entretien et le dépannage, la vanne de soutirage est équipée d'un indicateur de position visuel.

IV.3.3.3 Vanne de décharge : (voir la figure 18)

Elle est de type électro hydraulique, L'ECB calcule l'écoulement de rendement du compresseur de charge en utilisant la pression d'admission (P2), la pression totale (Pt) et la pression différentielle. L'ECB commande la vanne de décharge pour empêcher la décharge de compresseur de charge. La vanne va dans la position d'ouverture entièrement en cas de commande protectrice arrêté, d'arrêt, de sonde défaillante ou d'altitude au-dessus de 23.000 pieds.

Elle est composée de :

- Un indicateur de position de la vanne (LVDT).
- Un vérin.
- Une tuyauterie d'alimentation en carburant.
- Une tuyauterie de retour de carburant.
- Un drain.
- Un papillon.
- une prise électrique.
- Un couple moteur.
- Indicateur visuel de position.

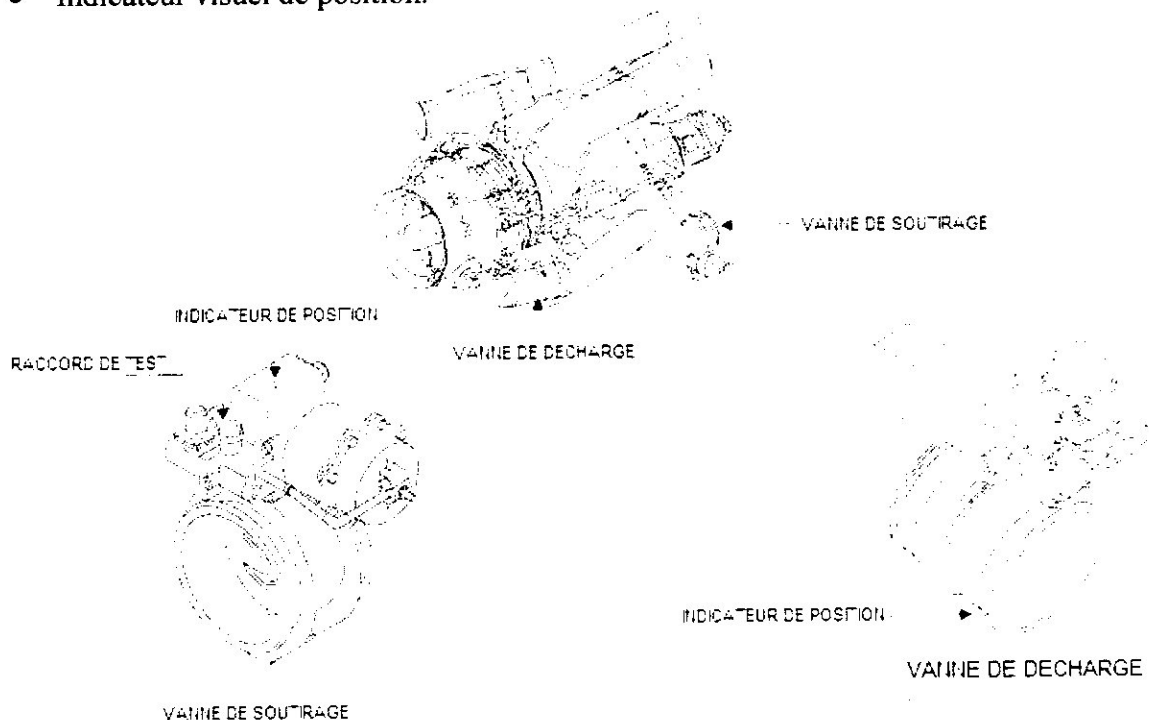


Figure IV.18 : la vanne de soutirage et la vanne de décharge.

IV.3.3.4 Les aubes régulatrices de débit (IGV): (voir la figure 19)

L'ensemble des IGV est de nombre de 24 aubes réparties uniformément sur le porteur du compresseur de charge. Les guides vanes sont composés de deux parties :

- Partie mobile
- Partie fixe

La partie fixe est intégrée dans le logement des guides vanes.

La partie mobile tourne d'un angle déterminé.

Les IGV sont fermées complètement lorsqu'elle sont sur un angle déterminé, cette position permet un débit d'air minimum qui parcourt le compresseur.

IV.3.3.5 Vérin des aubes régulatrices de débit (IGVA): (voir la figure 19)

Le vérin des ailettes de guidage d'admission commande le flux d'air au compresseur de charge. Il s'agit d'un vérin mécanique hydraulique actionné par le carburant et électriquement par un moteur de couple. La bielle de vérin est équipée d'une tringle réglable.

Le vérin se trouve sur le coté droit de l'APU et est composé de :

- Une prise électrique.
- Un indicateur de position de la vanne (LVDT).
- Un vérin.
- Une tuyauterie d'alimentation en carburant.
- Une tuyauterie de retour de carburant.
- Un drain.

IV.3.3.6 Fan de refroidissement : (voir la figure 19)

Source d'air utilisé pour le refroidissement du compartiment de l'APU et l'huile au niveau du radiateur huile/air. Le fan inclut un ventilateur, un redresseur, les roulements de support et l'arbre d'entraînement.

L'assemblée est montée avec une bride sur la Gearbox.

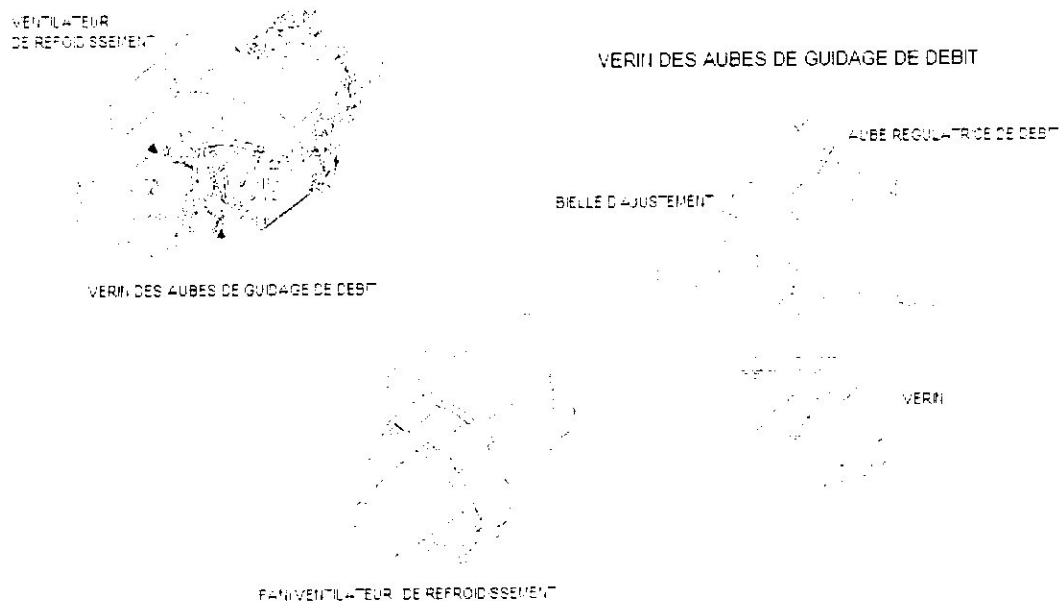


Figure IV.19 : les IGV, le IGVA et le fan de refroidissement

IV.4.2 Différents composants du système de drainage :

Les composants sont :

- Collecteur de drainage avant.
- Collecteur de drainage central.
- Collecteur de drainage arrière.

Le collecteur de drainage avant reçoit les substances qui arrivent de :

- L' FCU.
- La valve de décharge.
- Le vérin des aubes mobile (IGVA).

Le collecteur de drainage central recueille les restes d'huile qui arrive du compresseur de charge.

Le collecteur de drainage arrière reçoit les substances de carburant qui arrivent du carter de la chambre de combustion.

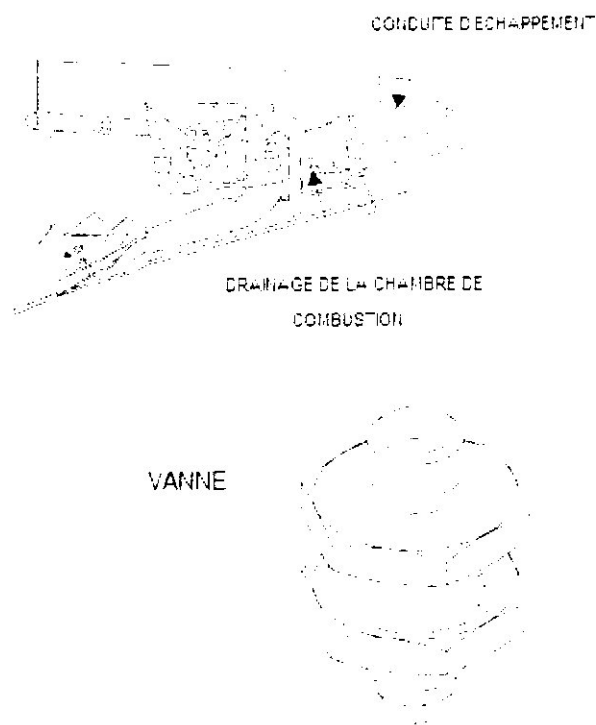


Figure IV.23 : Drain de chambre de combustion.

Figure IV.24 : La Boîte de Commande Electronique (ECB).

IV.6 Démarrage et allumage

Le système de démarrage et allumage sont destinés à entraîner l'APU jusqu'à la vitesse de démarrage et à allumer le mélange carburant et air dans la chambre de combustion. Le système est constitué par un moteur de démarrage, un circuit de démarrage et un système d'allumage.

IV.6.1 Moteur de démarrage :

Le démarrage est constitué d'un moteur série DC alimenté par le 3PP DC essentiel bus au travers des relais de démarrage 5 KA et 10 KA . Le moteur de démarrage a un logement isolé : les connexions positives et négatives son isolées par rapport au logement.

Pour permettre le fonctionnement aux températures élevées, le matériau d'isolation du démarreur est de la classe 220°C.

Le moteur de démarrage est entouré d'une enveloppe de protection contre les débris du commutateur et de l'induit à vitesse élevée.

Le moteur électrique est équipé d'une broche indicatrice d'usure des balais .Quand les balais sont neufs cet indicateur dépasse d'environ 6 mm .A mesure que les balais s'usent, la broche s'enfonce davantage dans le logement jusqu'à la disparition. Dès lors il faut renouveler les balais.

L'axe d'entraînement du démarreur est accessible en enlevant un couvercle .Ce la permet de faire tourner l'APU manuellement.

Le démarreur est monté sur la boîte à engrenages au moyen d'un collier en V. une broche d'arrêt est prévue pour empêcher la rotation du démarreur.

Le démarreur entraîne l'APU par l'intermédiaire d'un embrayage à cliquets. Le moteur de démarrage entraîne la surface de roulement intérieure. Les cliquets pivotent et entraînent la surface de roulement extérieure. Celle-ci porte un pignon qui entraîne L'APU accélère, à un moment donné la roue à cliquet se libère et débraye le moteur de démarrage.

L'embrayage est équipé d'un anneau de retenue d'huile assurant la lubrification de l'embrayage et son refroidissement.

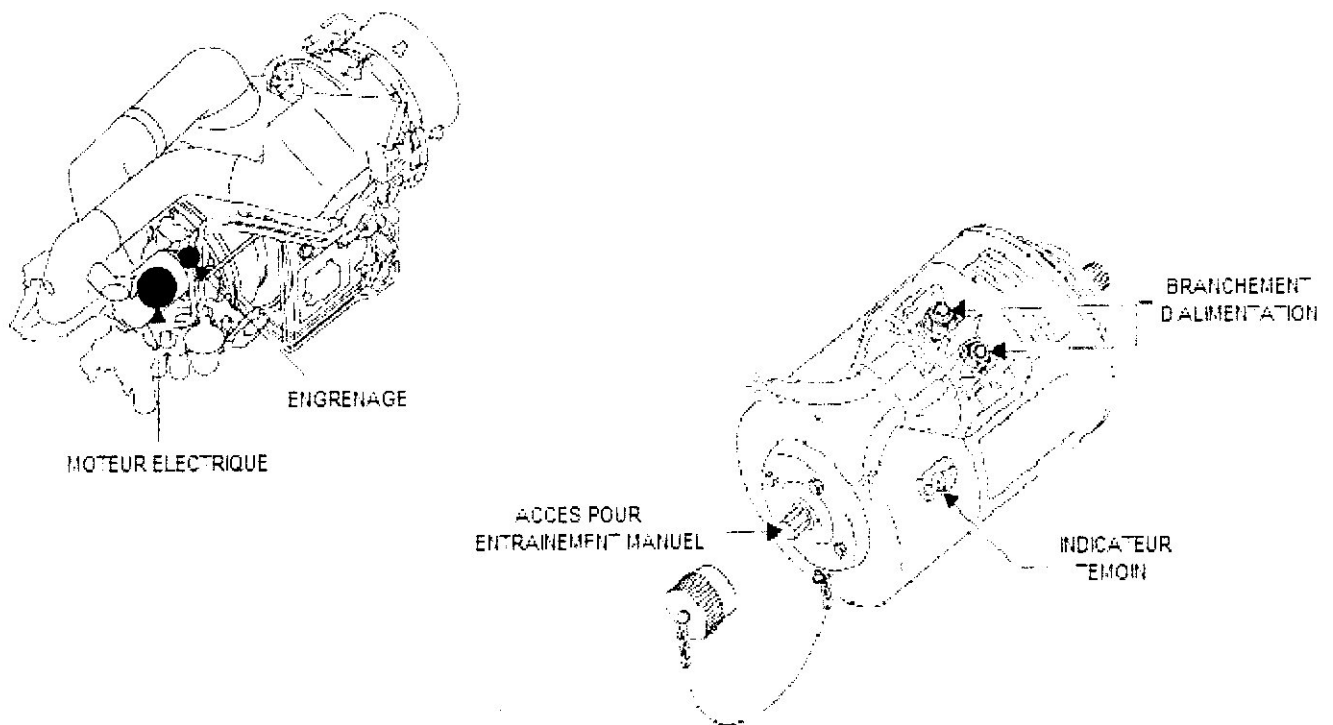


Figure IV.26 : le moteur démarreur.

IV.6.2 Système d'allumage :

Le système d'allumage comprend une unité d'allumage, deux câbles haute tension et deux bougies d'allumage.

La boîte d'allumage est une unité haute tension qui transforme le 28 V DC en impulsions haute tension d'environ 18 kV. Elle se trouve à la partie inférieure droite de l'APU, directement derrière l'inlet plenum.

Les impulsions haute tension sont amenées aux bougies d'allumage à travers deux câbles haute tension. Ces câbles d'une résistance électrique très faible (type .0, 01 ohm) sont isolés et blindés pour éviter les interférences radio.

Les bougies d'allumage fournissent des étincelles pour allumer le mélange carburant – air. Elles consistent en un fourreau externe, un isolant en céramique et une électrode centrale en alliage de tungstène.

IV.6.3 Circuit de démarrage :

IV.6.3.1 Commande :

Avant de pouvoir démarrer l'APU, le master switch doit être mis ON, on démarre l'APU en pressant le bouton – poussoir START. La phase de démarrage par la suite, y compris la régulation du carburant et l'allumage, se déroule de façon totalement automatique. Le bouton de démarrage est maintenu en position enfoncée et l'étiquette blanche ON dans la bouton de démarrage s'illumine. Le démarreur est alimenté et la vitesse de rotation s'accroît. Quand le RPM atteint 7%, l'étiquette bleue ACCEL s'allume.

L'APU accélère davantage et à 50 % le démarreur est coupé. L'étiquette ON s'éteint et le bouton – poussoir START rejaillit. L'APU continue son accélération et à 95 % l'étiquette ACCEL s'éteint, l'étiquette bleue AVAIL s'allume et le compteur horaire est alimenté. A partir de ce moment l'APU peut être chargé.

Si pour l'une ou l'autre raison le démarrage est interrompu, l'étiquette FAULT s'allume, le bouton de démarrage ressaute et l'étiquette ON s'éteint. Pour pouvoir redémarrer il faut que le master switch soit mis OFF et puis ON.

De plus, entre deux tentatives de démarrage il faut attendre au moins une minute et la vitesse de rotation de l'APU doit être inférieure à 7 %, avant de redémarrer. On peut démarrer au maximum 3 fois chaque fois pendant une minute ; entre chaque tentative il faut observer une période de refroidissement d'une minute. Après 3 essais il faut attendre une heure avant de redémarrer.

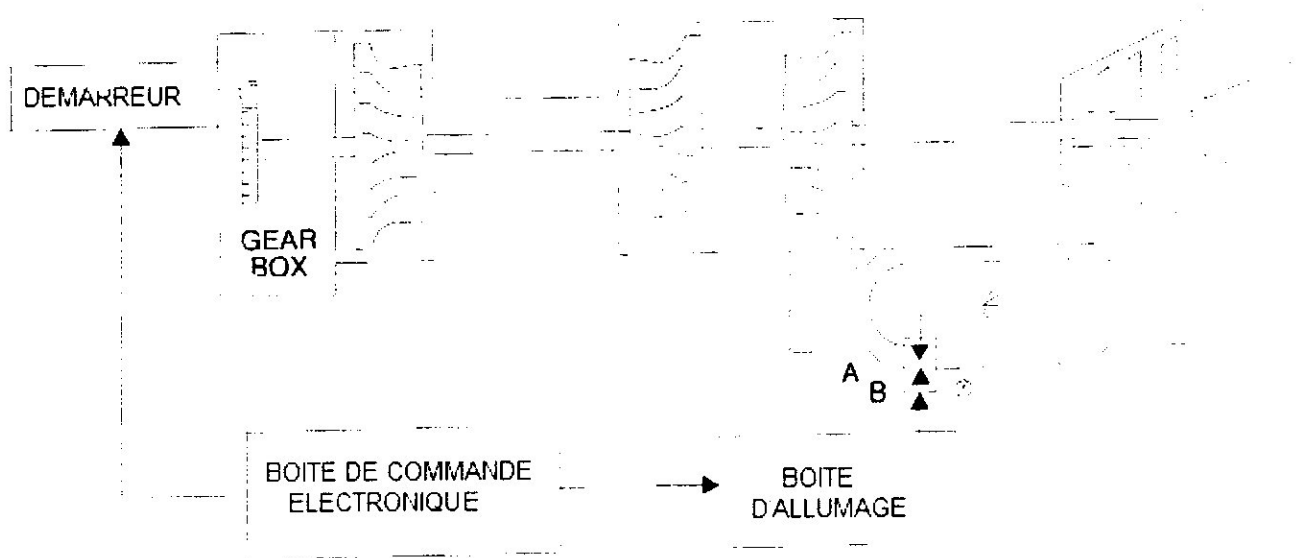


Figure IV.27: Schéma de commande de démarrage et d'allumage.

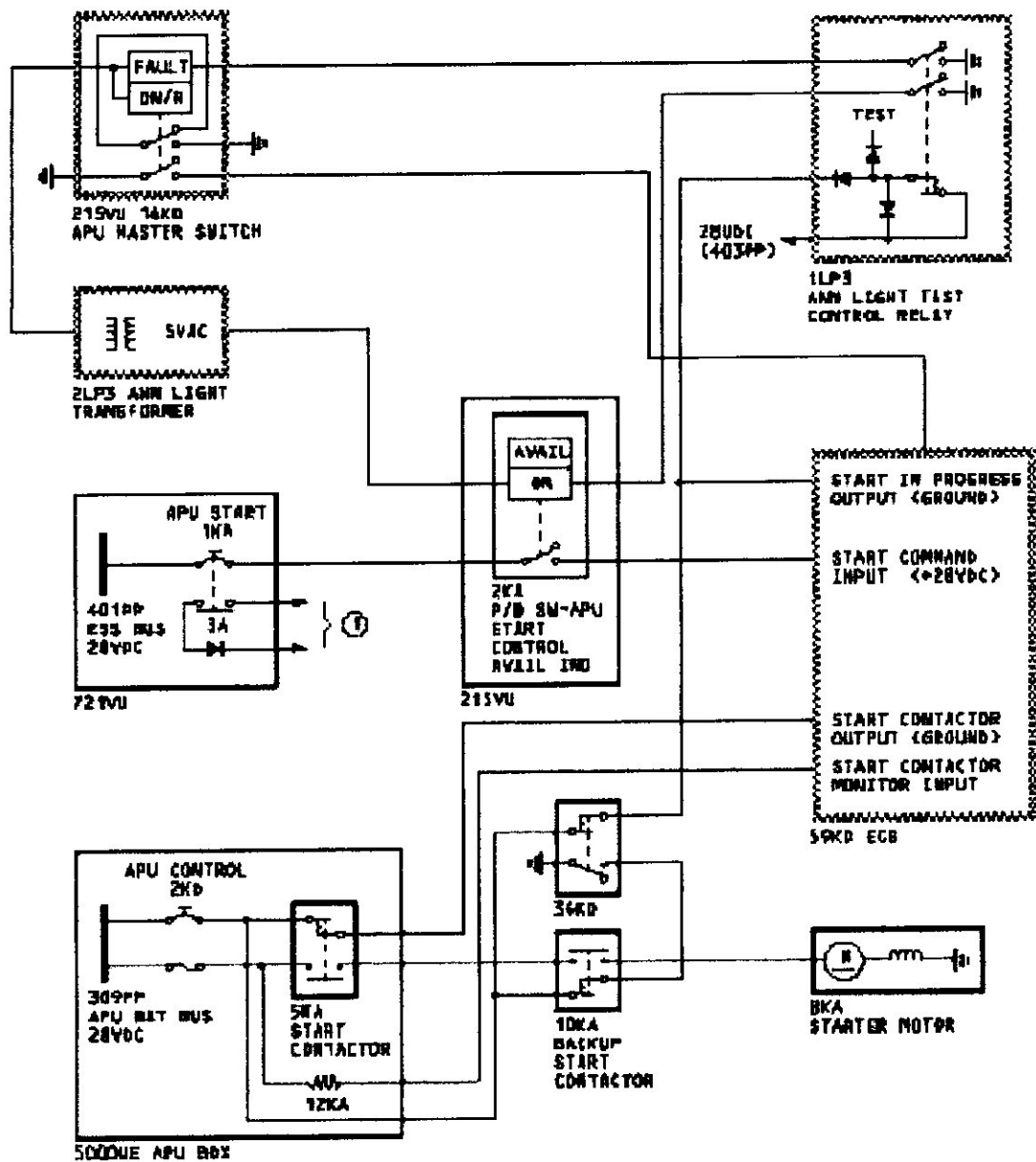


Figure IV.28 : Schéma de démarrage de l'APU.

IV.6.4 Les composants de système de démarrage et allumage :

IV.6.4.1 Commande De Démarreur :

Pendant le démarrage, le démarreur électrique fournit la rotation initiale pour l'arbre de l'APU, en conduisant la boîte d'engrenages des accessoires. Quand la vitesse de APU est environ 50%, la boîte de commande électronique a découpé l'alimentation au démarreur.

IV.6.4.2 Commande D'allumage :

Le circuit d'allumage fournit l'allumage initial du mélange d'air de carburant. Le circuit d'allumage inclut une boîte d'allumage qui actionne deux prises d'allumage.

Pendant démarrage, la BCE alimente l'allumage quand la vitesse est entre 7% et 50%. Dans cette opération, si la vitesse de APU diminue entre 95% et 50%, l'allumage est alimenté pour éviter la flamme de l'APU dehors.

IV.6.4.3 Conjoncteurs de démarreur : (voir la figure 29)

Les conjoncteurs de démarreur sont commandés par la BCE pendant le démarrage de APU. Chaque conjoncteur est un conjoncteur résistant qui fournit le courant électrique au moteur de démarreur. Le conjoncteur 5KA de démarrage est installé dans la boîte de APU, tandis que le conjoncteur 10KA est installé dans une boîte spécifique derrière la soute arrière.

IV.6.4.4 Boîte d'allumage : (voir la figure 29)

L'excitateur d'allumage est un dispositif d'énergie élevée et de tension. Un transformateur fournit l'énergie de quatre Joules et la tension 18KV nominales aux prises d'allumage. L'excitateur d'allumage fournit deux étincelles par seconde.

IV.6.4.5 Câbles d'allumage: (voir la figure 29)

Les fils d'allumage sont faits d'un conducteur central offensant par téflon protégé avec la tresse intérieure de cuivre.

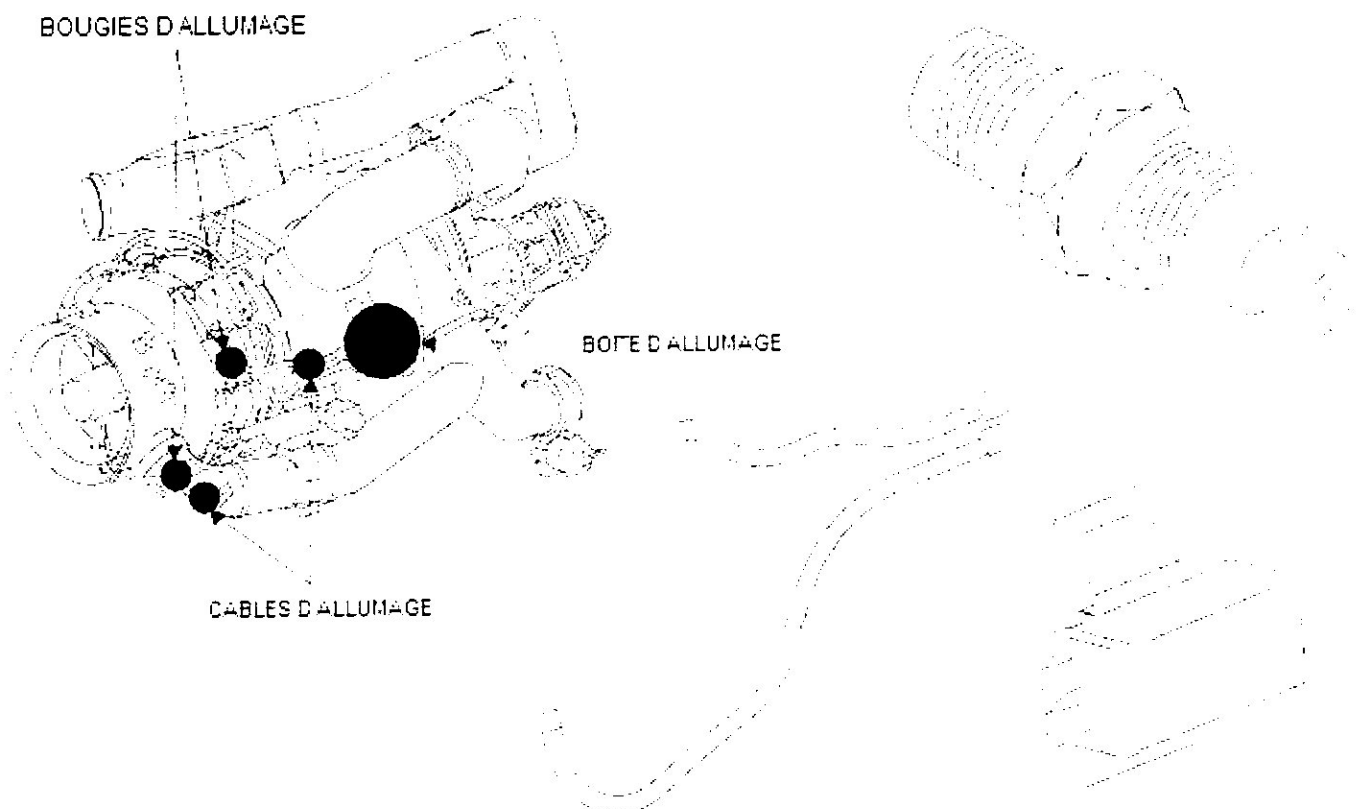


Figure IV.29: câbles d'allumage, la boîte d'allumage et les bougies d'allumage.

IV.6.4.6 Bougies d'allumage :

Les prises d'allumage se composent :

- l'électrode,
- le isolateur,
- deux morceaux de coquille externe.

IV.6.4.7 Démarrage et arrêt de l'APU :

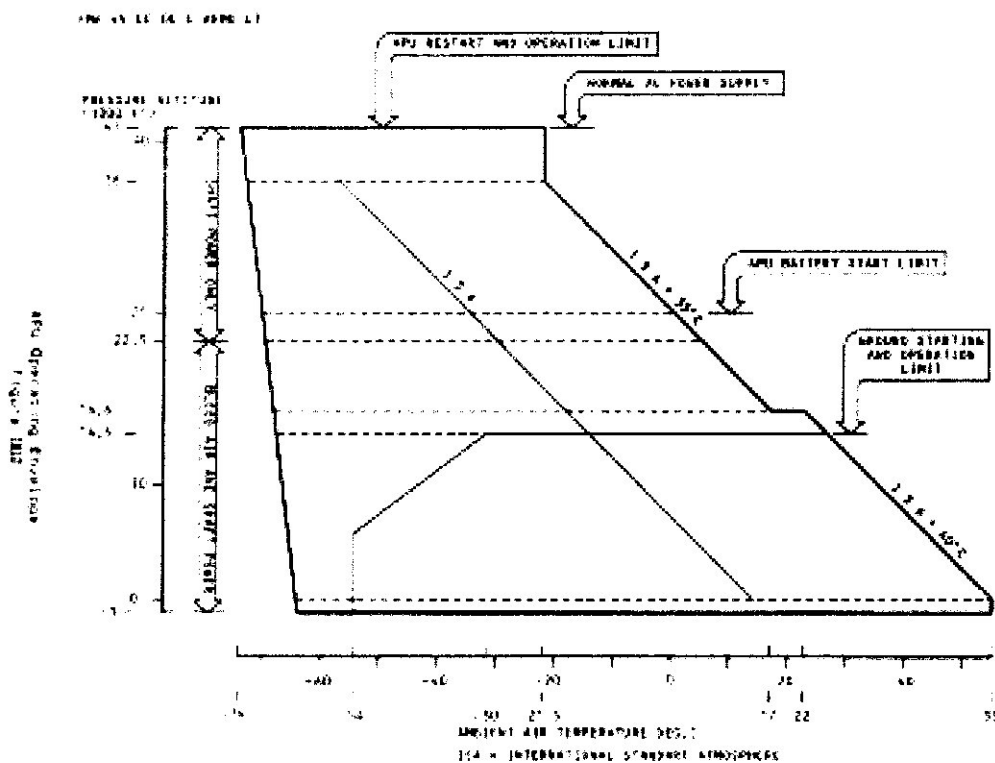


Figure IV.30 : Les servitudes de l'APU pour l'avion en fonction de l'altitude

IV.6.5.1 Généralités :

L'opération normale, démarrage et l'arrêt de APU, sont exécutés en utilisant le panneau de contrôle APU.

IV.6.5.2 Démarrer l'APU :

Commutateur Principale (master switch):

Quand le COMMUTATEUR PRINCIPAL est actionné vers le haut, la boîte de commande électronique est électriquement fournie et l'ordre énuméré se produit :

- la lumière d'ON/R s'allume
- l'aileron d'entrée d'air s'ouvre
- la ligne d'alimentation de carburant de APU est fournie
- l'ECB exécute la puissance du self test
- les ailettes de guidage d'admission reçoivent un signal pour la fermeture
- la page de APU est montrée sur le ECAM.

METTEZ EN MARCHÉ le bouton de poussée en haut :

Quand le bouton-poussoir de START est actionné, le démarreur met en marche l'APU :

- DESSUS le léger dans le bouton-poussoir avance
- la valve de solénoïde de de-oiling valve utilisée pour alimenter la pompe d'huile s'ouvre à basse température d'huile.

7% :

Quand la vitesse atteint 7%, les bougies activent et le FCU permet l'écoulement de carburant, alors la combustion se produit.

50% :

Quand la vitesse de l'APU est autour 50%, l'ECB coupe le courant électrique au démarreur et l'allumage est désactivé.

60% :

Quand la vitesse de l'APU atteint 60%, la valve de solénoïde de de-oiling valve se ferme, si elle était ouverte.

95% :

Quand la vitesse de APU atteint 95%, le voyant START s'éteint et le voyant DISPONIBLE s'allume.

Les commutateurs de l'ECB au programme régi de vitesse en réglant le carburant entrent dans l'FCU.

100% :

100% est la vitesse régie par APU. La génératrice de APU peut être utilisée et le soutirage de l'APU est possible.

15 secondes après que l'APU est disponible, la page de données de paramètres de l'APU affichés sur l'ECAM.

IV.6.5.3 Soutirage :

Soutirage :

Quand l'air est soutiré de l'APU vers l'avion, les paramètres de soutirage sont affichés sur l'ECAM.

Génératrice de APU :

Quand la génératrice de l'APU est utilisée, les paramètres de rendement de la génératrice sont affichés sur l'ECAM.

IV.6.5.4 Arrêt de APU :

COMMUTATEUR PRINCIPAL est en position OFF :

Si la vanne de soutirage était ouverte, il se ferme et l'APU entre dans un cycle de refroidissement, à la fin du cycle l'ECB produit un signal pour le self test, qui engendre le signal qui coupe le carburant au niveau de l'FCU.

95% :

À la vitesse de 95%, la valve de solénoïde de de-oiling valve s'ouvre pour le prochain démarrage à froid.

La lumière DISPONIBLE s'éteint, les ailettes de guidage d'admission IGV se ferment ; la vanne de décharge et la vanne de drainage écologique reçoivent le signal d'alimentation.

7% :

Quand la vitesse de l'APU atteint 7%, vanne de décharge et la vanne de drainage écologique reçoit un signal de fermeture, l'aileron d'entrée d'air commence à se fermer et la ligne d'alimentation de carburant de l'APU est dépressurisée.

La puissance électrique est en position OFF :

L'ECB est désactivée quand l'aileron est entièrement fermé.

IV.6.5.5 Soutirage :

L'APU en charge :

Quand la APU est en charge, des paramètres de soutirage sont affichés sur la page de système de ECAM.

Génératrice de APU :

Quand la génératrice de l'APU est utilisée, les paramètres de rendement de la génératrice sont affichés sur la page de ECAM.

IV.6.5.6 Arrêt de l'APU :

COMMUTATEUR PRINCIPAL est en position OFF :

Si la vanne de soutirage était ouverte, il se ferme et l'APU entre dans un cycle de refroidissement. Quand le cycle est fini, l'ECB produit un signal qui cause l'arrêt de APU en arrêtant l'écoulement de carburant au niveau de l'FCU.

95% :

À la vitesse de 95%, la valve de solénoïde de dégraissage s'ouvre pour éviter la vidange de carter de roulement imprégnation à froid pendant le prochain démarrage.

La lumière DISPONIBLE s'éteint, les ailettes de guidage d'admission étroitement ; la soupape de commande de montée subite et la soupape de vidange d'écologie ouverte. 7% :

Quand la vitesse de APU diminue à 7%, la valve de solénoïde de dégraissage et la soupape de vidange écologie reçoivent un signal de fermeture, l'aileron d'entrée d'air commence à fermer et la ligne d'alimentation de carburant de APU est dépressurisée.

Puissance Électrique est en position OFF :

L'ECB est désactivée quand l'aileron est entièrement fermé.

Quand le master switch est actionné sur la position ON et le switch "START" est poussé, le signal pour l'alimentation de l'ECB est effectué, en même temps les booster

pompes de l'avion sont armées. Le démarreur n'est pas encore engagé sans l'ouverture de la porte d'entrée d'air.

A 7% approximativement l'ECB donne le signal pour l'alimentation de la boîte d'allumage et l'ouverture du solénoïde de la valve de l'FCU, l'allumage commence l'ECB continue à contrôler la vitesse durant la phase d'accélération en donnant l'affichage de l'EGT sur le display unit.

A 50% de la vitesse (à une altitude inférieure à 25000 pieds) ou à 54.4% (à une altitude supérieure à 25000 pieds) l'ECB coupe l'alimentation de démarreur, en laissant l'APU accélérer sa vitesse jusqu'à 100% tout en surveillant les paramètres ainsi que le taux d'accélération suivant un programme intégré dans l'ECB.

L'ECB durant cette phase prend en charge la commande et le réglage des IGV à travers son vérin en les gardant dans la position "Fermée" pour s'assurer que le débit d'air qui passe à travers le compresseur de charge est minimal durant le démarrage. Quand la vitesse de l'APU atteint 95%, il est prêt à donner la charge pneumatique, l'ECB envoie un signal au différents systèmes de l'avion.

Durant la séquence de démarrage, les IGV sont fermés, quand l'APU arrive à 95% (avant de sélectionner la charge), les IGV prennent une position qui correspond à la charge pneumatique demandée, cette position est calculée par l'ECB selon la commande, dans le cas d'une charge combinée (pneumatique et électrique) qui peut engendrer une haute température qui dépasse la limite d'utilisation, l'ECB intervient pour moduler les IGV partiellement sous la valeur demandée, l'ECB donne toujours la priorité à l'énergie électrique.

L'arrêt normal de l'APU est effectué quand l'opérateur actionne le master switch de la position ON vers la position OFF, à ce moment l'ECB envoie un signal d'arrêt au différents systèmes de l'avion, la disparition du signal 95% provoque la fermeture de la vanne de soutirage et l'APU entre dans un cycle de refroidissement qui fini par la baisse de température sur l'indication de l'affichage ça peut durer entre (0 et 120secondes).

L'ECB continue à surveiller la procédure d'arrêt, et dans le cas où une anomalie est détectée l'ECB signale la défaillance en donnant une indication visuelle à l'opérateur, et prend les mesures nécessaires pour préserver l'APU, cette situation est appelée ARRET AUTOMATIQUE DE PROTECTION signalée en même temps par le voyant FAULT.

Ce voyant est associé à des arrêts provoqués par :

1. Survitesse $N > 107\%$.
2. Pas d'accélération.
3. pas de flamme.
4. Basse pression d'huile.
5. porte d'entrée d'air n'est pas ouverte.
6. Surchauffe au compresseur de charge.
7. Haute température d'huile.
8. Haute température d'huile de la génératrice.
9. Absence de l'alimentation électrique.
10. Surchauffe (EGT).
11. Aircraft emergency.

Chapitre V

LA MAINTENANCE ET LA REPARATION

V. La maintenance et la réparation.

L'entretien, est constitué de l'ensemble des opérations qui contribuent à maintenir l'aéronef à un niveau de sécurité satisfaisant.

Dans cette optique, ce manuel d'entretien décrit le programme des opérations nécessaires pour maintenir l'aptitude des avions à être exploités, notamment en matière d'aptitude au vol, d'entretien des équipements ainsi que des moyens de radiocommunication et de navigation.

Ses opérations et procédures nécessaires à l'accomplissement des exigences du présent manuel d'entretien ou des travaux résultant de leur application doivent être, au minimum, en rapport avec la norme préconisée dans les manuels d'entretien, de réparation, et de révision correspondants.

Opération d'entretien (Maintenance task) : une action ou un ensemble de mesures nécessaires à la réalisation d'un résultat voulu qui maintienne un élément (élément constituant, système/ sous système, structure) en état de marche ou le remettre en état de fonctionner. Ce terme comprend le contrôle et la définition de l'état.

V.1 Entretien en atelier : (maintenance programmée)

C'est l'ensemble des opérations destinées à maintenir ou à remettre l'aéronef ou certain de ses éléments en état d'être exploiter normalement elle est effectuée selon des critères pré déterminer dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un équipement. La prévention doit permettre d'éviter les pannes en cours d'utilisation par une intervention de maintenance prévue (visite préparer et programmer avant la date probable d'apparition d'une défaillance.

Notre APU n'a pas le mode de contrôle avec limite de vie, il a un mode d'entretien selon l'état de l'APU.

V.1.1 Le Boroscope : (voir la figure 1)

Le boroscope est utilisé pour effectuer de contrôle visuel des parties difficilement accessible et faire connaître l'état et l'état du l'APU avec le minimum des déposes et des montages, le principe de réalisation fait aménager dans la machine des orifices suffisants réduit pour ne pas effectuer sa résistance et y introduire un dispositif capable de transmettre des images des zones aux quelles des orifices.

Le boroscope a comme avantages c'est l'inspection rapide et de supprimer tous les traitements intermédiaires pour l'obtention des résultats du contrôle.

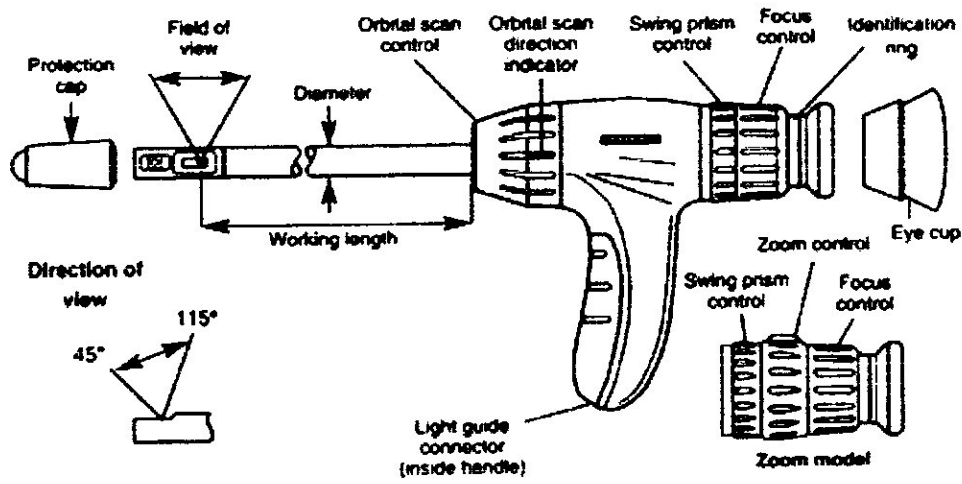


Figure V.1 : LE BOROSCOPE

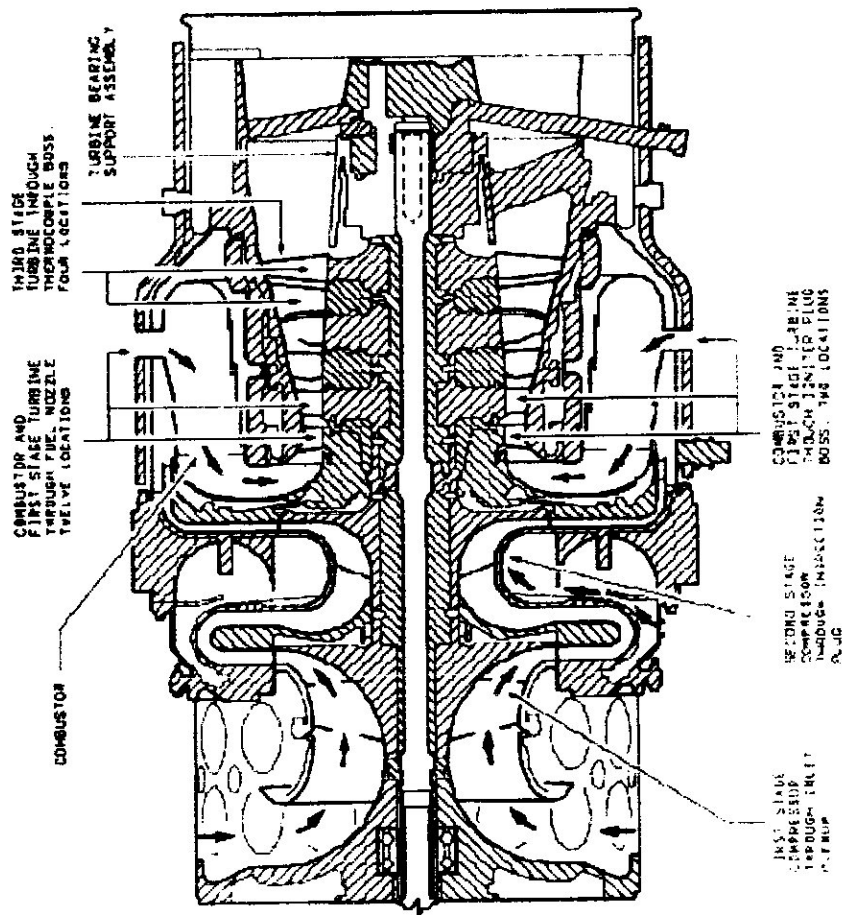


Figure V.2 : Les orifices de l'inspection avec de Boroscope.

V.2 Entretien sur avion : (maintenance non programmée)

La maintenance non programmée est l'ensemble des opérations ayant pour objectif de remédier (corriger) les avaries ou les anomalies sur menu en fonctionnement en d'autre terme c'est la remise en état de l'avion après détection d'une défaillance.

Les étapes de dépannage sont les suivantes :

1. plainte équipage (CRM, MCDU)
2. s'informer et analyser la situation.
3. établir le diagnostic (les causes les plus probables (utilisant le manuel TSM).
4. dépose/pose (utilisant le manuel AMM).
5. test de bon fonctionnement.
6. restitution de l'avion à l'exploitation.
7. rédiger le rapport d'intervention.

V.2.1. Dépannage :

V.2.1.1 Généralités :

A) les procédures suivantes de dépannage sont pour la boîte de commande électronique (ECB) construite dans le système d'équipement d'essai (BITE).

NOTE: La lampe de défaut de APU est trouvée sur le poste de pilotage d'avion ou sur le panneau de commande électrique pour l'opération de cellules d'essai.

V.2.1.2 Description et opération de ECB et le BITE :

L'ECB MORD est la logique pour trouver des défauts de fonctionnement avec LRU's ou l'ECB pendant la puissance d'ECB est vers le haut, opération de APU et mode d'autotest.

V.2.1.2.1 Description d'ordre de BITE :

- le mode DU CYCLE INITIAL de test (MIS) est commencé quand le commutateur PRINCIPAL est mis dans la POSITION DE FONCTIONNEMENT. Le test de BITE viendra avant que le moteur puisse être démarré. Tous METTENT le test LRU's de modes de BITE qui peut être examiné avec le moteur en état statique.
- le mode EN FONCTION de test (IOT) est automatique et commence à la fin du mode MIS et reste en fonction jusqu'à ce que l'arrêt de moteur se produise. Le mode d'IOT continue aux essais tout le LRU's qui peut être examiné avec le moteur dedans opération.
- le mode d'Autotest peut être choisi avec l'utilisation de l'unité de visualisation centrale universelle (MCDU) sur le poste de pilotage d'avion ou avec l'utilisation d'un ordinateur individuel avec un programme de logiciel d'ARINC.

V.2.1.3 Description d'ECB :

- L'ECB montre toute l'information utile nécessaire de paramètres de dépannage de BITE avec l'utilisation du bus de données d'ARINC 429 dans l'avion.
- l'information d'APU/ECB est disponible par le MCDU trouvé sur le poste de pilotage d'avion. Pour BITE les communications de pousse d'ennui qui ne sont pas installé, utilisez un ordinateur individuel avec la fonctionnalité d'ARINC 429.
- reliez un 833595-1, câble équipé électrique embranché de but spécial de l'ECB pour surveiller l'ECB/APU. Un exemple d'afficheur d'affichage du moniteur d'ordinateur individuel est montré sur le schéma 123. Référez-vous au tableau 104 pour les défauts LRU acceptables.

EXAMPLE 1

EX429.EXE version	3.06.00	350C.INI version	3.00.00						
SPBD	1.00	1		LABEL=	176	601041			
T5	298.00	DEG_C		LABEL=	175	625561			
IGV_POSITION	32.04	DEG		LABEL=	130	22D941			
SCV_POSITION	15.60	DEG		LABEL=	131	2163A1			
PT	12.50	PSIA		LABEL=	166	6190A1			
DP	0.00	PSID		LABEL=	165	600401			
WC	192.00	Gr/Sec		LABEL=	123	60C1A1			
FUEL_FLOW	66.75	LB/HOUR		LABEL=	244	642D81			
LCIT	89.00	DEG_C		LABEL=	110	6B3361			
P2	11.94	PSIA		LABEL=	112	65PP41			
FUEL_TMC	3.00	MA		LABEL=	145	601AC1			
T4	291.00	DEG_C		LABEL=	121	624761			
LCDT	225.00	DEG_C		LABEL=	074	6E1981			
LOW_OIL_TMP	54.00	DEG_C		LABEL=	247	636P81			
HIGH_OIL_TMP	28.00	DEG_C		LABEL=	250	61C021			
GEN_OIL_TMP	144.00	DEG_C		LABEL=	246	690A81			
DISCRETE_WRD	0000	1001 0000 0000 0010 0001		LABEL=	037	090021			
MAINT_NUM_1	0000	0000 0000 0000 0000 0001		LABEL=	353	000001			
MAINT_NUM_2	0000	0000 0001 0010 0000 0001		LABEL=	351	001201			
MAINT_NUM_3	0000	0000 0000 0001 0000 0001		LABEL=	352	000101			

PgDn=NEXT PAGE PgUp=PREVIOUS PAGE P2=XMIT DEFAULT P3=XMIT LAST
 Ctrl Q=Quit P1=XMIT P10=CDU TAB=NEXT DISCRETE Enter=NORMAL

EXAMPLE 2

<p>APU PARAMETERS</p> <p>SPEED: 0.00 % SPEED EGT (T5): 71.6F (22C) T5MAX: 2249.6F (1232C) LCIT (T2): 69.8F (21C) LCDT: 177.8F (81C) BLEED AIR FLOW: 7.84 OZ/SEC (244.0 G/SEC) IGV POSITION: 77.12 DEG INLET PRESS. (P2): 14.56 PSIA (1.0 BAR) IOU TL PRESS. (PT): 11.88 PSIA (0.808 BAR) LOW OIL TEMP: 80.6F (27C) HIGH OIL TEMP: 59.0F (15C) T4 OFFSET: 0.03F (-18C) T4: 73.4F (23C) SCV POSITION: 86.51 DEG FUEL TMC: 3.00 MA GEN OIL TEMP: 266.0F (130C) DELTA PRESS. (ΔP): 0.09 PSID (0.006 BAR)</p>	<p>LRU FAULTS</p> <p>ARINC BUS - ZONE CTL ARINC BUS - GCU ARINC BUS - CMC AIR INTAKE ACTUATOR STARTER FUSE</p>
<p>SHUTDOWN</p>	
<p>TESTING FOR 331-350 V 1.0 DATE ECB SERIAL NO. HIT <ENTER> TO ABORT</p>	

V.2.1.3.1 Description d'analyse de panne :

- Les procédures d'analyse de panne suivantes sont pour le système de BITE d'ECB et sont montrées dans un format d'arbre-type à l'aide dans l'analyse de panne. Les étapes d'essai sont reliés par des lignes pour montrer OUI et AUCUN chemin de condition. Quand tous oui ou non questions ont été accomplis, le système est normal.
- Quand oui ou non question n'est pas répondu, suivez des lignes à la fin de l'essai. Faites chaque étape jusqu'à ce que la modalité de reprise nécessaire ait été accomplie et le système est retourné à la normale.
- Des procédures d'analyse de panne sont divisées en deux groupes:
 1. Arrêt automatique du moteur avec le défaut montré sur le moniteur d'ECB. Référez-vous au tableau 116 pour des défauts programmés dans l'ECB.
 2. Les défauts de fonctionnement de moteur qui ou ne fermeront pas le moteur et un affichage de défaut ne vient pas sur le moniteur d'ECB

V.2.1.3.2 Procédures d'analyse de panne :

- Faites les procédures d'analyse de panne suivantes selon les besoins.
 1. Des symptômes et des procédures automatiques d'analyse de panne d'arrêt - référez-vous aux schémas 125 à 132.
 2. Des symptômes et des procédures d'analyse de panne de Starting/Accélération - référez-vous aux schémas 125 à 132.
 3. Des symptômes et des procédures régis d'analyse de panne de vitesse - référez-vous aux schémas 133 à 136.
 4. Des symptômes et des procédures d'analyse de panne d'arrêt - référez-vous à Figures 137 par 146.
- Employez les schémas et les diagrammes suivants pour plus aide pendant les procédures d'analyse de panne.
 1. Huilez le schéma de lubrifiant, le schéma 2, la description et l'opération.
 2. Schéma de système pneumatique, schéma 4, description et opération.
 3. Schéma de système d'essence, schéma 3, description et opération.
 4. Diagrammes de câblage électriques, le schéma 124 cette section.

V.4 Conservation :

Après un passage atelier, pour réparation, l'APU est prêt à être avionner ; mais il peut être aussi gardé et stocké au magasin technique pour une future utilisation, pour une période de stockage déterminée, l'APU doit subir une opération de conservation pour préserver ses composants sensibles contre les conditions atmosphériques telles que les pièces en caoutchouc, en tissus, en laine de verre et en plastique, les couvercles, les tuyaux, les raccords flexibles, la gaine des câbles électriques.....

Les recommandations de conservation sont données sous forme de directives qui représentent les meilleures pratiques pour la protection de l'APU et ses éléments contre les dommages qui peuvent être causés par les conditions atmosphériques tels que l'humidité et la poussière.

Les directives sont détaillées dans le manuel d'entretien c'est le document de base qui sert à établir les procédures de conservation qui correspondent à la région et la zone géographique de l'opérateur.

Procédures De Conservation

Période de stockage.	Installez le moteur.	Engin à enlever de l'avion pour l'entretien et/ou le stockage.
De 1 jusqu'à 45 jours.	Au début de la période de stockage, faites fonctionner le moteur sans aucune vitesse réglée par charge au minimum cinq minutes.	Installez les couvercles et les prises sur toutes les ouvertures pour empêcher l'introduction de l'eau pour les corps étrangers. Référez-vous au paragraphe 6.b, étape (6) à travers (10).
De 45 jours jusqu'à 180 jours.	Au début de la période de stockage, faites fonctionner le moteur sans aucune vitesse réglée par charge pendant cinq minutes au minimum.	Pour enlever le moteur faites les procédures de conservation. Référez-vous au paragraphe 6.b.
Plus de 180 jours.	Si le moteur ne doit pas être retourné au statut utile, c'est un recommandé que le moteur soit enlevé de l'avion, préservé et stocké.	Pour enlever le moteur faites les procédures de conservation. Référez-vous au paragraphe 6.b.

Les mauvaises conditions peuvent endommager des pièces. De telles conditions sont, mais non limité:

- humidité
- haute température (excédent 125F (52C))
- carburant ou dissolvants qui ont augmenté
- vapeurs qui peuvent causer la corrosion
- efforts mécaniques
- la lumière UV

Des pièces qui ont été en mauvaises conditions doivent être examinées pour des dommages et être remplacées selon les besoins.

❖ Préparer unité pour le stockage.

1. nettoyez les surfaces externes avec un tissu propre et non pelucheux.
2. couvrez tous les ports.
3. enveloppez l'unité en papier de neutre de pH.
4. mettez les coussins aux coins pointus pour empêcher des dommages au matériel de barrière et pour emballer avec le déshydratant. Mettez la pièce dans le matériel applicable de barrière de taille.

❖ Surveiller les conditions de stockage.

1. maintenez l'unité dans un secteur partie des températures élevées, de la poussière, de l'humidité et des vapeurs corrosives.
2. la température recommandée de stockage est moins que 100F (38C) et ne doit pas être plus que 125F (52C).
3. commandez l'humidité pour empêcher l'humidité sur l'unité.
4. si le temps dans le stockage est plus de 12 mois, référez-vous à l'Essai et examinez l'unité avant qu'elle soit remise en service.

Conclusion :

Cette étude nous a permis de mieux connaître ainsi les types d'APU, et leurs domaines d'utilisation, ainsi que les engins qu'ils équipent, en particulier sur l'APU que nous avons traité comme thème pour notre thèse.

Notre travail, nous a aidé à bien connaître l'APU GTCP 331-350 qui équipe les deux types d'avions A330 et A340. En ce qui concerne le fonctionnement, le rôle, les différents systèmes, les composants, et surtout ses avantages par rapport aux autres APU.

A partir de ce travail qu'on a fait on constate, et compris tellement de choses sur le domaine des groupes auxiliaires de puissance et surtout notre APU ce qu'on constate c'est que notre APU est d'une technologie très avancée par rapport aux autres. En outre il est moins polluant pour l'atmosphère.

Ce travail nous a permis d'enrichir nos connaissances théoriques et pratiques dans le domaine, le stage qui a été dirigé par notre promoteur AMROUCHE a été effectué à la compagnie aérienne AIR ALGÉRIE nous a permis de voir et toucher l'APU ce qui nous a permis une certaine expérience pratique dans les APU.

Cette expérience nous pousse à continuer les études pour envisager l'ingénierie, par la suite la maîtrise et un doctorat et tout ça pour avoir une carrière d'étude professionnelle.

Enfin, nous espérons que notre travail apporte beaucoup de choses pour les étudiants qui suivent et pour leur donner une idée sur leurs futurs travaux.

Bibliographie :

- (1) Livre " Technical Training Manual " (dans l'Aéroport H.B)
- (2) Le site WWW.microturbo.COM
- (3) Le cd de TSM de A330
- (4) Le cd d'AMM de A330
- (5) Le CMM de l'APU GTCP 331-350(en Air Algérie)
- (6) Le MM de L'APU GTCP 331-350(en Air Algérie)