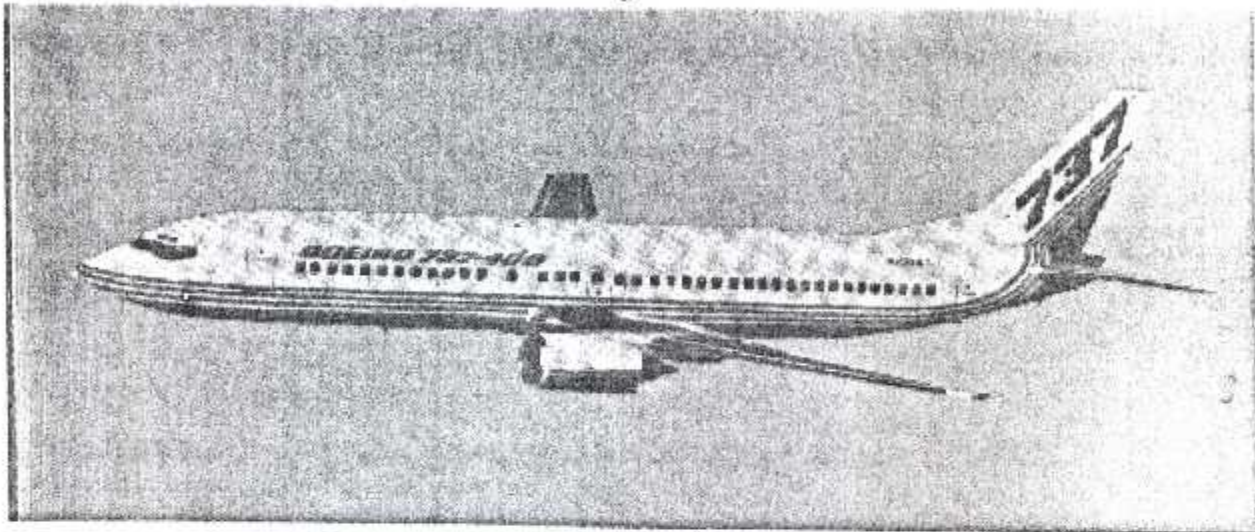


République Algérienne démocratique et populaire  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Université de Blida  
Institut d'Aéronautique  
*Mémoire de fin d'étude*



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

Option : Propulsion

Thème

Méthodologie de recherche de panne de  
l'APU

GTCP 85-129 Equipant les avions  
BOEING 737

Propose par :

Mr : S.GRINE

réaliser par :

\* Mr : AMRANE BOUALEM

Dirigé par :

Mr : S. GRINE

\* Mr : CHERIGUENE -YACINE

**PROMOTION**

2000 - 2001

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

AMRANE  
CHÉRIGUENE

Nous tenons à remercier le bon dieu, le tout puissant, de nous avoir attribué la faveur de réussir nos études.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Monsieur GRINE SLIMANE notre promoteur, de nous avoir guidé à fin de réussir ce PFE. Ainsi que les enseignants de l'institut d'Aéronautique de l'université de Blida.

Nous remercions nos parents pour leurs amour, sacrifices et soutiens.

*Amrane & Chériguene*

# D E D I C A C E S

**J**e dédie ce modeste travail à :

- *La mémoire de ma mère que dieu l'alloue dans son vaste paradis. Amen !*
- *A mon père Houcine qui m'a beaucoup soutenu pendant le trajet de mes études.*
- *A mes frères & sœurs sur tout Aissa*
- *A mon cher binôme et sa famille aimable*
- *A tout mes amis de l'institut Aéronautique et de la cité 3 Blida.*

**AMRANE BOUALEM**



# D E D I C A C E S

**J**e dédie ce modeste travail à :

*Avant tous le monde à ma chère mère RABIAA  
Qui m'a soutenu tout au long de mon trajet d'étude  
moralement, grâce à elle que je suis arrivé à mon  
but. Ainsi qu'à mon père MOHAMED qui ma soutenu  
moralement et financièrement et je lui doit  
beaucoup ; sans oublier tout membre de la famille  
CHERIGUENE et pour ma sœur & frère Mounir &  
Hind ainsi que la famille OUTALMIT – HAMZAOUI  
– TALLAS- cousins et cousines .*

*A tout les amies :*

*Je commence par mon cher binôme que je lui doit  
beaucoup BOUALEM et sa famille.*

*A DAHHOU et la famille Batata et Aissaoui  
noureddine.*

*Et à tous les amis de près ou de loin*

Chériguene Yacine

# SOMMAIRE

## *Introduction*

## *Historique*

## *Chapitre I*

### *I – Généralité sur l'unité auxiliaire de puissance A P U*

I-1.	Introduction .....	1
I-2.	Description .....	3
I-3.	Désignation .....	6
I-4.	Caractéristiques générales de l'A P U GTCP85 – 129 .....	7
I-5.	Spécification de l'A P U GTCP85 – 129 .	7

## *Chapitre II*

### *Description des éléments de l'A P U :*

II-1.	Description des éléments de l'A P U GTCP85 – 129 .....	8
II-2.	Description des éléments constitutifs de l'A P U GTCP85 – 129 .....	13
II-3.	Les commandes .....	18
II-4.	Les alarmes .....	19
II-5.	Séquence de fonctionnement .....	20

## *Chapitre III :*

### *Système et fonctionnement :*

III-1.	Circuit de démarrage .....	24
III-2.	Circuit d'alimentation en carburant .....	25
III-3.	Circuit de lubrification .....	29
III-4.	Système de soutirage .....	33
III-5.	Système de refroidissement .....	35
III-6.	Système de protection .....	37

## **Chapitre IV**

### **Système de Maintenance :**

IV - 1.	Généralité de l'A P U GTCP85 - 129 ....	38
IV - 2.	La maintenance de l'A P U GTCP85 - 129 .....	39
IV - 3.	La maintenance programmée .....	42
IV - 4.	La maintenance non programmée .....	56

## **Chapitre V**

### **Recherche de Panne :**

V - 1.	Généralité .....	59
V - 2.	Principe de recherche de panne .....	59
V - 3.	Méthodologie de dépannage .....	60
V - 4.	Méthodes de dépannage .....	61
V - 5.	Recherche de panne par l'organigramme de dépannage .....	62
V - 6.	Dépannage par la méthode du savoir - faire du mécanicien .....	66
V - 7.	Dépannage par la méthode historique .....	66
V - 8.	Les causes de l'arrêt automatique .....	67
V - 9.	La méthode analytique .....	68

## **Chapitre VI**

### **Essais du fonctionnement :**

VI - 1.	Généralités .....	69
VI - 2.	Différents tests effectués sur le GTCP85 - 129 .....	69
VI - 3.	Précautions à suivre lors des tests du fonctionnement .....	71

### **Conclusion**

### **Glossaire**

### **Abréviations**

### **Bibliographie**



# **INTRODUCTION**



## INTRODUCTION

Le sujet que nous venons de traiter dans ce présent mémoire porte sur la méthodologie de recherche de pannes d'un groupe auxiliaire de puissance monté à bord des aéronefs, appelés APU (Auxiliary Power Unit) équipant les avions Boeing 737, cet APU est vital et sert de secours comme producteur d'énergie électrique et pneumatique nécessaire au démarrage des deux réacteurs.

Après la présentation et la description détaillées du groupe auxiliaire de puissance du type GTCP85 129, le sujet se base essentiellement sur les différentes méthodes de recherche de pannes suivie aux niveaux des ateliers d'Air Algérie.

## *Historique de l'APU :*

Pendant la deuxième guerre mondiale, le domaine de l'aéronautique a connu un très grand développement, parmi les constructeurs qui ont exploité ce domaine Mr Garrett d'origine Américaine.

En 1945 les ingénieurs de GARETT ont réalisé une petite turbine à gaz qui entraîne un alternateur pour fournir de l'énergie électrique, comme ils ont vu qu'il y avait de l'air chaud au niveau de la turbine, ils voulaient l'utiliser comme un système de dégivrage au niveau des ailes, mais à cause de sa taille et son poids il a été impossible de l'utiliser.

En 1947, un groupe d'ingénieur sous le commandement de Mr WALTER – MAYER a décidé de développer cette turbine à gaz et la rend utile, ce n'est qu'après un contrat effectué avec Boeing qu'il a pu faire la première expérience de l'APU

À partir du bureau d'étude américain, les turbines ont été développées et la première série à air de type ATS35 a été utilisée par Air Graft, tandis que le GTP 50 a été réalisé par GARETT, ainsi que le GTC 43, 44 après une modification sur ces turbines, et plus tard du type alternateur le GTP 70.

Le problème fut résolu en 1949 avec la participation des deux américains MM. WOOD et DALLEN BECH qui ont été couronnés d'une médaille pour leur contribution dans l'évolution des turbines à gaz, c'est ainsi qu'à la fin Mr WOOD a créé le GTCP 85 à travers le monde.

**CHAPITRE I**  
**Généralités Sur L'unité**  
**Auxiliaire De Puissance**  
**APU**

I-1-Introduction :

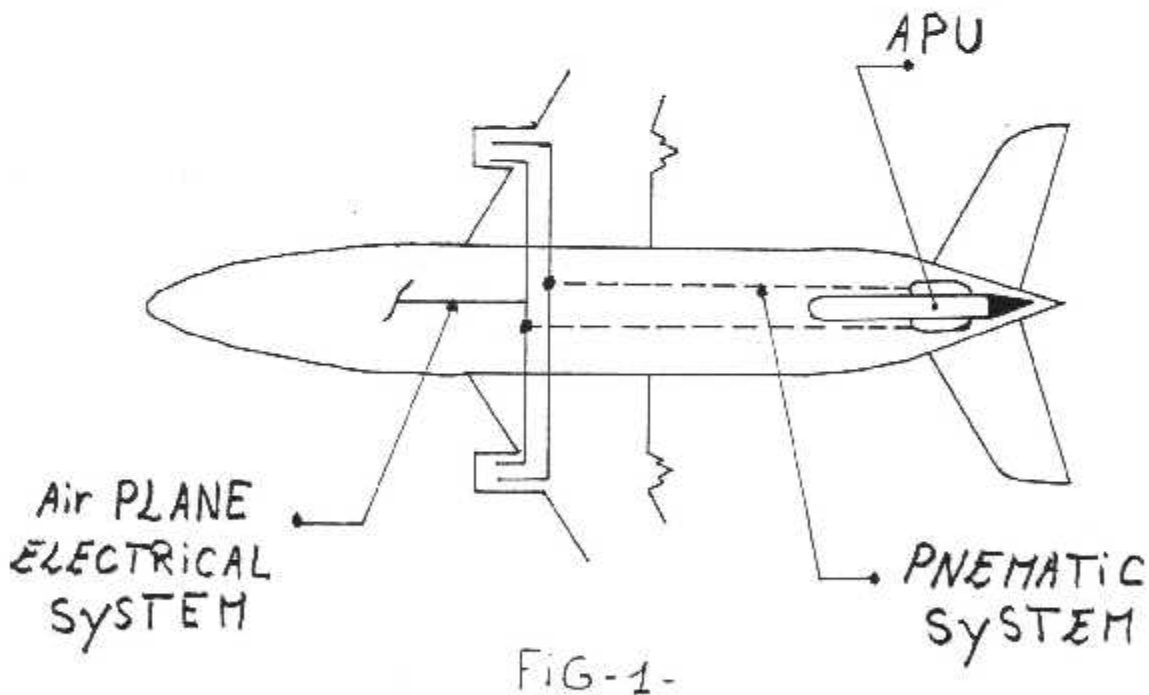
L'unité de puissance auxiliaire, appelés aussi : APU selon la terminologie anglo - saxonne (Auxiliary Power Unit) considéré comme un petit moteur qui fournit deux types d'énergies : (voir Fig - 1)

1- **Énergie Pneumatique :**

2- **Énergie Électrique :**

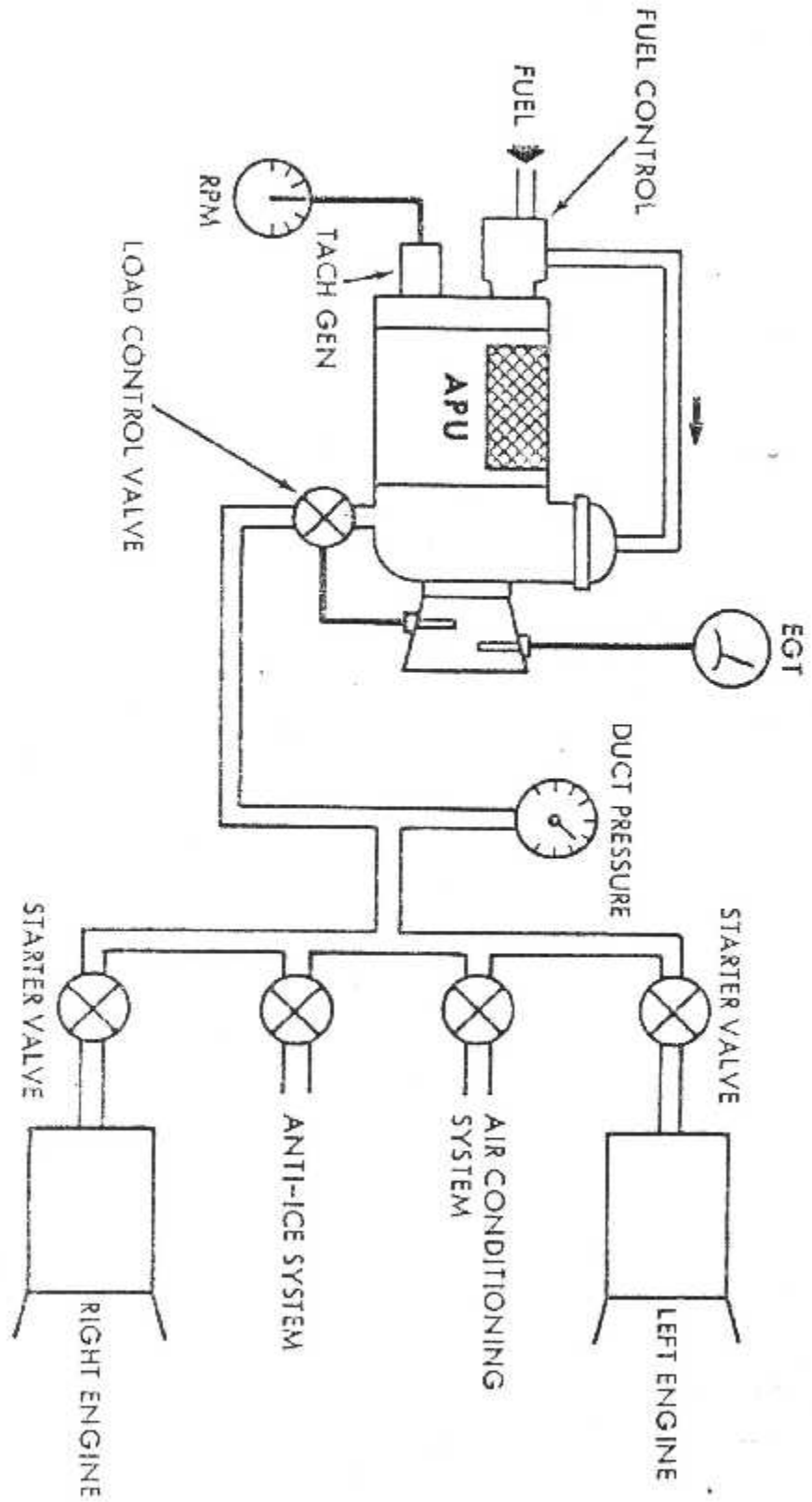
La première énergie assure le démarrage du réacteur ainsi que la climatisation de la cabine.

La deuxième énergie est utilisée pour l'éclairage de l'avion.





Utilisation de l'énergie Pneumatique : Voir Fig - 2



I-2 - Description :

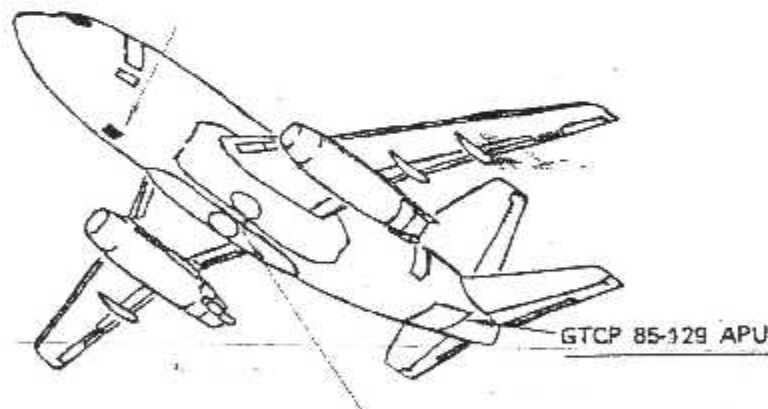
Il existe deux types générations APU :

<b>1- Génération GTCP85 :</b>	129	→	B737
	98ck	→	B727
	185L	→	Hercule
<b>2- Génération GTCP331 :</b>	250F	→	Air Bus A310
	200ER	→	B767

Pour une étude plus détaillée, nous avons choisi le GTCP85 - 129 qui équipe essentiellement les services d'avion Boeing 737, ce type d'APU est destiné à fournir du courant électrique ainsi que de l'air sous - pression pour l'alimentation du système pneumatique.

L'APU est utilisable tant en vol qu'au sol.

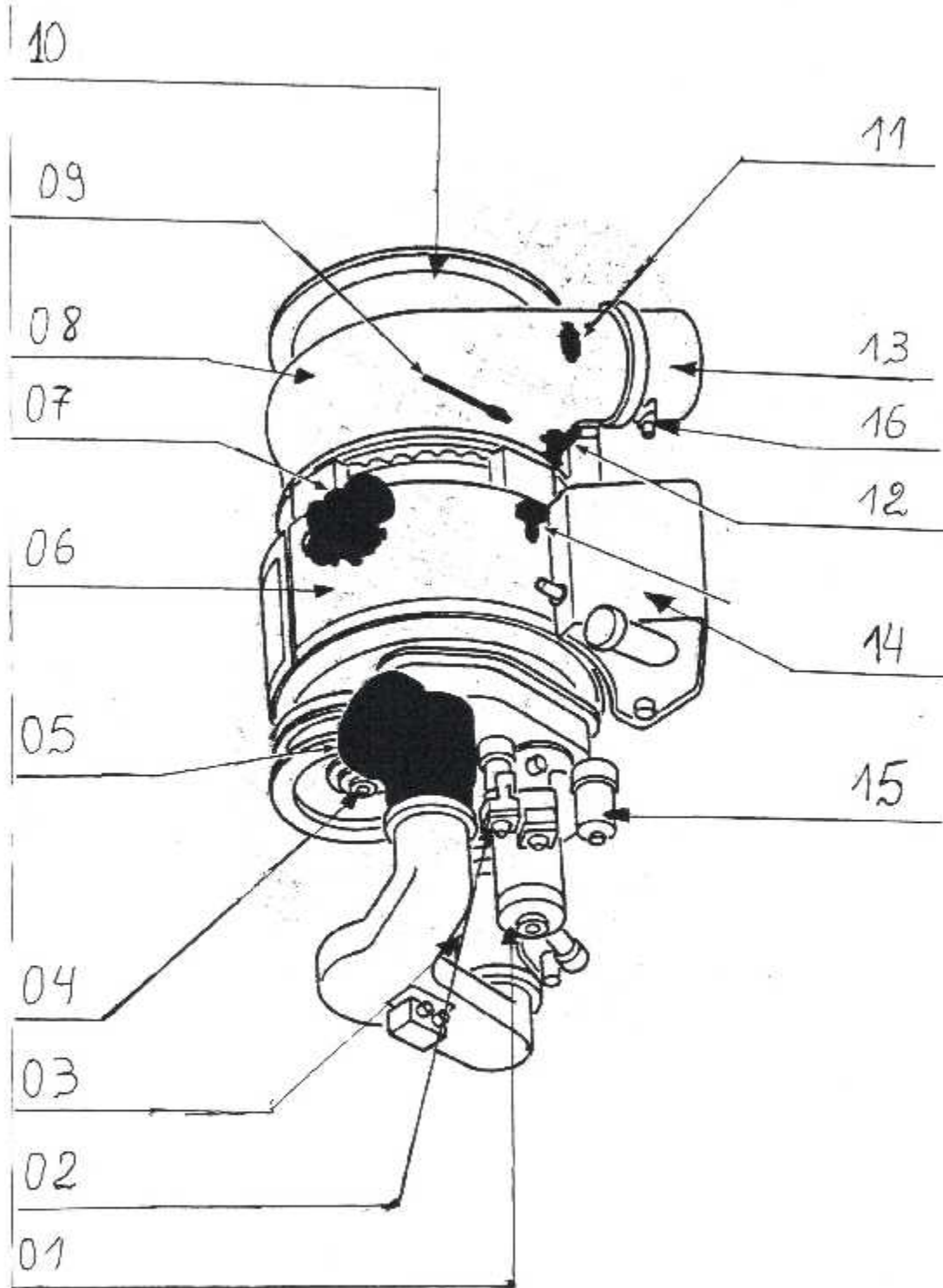
Il est logée dans le cône de queue du compartiment 49 de l'avion à l'arrière de la cloison forte arrière du fuselage. (Voir Fig - 3)



L'APU GTCP85 - 129 est composé essentiellement :

- Un carter d'entrée d'air fixé sur le carter diffuseur
- Un compresseur centrifuge simple corps pour l'ensemble basse pression. (BP)
- Un compresseur centrifuge double corps (haute pression) (HP)
- Chambre de combustion.
- Une turbine centripète.
- Une conduite d'échappement (tuyère d'éjection)

En dehors de ces éléments, l'APU possède un système d'allumage, de démarrage, d'alimentation en carburant, un circuit de graissage, de refroidissement et un système de contrôle.





Légende : (APU – GTCP85 – 129) :

<i>Repère</i>	<i>Désignation</i>
1	Démarrreur
2	FCU (système de régulation carburant)
3	Radiateur
4	Ventilateur
5	Flasque alternateur
6	Enveloppe entrée d'air
7	Vanne de soutirage
8	Plénum de turbine
9	Sonde EGT (température des gazes d'échappement)
10	Tuyère d'éjection
11	Thermostat pneumatique
12	Boite d'allumage
13	Chambre de combustion
14	Réservoir d'huile
15	Pompe d'huile
16	Bougie d'allumage

I – 3 – Désignation du : GTCP85 – 129 :

GT

→ Turbine à gaz (gaz Turbine)

C

→ Possibilité d'obtenir le soutirage d'air sous pression  
(compressor)

P

→ Possibilité d'obtenir la puissance sur l'arbre (Shaft Power)

85

→ Famille

129

→ Configuration spécifique

**I- 4 – Caractéristiques Générales de l'APU (GTCP85 – 129) :**

➤ **Dimensions :**

- Longueur : 1.08 m
- Largeur : 0.67 m
- Hauteur : 0.53 m
- Poids : 142 Kg

➤ **Vitesse de rotation :**

- A vide : 41200 Tr / mn 100 %
- En charge : 40400 Tr / mn 98 %
- Vitesse maximale : 42000 Tr / mn

➤ **Consommation carburant :**

- A vide : 112 L B / H
- En charge : 350 L B / H

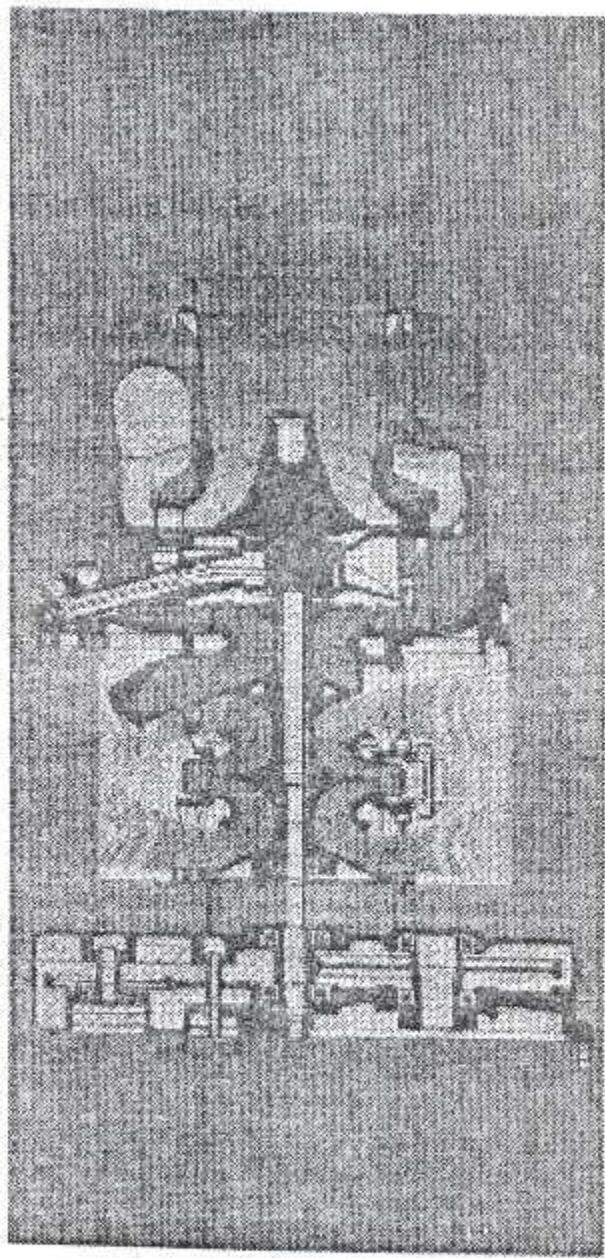
**I- 5 – Spécification de l'APU GTCP85 – 129 :**

L'APU GTCP85 – 129 est utilisé sur le Boeing 737 est une turbine à gaz de faible puissance.

En vol les charges électriques et pneumatiques sont en fonction de l'altitude.

- De 3048 m (10.000 FT) ; électrique et pneumatique.
- De 3048 m à 5182 m (10.000 à 17.000 FT) ; électrique ou pneumatique.
- De 5182 m à 10668 m (17.000 à 35.000 FT) ; uniquement électrique.

**CHAPITRE II**  
**Description Des**  
**Eléments de l'APU GTCP**  
**85-129**



*APU GTCP 85-129*



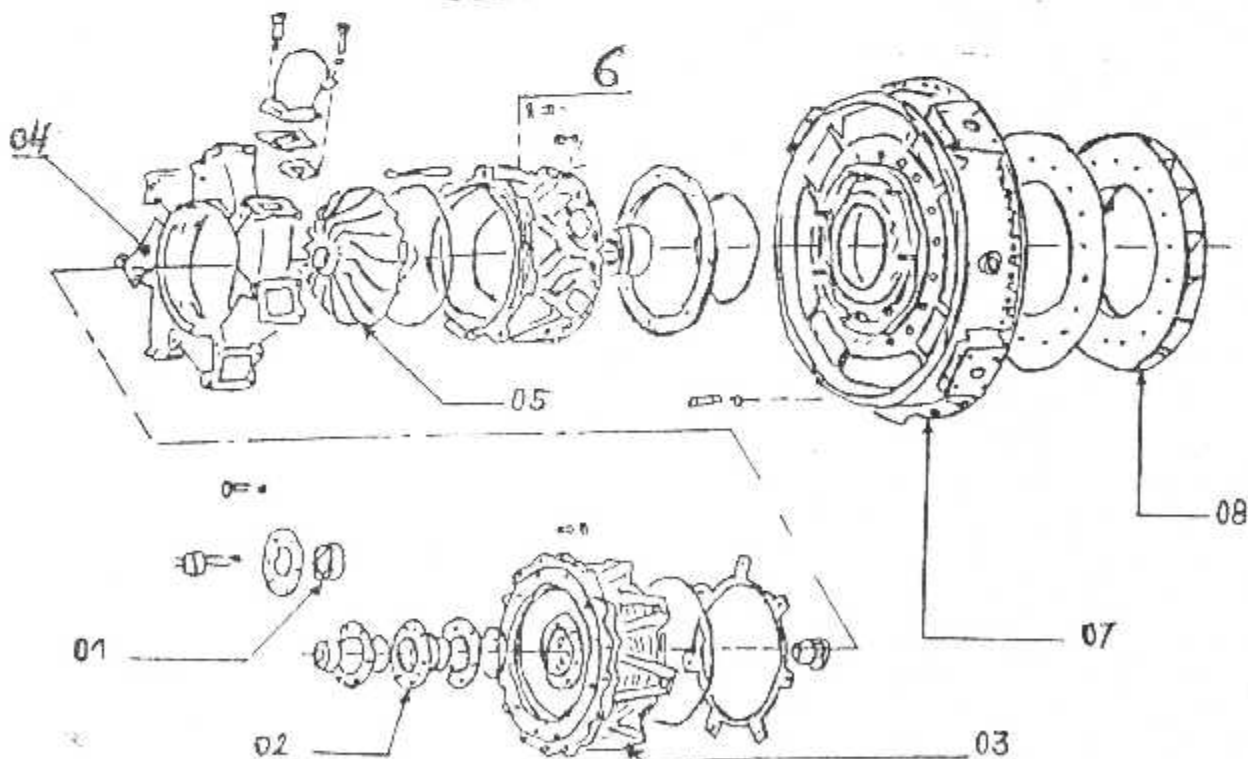
### II – 1 – Description Des éléments constitutifs de l'APU :

L'APU est constitué essentiellement d'un compresseur centrifuge à deux étages d'une chambre de combustion et d'une turbine centripète à un étage.

#### - A – Compresseur :

- Le compresseur est composé de deux étages centrifuges séparés par un diffuseur.
- Le 1<sup>er</sup> étage (compresseur BP) se compose de deux rouets montés dos à dos (montage en parallèle) alimenté individuellement par une entrée d'air double (enveloppe d'entrée) cette disposition permet d'augmenter le débit d'air traité par l'APU.

Des passages multiples (sept conduits d'air) reliant le premier étage au deuxième étage, le diffuseur premier étage freine d'air avant l'admission dans le second étage de compression (compresseur HP) ; l'air peut – être soutiré à la sortie de cet étage soit par la vanne de soutirage ou par la vanne de décharge (en vol uniquement)

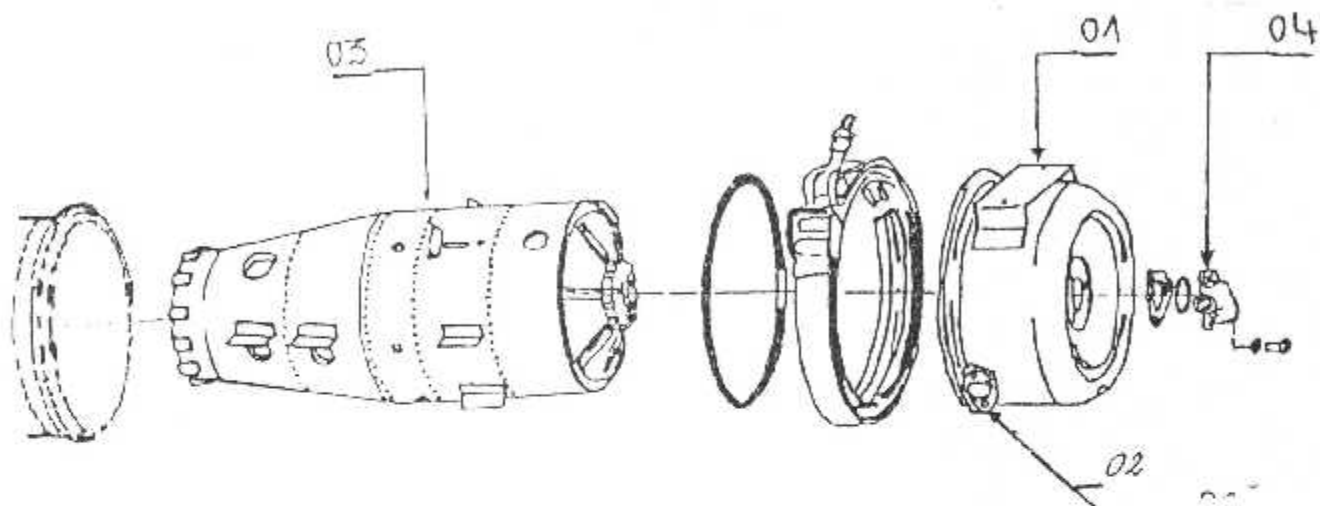


<i>Repère</i>	<i>Désignation</i>	<i>Matière</i>	<i>Observation</i>
1	Roulement palier avant	Acier	A changer à chaque 5000 H (RG)
2	Joint	Carbon	A changer à chaque 5000 H (RG)
3	Rouet entrée d'air	Alliage magnésium	Inspection réparation tolérance + selon
4	Diffuseur 1 <sup>er</sup> étages	Alliage magnésium	Inspection réparation tolérance + selon
5	Rouet du compresseur BP	Titane	Inspection réparation tolérance + selon
6	Carter inter étage	Alliage magnésium	Inspection réparation tolérance + selon
7	Carter diffuseur 2 <sup>ème</sup> étage	Alliage magnésium	Inspection réparation tolérance + selon
8	Diffuseur 2 <sup>ème</sup> étage	Alliage magnésium	Inspection réparation tolérance + selon

### *Ensemble Compresseur Turbine*

#### *- B – Chambre de Combustion :*

Le tube à flamme est monté à l'arrière et à la partie inférieure de l'APU dans une cavité (chambre de combustion) elle est alimentée par une conduite qui entoure l'arrière de l'APU (enveloppe turbine) et qui sert de chambre de tranquillisation, environ 20 – 25 % de débit d'air et amené dans la chambre et sert à la combustion le reste de l'air est utilisé pour refroidir la chambre et les gaz de combustion, cette dernière est équipée d'un glisseur double (injecteur) d'une bougie d'allumage et d'un drain.



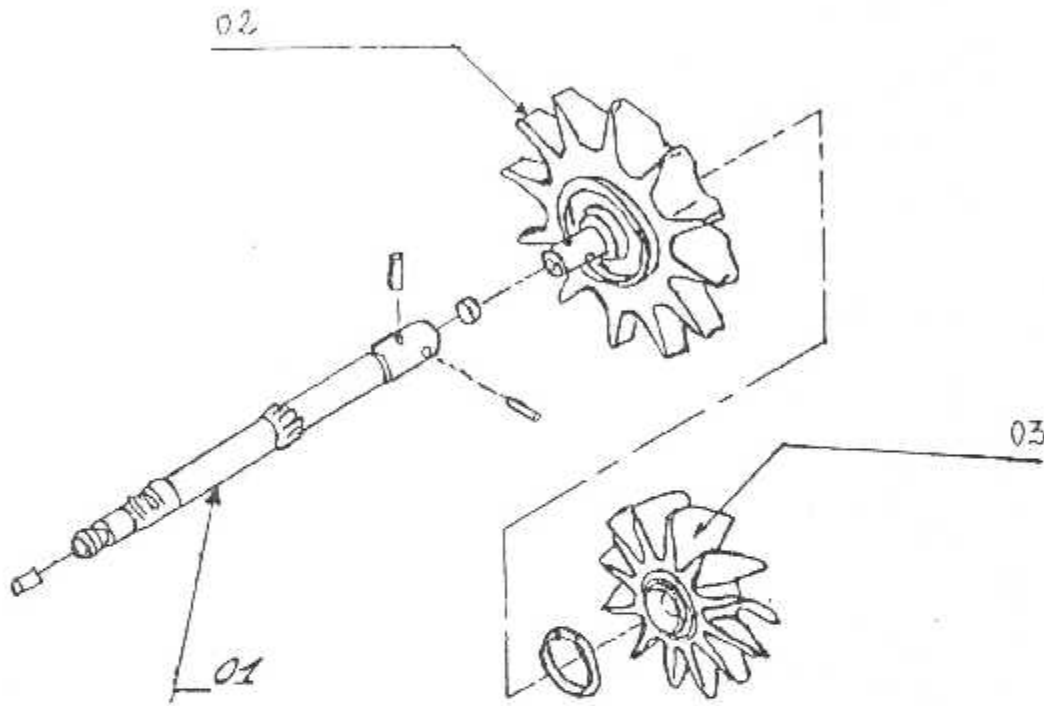
Repère	Désignation	Matière	Observation
1	Calotte	CRES 347 Mil – S – 621	Crique au niveau de la soudure déformation
2	Bougie d'allumage	Constructeur champion réf : CH31723	A changer chaque 5000 H
3	Tube à flammes	CRES N – 155 (AMS 5532)	Inspection + réparation : crique, brûlure points chauds arrachement anneau
4	Injecteur	A : AL – Alloy composition 3(356)	Inspection + réparation, test d'étanchéité et de débit et angle de jet.

### Chambre de Combustion



- *C – Turbine :*

La turbine est constituée de deux pièces (rouet turbine et expulseur) ; montés sur le même axe qui est accouplé à l'arbre du compresseur, elle est alimentée par une volute (turbine torus) placée à la sortie de la chambre de combustion des aubes fixes (NOZZLE BOX) distribuent les gaz autour de la turbine.

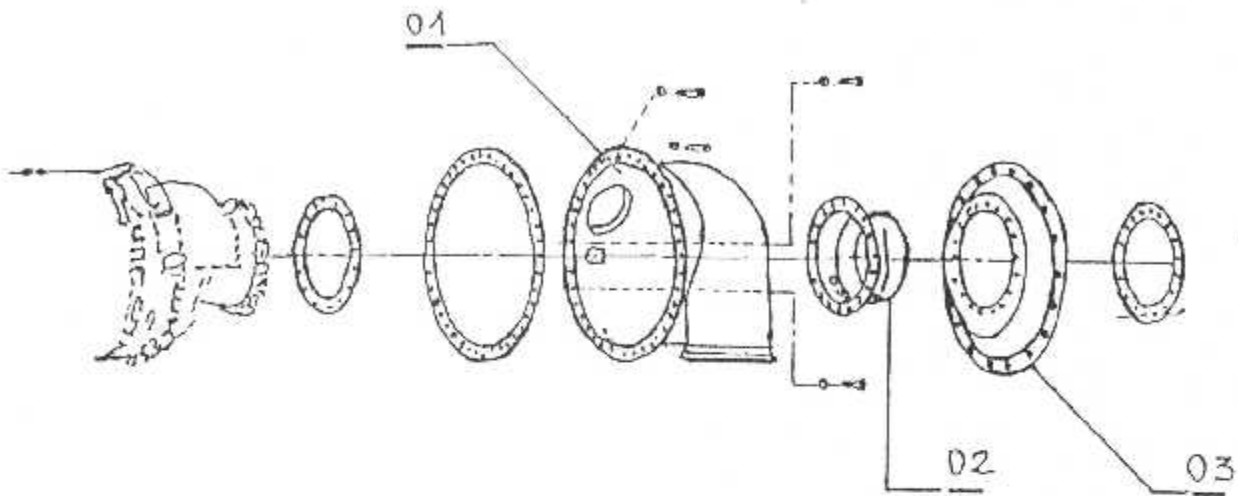


<i>Repère</i>	<i>Désignation</i>	<i>Matière</i>	<i>Observation</i>
1	Arbre	Titane AMS 4928	Suite a des constatations ateliers que les turbines sont généralement craquées à 5000 H
2	Rouet de turbine	Waspaloycond A5425	
3	Expulseur	Inconel 713 Lc	

*Ensemble Arbre rouet de turbines*

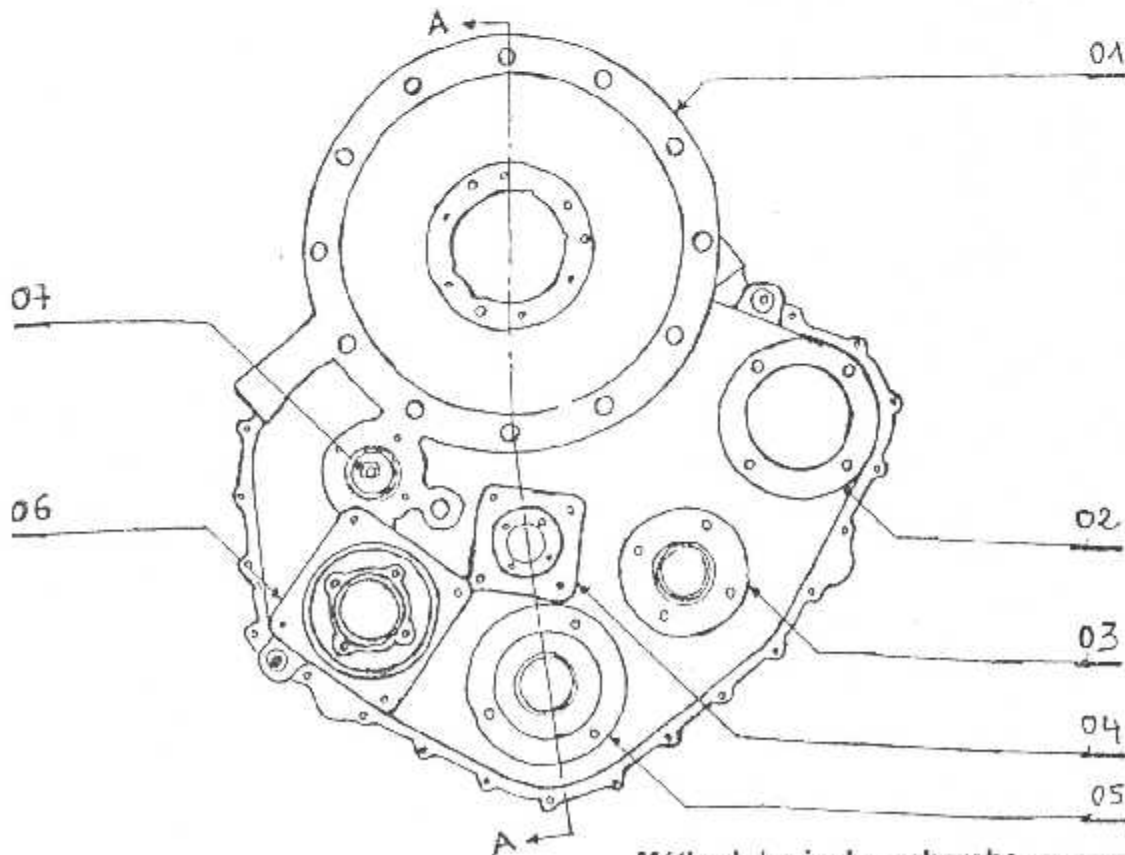
- *D – Échappement :*

Un tuyau court (conduite de queue) amène les gaz de combustion jusqu'au tuyères d'échappement qui est logés dans le cône de queue.



Repère	Désignation	Matière	Observation
1	Plénum de turbine	CRES 347 (MiL - S - 67 21)	Inspection +
2	Tuyère d'éjection	CRES 347 (MiL - S - 67 21)	réparation
3	Baffle porte palier	CRES 347 (MiL - S - 67 21)	suitant tolérance

*Partie chaude – Tuyère d'éjection*





- Un auxiliaireur qui simule un 110 % lors d'un arrêt volontaire de l'APU.
- Certains interrupteurs électroniques sont tarés à 50 % au lieu de 35 %

### **II – 2 – 3. Alimentation En Air :**

#### **a) Porte d'entrée d'air (In let Door) :**

Une porte à deux positions non complètement ouverte, complètement ouverte (not ful open, ful open) permet l'alimentation en air de l'APU.

#### **b) Actuator de commande de la porte (Door actuator) :**

Cet actuator électrique commande la porte. Il est toujours alimenté tant lors de l'ouverture que lors de la fermeture après l'APU fuel valve du réservoir à carburant N° 01.

En cas d'incendie, l'actuator referme automatiquement la porte.

#### **c) Interrupteur de commande de la porte (Door Switch) :**

### **II – 2 – 4. Démarrage :**

a) L'APU est démarré par un moteur électrique (stater) alimenté directement par la batterie de bord ou si nécessaire par un groupe de sol 28 VDC.

#### **b) Relais de Démarrage (stater relay) :**

Ce relais raccorde le démarreur à la batterie pour autant que la porte d'entrée (l'in let Door) soit complètement ouverte.

Le relais est d'exciter et le démarreur s'arrête à 50 % de la vitesse de rotation.

#### **c) Look out relay:**

Ce relais prépare le circuit du relais de démarrage et par conséquent la séquence de démarrage.

Il ne peut s'exciter que :

- Si la porte d'entrée n'est pas complètement ouverte.
- S'il n'y a pas de condition d'incendie.
- S'il n'y a pas de condition de sur vitesse précédente a été effacée.

- Le relais empêche le démarrage de l'APU.
- Si une tentative de démarrage se fait après ouverture complète de la porte d'entrée d'air.

**d) Délais de 60 secondes (60 seconds time delay) :**

Ce dispositif coupe automatiquement la séquence de démarrage si le démarreur reste alimenté 60 secondes.

**II – 2 – 5. Allumage :**

La boîte d'allumage transforme les 28 VDC appliqués en courant alternatif à haute tension et l'applique à la bougie.

L'allumage fonctionne lorsque la pression d'huile de lubrification atteint 4.5 PSI environ (10 % RPM) ; Il est coupé à 95 % du RPM.

**II – 2 – 6. Circuit De Lubrification :**

Ce circuit est destiné à la lubrification et au refroidissement des supports de l'APU et de l'entraînement des accessoires.

Le circuit comprend :

- Un réservoir.
- Une pompe de mise sous pression.
- Un filtre
- Une pompe récupération double.
- Un radiateur refroidi à l'air.

**a- Interrupteur de Pression d'huile (Switch Oil Pressure) :**

Cet interrupteur permet à l'allumage de fonctionner et l'ouverture de la valve solénoïde carburant lorsque la pression d'huile devient suffisante (4.5 PSI)

**b- Interrupteur de Baisse pression d'huile :**

Lorsque la pression d'huile devient trop faible et que l'APU fonctionne en régime (RPM > 95 %) cet interrupteur ( à condition que l'EGT ne soit pas excessif)

Allume des alarmes au cockpit.

Arrête l'APU après une temporisation de 10 S une alarme est maintenue lorsque l'APU est arrêté.

Au démarrage cette même alarme doit s'allumer aussi longtemps que la pression d'huile est insuffisante.

**c- Interrupteur de température d'huile :**

En cas de sur chauffe d'huile (124° C) cet interrupteur :

Allume des alarmes au cock pit.

Arrête automatiquement l'APU.

Les alarmes restent allumés lorsque la sur chauffe disparaît.

**d- Interrupteur de niveau d'huile :**

Cet interrupteur allume une étiquette au cock pit en cas de manque d'huile de lubrification.

**II – 2 – 7. Système carburant :**

**a- Pompe de Gavage APU (APU Boost pump)**

**b- Valve de Carburant APU (APU Fuel valve)**

Cette valve a commande électrique raccorde l'APU au réservoir N° 01. Après ouverture (fermeture) elle transmet l'alimentation à l'actuator de la porte d'entrée d'air.

La valve se ferme en cas d'incendie.

**c- Réchauffeur (Fuel Heater) :**

Cet échangeur maintient la température du carburant entre certaines limites grâce à une valve modulante (control valve)

**d- Pompe carburant (Fuel Pump) :**

La pompe assure la mise sous pression du carburant.

**e- Contrôle carburant (Fuel Control) FCU :**

Le régulateur contrôle la phase d'accélération de l'APU (RPM < 95 %) et maintient la vitesse de rotation plus ou moins constante en charge (RPM < 95 %)

**II – 2 – 8. Système de Refroidissement :**

Le circuit assure le refroidissement de la génératrice du radiateur d'huile et de capots de l'APU.

**a- Ventilateur (cooling fan) :**

Force l'air à travers les éléments à refroidir.

**b- Ventilateur S. O. V (cooling Air S. O. V) :**

Permet au circuit de fonctionner, dès que la pression de sortie du compresseur dépasse une valeur déterminée  $P = 50 \text{ PSI}$  ; coupe le circuit de refroidissement à chaque arrêt de l'APU.

**II – 2 – 9. Circuit d'air :**

Ce circuit d'air permet de soutirer de l'air à l'arrière du compresseur.

**a- Valve de soutirage d'air (bleed air valve) :**

Cette valve modulante raccorde l'APU au système pneumatique de l'avion.

Elle s'ouvre :

- Si le RPM dépasse 95 %
- Lorsqu'il y'a une demande de soutirage d'air (interrupteur de soutirage d'air)

La valve se ferme à chaque arrêt de l'APU.

**b- Contrôle Thermostat :**

- Referme progressivement la valve de soutirage d'air en cas de sur charge de l'APU.
- EGT excessif.

**c- Immersion thermos couple:**

Mesure l'EGT.

**d- Interrupteur de sur chauffe (Over temperature Switch) :**

Cet interrupteur électrique est alimenté par les thermocouples est destinés en cas d'EGT excessif.

- A ferme la valve de soutirage d'air.
- A ouvrir la valve solénoïde.

**e- Vanne de décharge (signe bleed valve) :**



Dispositif anti - pompage s'ouvrant :

- Si l'avion est en sol
- Lorsque le RPM dépasse 95 %
- Si la valve de soutirage d'air est fermée.

**II – 2 – 10. Indicateur des températures des gaz d'échappement (EGT indicator) :**

Renseigne la température totale des gaz d'échappement placé sur l'Over Head panel.

- Détection incendie
- Lorsque la détection incendie fonctionne.
- La séquence de démarrage incendie est interrompue.
- La valve de carburant APU se ferme et ensuite la porte d'entrée d'air.

**II – 3 – Les Commandes :**

Les commandes de l'APU sont réunis sur le Over Head panel, sur le ground control panel (remontge panel) sur l'aft electric panel et dans l'électronics compartiment.

**1- Interrupteur principal de l'APU (APU master Switch) :**

L'interrupteur principal à 3 positions – Off – On – Start – est sur le Foward Over Head panel, il est à rappel de Start – vers – On.

**a- Start :**

Le circuit de démarrage est préparé.

Le circuit de contrôle est armé.

**b- On :**

La valve de carburant d'APU s'ouvre et ensuite la porte d'entrée d'air

La pompe de gavage APU démarre.

Les circuits du remote fire switch et les alarmes sont armées.

**c- Off :**

La valve de la pompe de gavage de l'APU se ferme et ensuite la porte d'entrée d'air.



L'interrupteur électronique simule une vitesse (Over speed) ce qui arrête l'APU.

Les alarmes sont désactivées (sauf survitesse)

### **2- Interrupteur de Soutirage d'air APU (APU bleed air switch) :**

Cet interrupteur On – Off est à droite du ForWard Over Head panel en On. Il permet l'ouverture de la valve de soutirage si :

➤ La vitesse de rotation est supérieure à 95 % RPM.

### **3- Interrupteur de Batterie (Battery Switch) :**

L'interrupteur de batterie est également placé sur l'Over Head panel. Il permet de raccorder la batterie à 28 VDC et alimenter ainsi les circuits électroniques de l'APU aussi longtemps que l'APU n'est pas disponible.

### **4- Interrupteur de coupe Feu (APU fire Switch) :**

Cet interrupteur de coupe feu normal est sur l'aft électronique panel. La position feu explique qu'il existe l'équipement d'arrêt automatique et un relais ce qui arrête l'APU.

### **5- APU remote fire Switch:**

Un deuxième interrupteur de coupe feu placé sur le contrôle panel dans le logement train à droite, il s'agit de la même façon que l'interrupteur sauf que l'interrupteur principal doit être soit en On ou en Start.

### **6- Interrupteur de survitesse (Over speed reset Switch) :**

Cet interrupteur est placé sur un équipement électronique dans l'électronique compartiment.

Il doit être utilisé au sol après un arrêt automatique dû à une survitesse. Si l'on veut réutiliser l'APU.

### **II – 4- Alarmes :**

Les alarmes sont placées sur le forWard panel et sur le glare Shield.

Elles ne peuvent fonctionner que si l'interrupteur principal n'est pas en position Off (sauf la survitesse)

**Over Head panel:**

**a- Baisse quantité d'huile (Low Oil Quantity) :**

Allumée si le niveau d'huile dans le réservoir devient inférieur à une valeur déterminée (0.5 litres)

**b- Baisse de pression d'huile (Low Oil Pressure) :**

Allumée à l'arrêt et au démarrage de l'APU. En régime s'allume lorsque la pression d'huile devient insuffisante.

**c- Haute température d'huile (High Oil Temperature) :**

Allumée en cas de surchauffe d'huile. Reste allumé à l'arrêt de l'APU, même lorsque la surchauffe disparaît.

La survitesse (Over speed) se produit lorsque :

- L'APU est arrêtée par une survitesse 110 %.
- L'APU est arrêtée volontairement avant d'atteindre 95 % du RPM que la valve de carburant est fermée.

**II – 5 – Séquence de fonctionnement :**

**II – 5 – 1. Démarrage et accélération :**

**a- L'interrupteur principal en Start Si :**

La pompe de gavage APU démarre pour autant que l'on n'utilise pas l'aspiration de la pompe de gavage du réservoir N° 1.

La valve de carburant pour l'APU s'ouvre et ensuite la porte d'entrée d'air (In let Door). Le circuit de démarrage est armé. La protection d'arrêt automatique est déverrouillée et le circuit d'alimentation électrique est armé.

Le circuit des alarmes est armé et l'étiquette baisse pression d'huile (3, 4.5, 5 PSI) s'allume.

**b- L'interrupteur principal en On :**

Dés que la porte d'entrée d'air est complètement ouverte :

- Le relais de démarrage est excité et l'APU démarre.
- Le loock out relay est désexcité.
- Les 90 secs time Delay est alimenté.

Lorsque la pression d'huile atteint 4.5 PSI l'allumage fonctionne et la valve solénoïde carburant s'ouvre la combustion est réalisée à partir de 10 % du RPM, une certaine poussée s'exerce sur le rouet de turbine après passage (air – carburant) par le distributeur turbine du mélange brûlé, ceci donne naissance à un moment qui entraîne l'ensemble compresseur basse pression, compresseur haut pression et (Gear Box)

Le rouet du compresseur basse pression aspire de l'air à travers l'entrée d'air et envoie vers le diffuseur premier étage, un air s'écoule ensuite vers le compresseur haut pression et le diffuseur deuxième étage pour aller à la chambre de combustion afin d'obtenir le mélange air carburant puis la combustion.

Le cycle ainsi décrit se répète, ce qui permet le fonctionnement de l'APU en tant que turbo – compresseur.

Le compresseur haut pression comprime l'air ainsi que le compresseur basse pression à travers l'entrée d'air à une certaine pression bien déterminée, pour avoir une quantité d'air suffisante à ce qu'on puisse avoir la combustion (1 kg de carburant pour 14.9 kg d'air) au niveau de la chambre de combustion.

La turbine centrifète transforme l'énergie thermique des gaz en énergie mécanique permettant l'entraînement de l'ensemble rotatif. Compresseur basse pression et haut pression et des accessoires au niveau de la boîte d'engrenage.

Le régulateur de carburant règle le débit de carburant pour contrôler la phase d'accélération assistée par le contrôle thermostat (limiter d'accélération au niveau du FCU) dès que la pression de refoulement du compresseur atteint 7 PSI la vanne de décharge s'ouvre. À 90 % du RPM l'interrupteur centrifuge coupe l'alimentation du démarreur et de délais du temps.

L'étiquette de basse pression d'huile s'éteint à 55 PSI de pression d'huile à 95 % du RPM.

L'allumage est coupé.

La protection basse pression d'huile et les circuits de la vanne de soutirage sont armés.



Le selector de la valve solénoïde se ferme et isole le contrôle thermostat du régulateur carburant.

Un relais (95 % relay) arme le circuit d'arrêt volontaire de l'APU, ce relais s'autoexcite ensuite en court circuitant les conditions 95 % et EGT excessif.

La génératrice de l'APU peut être utilisée, le générateur amène l'APU à 100 % de sa vitesse.

### **II – 5 – 2. Fonctionnement En régime :**

La vanne de soutirage s'ouvre lorsque l'interrupteur de la vanne de soutirage est mis On.

Le régulateur de carburant maintient plus au moins constante la vitesse de rotation.

En cas de surcharge (EGT trop élevée) le contrôle thermostat referme progressivement la vanne de soutirage.

Si l'EGT devient excessif, l'interrupteur de surchauffe ouvre le selector de la valve selenoïde et referme la vanne de soutirage.

La vanne de décharge s'ouvre si la vanne de soutirage est fermée.

#### **- Arrêt manuel de l'APU :**

Laisser tourner l'APU pendant une minute sans charge avant de l'arrêter.

#### **a- L'interrupteur Principal en Off :**

L'oscillateur de l'interrupteur électronique est alimenté et le relais à 95 % et simule une survitesse (110 %) ce qui coupe le circuit électrique de l'APU (fermeture valve solénoïde carburant)

- Le circuit d'arrêt se verrouille.
- La valve carburant se ferme et ensuite la porte d'entrée d'air.

#### **b- L'interrupteur d'incendie en feu :**

Les interrupteurs qui existent ferment la valve carburant et ensuite la porte d'entrée d'air, ils agissent sur la protection d'arrêt automatique qui se verrouille et ferme la valve selenoïde carburant.

**c- L'interrupteur batteries en Off (au Sol) :**

Cet interrupteur agit de la même façon sur la protection d'arrêt automatique.

**Arrêt automatique :**

Tous les dispositifs agissent sur l'équipement de protection qui se verrouille et ferme la valve selenoïde carburant pour arrêter l'APU.

Les master caution lights et l'annunciator light APU s'allument sauf en cas d'incendie et en cas de démarrage prolongé.





**CHAPITRE III**  
**Systemes**  
**et**  
**Fonctionnement**

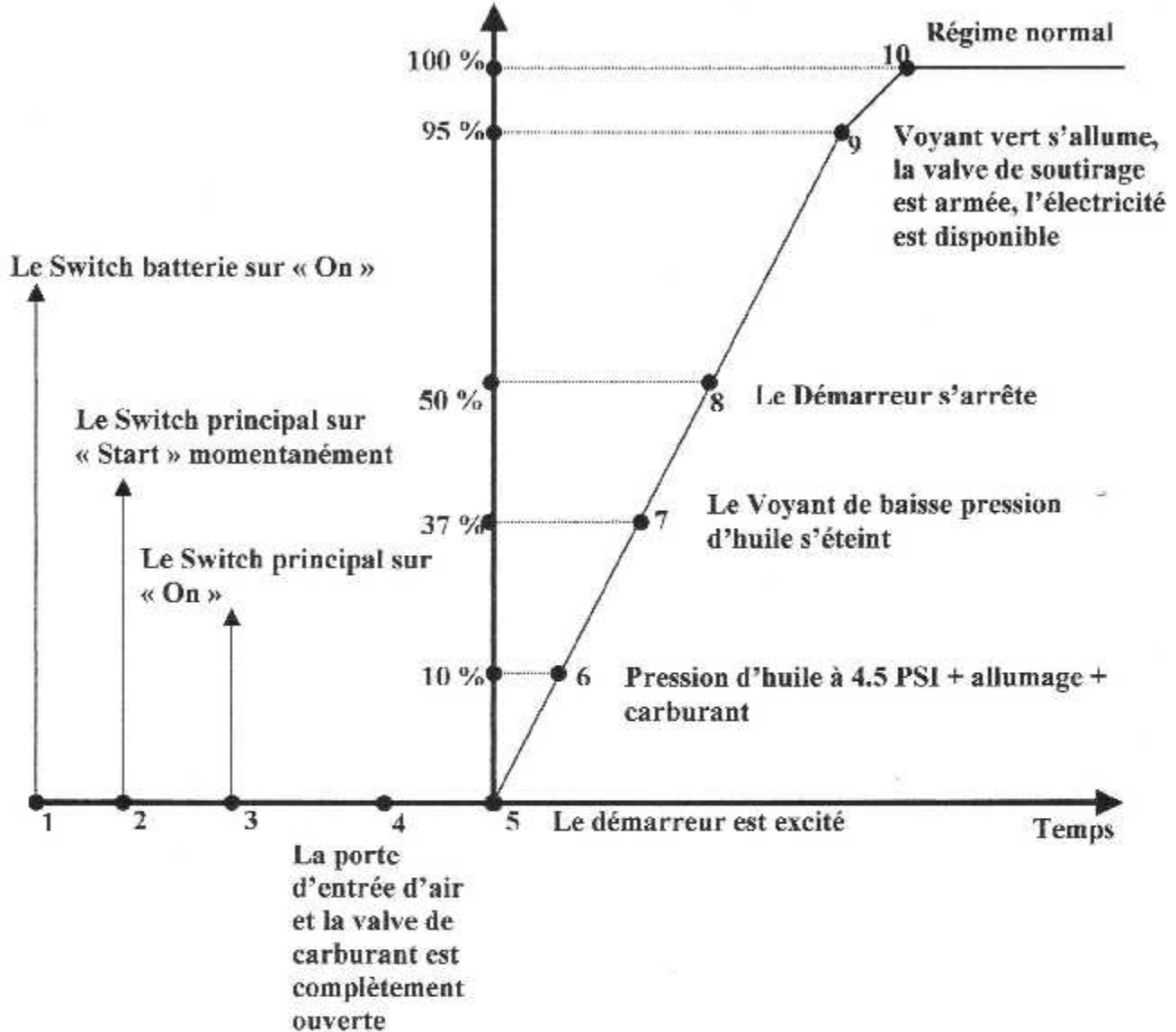
### III – 1 – Circuit de démarrage :

#### *III – 1 – 1. Les procédures de mise en marche :*

Pour alimenter les circuits de commande et l'interrupteur principal, on positionne le Switch batterie sur la position « On » après avoir placé momentanément le Switch principal sur la position « Start » ensuite on le remet à la position « On ». Ceci permettra à la valve carburant de s'ouvrir avec la porte d'entrée d'air. Lorsque cette dernière est complètement ouverte, la batterie est connectée au démarreur et l'APU commence à tourner en régime d'accélération.

- Approximativement de 10 % RPM.
  - ☞ La pression d'huile augmente à 4.5 PSI.
  - ☞ Le Switch de basse pression d'huile (LOP1) se ferme.
  - ☞ La valve solénoïde carburant s'ouvre.
  - ☞ La bougie d'allumage est excitée.
- A 37 % du régime de rotation le Switch de basse pression d'huile (LOP2) s'ouvre et le voyant de basse pression d'huile s'éteint à 55 PSI de pression d'huile.
- Approximativement de 50 % RPM.
  - ☞ Le Switch centrifuge s'ouvre.
  - ☞ Le moteur démarreur est limité par un circuit temporisateur (60 seconds time Delay)
- A 95 % RPM le circuit pneumatique et électrique est ARMED c'est à dire l'APU est disponible de fournir les deux énergies ; dans cette phase l'allumage est coupé.

**III – 1- 2. Séquence de Démarrage :**



**III – 2 – Circuit d'alimentation en carburant :**

**III – 2 – 1. Description :**

Le circuit du carburant est utilisé pour l'alimentation de la chambre de combustion avec le carburant du réservoir N° 1 de l'avion, le circuit est constitué :

- ☞ D'une pompe de gavage APU (Booster pump)
- ☞ Une valve de carburant (fuel valve)
- ☞ une pompe et un régulateur carburant (FCU)
- ☞ Un filtre et un réchauffeur carburant

- ☞ Un gicleur double (flux primaire et flux secondaires)
- ☞ Diverse valve (by pass, relief)
- ☞ Un solénoïde carburant.

### III - 2 - 2. Principe du fonctionnement :

L'alimentation de l'APU en carburant se fait à partir de réservoir N° 1 de l'avion, on actionne la pompe de gavage carburant de l'APU, le carburant est transféré à travers la valve du carburant vers le réchauffeur du carburant, ce dernier reçoit l'air à partir du compresseur pour réchauffer le carburant, après l'alimentation passe par un filtre qui est équipé d'une by pass s'ouvre lorsque le filtre est colmaté.

Le carburant passe au niveau de FCU.

Ce système est destiné :

À contrôler la phase d'accélération (RPM < 95 %) tout en évitant la surchauffe.

À garder plus au moins constante la vitesse de rotation (RPM) lorsque la charge de l'APU varie.

Le carburant est transféré à travers la pompe qui est équipé d'une relief valve, cette dernière s'ouvre lorsque la pression de carburant atteint 490 PSI. Après il passe par la valve solénoïde carburant, qui s'ouvre à 10 % RPM et se ferme chaque fois l'APU est arrêté. Au niveau de la chambre de combustion, le carburant est pulvérisé par un injecteur à deux orifices :

- ☞ Un orifice intérieur débite le flux primaire.
- ☞ Un orifice extérieur représente le flux secondaire.

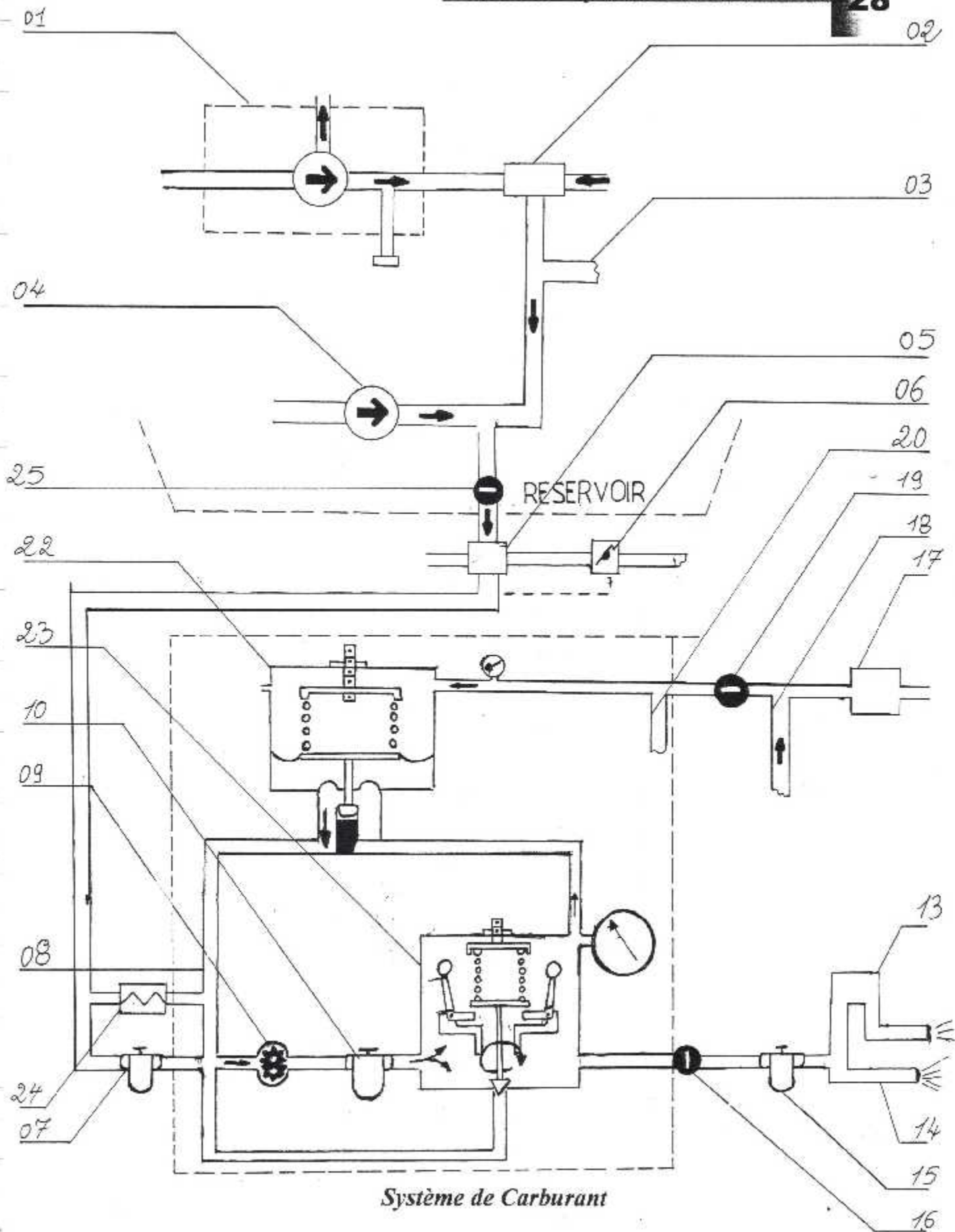
L'orifice intérieur débite le carburant lors de la phase accélération (RPM < 95 %), et pour le reste du régime le carburant est injecté par les deux orifices intérieur et extérieur.

☞ Un thermostat situé à l'échappement, il contrôle la température à la sortie de la turbine en phase d'accélération et en charge (la valve de soutirage ouverte), sachant que si la pression d'air augmente le FCU envoie un débit important du carburant suivi automatiquement d'une élévation de température, pour remédier

à ce problème le thermostat agit sur la vanne de soutirage et le FCU. Pour diminuer le débit d'air soutiré par l'intermédiaire d'un solénoïde à 3 voix.

L'EGT est de l'ordre 280 ° C sans charge et de 620 ° C avec charge.





Légende du Système carburant :

<i>Repère</i>	<i>Désignation</i>
1	Pompe de gavage carburant principale
2	Valve by pass
3	Tuyauterie du carburant vers les moteurs
4	Pompe de gavage carburant APU
5	Réchauffeur de carburant
6	Contrôle valve (signale de température carburant)
7	Filtre baisse pression (BP)
8	Retour de la suppression vers l'entrée de la pompe
9	Pompe carburant
10	Filtre haute pression (HP)
11	Drain
12	Clapet de surpression
13	Injecteur (flux secondaire)
14	Injecteur (flux primaire)
15	Filtre
16	Valve solénoïde de carburant
17-20	Circuit pneumatique
21	Drain
22	Limiteur d'accélération
23	Régulateur (governor)
24	Valve by pass
25	Valve de carburant

III – 3 – Circuit de lubrification :

III – 3 – 1. Description :

Le système de lubrification est destiné pour le graissage, le refroidissement et le nettoyage des paliers, des roulements, des axes et des pignons de toutes les parties rotatives de l'APU.

Il est constitué des éléments suivants :

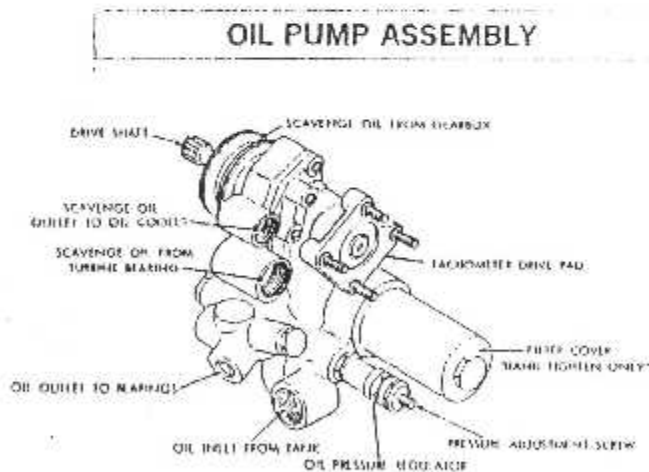
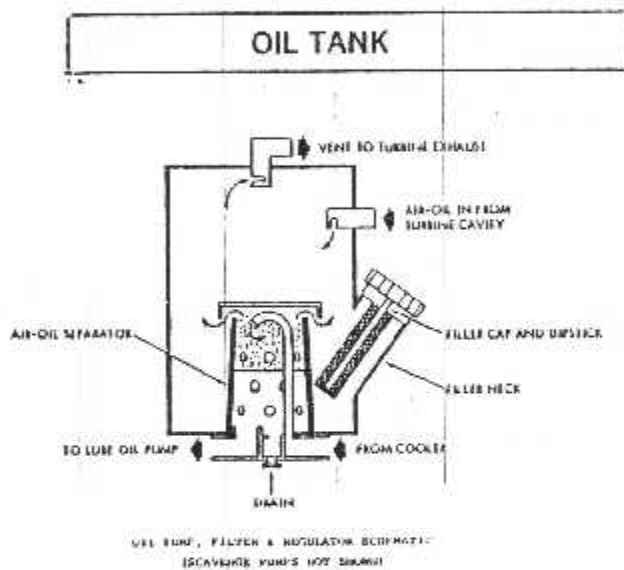
- ☞ Un réservoir d'huile peut contenir 7.5 L, est équipé d'un Switch de baisse quantité d'huile.
- ☞ Une pompe de mise sous pression (90 PSI)
- ☞ Un filtre

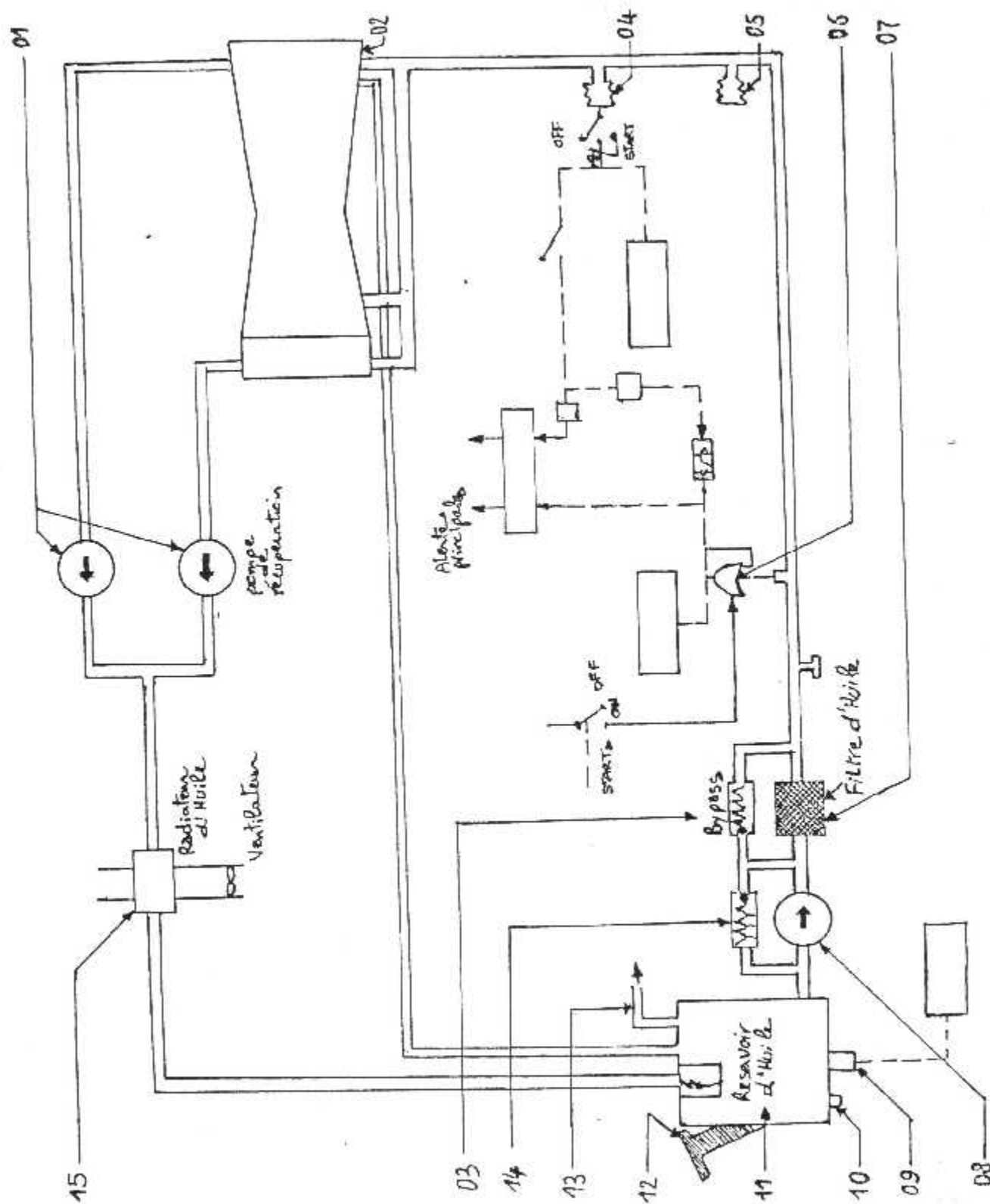
☞ Une pompe de récupération double,  $\Phi = 15.75$  mm pour le palier arrière ;  $\Phi = 17.18$  mm pour la Gear box et le palier avant.

☞ Un radiateur d'huile.

**III – 3 – 2. Principe de Fonctionnement :**

Lorsque l'APU fonctionne, la pompe de pression aspire l'huile à partir de réservoir et la refoule vers la section boîte d'entraînement accessoire et les supports de l'APU.





*Système de lubrification*



**Légende (Système de lubrification) :**

<i>Repéré</i>	<i>Désignation</i>
1	Pompe de récupération double
2	Unité auxiliaire de puissance (APU)
3	Valve by pass
4	Switch de baisse pression d'huile (LOP2)
5	Switch de pression d'huile (indicateur) (LOP1)
6	Switch d'élévation de température d'huile
7	Filtre
8	Pompe de pression
9	Switch de niveau d'huile
10	Drain
11	Réservoir d'huile
12	Jaugeur d'huile
13	Mise à l'air libre
14	Clapet de sur pression
15	Radiateur d'huile

Une partie d'huile à l'intérieur de la Gear Box est transférée par gicleur au roulement avant et le ventilateur. Le support arrière est également lubrifié par gicleur, le support de palier arrière est monté sur le diffuseur haut pression (HP), il possède une tuyauterie de graissage allant de la Gear Box au palier arrière bien spécifique à lui, l'air qui va du palier arrière vers le réservoir est évacué par le biais d'un orifice de circuit (reniflard) au niveau de la tuyère d'échappement.

L'huile qui lubrifie le roulement avant retourne dans la Gear Box, tandis que celle qui sert au support arrière est collectée dans un petit puisard situé entre le compresseur et la turbine.

La pompe de récupération aspire l'huile du puisard et la Gear box et la refoule à travers le refroidissement d'huile pour renvoyer dans le réservoir.

Au niveau du puisard du palier arrière on distingue :

- Une tuyauterie de graissage venant de la pompe de pression
- Une tuyauterie de récupération d'huile allant vers la Gear Box.
- Une mise à l'air libre allant vers le réservoir.

***III – 4 – Système de soutirage d'air :******III – 4 – 1. Description :***

La valve d'air de soutirage APU est commandé électriquement et fonctionne pneumatiquement. Elle est localisée dans la conduite soutirage au voisinage de l'APU. Elle est constituée des éléments suivants :

- Une valve de soutirage d'air.
- Une valve solénoïde pneumatique à 3 voix.
- Un thermostat
- Un thermo couple.
- Un régulateur de pression d'air différentiel (19 PSI)
- Vanne de charge (single bleed valve)

***III – 4 – 2. Fonctionnement du système de soutirage :***

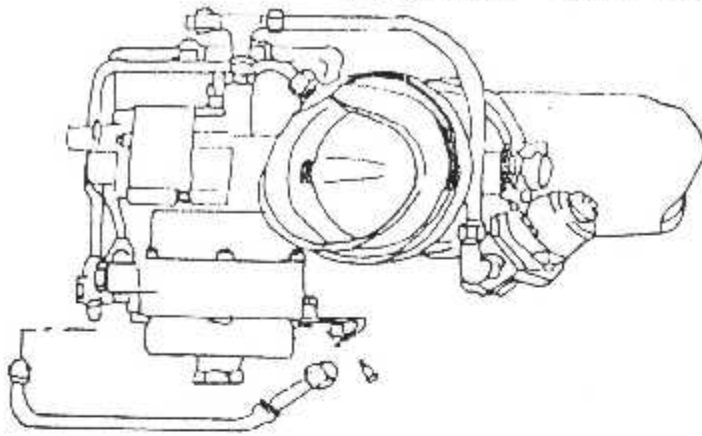
Lorsque l'APU atteint 95 % du RPM et la valve solénoïde pneumatique à 3 voix connectées le thermostat à la valve de soutirage et le Switch de soutirage APU sont armés, en plaçant le Switch de soutirage sur la position marche on excite la valve de soutirage qui s'ouvre, comme l'air est pris de l'APU sa vitesse est rappelée par l'addition de plus de carburant à l'aide du régulateur de vitesse.

Si l'EGT atteint  $1150\text{ F} = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ , le thermostat s'ouvre, la valve est modulée vers la position fermée réduisant la charge donc nécessairement l'alimentation carburant.

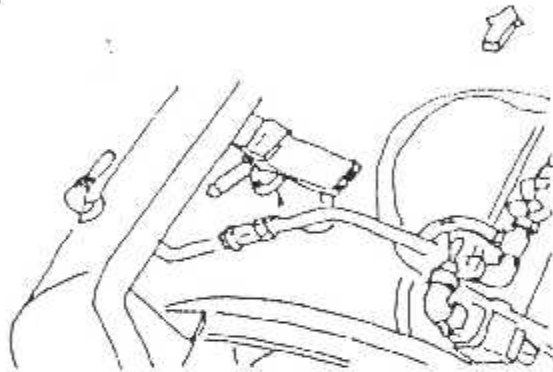
Donc la température EGT diminue lorsque l'EGT chute, le thermostat se ferme et la valve va vers la position ouverte.

Si l'EGT n'est pas réduite alors à  $1350\text{ F}^{\circ}$  le thermocouple à immersion ouverte, le Switch de surchauffe désexcitant ainsi la valve solénoïde et la valve de soutirage se ferme (Over temp  $1350\text{ F}^{\circ}$ ) donc la charge est réduite et le débit carburant est réduit et la température EGT diminue aussi.

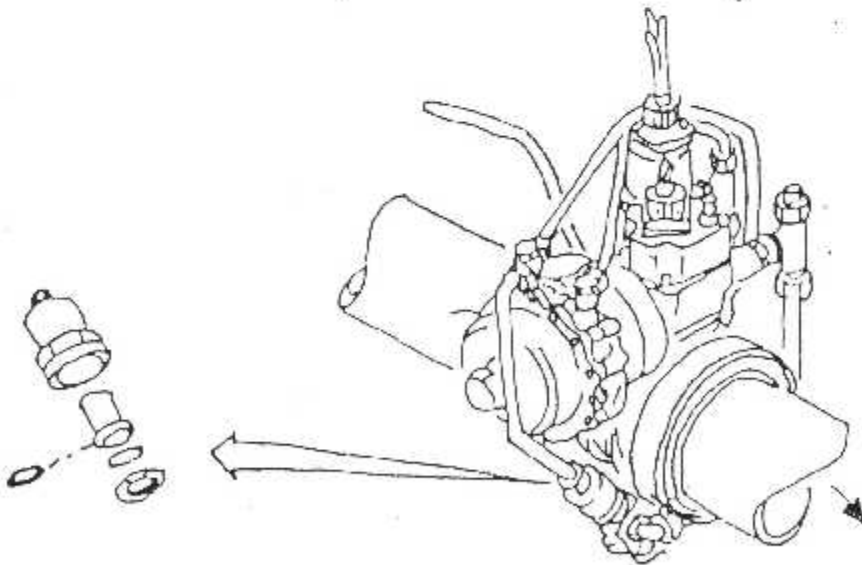
Au sol la vanne de décharge est ouverte si la valve de soutirage APU est fermée, elle est fermée si la valve de soutirage APU est ouverte.



Régulateur de Pression



Vanne de Décharge



Vanne de Soutirage

***III – 5 – Système de Refroidissement :******III – 5 – 1. Description :***

Ce circuit assure le refroidissement de la génératrice, du radiateur d'huile et des capots (Shrouds)

Il comprend les éléments suivants :

- Une entrée d'air (cooling air in let duct)
- Un ventilateur (cooling air fan )
- Une valve d'alimentation (cooling air S. O. V avion)
- Un conduit de distribution (coos over duct)

***III – 5 – 2. Fonctionnement du système :***

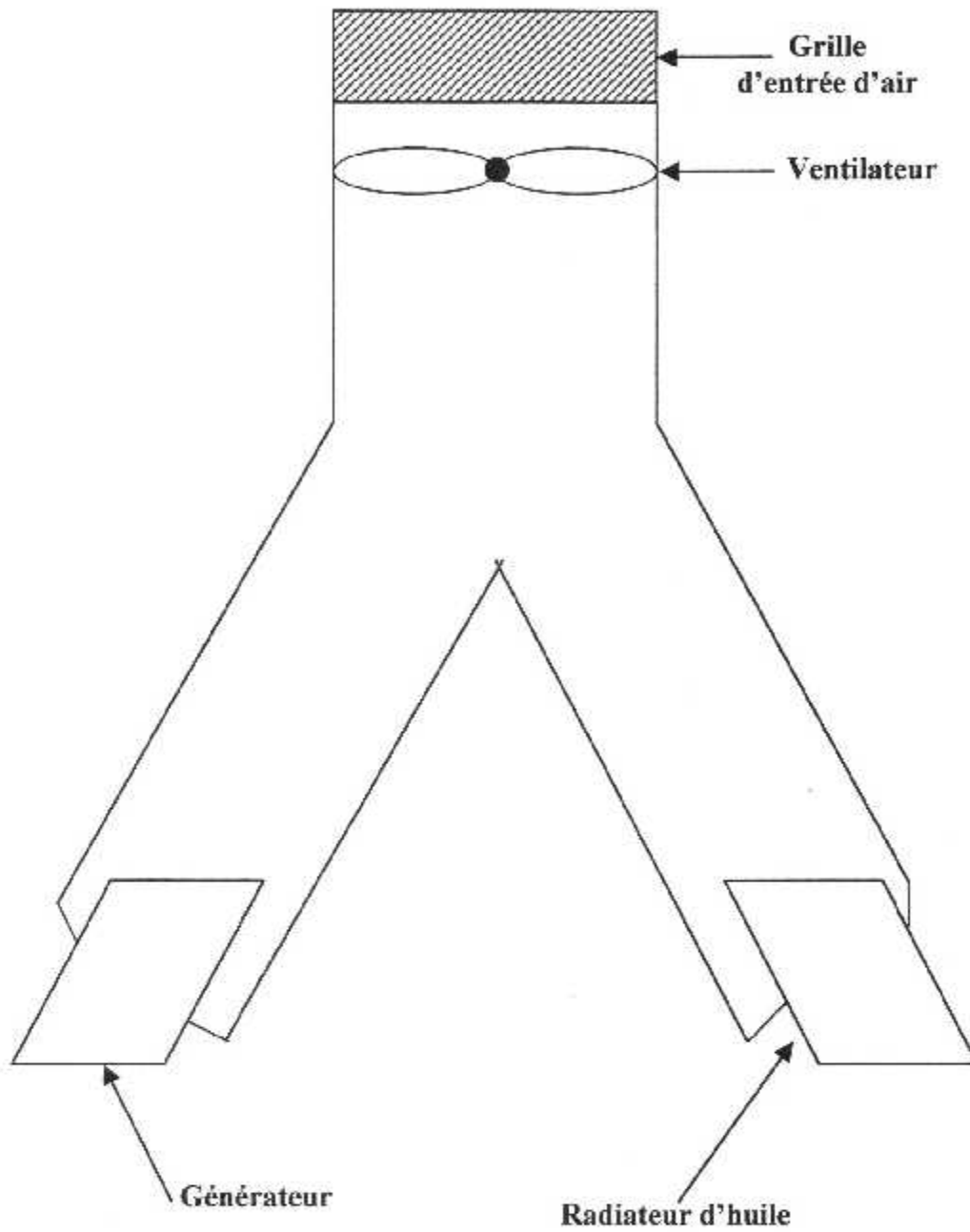
Le ventilateur (FAN) permet l'aspiration d'une certaine masse d'air à travers la grille de l'entrée d'air.

Cette masse d'air froide arrive dans une tuyauterie en forme de V qui permet de départage l'air en deux flux.

- Le premier flux passe vers le radiateur c'est à dire, l'air froid pénètre dans celui – ci pour refroidir l'huile après échange thermique par conduction.
- Le deuxième flux passe vers l'alternateur pour le refroidir.

L'air ensuite est conduit, une partie vers le capot supérieur (l'hyper Shroud) et une autre partie vers le capot inférieur (Lower Shroud) pour le refroidissement des parois de l'APU et pour être finalement déchargé dans l'atmosphère par une découpe dans la porte d'accès à l'APU au niveau de l'empennage.





**Synoptique du système de Refroidissement**

**III – 6 – Système de Protection :**

Les circuits de protection provoquent l'arrêt automatique de l'APU par la fermeture de la valve solénoïde de carburant.

**\* Baisse pression d'huile :**

En cas de baisse pression d'huile à 45 PSI arrêt automatique de l'APU (LOP2)

**\* Haute température d'huile :**

Lorsque les températures d'huile atteignent les 124 ° C arrêt automatique de l'APU.

**\* Survitesse (Over speed) :**

Lorsque la vitesse de rotation de l'APU dépasse 110 % du RPM. L'interrupteur centrifuge électronique coupe directement l'alimentation de la valve solénoïde de carburant, ce qui arrête l'APU.

- Interrupteur de batterie en Off au sol. L'APU ne démarre pas.

**CHAPITRE IV**  
**Systeme**  
**de**  
**Maintenance**

IV – 1 – Généralité sur le système de maintenance :

*1 – Introduction :*

La maintenance est l'ensemble des actions et d'opération permettant le maintien des performances du potentiel et de la disponibilité du matériel, elle comprend :

- L'entretien suivant le potentiel c'est à dire le moteur ou l'équipement est entre tenue en effectuant des visites périodiques et des inspections intervenant à des potentiels.
- En plus des visites périodiques représentant la maintenance lourde, et qui intervient après des déposes programmées des moteurs suivant un planning d'entretien, on procède aussi à des travaux de maintenance non programmés, il s'agit d'action corrective nécessaire après les déposes prématurées des moteurs pour pannes.

*2 – Influence de Fiabilité :*

L'intervention la plus économique, la plus rentable, est de remplacer ou de réparer un élément avant qu'il tombe en panne, et si c'est possible juste avant la défaillance. Les utilisateurs ont bien remarqué que le taux de défaillance était le même et parfois plus important dans les 50 HDV qui suivaient la révision générale (RG) que dans les 50 HDV qui les précédaient de là est née l'idée de ne pas démontrer inutilement.

- La mise en application des programmes de monitoring, mettent en ouvre les moyens de saisie les premières causes des pannes et intervenir avant :
- La maintenance est associée à ces techniques pour atteindre trois objectifs.
  - ✓ Assurer la sécurité de vol au plus haut niveau.
  - ✓ Recherche de la meilleure disponibilité de l'avion.
  - ✓ Diminuer le coût d'entretien.

*3 – Types de maintenance :*



**a- La maintenance préventive :**

C'est la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un équipement, dans ce type, on distingue deux cas :

**\* Maintenance systématique :**

C'est une intervention de maintenance prévue, préparée et programmée la date probable d'apparition d'une défaillance, elle doit permettre d'éviter les pannes en cours d'utilisation, effectuer un contrôle opérationnel pour un fonctionnement.

**\* Maintenance conditionnelle :**

C'est une maintenance qui est réalisée selon l'état du moteur.

**b- La maintenance corrective :**

C'est une opération d'entretien effectuée après la détection d'une défaillance, ces opérations sont :

- ✓ Analyser la cause de panne (recherche de panne)
- ✓ Pose et dépose (la remise en état)
- ✓ Test de bon fonctionnement
- ✓ Rapport d'intervention.

**IV – 2 – Maintenance de l'APU, GTCP85 129 :*****1 – Description du GTCP85 129 en tant qu'un objet de maintenance :***

A cause de sa conception non modulaire, l'APU GTCP85 129 à un niveau de fiabilité relativement inférieur par rapport aux APU de conception modulaire (la famille 331) son équipement est classique, c'est à dire système de contrôle, d'indication des paramètres de fonctionnement et instrument non sophistiqué, toujours comparativement aux APU de la dernière génération.

Pour la maintenance de l'APU GTCP85 129, se basant sur les résultats d'une étude conduite par le constructeur dans le but de déterminer les méthodes et échéances de maintenance avec lesquels, les coûts d'exploitation sont minimisés en assurant un maximum de fiabilité de l'APU. Il est préconisé

d'adapter un programme de maintenance composée essentiellement de deux types, une maintenance programmée et une autre non programmée.

- La maintenance programmée consiste à voir les cartes utilisées durant chaque type de visite, pour se renseigner sur les différentes opérations à faire, elle est effectuée pour réduire la probabilité de défaillance d'un élément de l'APU et faite suivant un potentiel fixe.
- La maintenance non programmée est une dépose prématurée, intervenant suite à une anomalie de fonctionnement ou à de dégâts physiques qui sert à démonter l'APU de l'avion pour réparation ou inspection en atelier avant qu'il n'atteigne la limite de son potentiel, exprimé généralement en heures de vol (HDV)

**2 – Les modes d'entretien des éléments de l'APU GTCP85 129 :**

**a- Entretien à vie limite (Hard time) :**

On dit qu'un élément fait l'objet d'un entretien avec vie limite, signifie que cet élément devra être déposé avant d'atteindre son potentiel.

Les organes qui sont maintenus par ce mode d'entretien sont des composants accessibles mais qu'on peut pas suivre leurs états (pas des paramètres significatifs de leur état de dégradation)

**Tableau des organes qui suivent l'entretien – Vie limite –**

<i>Désignation de l'organe</i>	<i>Limite d'exploitation</i>
Pompe à l'huile	8000 HC
FCU	8000 HC
FAN ventilateur	8000 HC
Démarrreur	5000 HR
Alternateur	6000 HR
Switch centrifuge	12000 HC
Radiateur d'huile	8000 HC

HC : heures cellule

HR : heures réelles

Les heures réelles représentent les heures du fonctionnement de l'APU. Pour trouver le nombre d'heures réelles du fonctionnement de l'APU GICP85 129 on divise le nombre d'heures cellules ou bien les heures du fonctionnement de l'avion sur 1,6

**b- Entretien selon état (en condition – OC) :**

C'est le procédé primaire d'entretien ayant des inspections ou des testes répétés pour déterminer son état, cette politique nécessite la mise en œuvre des méthodes de détection et des diagnostics des pannes éventuellement ainsi que des moyens d'interventions pour mener les actions correctives, elle trouve son efficacité avec l'introduction de la modulante.

**Tableau des organes qui suivent le mode d'entretien selon état**

<i>Désignation</i>	<i>Mode de contrôle</i>
Turbine	C N D
Compresseur H P – B P	Boroscopie
Gear Box	C N D – analyse spectrométrique
Les paliers – avant et arrière.	C N D – analyse spectrométrique contrôle de la dépression
Joint carbone	Dépression
Tube à flamme	Inspection visuelle - C N D
Diffuseur	C N D

**c- Entretien avec surveillance de comportement, condition monitoring (C M) :**

La maintenance avec surveillance de comportement est en partie basé sur la connaissance statique de comportement de l'élément dont on surveille la vie, et l'entretien n'est pas applicable qu'après l'indication de défaillance.

Les éléments qui suivent ce mode d'entretien ne représentent pas un danger fonctionnel pour l'APU et n'ont pas un paramètre significatif de leur état de dégradation, en leur appliquant un entretien selon état monitoring. Ces éléments sont : les valves, les capteurs, les thermocouples, vanne de soutirage et les Switchs.



IV – 3 – La maintenance programmée :

*1- Introduction :*

L'ensemble A P U est déposé, lorsqu'il atteint son potentiel alloué à 5000 HDV. Pour effectuer la révision générale (RG) ou une visite intermédiaire

L'ensemble A P U déposé comprend :

- Le moteur A P U
- L'alternateur
- Les supports de montage du moteur

Les éléments des différentes parties de l'APU ont des fonctions variées, ils sont soumis à des contraintes très dures, des températures élevées, des gaz corrosifs, des vibrations et des tensions mécaniques importantes dues aux forces centrifuges.

Pour cela le service de planification effectue la prévention des pannes a effectué des visites périodiques et des inspections intervenant à des potentiels déterminés.

*2- Les différentes visites effectuées sur l'APU GTCP85 129 :*

**A – La visite Bloc (V<sub>2</sub>) :**

La visite bloc est une maintenance en ligne, ne nécessite pas la dépose de l'APU, on peut aussi l'appeler les inspections en ligne, elle se fait chaque 300 heures de fonctionnement de l'APU, elle consiste à des opérations de contrôle visuel, sans démontage, sauf ouverture de panneaux ou portes de visites, on procède aussi dans cette visite à une opération de nettoyage des parties d'échappement et les raccords de drainage à l'aide d'un solvant de nettoyage ou avec l'air comprimé pour souffler les raccords de drainage.

**B – Protocole visite (P V<sub>2</sub>) :**

C'est un programme de maintenance effectué au niveau de l'hangar ou en le renvoi au service APU (H400)



Dans la visite PV<sub>2</sub>, l'APU soumis à des inspections détaillées nécessitant des démontages et des moyens de contrôle approprié pour déterminer l'état général des différentes parties de l'APU.

Les opérations faites durant la visite PV<sub>2</sub> sont :

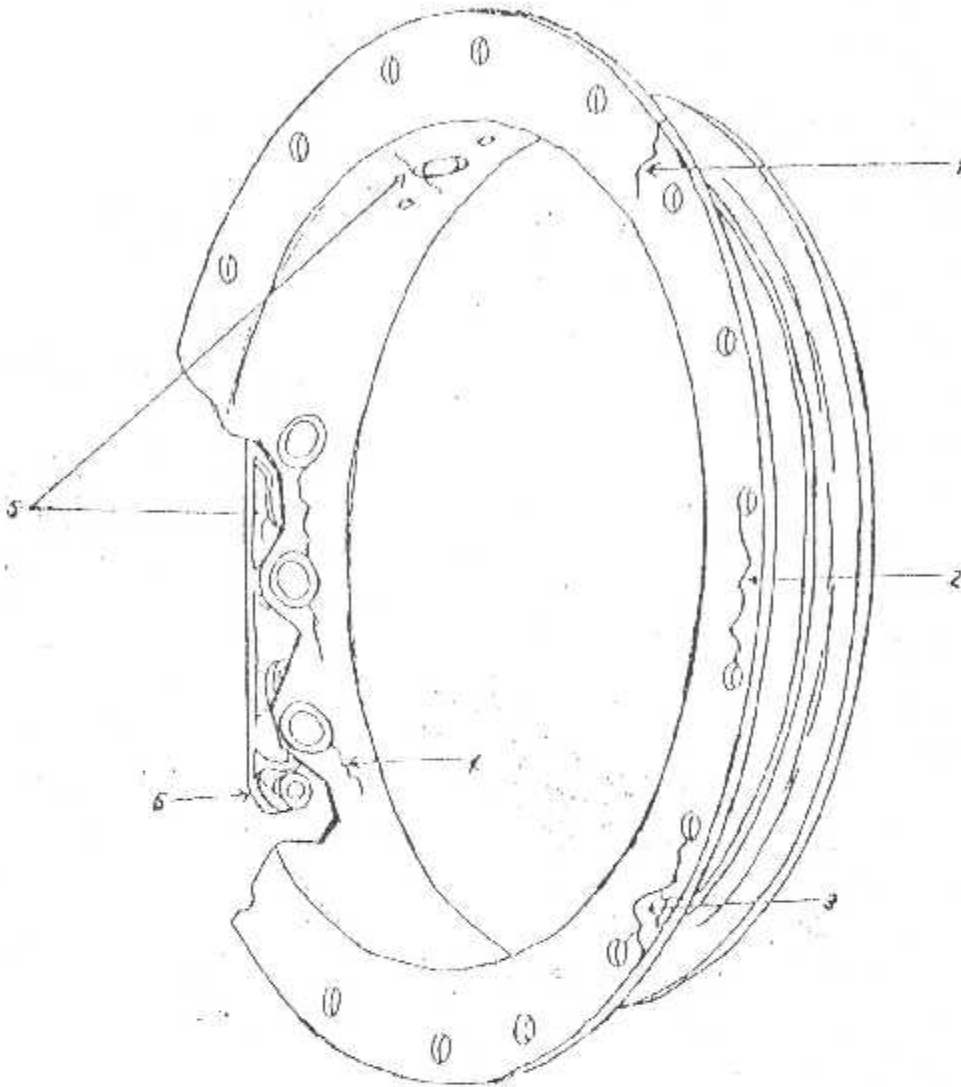
- 1- Nettoyage général de l'APU.
- 2- Inspection générale de l'APU.
- 3- Limitation de potentiel des accessoires.
- 4- Inspection du FAN et les accessoires de Gear Box
- 5- Inspection des circuits, de lubrification, de carburant et le circuit pneumatique.
- 6- Vérifier le câblage électrique
- 7- Essai de fonctionnement APU

#### **C – Visite des parties chaudes :**

Elle se fait chaque 2,500 H DV, elle consiste à faire déposer l'APU pour qu'elles subissent des inspections et des contrôles sur sa partie chaude qui est :

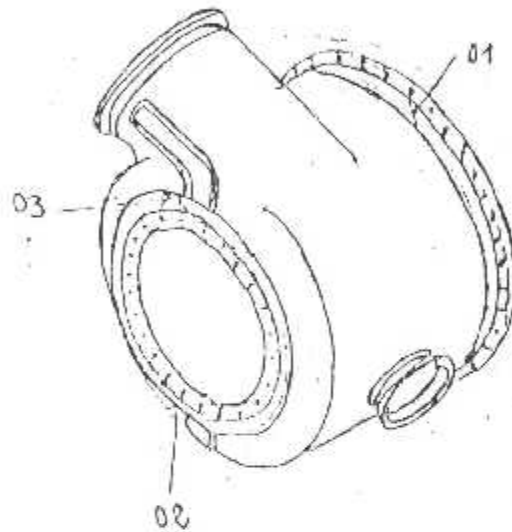
- |  |           |
|--|-----------|
| 1- La bride d'échappement (Exhaust Flange) | Fig - 1 - |
| 2- Turbine plénum (chambre d'expansion)    | Fig - 2 - |
| 3- Tuyère d'échappement (Exhaust pipe)     | Fig - 3 - |
| 4- Turbine Torus                           | Fig - 4 - |

Figure – 1 – Inspection de bride d'échappement



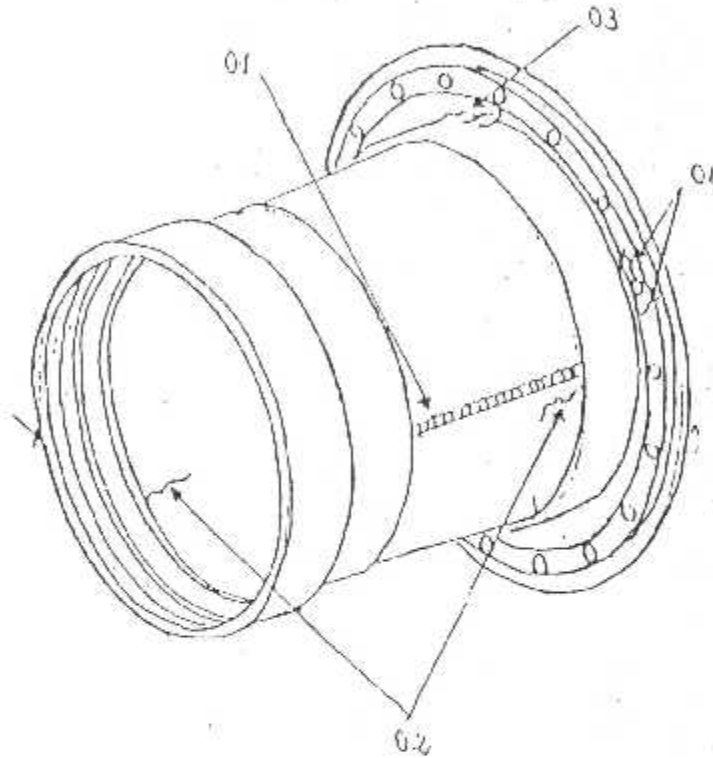
- 1- Tous les criques seront soudées
- 2- Les criques reliant 2 orifices quelconques seront soudés
- 3- Un groupement de criques susceptible de provoquer un arrachement de fragment sera soudé
- 4- Toutes les criques susceptibles de provoquer une rupture seront soudées
- 5- Les criques des soudures doivent être soudées
- 6- Inspecter les « écrous – plaque » pour sécuriser de fixation les remplacer s'ils sont endommagés.

Figure - 2 - Turbine Plénum



- 1- Les criques de tous les cardons de soudures seront soudés.
- 2- Les criques partant d'un cardon pour atteindre le métal de la pièce seront soudées.
- 3- Les criques aux intersections des cardons seront soudées.

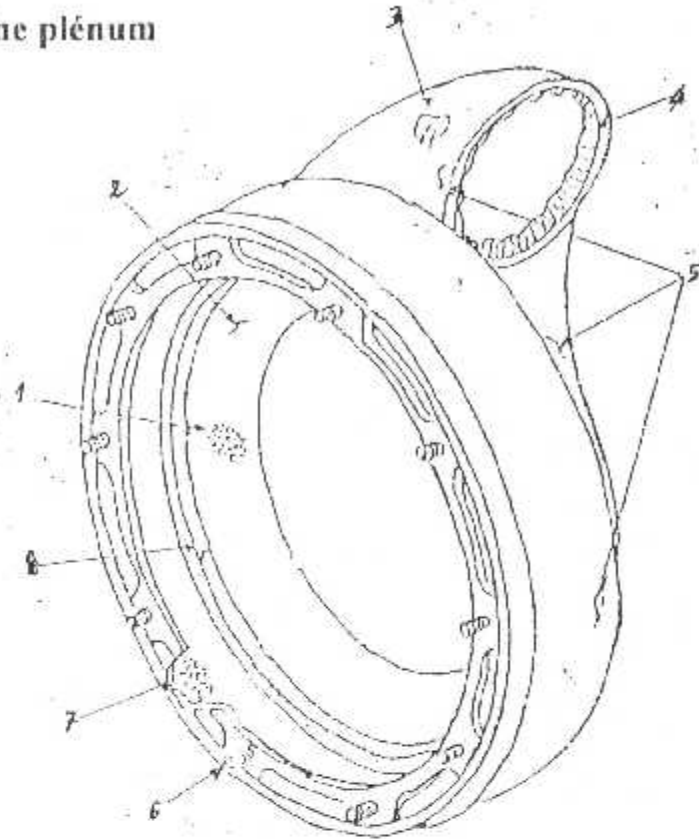
Figure - 3 – Tuyère d'échappement



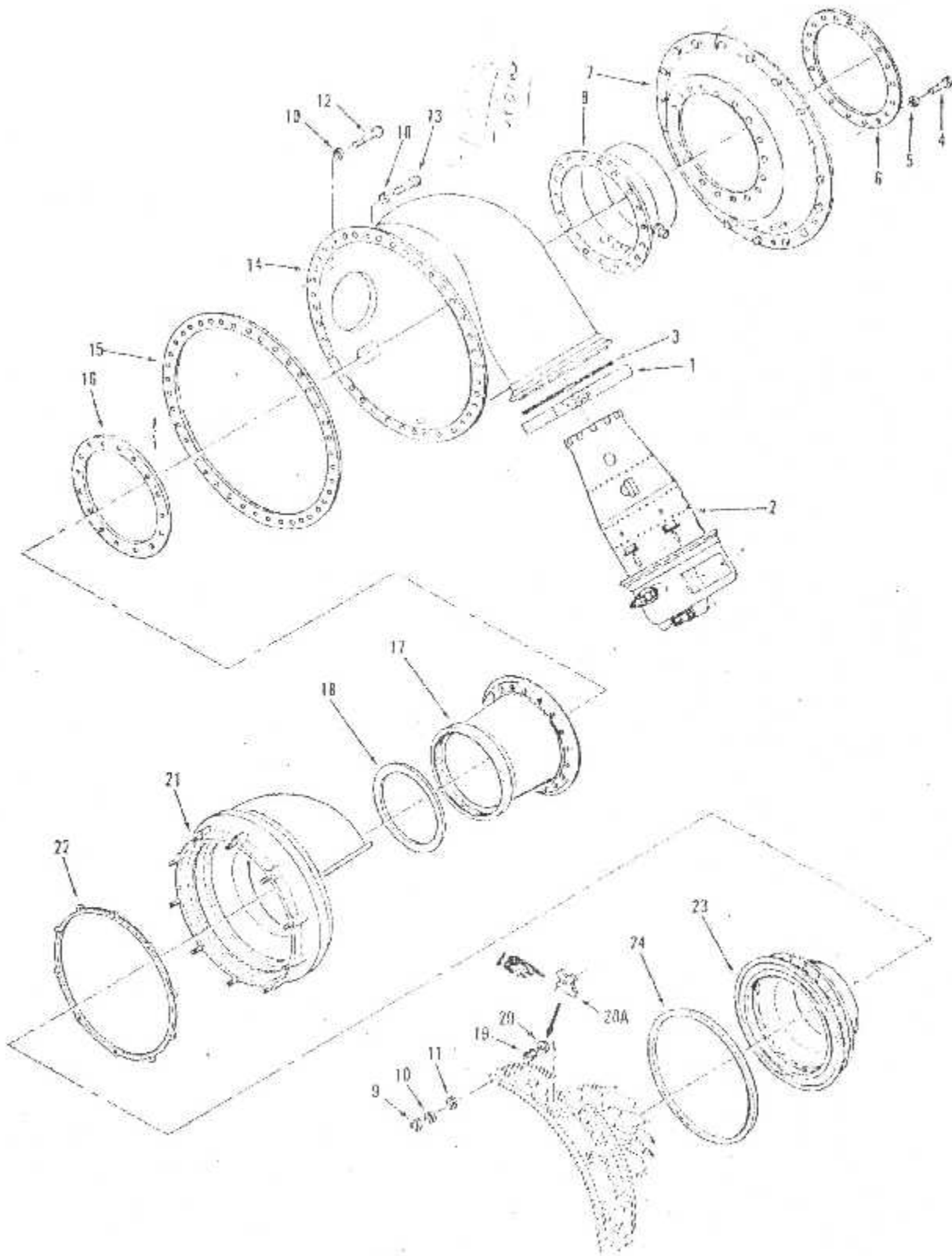
- 1- Les criques de la soudure espacées de moins de 1 inch doivent être soudées.
- 2- Les criques non – convergentes du tube ou de la soudure sont tolérées si elles sont moins de  $\frac{1}{2}$  inch de long et ne se prolongent pas à l'une ou l'autre des flasques.
- 3- Les criques du rayon périphérique seront soudées
- 4- Les criques sur orifices ou sur la flasque arrière seront soudées.



Figure – 4 – Turbine plénum



- 1- Remplacer le torus si l'épaisseur (suite à l'érosion) du blindage thermique est inférieure à 0,030 inch
- 2- Remplacer le torus si une déformation du bouclier thermique dépasse 0,25 inch en profondeur
- 3- Une déformation de l'enveloppe près de l'entrée ne doit pas dépasser 0,25 inch en profondeur
- 4- Remplacer le torus si la couche de protection de la flaque est usée jusqu'à découverte du métal commun.
- 5- Les criques de l'enveloppe ne sont pas tolérées
- 6- Des goujons endommagés ne sont permis
- 7- Remplacer le torus si l'épaisseur du cône est réduite de plus 0,03 inch suite à l'érosion
- 8- Les criques de la bague qui ne se coupe pas sont tolérées.



*Partie chaude*

**Assemblage des composantes de la partie chaude : H S I (Hot Section Inspection)**

2- Chambre de combustion

7- Baffle

8- Flange d'échappement

14- Plénum

17- Pipe Assy

21- Torus

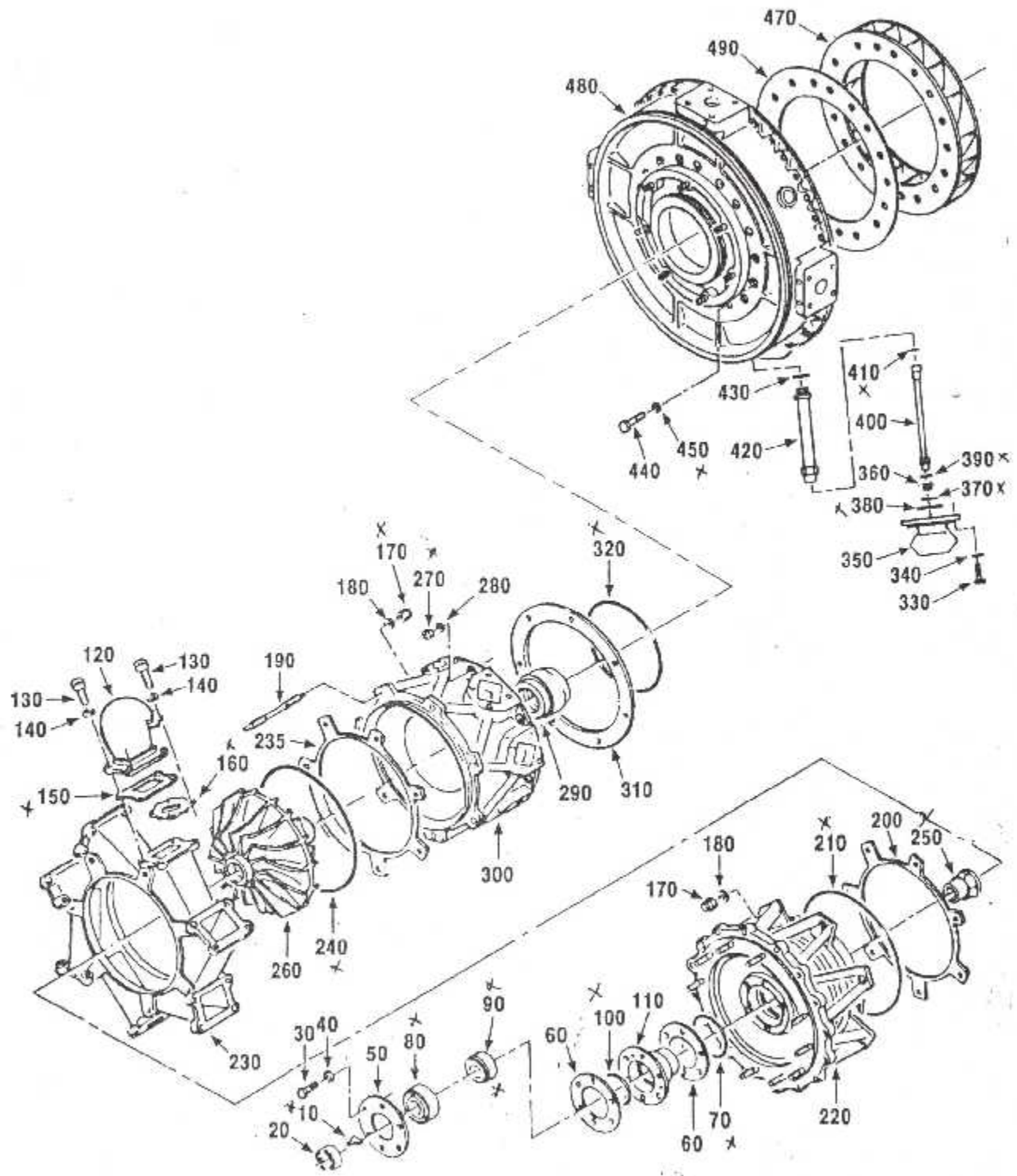
23- Nozzle turbine

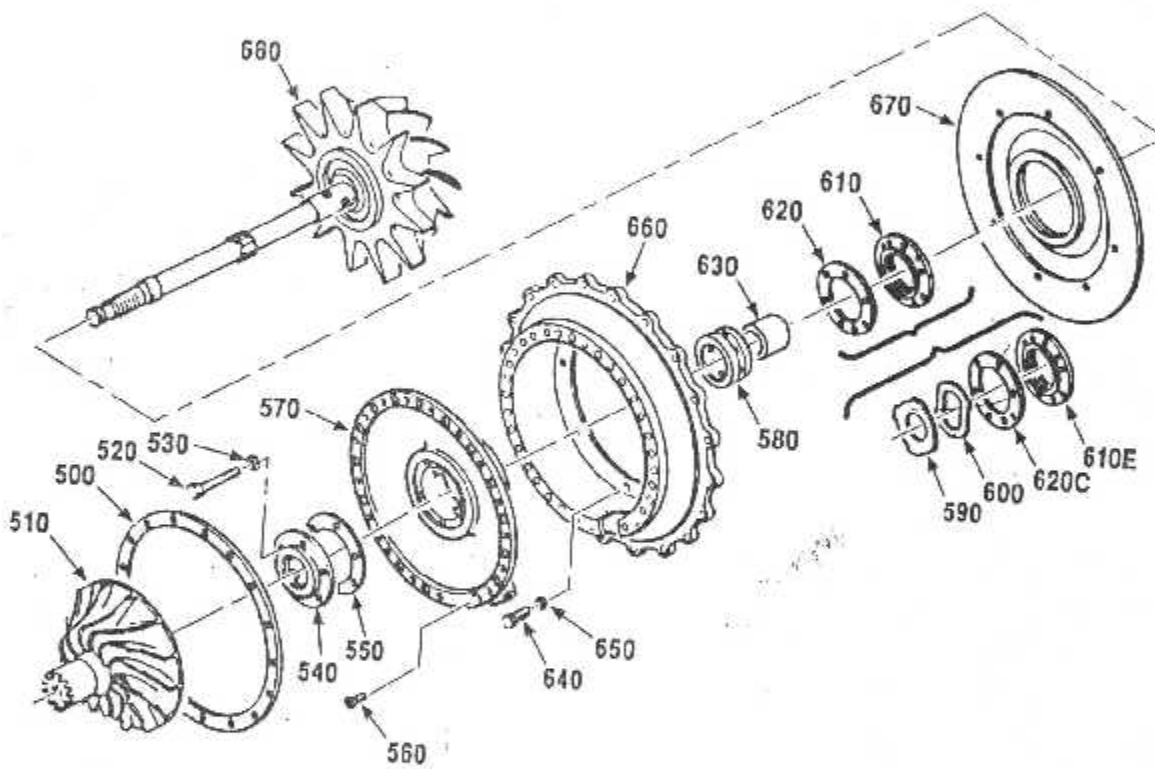
**Pièces A P U révision générale : 5000 HV**

Élément générateur de gaz :

- 110- Porte roulement (palier avant)
- 220- Carter entrée d'air
- 230- Carter diffuseur (BP)
- 260- Compresseur (BP)
- 300- Carter inter étage
- 400- Tube d'alimentation (d'huile)
- 420- Tube de récupération
- 470- Diffuseur (HP)
- 480- Carter diffuseur 2<sup>ème</sup> étage (HP)
- 510- Compresseur
- 570- Porte palier
- 580- Bague en bronze (coussinet)
- 630- Bague en acier
- 660- Carter porte palier
- 670- Flasque turbine
- 680- Turbine







**D – La révision générale :**

Pour effectuer la révision générale de l'APU, on le dépose complètement en partie simple, pour contrôler et inspecter chaque élément de l'APU. Cette visite se fait chaque 5000 H DV plusieurs procédures de contrôles sont utilisées dans la révision générale, parmi ces procédures on peut citer le contrôle visuel et le contrôle non destructif.

**\* Le Contrôle visuel :**

C'est la méthode la plus utilisée en contrôle de maintenance car elle est simple et rapide mais nécessite un bon niveau d'éclairage, elle permet de détecter :

- Les bavures dans les pièces mécaniques
- Les traces d'oxydation, rayures.
- L'état de l'assemblage
- La corrosion, la déformation, la rupture.
- Déformation des joints d'étanchéité
- Les fuites dans les canalisations
- Le colmatage des filtres

**\* Contrôle non destructif : C N D****Magnétoscopie :**

Le contrôle par magnétoscopie consiste à soumettre la pièce qui doit être ferromagnétique à un champ magnétique suffisant, on utilise un électrant – aimant. La magnétisation des pièces permet de détecter les discontinuités (criques, piqûres, fissures, soufflure, etc. ...) grâce à l'accumulation de particules magnétiques qui se produit lorsque la pièce a été magnétisée, la présence de défauts est mise en évidence par la visualisation des modifications du champ à la surface de la pièce, ces modifications sont appelées lignes de fluide.



### - Champ de fuite -

Pour contrôler la pièce ferromagnétique par le magnétoscopie il faut suivre les étapes suivantes :

- Nettoyer la pièce pour faciliter la détection défaut.
- Inspecter visuellement la pièce (visuel testing)
- Magnétiser la pièce par un courant intense soit par passage directe du courant dans la pièce ou par passage dans un fil (câble axial, solénoïde)
- Utiliser un révélateur (poudre magnétique) pour faciliter la détection.
- Les pièces inspectées sont éclairées soit à la lumière noire, si le révélateur utilisé est de type coloré soit à la lumière ultra – violet si le révélateur utilisé est la poudre magnétique fluorissant.
- Interprétation des résultats

### \* Contrôle radiographique :

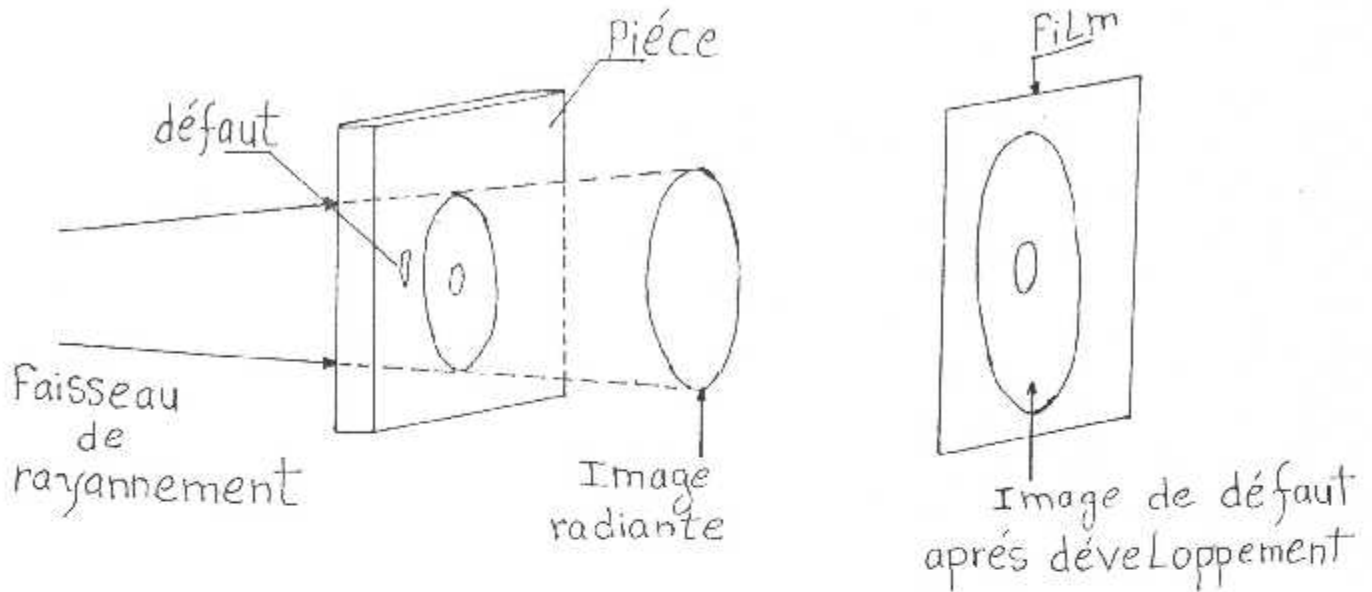
Est une méthode de contrôle non destructif par les rayons X ou  $\gamma$ , qui peuvent employés pour détecter :

- Les défauts en profondeur
- Les criques débouchant en surface
- Les soufflures

Cette méthode est utilisée pour inspecter les pièces magnétique ou non magnétiques, le principe de ce contrôle consiste à envoyer les rayons à-travers



la pièce, le rayonnement émergent forme une image radiante de la pièce, cette image est matérialisée sur un film radiographique.



**\* Contrôle par ressuage fluorissant :**

Pour effectuer ce contrôle on doit suivre les opérations suivantes :

- 1- Nettoyage de la pièce à fin de permettre à la liqueur florescente de pénétrer dans les criques.
- 2- Application du pénétrant, ce pénétrant est une huile légère fluorescente qui donne une indication visible sous une source de lumière ultra violette
- 3- Enlèvement de colorant (pénétrant) à l'aide d'un solvant spécial, ou en lavant la pièce à l'eau claire
- 4- Application de révélateur, pour faire apparaître les défauts, surfaciques
- 5- Inspecter la pièce à la lumière noire.

**\* Contrôle par Ultra sons :**

Un équipement de détection par ultrasons permet de détecter des défauts dans tous les types de matériaux sans endommager la pièce inspectée, des très petites criques, fissures et cavités sont détectées par cette méthode, l'instrument génère des ultrasons et envoie les impulsions à travers la pièce. Chaque

discontinuité à l'intérieur ou sur la face opposée de la pièce réfléchit le faisceau vers l'instrument qui mesure le temps écoulé entre l'impulsion initial et chaque réflexion, faisant apparaître ce temps sur un écran cathodique ou un enregistreur, une inspection aux ultrasons requiert un opérateur compétent qu'est familiarisé avec l'équipement utilisé et avec la méthode employée pour inspecter les différentes pièces.

Après tous ces visites (PV<sub>2</sub>, HSI, RG) ont doit monté l'APU suivent la gamme de montage en vérifiant les jeux radiaux et les épaisseurs, aussi le serrage doit être avec un couple convenable.

Quand l'APU est monté après la visite on va le faire passé au banc d'essai.

#### IV – 4 – La maintenance non programmée :

##### *1- Introduction :*

Les déposes non programmées sont une maintenance prématurée, intervenant suite à une anomalie de fonctionnement ou à dégâts physiques qui sert à démontrer le moteur de l'avion pour réparation ou inspection en atelier avant qu'il n'atteigne la limite de son potentiel (exprimé généralement en heures de vol, et parfois en cycle)

##### *2- Principales causes de défaillance :*

###### *a- Injection des corps étrangers – FOD – (foreign objet damage) :*

Aux cours des mouvements au sol de l'avion (roulage) ou aux phases de décollage, montée en altitude approche et atterrissage. Les APU peuvent aspirer les objets se trouvant sur les aires de roulage et pistes tels que : les pierres, écrous, boulons ...et plus graves encore, ces APU peuvent avaler des oiseaux présents dans l'environnement de l'aérodrome.

Une fois aspirée par le compresseur de l'APU, les ailettes de celui – ci sont endommagées suite aux chocs subis avec ces objets, après ces chocs les ailettes enregistrent les rupteurs, pertes de métal, déformation et criques.

###### *b- Érosion :*

L'environnement provoque une érosion (gaz à grande vitesse) qui affecte surtout les ailettes compresseur et turbines provoquant une diminution de leur résistance mécanique et dégradation de leurs caractéristiques aérodynamique.

*c- Fluage à chaud :*

Les efforts exercés à chaud peuvent provoquer une déformation continue du métal, c'est le fluage à chaud, cette déformation peut conduire à une rupture

*d- Fatigue à hautes températures :*

L'élévation de la température diminue la limite en fatigue des matériaux, la fatigue à haute température provient de phénomène complexe de vibration et se combine avec le fluage à chaud, ceci diminue la tenue réelle des pièces au fluage à chaud.

*- 3 – Les Conséquences des déposes non programmés :*

<i>Causes des déposes</i>	<i>Conséquences</i>
FOD	Pompage, vibration, arrêt A P U
Érosion compresseur	Pompage, accélération lente
Fuite d'huile	Mauvaise lubrification des paliers
Porte de métal sur les ailettes compresseur.	Pompage, accélération lente
Usure des paliers	Palier avant : Consommation d'huile + fuite d'huile Palier arrière : Côté compresseur fumé dans la cabine passage. Fumée à l'échappement.
Érosion ou criques au niveau des ailettes turbine.	EGT élevée
Frottement de la turbine	Vibration

*4- Les remèdes :*

- Nettoyage régulier des pistes et aires de roulage afin d'éviter le problème due à l'injection des corps étrangers – FOD –



- Élision de signaux sonores pour la lutte contre la présence des oiseaux dans l'environnement immédiat des aérodromes.
- Limitation de température
- Changement des pièces qui suivent le mode d'entretien vie limite.
- Utilisation des matériaux plus résistants aux températures et au choc.
- Dispositif anti – pompage (les vannes de soutirage d'air et les vannes de décharge)



**CHAPITRE V**  
**Recherche  
de  
Pannes**



**V-1 – Généralité :**

Tout incident ou anomalie constatée en vol par l'équipage fait l'objet d'un compte rendu circonstancié (compter du matériel) « CRM »

Dont l'analyse faite à chaque escale, permettant de déterminer les actions correctives adapter (action immédiatement, report jusqu'au à la base principale d'entretien, report à la prochaine visite programmée)

Toute anomalie constatée en vol, qu'elle soit liée ou non aux travaux en cours, fait l'objet d'une analyse similaire.

Certains incidents importants sont obligatoirement suivis d'un ensemble des vérifications et des inspections systématiques, (vol en turbulence forte, atterrissage dur)

**V-2 – Principe de recherche de panne :**

Le principe consiste à définir clairement le symptôme, à l'interpréter, à procéder au diagnostic de façon logique et à choisir et appliquer le remède permettant le dépannage.

- 1- Message de panne « CRM »
- 2- Établir le diagnostic (chercher les causes les plus probables)
- 3- Vérifier la cause
- 4- Dépose – pose
- 5- Test de fonctionnement
- 6- Compte rendu

**Symptôme observé :**

Il faut le définir clairement et si besoin le vérifier à nouveau. En effet, il s'agit le plus souvent de paramètre mesuré et il faut s'assurer de l'exactitude de l'indication. Puis rechercher les informations supplémentaires susceptibles de faciliter le diagnostic (conditions dans les quelles la panne s'est produite ...)

Par ailleurs, rechercher s'il y a des antécédents et si le symptôme est logique compte tenu des heures de fonctionnement par exemple.

**Analyse de l'anomalie :**

Un raisonnement logique doit permettre de trouver directement la cause, soit de trouver le système, outre la déduction, on peut avoir recours à des vérifications supplémentaires, des essais ou la substitution d'éléments.

Lorsque l'élément défectueux est isolé, il contient alors de choisir le remède à mettre en œuvre (soit le dépannage proprement dit)

**Dépannage :**

Procéder au dépannage proprement dit, soit :

Réglage, nettoyage, échange. Après dépannage, vérifier le fonctionnement (lors d'un point fixe par exemple et établir les documents correspondants)

**\* Remèdes choisis :**

- Réglage
- Démontage, nettoyage, remontage
- Réparation, ragréage
- Échange (démontrabilité)
- Vérification (point fixe)
- Établissement document
- Livret moteur
- Fiche
- Compte rendu
- Suivi éventuel – dérogation

**Notes :**

Le manuel d'entretien comporte des tableaux de recherche de panne qui envisagent pratiquement tous les cas pouvant être rencontrés.

L'expérience du comportement est un élément important dans certains cas et la connaissance du fonctionnement reste indispensable dans la plupart des cas.

**V-3 – Méthodologie de dépannage :**

L'optimisation des procédures de dépannage est destinée à :

- Réduire les temps des procédures de dépannage.
- Diminuer les déposes injustifiées

Plusieurs études effectuées par les compagnies aériennes ont démontré que les causes des déposes injustifiées peuvent se classer de la façon suivante :

- Inefficacité dispositifs automatiques de recherche de panne qui fournissent des informations incomplètes ou ambiguës.
- Absence ou inefficacité au standard incorrect des bancs de test requis pour aider le diagnostique.
- Inefficacité du support du personnel de piste. En effet bon nombre d'anomalie telles que documentation inadéquate donc de test incorrect, absence d'historique des pannes.
- Non suivi des procédures de dépannage déjà établies, le son savoir – faire et dans son habilité.
- Compétence insuffisante du personnel de piste.
- Temps a loué à la recherche de panne.

#### **V – 4 – Méthodes de dépannage :**

Les méthodes de dépannage suivies par le personnel de l'atelier H400 d'air Algérie sont :

#### **4 – a- Organigramme de dépannage :**

Chaque panne pouvant survenir dans le moteur est prévue par le constructeur qui met à la disposition de l'utilisateur un manuel où elle figure, avec tous les remèdes susceptibles d'éliminer la panne en question.

Pour se faire, des organigrammes sont confectionnés par ordre de toutes les causes de l'anomalie, c'est en quelque sorte la méthode de dépannage par exclusion.

#### **4 – b- La méthode historique :**

Une panne réparée peut survenir dans l'avenir, c'est pour cela qu'un mécanicien dépanneur enregistre les données de la dite panne et des causes qui la précèdent ; une documentation se crée au fil du temps concernant l'incident, cette



documentation fait l'objet d'un archivage que le mécanicien peut consulter à tous moment.

**4 – c- Le savoir-faire du mécanicien :**

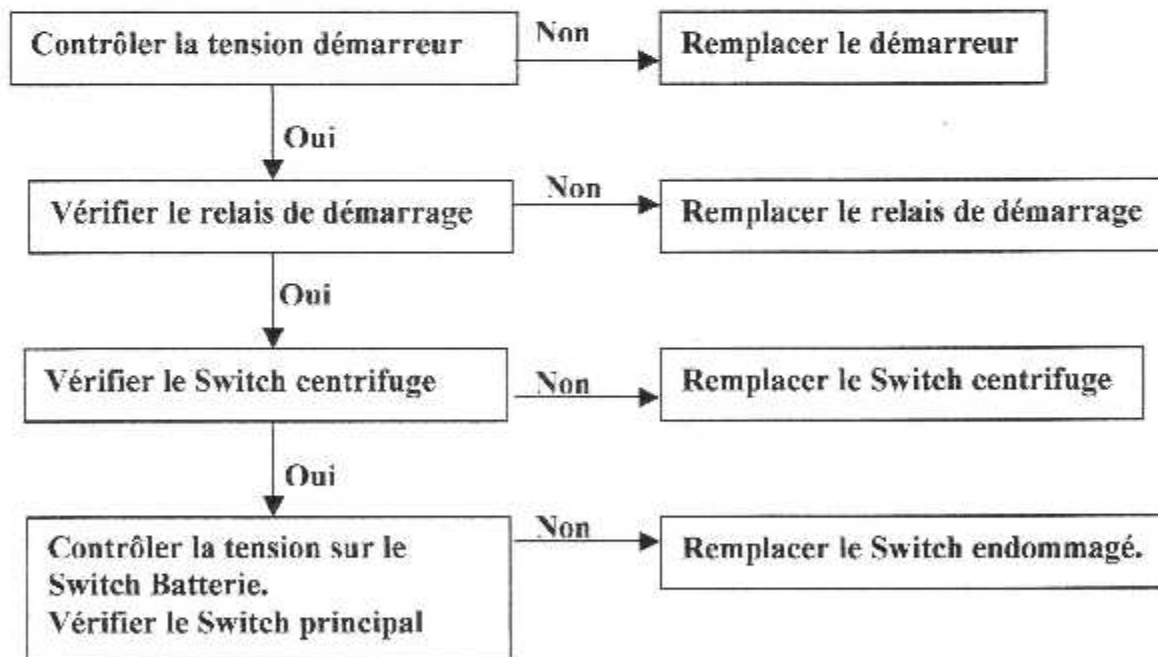
Au fil du temps, le mécanicien se voit de plus en plus se familiariser avec les pannes qui surviennent au sein du poste qu'il occupe, c'est pour cela qu'il fini par avoir une certaine philosophie de dépannage à fin de remédier aux différentes pannes.

**V – 5 – Exemple de recherche de panne par l'organigramme de dépannage :**

***V – 5 – 1. Démarreur ne tourne pas :***

Le démarreur ne tourne pas quand le Switch batterie est en position « On » et le Switch principal est en position « Start » on procède -à l'organigramme de dépannage suivant :

**a- Organigramme de dépannage :**



**b- Explication de l'organigramme :**

Quand le démarreur ne tourne pas, le mécanicien doit vérifier la tension du courant au niveau de chaque élément de circuit démarrage de l'APU, s'il n'a pas

du courant qui passe. On procède au remplacement de l'élément défectueux, après chaque remplacement le mécanicien doit faire un test de fonctionnement.

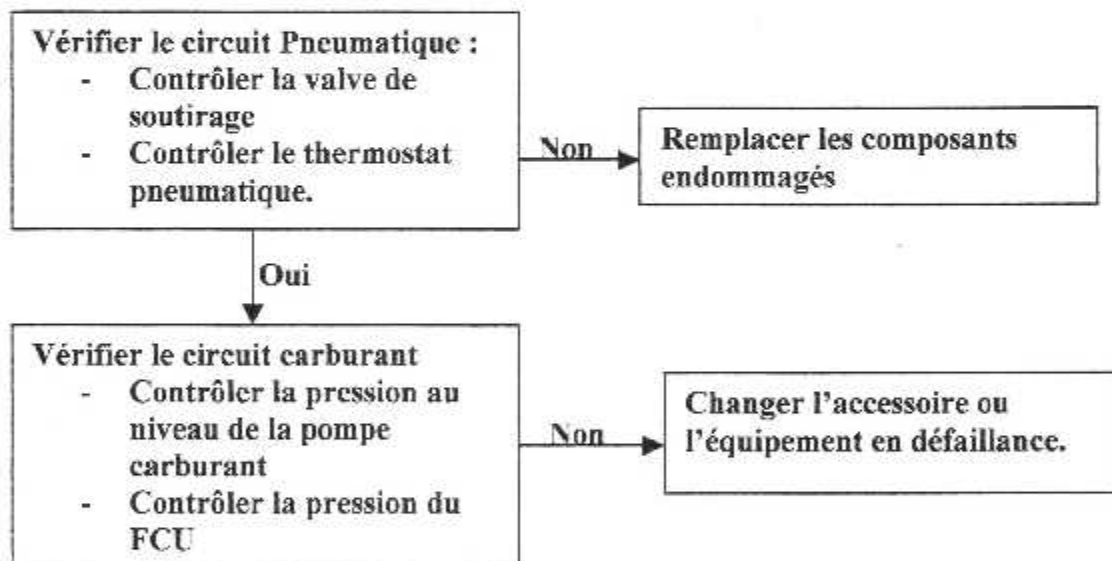
La vérification de tension du courant 28 VDC se fait au niveau des éléments suivants :

- Démarreur
- Relais de démarrage
- Switch centrifuge
- Les interrupteurs de commandes (Switch batterie – master Switch)

**V-5 -2. Temps d'accélération lent :**

Accélération lente ou l'APU n'atteint pas son régime normal.

**a- Organigramme de dépannage :**



**b- Explication de l'organigramme :**

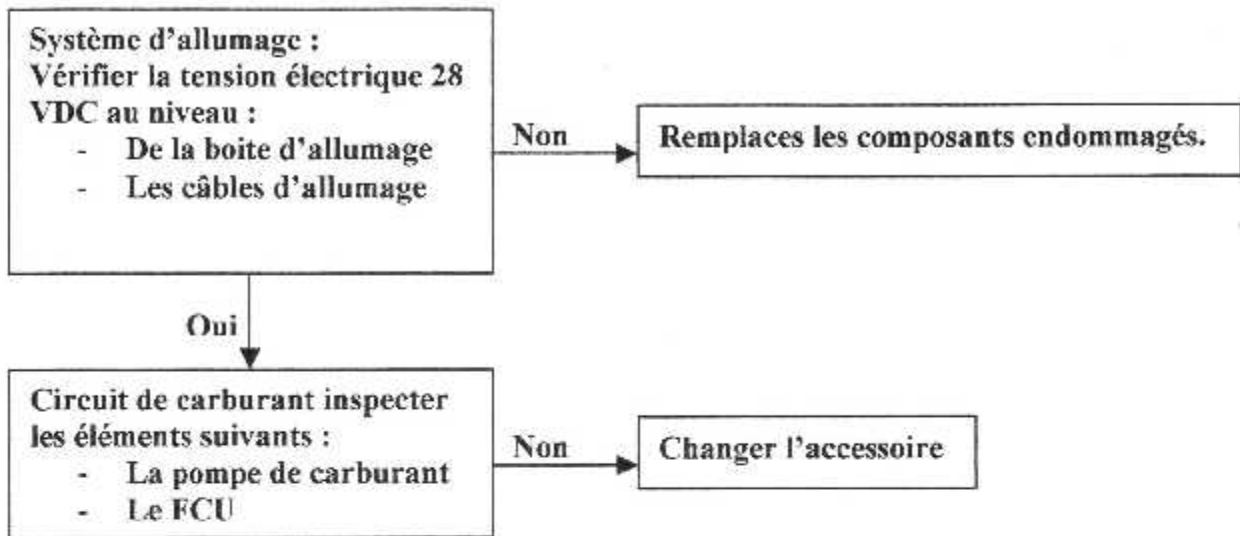
Après l'inspection de la valve de soutirage et le thermostat pneumatique, si le mécanicien constate le bon fonctionnement, il passe à la deuxième étape au circuit de carburant ; il doit procéder à l'inspection de la pompe de carburant et le FCU. S'il se trouve une anomalie, il change l'équipement déterminé par cette panne, un test final est réalisé après chaque remplacement.

**V-5 -3. Pas d'allumage :**

Il n'y a pas d'électricité au niveau de la bougie d'allumage.



**a- L'organigramme de dépannage :**



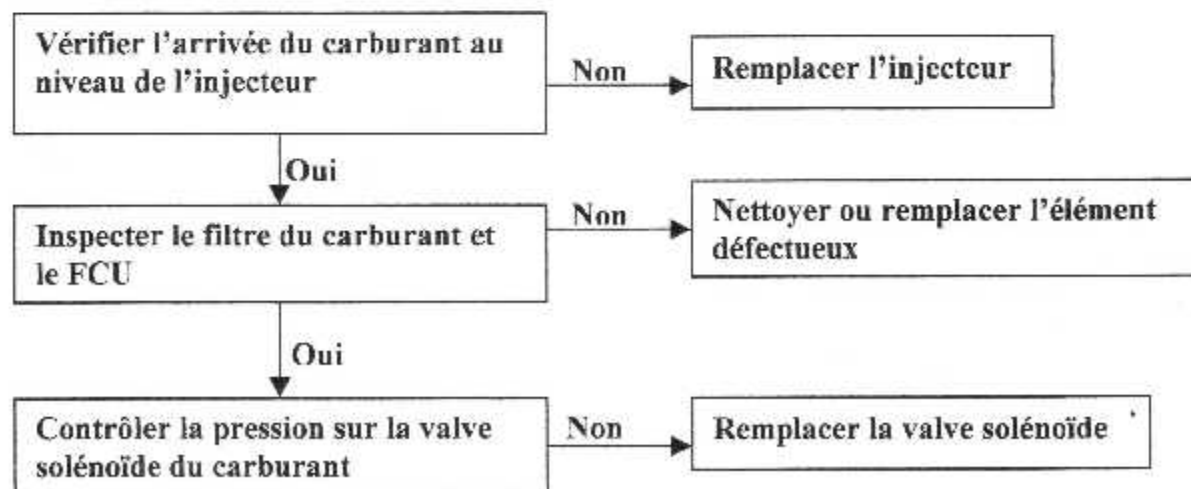
**b- Explication de l'organigramme :**

La première étape le mécanicien doit procéder à une inspection de la boîte d'allumage et le câble électrique si le système d'allumage est parfait, il y aura lieu d'inspecter le circuit de carburant, contrôler la pompe à carburant et le FCU, dans le cas où ils sont détériorés, on les change.

**V-5-4. Pas de carburant :**

Quand le circuit d'alimentation ne donne pas le carburant ou il donne un débit insuffisant. Le mécanicien doit procéder à l'organigramme de dépannage suivant :

**a- L'organigramme de dépannage :**



**b- Explication de l'organigramme :**

Le mécanicien commence à vérifier la pression envoyer vers l'injecteur si elle est incorrecte, il doit contrôler l'état général de tous les éléments de la fonction qui sont :

- L'injecteur
- Le filtre du carburant et le FCU
- Valve solénoïde

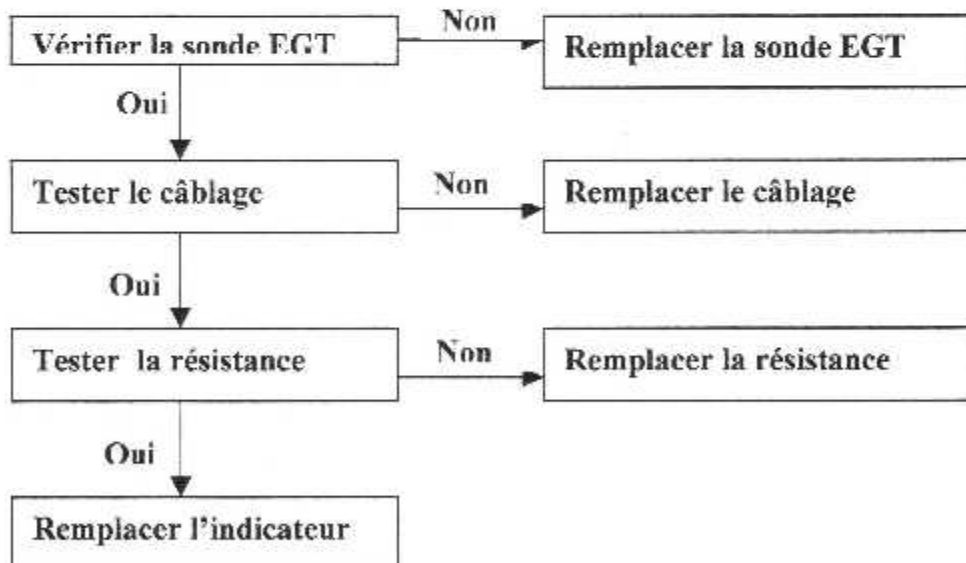
Dans le cas où les éléments cités sont détériorés, on les changes.

**V – 5 – 5. Pas d'indication de l'EGT :**

S'il n'y a pas d'indication de l'EGT au niveau des écrans d'affichage de l'APU, le mécanicien doit vérifier tous les causes qui peuvent provoquer la panne.

Ces causes et les actions correctives correspondantes sont indiquées sur l'organigramme de dépannage.

**a- L'organigramme de dépannage :**



**b- L'explication de l'organigramme :**

Le mécanicien commence à vérifier la sonde EGT. Si elle est parfaite il passe à tester le câblage et la résistance électrique par un testeur ; s'il n'a pas d'anomalie, il procède au remplacement de l'indicateur.

**V – 6 – Exemples de la recherche de panne par la méthode de savoir – faire du mécanicien :**

Le mécanicien peut déterminer la panne à partir de fumée d'échappement. Si la fumée d'échappement est bleue, le mécanicien constate que la pression d'huile au niveau du palier arrière est faible, cette panne due au joint d'étanchéité défectueux. Donc il procède au changement d'un joint neuf.

Si la fumée est noire, le problème due au circuit du carburant. Le mécanicien procède à la vérification de pression du carburant au niveau de l'injecteur et le FCU. Si l'un de ces éléments est défectueux il le change, après chaque remplacement un test est obligatoire sur le banc d'essai.

**V – 7 – Exemples de dépannage par la méthode historique :**

**V – 7 – 1. Vanne de soutirage ne s'ouvre pas :**

Tableau ci dessous montre l'évolution de la panne - vanne de soutirage ne s'ouvre pas -, pendant cinq ans depuis 1996 jusqu'à 2000

<i>Année</i> <i>Équipement</i>	<i>Solénoïde électrique</i>	<i>Switch centrifuge</i>	<i>Vanne de soutirage</i>	<i>Solénoïde 3 voies</i>	<i>Câblage électrique</i>
1996	1	0	2	0	0
1997	0	0	1	0	0
1998	2	1	1	1	0
1999	1	0	2	1	0
2000	1	1	1	1	0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Pourcentage</b>	<b>29.41 %</b>	<b>11.76 %</b>	<b>41.19 %</b>	<b>17.64 %</b>	<b>0 %</b>

On remarque que la panne a été souvent liée au mauvais fonctionnement de la vanne de soutirage (41,19 %). Donc le mécanicien procède au changement de la vanne du soutirage. Si la panne persiste après le test. Il doit changer un autre élément suivant l'historique des pannes.

**V – 7 – 2. Pression d'air faible :**

Le tableau ci – dessous montre l'évolution de toutes les pannes – pression d'air faible – pendant cinq ans.

<i>Année</i> <i>Équipement</i>	<i>Vanne de</i> <i>soutirage</i>	<i>Compresseur</i> <i>HP et BP</i>	<i>Carter</i> <i>plénum</i>	<i>Turbine</i>
<i>1996</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>2</i>
<i>1997</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1</i>
<i>1998</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>
<i>1999</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>2</i>
<i>2000</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>Total</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>16</i>	<i>7</i>
<i>Pourcentage</i>	<i>6,89 %</i>	<i>13,79 %</i>	<i>55,17 %</i>	<i>24,13 %</i>

D'après l'historique des pannes, le mécanicien doit commencer par le changement du carter plénum. Car la faible pression d'air est souvent liée à l'endommagement du carter plénum avec un pourcentage du (55,17 %) suivant l'exemple, après le mécanicien procède au changement des autres éléments si la panne persiste.

**V – 8 – Les causes de l'arrêt automatique de l'APU :**

L'APU s'arrête automatiquement dans les cas suivants :

- La survitesse de régime de rotation (110 %)
- La sur chauffe d'huile (124 °C)
- La baisse pression d'huile (45 PSI)

Pour redémarrer l'APU après un arrêt automatique, il faut procéder à des actions correctives représentées sur le tableau suivant :

<i>Cause d'arrêt automatique</i>	<i>Les procédures à suivre</i>
Sur vitesse (110 % RPM)	1- Remplacer le Switch centrifuge 2- Remplacer le FCU 3- Remplacer le relais de démarrage
Sur chauffe d'huile (124 °C)	1- Vérifier la grille du FAN 2- Vérifier le conduit d'air 3- Remplacer le radiateur d'huile 4- Remplacer le FAN
Baisse pression d'huile (45 PSI)	1- Vérifier le niveau d'huile 2- Remplacer le LOP2 3- Remplacer le régulateur d'huile 4- Remplacer la pompe d'huile.

### V – 9 – La méthode analytique :

En réalité les trois méthodes qu'on a citées sont dépendantes. C'est à dire le mécanicien suit toutes ces méthodes pour faire la recherche de pannes. Il doit commencer le dépannage par :

- L'élément le plus facile à tester ou bien à contrôler.
- L'élément ayant un niveau de fiabilité faible selon l'historique des pannes.
- Suivront l'expérience et le savoir – faire du mécanicien.

La méthode qui est basé sur cette analyse est appelée la méthode analytique. Elle nécessite des spécialistes ayant une bonne connaissance du fonctionnement de l'APU

L'avantage de cette méthode est :

- La rapidité
- La régularité et la disponibilité de l'APU
- Minimiser le coût d'entretien
- Diminuer le nombre des déposes injustifiées.



**CHAPITRE VI**  
**Essais**  
**de**  
**Fonctionnement**

VI – 1 – Généralités :

A/ Le groupe APU ne nécessite pas des réglages spéciaux. Les seuls réglages à faire sont pratiqués pendant l'essai. Ce dernier se fait en 4 parties :

- Démarrage
- Accélération fonctionnement
- Essai des contrôles automatiques
- Régulateur vitesse de FCU
- Vanne de limitation accélération FCU
- Vanne de sous tirage d'air

Chaque essai est indépendant des autres et peut se faire après le remplacement d'un composant APU ou lorsqu'un composant est défaillant tels que le réglage du régulateur quand la fréquence de l'alternateur électrique AC n'est pas de 400 Hz

B/ L'essai du démarrage, accélération, fonctionnement et des contrôles auto doit être effectué après un remplacement moteur APU. En outre cet essai peut être effectué également lorsqu'un des composants suivant est remplacé :

- Contacteur centrifuge
- Contacteur de séquence pression d'huile
- Contacteur de basse pression d'huile
- Valve solénoïde carburant
- Valve solénoïde pneumatique et la pompe à l'huile

Le remplacement des accessoires tels que :

- Le démarreur
- Éclateurs
- Boîte d'allumage : chambre de combustion et diffuseur (atomiseur)  
peuvent être durant le point fixe APU

VI – 2 – Différents tests effectués sur l'APU GTCP85 129 :a- Test d'étanchéité :

Ce test est effectué après une remise en état tel que les visites PV<sub>2</sub> et HSI ou recherche de panne.

Les paramètres qui sont prévus devant ce test sont :

<i>Paramètres</i>	<i>APU sans charge</i>	<i>APU avec charge</i>
Croaking pressure	60 PSI	/
Pression carburant	160 ± 10 PSI	280 ± 10 PSI
Pression d'huile	100 ± 10 PSI	100 ± 10 PSI
EGT	280° C 620 °F	620° C 1150 °F
RPM (sur avion fréquence 400 Hz)	101 % (41600 tr/mn)	99 % (41000 tr / mn)

- Courant 24 VDC
- Voyant baisse pression d'huile 45 % (ombre)
- Démarreur 50 % RPM (ombre)
- Voyant de soutirage à 95 % RPM vert

***b- Test de Performance :***

C'est un test qui doit se faire après une révision générale, on peut l'appeler aussi test de la révision générale.

• ***Test de libre rotation :***

L'intérêt de ce test est de vérifier l'état du fonctionnement du circuit d'arrêt de l'APU. Il se fait en trois étapes, sont représentés sur le tableau suivant :

<i>Étapes</i>	<i>Arrêt de l'APU</i>	<i>Temps d'arrêt</i>
1 <sup>er</sup> démarrage	À 60 % RPM	32 sec
2 <sup>ème</sup> démarrage	À 95 % RPM	37 sec
3 <sup>ème</sup> démarrage	Deux minutes	41 sec

- Si l'APU s'arrête avant d'atteindre les limites du temps représentées sur le tableau, il faut procéder à une action corrective c'est à dire le fonctionnement de l'APU n'est pas parfait.
- On remarque que le temps d'arrêt de l'APU est toujours proportionnel. Avec le régime de rotation.



- Après ce test, le mécanicien doit vérifier l'état du filtre d'huile et le niveau d'huile dans le réservoir.

Tableau des Paramètres qui sont provient devant le test de performance :

<i>Paramètres</i>	<i>APU sans charge</i>	<i>Avec charge</i>
Cracking pressure	60 PSI $\pm$ 3	/
Vibration Gear Box	06 MIL max	/
Vibration turbine	04 MIL max	/
RPM	41600 tr / mn $\pm$ 100	41000 tr / mn $\pm$ 20
Pression carburant entrée	38 $\pm$ 2 PSI	/
Pression d'huile	100 $\pm$ 10 PSI	100 $\pm$ 2 PSI
Température d'huile	124 °C 215 °F	/
Fluctuation pression d'huile	$\pm$ 3 PSI	/
Pression négative turbine	0 PSI $\rightarrow$ - 25 In / Hg	/
Pression négative turbine (HSI)	+ 4 PSI $\rightarrow$ - 25 In / Hg	La même
Pression négative Gear Box	- 3 In / Hg – 10 In / Hg	La même
Switch centrifuge 35 %	14500 tr / min à 16500	/
Switch centrifuge 95 %	37300 tr / min à 38900	/
Switch centrifuge 110 %	43500 tr / min à 44500	/
Over température °C	/	704 °C à 718 °C
Over température °F	/	1300 °F à 1325 °F
EGT	280 °C $\rightarrow$ 620 °C	620 °C $\rightarrow$ 1150 °F
Temps d'ouverture de la vanne de soulirage	/	12 à 14 sec
Température sortie vanne soulirage	/	38 °C 100 °F
T° compresseur	54 °C 130 °F	/
Pression d'air	/	40 PSI
Pression régulateur d'air	/	19 PSI
Pression carburant	160 PSI $\pm$ 10	280 $\pm$ 10 PSI
Test survitesse	110 % arrêt APU auto	/

**Note :**

Le test de survitesse se fait par le vis de réglage du gouvernor sur le FCU ; Le but de ce test est de voir le bon fonctionnement du Switch centrifuge à 110 % RPM

**VI – 3 – Les précautions à suivre lors des tests du fonctionnement :**

- Avant de démarrer l'APU il faut s'assurer que l'extincteur est en place.
- L'entrée d'air est dégagé de toutes corps étranger

- La disponibilité du carburant
- La disponibilité d'huile
- La disponibilité de courant 28 VDC
- Durant la phase d'accélération il faut bien voir l'extinction des voyants lumineux tel que :
  - Voyant baisse pression LOP2 à 37 % RPM
  - Voyant de soutirage (Vert) 95 % RPM
  - Voyant de survitesse 110 % RPM





**CONCLUSION**

# C ONCLUSION

Le travail que nous avons réalisé, nous a permis de nous perfectionner et d'apprécier la richesse et l'ingéniosité dans le domaine aéronautique. Nous avons pu approfondir nos connaissances sur l'unité auxiliaire de puissance (APU, GTCP85 129) et son principe de fonctionnement.

Notre étude nous a appris l'importance de la maintenance aéronautique en matière de recherche de panne ainsi que la rapidité d'action afin que l'APU soit remis en exploitation rapide. Tout en prenant en considération le coût d'entretien (l'aspect économique) de l'APU et l'augmentation de sa durée de vie.

Cette étude nous a permis d'acquérir des connaissances précieuses qui nous permettront de familiariser avec le milieu aéronautique.



## Glossaire

<i>Anglais</i>	<i>Français</i>
- Switch	- Interrupteur
- Lookout relay	- Relais de blocage
- Over head panel	- Tableau, panneau supérieur
- Remote fire switch	- Interrupteur d'incendie à distance
- Forward overhead panel	- Panneau supérieur avant
- Aft electronic switch	- Interrupteur électronique arrière
- Control panel	- Tableau de commande
- Electronic compartment	- Compartiment électronique
- Glare shield	- Écran par soleil
- Selector	- Sélecteur
- Fire shunt down relay	- Relais d'incendie dérivé
- Master caution light	- Voyant d'avertissement principal
- Annunciator light	- Annonceur d'éclairage
- Solenoid	- Solénoïde, électro – aimant
- Nozzle box	- Carter turbine, carter distribution des gaz
- Oil seal	- Joint d'étanchéité d'huile
- Actuator	- Vérin
- By pass	- Déviation, dérivation
- Relief valve	- Clapet de surpression (décharge)
- Plenum	- Plein, de tranquillisation
- Baffle	- Cloison, écran (haut-parleur)

## *Abréviation*

- ***A P U*** : Auxiliary Power Unit (unité de puissance auxiliaire)
  - ***E G T*** : Exhaust Gaz Temperature
  - ***F C U*** : Fuel Control Unit (unité de contrôle carburant)
  - ***H S I*** : Hot Section Inspection
  - ***P S I*** : Pound Square Inch (unité de pression = 0,07 Kg / Cm<sup>2</sup>)
  - ***R P M*** : Révolution par Minute (Régime) [Tour par Minute]
  - ***L O P*** : Low Oil Pressure (pression d'huile faible)
  - ***V D C*** : Volt directe continue
  - ***R G*** : Revisions Générale
  - ***H P*** : Haute Pression
  - ***B P*** : Basse Pression
  - **° F** : Degré Fahrenheit
  - **° C** : Degré Celsius
- $F^{\circ} = (^{\circ} C \times 9/5) + 32$                        $C^{\circ} = (F^{\circ} - 32) \times 5/9$
- ***Hz*** : Hertz
  - ***H, h*** : Heures
  - ***Tr / mn*** : Tour par minute.



## *Bibliographie*

- \* Gaz Turbine engine ( Training Study guide)

### **GARRETT**

- \* Source d'alimentation auxiliaire (Training guide) Air Algérie

- \* JT8 – D Trouble shooting (Training guide)

### **Air CRAFT**

- \* Mémoire fin d'étude

« Maintenance et contrôle du Turbo réacteur JT8 – D »