

**République Algérienne démocratique et populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieure**

**Et de la recherche**

**Université de Blida**

**Département d'Aéronautique**

# **MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

**En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Universitaires**

**Appliquées**

## **Theme**

### **Etude d'écritive comparative entre les circuits carburant des deux turbopropulseurs PW150-A et PT6A-67**

**Présenté par :**

- BETTAYEB Mohamed
- BOUSNINA Mohamed Ibrahim

**Promoteur :**

KABAB Hakim

**Co-promoteur :**

AIT AMER AMINE

**ANNEE UNIVERSITAIRE : 2007-2008**

## REMERCIEMENTS

*NOUS REMERCIONS DIEU ALLAH LE TOUT  
PUISSANT DE NOUS AVOIRS DONNER LE  
COURAGE ET LA PATIENCE DE REALISER CE  
TRAVAIL.*

*NOUS TENONS A REMERCIER TOUT,  
PARTICLIERMENT*

*NOTRE PROMOTEUR Mr KABAB HAKIM  
ET LE CO-PROMOTEUR Mr AIT AMER AMINE*

*POUR SONT CONSEILS ET SES  
ENCOURAGEMENTS, QU'IL TROUVE ICI  
L'EXPRESSION DE NOTRE PROFONDE  
GRATITUDE.*

*NOUS TENONS AUSSI A REMERCIER  
TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUE DE PRES  
COMME DE LION A FIN QUE CE TRAVAILSOIT  
UN TRAVAIL DE  
QUALITE.*

*ET FINALEMENT UN GRAND MERCI A TOUS LES  
ENCIEGNANTS DE L'INSTITUT  
D'AERONAUTIQUE DE BLIDA QUI ONT ASSURE  
NOTRE FORMATION DURANT LES TROIS  
DERNIERES ANNEES ON NE PEUT OMETTRE DE  
REMERCIER TOUS LES MOMBRES DE*

*LA FAMILLE*

*BOUSNINA ET BETTAYEB*

## DEDICACE

*JE TIENS A DEDIER CE MODESTE TRAVAIL*

*A :*

*MA TRÈS CHER MAMAN ET MON PÈRE QUI  
M'ONT ENCOURAGÉ ET SOUTENU TOUT LONG  
DE MES ÉTUDES. QUI DIEU LA PROTÈGE.*

*MES ADORABLE SŒURS ET FRÈRE.*

*MES TANTES ET MES ONCLES, COUSINES ET  
COUSINES*

*ET J'AI UNE PENSÉE TOUTE  
PARTICULIÈREMENT A MON AMI LATIF.*

*AINSI QU'À TOUS MES AMIS .*

*CEUX ET CELLES QUI OCCUPENT UNE PLACE  
DANS MON*

*CŒUR.*

*A MON BINÔME MOHAMED(KHALIL)*

*ET À TOUTE LA FAMILLE*

*BOUSNINA*

*BETTAYEB MOHAMED*

# DEDICACE

*JE TIENS À DEDIER CE MODESTE TRAVAIL*

*A :*

*MES TRÈS CHER MAMAN ET MON PÈRE QUI  
M'ONT ENCOURAGÉ ET SOUTENU TOUT LE  
LONG DE MES ÉTUDES .*

*QUI DIEU LE PROTÈGE.*

*ET SURTOUT MA TRÈS CHER GRANDMÈRE*

*MES FRÈRES ET À TOUTE MA FAMILLE.*

*TOUS MES AMES DE L'INSTITUT*

*D'AÉRONAUTIQUE ET DE LA CITÉ*

*UNIVERSITAIRE (2) DE BLIDA*

*AINSI QU'À TOUS MES AMIS D'ALGER.*

*CEUX ET CELLES QUI OCCUPENT UNE PLACE  
DANS MON*

*CŒUR.*

*À MON BINÔME Mohamed ET TOUTE*

*LA FAMILLE BETTAYEB*

*TOUT LA PROMOTION*

*2007/2008*

*BOUSNINA MOHAMED*

# Résumé du travail

## ملخص:

إن الهدف المسطر من خلال العمل الذي قمنا به يتمثل أساساً في دراسة مقارنة و وصفية بين أنظمة

توزيع الوقود في كل من المحركين.

## **PW150-A et PT6A-67**

و لقد مكنتنا هذه الدراسة من فهم و استيعاب مختلف الأجزاء المكونة لهما، و قد كان هدفنا المحوري هو

فهم مبدأ تشغيل أنظمة توزيع الوقود لهذين المحركين

كلمات المفتاح:

محرك ذو مروحة دافعة، اليسون ب و 150-أ و ب ت 6-أ 67، نظام توزيع الوقود

## **Résumé**

L'objectif de notre travail est de faire une étude descriptive et comparative entre les deux circuits carburant des deux moteurs

**PW150-A et PT6A-67.**

cette étude va nous permettre de comprendre et voir clairement les

différents composants. Ainsi de comprendre le principe de fonctionnement des circuits carburant de ces deux moteurs.

# SOMMAIRE

# SOMMAIRE

<b><u>Introduction</u></b> .....	<b>01</b>
----------------------------------	-----------

## **Chapitre I : généralité sur l'avion bombardier Q400**

<b>I-1 : Historique</b> ....	<b>02</b>
I-1-1 : caractéristique .....	03
I-1-1-1 : généralité.....	03
I-1-1-2 : dimensions :.....	03
I-1-1-3 : masses :.....	05
I-1-1-4 : capacité de réservoir carburant et l'huile.....	05
I-1-1-5 : performance : .....	05
I-1-1-6 : le cockpit :.....	05
I-1-1-7 : navigation :.....	06
I-1-1-8 : communication :.....	06
I-1-2 : programme de visite :.....	06
I-1-3 : intégrité structurel :.....	06
I-1-4 : intérieur de « Q400 » :.....	07
I-1-4-1 : intérieur de la cabine :.....	08
I-1-4-2 : plan de siège de « Q400 » :.....	09
I-1-5 : particularité de l'avion :.....	09
I-1-5-1 : bruit.....	09
I-1-5-2 : comment fonctionnent le système NVS ?.....	10
I-1-5-3 : les composants harmoniques du bruit de la cabine.....	11

I-1-5-4 : confortable et plus écologique.....	13
I-1-6 : conclusion : .....	14

## **Description de moteur PW150-A**

I-2 : description de moteur PW150-A :.....	15
I-2-1 : les caractéristique de moteur PW150-A :.....	15
I-2-2 : les différent module de moteur PW150-A :.....	16
I-2-2-1 : module entrée d'air.....	16
I-2-2-2 : module compresseur.....	17
I-2-2-3 : module chambre de combustion .....	18
I-2-2-4 : module turbine.....	19
I-2-2-5 : module gear box.....	21
I-2-2-6 : module reduction gear box.....	22
I-2-3 : les stations aérodynamiques.....	24
I-2-4 : les roulements.....	25
I-2-4-1 : les différents arbres et leur roulement.....	25
I-2-5 : les circuits :.....	26
I-2-5-1 : système d'air.....	26
I-2-5-2 : le circuit d'huile .....	28
I-2-5-3 : le système d'indication.....	30
I-2-5-4 : circuit d'allumage.....	33

## **Chapitre II : description de circuit carburant de moteur PW150-A**

II-1 : introduction.....	35
II-1-1 : la présentation de système.....	35
II-1-2 : qualités essentielles de kérosène JET A1.....	36

II-1-3 : la distribution.....	36
II-1-4 : pompe à carburant.....	37
II-1-5 : échangeur de chaleur.....	38
II-1-5-1 : filtre à carburant bassa pression.....	39
II-1-5-2 : élément thermique et soupape de commande.....	40
II-1-5-3 : Impending by-pass valve.....	40
II-1 -6 : débitmètre.....	40
II-1-7 : diviseur de débit et valve de drainage.....	41
II-1-7-1 : le débit primaire.....	41
II-1-7-2 : le débit secondaire.....	41
II-1-8 : les collecteurs de carburant et les injecteurs.....	42
II-1-8-1 : la rampe de carburant.....	42
II-1-8-2 : les injecteurs.....	43
II-1-9 : fonctionnement de la distribution.....	44
II-2 : système de contrôle de carburant de moteur PW150 -A.....	45
II-2-1 : introduction.....	45
II-2-2 : FADEC.....	45
II-2-3 : FMU (fuel metering unit).....	47
II-2-3-1 : différent élément de FMU.....	48
II-2-4 : les capteurs et les sondes.....	51
II-2-5 : alternateur permanent d'aiment.....	52
II-2-6 : le PEC .....	52

### **Chapitre III : description générale de moteur PT6A-67**

III-1 : introduction.....	53
III-2 : les performances et les caractéristiques de moteur PT6A-67.....	53

III-3 : description de moteur PT6-67.....	54
III-3-1 : carter entrée d'air.....	55
III-3-2 : module compresseur.....	55
III-3-3 : module chambre de combustion.....	56
III-3-4 : module turbine.....	56
III-3-4-1 : la turbine de compresseur.....	56
III-3-4-2 : la turbine libre.....	57
III-3-5 : canal d'échappement.....	58
III-3-6 : module gear box (AGB).....	58
III-3-7 : module reduction gear box.....	59
III-4 : les stations aérodynamiques.....	60
III-5 : les roulements.....	61
III-6 : l'hélice.....	62

### **Description de circuit carburant de moteur PT6A-67**

III-7 : le rôle de circuit carburant.....	63
III-7-1 : la distribution.....	64
III-7-2 : le block pompe.....	64
III-7-2-1 : pompe à carburant .....	65
III-7-3 : échangeur de chaleur.....	65
III-7-3-1 : élément thermique.....	66
III-7-4 : diviseur de débit.....	67
III-7-4-1 : débit primaire.....	67
III-7-4-2 : débit secondaire.....	67
III-7-5 : les collecteurs de carburant et les injecteurs.....	68
III-8 : le système de contrôle de carburant de moteur PT6A-67.....	69
III-8-1 : FCU (fuel contrôle unit).....	69
III-8-1-1 : la partie hydraulique.....	69

III-8-1-2 : la partie pneumatique.....	69
III-8-2 : le fonctionnement de FCU.....	71

## **Chapitre IV : comparaison entre les deux circuits**

<b>IV-1 : description de circuit carburant.....</b>	<b>72</b>
IV-1-1 : pour le moteur PW150-A.....	72
IV-1-2 : pour le moteur PT6A-67.....	72
<b>IV-2 : groupe de pompe :</b> .....	<b>73</b>
IV-2-1 : pour le moteur PW150-A.....	73
IV-2-2 : pour le moteur PT6A-67.....	73
<b>IV-3 : échangeur de chaleur.....</b>	<b>74</b>
IV-3-1 : pour le moteur PW15.-A.....	74
IV-3-2 : pour le moteur PT6A-67.....	74
<b>IV -4 : les filtres.....</b>	<b>74</b>
IV-4-1 : pour le moteur PW150-A.....	74
IV-4-2 : pour le moteur PT6A-67.....	75
<b>IV-5 : les injecteurs.....</b>	<b>75</b>
IV-5-1 : pour le moteur PW150 –A.....	75
IV-5-2 : pour le moteur PT6A-67.....	75
<b>IV-6 : le régulateur de carburant.....</b>	<b>76</b>
IV-6-1 : pour le moteur PW150-A.....	76
IV-6-2 : pour le moteur PT6A-67.....	76
<b>IV-7 : les composants des regulateur de carburant.....</b>	<b>77</b>
IV-7-1 : pour le moteur PW150-A.....	77
IV-7-2 : pour le moteur PT6A-67.....	77

<b>Conclusion.....</b>	<b>78</b>
------------------------	-----------



# INTRODUCTION

**Introduction :**

L'adoption d'un type de propulseur pour un constructeur afin d'équiper l'un de ses appareils n'est pas une chose facile, c'est souvent un choix bien réfléchi et qui vient sanctionner des études menées sur tous les plans.

En effet, un propulseur est étudié et conçu pour répondre à des besoins opérationnels bien précis, tout en étant efficace, économique et surtout facile à l'utilisation et à la maintenance, Et bien souvent il est le fruit de compromis entre ces différents aspects.

Un moteur d'avion doit satisfaire à un certain nombre d'exigences : une grande fiabilité, une longue durée de vie, un faible poids, une faible consommation et une faible surface frontale. le facteur le plus important est la fiabilité , la durée de vie est un paramètre d'ordre économique particulièrement important en aviation commerciale , quand au trois autre critère , ils dépendent du type d'avion pour lequel le moteur est prévu.

L'objectif de notre travail est d'élaborer une étude descriptive et comparative entre les deux circuits de carburant des turbopropulseurs **PW150-A** et **PT6A-67**.

Afin de mener a bien notre travail, nous avons devisé l'étude en quatre chapitre, dont le premier chapitre est consacré pour les g généralité sur l'avion **BOMBARDIER Q400**. Le deuxième et le troisième se porteront successivement sur la description générale des circuits carburants des moteur **PW150-A** et **PT6A-67** .le quatrième est une comparaison entre les deux circuits.

Enfin une conclusion générale est tirée.

# Chapitre I

Généralités sur l'avion Q400

**I-1 : Historique :**

Le Dash 8 Q400 est un avion de 70 passagers ,équipé d'un turbopropulseur . Le projet a été lancé en juin 1995 et son premier vol a eu lieu le 31 janvier 1998. Le Q400 est une version allongée du **Q300** de 50 passagers mais avec des nouveaux moteurs, une avionique modernisé et des ailes modifiées.



Il a été Conçu pour répondre aux exigences supérieures de capacité et de vitesse des compagnies aériennes opérant dans les marchés régionaux à haute densité, le Q400 a remplace aussi des avions à réaction sur plusieurs corridors nationaux et régionaux à travers le monde. Plus de 150 avions Q400 ont été commandés, et Porter est le 15e exploitant de ce type d'appareil.

Pourquoi la série « Q »? Tout simplement à cause du mot « Quiet » en anglais qui signifie « calme et silencieux ». Ceux qui ont volé à bord d'un Dash 8 de cette série savent bien pourquoi Bombardier leur assigne la lettre Q. Reconnu comme l'avion à turbopropulseurs du 21ème siècle, le Dash 8 de série Q est à l'avant-garde de la technologie aéronautique en matière de contrôle du bruit et des vibrations.

**I-1-1 : Caractéristiques :****I-1-1-1 : Généralités**

Équipage	2
Agents de bord	2 ou 3
Nombre de passagers	68-78

**I-1-1-2 : Dimensions :****extérieures**

longueur hors tout	32,84m
envergure	28,42m
hauteur hors tout	8,34m
diamètre maximale du fuselage	2,69m
surface alaire (nette)	63,08m <sup>2</sup>
surface du stabilisateur	16,72m <sup>2</sup>
surface de la dérive	14,1m <sup>2</sup>

**intérieurs**

longueur de la cabine	18,80m
largeur maximale de la cabine	2,51m
largeur de cabine	2,03m
hauteur maximale	1,95m
surface de plancher	43,6m <sup>2</sup>
volume de cabine	77,60m <sup>3</sup>
pressurisation cabine	37,9Kpa
volume de la soute a bagages	14,22m <sup>3</sup>

## Portes et issues

### porte passagère (avant, gauche)

hauteur 1,65m

largeur 0,76m

hauteur au seuil 1,23m

### porte passagers (Arrière, gauche)

hauteur 1,75m

largeur 0,71m

hauteur au seuil\* 1,56m

### porte soute a bagages (arrière, gauche)

hauteur 1,43m

largeur 1,27m

hauteur au seuil 1,55m

### porte soute a bagages (avant, droite)

hauteur 1,45m

largeur 0,71m

hauteur au seuil\* 1,27m

\*Les dimensions par rapport à la ligne de référence au sol sont approximatives et peuvent varier selon la configuration de l'appareil et la charge marchande.



Fig( I-1): les dimensions de Q400.

### **I-1-1-3 : Masses : version à masse brute élevée (HGW) :**

masse maximale au décollage	29257kg
masse maximale a l'atterrissage	28009Kg
masse maximale sans carburant	25855Kg
masse à vide d'exploitation	17185Kg
charge marchande maximale	8670Kg

### **I-1-1-4 : Capacité des réservoirs carburant et huile :**

Capacités des réservoirs	
capacité du réservoir carburant	6526L
capacité du réservoir huile	30L

### **I-1-1-5 : Performance :**

distance franchissable :	2522Km
vitesse de croisière maximale	667Km/h
longueur de piste au décollage	1402m
longueur d'atterrissage	1287m
altitude:	
plafond pratique	7620m

### **I-1-1-6 : le cockpit:**

- un Système de commandes de vol automatiques
- un Pilote automatique avec directeur de vol
- Centrale de cap et de verticale double
- Calculateur de données aérodynamiques double
- EFIS (ensemble d'instruments électroniques de vol)
- Capacité Cat. II
- Système d'affichage des paramètres réacteurs et systèmes (ESID)

### **I-1-1-7 : Navigation :**

VHF double (VOR, pente radiogoniométrique, balise)  
 ADF double, DME et ATC Mode S  
 Système de gestion de vol double ou simple\*  
 Collimateur de pilotage tête haute de catégorie III a

ACARS\*

**I-1-1-8 : Communication :**

- Système d'interphone et de communications aux passagers
  - Système HF,\* KHF 950, AlliedSignal
  - Instrumentation de secours
  - Altimètre radio KRA-405B, AlliedSignal
  - Radar météo à affichage couleurs RDR-2000, AlliedSignal
  - Version améliorée du dispositif avertisseur de proximité du sol (EGPWS)\*
  - Système TCAS II CAS E7 simple, AlliedSignal\*
  - Enregistreur de conversations
  - Radiobalise de détresse
  - Enregistreur de données de vol, AlliedSignal
  - Système de maintenance et de diagnostic centralisé
- \*Offert en option

**I-1-2 : Programme des visites :**

Vérifications quotidiennes	Aucune
Visites d'escale	Toutes les 50 heures de vol
Visites «A»	Toutes les 500 heures de vol
Visites «C»	Toutes les 5 000 heures de vol
Inspection structurale	Toutes les 40 000 heures de vol
Programme de maintenance équilibrée disponible	

**I-1-3 : Intégrité structurale :**

Vie utile sans fissure	40 000 vols / 32 670 heures de vol *
Vie utile	80 000 vols / 65 340 heures de vol *

**I-1-4 : Intérieur de « Q400 » :**

L'ensemble de la cabine de l'appareil « Q400 » est aujourd'hui plus clair grâce à l'introduction de l'éclairage de longue durée à DEL et l'amélioration de l'esthétique de la cabine grâce aux nouveaux panneaux de plafond et de la courbure concave donnée aux parois où se trouvent les fenêtres. Pour compléter l'esthétique, les caractéristiques pratiques de l'intérieur ont été améliorées par la nouvelle conception des coffres supérieurs de rangement. Ces coffres sont aujourd'hui spacieux et commodes et on peut y placer plus de bagages et, pour la première fois, des valises à roulettes ordinaires.

Les changements apportés aux « Q400 » ont été apportés à des appareils déjà populaires et spacieux en plus d'offrir un aménagement de sièges par groupes de deux et avec un espace considérable pour la tête lorsque les passagers sont debout, sans parler des avantages exclusifs présentés par **le système actif de réduction du bruit et des vibrations (ANVS)** qui en fait un appareil à part et qui se compare favorablement par rapport au confort des cabines des avions à réaction.



Fig (I-2):l'intérieur de Q400

Les études ont démontré que les passagers aiment les appareils « Q400 ». Les sièges sont larges, confortables et orthopédiques; le pas des sièges est apprécié, de même que le dégagement pour les jambes. Ce profil élancé de l'appareil maximise l'espace occupé et le design permet de remiser des bagages sans obstruction sous les sièges. Le centre de gravité large de l'appareil permet d'avoir un « aménagement ouvert » des sièges; ainsi, les agents de bord n'ont plus besoin de répartir les passagers uniformément dans la cabine, comme ils doivent le faire dans bien d'autres appareils.

Grâce au système de ventilation supérieur, à la réduction du bruit dans une cabine à la fois claire, spacieuse et avec beaucoup d'espace pour les bagages et la cuisine, le « Q400 » répondra certainement aux besoins à la fois des passagers et des opérateurs.

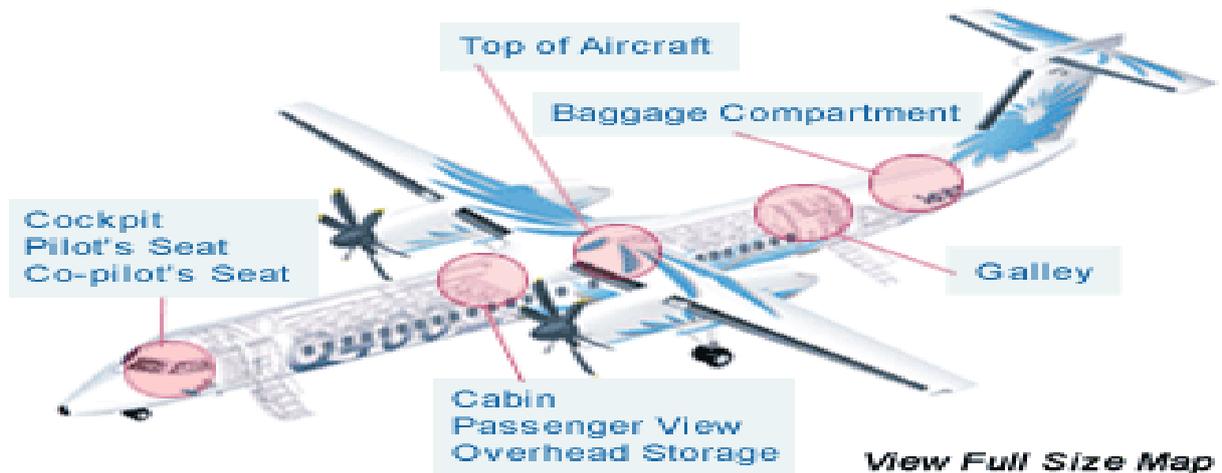


Fig (I-3) : les différentes parties de Q400

#### **I-1-4-1 : INTERIEUR DE LA CABINE :**

Le poste de pilotage du Q400, le plus moderne de tous les biturbopropulseurs, est doté d'une suite d'équipement avionique Thales dernier cri. Avec moins de composants et un poids moindre, la suite Thales est plus fiable que tout autre équipement avionique comparable.

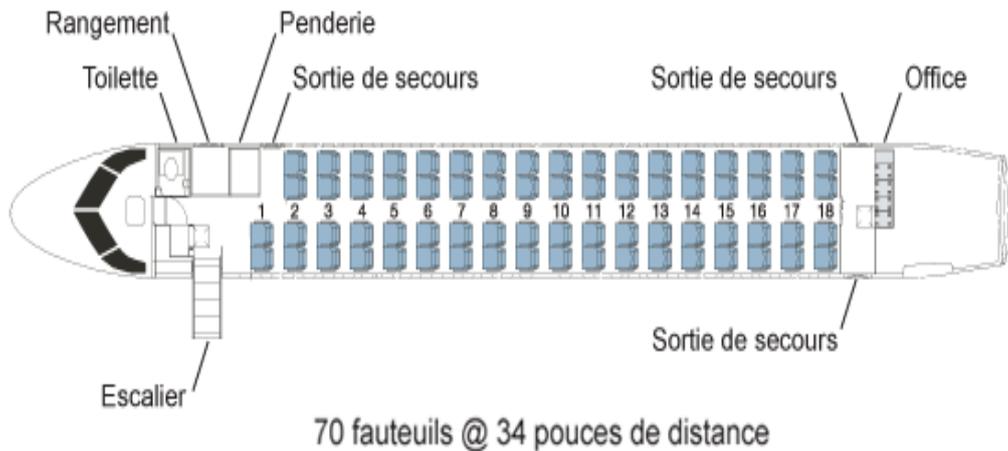
Cette suite avionique du Q400 comprend également un système diagnostique centralisé permettant un dépannage rapide par les pilotes et mécaniciens. Sa conception modulaire facilite sa mise à niveau et l'ajout de matériel en option.

Un système de navigation tête haute (HGSM) offert en option permet d'afficher la trajectoire d'approche réelle et le point de contact d'atterrissage prévu. Le système permet à Horizon Air d'effectuer des approches à un seul moteur sous des conditions météo minimales de catégorie III - une première pour un transporteur commercial régional.



Fig (I-4): cockpit de Q400

### **I-1-4-2 : Plan de siège de Q400 :**



### **I-1-5 : particularité de l'avion :**

#### **I-1-5-1 : Bruit :**

Les nouveaux modèles de la série Q sont équipés d'un système révolutionnaire de [suppression du bruit et des vibrations \(Noise and Vibration Suppression, ou NVS\)](#) qui fait de cet avion le plus silencieux et le moins trépidant de tous les avions à turbopropulseurs.

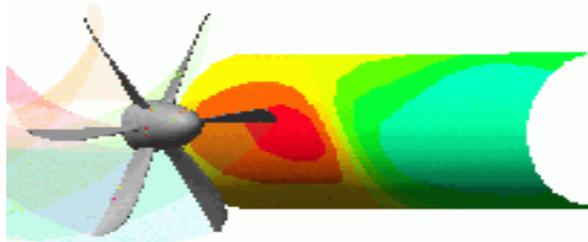
Le système NVS attaque le bruit à sa source : les vibrations de la cellule causées par les ondes de pression provenant des hélices qui cognent rythmiquement sur le fuselage. En vol, des microphones dissimulés mesurent les niveaux de bruit et les vibrations des hélices et envoient cette information à un ordinateur de bord. Celui-ci analyse continuellement les données reçues et les envoie à des atténuateurs de trépidations à vibrations accordées (ATVA) montés sur la structure du fuselage.

Les atténuateurs produisent des vibrations en phases opposées à celles des vibrations originales et qui annulent donc ces dernières. Il en

résulte une réduction majeure des bruits et des vibrations dans la cabine et les passagers voyagent dans un confort remarquablement amélioré.

En plus d'être étonnamment silencieux, rapides et économiques, les avions de la série Q bénéficient de dizaines d'années d'expérience. Ils partagent donc un héritage commun avec les Dash 8 de la première génération, un avantage dont profitent les compagnies aériennes ayant une flotte combinée du fait de la communauté des pièces de rechange, d'équipements de servitude au sol et de procédures de pilotage.

Il n'est donc pas étonnant que ces avions demeurent le premier choix des principales compagnies de transport régional du monde entier.



Fig(I-5) niveaux de bruit

**Niveaux de bruit :** FAR 36      EPNdB

Décollage	78,3
Bruit latéral	84,0
Approche	94,8

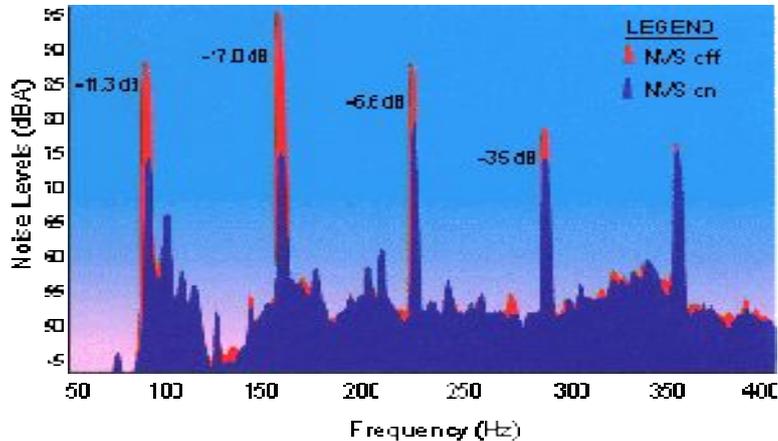
**I-1-5-2 : COMMENT FONCTIONNENT LE SYSTÈME NVS?**

Le bruit et les vibrations ressentis dans une cabine d'avion à turbopropulsion sont l'effet, en majeure partie, des "pulsations" d'air qui frappent le côté du fuselage de l'avion et qui sont créées par la rotation des hélices. C'est ce qui fait vibrer le fuselage et qui transmet et le bruit et les vibrations dans la cabine.

Le système NVS réduit les vibrations de ce fuselage grâce à une technologie de pointe d'atténuation acoustique active.

Le graphique ci-dessous indique les pointes d'énergie créées par les pulsations d'air et la diminution de ces pointes par la technologie d'atténuation acoustique active.

### **I-1-5-3 : les Composantes harmoniques du bruit de la cabine :**

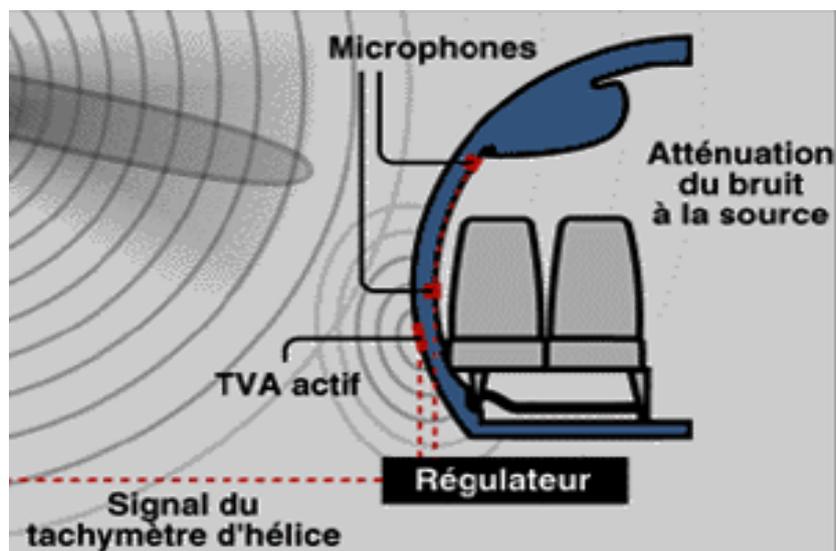


#### **Composantes harmoniques du bruit de cabine**

Durant le vol, des microphones encastrés un peu partout dans la cabine transmettent des données acoustiques à un ordinateur de bord qui reçoit également des données du régime de rotation des hélices.

L'ordinateur analyse sans cesse cette information et émet des signaux vers des dispositifs - atténuateurs accordés de vibrations actifs - montés sur les cadres du fuselage.

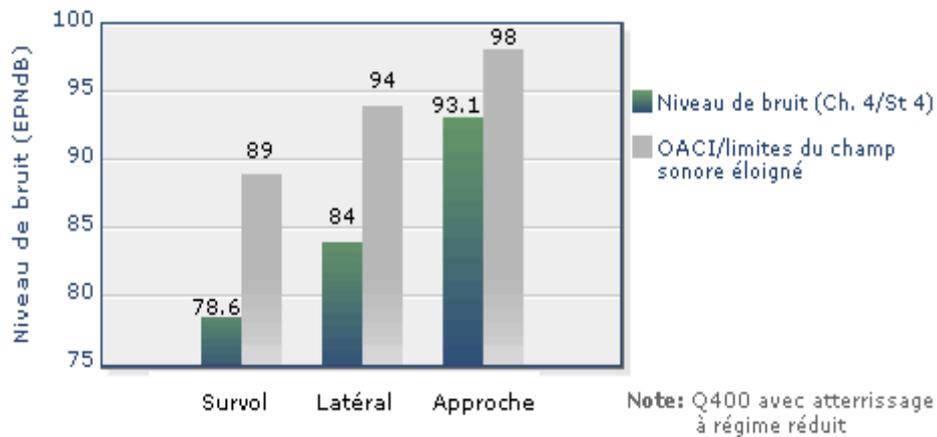
Les atténuateurs génèrent ensuite des contrevibrations déphasées qui permettent de réduire considérablement les vibrations originales



Fig( I-6) : Fonctionnement de nvs

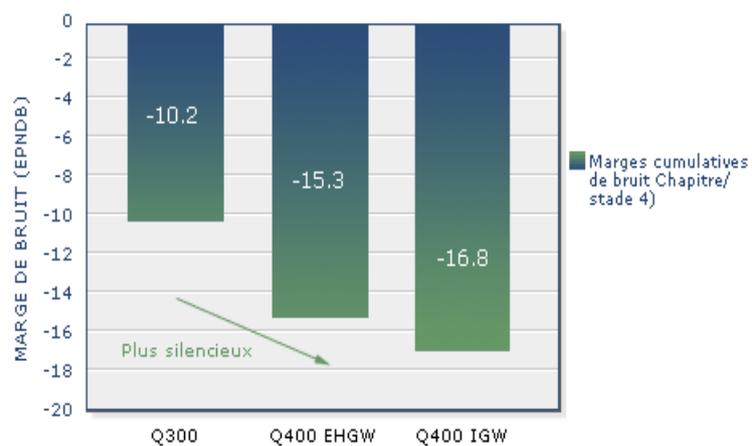
Le système NVS, exclusif aux modèles de série Q, est conçu et fabriqué par [Ultra ELECTRONICS](#).

### Niveaux de bruit



(Fig. I-7) : niveaux de bruit

### Limite acoustique



(Fig. I-8) : limite acoustique

**I-1-5-4 : Confortable et plus écologique :**

Le Q400 est une véritable éco-machine. Le Q400 est respectueux de l'environnement car il établit de nouvelles normes de référence pour la protection de l'environnement pour les avions de sa catégorie.

Par rapport à d'autres avions comparables effectuant le même type de mission, le Q400 offre les caractéristiques suivantes :

- Niveaux de bruit urbain local bien inférieurs aux exigences du FAR 36 et de l'annexe 16 chapitre 3 de l'OACI
- Réduction de l'exposition au bruit pour le personnel de piste
- Réduction des émissions des moteurs
  - 40 % inférieures aux exigences de la partie 34 sur les indices de fumée
  - 40 % inférieures aux exigences de l'annexe 16 de l'OACI sur les émissions de gaz.

**I-1-6 : CONCLUSION :**

Les modèles de la série Q sont les avions à turbopropulseurs les plus silencieux qui existent aujourd'hui et cela, grâce au développement d'un système révolutionnaire de suppression du bruit et des vibrations (NVS). La technologie NVS réduit non seulement les niveaux de bruit, mais elle minimise aussi les vibrations de la cabine, ce qui rend le vol aussi confortable que possible.

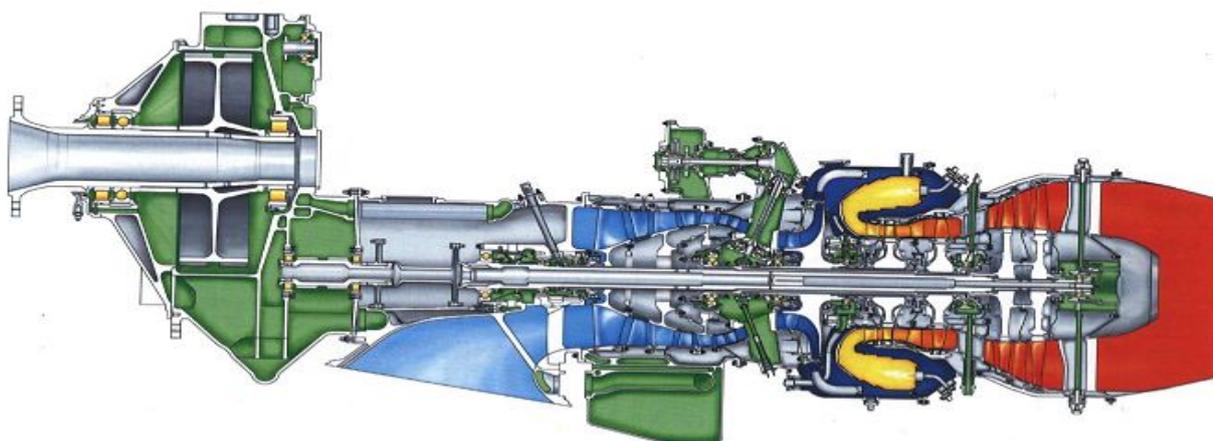
Ses coûts d'exploitation, inférieurs à ceux de tout autre avion régional moderne, lui permettent de concurrencer efficacement les transporteurs à bas prix bien établis.

## **I-2 : Description de moteur PW150-A :**

Le moteur Pratt & Whitney « PW150A » est le turbopropulseur le plus perfectionné actuellement en production. S'inspirant du « PW4000 », il associe technologie intelligente et conception simplifiée, offrant une nouvelle référence en matière de fiabilité, de durabilité et d'économies d'exploitation.

Ses caractéristiques comprennent la régulation automatique à pleine autorité redondante (FADEC), un système diagnostique centralisé, de faibles niveaux de consommation de carburant et d'émissions, de nouveaux matériaux et une nouvelle technologie de refroidissement, ainsi qu'un nombre réduit de composants assurant une conception simplifiée.

Et bien que le PW150A développe près du double de la puissance au décollage des turbopropulseurs plus anciens, il est plus éconergétique.

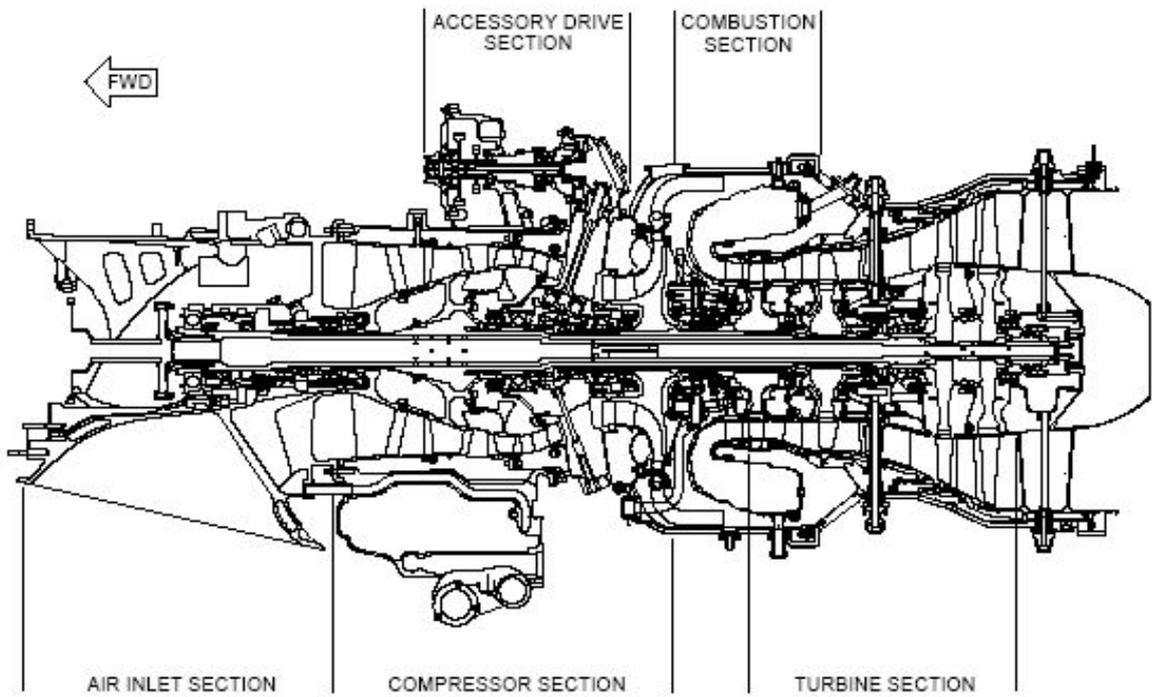


fig(I-9) :moteur PW150A

### **I-2-1 : Les caractéristiques de moteur PW150-A :**

<b>Le moteur pw150-A</b>	<b>Les caractéristiques</b>
LA PUISSANCE MAXIMALE	5071 SHP
PUISSANCE MAXIMALE DE CROISIERE	3947 SHP
POIDS DU MOTEUR	1580 LB
PUISSANCE MAXIMALE DE DECOLLAGE	4580 SHP

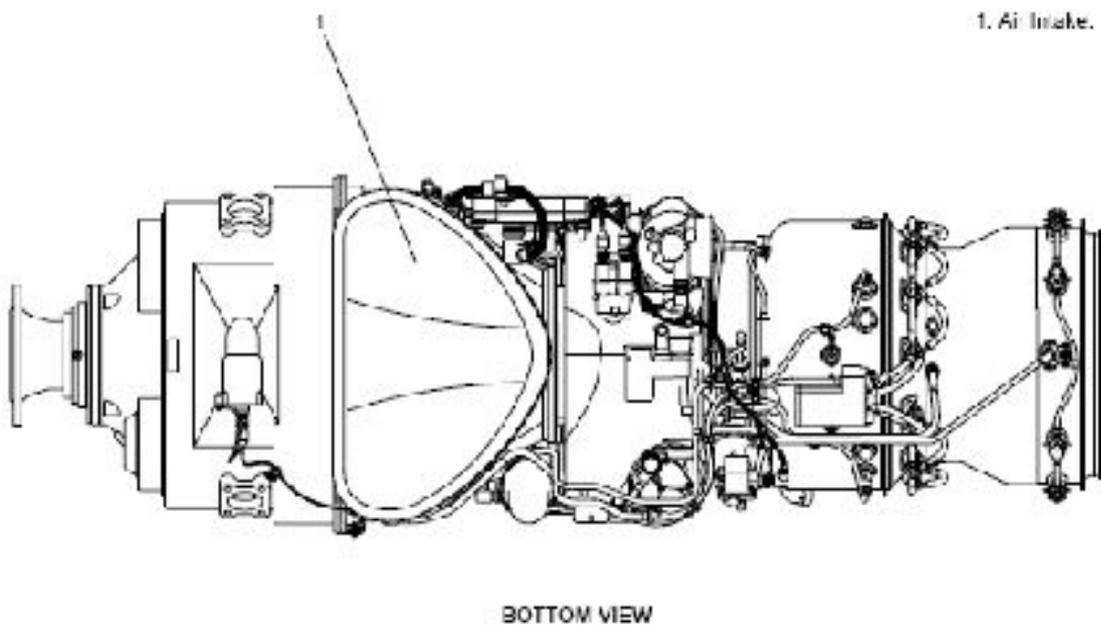
**-2-2 : différent module de moteur PW (150A):**



**Fig(I-10) : le différent modules de moteur pw150A**

**I-2-2-1 : module entrée d'air :**

L'entrée d'air permet le raccordement de la machine avec les filets d'air venant de l'extérieur pour alimenter le moteur.



**Fig(I-11): entrée d'air**

**I-2-2-2 : modules compresseurs :**

Il contient deux parties indépendantes :

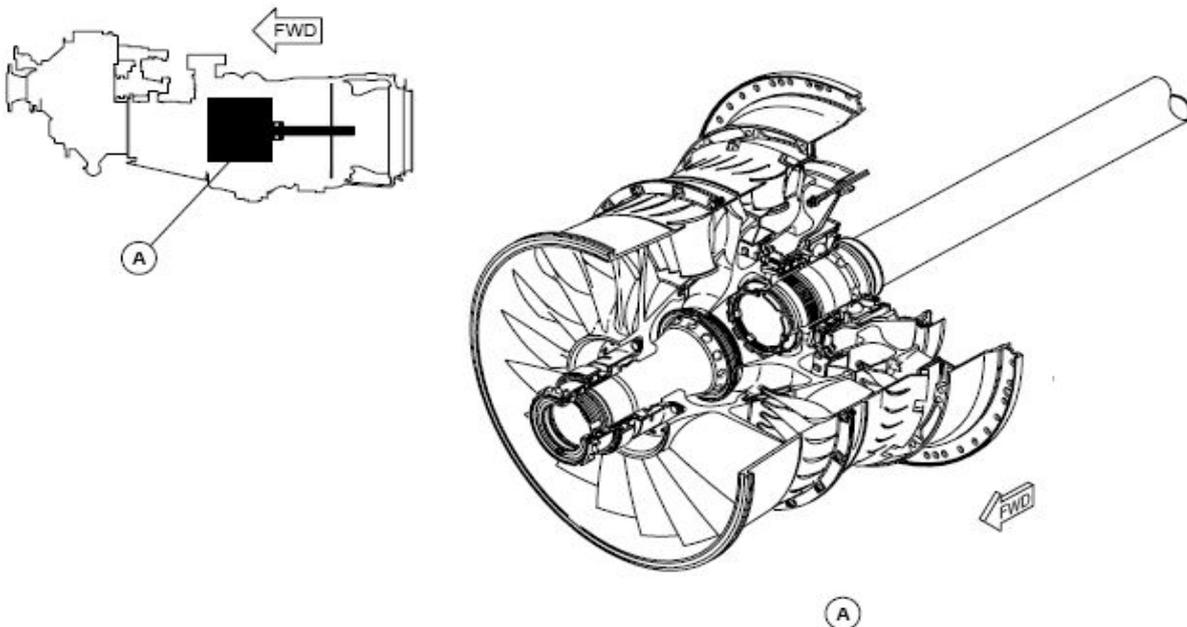
Un axiale compresseur basse pression appelé LPC composé de trois étages, lié par un arbre NL à la turbine basse pression

Dans ce module on trouve (02) ports d'accès pour l'inspection boroscopique accéder au 2eme et 3eme étage de compresseur basse pression.

Les principaux éléments du module sont :

- deux capteurs de vitesse NH
- filtre à l'huile principale
- échangeur de chaleur
- block de pompe

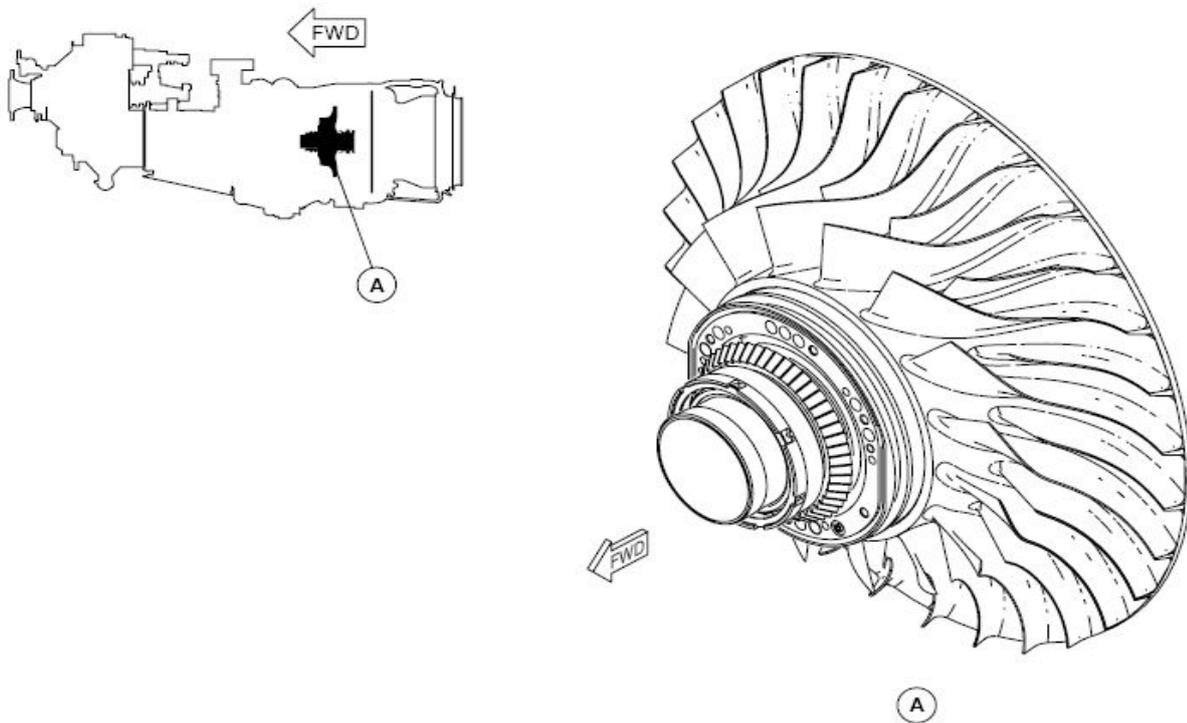
Le LPC est supporté à l'avant par le bearing 2.5 et à l'arrière par le bearing 3



**Fig(I-12): compresseur basse pression (LPC)**

-Un compresseur centrifuge appelé HPC (fig. II-2-2-b) est entraîné par turbine haute pression à l'aide d'un arbre Independent NH.

Le HPC est supporté à l'avant par le bearing 4 et à l'arrière par le bearing 5.

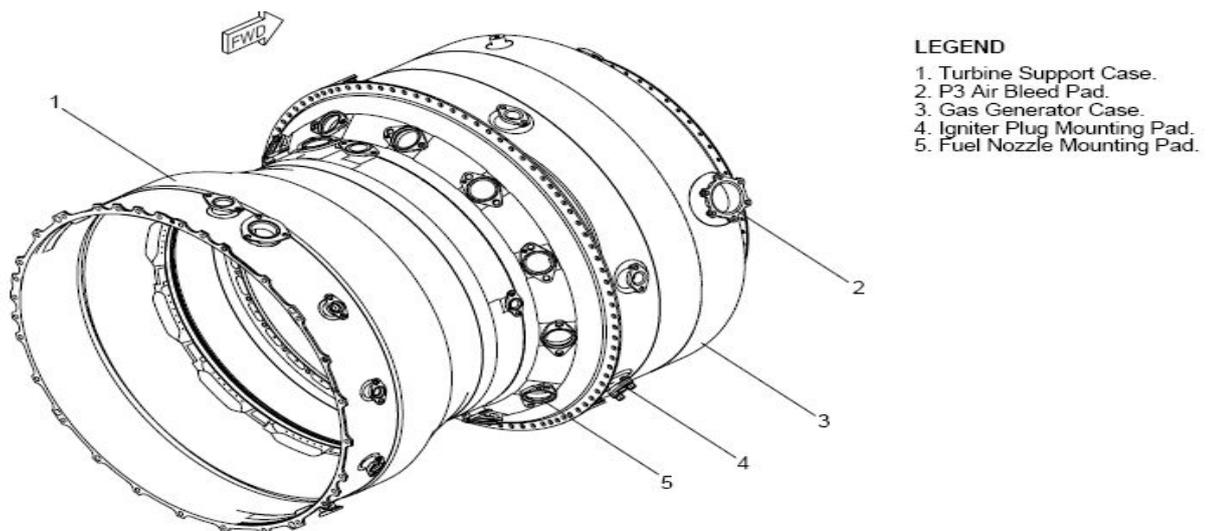


Fig(I-13): compresseur haute pression (HPC)

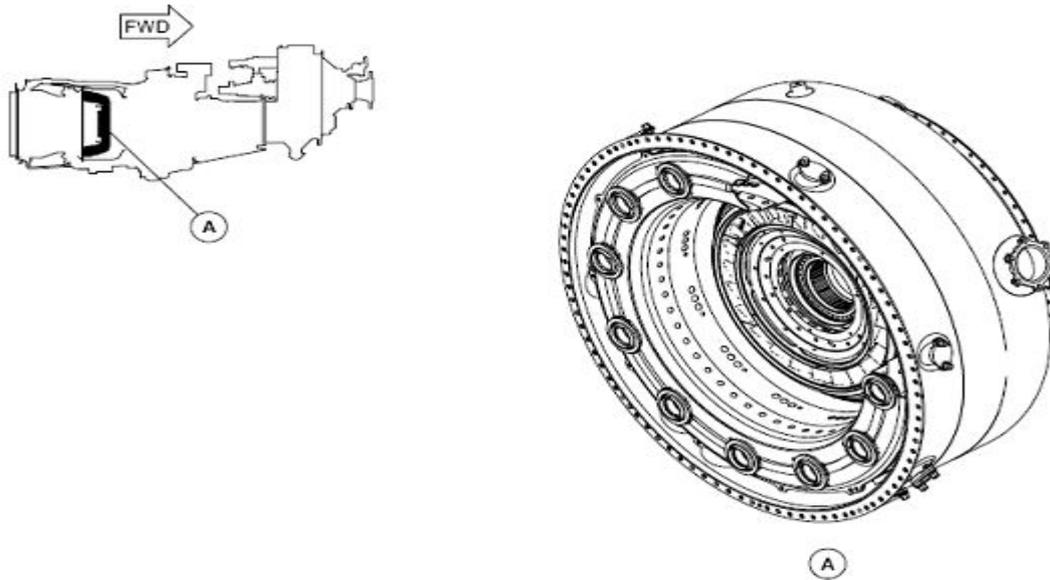
### I-2-2-3-Module chambre de combustion :

La chambre de combustion montée sur le PW150A est du type annulaire, à flux inverse dotée de (12) injecteurs duplex et de deux bougies (allumeurs) à la position 4 :00 et 7 :00

La chambre de la combustion a pour but d'assurer une bonne combustion du mélange air /carburant.



Fig(I-14): chambre de combustion



Fig(I-15): la position de chambre de combustion dans le moteur

Sur la chambre du combustion, on trouve quatre ports d’inspection boroscopique.

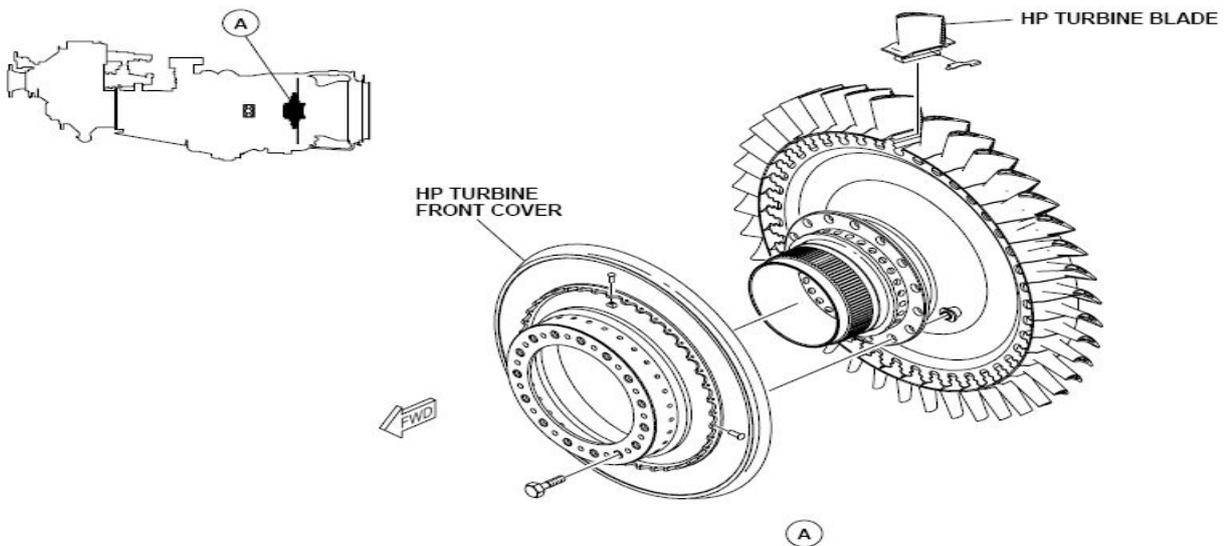
**I-2-2-4 : Module turbine :**

**-Turbine haute pression (HPT) :**

La turbine haute pression est composée d’un seul étage, elle reçoit l’énergie des gaz chauds venant de la chambre de combustion pour entrainer la compresseur haute pression lié par l’arbre NH, ce dernier entraine la boite d’entrainement des accessoires (AGB).

-le rotor de la turbine haute pression est supporté par les roulements 4Ret 5B.

-la turbine haute pression a une rotation de 31150 RPM qui représente 100% du régime.

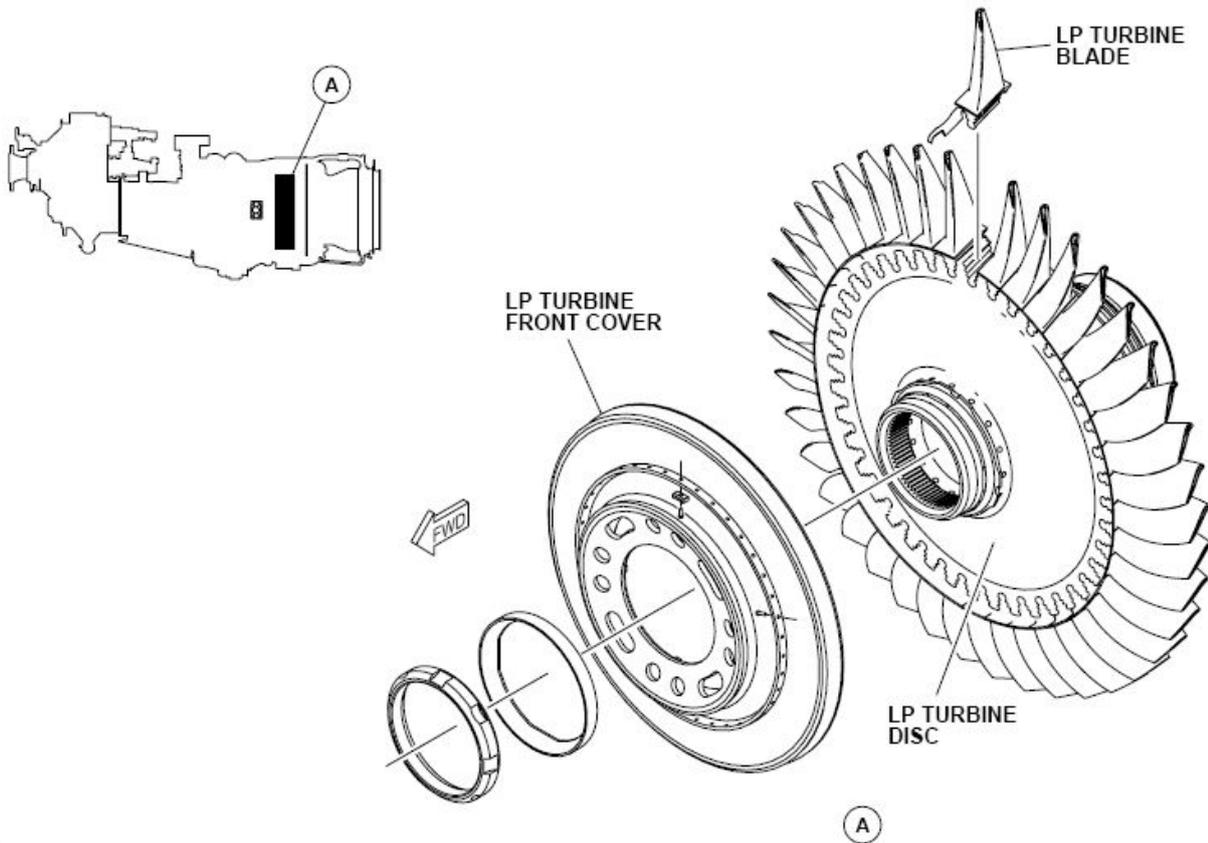


Fig(I-16)la turbine haute pression

**-La turbine basse pression :**

La turbine basse pression est composée d'un seul étage, elle utilise l'énergie mécanique récupérée de la turbine haute pression pour l'entraînement de l'attelage basse pression.

La turbine basse pression tourne à 27000rpm qui représente 100% du régime.



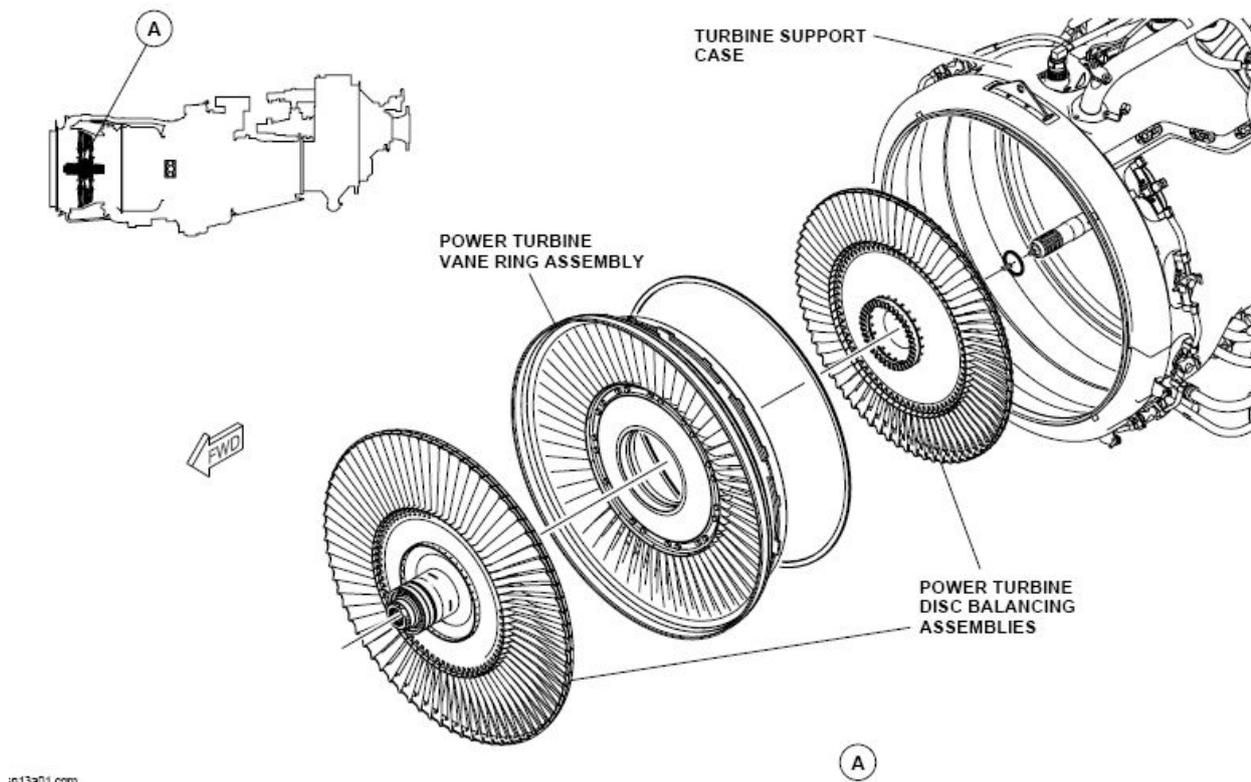
Fig(I-17) :turbine basse pression

**-Turbine libre :**

La turbine libre est composée de (02) étages, elle utilise l'énergie des gaz récupéré de la turbine haute pression et basse pression pour l'entraînement de l'hélice a travers la RGB (réduction gearbox).

La turbine libre tourne à 17105rpm qui représente 100% du régime.

La turbine libre est supporté par les roulements de même type 6.5R et 7R.



Fig(I-18): la turbine libre

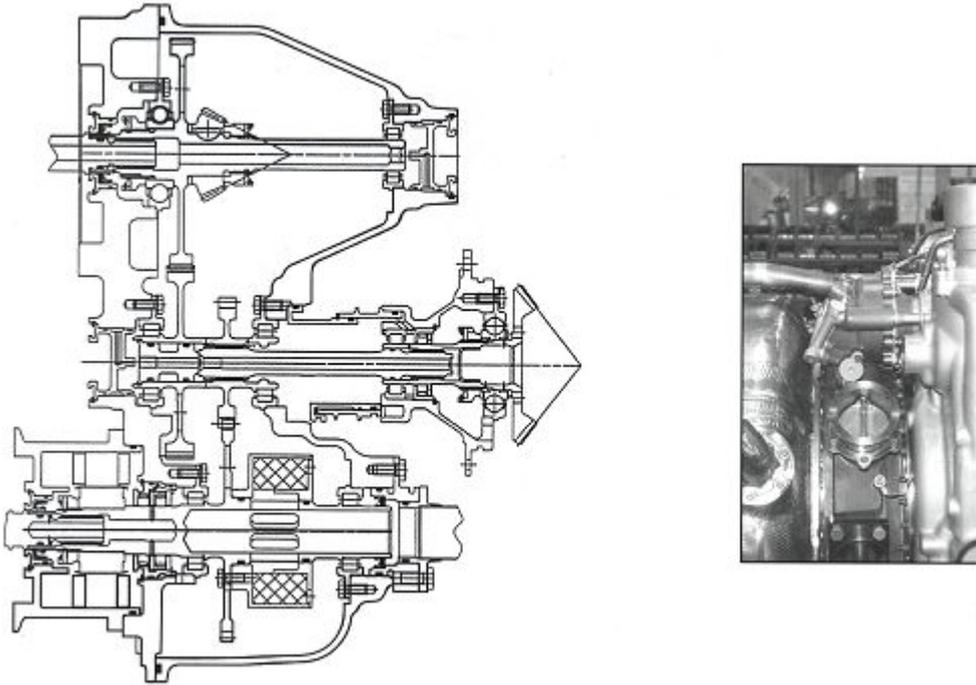
#### **I-2-2-5 : Module gear box :**

La gear box a pour but d'entraîner l'attelage NH et les accessoires.

- La accessoire gear box est constitué d'un ensemble de roues d'entées (pignons) pour transformer le mouvement a laide de ADG (angle drive gearbox) elle prélève le mouvement de l'arbre NH.

Les différents équipements qui sont entraînés par la boite d'accessoires sont :

- Générateur
- Pompe à carburant
- FMU (fuel metering unit)
- Block des pompes à l'huile



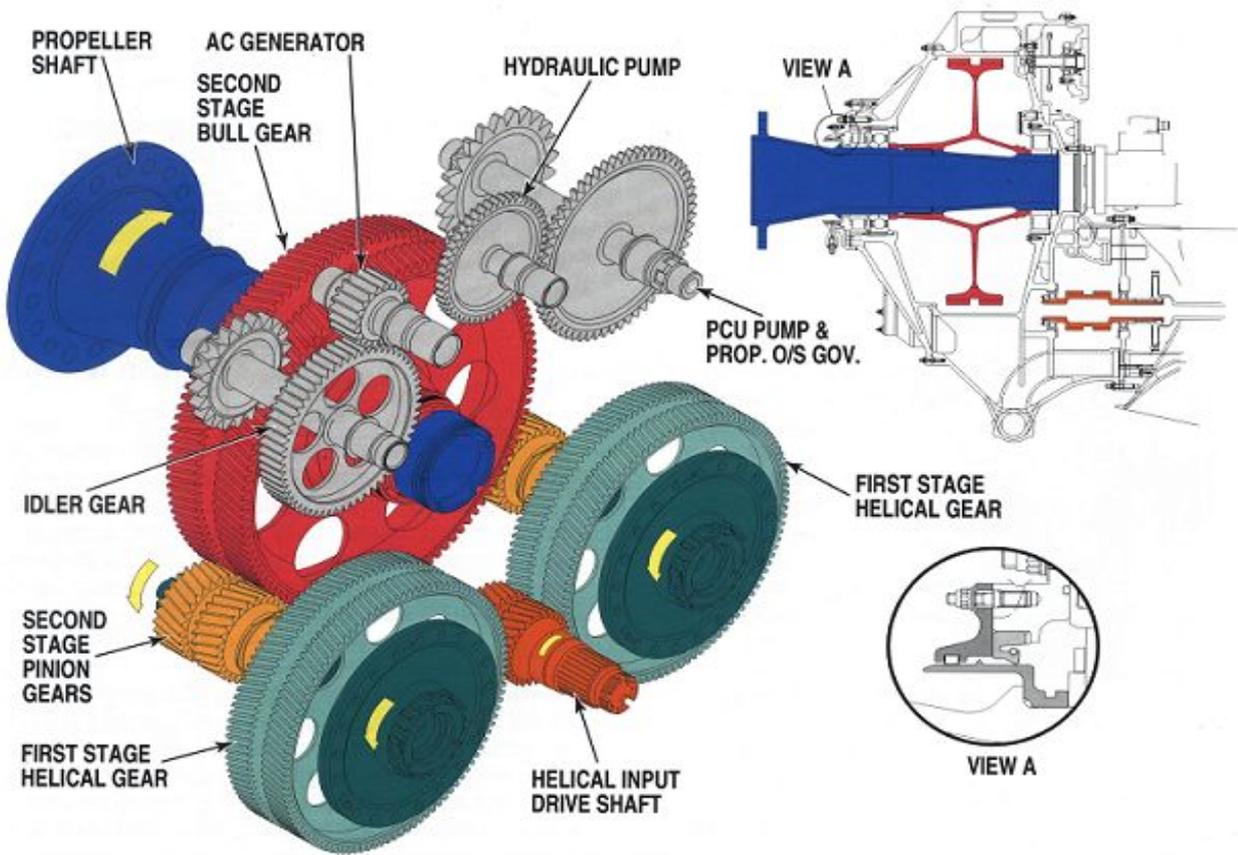
Fig(I-19) : la GEAR BOX

**I-2-2-6 : MODULE REDECTION GEARBOX (RDG) :**

La réduction gear box a pour but d'entraîner l'hélice et les accessoires, elle est lié avec la turbine libre par l'intermédiaire de l'arbre NPT sont rôle si réduire la vitesse sortant de la turbine libre a une vitesse convenable pour l'hélice a l'aide d'un ensemble de roue d'entrée.

Les différents équipements qui sont entrainés où montée sur la RGB :

- (02) cheap detector
- A/C générateur
- hydraulique pompe
- (PCU) propeller control unit
- l'hélice
- PCU pompe.



Fig(I-20): la reduction gear box

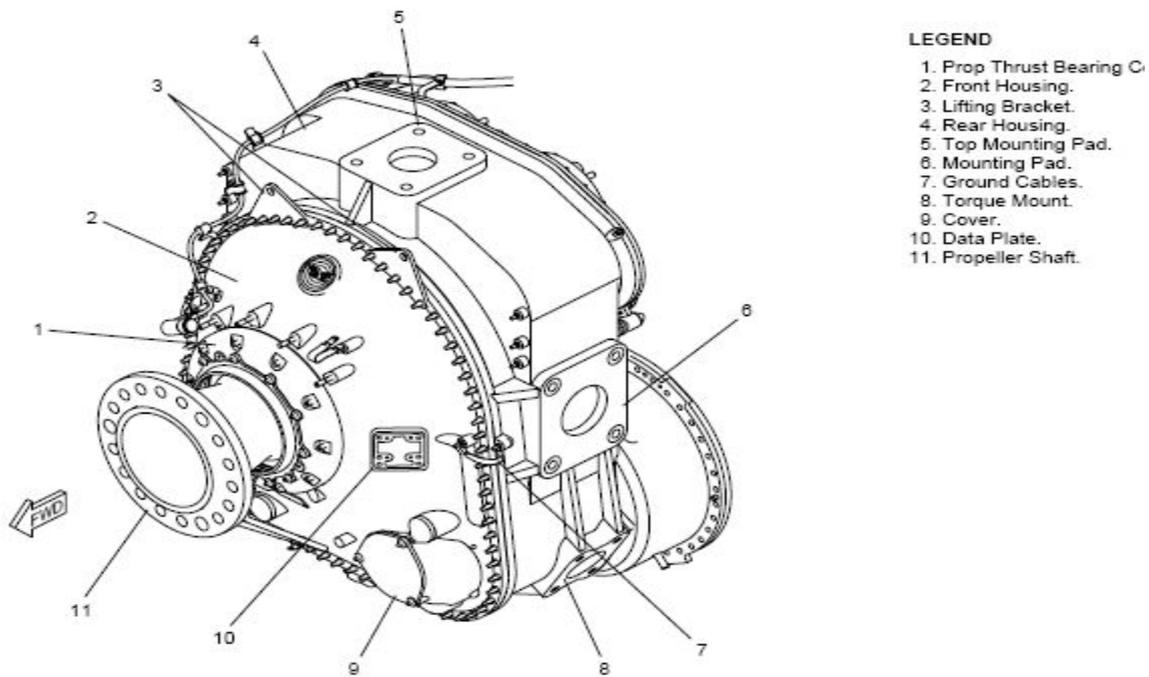


fig (I-21): différent partie de reduction gear box

**I-2-3 : Les stations aérodynamiques :**

Il y'a (11) station aérodynamiques pour le moteur PW150A et chacune de ces stations contient un capteur et une sonde pour déterminer la pression et la température de chaque station :

- station 0 : air ambiant
- station 1.5 : entrée d'air
- station 2 : entrée compresseur basse pression
- station 2.5 : sortie compresseur basse pression
- station 2.7 : entrée compresseur centrifuge
- station 2.8 : sortie compresseur centrifuge
- station 3 : entrée chambre de combustion
- station 4 : sortie chambre de combustion
- station 4.1 : entrée turbine haute pression
- station 4.4 : sortie turbine basse pression
- station 6 : sortie turbine libre
- station 8 : tuyère

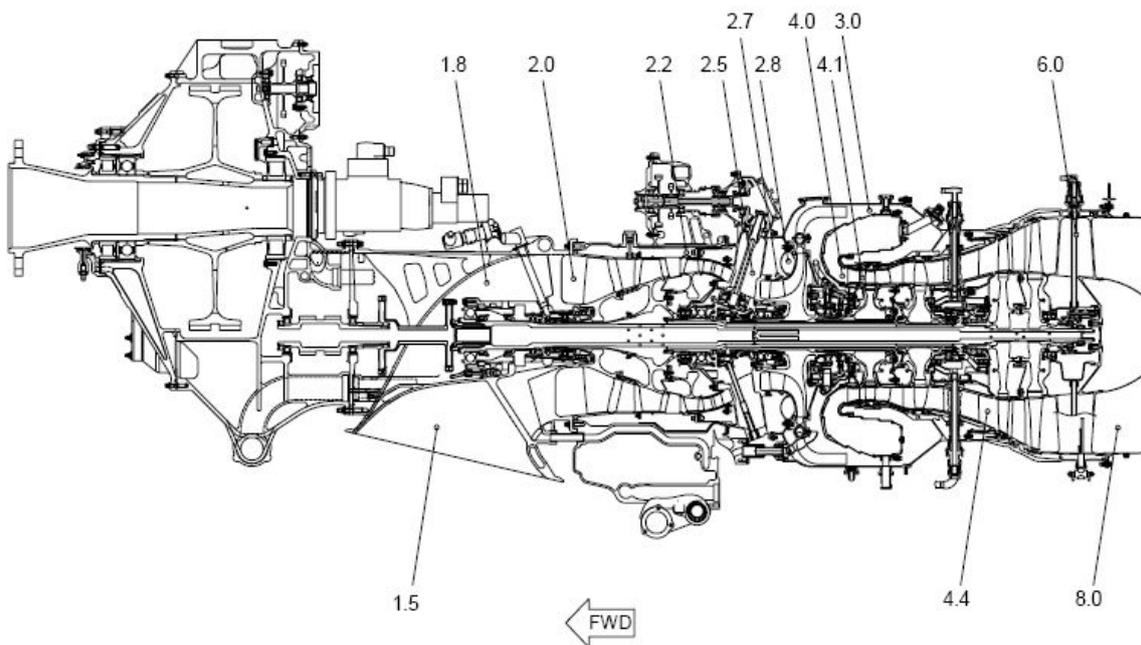
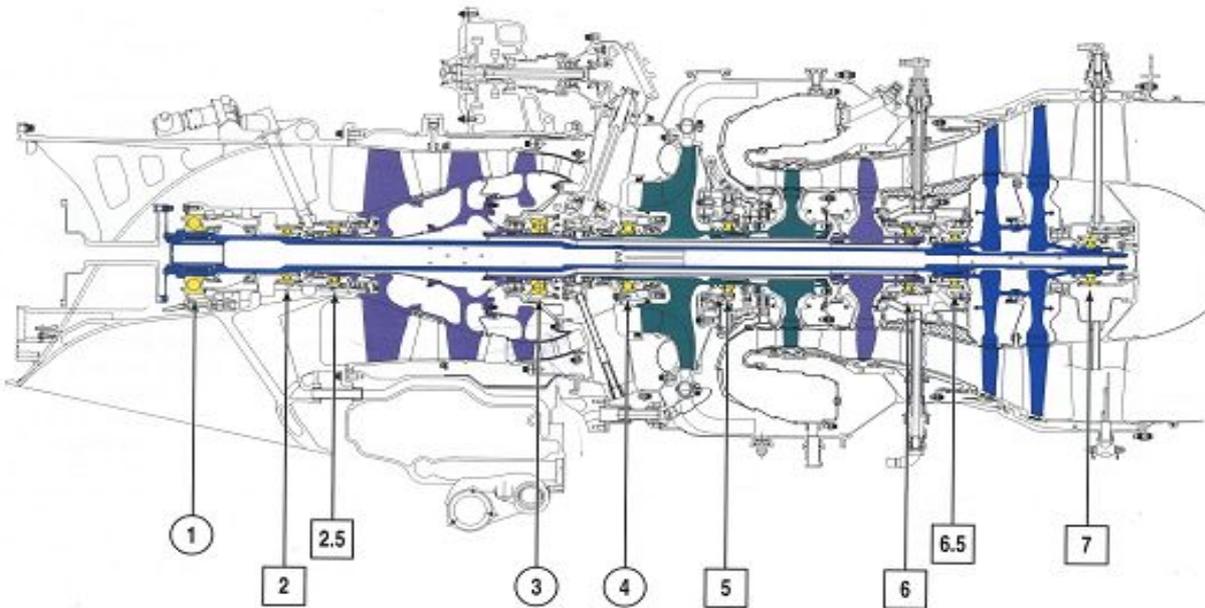


fig (I-22): les station aérodynamique

**I-2-4 : LES ROULEMENTS :**

Le moteur contient neuf roulements principaux six a rouleau et trois a bille sont installés sur le moteur :



fig( I-23):les roulements

**I-2-4-1 : Différent arbres et sont roulements :**

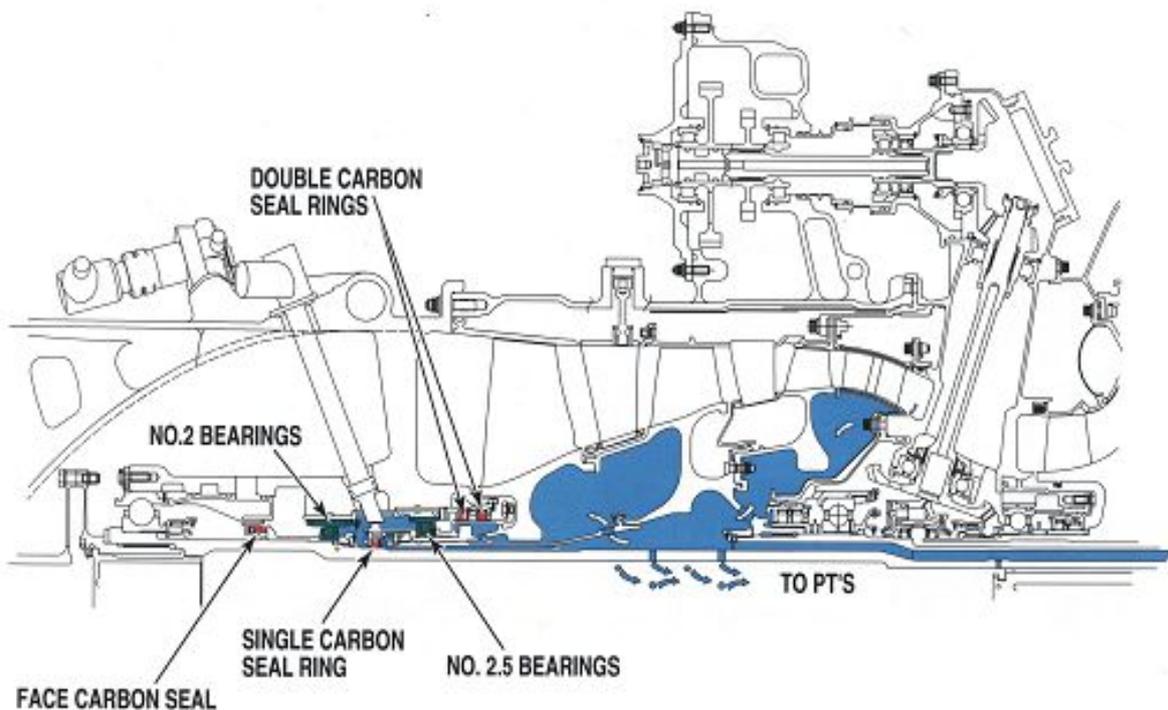
Il existe trois arbres dans le moteur PW150-A , chaque arbre est supporté par des roulement a bille et à rouleau pour le but de supporté les charges axial et radial.

Larbre de turbin libre	Larbre de CHP	Larbre de THP
NO.1 bille	NO.2.5 rouleau	NO. 4 billes
NO.2 rouleau	NO.3 bille	NO.5 rouleau
NO.6,5 rouleau	NO. 6 rouleau	
NO.7 rouleau		

**I-2-5 : les circuits :****I-2-5-1 : système d'air :**

Le système d'air permet de contrôler la performance de moteur pendant les différents régimes de vol, il utilise l'air prélevé de le compresseur de basse pression et haute pression pour assuré l'étanchéité des roulements, et pour faciliter la récupération d'huile et refroidie la partie intérieur de moteur, ainsi qu'il utilise ce prélèvement pour le système pneumatique (air condition and de-icing système) et pour :

- pression de cabine, chauffage
- Refroidissement
- antigivrage
- refroidissement de la partie chaud de moteur
- Refroidie le carter turbine
- étanchéité des roulements (fig. II-6-1)



Fig(I-24) : system d'air

**-P2.2 interstage bleed valve :**

Le système P2.2 **interstage bleed valve** est un dispositif qui permet d'effectuer le contrôle de l'écoulement de l'air à travers le compresseur LP, elle décharge l'air de troisième étage de compresseur basse pression vers le premier et deuxième étage de LPC

Le rôle de la vanne si protège le moteur contre le pompage dans les décélérations rapide, elle est commandée par le FADEC.

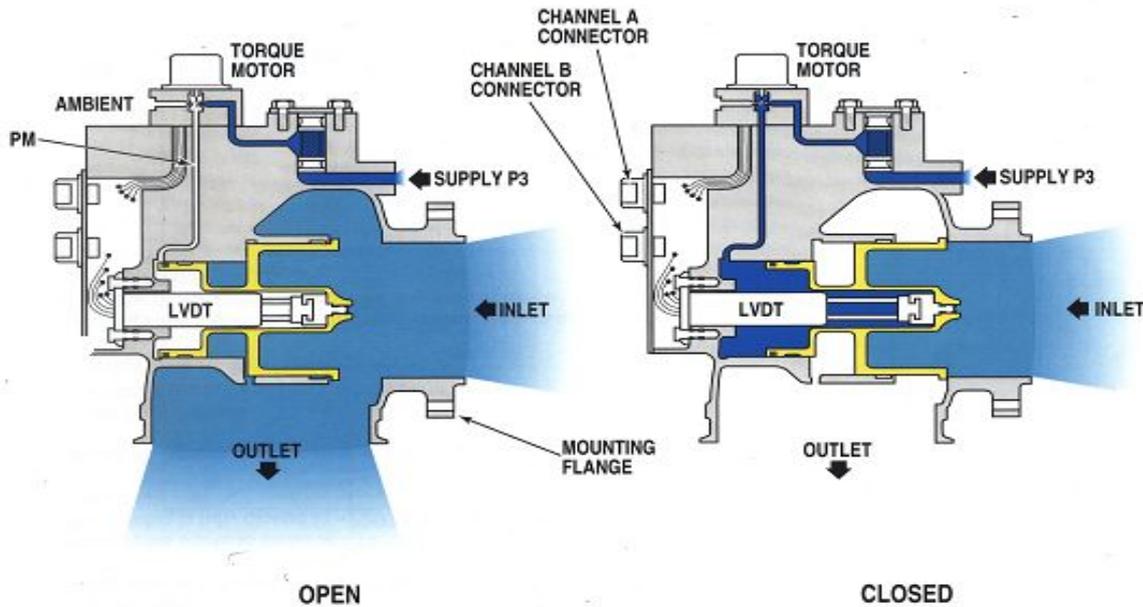


Fig.(I-25):p2.2 valve

**-P2.7 Handling bleed valve :**

Le system P2.7 HBV est une partie de compresseur haute pression, il permet de décharge de l'air pour protégé le moteur contre le pompage dans le cas de décélération rapide, cette vanne prend deux positions (0/1).

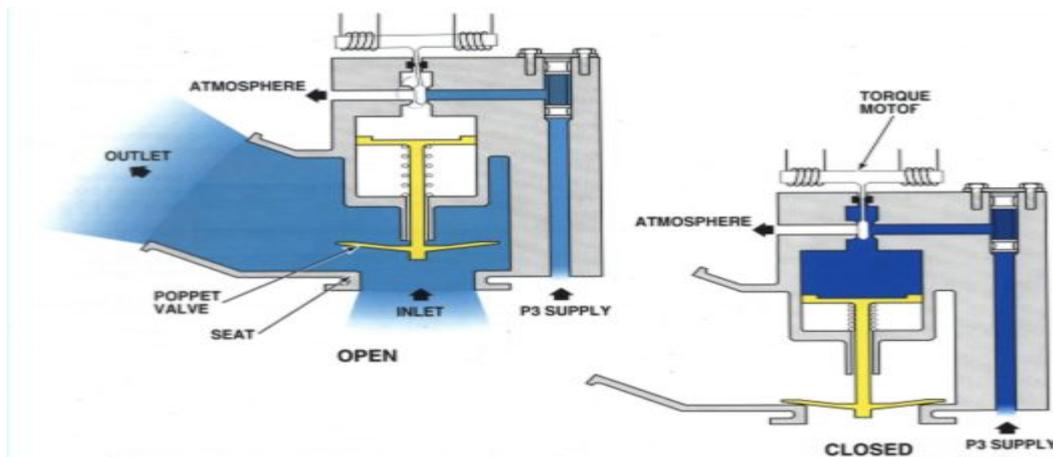


Fig (I-26):P2.7 valve

**I-2-5-2 : Le circuit d'huile :**

Le système d'huile est autonome, il contient plusieurs éléments qui sont localisée sur des différentes parties du moteur.

Ce système à plusieurs fonctions :

- Le refroidissement.
- la lubrification d'huile.
- la récupération d'huile.
- l'indication.

**-Le rôle de système d'huile :**

- distribuer l'huile
- lubrifier les éléments du frottement
- refroidir les différents éléments tournants
- réchauffer le carburant.
- nettoyer les éléments à lubrifier aux débris.

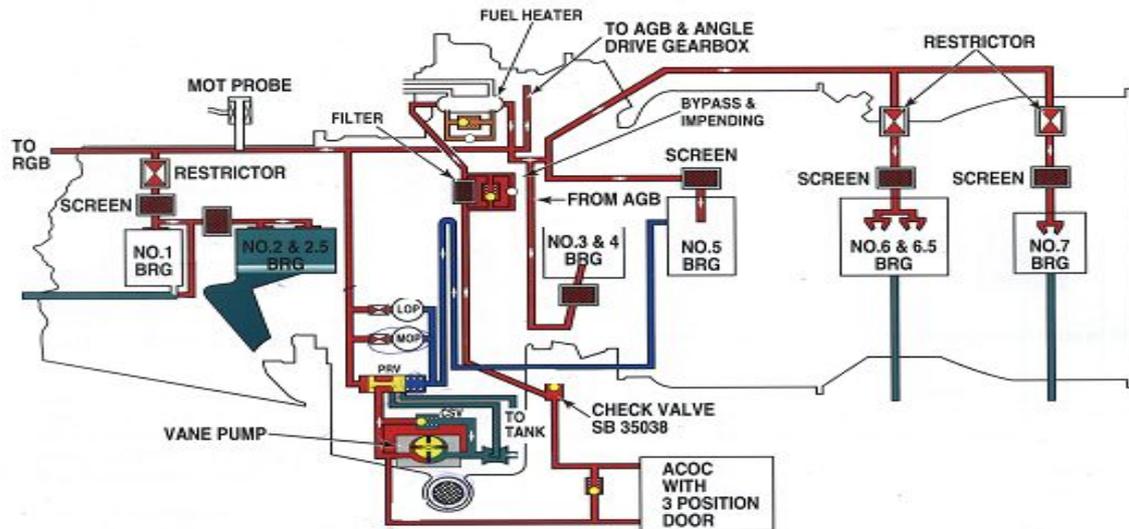
**-Les différents éléments du circuit d'huile :**

- Un réservoir d'huile (22.2 litre).
- 4 pompes de refoulement :
  - (01) pompe à palette.
  - pompe a éjecteur.
  - PCU pump.
  - Electric feathering pump.
- 9 pompes de récupération :
  - 8 pompes à palette
  - 1ejector pump
- 1 filtre de refoulement
- 1 filtre de récupération de RGB
- 2 indicateurs de by-pass
- 2 by-pass de filtre
- 3 chip detectors
- 1 pressure regulating valve
- les injecteurs de l'huile pour les roulements.

Le système de graissage devise en deux sous système :

-système de refoulement il contient 4 pompes pour donne l'huile une pression dans les tuyauteries, et un filtre principale et un seule by-pass, un échangeur de chaleur, et des injecteurs de l'huile pour les roulements

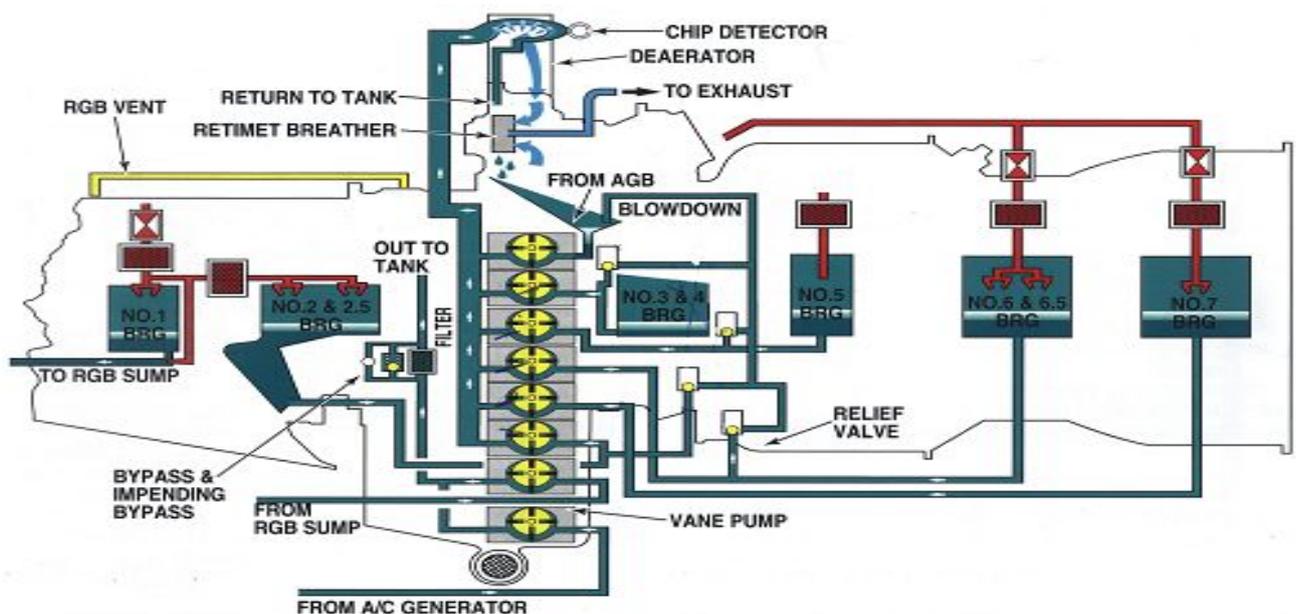
Le système de refoulement assure l'arrive et la distribution d'huile vers les paliers et les différents partie a lubrifiant



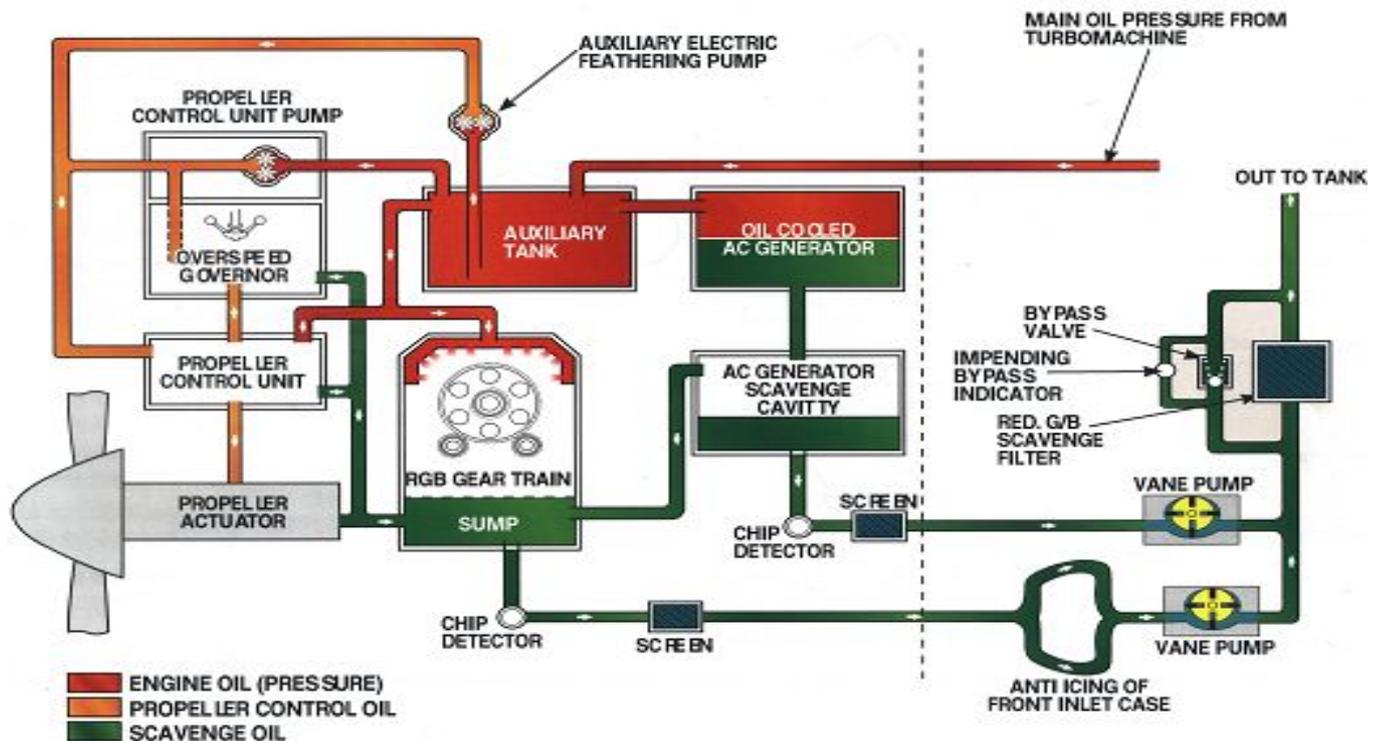
Fig(I-27): système de refoulement

-système de récupération il contient 9 pompes et un filtre de RGB, un seule by-pass ,3 chip detectors

-Il assure la récupération est le filtrage de huile avant le retour dans réservoir



Fig(I-28):système de récupération



Fig(I-29): RGB oil système

**I-2-5-3 : système d'indication :**

Les systèmes d'indication du PW150-A sont :

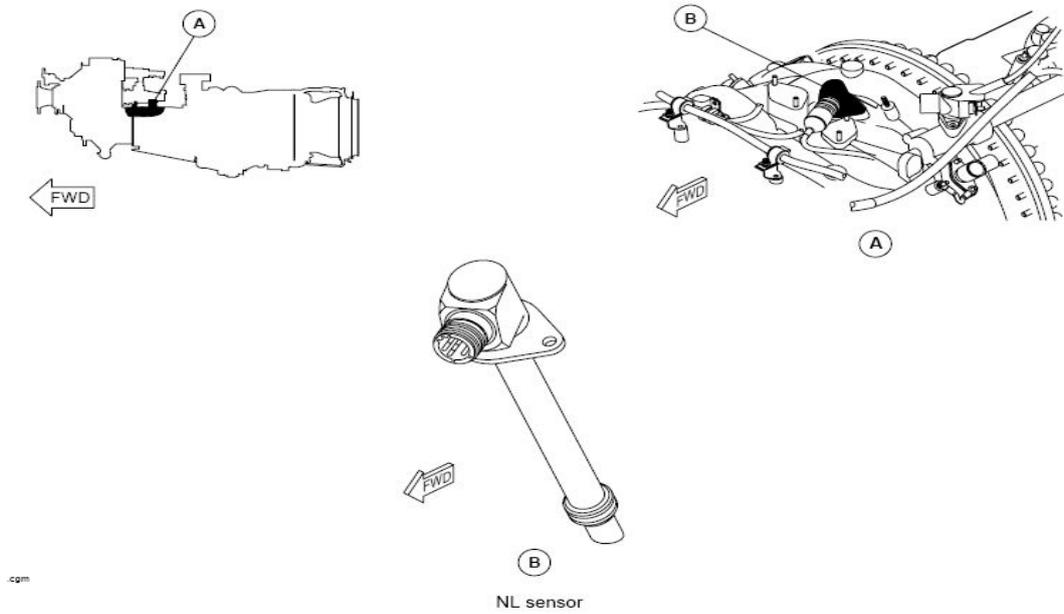
- indicateur de nombre de rotation de l'arbre NL (NL sensor)
- indicateur de nombre de rotation de l'arbre NH (NH sensor)
- indicateur de nombre de rotation de l'arbre NPT (Npt sensor)
- indicateur de température de turbine (ITT)
- sonde de température à T1.8 (T1.8 sensor)
- torque measurement system
- capteur vitesse de l'hélice

**-capteur de vitesse NL (NL sensor) :**

Ce capteur est monté sur le carter d'entrée d'air, il est de type électromagnétique

L'affichage de nombre de vitesse de NL est en pourcentage du **RPM** au niveau de CDU (cockpit display unit)

Nombre de rotation de NL est de 27000 RPM au régime 100%



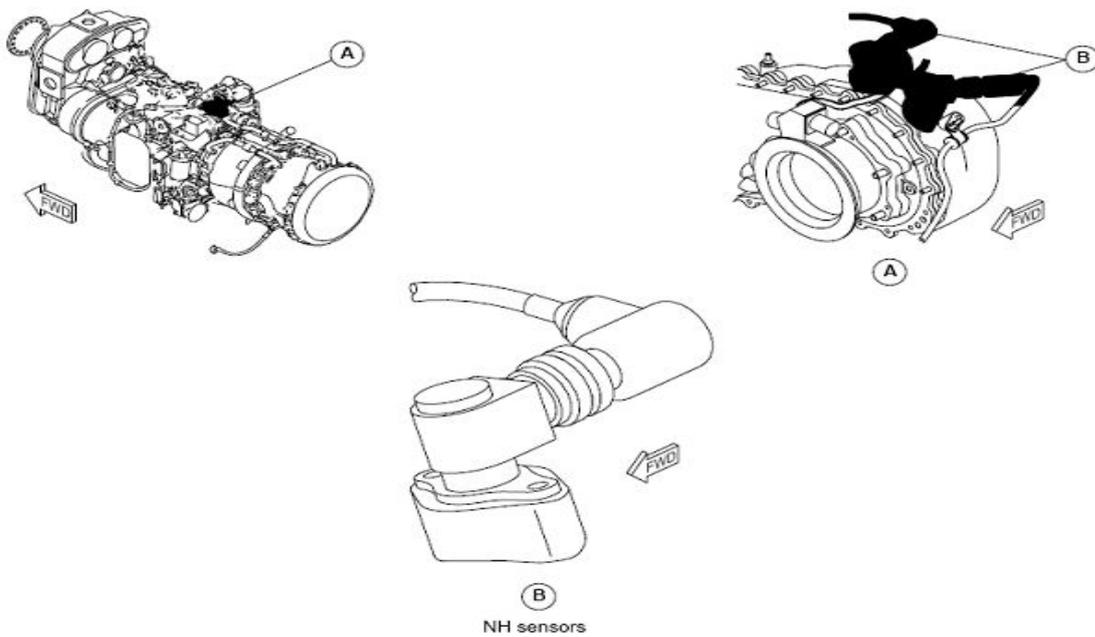
Fig(I-30): NL sensor

**-capteur de vitesse de NH (NH sensor) :** (Fig. II-6-3-2)

Le capteur est monte sur le l'AGB (accessory gear box) au niveau de carter compresseur

L'affichage de nombre de vitesse de NH est en pourcentage de RPM au niveau de CDU

Le nombre de rotation de NH et de 31150 RPM au régime 100%.

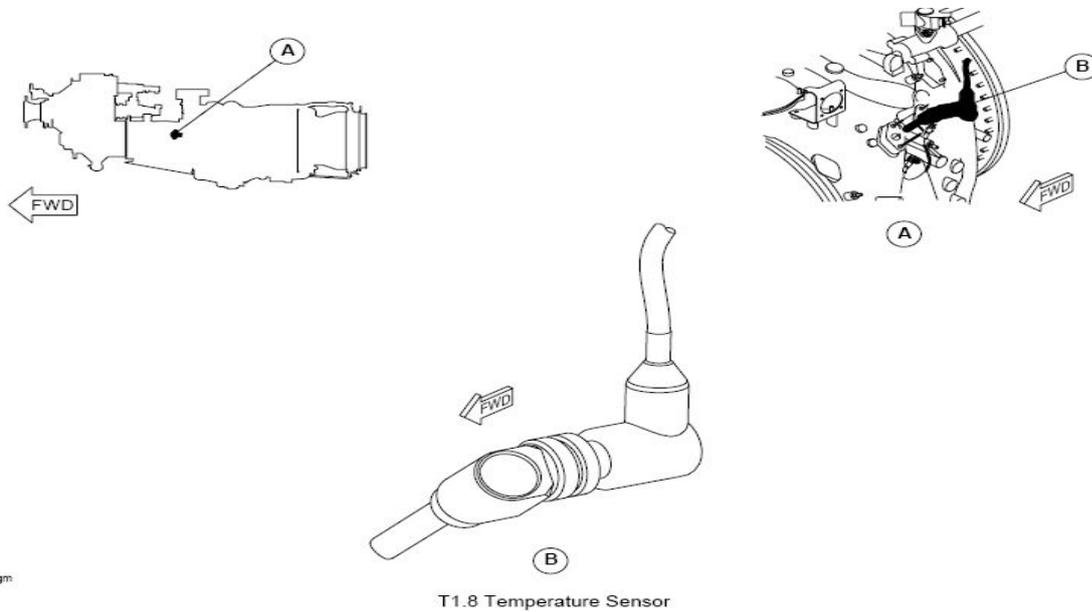


Fig(I-31): NH sensor

**-la sonde de température T1.8 :**

Capteur T1.8 mesure la température de l'entrée de compresseur basse pression, elle est affiche au niveau de **CDU** dans le cockpit.

Le capteur est monté au niveau de carter de compresseur .

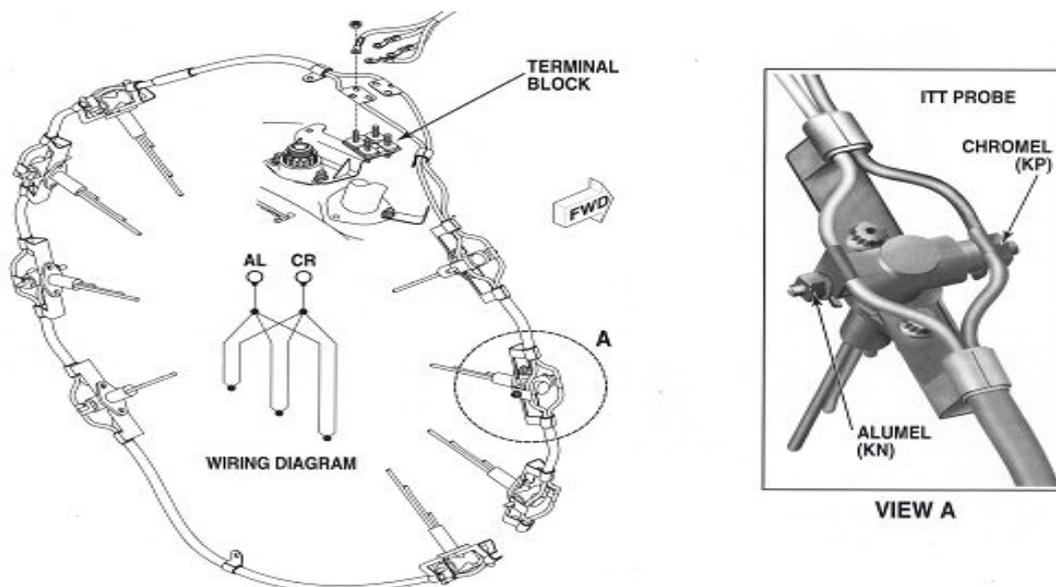


**Fig(I-32):T1.8 sensor**

**-indicateur de température de turbine (ITT) :**

\_ Il contient 24 thermocouples montée en parallèle et installé sur le carter turbine.

Sont rôle si mesuré la température a la sortie de turbine.



**FIG(I-33)ITT**

**I-2-5-4 : Circuit d'allumage :**

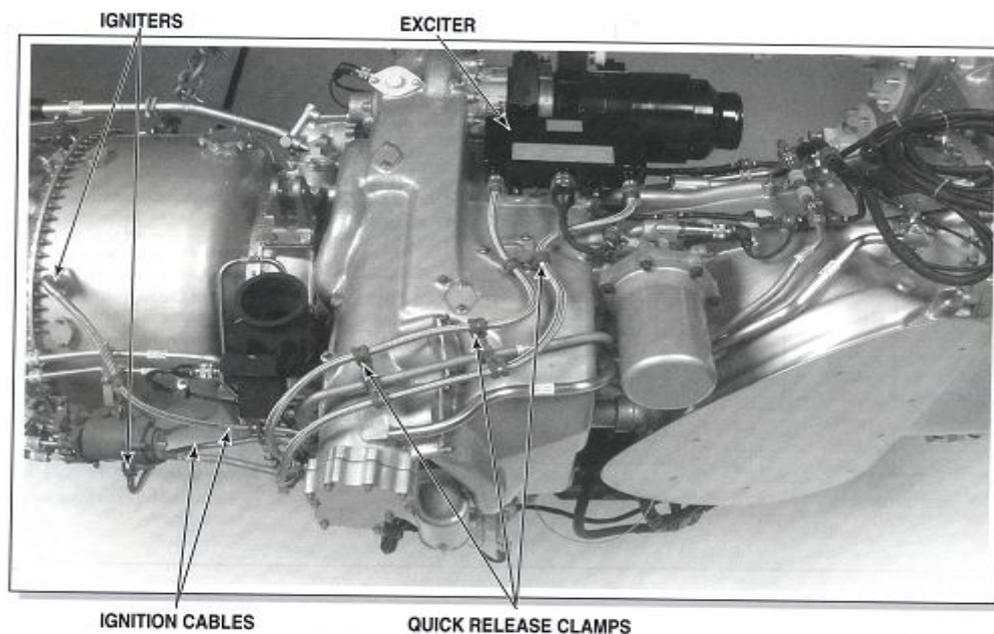
Ce system permet de :

- créer une étincelle assurant l'inflammation du mélange air /carburant lors de démarrage.
- assister l'auto inflammation du mélange durant les phases de vol.

**-Les différents éléments de système d'allumage :**

Le système est composé des éléments suivant :

- un exéteur d'allumage (boitiers d'allumage) installe dans la partie droit de carter de LPC.
- deux bougies d'allumage (allumeurs) refroidissement par air.
- deux faissaux haut tension.



**Fig.(I-34): différent éléments de system d'allumage**

**-Le fonctionnement du système d'allumage :**

- Le PW150A est alimenté par un générateur de 28 volts du courant continue le FADEC transmet le voltage vers la boîte d'allumage (excitateurs).
- L'excitateur aussi amplifie l'énergie, et le voltage sera entre (15000 ET 20000 VDC).
- Les allumeurs rectifient et stockent l'énergie dans le condensateur.
- Le condensateur décharge et réalise une impulsion Electric vers les bougies d'allumage.

# Chapitre II

Description de circuit carburant de moteur PW 150-A

## II- Le système carburant et de contrôle :

### II-1 : Introduction :

Le système fournit le carburant avec une pression et débit bien déterminé pour la chambre de combustion afin d'assurer une bonne combustion ce qui va se répercuter sur les performances moteur.

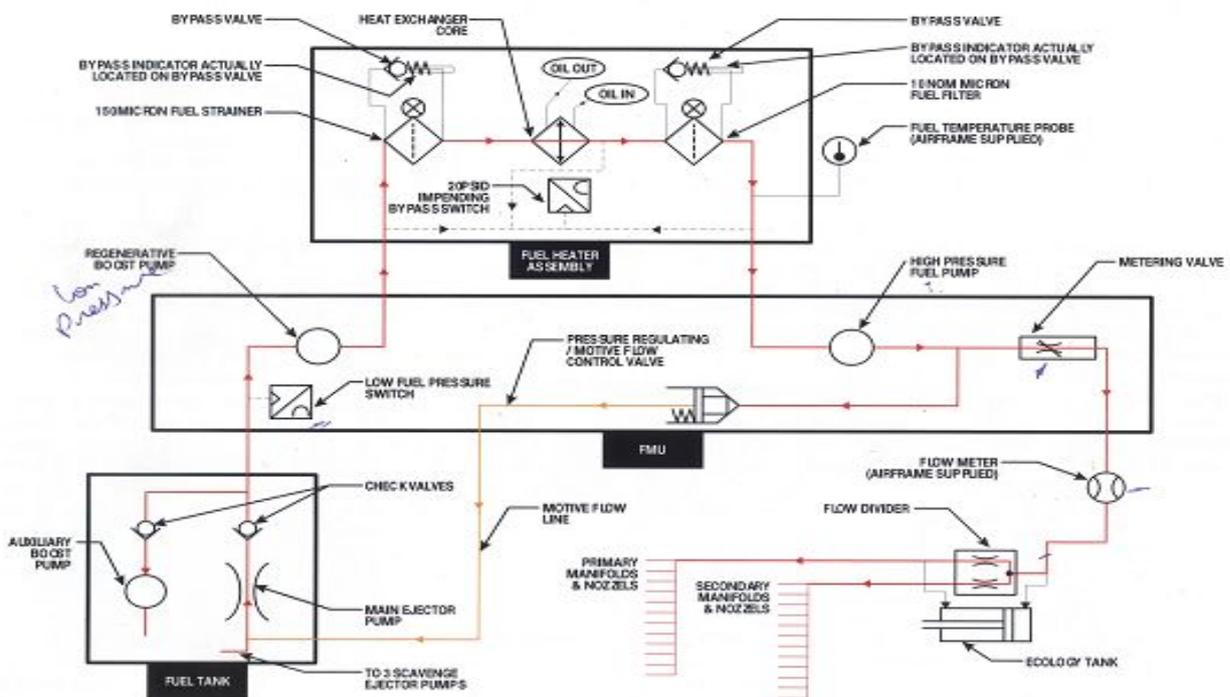
#### II-1-1 : La présentation de système :

Le rôle de système carburant est :

- d'alimenter les 12 injecteurs.
- d'alimenter le circuit hydraulique.
- de refroidir l'huile du moteur.

Ce système contient (03) parties essentielles qui sont

- La distribution.
- Le control.
- L'indication.



FIG(II-1) : circuit de carburant

**II-1-2 : Qualité essentielles du kérosène JET A1 :**

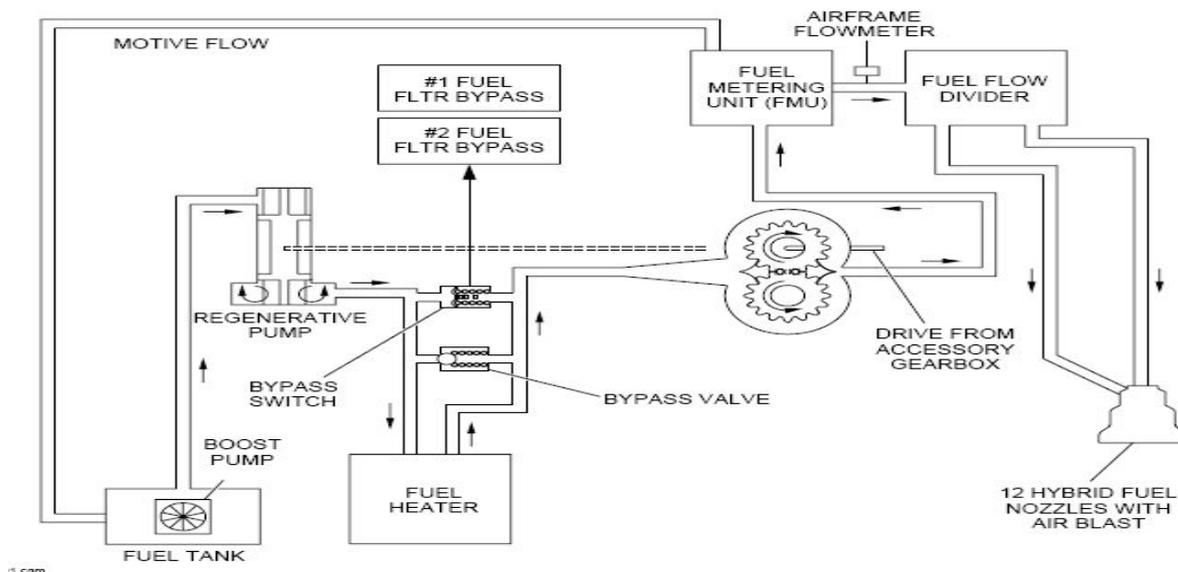
Le kérosène a l'avantage d'un point d'éclair assez élevé (+38°C) qui en fait un produit ne dégage pas des vapeurs dangereuses dans des conditions habituelles de température au sol, il peut être donc manipulé sans précautions particulières, son nom commercial est le JET A1.

pouvoir calorifique	42 MJ/Kg
indice d'octane	70
point d'éclair	+38°C
point de congélation	-47°C
teneur en soufre	0.3
Tension de vapeur	faible
densité	0.79

**II-1-3: La distribution :**

A pour rôle de faire cheminer le carburant vers les injecteurs, elle est constituée d'éléments suivants :

- Un Echangeur de chaleur.
- Une Pompe à carburant.
- La FMU (fuel metering unit)
- 12 injecteurs
- Tuyauterie de l'alimentation carburant.
- Deviseur de débit carburant



FIG(II-2): la distribution de carburant

**II-1-4 : Pompe à carburant :**

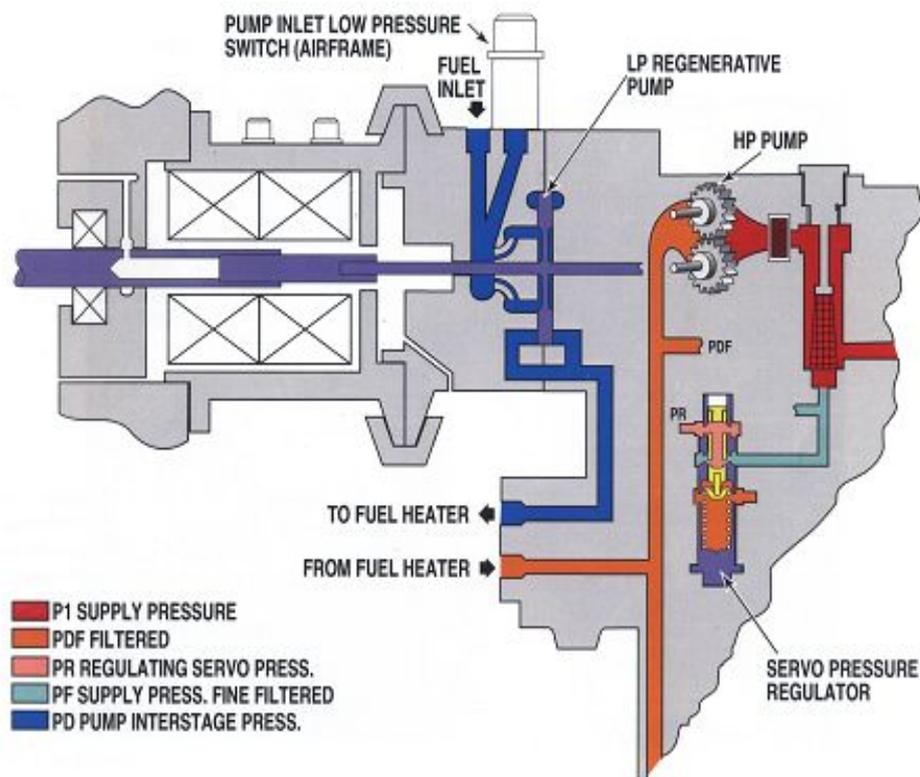
Son rôle est de fournir de carburant pressurisé vers la FMU à tous les régimes moteur au sol et au vol, pour assurer un bon fonctionnement et meilleur rendement, elle est composée de deux pompes qui sont :

-Pompe basse pression à engrenage dont les caractéristiques suivantes :

- pression normale : 85 à 130 PSI
- débit max de fuel à 8220rpm : 4975PPH
- pression maximale : 151PSI

-pompe haute pression à engrenage dont les caractéristiques suivantes:

- débit max de fuel à 8220rpm : 5500PPH
- pression maximale : 1200PSI

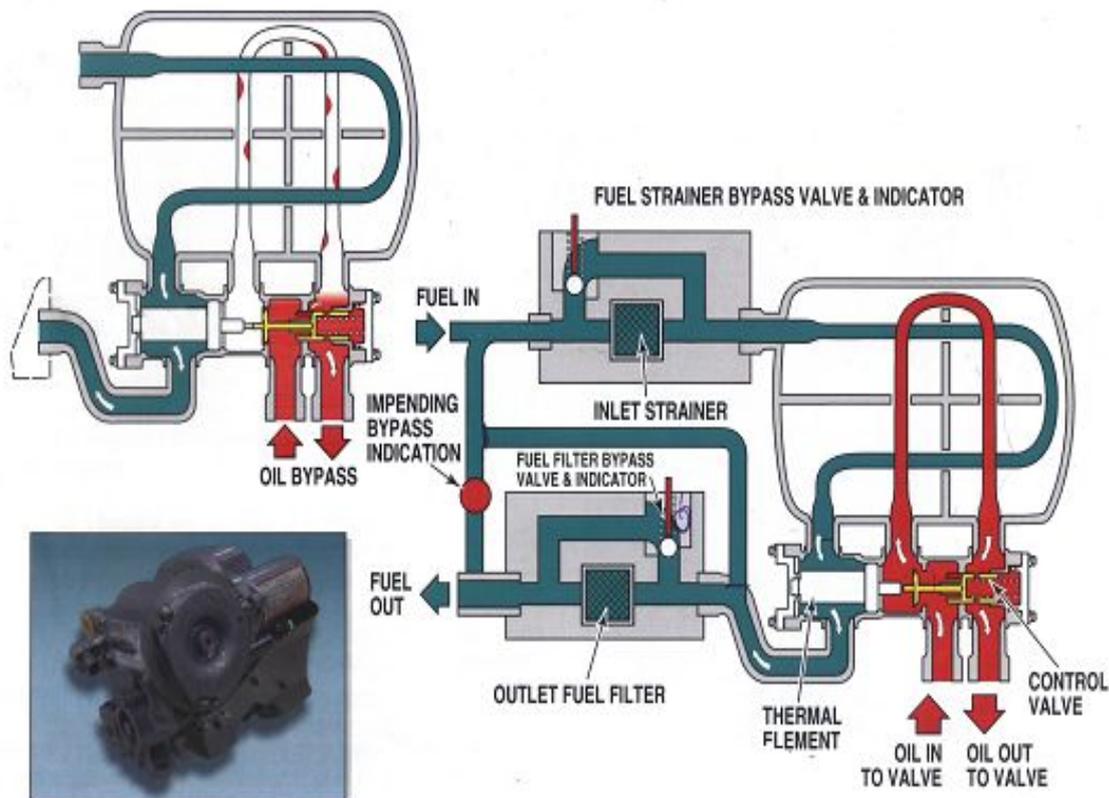


FIG(II-3) : la pompe à carburant

**II-1-5 : Echangeur de chaleur huile /carburant :**

Il a pour rôle de refroidir l'huile de graissage et de réchauffer le carburant avant son acheminement vers la chambre de combustion, pour le ramener à des conditions adéquates avant son acheminement à la chambre de combustion.

Il contient les éléments suivants:

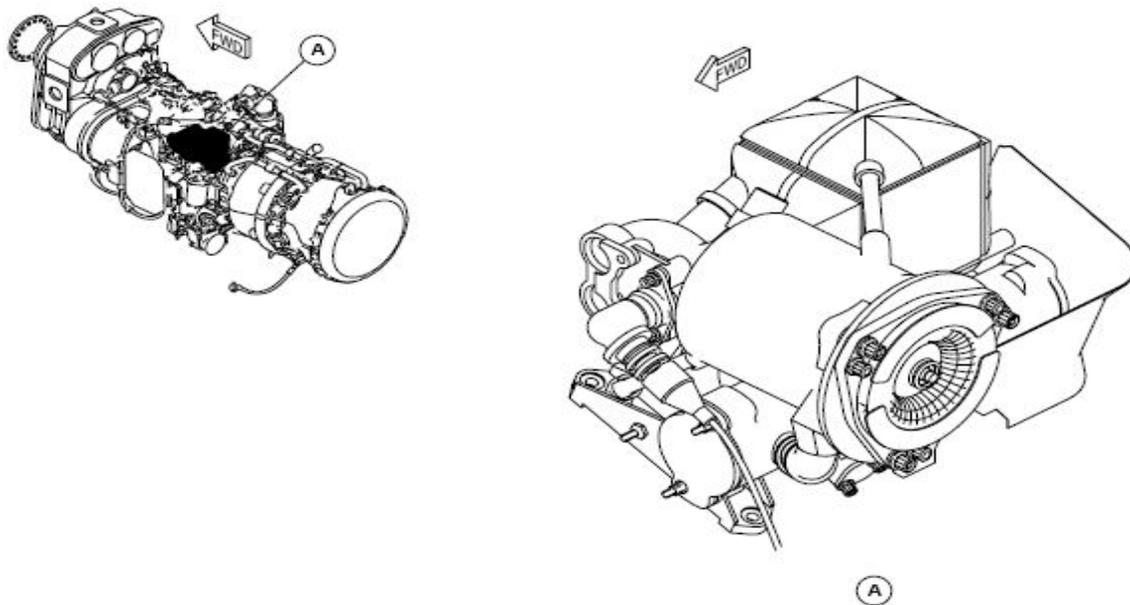


FIG(II-4) :l'échangeur de chaleur

**II-1-5-1 : Le Filtre a carburant basse pression :**

Le filtre a carburant dans l'échangeur de chaleur, il a pour rôle de protéger les éléments de circuit à la contamination, le filtre est équipé d'une valve de surpression (bypass)

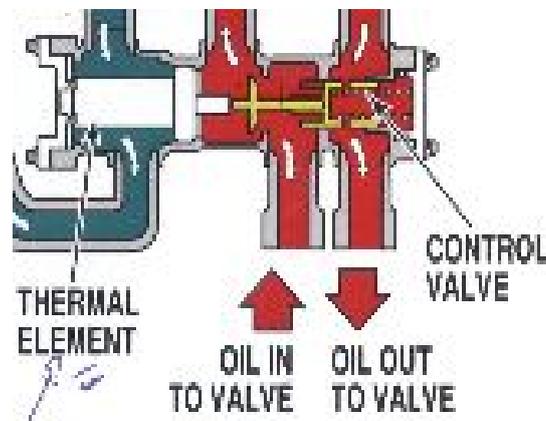
- l'entrée : 150 microns
- sortie: filtre non-nettoyable du 10 microns nominal/25microns.



FIG(II-5) : le filtre a carburant basse pression

### **II-1-5-2 : Élément thermique et soupape de commande :**

Est une sonde thermique dans le circuit, qui actionne une valve pour régler l'écoulement d'huile et assurer la température de carburant entre 32 .2°C (90°F) à 48.8°C (120°F).



Fig(III-6) : élément thermique et soupape de commande

### **II-1-5-3 : Impending by-pass Switch (la vanne de surpression) :**

cet élément est monté entre l'entrée et la sortie de l'échangeur de chaleur, pour donner la différence de pression et la maintenir entre 18 et 21 PSI.

### **II-1-5-4 : Clapet de dérivation (by-pass valve) :**

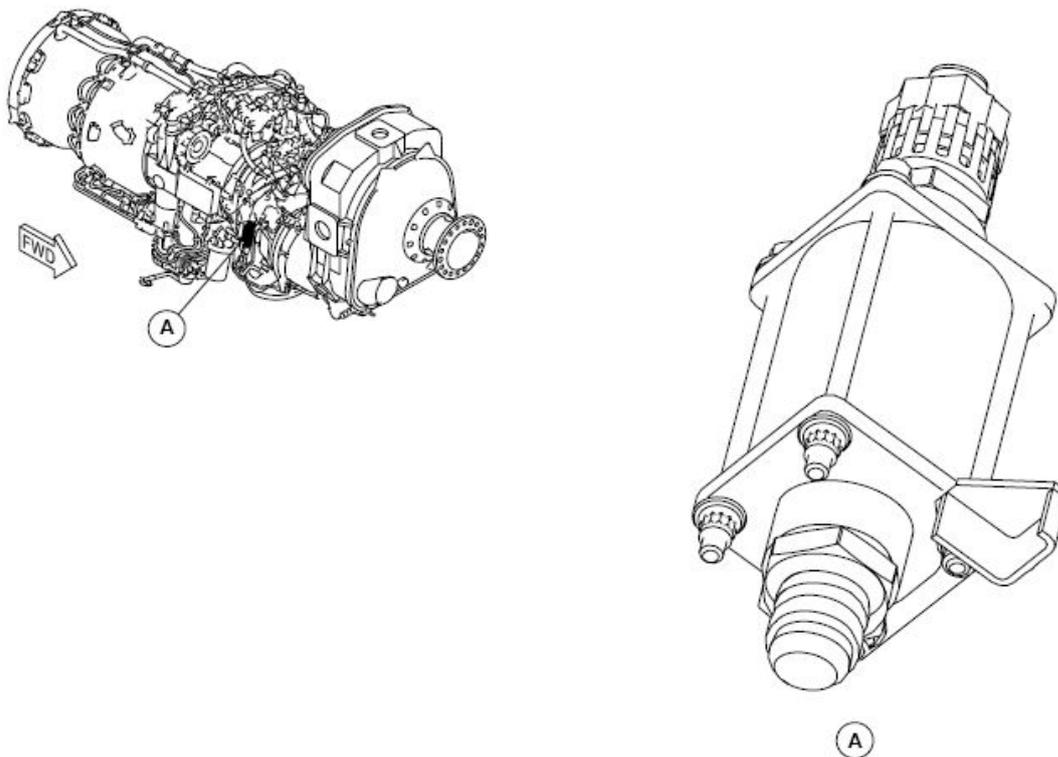
En cas du colmatage du filtre de carburant, une by-pass s'ouvre sous l'effet d'une certaine pression qui est égale a 28psi et laisse le carburant passer sous être filtré.

une valve instantanée sur le bloque du filtre indique quand le clapet de dérivation est ouvert a ce moment un signal est envoyé vers le cockpit, pour indiquer le colmatage.

**II-1-6 : débitmètre:**

Le transmetteur de débit carburant (fuel flow transmitter) est localisé entre la FMU (contrôlé par cette dernière) et le diviseur de débit.

Le transmetteur a pour rôle de mesurer la quantité venant de la FMU vers les 12 injecteurs.



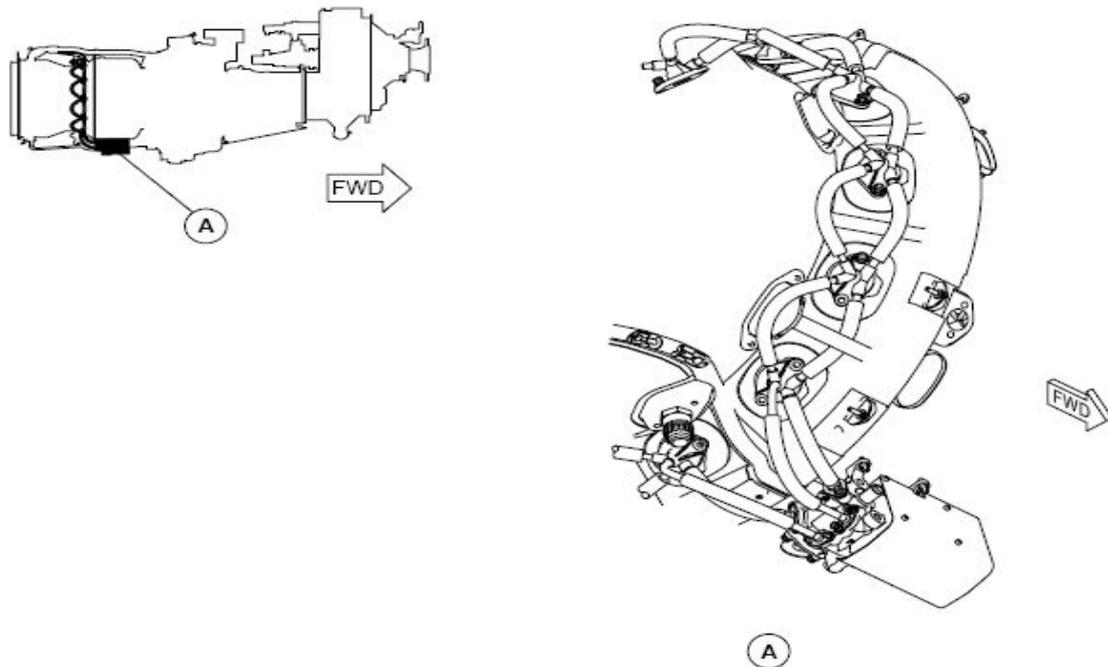
Fig(II-7) : débitmètres

**II-1-7 : Diviseur de débit et la valve de Drainage :**

La valve de diviseur de débit distribue le carburant dosé entre les collecteurs primaires et secondaires de carburant.

Quand la pression de carburant venant du FMU est basse, seulement la tubulure primaire qui fournit du carburant, en augmentant le régime moteur, la pression du carburant augmente, c'est à ce moment là que la tubulure secondaire commence à débiter le carburant.

Une valve de diviseur de débit récupère le carburant restant dans les tubulures après l'arrêt de moteur, qui sera en suite réutilisé.



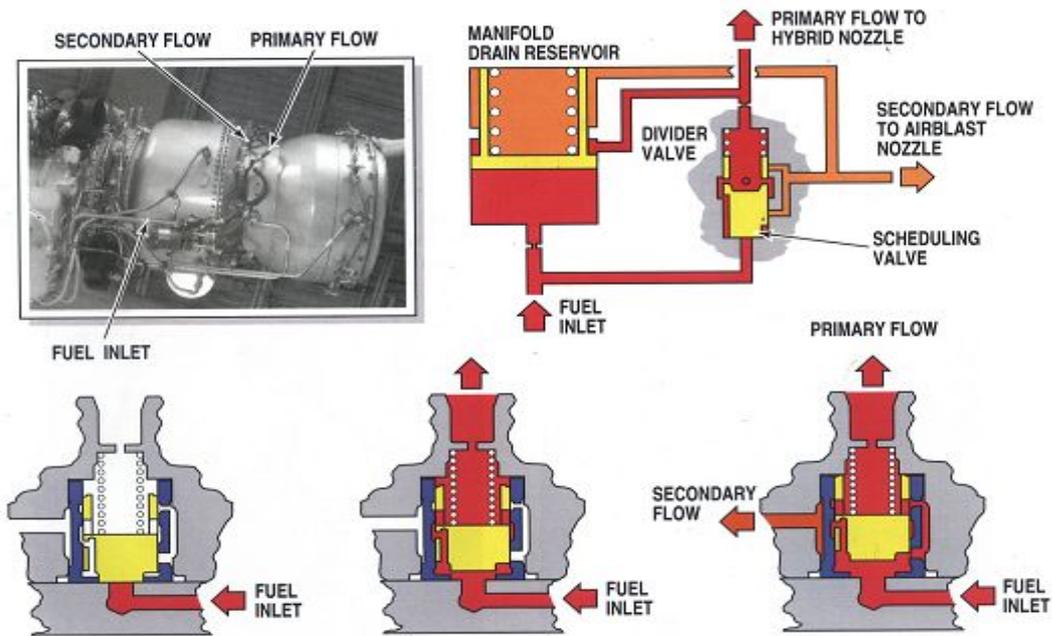
FIG(II-8) : le diviseur de débit

### **II-1-7-1 : Le débit primaire:**

La valve primaire donne une pression de 76 PSI permet de fournir de carburant à la tubulure primaire et les orifices primaires des injecteurs, ce débit sert à faire démarrer le moteur.

### **II-1-7-2 : Le débit secondaire:**

Après un certain régime de moteur, la valve de débit secondaire règle le carburant à une pression de 165 PSI, s'ouvre et permet le passage du carburant vers les orifices secondaires pour enrichir la combustion et assurer le fonctionnement du moteur dans tous les régimes.



FIG(II-9) : le diviseur de flux

**II-1-8 : Les collecteurs de carburant et les injecteurs :**

- leurs rôles est de fournir et de pulvériser le carburant à la chambre de combustion.

**II-1-8-1 : la rampe carburant :**

La rampe carburant est construite avec une tuyauterie flexible, elle est de forme circconférentielle autour de la chambre de combustion, il existe deux rampes, l'une pour alimenter le débit primaire des injecteur par contre l'autre pour alimenter le débit secondaire.

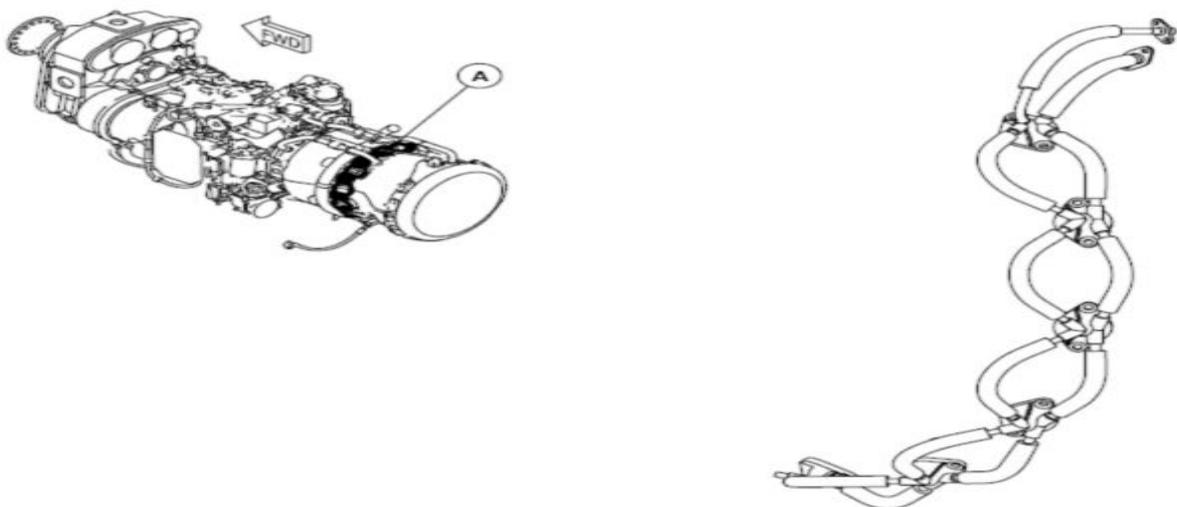


FIG (II-10) : les collecteurs

**II-1-8-2 : Les injecteurs :**

La chambre de combustion du moteur PW150-A est de type annulaire équipée de 12 injecteurs.

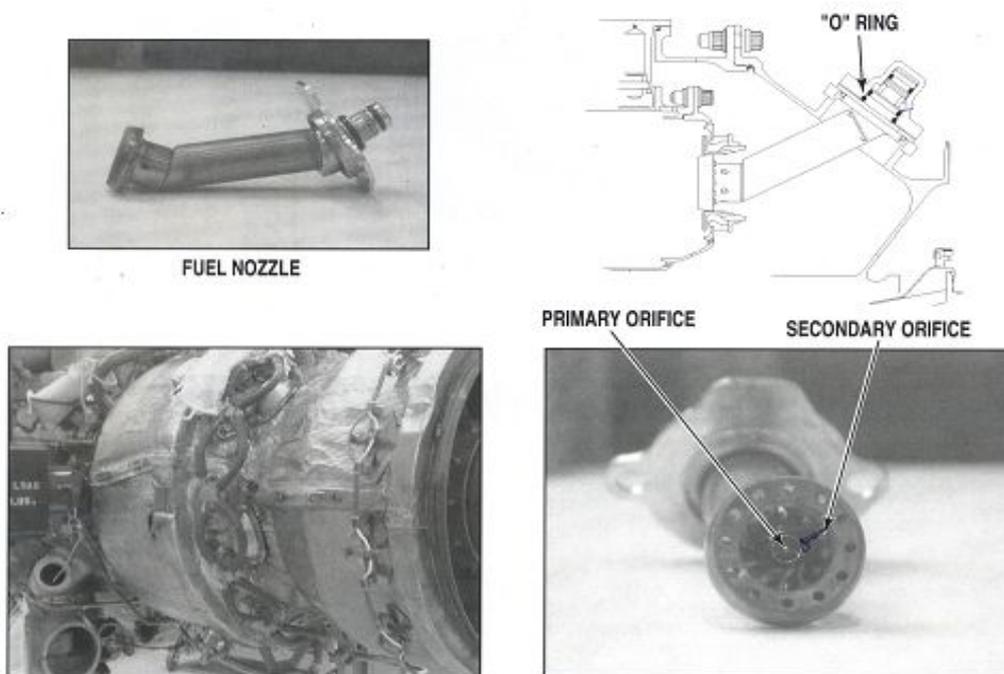
Les injecteurs sont de type duplex, qui ont pour rôle de fournir et de pulvériser le carburant dans la chambre de carburant.

**Orifices primaires:**

- orifice au centre.
- atomiseur de pression de carburant.

**Orifices secondaires:**

- orifices entourant les orifices primaires.
- atomiseur de chasse d'air.



FIG(II-11) : les injecteurs

**II-1-9 : Fonctionnement de la distribution:**

Le carburant descend de réservoir par gravité passe par la pompe de basse pression en suite ,il sera filtré et réchauffé par l'intermédiaire de l'échangeur de chaleur, puis dirigé vers la FMU par la pompe de haute pression qui lui donne une pression très élevée et nécessaire.

Le carburant sortant de l'échangeur de chaleur, il va à la valve de contrôle(FMU) et rentre dans le diviseur de flux à travers le débitmètre.

En fin le carburant sortant du débitmètre, entre aux injecteurs dans la chambre de combustion.

**II-2- : SYSTÈME DE CONTRÔLE DE CARBURANT DE MOTEUR :****II-2-1-Introduction :**

Le système de contrôle a pour rôle le contrôle et l'indication de tous les paramètres du moteur, donc il assure le bon fonctionnement de ce dernier à tous les régimes.

Il est composé d'éléments suivants:

- un system Fadec (fuel autorité digital electronic contrôle).
- un régulateur De Carburant (fuel metering valve).
- la fiche d'identification.
- un Alternateur magnétique Permanent(PMA)

**II-2-2 : System de régulation Électronique Numérique à Pleine Autorité (FADEC) :**

“Fuel Authority Digital Electronic control“ ou le système de régulation numérique électronique à pleine autorité qui a le rôle :

- fournir l'équilibre du moteur.
- améliorer les performances transitoires du moteur.
- assurer l'autogestion du moteur et son contrôle.
- pemet l'exécution des différentes opérations durant le fonctionnement du moteur

Le FADEC envois un signal électrique vers la (FMU) pour commander la puissance de moteur. Ce signal contrôle le débit carburant envoyée vers le moteur en fonction du levier (PLA).

Le rôle de FADEC :

- commandes l'ouverture du P2.7 manipulant le clapet de décharge (HBV)

Pendant la manipulation pour protège le moteur contre le pompage.

- commandes l'ouverture du clapet de décharge de l'intercompressor P2.2 à

Basse puissance pour éviter le compresseur de pompage.

- empêche une survitesse de moteur.
- contrôle le démarrage de moteur et l'arrêt de moteur par le contrôle

de la boîte d'allumage.

- fournir une tension au contrôleur électronique d'hélice (PEC)

(Au-dessus de la vitesse de 40% NH).

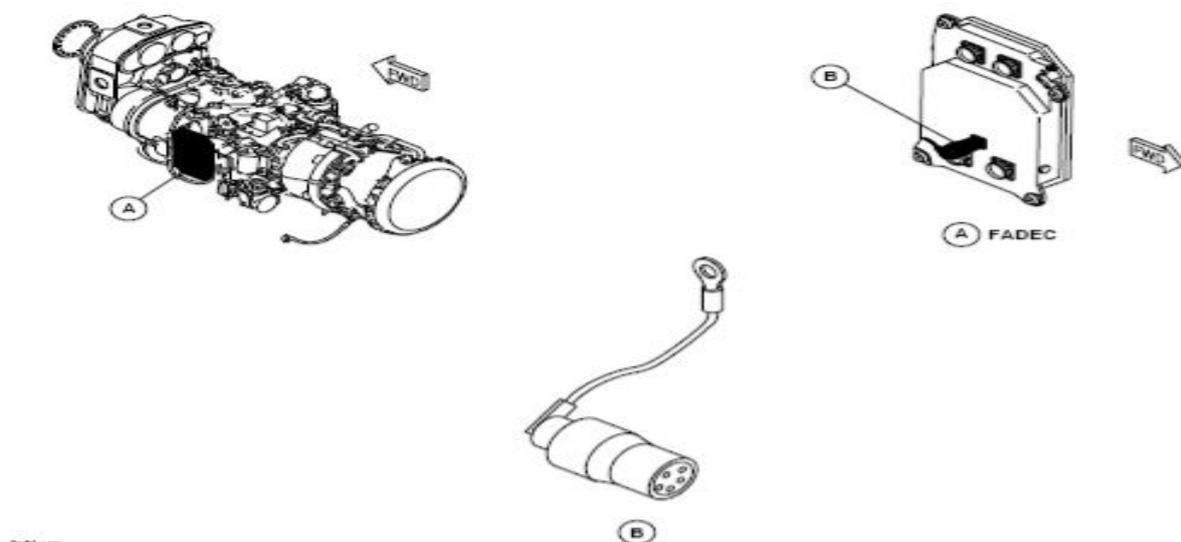
- détecte et indique les pannes.

- communique avec unités par l'UART et l'ARINC interfaces.

- contrôle la température d'huile au sol.

Le FADEC est installé du côté droite de l'entrée d'air, il est monté sur les douilles résistantes aux vibrations. Cinq connecteurs dans l'arrière du FADEC qui représente les points de raccordement pour le moteur et composants de fuselage qui se connectent par interface à FADEC.

- J1: Relie les éléments de moteur au FADEC.
- J2: Relie les éléments de moteur au canal B de FADEC
- J3: Relie la prise de caractérisation au canal A de FADEC
- J40: Relie les composants de fuselage au canal de FADEC
- J50: Relie les composants de fuselage au canal de FADEC

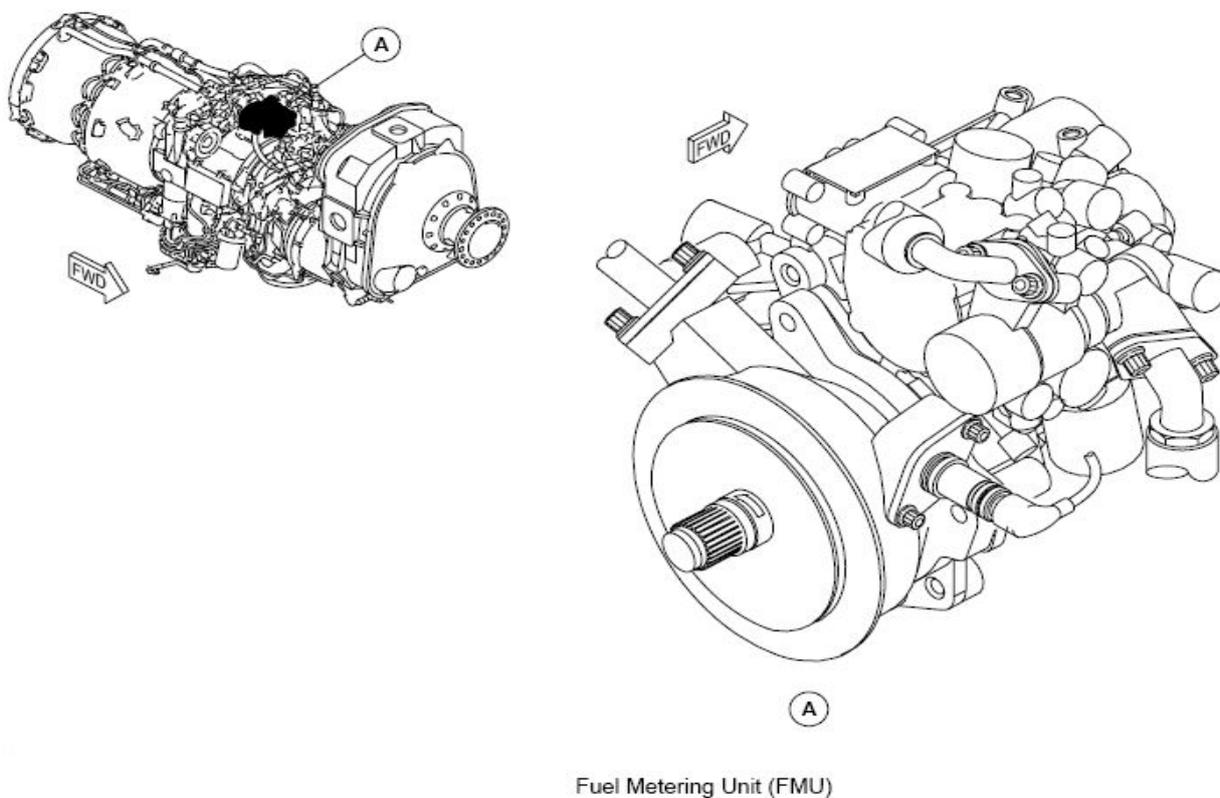


FIG(II-12) : la position de FADEC

**II-2-3 : FMU (fuel metering unit) :**

La FMU a pour rôle de :

- fournir le carburant régulièrement pour les différents régimes de moteur.
- récupérer le carburant non utilisé vers le réservoir.
- aides le FADEC pour limiter les accélérations et les décélérations.
- canal double pour le support commandé par le FADEC.
- permet l'écoulement automatique de carburant s'il ya coupure de carburant ou échec de Fadedec.
- envois un signal électrique au FADEC de la position de la soupape de dosage.
- couper automatiquement l'arrivée du carburant en cas d'incendie.



FIG(II-13) : la position de FMU dans le moteur

**II-2-3-1 : Différents éléments de la FMU :**

La FMU est constituée de :

**-un filtre:**

-filtre brut: 12 POUCES

-filtre fin: 13 POUCES

**-Soupape de sécurité à haute pression:**

-Empêche la pression excessive dans le FMU, elle s'ouvre à  $1450 \pm 50$  Psid.

**-Serov Régulateur de carburant :**

-le Serov régulateur maintient la pression de refoulement entre 220 et 235 PSI.

- approvisionnements de demi-partie de secteur de valve de contrôle avec le régulateur de pression.

- fournit la pression au torque moteur pour la modulation.

**-le régulateur de pression/la soupape de contrôle de flux de récupération :**

-dirige le débit carburant à récupérer vers MPSOV, elle s'ouvre à environ 10% NH.

- maintient la pression différentielle à 40 Psid entre la pression d'entrées du système MV (P1) et de sortie de système MV(P2).

**Valve de dosage :**

A pour rôle :

- commande l'écoulement de carburant.

- maintient l'écoulement minimum de carburant: 80 à 150 PPH.

- la position de la valve est contrôlée par le FADEC les canaux A et B.

- LVDT: transformateur différentiel variable linéaire, il Transmet la position de

La soupape de dosage vers le FADEC, par les canaux A et B.

**-la valve de dosage de torque moteur :**

- contrôle la pression modulée de la valve dosage (PM) (up and down mouvement).
- contrôlé par les canaux A et B de FADEC.

**-la valve MPSOV (minimum pressure and shut off valve) :**

- maintient une pression de carburant minimum (250 à 275 Psid) dans le FMU pendant les basses conditions d'écoulement (ex.starting).
- aides Le gouverneur de survitesse et le solénoïde d'arrêt à démarrage et l'arrêt du Moteur.
- le drainage de carburant pressurisé résiduel à l'arrêt de moteur.

**-le gouverneur de survitesse et le solénoïde d'arrêt:**

- il est activé par la FADEC, son rôle est de faire démarrer ou arrêter le moteur.

**-solénoïde d'arrêt de moteur:**

- coupe l'arrivée de carburant au moteur en cas d'incendie.

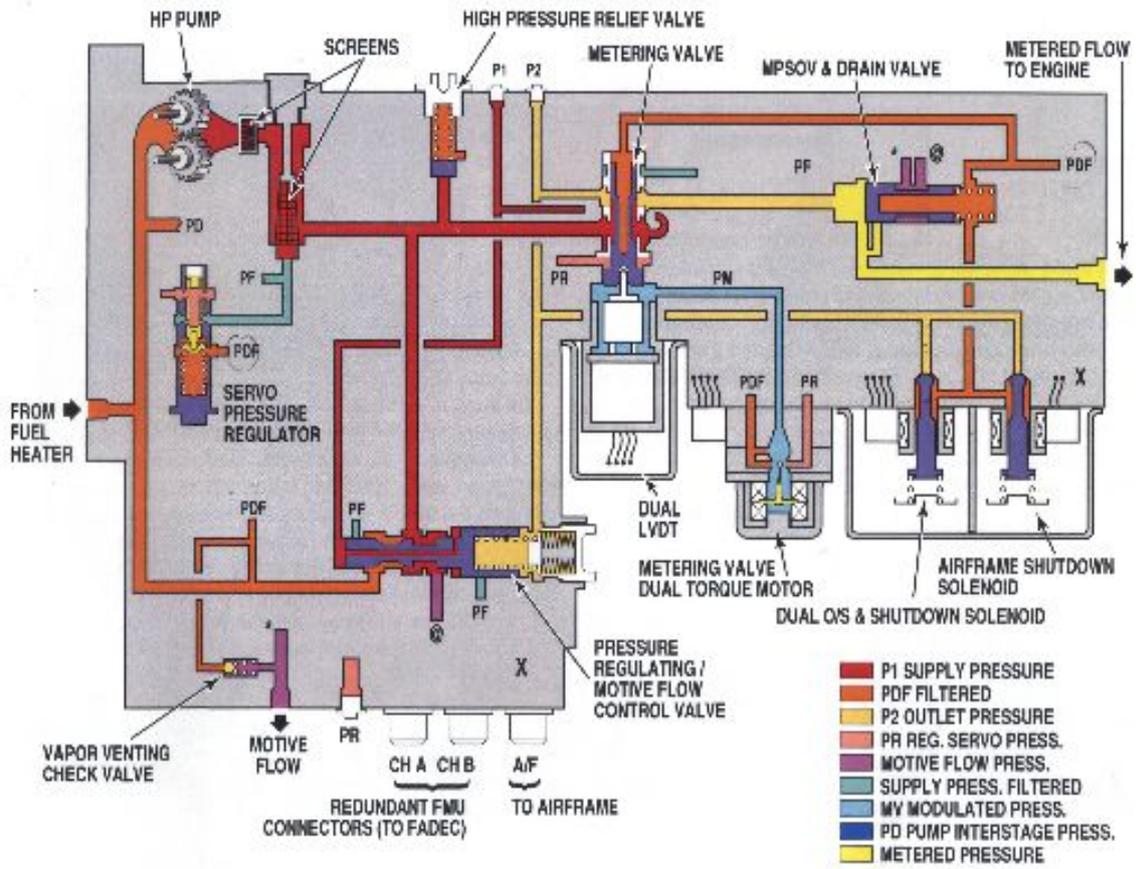
**-Clapet anti-retour de mise à l'air libre de vapeur:**

-c'est une valve de dégazage qui sert à évacuer la vapeur vers le milieu ambiant pour éviter l'endommagement de la canalisation sous l'effet de grandes pressions.

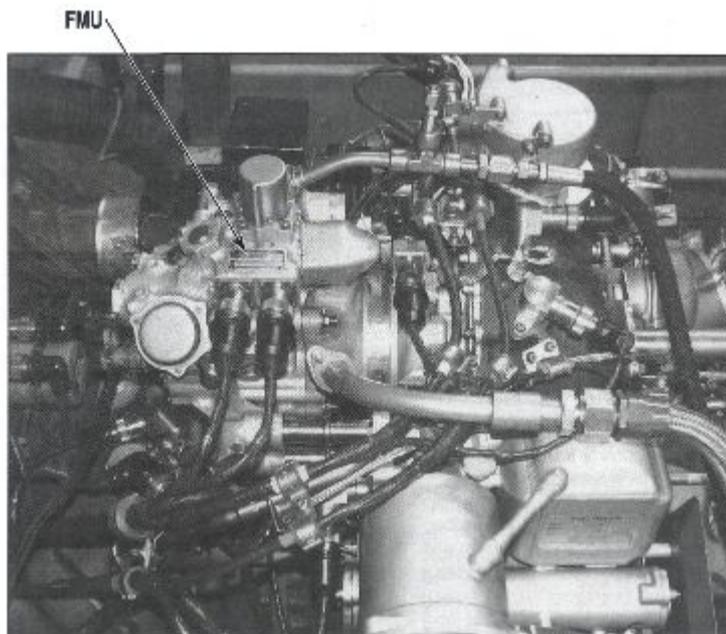
- cette valve s'ouvre quand la pression dans le circuit est comprise entre 2 et 9 PSID.

**-Commutateur de basse pression d'orifice d'admission de la pompe (moteur):**

- envoie un signal vers le FADEC quand la pression du carburant est au dessous de  $5.5 \pm 0.8$  PSI.



IG(II-15) : FMU

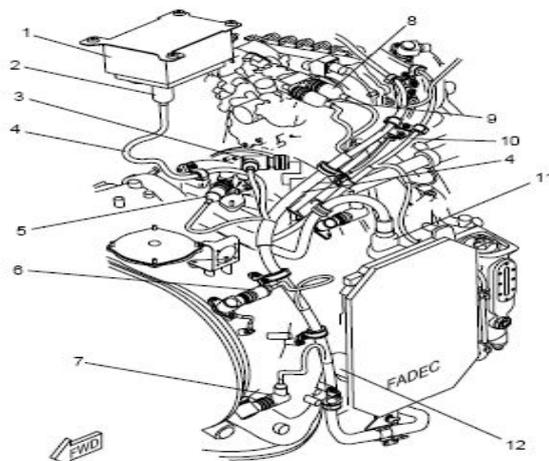


FIG(II-14) : la position de la FMU

**II-2-4 : Les capteurs et les sondes :**

Le harnais de câblage relie les sondes avec, le FMU, et le PEC au FADEC

- P1, FADEC A
- P2, FADEC B
- P4, sonde A de NH
- P5, sonde B de NH
- P6, Manipulation De HP Déchargent La Valve (Hbov)
- P7, FMU A
- P8, LP HBOV B
- P9, LP HBOV A
- P10, FMU B
- P11, sonde A de couple
- P12, sonde B de couple
- P13, sonde de NL
- P14, sonde T1.8
- P15, sonde P3
- P16, sonde MOT/t6
- P17, PMA A
- P18, PMA B
- P19, Unité De Commande Électronique De Propulseur

**LEGEND**

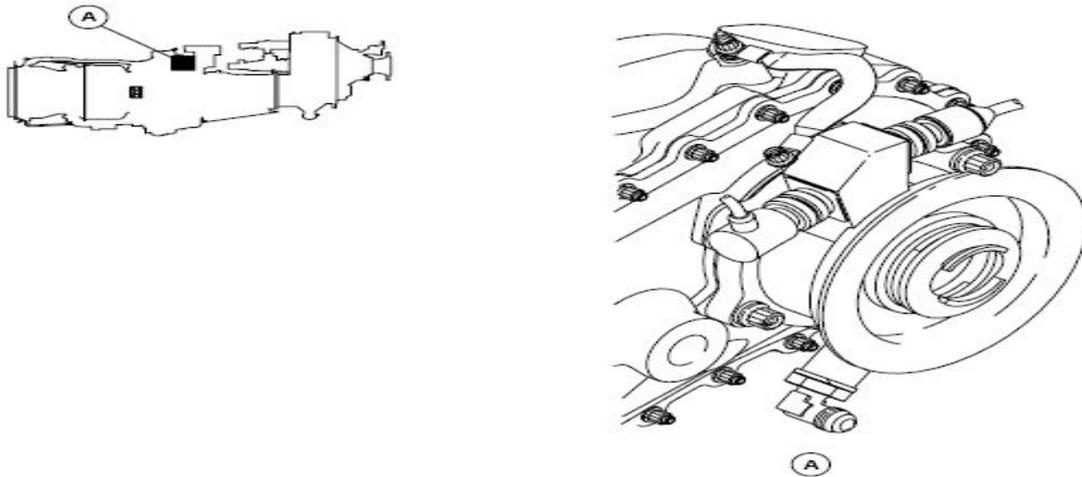
1. Propeller Electronic Control Unit.
2. P19.
3. P13.
4. Control Wiring Harness.
5. P18.
6. P12.
7. P11.
8. P10.
9. P7.
10. Instrumentation Wiring Harness.
11. P2.
12. P1.

FIG(II-16) : les sondes et les capteurs

**II-2-5 : Alternateur Permanent D'Aimant (PMA) :**

Le PMA est une partie intégrale du FMU, il est entraîné par l'AGB. Le PMA comporte un rotor et un redresseur. Le rotor est soutenu par les roulements d'AGB et douilles de pompe d'essence.

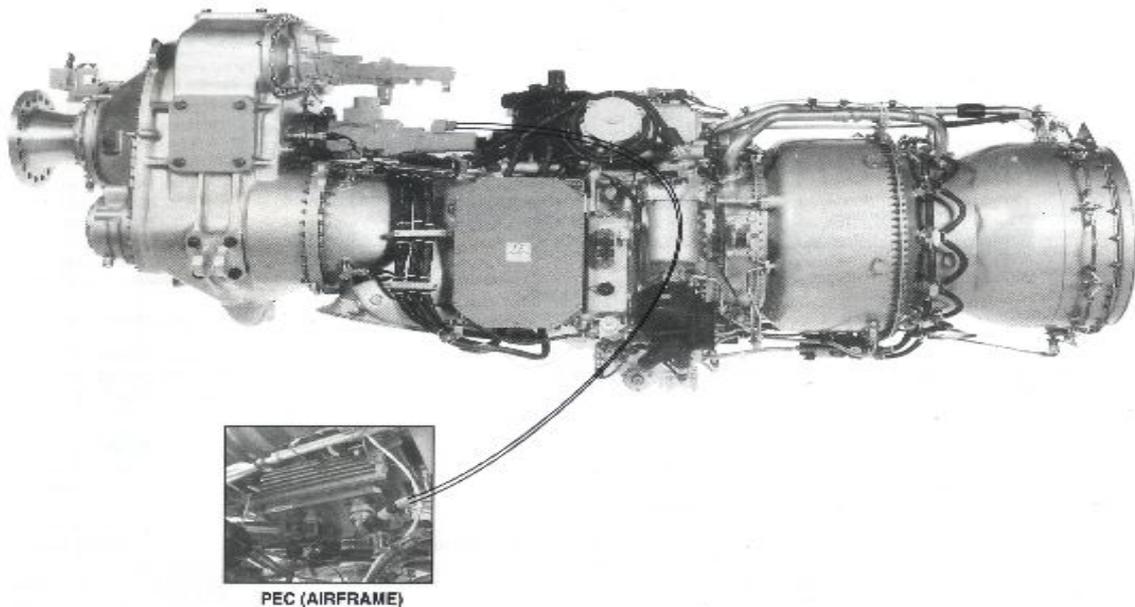
Il fournit l'énergie Electric pour le FADEC et le PEC.



FIG(II-17) : PMA

**II-2-6 : LE PEC :**

La commande électronique d'hélice (PEC), son rôle est le contrôle de pas de l'hélice et la vitesse, le PEC est actionnée par un circuit hydraulique, Chaque unité à un circuit indépendant.



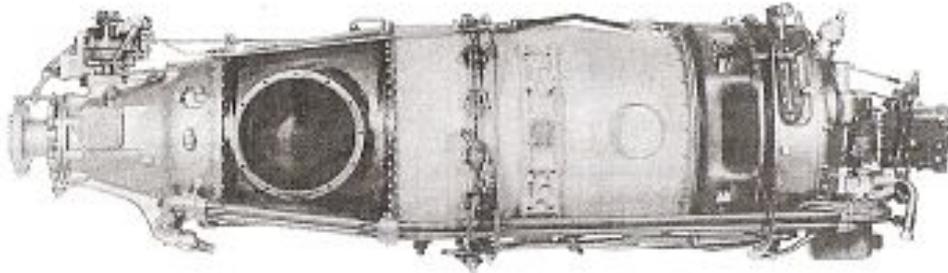
FIG(II-18) : PEC

# Chapitre III

Description générales de moteur PT6A-67

**III-1-Introduction :**

Le PT6-67R est un turbopropulseur ancien génération construit par PRATT & WHITNEY, il équipe des avions légers et développant une puissance de 550 SHP. Le premier moteur a été construit 1958 et commercialiser pour la première fois a 1963.



FigIII-1 : le moteur PT6A-67

**III-2- les performances et Les caractéristiques principales du moteur PT6A-67 :**

Le PT6 présent les caractéristiques suivantes :

-type de moteur .....	turbine libre
-type de chambre de combustion.....	annulaire
-taux de compression.....	9.
-rotation de l'arbre de compresseur.....	sens anti-horaire.
-rotation de l'arbre d'hélice.....	sens horaire.
-rapport de reduction de l'arbre de hélice.....	15à1.
-consommation d'huile max.....	0.0907 KG /hr.
-générateur de gaz 101.5% N1.....	8100 tr /min
-régime du générateur de gaz 100% N1.....	37500 tr/min.
-diamètre du moteur.....	48.26 cm.
-logeur à température ambiante.....	157.48 cm.
-poids.....	136.4 kg.

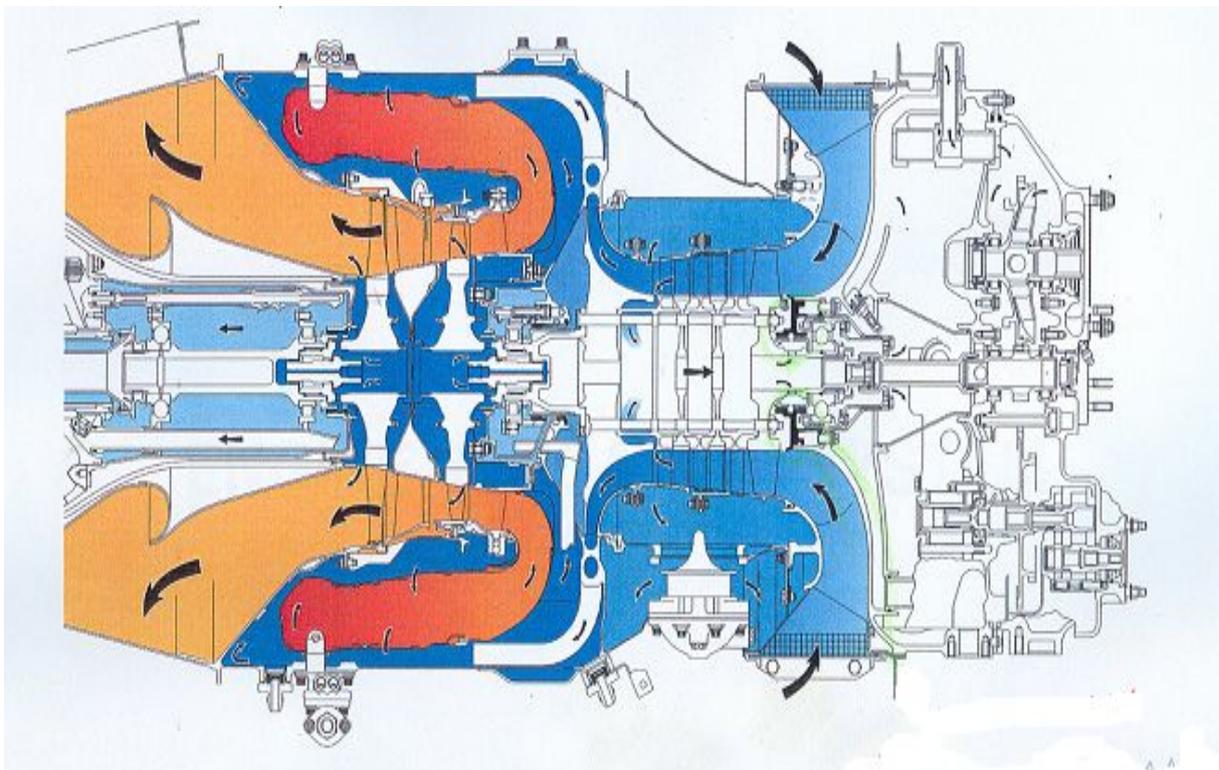
### III-3-Description de moteur PT6-A67 :

Le moteur PT6-A67 est un turbopropulseur léger a turbine libre et écoulement renverse, Il utilise deux turbines a gaz indépendantes :

Une entraîne le compresseur dans la section du générateur de gaz et l'autre entraîne le réducteur de vitesse d'hélice.

La section du moteur PT6-A67 comporte les organes principaux suivants :

- » Carter entre compresseur.
- » Le compresseur.
- » Chambre de combustion.
- » Turbine.
- » Canal d'échappement.
- » Réducteur.
- » Boite de transmission d'accélération.
- » Hélice.



Fig( III-1): moteur pt6A-67

### III-3-1 carter entrée d'air :

L'entrée d'air permet le raccordement de la machine avec les filets d'air venant de l'extérieur pour alimenter le moteur.

L'entrée d'air de PT6 située à la queue de moteur à flux inversé, l'avantage de cette technologie ses protège le moteur contre les corps extérieur(FOD) à l'aide d'un séparateur et atténuer au maximum le bruit du moteur.

La tuyère est construite a base d'aluminium.

### III-3-2 Modules compresseur :

Il contient un compresseur axial à 03 étages et un compresseur centrifuge, les deux sont assemblées par 06 barres d'accouplement, reliée a la. Turbine par l'arbre N1.

le compresseur centrifuge tourne avec le compresseur axial, se dernier, reliée a la turbine par l'arbre Ng.

-trois(03) étage axiaux.

-un étage centrifuge.

Dans ce module on trouve aussi :

-les vannes de décharge montées sur le carter du générateur de

-une ensemble rotor stator carter de compresseur centrifuge.

-un arbre d'accouplement entre le compresseur et la boîte de transmission D'accessoires.

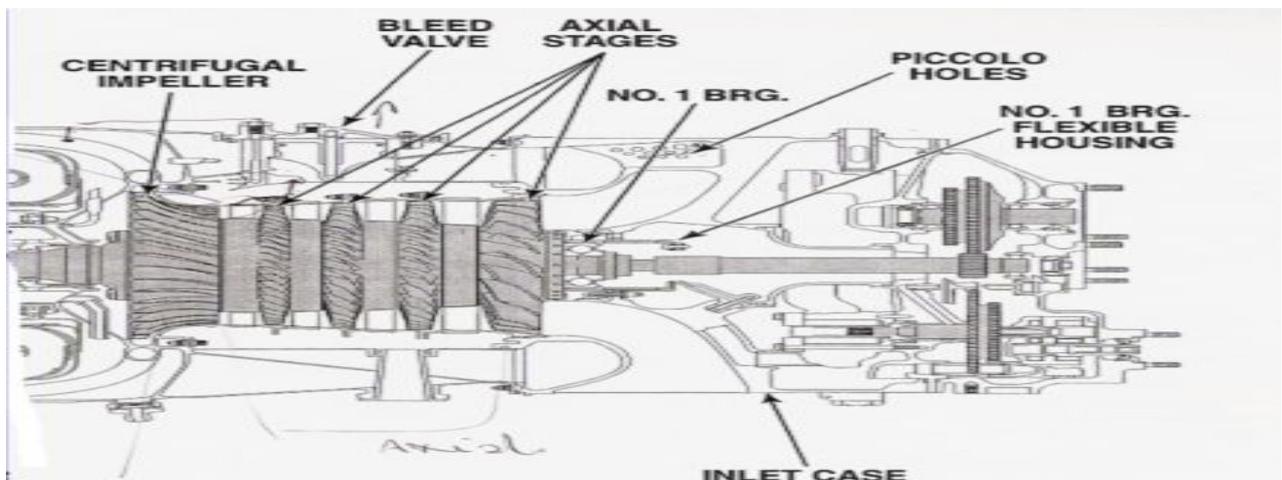


Fig (III -2) : module compresseur

### **III-3-3 Module chambre de combustion :**

La chambre de combustion montée sur le PT6A-67 est de type annulaire, à flux inversé dotée de (14) injecteurs et de deux bougies (allumeurs) à la position 4 :00 et 9 :00 .

La chambre de combustion a pour le but d'assurer une bonne combustion de mélange air/carburant, dont les performances moteur sont dépendre.

Sur la chambre, on retrouve des orifices qui vont servir à l'inspection boroscopique.

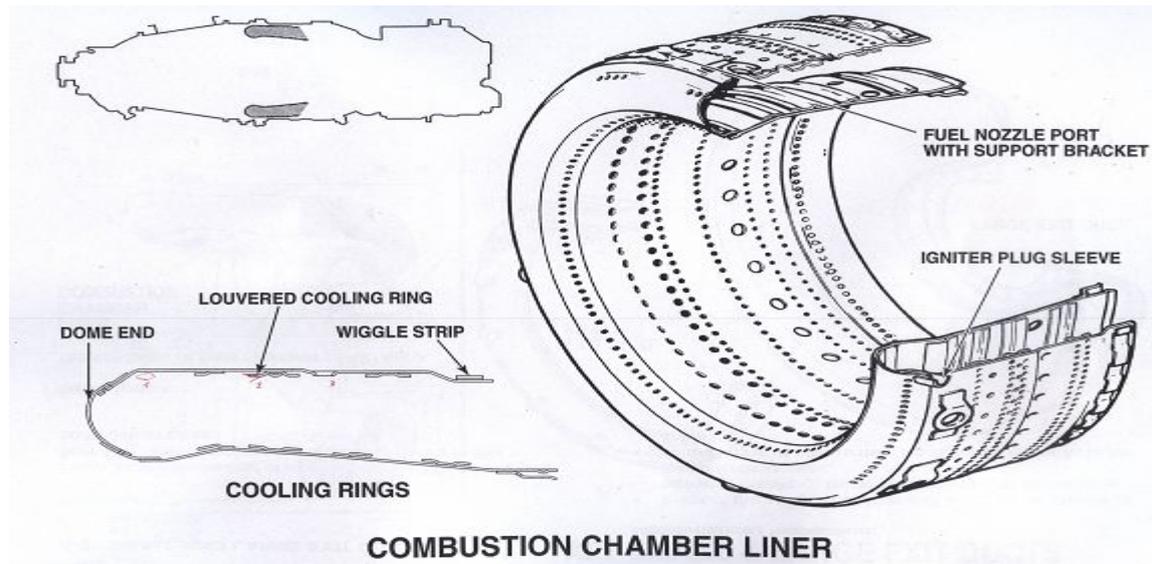


Fig. (III-3) : module chambre combustion

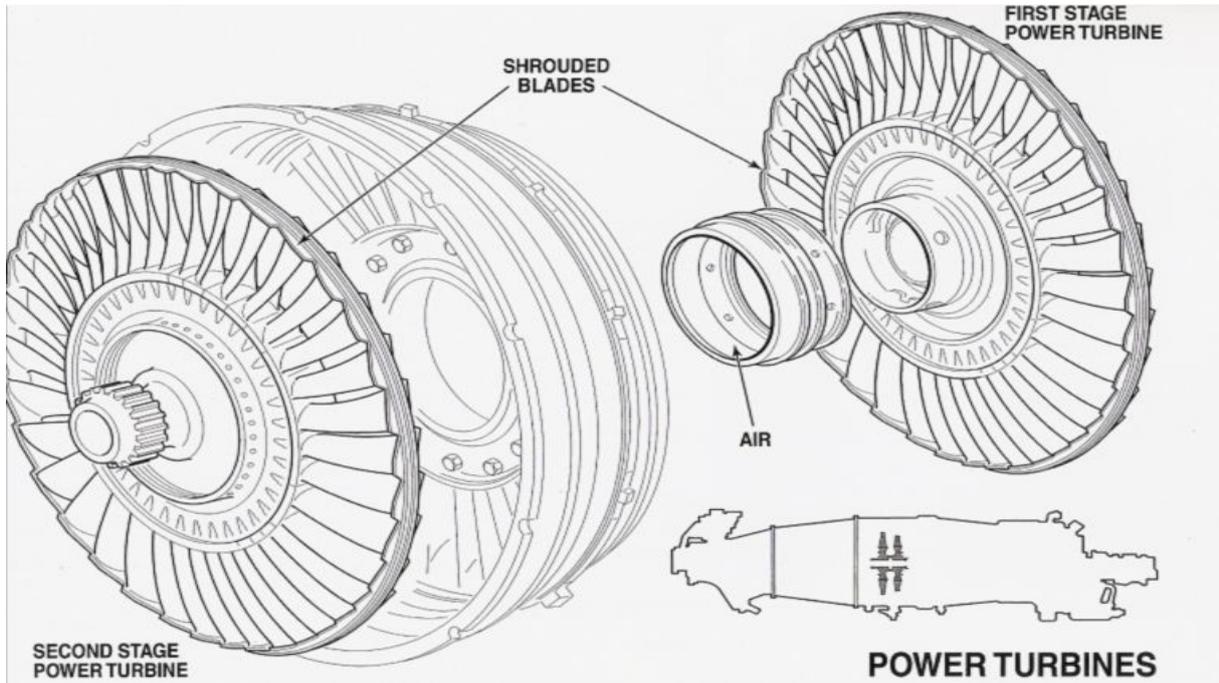
### **III-3-4 Module turbine :**

#### **III-3-4-1-La turbine de compresseur :**

La turbine de compresseur est composée d'un seul étage, elle reçoit l'énergie des gaz chaud venant de la chambre de combustion pour entrainer le compresseur. Il est lié avec le compresseur HP par un arbre Ng, ce dernier entraine la boîte d'entraînement des accessoires (AGB).

Le rotor de la turbine de compresseur est supporté par les roulements 1B et 2R.

-la turbine de compresseur a une rotation de 38100 RMP qui représente 101.5% du régime.



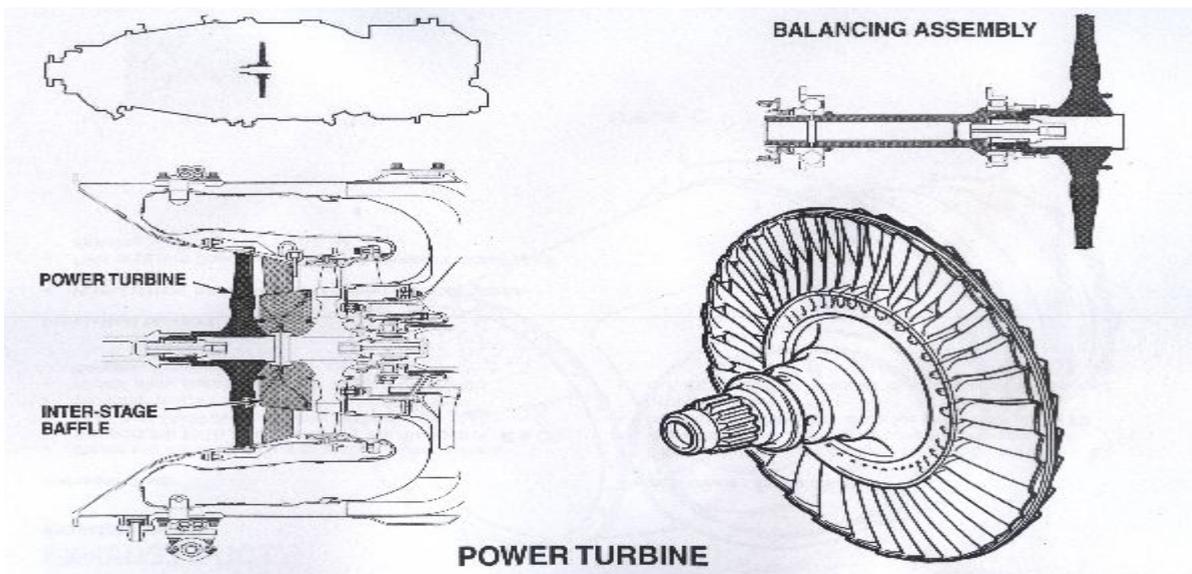
Fig(III-4) :turbine de compresseur

**III-3-4-2 La turbine libre :**

La turbine libre est composée de deux étages, elle utilise l'énergie des gaz récupérée de la turbine de compresseur pour l'entraînement de l'hélice à travers la RGB (réduction gearbox).

La turbine libre tourne à 33000 RMP qui représente 100% du régime.

La turbine libre est supportée par les roulements 3R et 4B.

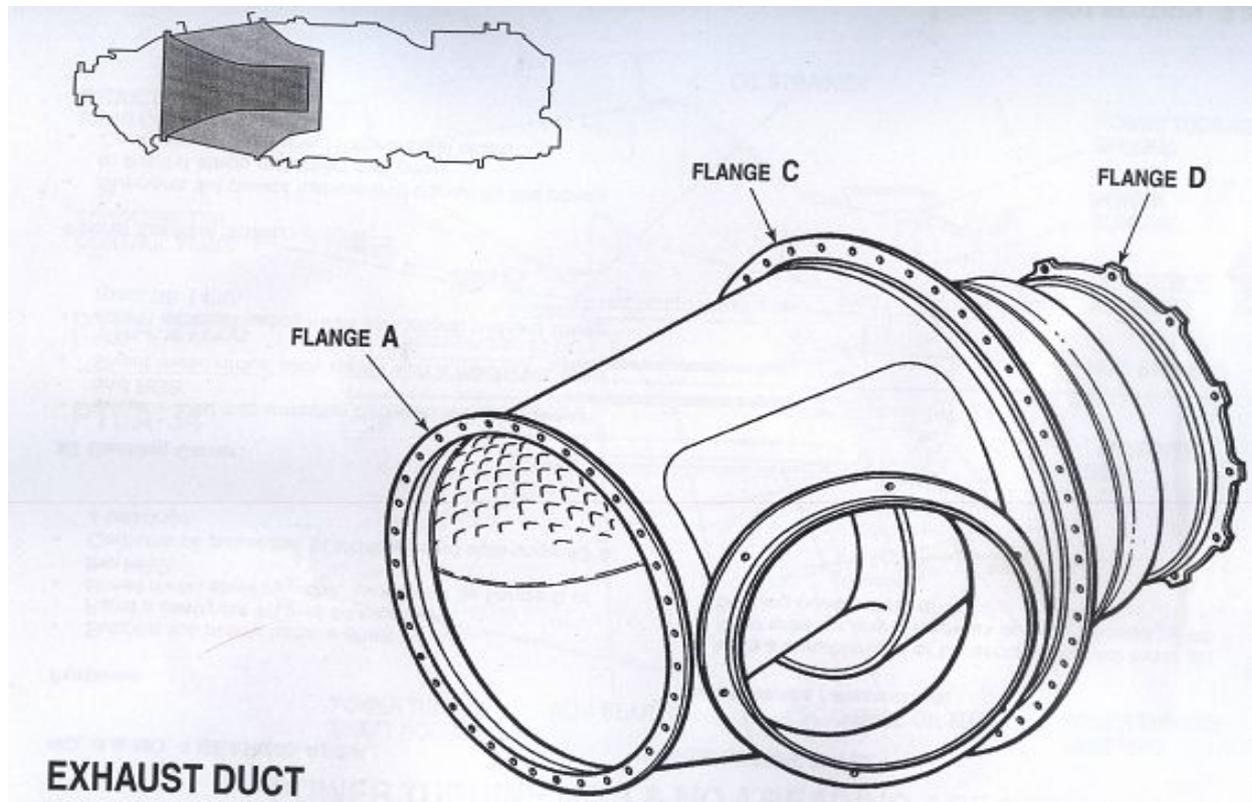


g(III-5):turbine libre

Fi

**III-3-5-Canal d'échappement :**

Le canal d'échappement est une plaque conique, tronquée avec deux orifices opposés.



Fig(III-6) : canal d'échappement

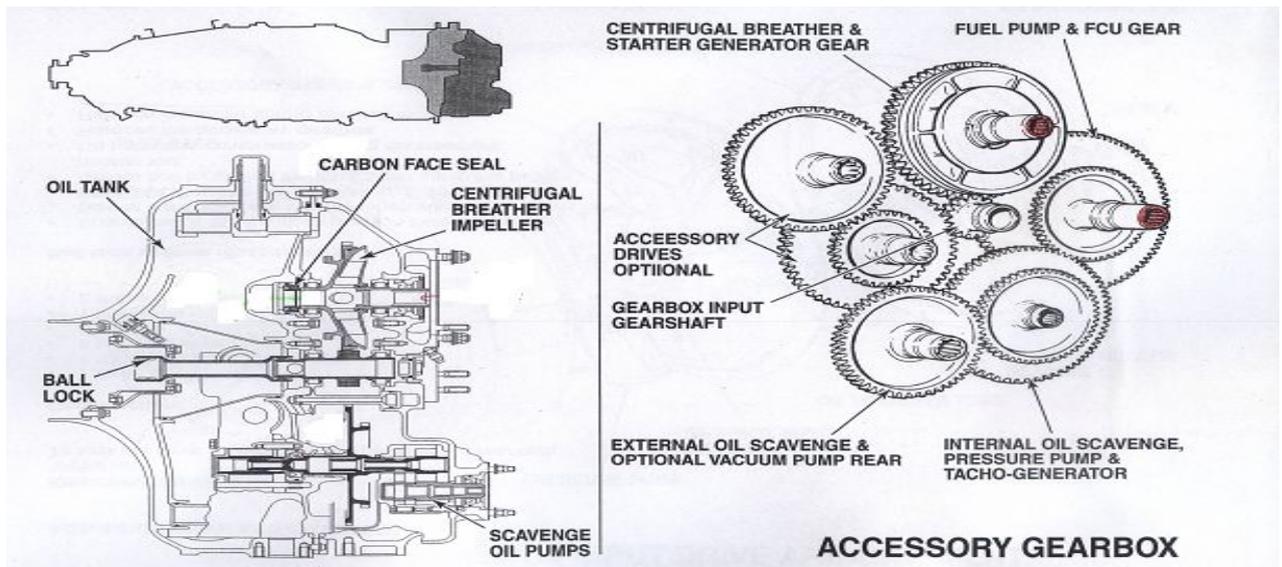
**II-3-6-Module gear box :**

Le rôle de La gear est d'entraîner l'attelage NG et les différents accessoires.

La gear box est un ensemble de roués dentées (pignons) , qui a pour rôle d'entraîner l'attelage Ng EST différent accessoires dont :

Les différents équipements qui sont entraîné par la boite d'accessoire sont :

- générateur
- pompe à carburant
- FCU (fuel contrôle unit).
- block des pompes à l'huile.



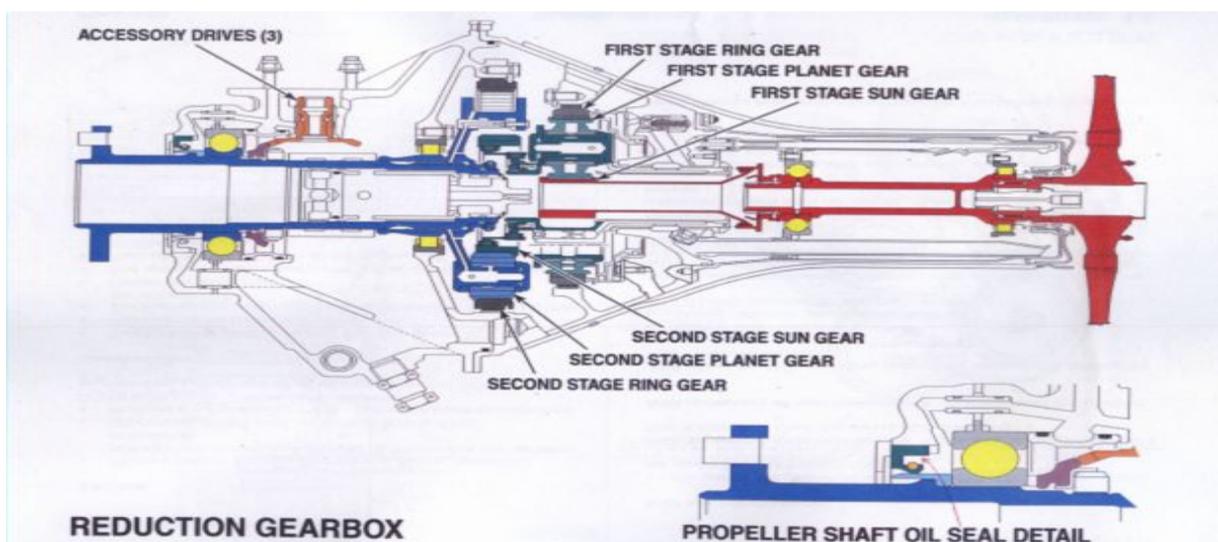
Fig( III-7) : accessory gearbox

### III-3-7-Module réduction gear box :

La réduction gear box a pour le but d'entraîner l'hélice et les accessoires, elle est liée avec la turbine libre par l'intermédiaire de l'arbre Nf et avec l'hélice par l'arbre Np, son rôle est de réduire la vitesse sortante de la turbine libre a une vitesse convenable pour l'hélice a l'aide d'un ensemble des roues dentée.

On trouve dans la RGB de PT6A-67 les éléments suivant :

- (01) cheap detector
- 2 étages de réduction
- un (01) couple-mètre.
- un arbre porte l'hélice.



Fig(III-8) : reduction gearbox

**III-4-Les stations aérodynamiques :**

Il y'a (08) stations aérodynamiques pour le moteur PT6A-67 et chacune de ces stations contient un capteur et une sonde pour déterminer la pression et la température de chaque station :

- station1 : air ambiant
- station 2 : entrée compresseur axial
- station 2.5 : sortie compresseur axial
- station 3 : sortie compresseur centrifuge.
- station 4 : entrée turbine de compresseur.
- station5 : sortie turbine de compresseur.
- station 6 : sortie turbine libre.
- station 7 : tuyère.

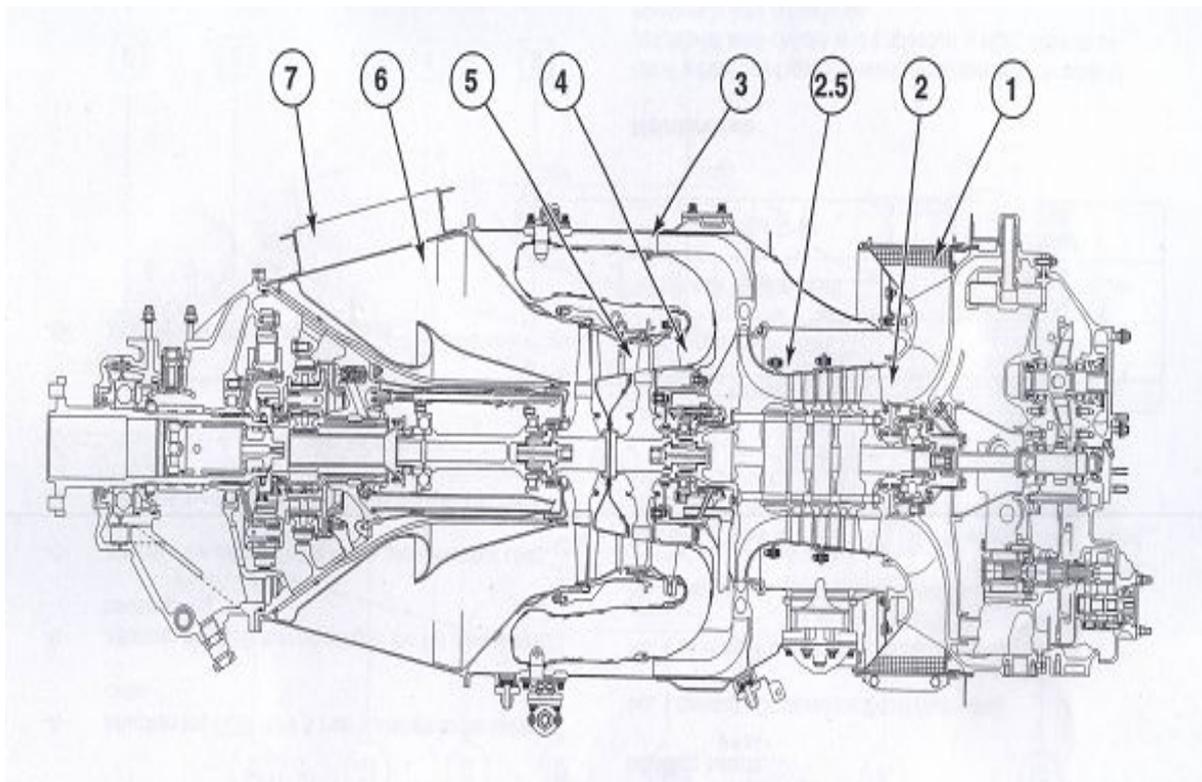
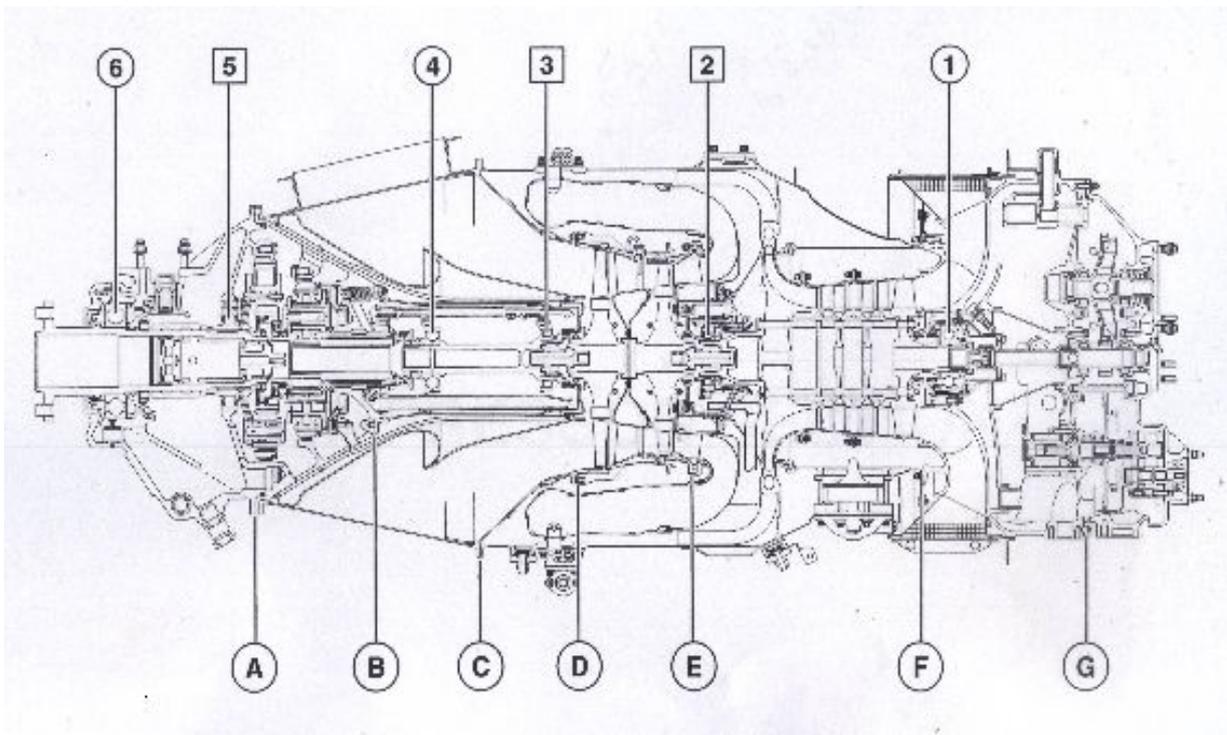


Fig.( III-9) : les stations aérodynamique

**III-5-Les roulements :**

Le moteur contient six roulements principaux, trois a bille et trois a rouleau installés sur le moteur :

L'arbre	SUPPORTE PAR :
L'arbre de compresseur Ng	No.1ball / No2 roller
L'arbre de turbine libre Np	No.3 roller / No.4ball
L'arbre de l'hélice Nf	No.5roller / No.6 ball

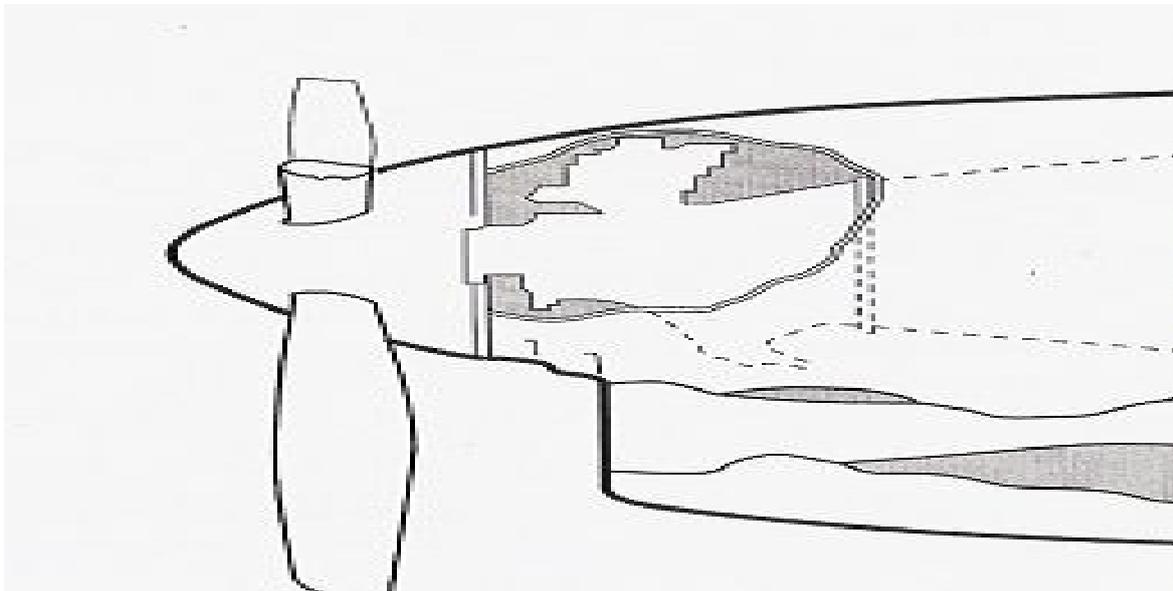


Fig( III-10): position des roulements

**III-6-Hélice :**

L'hélice est l'organe qui produit la puissance nécessaire pour faire avancer l'avion ,elle est fixée sur l'arbre porte-hélice. L'hélice comprend un moyeu qui supporte les pales.

Le mouvement des pales (pas) est contrôlé par un piston hydraulique monté sur le devant du moyeu, ce piston est relié par billette sur le bord de fuite de chaque pied de pale. Des contre poids sur chaque pale et des ressorts de mise en drapeau tendant à diriger le piston vers la position drapeau ou grand pas.



Fig(III-11):l'hélice

**III-7 : Le rôle de circuit carburant :**

Le de système carburant a pour rôle :

-d'alimenter les 14 injecteurs avec un débit et une pression bien déterminer.

-d'alimenter le circuit hydraulique.

-de refroidir l'huile du moteur

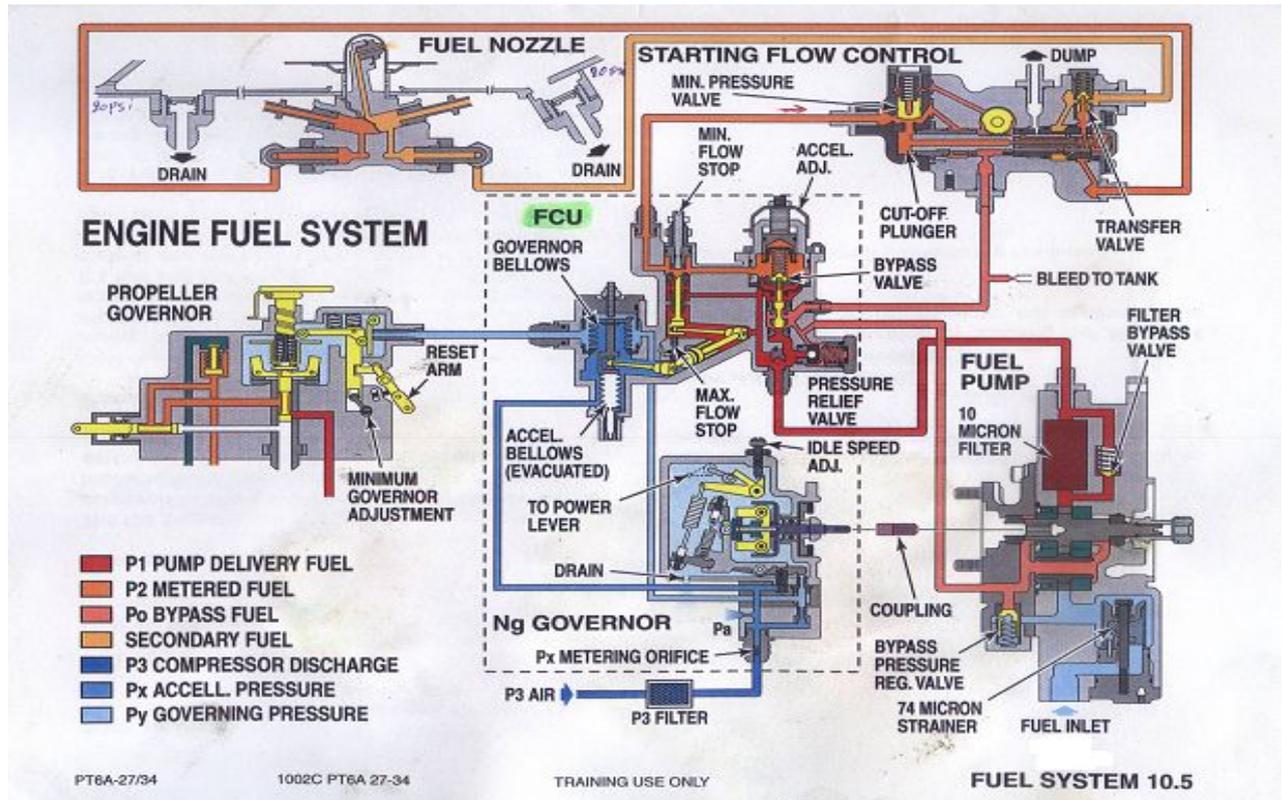


Fig.(III-12) : le système carburant

Il est constitué de trois parties essentielles qui sont :

- La distribution.
- Le contrôle.
- L'indication

**III-7-1 : la distribution :**

La distribution sert à acheminer le carburant vers la chambre de combustion sous les conditions adéquates, elle comprend les éléments suivants :

- pompe à carburant
- FCU (fuel control unit)
- diviseur de flux
- 14 injecteurs
- la valve de contrôle d'écoulement
- la valve de drainage

**III-7-2: block de pompe à carburant :**

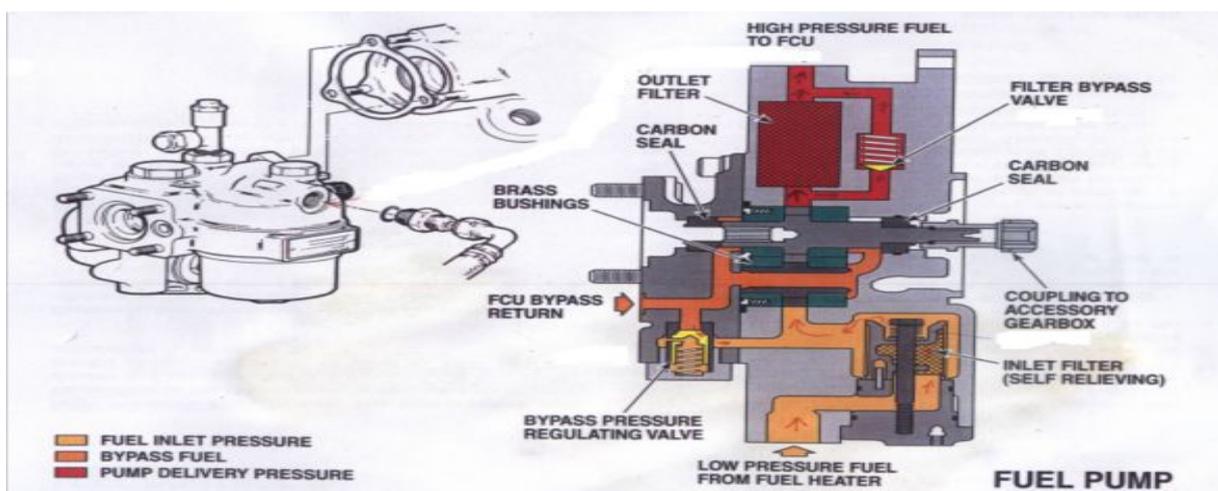
La pompe de carburant du moteur, est une pompe à engrenage de déplacement positif, montée à position (2h) sur la surface arrière de la boîte de transmission d'accessoire.

Le block de pompe comprend les éléments suivants :

Une pompe à engrenage.

- Un filtre d'entrée.
- Un filtre de sortie.
- (02) by-pass pour chaque filtre.

Le carburant venant de l'échangeur entre à la pompe à travers un filtre, les engrenages de la pompe augmentent la pression du carburant et délivrent cette pression vers le FCU à travers un autre filtre plus fin. À la sortie de la pompe, une by-pass permet le passage de carburant en cas de colmatage des filtres.



Fig(III-13) : block de pompe

**III-7-2-1 : Pompe a carburant :**

Son rôle est de fournir du carburant pressurisé vers FCU (fuel control unit) à tout les régimes moteur pour assurer un bon fonctionnement et le meilleur rendement, elle est composée d'une seule pompe.

- A 12% de régime Ng la pompe donne une pression de 75 psi et un débit de 140 PPH.
- A 101.6% de régime Ng la pompe donne une pression de 850 psi et un débit de 1180 PPH.

**III-7-2-2 : Le filtre :**

Deux filtres, qui sont placés l'un à l'entrée et l'autre à la sortie de la pompe, ils empêchent la contamination de la pompe et d'autres éléments, leurs caractéristiques sont les suivantes :

**-Filtre d'entrée :**

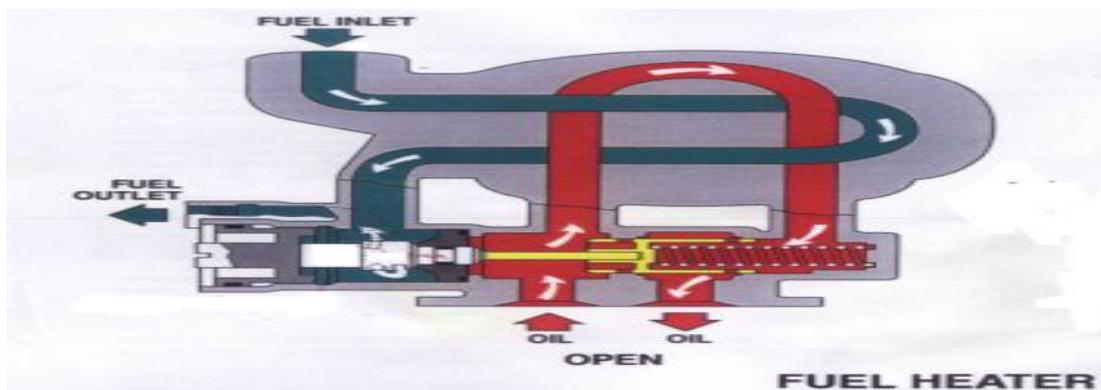
- 75micro
- nettoyable.
- by-pass s'ouvre à 1.5 PSI.

**-Filtre de sortie :**

- 10 micros
- non nettoyable
- by-pass s'ouvre à 20 PSI.

**III-7-3 : Echangeur de chaleur carburant/huile:**

L'échangeur de chaleur l'huile/carburant, monté au-dessus de la pompe de carburant à l'arrière de moteur, il a pour rôle de refroidir l'huile de graissage et de réchauffer le carburant avant pour le ramener à des conditions adéquates avant son acheminement à la chambre de combustion.



Fig(III-14) :l'échangeur de chaleur

**III-7-3-1 : Elément thermique**

Il est intégré dans l'échangeur de chaleur, joue le rôle d'une sonde thermique dans le circuit qui actionne une valve pour régler l'écoulement d'huile et assurer la température de carburant entre 21 à 32 °C.

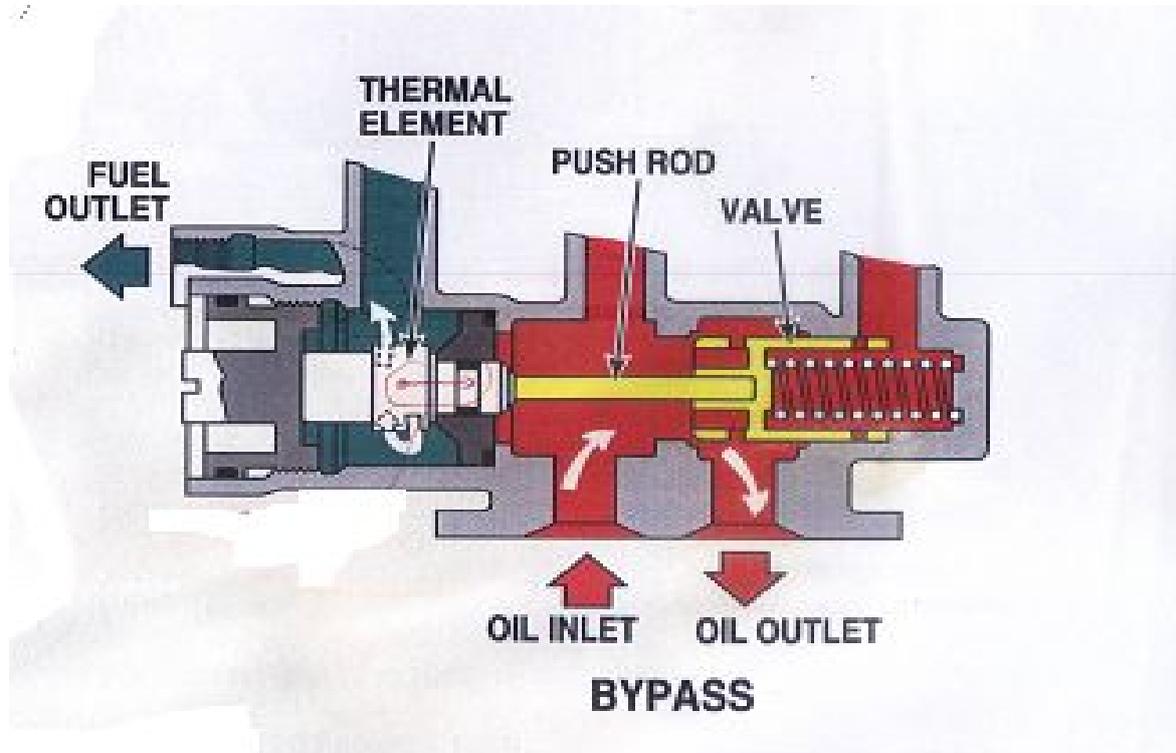
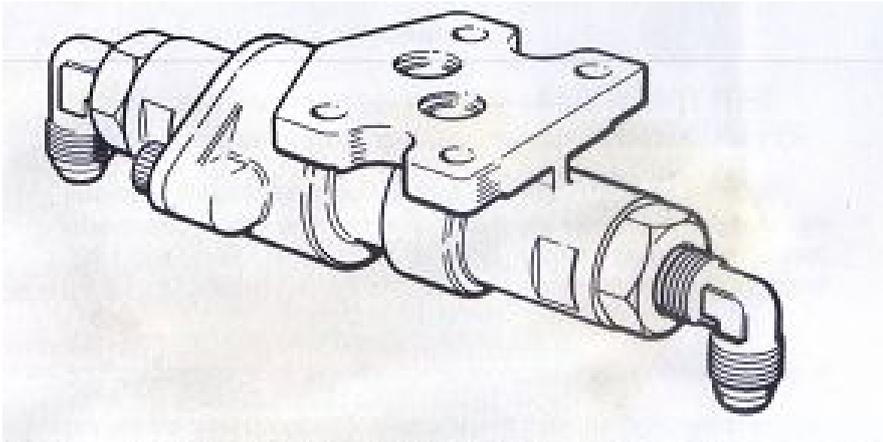


Fig.(III-15) : l'élément thermique

La position de la valve dépend de la température du carburant, quand celle-ci augmente à 32°C ou plus, l'élément thermique se dilate, ce qui va fermer la valve donc il n'y aura pas d'échange de chaleur entre l'huile et le carburant. Dans le cas contraire, la valve va vers une position ouverte ce qui permet un échange de chaleur et un bon fonctionnement de circuit.

**III-7-4 : Diviseur de débit :**

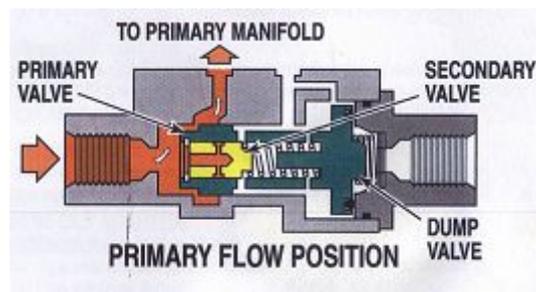
— Son rôle est de diviser le carburant entre les collecteurs de carburant primaire et secondaire au démarrage et vider le carburant des tubulures à l'arrêt du moteur. Il est actionné par la pression de carburant.



Fig(III-16) :le deviseur de débit

#### **III-7-4-1 : Le débit primaire :**

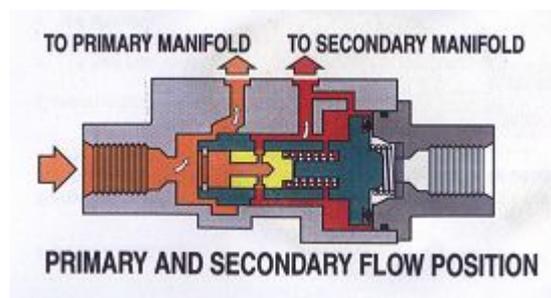
La valve de débit primaire s'ouvre a la pression de 9 a13 Psid, permettent au carburant de circuler dans les tubulures de débit primaire seulement.



Fig(III-17): le débit primer

#### **III-7-4-2 : Le débit secondaire :**

La valve de débit secondaire s'ouvre a la pression de 17 a 22 Psid, il permet au carburant de circuler dans les collecteurs secondaire.



(FigIII-18): le débit secondaire

**III-7-5 : Les collecteurs de carburant et les injecteurs :**

Son rôle est de fournir et de pulvériser le carburant dans la chambre de combustion.

- Les injecteurs utilisés dans la PT6A-67 sont de type simplex.
- 14 injecteurs ,10primaires ,4 secondaires.
- 28 collecteurs.
- 14 gaines.

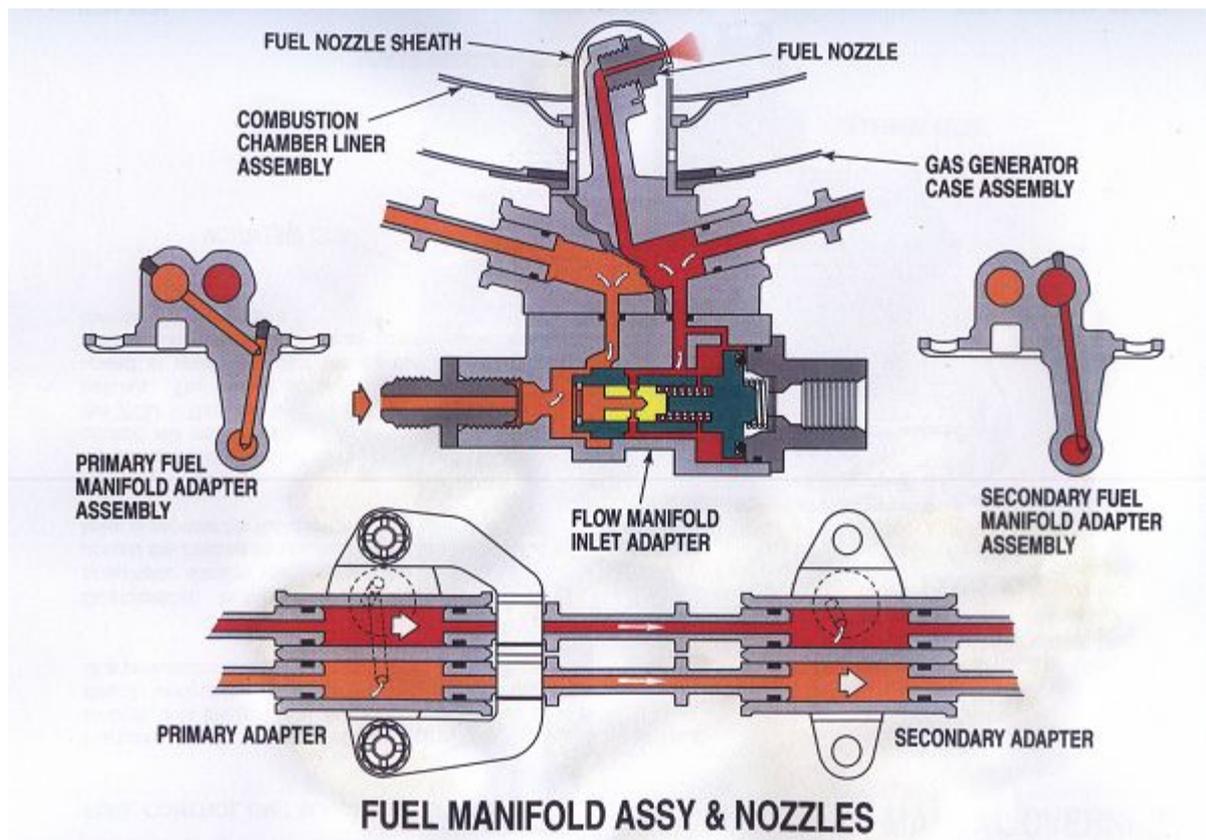


Fig. (III-19) : les collecteurs et les injecteurs

**III-8 : SYSTEME DE CONTROLE DE CARBURANT DE MOTEUR :****III-8-1: Fuel contrôle unit(FCU) :**

Son rôle est de fournir le carburant pressurisé pour tous les régimes de moteur et récupérer le carburant restant dans les collecteurs après l'arrêt de moteur, elle contient deux systèmes, l'un complète l'autre, un système hydraulique et un système pneumatique dans le but d'assurer un meilleur contrôle de moteur.

**III-8-1-1 : La partie hydraulique :**

La partie hydraulique est constituée d'éléments suivants :

**-Soupape de sécurité à haute pression:**

La soupape de sécurité à haute pression protège le système contre la surpression, elle décharge la pression de carburant excessive à l'orifice d'admission de la pompe, cette soupape de sécurité s'ouvre à 1000 psid (non réglable).

**-By-pass valve :**

La by-pass valve contrôle la différence de pression entre le débit de la pompe à carburant ( $P_1$ ) et le carburant contrôlé ( $P_2$ ) à travers les ports de la valve de contrôle et assure le retour de carburant excessif ( $P_0$ ) de nouveau à l'orifice d'admission de la pompe.

**-La valve de contrôle :**

La valve de contrôle commande l'écoulement de carburant pendant les différents régimes du moteur, la position de la valve est contrôlée par un soufflet pneumatique par l'intermédiaire d'un torque tube.

**III-8-1-2 : La partie pneumatique :**

Elle contrôle l'accélération et la décélération de l'arbre de compresseur ( $N_g$ ) et assure l'équilibre du moteur à tous les régimes.

Elle constitue les éléments suivants :

**-Le Gouverneur de ressort :**

Lance l'accélération, décélération et commande l'état d'équilibre de  $N_g$ , il se déplace à l'aide de la pression atmosphérique  $P_3$  modifiée, appelée  $P_x$  et  $P_y$ . Ces derniers dépendent du régime  $N_g$ , tel que lorsque  $N_g$  augmente,  $P_y$  augmente et vice versa.

**-Ressort d'accélération :**

Quand seulement la pression atmosphérique agit sur le ressort d'accélération, (moteur arrêté ou régime démarrage), le tube de couple charge la soupape de dosage dans la position minimale d'écoulement de carburant, la pression de PY et de PX sont produites et commandées par la section de gouverneur de NG du FCU.

**-Levier de gouverneur**

C'est un système de secours, si le gouverneur de ressort et le ressort d'accélération tombe en panne.

**-Gouverneur de NG:**

Il est entraîné par l'AGB par l'intermédiaire de la pompe à carburant, est contrôlé par le levier de puissance (PLA).

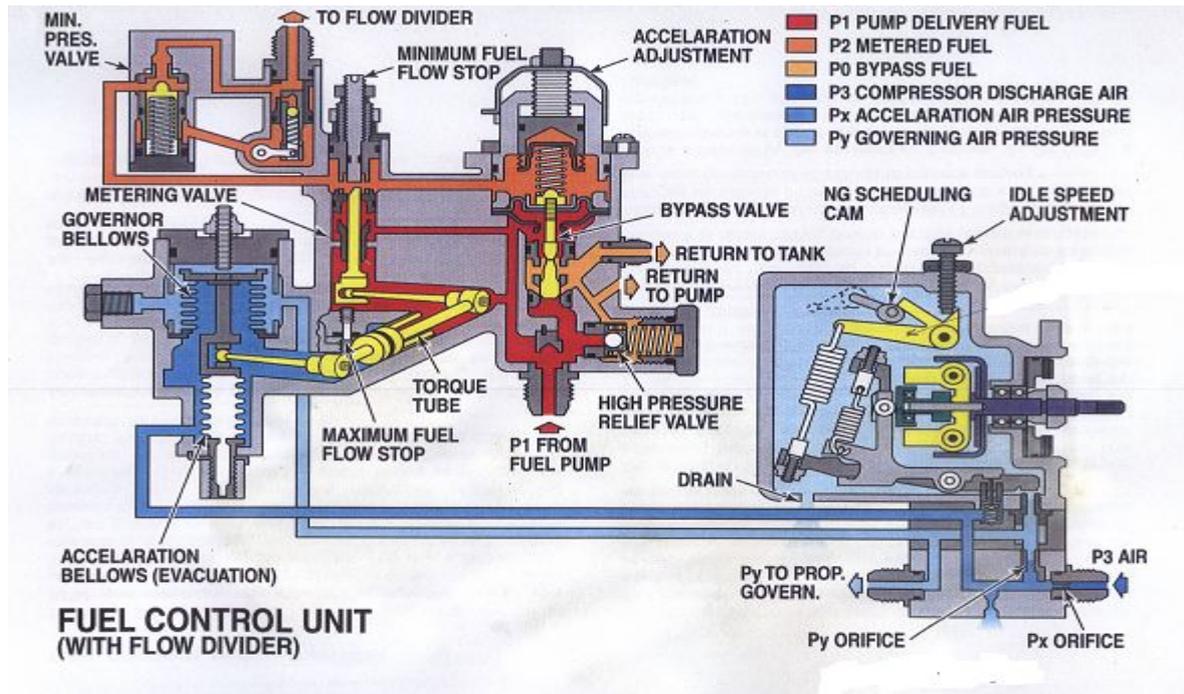
Le mouvement du levier de puissance (PLA) dans le régime ralenti au sol à la position de puissance plus élevée, augmente la tension du ressort et ferme la purge de gouverneur pour empêcher Py de décharger à l'atmosphère.

**-Accouplement d'interconnexions**

Est un accouplement en plastique reliant la pompe d'essence à la FCU, il entraîne le gouverneur de NG.

**-Tube de couple:**

Transmettre le mouvement du soufflet à la valve de contrôle pour contrôler l'écoulement de carburant.



Fi

g(III-20) : FCU l'unité de contrôle de carburant

### III-8-2 : Le Fonctionnement de FCU :

Le FCU reçoit de la pompe une pression carburant P1. le débit est assuré par un clapet de dosage et un clapet by-pass.

Au delà du clapet de dosage P1 devient P2. le clapet by-pass maintient une pression différentielle constante ( $P1 - P2$ ) qui est essentielle, l'excès de P1 retourne à la pompe. le carburant by-pass devient P0. Un by-pass valve (Spill valve) détourne une partie de carburant P2 vers le réservoir pendant le démarrage.

Pour assurer de bon démarrage (froid). au début de démarrage  $P_x$  n'exerce pas encore de pression sur la membrane et de carburant P2 est détourné en passant par la chambre centrale du by-pass valve. Dès que P3 augmente, et par conséquent  $P_x$ , le by-pass valve ferme.

Un clapet de surpression (High pressure relief valve) est incorporé en parallèle avec la CLAPET BY-PASS, pour éviter une P1 excessive dans le FCU. Un clapet de pressurisation minimale maintient une pression suffisante à l'intérieur du FCU pour que l'on ait toujours un bon dosage, Une Cut-off valve permet l'arrêt en interdisant, par positionnement du levier de carburant, le passage de carburant vers le moteur.

Un régulateur extérieur existe sur la VALVE BY-PASS pour synchroniser les accélérations entre les moteurs (avion multi-moteur). les variations de poids spécifique résultant des changements de température de carburant, sont compensées par les disques bi-métaux qu'ils sont le ressort de la valve by-pass.

# Chapitre IV

Comparaison entre les deux circuits carburant

**IV-1 : Description de circuit carburant :****IV-1-1 : Pour le moteur PW150-A :**

- une pompe basse pression centrifuge.
- une pompe haute pression à engrenage.
- un échangeur de chaleur.
- deux filtres basse pression (dans l'échangeur de chaleur).
- deux filtres haute pression (dans la FMU).
- un régulateur de carburant **FMU**.
- un Flowmeter.
- 12 injecteurs
- diviseur de débit carburant.

**IV-1-2 : Pour la PT6A-67 :**

- Une pompe haute pression à engrenage.
- un échangeur de chaleur.
- deux filtres, basse pression et haute pression.
- un régulateur de carburant **FCU**.
- 14 injecteurs.
- une valve de contrôle d'écoulement au démarrage.
- une valve de drainage.
- un Flowmeter.
- diviseur de débit.

**IV-2 : Groupe de pompe :**

La pompe à carburant pour les deux turbopropulseurs se compose d'une pompe centrifuge est une pompe à engrenage afin d'éviter le phénomène de cavitation.

La pompe se compose d'un filtre équipé d'un by-pass pour les deux circuits et d'un clapet de surpression qui a pour rôle d'éviter la détérioration de tous les composants en cas de surpression dans le moteur.

**IV-2-1 : Pour le moteur PW150-A :**

-une pompe basse pression centrifuges :

-pression normale : 58 à 130 PSI.

-pression maximale : 151 PSI.

-débit max de flux à 8220 RMP : 4975PPH.

-une pompe haute pression à engrenages :

-pression maximale : 1200 PSI.

-débit max de fuel à 8220 RMP : 5500 PPH.

**IV-2-2 : Pour le moteur PT6 :**

-une haute pression à engrenage :

-La pression à 12%de régime Ng : 75 PSIG.

-le débit de flux à 12% de régime Ng : 140 PPH.

-la pression à 101.6% de régime Ng : 850 PSIG.

-le débit de flux à 101.6 de régime Ng : 1180 PPH.

**IV-3 : L'échangeur de chaleur :****IV-3-1 : Pour le moteur PW150-A :**

- L'échangeur de chaleur est équipé de deux filtre, un(1) a la entré et l'autre a la sortie.
- un by-pass pour chaque filtre, s'ouvre a 28 PSI.
- une vanne de surpression, elle maintien la pression entre 18 et 21 PSID.
- un élément thermique, qui maintien la température de carburant entre 32.2°C et 48.8°C.

**IV-3-2 : Pour le moteur PT6 :**

- une valve de contrôle.
- un élément thermique, qui assure la température de carburant entre 21°C et 32°C.

**IV-4 : Les filtres :****IV-4-1 : Pour le moteur PW150-A :**

- Deux filtres basse pression (dans l'échangeur) :
  - le filtre d'entrée : 150 micron.
  - le filtre de sortie : 10 micron, non-nettoyable.
- les filtre basses pressions sont installées, un(1) à l'entré de l'échangeur et l'autre à la sortie.
- les deux filtres basse pression sont équipés d'un by-pass pour assurer la circulation continue de carburant, et s'ouvre à 28 PSI.
- deux filtres haute pression (dans la FMU) :
  - filtre brut : 0.012 pouces.
  - filtre fin :  
0.0013 pouces.
- les filtres haute pressions sont installés, un(1) après la pompe haute pression et l'autre après le premier filtre.

**IV-4-2 : Pour le moteur PT6 :**

- deux filtres haute pression (dans la pompe haute pression) :
  - le filtre d'entrée : 74 micron, nettoyable.
  - le filtre de sortie : 10 micron, non-nettoyable.
- les filtres sont équipés d'un by-pass :
  - le by-pass de filtre d'entrée s'ouvre à : 1.5 PSID.
  - le by-pass de filtre de sortie s'ouvre à : 20 PSID.

**IV-5 : Les injecteurs :****IV-5-1 : Pour le moteur PW150-A :**

- le nombre d'injecteurs : 12 injecteurs.
- type d'injecteurs : duplex.
- la pression de carburant de l'injecteur :
  - le débit primaire : 76 PSI.
  - le débit secondaire : 165 PSI.

**IV-5-2 : Pour le moteur PT6 :**

- le nombre d'injecteurs : 14 injecteurs.
- 10 injecteurs primaires de pression égale à : 9 à 13 PSI.
- 4 injecteurs secondaires de pression égale à : 17 à 22 PSI.
- le type d'injecteurs : simplex.

**IV-6 : Le régulateur de carburant :**

Dans les deux moteurs on a deux system qui sont différents :

**IV-6-1 : Pour le moteur PW150 (FMU) :**

On remarque que le système est électro-hydraulique, utilise des régulateurs, des capteurs, des indicateur et des vérins, pour assure le contrôle et la régulation optimale de système en combinaison avec le système FADEC.

Le FADEC envois un signal électrique vers la (FMU) pour commander la puissance de moteur, ce signal contrôle le débit carburant envoyée vers le moteur en fonction de levier(PLA), le couple et la vitesse mesuré.

**IV-6-2 : Pour le moteur PT6(FCU) :**

Le FCU règle le débit avec le levier de puissance sur la position **IDLE** (ralentie) ,et le levier de carburant sur **CUT-OFF**.

Le fonctionnement de **FCU** dépend de la position de la manette de puissance pendant toutes les régimes du moteur dans les phases suivants :

- démarrage
- poussée inversée
- régulation
- compensation altimétrique
- décélération
- accélération

Lorsque le cycle d'accélération ou décélération est réalisé, toute variation de vitesse motrice par rapport à la vitesse sélectionne, sera ressentie par les masselottes de la régulation, puisqu'il en résultera une augmentation ou une diminution de la force centrifuge.

**IV-7 : Les composants des régulateurs de carburant :****IV-7-1 : Pour le moteur PW150-A :**

- pompe haute pression
- deux filtres.
- un Servo-régulateur de pression.
- soupape de sécurité à haute pression.
- la soupape de contrôle de flux de récupération et régulation de pression.
- valve de dosage.
- la valve de dosage de torque moteur.
- la valve de drainage.
- le gouverneur de survitesse et le solénoïde d'arrêt.
- clapet anti retour.
- 

**IV-7-2 : Pour le moteur PT6 :**

- soupape de sécurité a haute pression.
- by-pass valve.
- la valve de contrôle.
- le gouverneur de ressort.
- le ressort d'accélération.
- de gouverneur.
- le gouverneur Ng.
- accouplement d'interconnexion.
- came d'établissement de programme de vitesse.
- levier de palpeur de came.
- la soupape de sécurité a haut pression.



**CONCLUSION**

# Conclusion

Ce travail nous a permis de constater que le circuit de carburant est parmi les circuits principaux de l'avion et les constructeurs lui réservent une grande importance sur tous les plans, de l'étude à la réalisation avec le suivi et la maintenance permanente.

L'étude que nous avons faite permis de comprendre :

- les différents organes (compresseur, chambre de combustion, turbine,.....etc.)Du deux turbopropulseur PW150-A et PT6A-67.
- des circuits des deux turbopropulseurs PW150-A et PT6A-67, ainsi que leur fonctionnement.
- les différents qui existent entre les deux turbopropulseurs.

Nous pouvons conclure que les différences sont des améliorations apportées sur le moteur PW150-A à savoir :

- le régulateur principal de carburant (FMU).
- l'indication
- système de contrôle FADEC.
- la maintenance du circuit carburant du PW150-A a été notamment améliorée par rapport à celle du PT6A- 67.
- système antibruit NVS.

Les améliorations du PW150-A permettent :

- l'augmentation de la durée de vie de turbopropulseur.
- maintenance plus rapide et efficace.

Delà, on peut conclure, que le PW150-A présente des améliorations et des performances très Avancées par rapport au PT6A-67.

Enfin, malgré le manque de documentation pour le moteur PW150-A , nous espérons que ce travail servira de base et de référence pour les étudiants du département d'aéronautique.



# **GLOSSAIRE**

# ANNEXE

## Anglais :

## Français :

### **A**

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| -Accessory gear box (AGB) :       | -La boite d'entraînement des accessoires             |
| -Accessory gear box housing :     | -logement de la boite d'entraînement des accessoires |
| -Accessory gear box drive section | -module d'entraînement des accessoires principaux    |
| -Accessory drive cover            | -carter des accessoires                              |
| -Acceleration adjustment          | -ajustement d'accélération                           |
| -Acceleration bellow              | -ressort d'accélération                              |
| -Air inlet section                | -module entrée d'air                                 |
| -ATVA                             | -atténuateurs de trépidation à vibration accordées   |

### **B**

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Bearings                           | -roulements  |
| -Bosst pump                        | -pompe à gavage                                      |
| -By-pass                           | -clapet de dérivation                                |
| -By-pass switch                    | -la valve de dérivation                              |
| -By-pass pressure regulating valve | -la valve de régulation de pression et de dérivation |

### **C**

- |  |  |
|--|--|
| -Centrifugal breather impeller         | -ventilateur centrifuge de reniflard               |
| -Check valve                           | -clapet anti-retour                                |
| -Closed                                | -fermée  |
| -Cover                                 | -enveloppe   |
| -Compressor shaft                      | -l'arbre de compresseur                            |
| -Compressor interstage air bleed(p2,5) | -la valve de décharge interstage compresseur(p2,5) |
| -Combustion chamber liner assembly     | -assemblage linier de la chambre de combustion     |
| -Cooling ring                          | -l'anneaux de refroidissement                      |
| -CW                                    | -clockwise   |

-CCW

-counter clockwise

## D

-Drain valve

-la valve de drainage

## E

-External scavenge pump

-la pompe de recuperation exterieur

-Engine

-moteur

## F

-FADEC :full authority digital electronic controller -systeme de regulation numerique a pleine autorite

-FCU fuel control unit

-unite de controle de carburant

-Filter by-pass valve

-le clapet de dérivation de filter

-Flanged roller bearing

-la collier de fixation de roulement a galet

-Flow divider

-diviseur de débit

-FMU fuel metering unit

-unite de regulation de carburant

-Fuel nozzle

-injecteur de carburant

-Fuel pump

-pompe de carburant

-Fuel nozzle mounting pad

-le siege de montage d'injecteur

-Fuel heater

-l'échangeur de chaleur

-Fuel tank

-reservoir de carburant

-FCU by-pass

- le clapet de derivation de l'FCU

-FOD Foreign Object Damage

-dommage due aun corps etranger

## G

-Generator

-generateur

-Gas generator case

-le carter de generateur de gaz

## H

-Hhigh pressure shaft

-arbre a haute pression

-High pressure relief valve

-soupape de decharge a haute pression

-HPC high pressure compressor

-compresseur a haute pression

-HPT high pressure turbine

-turbine a haute pression

-Hydraulicpump mounting pad

-siege de fixation de la pompe hydraulique

## I

-Igniter	-alummeur
-Igniter plug mounting pad	-siege de fixation d' alummeur
-Igniter cables	-les cables d'alummage
-Igniter plug sleeve	-manchon de l'alummeur
-Impending by-pass	-la vanne de surpression
-ITT Indicated Turbine Temperature	-indicateur de temperature de turbine
-Internal oil scavenge	-l'huile de recuperation interieur

## L

-LPC Low Pressure Compressor	-compresseur basse pression
-LPT Low Pressure Turbine	-turbine basse pression
-Lp turbine front cover	-enveloppe frontale de la turbine basse pression
-Low pressure shaft	-arbre basse pression
-LVDT Linear variable differential transformer	-transformateur de la position variable linéaire

## M

-Manifold	-les collecteurs
-Motive flow	-débit de retour
-Mounting valve	-siege de la valve
-MV Metering Valve	-la valve de regulation
-MPSOV Minimum Pressure and Shut Off Valve	-la valve de pression minimal et de coupe

## N

-Nh high pressure rotor speed	-l'arbre a haute pression
-NL low pressure rotor speed	-l'arbre basse pression
-Ng governor	-gouverneur de l'arbre Ng
-NVS noise and vibration suppression	-systeme anti-vibration et anti-bruit

## O

-Oil tank	-reservoir d'huile
-Oil transfer tube	-tube de transformation d'huile
-Opened	-ouvert

## P

-P2,2 interstage bleed valve (IBV)	-la vanne de décharge interetage
------------------------------------	----------------------------------

-P2,7 handling bleed valve (HBV)	-la vanne de décharge manuelle
-PCU propeller control unit	-l'unité de contrôle d'hélice
-PEC propeller electronic control	-le contrôle électronique d'hélice
-PLA power lever angle	-manette des gaz
-PMA permanent magnet alternator	-alternateur permanent d'aimant
-Power turbine shaft	-arbre de turbine libre
-Power turbine stator	-stator de turbine libre
-Power turbine disc balancing assemblies	-disc d'équilibrage et de fixation de turbine libre
-Primary adapter	-adaptateur primaire
-Propeller shaft	-l'arbre d'hélice
-Propeller governor	-gouverneur d'hélice
-Propeller control oil	-l'huile de contrôle d'hélice
-Propeller control unit adapter	-adaptateur d'unité de contrôle d'hélice
-Pump inlet low pressure switch	-la valve de basse pression d'entrée de pompe
-Pump delivery fuel	-la pompe de refoulement de carburant
-Pressure regulating/motive flow control valve	-la valve de régulation de pression et de débit de Retour

## R

-Rear housing	-logement arrière
-Regenerative pump	-la pompe centrifuge
-RGB Reduction Gear Box	-la boîte de réduction de mouvement
-RGB vent	-ventilation de RGB
-RPM	-tour par minute

## S

-Scavenge oil	-l'huile de récupération
-Scavenge oil pump	-la pompe de récupération d'huile
-Screen	-filtre
-Secondary adapter	-l'adaptateur secondaire
-Servo pressure regulator	-régulateur de servo pression
-Starter	-starter
-Starting flow control	-contrôle de débit de démarrage

-Supply pressure

-pression de refoulement

## **T**

-Tank

-reservoir

-Thermal element

-l'element thermique

-Transfer valve

-la valve de transfere

-Turbine section

-module turbine

-Turbine support case

-support de carter turbine

## **V**

-Vane pump

-la vanne de la pompe

-Vapor venting check valve

-la valve de ventilation et dégazage et de anti-retoure



# **BIBLIOGRAPHIE**

## **Bibliographie :**

[1] Customer training manual of engine PW-150A.

[2] Training manual of engine PT6A-67.

[3] Dictionnaire technique de l'aéronautique.

[4] Sites Internet :

- [www.pwc.com](http://www.pwc.com)

- moteur de recherche google :

  - moteur pw150A

  - air lines tassili

  - bombardier