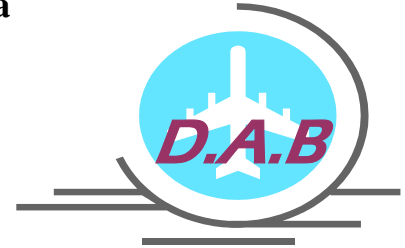




REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université SAAD Dahleb de Blida



Département d'aéronautique

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'études
universitaires appliquées.

THEME :

**ETUDE ET MAINTENANCE DU CIRCUIT CARBURANT
DU MOTEUR CF6-80E1**



Encadré par:

Mr: SALAH-ROUANA Riad.

Réalisé par:

BENKHEMILLAH Mehdi.
LEKCIR Billal.

Promoteur:

Mr: KBAB Hakim.

PROMOTION

**DAB
2007**

Résumé

L'objectif de notre sujet est d'étudier le circuit carburant du moteur CF6-80E1 de l'avion A330, et ses différents éléments.

De même, d'utiliser les techniques de maintenance embarquées et manuelles à fin de prévoir et réparer tout défaut du pour assurer la sécurité.

Summary

The objective of our subject is to study the fuel system and the FCMS controls of the aircraft A330.

Either, to use the techniques of maintenance embarked and manual one in order to envisage and repair any FCMS's faults to provide security.

إن هدف موضوعنا يتجسد في دراسة العمل (الوظيفة) A330 على عملية المراقبة والتقنيات الصيانة الآلية واليدوية والتحكم في هذا الأخير عبر نظام FCMS كما نتطرق إلى كيفية من أجل تحديد وتصليح أي عطل يلحق بهذا النظام لضمان الحماية.

Sommaire

Remerciement.	
Dédicace.	
La liste des abréviations.	
Les unités utilisées en aéronautique.	
Les valeurs des unités.....	I
Introduction.....	01

Chapitre : I- Description du moteur CF6-80E1

I-Description du moteur CF6-80 E1.....	02
I-1-caractéristiques du moteur	02
I-2-les différents modules du moteur CF6-80 E1.....	03
I-2-1-module FAN.....	04
I-2-2-module core.....	06
I-2-2-a-le compresseur haute pression.....	07
I-2-2-b-la chambre de combustion.....	08
I-2-3-module turbine haute pression.....	09
I-2-4-module turbine basse pression.....	10
I-2-5-module gear box.....	11
I-3-les stations aérodynamiques.....	12

Chapitre : II Description des systèmes du moteur CF6-80E1

I-1-circuit d'air.....	13
II-1-1-système de contrôle jeu turbine.....	13
II-1-1-1-contrôle du jeu turbine base pression (LPTACC).....	14
II-1-1-2- contrôle du jeu turbine haute pression (HPTACC).....	15
II-1-2-système de refroidissement du 1 ^{er} étage turbine basse pression.....	15
II-1-3-la valve de refroidissement de compartiment core.....	15
II-1-4-la valve BCV.....	16
II-1-5-le système de refroidissement de l'IDG.....	16
II-1-6-le système de contrôle anti-pompage.....	17
II-1-6-1-les stators à calage variable(VSV).....	18
II-1-6-2-les vannes de décharge(VBV).....	19
II-1-7.l'indication du système d'air.....	20
I-2-le système d'huile.....	21
II-2-1-Description du système d'huile	21
II-2-2-role du système d'huile.....	21
II-2-3-les différents éléments du système d'huile.....	21
II-2-3-1-réservoir d'huile.....	22
II-2-3-2-scavenge pump (pompes de refoulement et de récupération)	23
II-2-3-3-l'échangeur de chaleur.....	23
II-2-3-4-le réchauffeur sevo-fuel.....	23

II-2-3-5-déecteur principal des débris.....	23
II-2-3-6-le filtre de récupération	23
II-2-4-le fonctionnement du système d'huile.....	24
II-2-5-l'indication du système d'huile.....	24
II-3-le système de démarrage.....	25
II-3-1-description du système de démarrage	25
II-3-2-description des différents éléments constituant le système.....	25
II-3-2-1-la valve de démarrage (starter air valve).....	25
II-3-2-2-le démarreur (starter).....	26
II-3-3-le fonctionnement du système de démarrage.....	26
II-4-le système d'allumage.....	27
II-4-1-description des différents éléments du système d'allumage	27
II-4-1-1-boite d'allumage.....	27
II-4-1-2-les allumeurs	27
II-4-1-3-les faisceaux d'allumage.....	28
II-4-2-le fonctionnement du système d'allumage	28
II-5-système d'indication.....	30
II-5-1-le capteur de nombre de vitesse N1.....	30
II-5-2-le capteur de nombre de vitesse N2.....	30
II-5-3-la sonde de l'EGT.....	30
II-5-4-l'indication de vibration du N1 et N2.....	31

Chapitre : III-Etude du système carburant du moteur CF6-80E1.

III-1-présentation du système	32
III-2-la distribution	33
III-2-la pompe carburant.....	35
III-2-1-a-le filtre inter étage.....	35
III-2-1-b-calapet de surpression	35
III-2-2-l'échangeur de chaleur carburant/huile	36
III-2-3-le filtre carburant.....	37
III-2-4-le switch de surpression	38
III-2-5-le réchauffeur servofuel.....	38
III-2-6-transmetteur de débit carburant(débitmètre).....	39
III-2-7-l'échangeur huile/carburant de l'alternateur IDG	39
III-2-8-la rampe carburant.....	40
III-2-9-les injecteurs.....	41
III-2-10-la valve de drainage	42
III-2-11-le fonctionnement de la distribution	42
III-3-la régulation	44
III-3-1-système FADEC.....	44
III-3-2-les différents éléments du système FADEC.....	45
III-3-2-1-l'unité de contrôle électronique (ECU).....	45
III-3-2-2-l'HMU(hydomécanical unit).....	46
III-3-2-2-a-fonctionnement de l'HMU.....	47

III-4-les sondes et les capteurs	49
III-5-la PMA.....	50

Chapitre : IV -Maintenance du système carburant du moteur CF6-80E1

IV-1-présentation de l'atelier QEC ou nous avons fait notre stage.....	51
IV-2-définition de la maintenance	54
IV-3-les objectifs de la maintenance	54
IV-3-1-la sécurité.....	54
IV-3-2-la disponibilité	54
IV-3-3-Le coût.....	54
IV-4-varieté de maintenance	54
IV-4-1-entretint effectué au sein de la compagnie à partie entière.....	54
IV-4-2-entretient effectué au sein de la compagnie partiellement	54
IV-4-3-entretient sous traité à partie entière.....	55
IV-5-la maintenance programmée.....	55
IV-6-la maintenance non programmée.....	55
IV-6-1-mode d'entretient	55
IV-6-1-1-à vie limite"Hard Time".....	55
IV-6-1-2-entretient avec surveillance du comportement en servic"Condition Monitoring""CM"	55
IV-6-1-3-entretient selon vérification de l'état "On Condition""OC"	55
IV-7-la stratégie de maintenance du CF6-80E1.....	55
IV-7-1-entretient en ligne.....	55
IV-7-1-a-inspection de routine.....	56
IV-7-1-b-vérification pour fonctionnement	56
IV-7-1-c- vérification pour état.....	56
IV-7-1-d-inspection boroscopique.....	56
IV-7-1-e-PV2.....	56
IV-7-2-entretient en atelier.....	56
IV-8-le manuel de maintenance avion (AMM).....	56
IV-9-maintenance du système carburant.....	57
IV-9-1-le filtre carburant.....	57
IV-9-1-a-dépose des éléments du filtre	57
IV-9-1-b-l'instalation des éléments du filtre	57
IV-9-2-l'unité hydromécanique (HMU).....	59
IV-9-2-a-dépose de l'HMU.....	59
IV-9-2-b-l'instalation de l'HMU.....	59
IV-9-3-le réchauffeur huile/carburant.....	61
IV-9-3-a-dépose de l'échangeur de chaleur huile/carburant.....	61
IV-9-3-b-l'inspection et installation.....	61
IV-10-la doc.....	62
IV-11-definition des SB.....	62
IV-12-exemple des SB du circuit carburant concernant le CF6-80E1.....	62

Chapitre : V -Recherche de pannes du système carburant du moteur CF6-80E1

V-1-Introduction.....	63
V-2-le manuel de recherche de pannes (TSM).....	63
V-3-procédure de recherche de pannes	63
V-3-1-pannes observées.....	63
V-3-2-pannes enregistrées.....	63
V-4-methodologie de recherche de pannes du système carburant	64
V-4-1-colmatage du filtre carburant du moteur 1 ou 2.....	64
V-4-1-a-les causes possibles.....	64
V-4-1-b-confirmation de la panne	65
V-4-1-c-l'isolation de la panne.....	65
V-4-2-perte de signal du débitmètre du moteur 2.....	67
V-4-2-a- causes possibles.....	67
V-4-2-b- confirmation de la panne.....	67
V-4-2-c- isolation de la panne.....	67
V-5-exemple d'une panne sur le moteur, ou les éléments du système carburant peuvent influer sur la panne.....	69
Conclusion.....	71

Bibliographie.

La liste des figures

Chapitre I

Figure I	: Le CF6-80E1.....	02
Figure (I-2)	: Les différents modules du moteur.....	03
Figure (I-2-1)	: Module FAN.....	04
Figure (I-2-1-a)	: Fan rotor.....	05
Figure (I-2-1-b)	: Fan stator.....	05
Figure (I-2-1-c)	: Fan frame.....	05
Figure (I-2-2)	: Module core.....	06
Figure (I-2-2-a)	: Compresseur haute pression.....	07
Figure (I-2-2-b)	: Chambre de combustion.....	08
Figure (I-2-3)	: Module turbine haute pression.....	09
Figure (I-2-4)	: Module turbine basse pression.....	10
Figure (I-2-5-a)	: L'AGB.....	11
Figure (I-2-5-b)	: La TGB.....	11
Figure (I-3)	: Les stations aérodynamiques.....	12

Chapitre II

Figure (II-1-1)	: Système de contrôle jeu turbine.....	13
Figure (II-1-1-1)	: La LPTACC valve.....	14
Figure (II-1-3)	: La CCCV valve.....	15
Figure (II-1-4)	: La BCV valve.....	16
Figure (II-1-5)	: Le système de refroidissement de l'IDG.....	17
Figure (II-1-6)	: Les vérins du système de contrôle anti-pompage	17
Figure (II-1-6-1)	: Le vérin VSV.....	18
Figure (II-1-6-2)	: Les vannes de décharge (VBV).....	20
Figure (II-2-3)	: Les différents éléments du système d'huile.....	22
Figure (II-2-3-1)	: Réservoir d'huile	22
Figure (II-2-3-4)	: Le servo-fuel.....	23
Figure (II-2-3-6)	: Le filtre de récupération	23
Figure (II-2-4)	: Le fonctionnement du circuit d'huile.....	24
Figure (II-3-1)	: Les éléments du système de démarrage.....	25
Figure (II-3-2-1)	: La valve de démarrage.....	26
Figure (II-3-2-2)	: Le démarreur.....	26
Figure (II-3-3)	: Le fonctionnement du système de démarrage.....	27
Figure (II-4-1-1)	: Boite d'allumage.....	27
Figure (II-4-1-2)	: Les allumeurs.....	28
Figure (II-5-2)	: Le fonctionnement du système d'allumage.....	29

Chapitre III

Figure (III-1)	: Présentation du système.....	32
Figure (III-2)	: Les éléments de la distribution.....	33
Figure (III-2-1)	: Pompe à carburant.....	34
Figure (III-2-2)	: L'échangeur de chaleur.....	35
Figure (III-2-3)	: Le filtre carburant.....	36
Figure (III-2-5)	: Le réchauffeur servo-fuel.....	37
Figure (III-2-6)	: Le débitmètre.....	37
Figure (III-2-7)	: L'échangeur huile/carburant de l'IDG.....	38
Figure (III-2-8)	: La rampe carburant.....	39
Figure (III-2-9)	: Les injecteurs.....	39
Figure (III-2-11)	: Le fonctionnement de la distribution.....	41
Figure (III-3-1)	: Système FADEC.....	43
Figure (III-3-2-1)	: L'ECU.....	44
Figure (III-3-2-2)	: Le HMU.....	45
Figure (III-3-2-2-a)	: Le fonctionnement du HMU.....	45
Figure (III-5)	: La PMA.....	48

Chapitre IV

Figure (IV-1)	: L'atelier QEC.....	49
Figure (IV-1-b)	: Travaux effectués à l'atelier	50
Figure (IV-1-c)	: Les deux chantiers du CF6-80E1 au QEC.....	51

Chapitre V

Figure (V-3-2)	: Le MCDU.....	62
----------------	----------------	----

La liste des abréviations

A

@	At
A/C	Aircraft
A/THR	Auto Thrust
AC	Alternating Current
ACC	Active Clearance Control
Act	Actuator
ACT	Actual
ADC	Air Data Computer
AFS	Automatic Flight System
AGB	Accessory Gearbox
AIDS	Aircraft Integrated Data System
ALF	Aft Looking Forward
AMM	Aircraft Maintenance Manual
APU	Auxiliary Power Unit
ARINC	Aeronautical Radio, Inc.
ARP	Aerospace Recommend Practice
AT	Auto Throttle
ATA	Air Transport Association
ATS	Auto Throttle System
AVM	Aircraft Vibration Monitoring
AWG	American Wire Gauge

B

BAR	Millibar
BCV	Bore Cooling Valve
BITE	Built In Test Equipment
BPR	Bypass Ratio
BSI	Borescope Inspection
BTU	British Thermal Unit

C

C	Celsius/Centigrade (°Degrees)
CAUT	Caution
CBP	Compressor Bleed Pressure
cc	Cubic Centimeter
CC	Core Compartment
CCC	Core Compartment Cooling
CCDL	Cross Channel Data Link
CCW	Counter Clockwise
CDP	Compressor Discharge Pressure
CDU	Center Drive Unit
CG	Center of Gravity
CH	Channel
CH A	Channel A
CH B	Channel B
CIP	Compressor Inlet Pressure
CIT	Compressor Inlet Temperature
CLB	Climb
CLD	Control Law Demand
Cm	Centimeter
CMC	Central Maintenance Computer
CMD	Command
CON	Continuous

CPU Central Processing Unit
CRC Continuous Repetitive Chime
CRF Compressor Rear Frame
CRT Cathode Ray Tube
CRZ Cruise
CSD Constant Speed Drive
CTAI Cowl Thermal Anti-ice
CTEC Customer Technical Education Center
CTL Control
CVT Center Vent Tube
CW Clockwise

D

DAC Digital To Analog Converter
DC Direct Current
DCL Derated Climb
DEG Degree
DELTAP Differential Pressure
DMC Display Management Computer
DMD Demand
DPV Directional Pilot Valve
DSPL Display
DTO Derated Take Off
DU Display Unit (part of ECAM)

E

EBU Engine Buildup
ECAM Electronic Centralized Aircraft Monitoring
ECM Engine Conditioning Monitoring
ECS Environmental Control System
ECU Electronic Control Unit
ECUA ECU Channel A
ECUB ECU Channel B
EEC Electronic Engine Control
EGT Exhaust Gas Temperature
EHSV Electro-Hydraulic Servo Valve
EIU Engine Interface Unit
EIVMU Engine Interface and Vibration Monitoring Unit
EMF Electro Magnetic Force
EMI Electro Magnetic Interference
ENGRTG Engine Rating
EPA Environmental Protection Agency
EPR Engine Pressure Ratio
EPROM Electrical Programmable ROM
ESN Engine Serial Number
ESS Essential
EST Estimated
EWD Engine And Warning Display Unit

F

F Fahrenheit (°Degrees)
F/O Fuel/Oil
F/R Fan Reverser
FAA Federal Aviation Agency
FADEC Full Authority Digital Engine Control
FAR Federal Aviation Regulation
FB Feedback
FCU Flight Control Unit

FF Fan Frame
 FIN Functional Item Number
 FLA Forward Looking Aft
 FLTPH Flight Phase
 FLT Flight
 FLX Flex
 FMC Flight Management Computer
 FMGEC Flight Management Guidance & Envelope Computer
 FMGES Flight Management Guidance & Envelope System
 FMS FADEC Monitoring System
 FMV Fuel Metering Valve
 FN Engine Thrust
 FOB Fuel On Board
 FOD Foreign Object Damage
 FPI Fluorescent Penetrant Inspection
 FRT Flat Rated Temperature
 FTO Flex Take Off
 FWC Flight Warning Computer
 FWD Forward

G

GCU Generator Control Unit
 GEAE GE Aircraft Engines
 GMT Greenwich Meridian Time
 GND Ground
 GPH Gallons Per Hour
 GPM Gallons Per Minute
 GSE Ground Support Equipment

H

HMU Hydromechanical Unit
 HP High Pressure
 HPC High Pressure Compressor
 HPCR High Pressure Compressor Rotor
 HPCS High Pressure Compressor Stator
 HPOFF High Pressure Fuel Shutoff Command
 HPR High Pressure Recoup
 HPSOV High Pressure Shutoff Valve (fuel)
 HPT High Pressure Turbine
 HPTACC High Pressure Turbine Active Clearance Control
 HPTC High Pressure Turbine Clearance
 HPTCDMD HPT Control Demand
 HPTN High Pressure Turbine Nozzle
 HPTR High Pressure Turbine Rotor
 HX Heat Exchanger
 HYD Hydraulic
 HZ Hertz

I

I/O Input/Output
 ID Identification Plug
 I.D. Inside Diameter
 IDG Integrated Drive Generator
 IDL Idle
 IGB Inlet Gearbox
 IGN Ignition
 IGV Inlet Guide Vane
 In Inch

INHIB Inhibition, Inhibit, Inhibited
INOP Inoperative
IPB Illustrated Parts Breakdown
IPC Illustrated Parts Catalog
IPS Inches Per Second

J

-

K

K Kelvin (Degrees)
Kg Kilograms
KIAS Indicated Air Speed in Knots
Kmh Kilometers Per Hour
KPH Kilograms Per Hour
Kts Knots
KV Kilovolts

L

L Liter
L&S Lube and Scavenge
Lg Length
L/H Left Hand
LB Pound, Weight
LBS Pounds, Weight
LE Leading Edge
LP Low Pressure
LPC Low Pressure Compressor
LPCR Low Pressure Compressor Rotor
LPCS Low Pressure Compressor Stator
LPR Low Pressure Recoup
LPT Low Pressure Turbine
LPTACC Low Pressure Turbine Active Clearance Control
LPTC Low Pressure Turbine Clearance
LPTCDMD LPT Control Demand
LPTCSEL Selected LPT Command
LPTN Low Pressure Turbine Nozzle
LPTR Low Pressure Turbine Rotor
LPTS Low Pressure Turbine Stator
LRU Line Replaceable Unit
LSK Line Select Key
LVDT Linear Variable Differential Transducer

M

M Meter
MA Milliamperes (Current)
MACH Speed Of Sound
MAST Vertical Drain Structure
MAX Maximum
MCD Magnetic Chip Detector
MCDU Multipurpose Control Display Unit
MCL Maximum Climb
MCR Maximum Cruise
MCT Maximum Continuous
MFP Main Fuel Pump
MID Middle
MLOFF Master Lever Off

MLONSEL Master Lever On Selected
mm Millimeters
MMEL Master Minimum Equipment List
Mn Mach Number
Mo Calculated Mach Number
MPA Maximum Power Assurance
MREV Maximum Reverse
MSG Message
MTO/GA Maximum Take-Off/Go-Around
mV Millivolts

N

N/A Not Applicable
N1 Low Pressure Rotor Speed
N1CMD Fan Speed Command
N1IDL N1 Idle
N1k Corrected Fan Speed
N1LIM N1 Limit
N1MAX Maximum Corrected Fan Speed
N1PEAK N1 Peak
N1REF N1 Reference
N1TARGET N1 Target
N2 High Pressure Rotor Speed
N2k Corrected Core Speed
N2ACTSEL Selected N2 Actual
N2CMD Core Speed Command
N2PEAK N2 Peak
NAC Nacelle
No. Number
NVM Non Volatile Memory

O

OAT Outside Air Temperature
O.D. Outside Diameter
OGV Outlet Guide Vane
OMS Onboard Maintenance System
OPR Overall Pressure Ratio
OSG Overspeed Governor
OVBD Overboard

P

P/B Push Button
P/N Part Number
PO Ambient Pressure Outside
P2.5 HPC Inlet Total Air Pressure
P4.9 LPT Inlet Total Air Pressure
P4.95 Pressure at Station 4.95 (EGT)
Pb Burner Pressure
PB Bypass Pressure
Pc Regulated Servo Pressure
Pcr Case Regulated Pressure
PDL Portable Data Loader
PH Phase
PLA Power Lever Angle
PMA Permanent Magnet Alternator
PPH Pounds Per Hour
PROM Programmable Read Only Memory
PRSOV Pressure Regulator and Shutoff Valve

Ps Pressure Static
Ps12 Fan Inlet Static Air Pressure
Ps14 Fan Outlet Static Air Pressure
Ps3 HPC Discharge Pressure
Psf Filtered Servo Supply Pressure
PSI Pounds Per Square Inch
PSIA Pounds Per Square Inch Absolute
PSID Pounds Per Square Inch Differential
PSIG Pounds Per Square Inch, Gage
PSOV Pressure Shutoff Valve
Pt Total Pressure
PT2 Fan Inlet Total Air Pressure
PTADC ADIRU Total Pressure

Q

QAD Quick Attach – Detach
QDM Quantitative Debris Monitor
QTS Quarts
QTY Quantity

R

R Rankine
RADC Right Air Data Computer
RAM Random Access Memory; Temporary Storage
RCC Remote Charge Convertor
RDS Radial Drive Shaft
REG Regulator
RES Resistance
RFI Radio Frequency Interference
RLY Relay
ROM Read Only Memory; Permanent Memory
RPM Revolutions Per Minute
RTD Resistance Temperature Detector
RTN Return
RTV Room Temperature Vulcanizing
RVDT Rotary Variable Differential Transducer

S

S/B Service Bulletin
SAT Static Air Temperature
SAV Starter Air Valve
SC Single Chime
SD System Display
SDI Source Destination Identifier
SEL Select
SFC Specific Fuel Consumption
SG Specific Gravity
SLS Sea Level Standard
SM Status Matrix
SN Serial Number
SOV Shutoff Valve
SPD Speed
STA Station
STD Standard
SW Switch
SYS System

T

T/C	Thermocouple
T12	Fan Inlet Air Temperature
T2.5	HPC Inlet Air Temperature
T3	HPC Discharge Air Temperature
T4.9	Temperature At Station 4.95 (EGT)
T4.9L	Lower Harness T4.95 Signal
T4.9U	Upper Harness T4.95 Signal
T5	LPT Discharge Total Air Temperature
TAI	Thermal Anti-ice
TAMB	Calculated Ambient Temperature
TAT	Total Air Temperature
TATADC	ADIRU Total Air Temperature
TBD	To Be Determined
TC	Turbine Cooling
TCC	Turbine Clearance Control
TE	Trailing Edge
TECU	ECU Internal Temperature
TEMP	Temperature
TEO	Engine Oil Temperature
TFUEL	Fuel Temperature
TGB	Transfer Gearbox
Ti	Titanium
TIDGOIL	IDG Oil Temperature
TLA	Throttle Lever Angle
TM	Torque Motor
TNACELLE	Nacelle Temperature
TR	Thrust Reverser
TRA	Throttle Resolver Angle
TRDV	Thrust Reverser Directional Valve
TRF	Turbine Rear Frame
TRPV	Thrust Reverser Pressurizing Valve
TSTD	Calculated Standard Temperature

U

US	United States
UTC	Universal Time Coordinate

V

VBV	Variable Bleed Valve
VBVDM	VBV Position Demand
VLV	Valve
VSV	Variable Stator Vane
VSVDM	VSV Position Demand

W

Wf	Fuel Flow
Wfm	Metered Fuel Flow

X

XMTR	Transmitter
------	-------------

Y-

Z-

Les unités utilisées en aéronautique :

Système US customary		Système de mesure SI –metric	
ABRIVIATION	DEFINITION	ABRIVIATION	DEFINITION
lbf.ft	Pound force-foot (torque)	m.daN	Meter deca newton
in.Hg	Inch de mesure	hPa	Hecto pascal
oz	Ounce (weight)	g	gramme
psi	Pound square inch	bar	Bar
lb.min	US gallon par min	l.min	Litre par minute
deg.F	Degré fahrenheit	Deg.c	Degré celsius
ft	Foot	m	Mètre
US gal	US gallon	l	litre
US quart	L	mm	Millimètre
in	Inch	mm ²	Millimètre carré
in.2	Squart inch	cm ²	Centimètre carré
lb	Pound	Kg	Kilogramme
lbf	Pound force	daN	Deca newton

Les valeurs des unités :

Le tableau suivant est un tableau définissant les unités conventionnelles utilisées mondialement :

Système de mesure international	Système de mesure US	
1psi	0.0689	bar
1in.2	645.1600	mm2
1in.2	6.4516	cm2
1lbf	0.4448	daN
1oz	28.3495	g
1in.Hg	33.8640	hPa
1lb	0.4536	Kg
1lb.min	0.4536	kg.min
1USgal	3.7854	l
1USgal.min	3.7854	l.min
1USquart	0.9464	l
1lbf.in	0.0113	mdaN
1ft.ft	0.1356	mdaN
1ft	0.3048	m
1in	25.4	mm
1in3	16.3871	cm3
1in.hg	0.491	psis

Introduction générale

Dans le transport aérien la consommation de carburant représente un paramètre important dans la survie de l'entreprise tant au niveau économique que sécurité. A cet effet les concepteurs ont attachés une grande importance dans la réalisation et la sécurité du circuit carburant. Ainsi ils ont développés une politique de consommation pour éviter toute dérive entraînant la surconsommation.

Pour cela il est nécessaire aux services concernés d'exploiter le plan de vol d'une manière optimale de chaque avion en prenant les considérations principales suivantes :

- La distance parcourue.
- La consommation moyenne.
- Limitation du poids au décollage et à l'atterrissage.
- La charge utile.
- Le carburant nécessaire.

Pour mener à bien notre étude nous l'avons organisé comme se suit :

Le premier chapitre est consacré à une étude générale du circuit carburant.

Le deuxième chapitre est réservé aux commandes électriques du circuit.

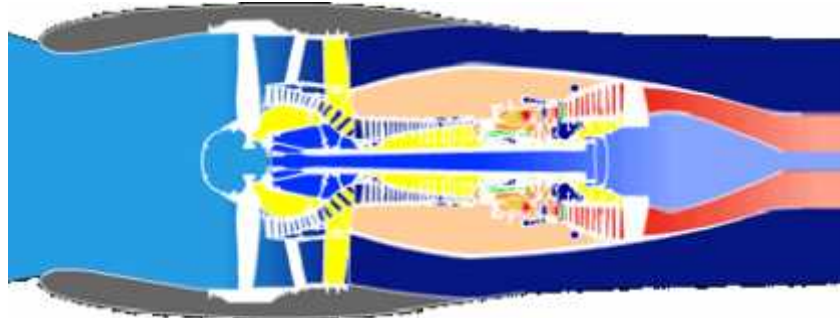
Le troisième défini les indications du circuit.

Le quatrième traite la maintenance du circuit carburant et le dernier est réservé à la recherche de pannes du circuit.

Et nous terminons cette étude avec une conclusion générale.

I - Description du moteur CF6-80E1 : (Fig. I).

Le **CF6-80E1** est un moteur de nouvelle génération, turbofan à double flux, à écoulement axial à haut taux de déflation (5.33), construit par **GENERAL ELECTRIC (GE)** pour équiper les gros porteurs .il utilise uniquement 20% de la masse d'air pour la combustion (en couleur rouge)et 80% de cette masse passe à travers le double flux et qui sert pour la poussée et le refroidissement du moteur (en couleur bleu).



(Fig. I) Le moteur CF6-80E1.

I-1-Caractéristiques du moteur :(Tab. I-1). [1]

Les dimensions principales du GTR **CF6-80E1** sont :

- ➔ La longueur du moteur : **4.28 m**
- ➔ La hauteur de l'enveloppe : **2.88 m**
- ➔ Le diamètre extérieur du fan : **1.96 m**
- ➔ Le diamètre intérieur du fan : **1.76 m**
- ➔ Longueur maximal de l'enveloppe : **2.90 m**

Le poids et le centre de gravité :

- ➔ Le poids à sec du moteur : **5074 kg**
- ➔ Le centre de gravité est localisé sur la station **218.8 (+/-20)**.



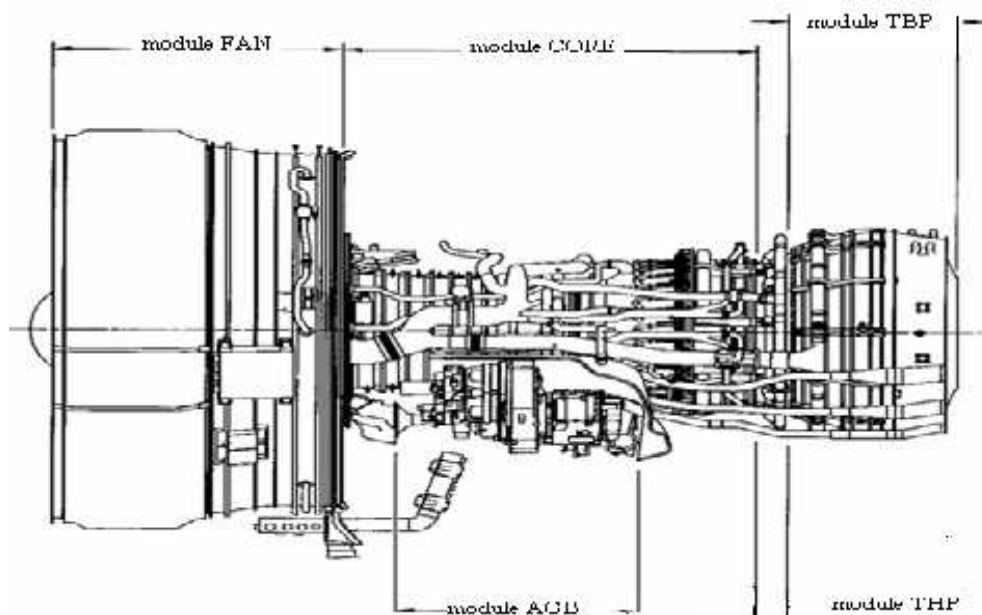
CF6-80E1 Specifications

Length	168.41 inches (4.28 m)
Height	113.13 inches (2.88 m)
Width	114.13 inches (2.90 m)
Fan Diameter (O.D.)	106.64 inches (1.96 m)
Fan Diameter (I.D.)	96 inches (1.76 m)
Weight	11,162 lbs (5074 kg)
Center of Gravity	Station (STA) 218.8+/-2.0

(Tab. I-1) caractéristiques du moteur.

I-2- Les différents modules du moteur CF6-80E1 : (Fig.I-2).

Le moteur CF6-80 E1 est composé de (05) cinq principaux modules :



(Fig. I-2) Les différents modules du moteur.



I-2-1-Module FAN: (fig I-2--1).

→ Le module FAN est composé d'un étage FAN(soufflante) composé de **34** ailettes en **TITANE**, fixées en queue d'aronde, d'une longueur de **(812.8 mm)**.et de quatre étages compresseur basse pression appelés LPC lié par un shaft à la turbine basse pression et l'ensemble constituent un attelage basse pression N1.

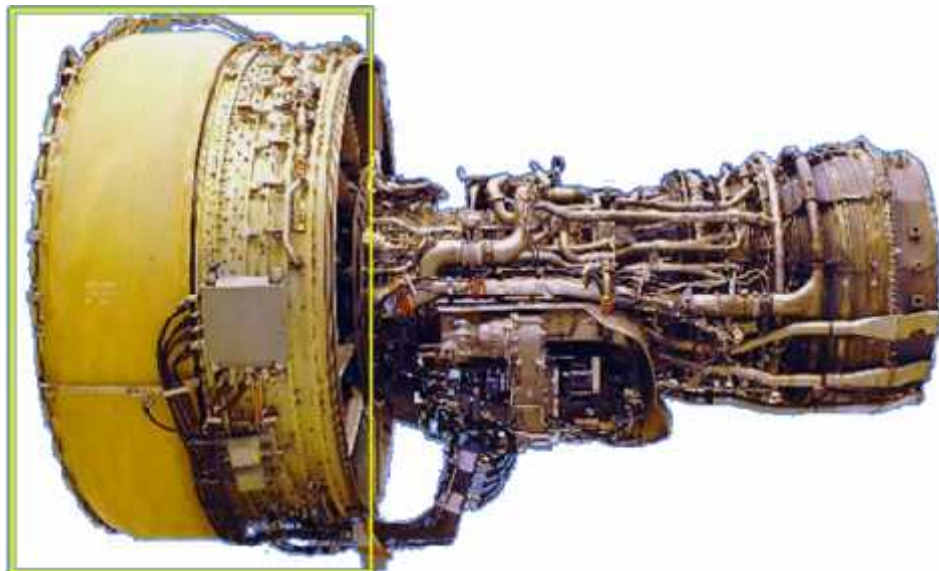
- Le 1^{er} étage contient **64** aubes en **TITANE**.
- Le 2^{ème} étage contient **74** aubes en **TITANE**.
- Le 3^{ème} étage contient **74** aubes en **TITANE**.
- Le 4^{ème} étage contient **74**aubes en **TITANE**.

Dans ce module on trouve **(04)** ports d'accès pour l'inspection boroscopique accéder aux étages du compresseur basse pression.

Les principaux éléments du module FAN sont :

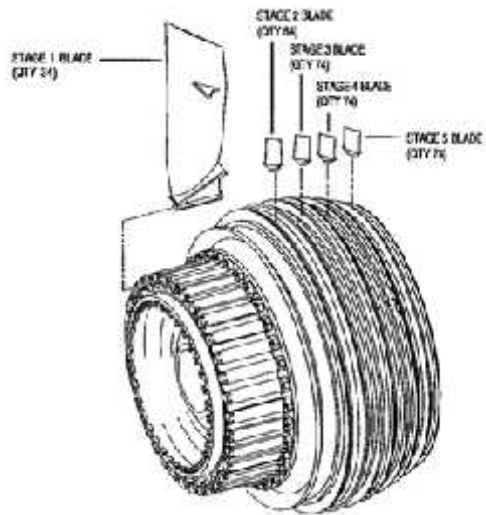
- Le carter FAN.
- Recouvrement acoustique (acoustic liners).permettant la déminution de bruit
- Le cône (spinner cône). [8]
- L'arbre de FAN.
- Tubulure du roulement N°1 (N°1 bearing manifold).
- Les aubes de guidage de la sortie de compresseur.

➤ Le module FAN pèse 1553.12 kg. Et supporté par (03) roulements de types **1B**, **2R**. [2].



(Fig. I-2-1) Module FAN.

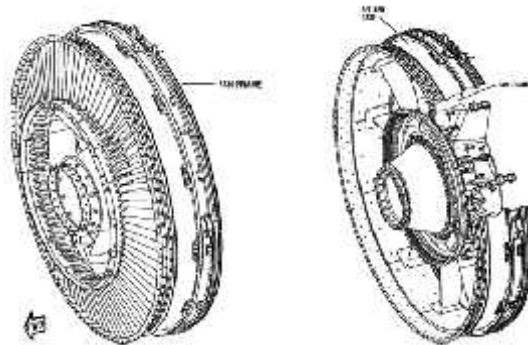




(Fig. I-2-1-a) FAN rotor.



(Fig. I.2-1-b) FAN stator.



(Fig. I.2-1-c) Le FAN frame.



I-2-2- Module core: (fig. I.2-2).

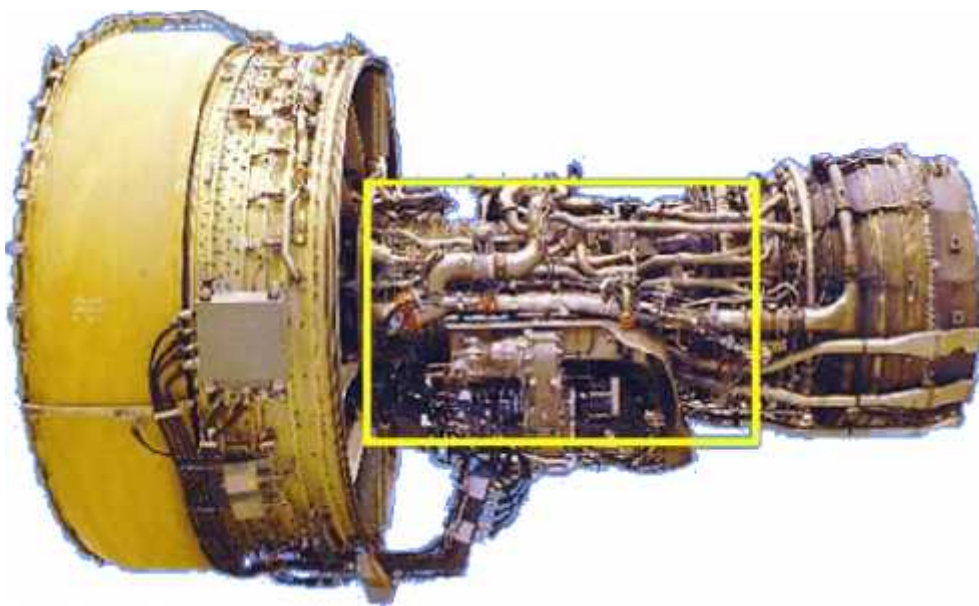
Ce module engendre 20% de la poussée du moteur à travers l'air primaire, il comporte les éléments suivants :



Compresseur haute pression.

Chambre de combustion.

✚ Le module core pèse 940.31 kg.



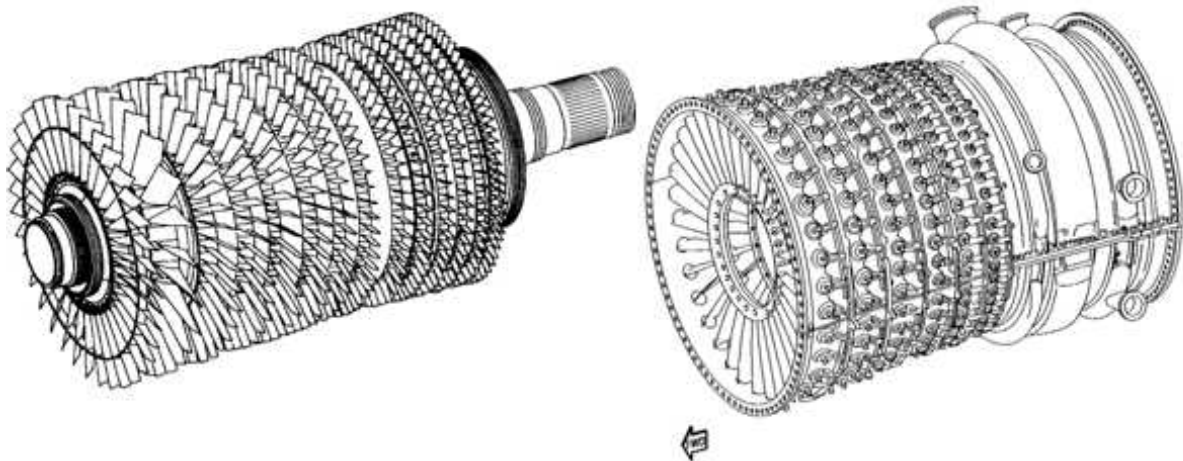
(Fig. I.2-2) le module core.

I -2-2-a- Le compresseur haute pression : (fig. I.2-2-a).

Le compresseur haute pression du moteur **CF6-80E1** se compose de **(14)** étages, (TAB.-2-2-2-a), dont les cinq (05) premiers étages appelés VSV, logés dans deux (02) Demis carters liés à la HPT par un shaft et forme l'attelage N2.

Le HPC est supporté à l'avant par le bearing **3** et à l'arrière par le bearing **4**. [13].





(Fig. I.2-2-a) Compresseur haute pression.

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

(Tab.I-2-2-a) Les étages du CHP.

Sur le compresseur haute pression, on trouve (11) onze ports d'inspection boroscopique:

- ✈ B 1-0 : pour le 1^{er} étage.
- ✈ B 1-1 : entre 2^{me} et 1^{er} étage.
- ✈ B 1-2 : entre 3^{me} et 2^{me} étage.
- ✈ B 1-3 : entre 4^{me} et 3^{me} étage.
- ✈ B 1-4 : entre 5^{me} et 4^{me} étage.
- ✈ B 1-5 : entre 6^{me} et 5^{me} étage.
- ✈ B 1-6 : entre 7^{me} et 6^{me} étage.
- ✈ B 1-8 : entre 9^{me} et 8^{me} étage.

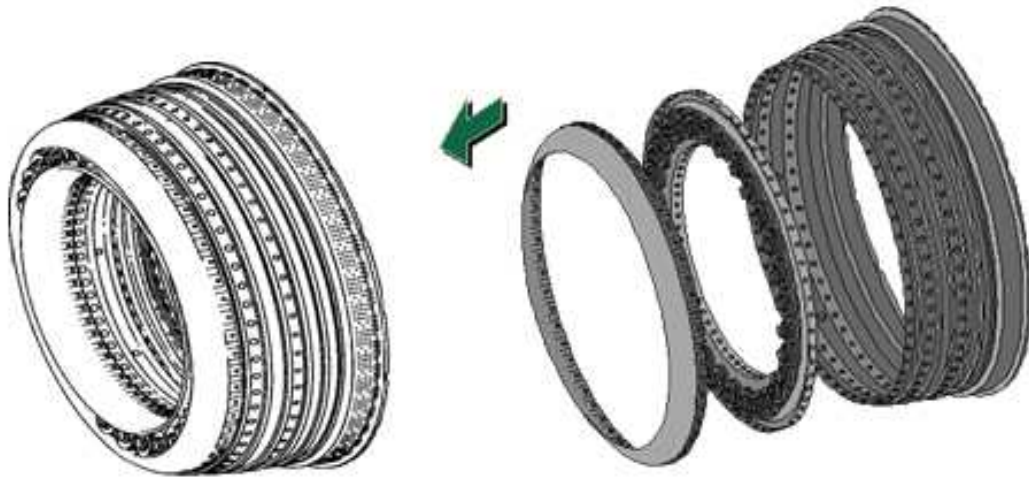


- **B 1-9** : entre 10^{me} et 11^{me} étage.
- **B 1-12** : entre 13^{me} et 12^{me} étage.
- **B 1-13** : entre 14^{me} et 13^{me} étage.

I -2-2-b- La chambre de combustion : (fig. I.2-2-b).

La chambre de combustion montée sur le GTR CF6-80E1 est du type annulaire, dotée de (30) injecteurs de type duplex et de deux bougies (allumeurs) à la position 3 :00 et à 5 :00.

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



(Fig. I.2-2-b) La chambre de combustion.

Sur la chambre de combustion, on trouve cinq ports d'inspection boroscopique :

- **B 2-1** : positionnée à 2 :00.
- **B 2-2** : positionnée à 5 :00.
- **B 2-3** : positionnée à 7 :00.
- **B 2-4** : positionnée à 9 :00.
- **B 2-5** : positionnée à 11 :00.

I-2-3- Module turbine haute pression : (fig. I.2-3).

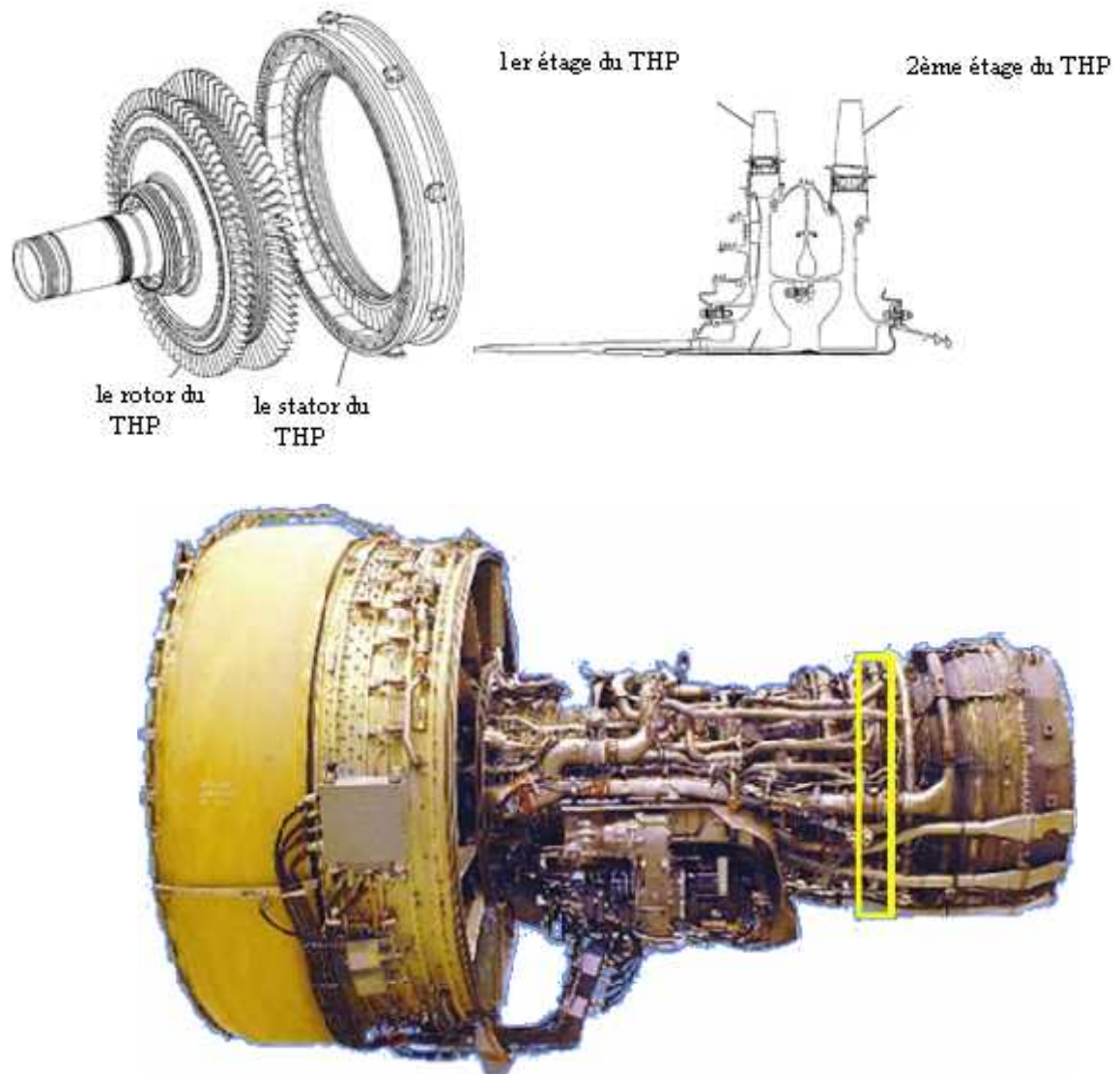
La turbine haute pression est composée de (02) deux étages, elle reçoit l'énergie des gaz chauds venant de la chambre de combustion pour entraîner le compresseur haute pression lié par le même arbre N2, ce dernier entraîne la boîte d'entraînement des accessoires (AGB).

- Le rotor de la turbine haute pression est supporté par les roulements du même type **4R** et **5R**.

- La turbine haute pression a une rotation de **11105 rpm** qui représente **113%** du régime.



Le module turbine haute pression pèse 401.43 kg. [13]



(Fig. I.2-3) Module turbine haute pression.

La turbine haute pression à deux (02) ports d'inspection boroscopique :

- B 3-1 le 1^{er} étage.
- B 3-2 entre 2^{me} et 1^{er} étage.

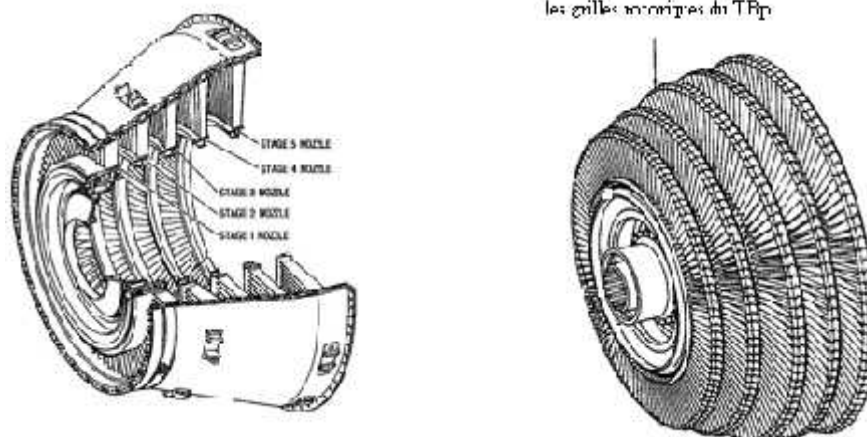
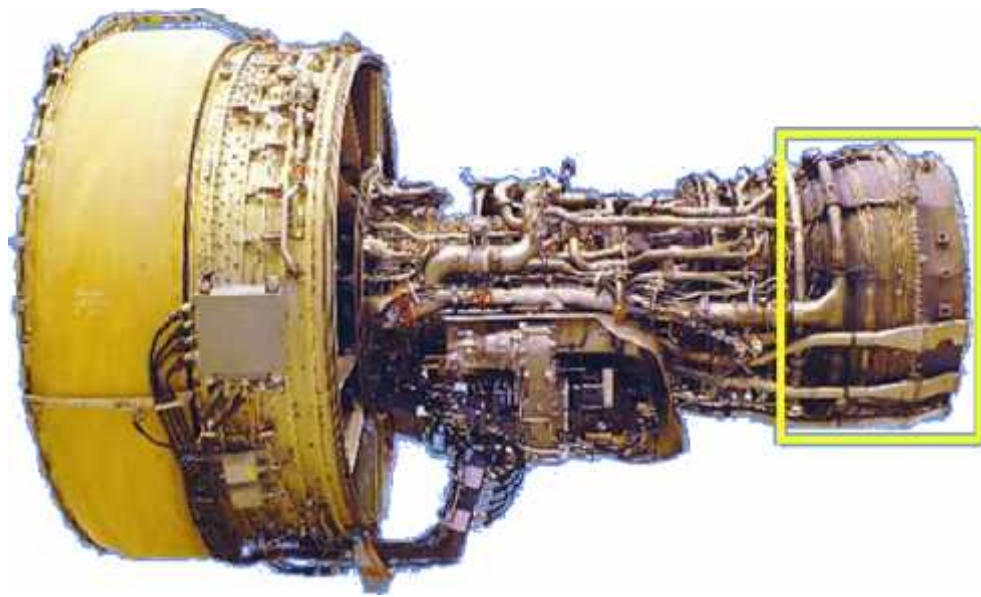
I-2-4- Module turbine basse pression : (fig. I.2-4).

La turbine basse pression est composée de (05) étages, elle utilise l'énergie mécanique récupéré de la turbine haute pression pour l'entraînement de l'attelage basse pression.

La turbine basse pression tourne à **3818 rpm** qui représente **115.5%** du régime maximum.



☒ Le module turbine basse pression pèse 1107.69 kg.



(Fig. I.2-4) Module turbine basse pression.

La turbine basse pression a 04 ports d'accès à l'inspection boroscopique :

- **B 4-1** : 1^{er} étage et 2^{me} étage de la turbine basse pression.
- **B 4-2** : 2^{me} et 1^{er} étage.
- **B 4-3** : 3^{me} et 2^{me} étage.
- **B 4-4** : 4^{me} et 3^{me} étage.



I-2-5- Module gear box :

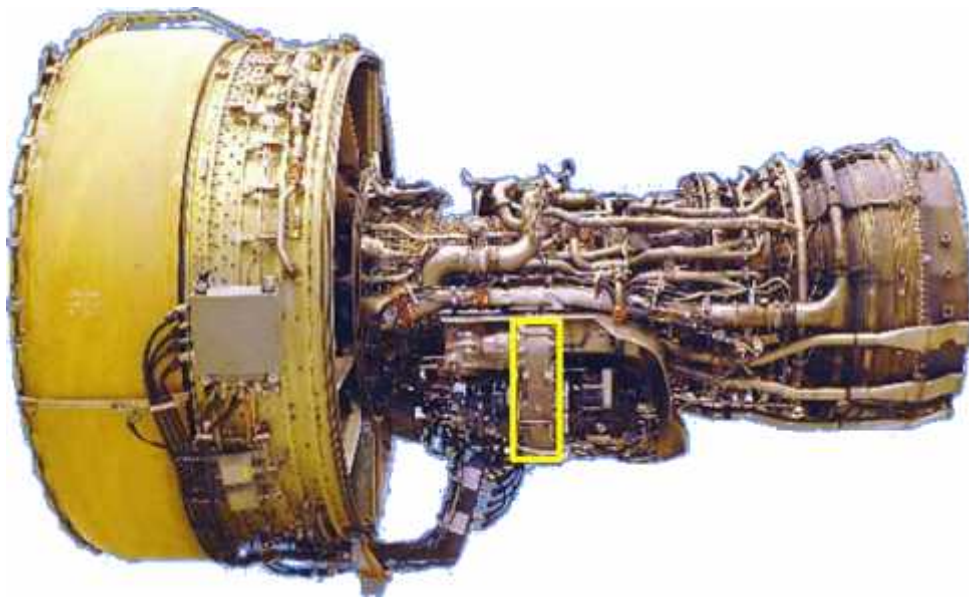
La gear box a pour but d'entraîner l'attelage N2 et tout les accessoires fonctionnants au régime N2.

La gear box est constitué d'un ensemble de roues dentées (pignons) beignant dans l'huile et du corps (carter) son poids est de 223.62kg (fig. I.2-5-a)et qui entraîne une **TGB** (boite de transfert du mouvement. (Fig. I.2-5-b)) par l'intermédiaire de **IGB** (prélèvement du mouvement de l'arbre N2).

La relation entre l'AGB et TGB se fait par La **RDS** (transmission radiale du mouvement) et La **HDS** (transmission axiale du mouvement).

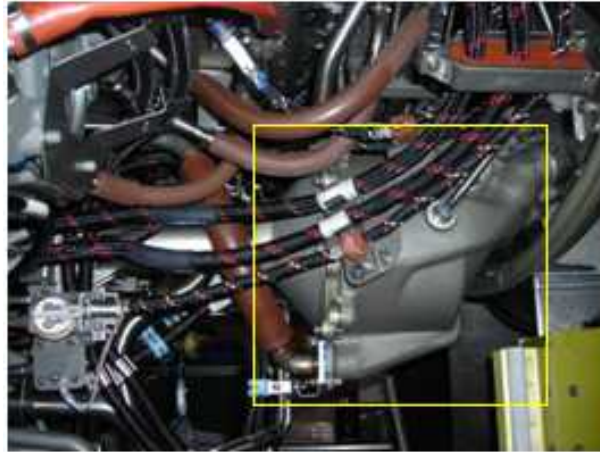
Les différents équipements qui sont entraînés par la boite à accessoires sont :

- ☒ Pompe carburant.
- ☒ L'unité hydromécanique (**HMU**).
- ☒ Générateur **IDG**.
- ☒ Un capteur de nombre de vitesse (**N2**).
- ☒ Générateur magnétique permanent (**PMA**).
- ☒ Pompe hydraulique.
- ☒ Pompe à huile.



(Fig. I.2-5-a) L'AGB.



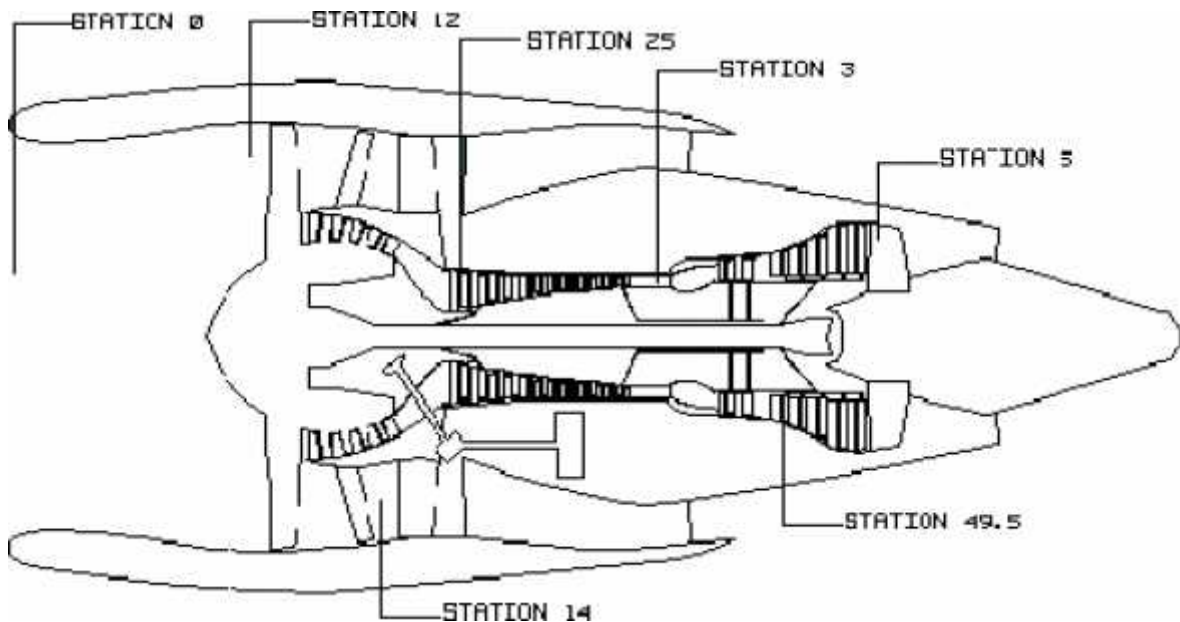


(Fig. I.2-5-b) La TGB.

I-3- Les stations aérodynamiques : (fig. I-3).

Il y'a (07) stations aérodynamiques pour le moteur **CF6-80E1** 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 **1.2** : entrée d'air.
- station **1.4** : sortie FAN.
- station **2.5** : entrée compresseur haute pression.
- station **3** : sortie compresseur haute pression.
- station **49.5** : entrée turbine basse pression.
- station **5** : sortie turbine haute pression.



(Fig. I-3) Les stations aérodynamiques.

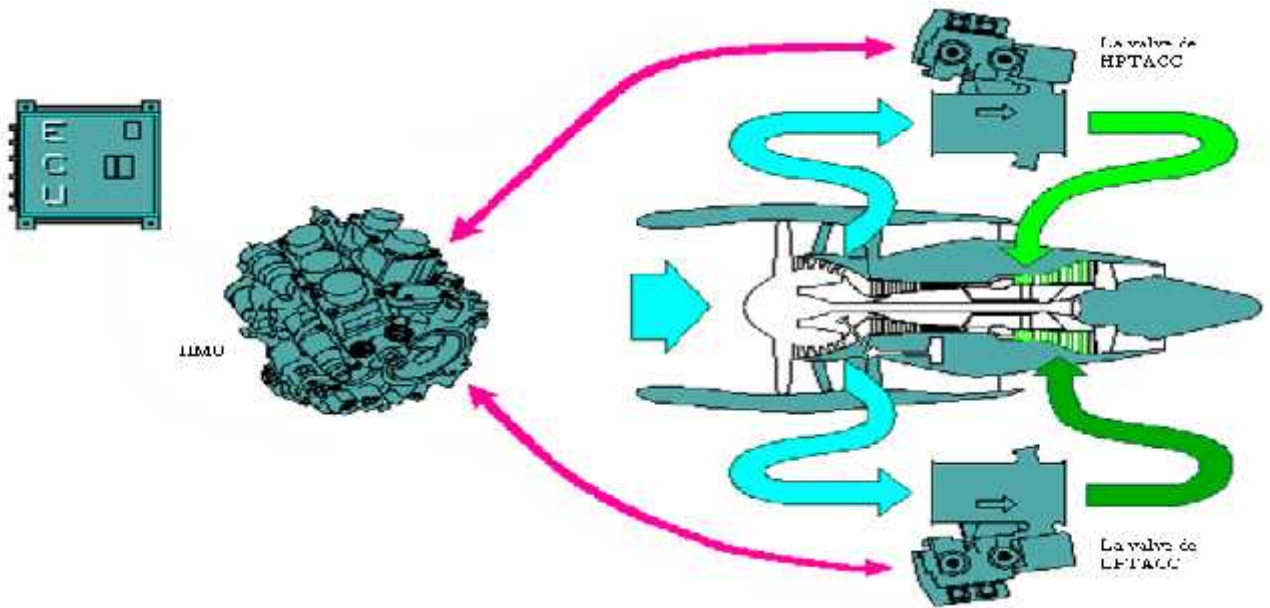


II-1-Circuit d'air :

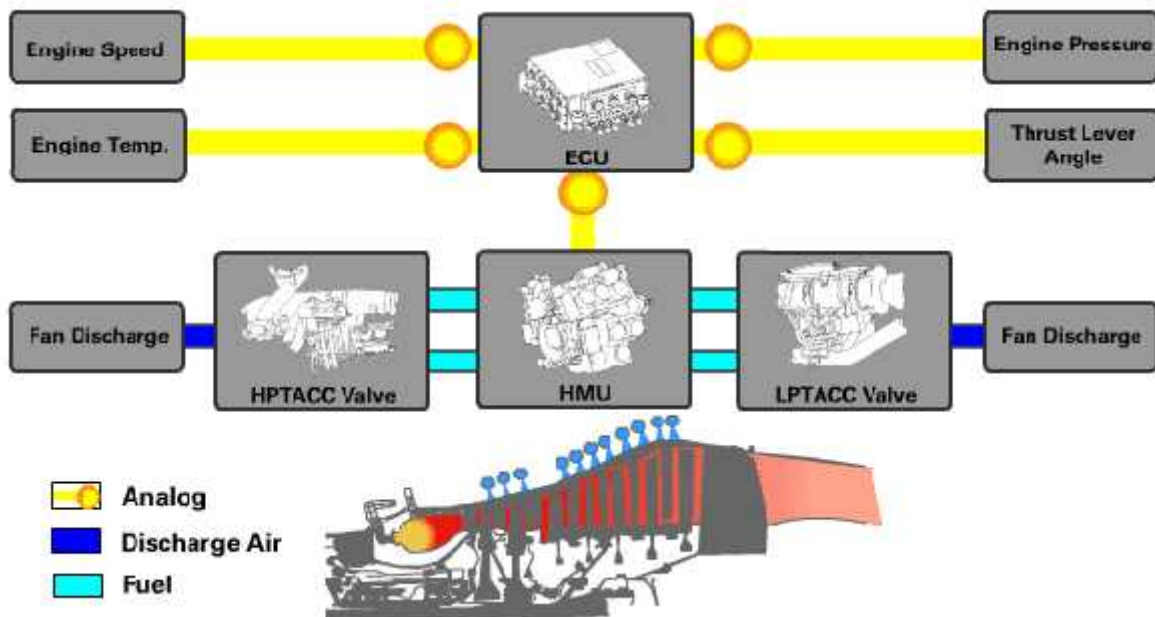
II-1-1-système de contrôle jeu turbine :(Fig.II-1-1)

Le contrôle du jeu turbine permet d'établir un jeu actif entre les ailettes rotor et le carter de la turbine pour l'objectif suivant :

- ✈ Réduire la consommation spécifique du carburant durant les phases du moteur.



(Fig.II-1-1) système de contrôle jeu turbine. [12].



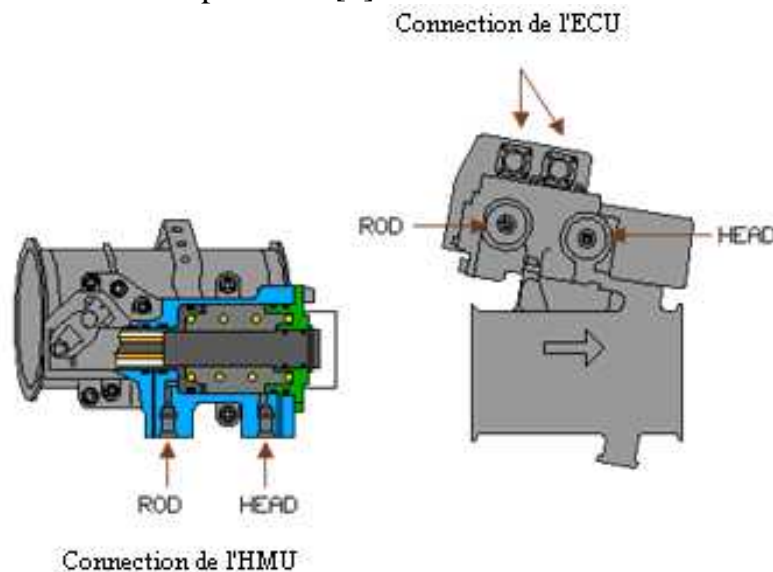
(Fig.II-1-1) système de contrôle jeu turbine.



II-1-1-1-contrôle du jeu turbine basse pression (LPTACC) :(Fig.II-1-1-1)

La **LPTACC** est localisée sur le module core coté gauche du moteur à la position **9 :00**, elle est constituée d'une valve de contrôle et d'un conduit de refroidissement.

- l'air provenant du FAN vers la valve **LPTACC**.
- la **LPTACC** à deux prises électrique allant à l'ECU (canal A et B).
- le collecteur de la **LPTACC** est constitué de **08** segments tubulaires autour de carter turbine basse pression.
- le collecteur est menu d'orifices qui dirige l'air vers le carter de la turbine basse pression. [4]



(Fig.II-1-1-1) la LPTACC valve.

II-1-1-2-contrôle du jeu turbine haute pression (HPTACC) :

Un piquage d'air du FAN est acheminé vers la **HPTACC**, positionnée à la position **2 :00** du coté droit du moteur.

L'air est acheminé vers les **03** collecteurs passe dans le carter à travers des orifices.

NB :- pour le refroidissement des ailettes stator 2^{ème} étage de la turbine haute pression, l'air est piqué du 11^{ème} étage compresseur haute pression.

- Les ailettes stator 1^{er} étage, le refroidissement se fait par l'intermédiaire de l'air secondaire qui passe derrière les panneaux extrêmes de la chambre de combustion.

II-1-2-système de refroidissement du 1^{er} étage turbine basse pression :

Ce système à pour rôle de refroidir les stators du 1^{er} étage de la turbine basse pression.

L'air du 7^{ème} étage du compresseur haute pression arrive aux stators du 1^{er} étage de la turbine basse pression pour refroidir les cavités du bord d'attaque des ailettes.

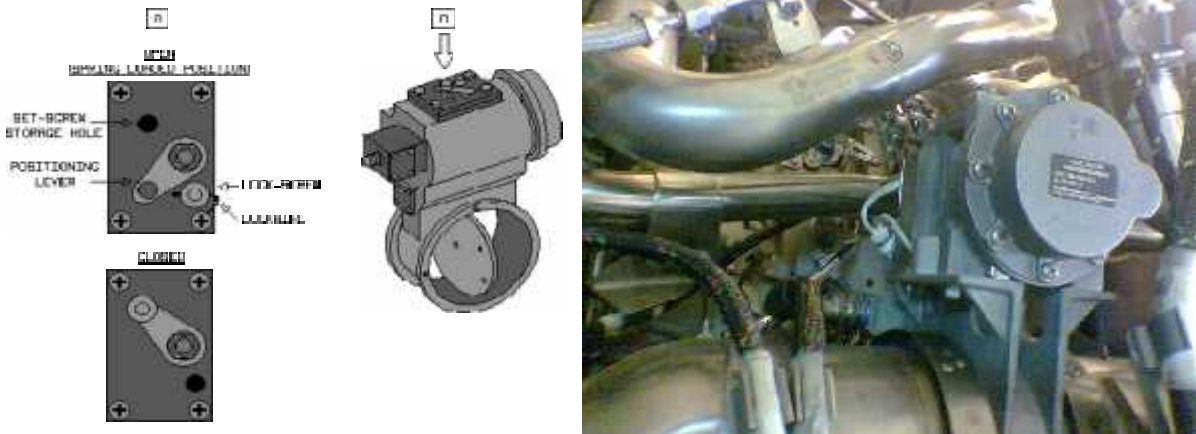


II-1-3-la valve de refroidissement de compartiment core :(Fig.II-1-3)

CCCV : core compartment cooling valve; [15].

La valve de refroidissement du compartiment core est localisée sur le coté gauche du moteur à la position **10 :00**, elle est de type à papillon contrôlée par l'**ECU**.

La **CCCV** reçoit l'air frais du FAN, à la demande, elle s'ouvre et cède le passage de l'air qui sera acheminé par un conduit afin de refroidir le compartiment core.

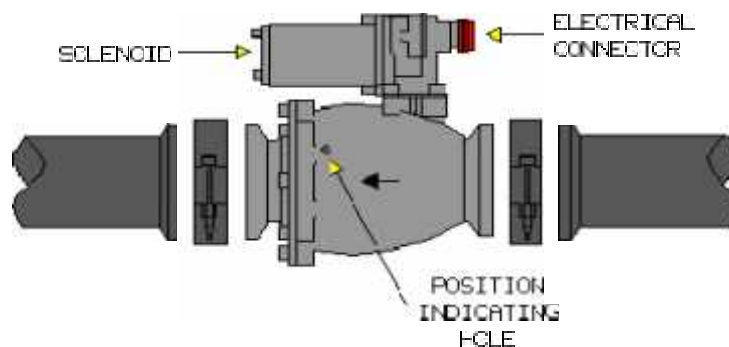


(Fig.II-1-3) la CCCV.

II-1-4-la valve BCV (bore cooling valve): (Fig.II-1-4)

La **BCV** est commandée par l'**ECU** pour contrôler le débit d'air en utilisant l'air provenant de la décharge du compresseur haute pression.

La **BCV** est montée à l'arrière du carter FAN à la position **5 :30**.



(Fig.II-1-4) la valve BCV.



II-1-5-le système de refroidissement de l'IDG : (Fig.II-1-5)

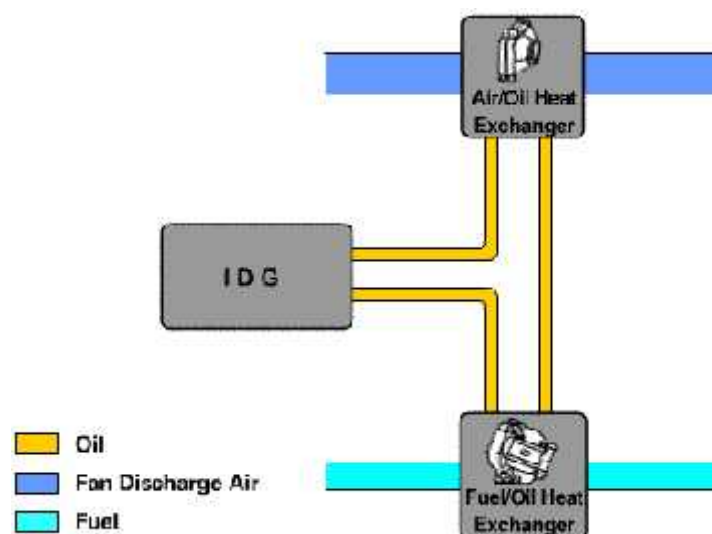
Le système a pour rôle de refroidir l'huile de l'IDG afin de maintenir une limite de température de l'huile de l'IDG.

Ce système contient :

- Un radiateur air/huile de l'IDG (Fig.II-1-5-a): il est monté sur le core de coté droit du compresseur haute pression à la position 3 :00.
- La vanne de refroidissement air/huile de l'IDG : est montée sur le coté droit du compresseur haute pression à la position 3 :00 juste avant le radiateur.
- Un échangeur thermique huile/carburant de l'IDG : est localisé sur le coté droit de la gear box, il refroidit l'huile par échange de chaleur avec le carburant.



(Fig.II-1-5-a) Le Radiateur air/huile de l'IDG

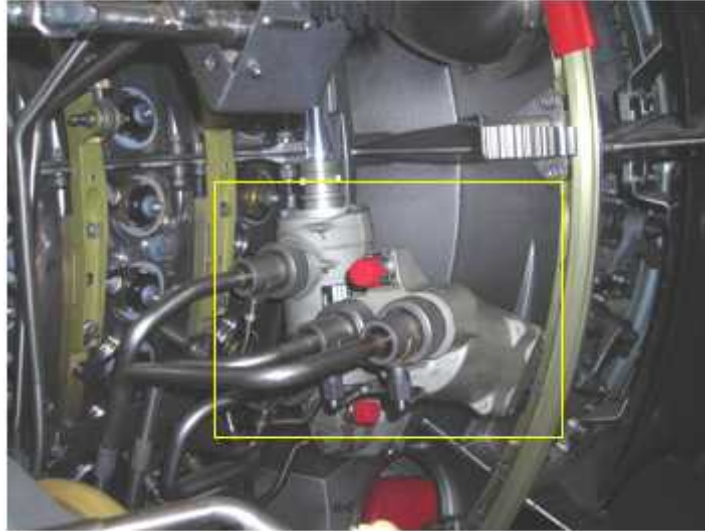


(Fig.II-1-5) le système de refroidissement de l'IDG.



II-1-6- le système de contrôle anti-pompage : (Fig.II-1-6)

Ce système permet de contrôler l'écoulement d'air du compresseur et évité le phénomène de pompage par :



(Fig.II-1-6) les dispositifs du système de contrôle anti-pompage.

II-1-6-1- les stators à calage variable (VSV) : (Fig.II-1-6-1)

Le VSV est un dispositif qui permet d'effectuer le contrôle de l'écoulement de l'air à travers le compresseur haute pression afin d'augmenter son efficacité et évité le pompage.

Le système se compose des éléments suivants :

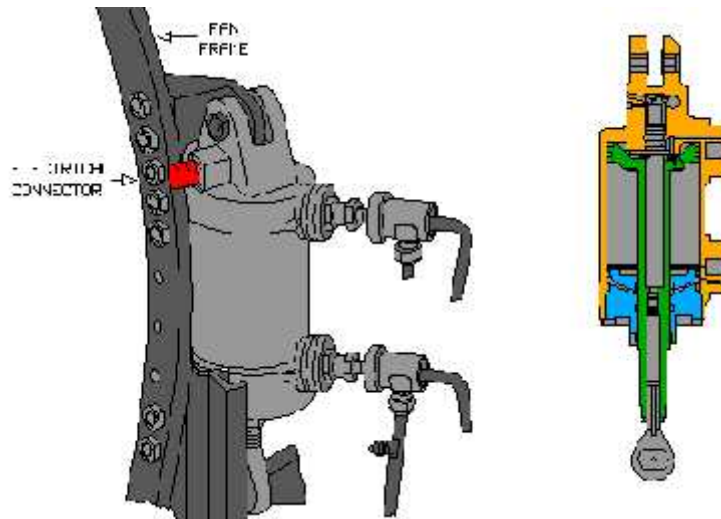
- Une IGV.
- Les VSVs.
- 1 anneau de commande pour chaque étage.
- Deux vérins VSV.

Les deux vérins du VSV sont positionnés à 3 :00 et 9 :00.

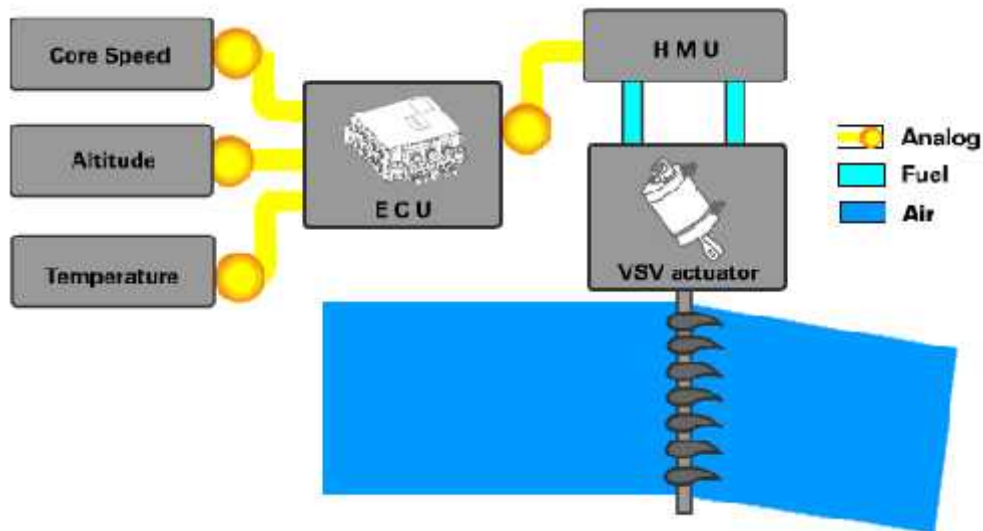
L'ECU donne un signal électrique au HMU, ce signal qui agit sur les deux vérins pour faire tourner les VSV d'un certain angle identique.

Un transmetteur linéaire variable différentiel (LVDT) qui se trouve dans le vérin et qui est alimenté par un courant de l'ECU, ce dernier compare le signal de retour.





(Fig.II-1-6-1) le vérin VSV.



Le fonctionnement des VSV.

II-1-6-2- les vannes de décharge ; VBV :(Fig.II-1-6-2)

La VBV (variable bleed valve) est une partie du compresseur basse pression, elle contient :

- (02) deux vérins VBV.
- Deux anneaux de commande.
- (12) douze portières de décharge.

Les VBV permettent de décharger l'air primaire dans le moteur pour diminuer le risque de pompage.



La VBV fonctionne aux conditions suivantes :

- À bas régime.
- En accélération et décélération rapide.

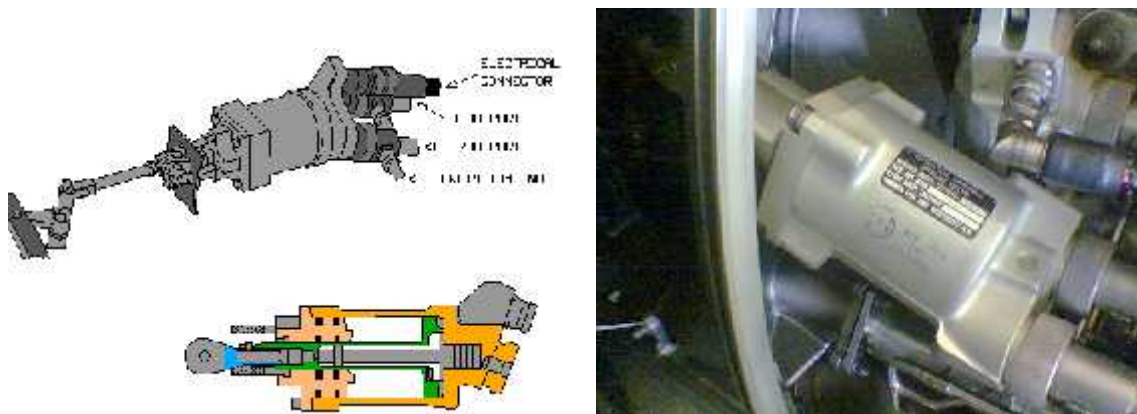
À un régime élevé et stabilisé en condition standard, les VBV sont fermées.

Les vérins des VBV sont aux nombres de deux, localisés sur le carter du compresseur haute pression à la position 4 :00 et 10 :00.

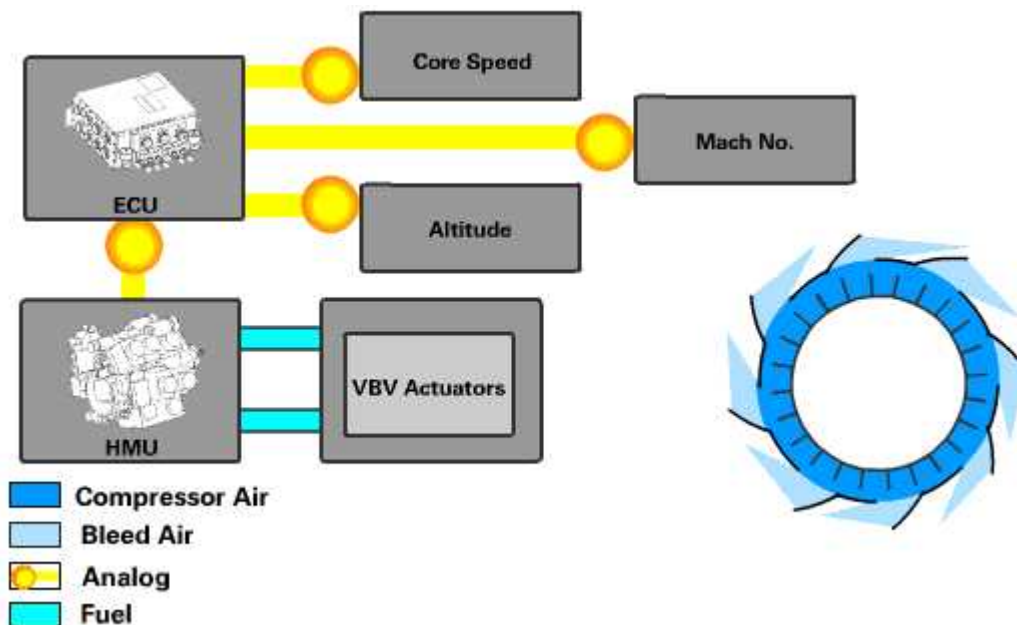
L'EHSV du VBV est commandé par l'ECU, fournit une pression de carburant pour actionner les vérins.

Ces vérins vont ouvrir les portes des VBV pour décharger l'air en plus du compresseur basse pression.

La position des valves est transmise par les deux (LVDT) à l'ECU pour la comparaison de la position des vérins.



(Fig.II-1-6-2) Les vannes de décharge ; VBV.



Le fonctionnement des VBV.



II-1-7-indication du système d'air :

Le paramètre de température de la nacelle est affiché au niveau du système display (SD).

Ce paramètre est capturé par une sonde de température nacelle, située au niveau de conduite de la HPTACC.

Cette sonde transmet un signal analogique à l'ECU, ce dernier sera convertit en signal digital (benner) pour afficher la température à l'écran SD.

NB : la signalisation de la température sur l'écran SD est de couleur verte, si la valeur de la température dépasse 260°C.



II-2- le circuit d'huile :**II-2-1-description du circuit d'huile :**

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

Ce circuit à plusieurs fonctions :

- Le refroidissement.
- La lubrification d'huile.
- La récupération d'huile.
- L'indication.

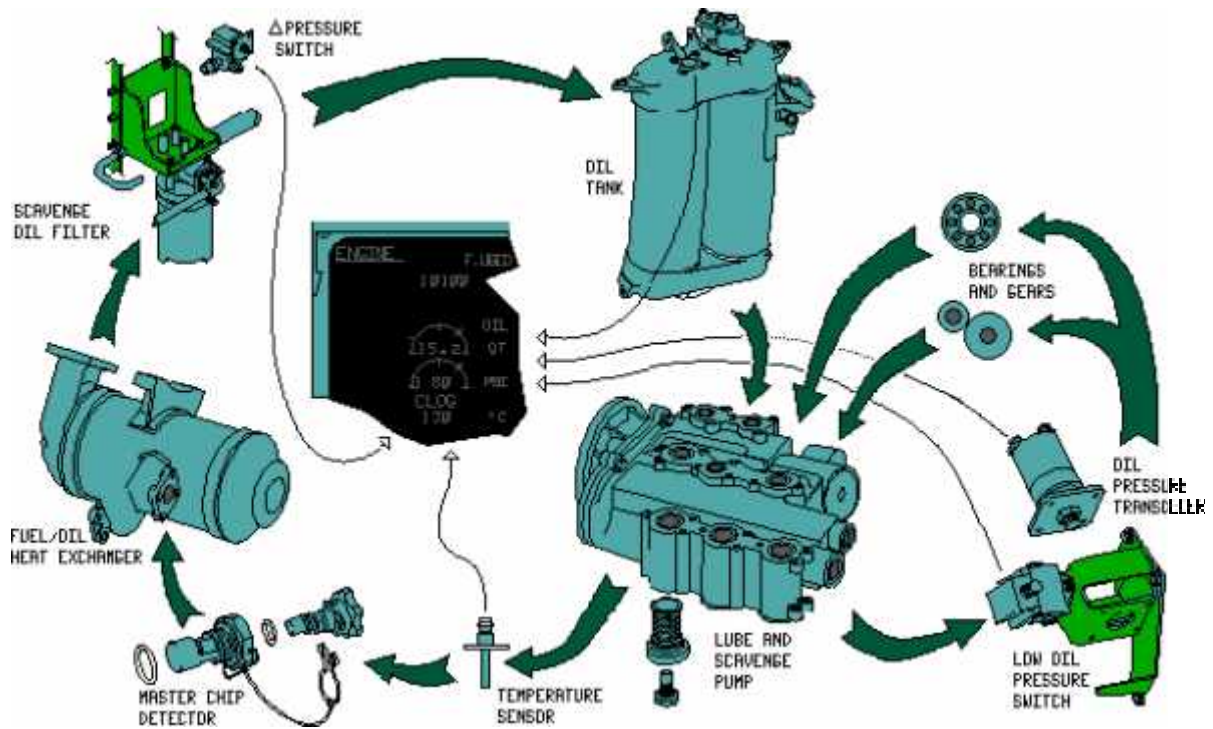
II-2-2- rôle du circuit d'huile :

- ☒ Distribuer l'huile.
- ☒ Lubrifier les éléments du frottement.
- ☒ Refroidir les différents éléments tournants.
- ☒ Réchauffer le carburant.
- ☒ Nettoyer les éléments à lubrifier aux débris.

II-2-3 les différents éléments du circuit d'huile :(Fig.II-2-3).

- ☒ Un réservoir d'huile.
- ☒ Sonde de quantité d'huile.
- ☒ Pompe de refoulement et de lubrification.
- ☒ Sonde de température d'huile.
- ☒ Sonde de pression d'huile.
- ☒ Filtre de récupération d'huile.
- ☒ Switch de basse pression d'huile.
- ☒ Suich de pression du filtre de récupération d'huile.
- ☒ Détecteur de limailles principal (master chip detector).



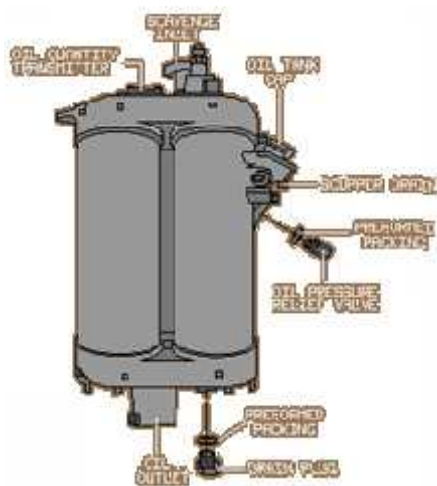


(Fig.II-2-3) les différents éléments du circuit d’huile. [12].

II-2-3-1- réservoir d’huile :(Fig.II-2-3-1).

Le réservoir d’huile est positionné à 3 :00 sur le coté droit du carter FAN du moteur.

- ➔ La capacité du réservoir d’huile est de 32 QTS (30.28 litre).
- ➔ La quantité serving du réservoir est de 26 QTS (24.6 litre).



(Fig.II-2-3-1) Réservoir d’huile.



II-2-3-2-Scavenge pump (refoulement et récupération) :

Cette pompe est localisé sur la gear box à l'avant coté gauche, elle est composée de:

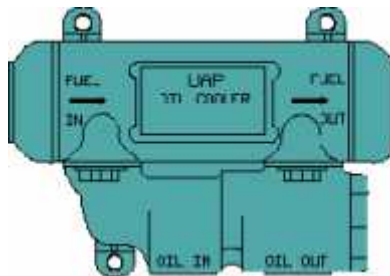
- (01) une pompe à palette pour le refoulement.
- (05) cinq pompes à palette pour la récupération.
- un capteur des débris sur chaque pompe appelé (screen).
- une valve anti-retour.

II-2-3-3- l'échangeur de chaleur :

Permet de refroidir l'huile et de réchauffer le carburant.

II-2-3-4- le réchauffeur servo-fuel :(Fig.II-2-3-4)

Il réchauffe le carburant.



(Fig.II-2-3-4) le réchauffeur servo-fuel.

II-2-3-5- détecteur principal des débris :

Ce détecteur est positionné à 6 :00 sur la gear box, il à pour rôle de détecter les débris dues aux frottements et à l'usures, il est de type à baïonnette.

II-2-3-6- le filtre de récupération :(Fig.II-2-3-6)

Le filtre de récupération est localisé sur le carter FAN à la position 3 :00. Il à pour rôle de filtrer l'huile récupérée à travers le moteur avant de retourner dans le réservoir.



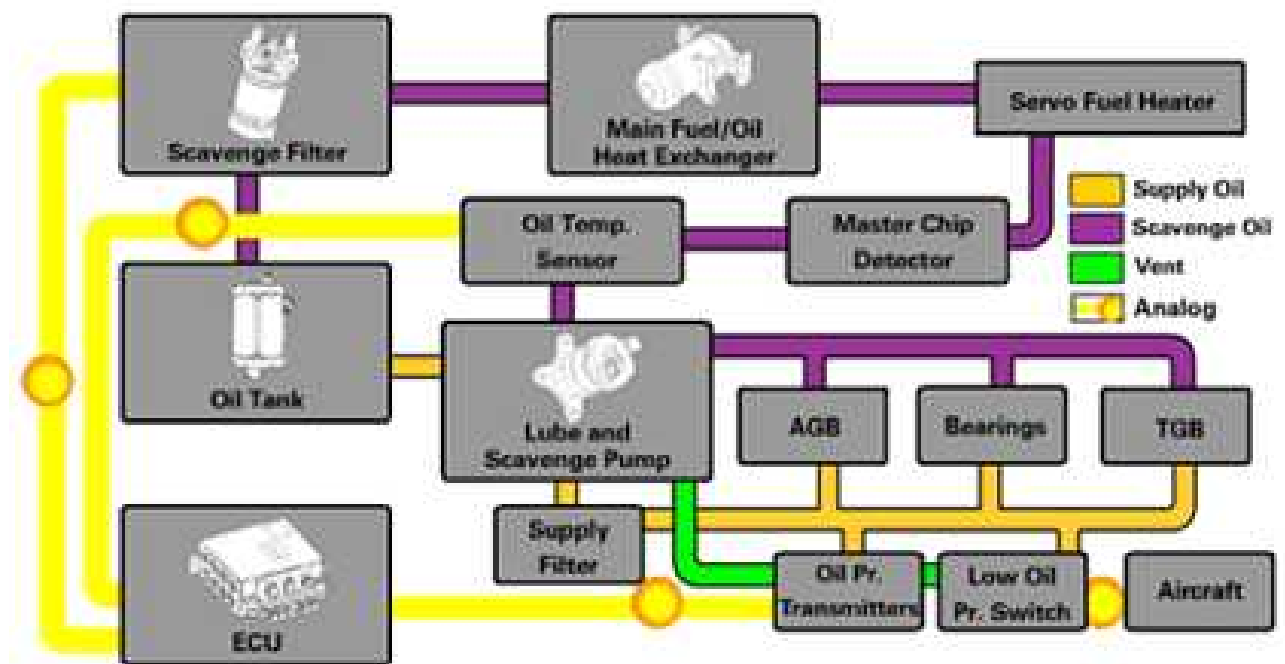
(Fig.II-2-3-6) le filtre de récupération.



II-2-4- le fonctionnement du circuit d'huile : (Fig.II-2-4)

L'huile arrive du réservoir vers la pompe de refoulement qui est située dans le bloc de pompes (lube and scavenge pump), cette huile est distribuée vers les paliers pour la lubrification.

Puis l'huile est récupérée par les pompes de récupération situées dans le bloc (lube and scavenge pump), est passant par les détecteurs magnétiques, le filtre de récupération, le réchauffeur servo-fuel, l'échangeur de chaleur huile / carburant puis elle est de retour dans le réservoir.



(Fig.II-2-4) le fonctionnement du circuit d'huile

II-2-5- l'indication du circuit d'huile :

L'indication des paramètres du circuit d'huile comporte :

- la quantité d'huile.
- la pression d'huile.
- la température d'huile.
- la condition du filtre de retour.

Toutes ces indications sont affichées sur l'écran (SD).

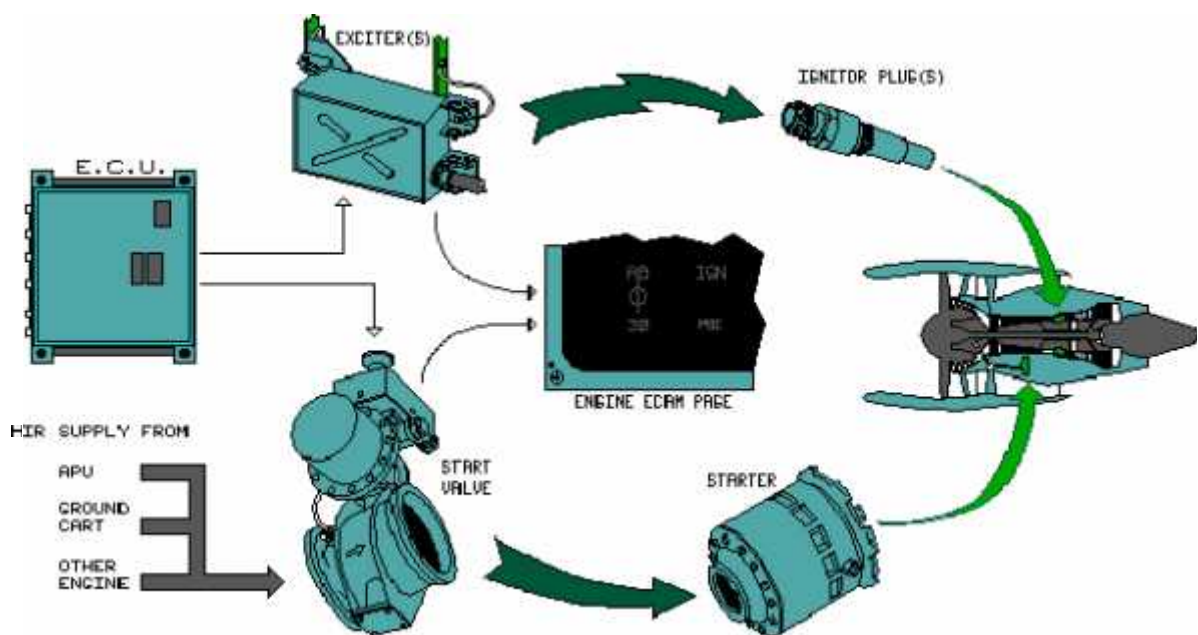


II-3- le système de démarrage :

II-3-1- description du système de démarrage :

- Le système de démarrage utilise l'air arrivant d'une source (GPU, APU, ou GTR) pour entraîner le démarreur.
- Le démarreur fournit un couple suffisant à accélérer l'attelage haute pression.
- Le système de démarrage est constitué des éléments suivants (Fig.II-3-1):

- Une valve de démarrage (SAV).
- Un démarreur pneumatique (starter).
- Tube et canal associé.



(Fig.II-3-1) les éléments du système de démarrage.

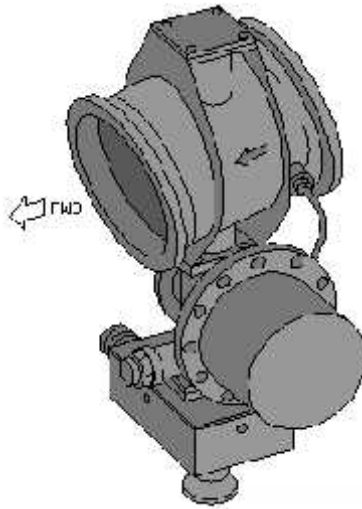
II-3-2- description des différents éléments constituant le système :

II-3-2-1- la valve de démarrage (starter air valve) :(Fig.II-3-2-1)

La valve de démarrage est localisée juste après le starter (démarreur) à la position 6 :00 de la gear box.

Elle à deux (02) position (open / close), cette valve est contrôler par l'ECU et elle est actionnée par l'air.





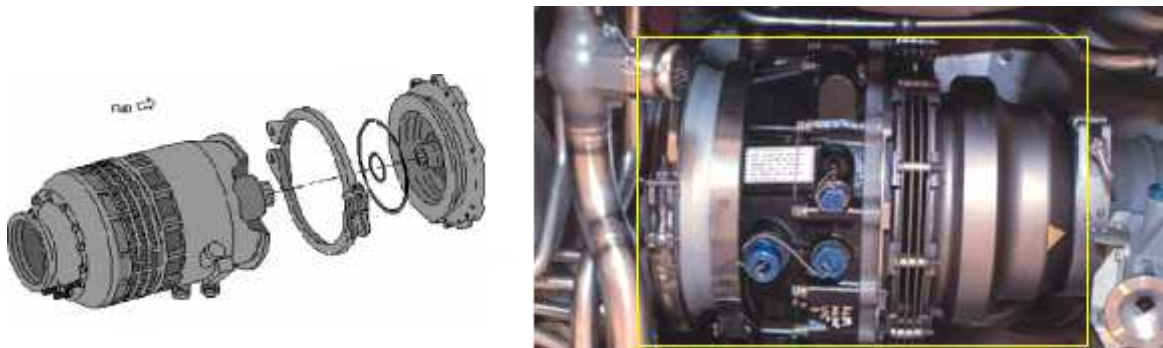
(Fig.II-3-2-1) la valve de démarrage.

II-3-2-2- le démarreur (starter) :(Fig.II-3-2-2)

Le démarreur qui équipe le moteur **CF6-80E1** est caractérisé de pneumatique, parce qu'il utilise l'air en provenance de l'APU, du GPU ou d'un autre moteur.

Le démarreur est positionné à 6 :00 dans la partie arrière de la gear box.

Le démarreur est composé d'une entrée d'air, une turbine, et un arbre d'entraînement d'un ensemble d'engrenages. [2].



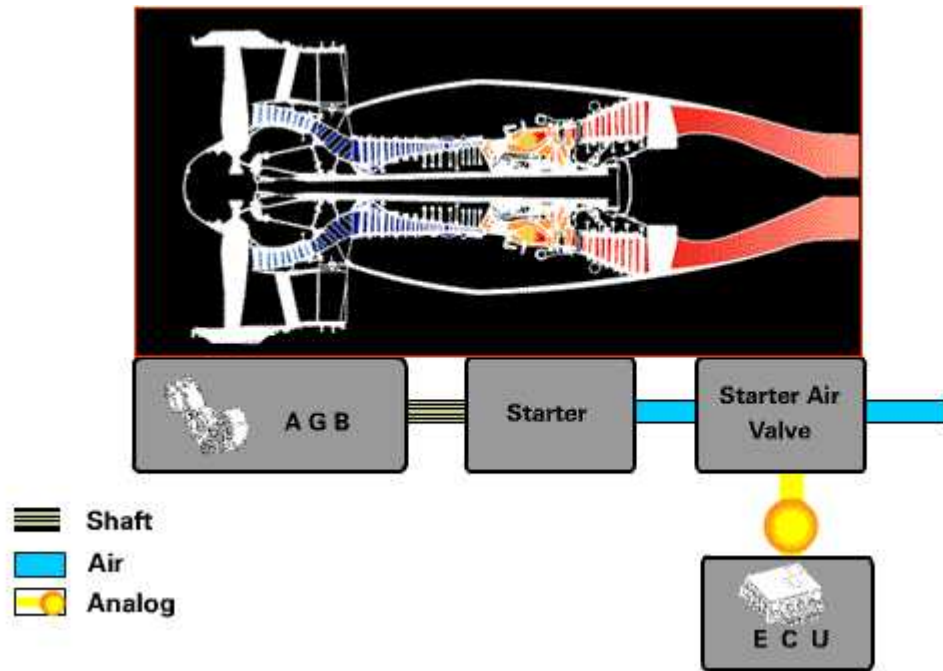
(Fig.II-3-2-2) le démarreur (starter).

II-3-3- le fonctionnement du système de démarrage : (Fig.II-3-3).

L'air venant de l'APU, GPU ou d'un autre moteur est acheminé dans le conduit de démarreur allant vers la SAV.

Un signal est donné, le papillon s'ouvre et cède le passage de l'air vers le starter, la turbine est entraînée, le schaft commence à tourner.





(Fig.II-3-3) Le fonctionnement du système de démarrage.

II-4- le système d'allumage :

Ce système permet de :

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

II-4-1- description des différents éléments du système d'allumage :

Le système d'allumage est composé des éléments suivants :

- ▣ Deux excitateurs d'allumage (boîtiers d'allumage).
- ▣ Deux bougies d'allumage (allumeurs).
- ▣ Deux faissaux d'allumage.

II-4-1-1- boîte d'allumage :(Fig.II-4-1-1).

Les deux excitateurs ont deux (02) logements en aluminium A et B, un excitateur est branché aux deux (02) connecteurs à l'extérieur l'un de l'entrée et l'autre de sortie, et contient un condensateur pour charger l'énergie.

Ces deux (02) excitateurs sont localisés sur le carter du FAN à la position 8 :00 et sont fixés l'un au dessus de l'autre.



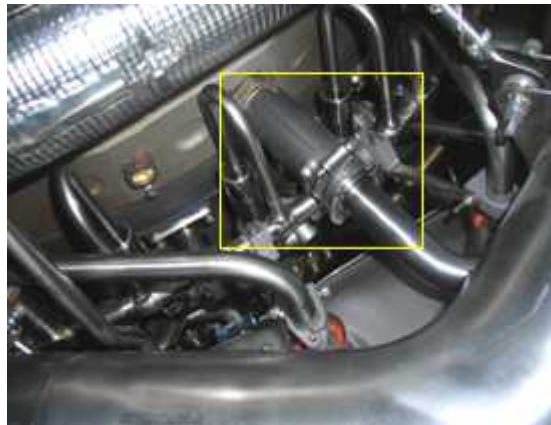


(Fig.II-4-1-1) boîtier d'allumage.

II-4-1-2- les allumeurs :(Fig.II-4-1-2)

Pour assurer l'inflammation du mélange air/ carburant chaque moteur est doté de deux allumeurs et alimenter chacun par son boîtier d'allumage.

Les deux allumeurs sont localisés sur le carter de la chambre de combustion à la position 3 :00 et 5 :00.



(Fig.II-4-1-2) les allumeurs.

II-4-1-3- les faissaux d'allumage:

- Les faissaux d'allumage assurent la liaison entre les allumeurs et les boîtes d'allumage.
- Un faissaux d'allumage consiste 14 AWG (american wire gauge) de cuivre à l'intérieur, et à l'extérieur on trouve une tresse en Nickel.
- Un faissaux d'allumage est un fil isolé dans un flexible.

II-5-2- le fonctionnement du système d'allumage :(Fig.II-5-2)

Le GTR est alimenté par un générateur de 115 volts du courant alternatif.
L'ECU transmet le voltage vers les boîtes d'allumages (excitateurs).

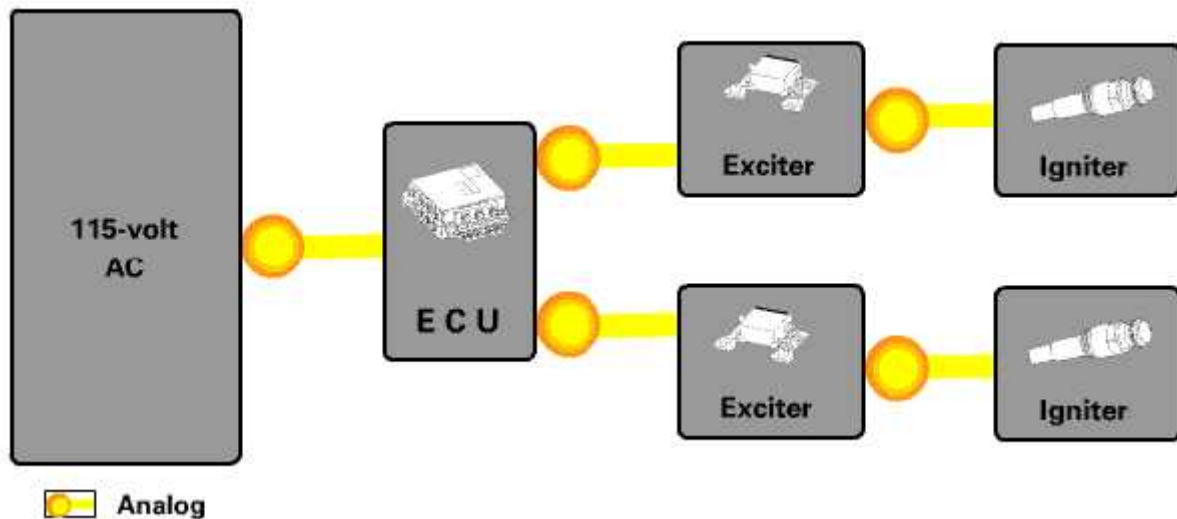


L'énergie venant à la boîte d'allumage du type alternative va se convertir à un courant continu (DC).

L'excitateur aussi amplifie l'énergie, et le voltage sera entre (14000V et 18000V DC).

Les allumeurs transforment, rectifient et stockent l'énergie dans le condensateur (14.5-16 joules).

Le condensateur décharge (1.5 joule) et réalise une impulsion électrique vers les bougies d'allumage.



(Fig.II-5-2) le fonctionnement du système d'allumage.

II-5- Le système d'indication :

Les systèmes d'indication du moteur **CF6-80E1** sont :

- capteur de N^{bre} de vitesse de l'arbre N1 (N1 sensor).
- capteur de N^{bre} de vitesse de l'arbre N2 (N2 sensor).
- la sonde de l'EGT (EGT sensor).
- la vibration de N1 et N2.

II-5-1- le capteur de nombre de vitesse N1 :

Ce capteur est monté sur le FAN frame à la position 2 :00, il est de type magnétique (pulsation magnétique).

L'affichage de N^{bre} de vitesse N1 est en pourcentage du **rpm** au niveau de l'EWD (engine warning display).

NB : le N^{bre} de vitesse N1 est 3818 **rpm** (115.5%)



II-5-2- le capteur de nombre de vitesse N2 :

Le capteur N2 est monté sur l'AGB (accessory gear box) au niveau de l'HMU.
Il mesure la rotation de l'AGB.
L'affichage est dans l'EWD et en pourcentage du **rpm**.

NB : le N2 à une vitesse de 11105 **rpm** (113%).

II-5-3- la sonde de l'EGT :

Dans le **CF6-80 E1** il existe (08) huit sondes de température T49.5, montées tout au tour du carter de la turbine basse pression (LPT case).
L'indication de la température de l'EGT est en degré celsius (C°) au niveau de l'EWD.

NB : l'EGT à un valeur de 715 C° au démarrage, est de 975C° .au régime de décollage T/OFF.

II-5-4- l'indication de vibration du N1 et N2 :

L'indication de vibration du N1 et N2 est affichée au niveau du système display (SD)

La valeur normale de vibration est 3 unités (3 mils) à la balance du moteur.
Lorsque la vibration du moteur contient 5.7 unité, le moteur est en état de l'imbalance.



L'écran SD.



L'écran EWD



Introduction :

Une spécification importante à considérer dans un carburéacteur, est le point d'éclair qui est la température à laquelle, il dégage suffisamment de vapeur pour s'enflammer au contact d'une petite flamme.

Généralement pour l'alimentation des groupes turboréacteurs on utilise le carburéacteur type KEROSENE.

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.

Qualités essentielles du kérosène JET A1 :

Pouvoir calorifique	42.8 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




III-1 présentation du circuit carburant : (Fig.III-1)

Le système a pour rôle de :

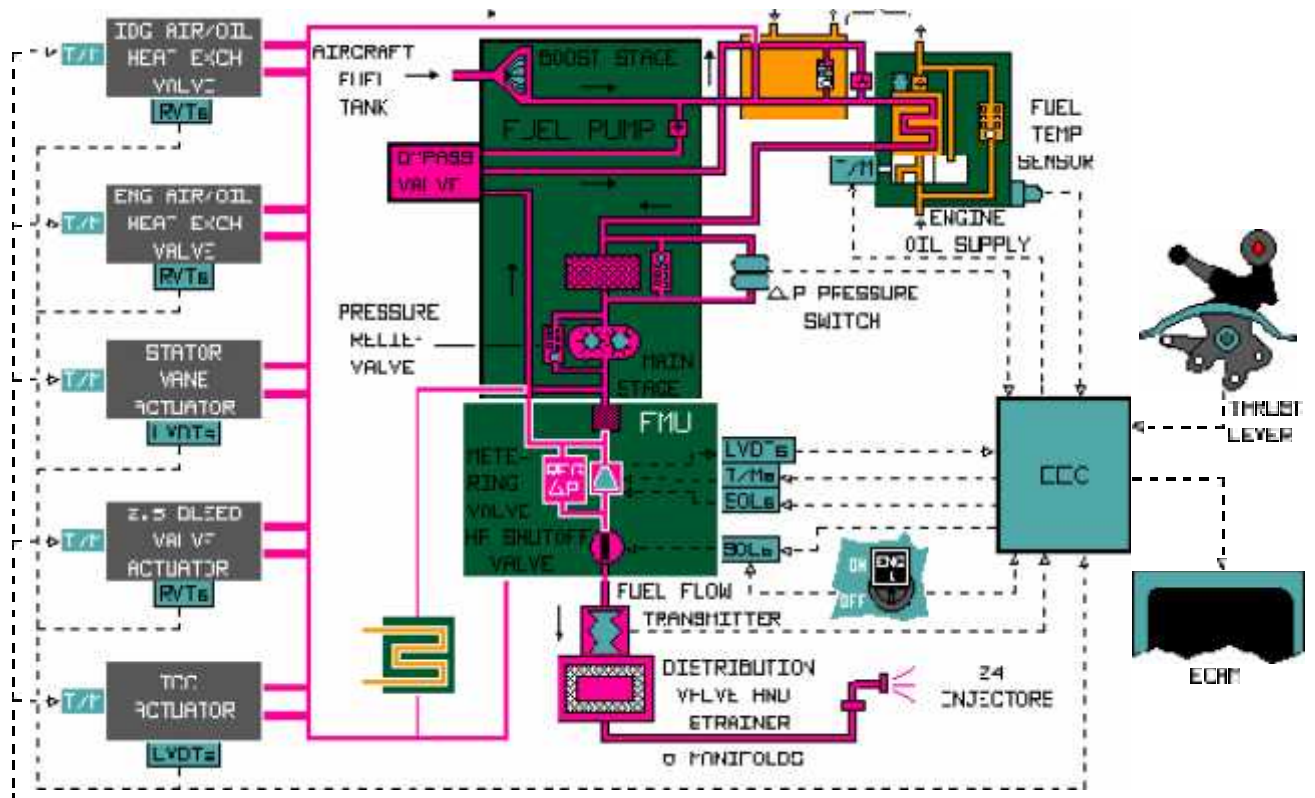
- alimenter les 30 injecteurs.
- alimenter les servitudes (LP/HPTACC, VBV, VSV).
- refroidir l'huile du moteur.
- refroidir l'huile de l'IDG.

Les éléments constituant le circuit carburant du GTR CF6-80E1 sont montés sur l'AGB à la position 8 :00

Ce système contient (03) parties essentielles qui sont :

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





(Fig.III-1) présentation du système.

III- 2 La distribution :

Tous les éléments de la distribution du carburant sont montés sur la gear box, à l'exception des injecteurs et la tuyauterie de l'alimentation du carburant. [5].

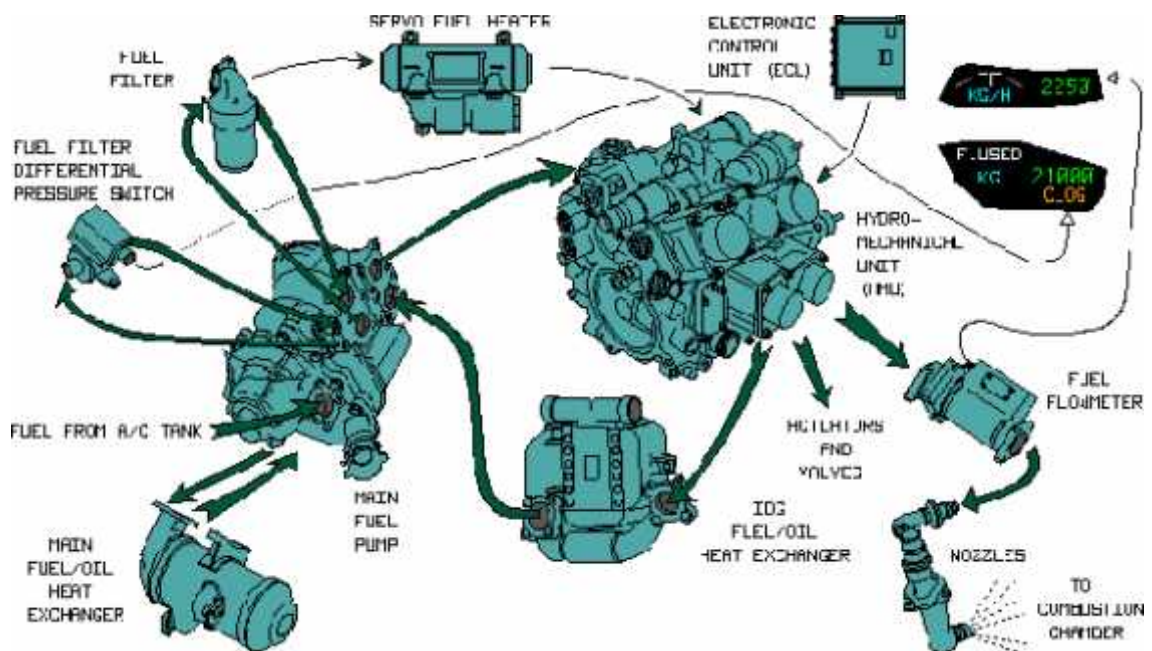
Les éléments de la distribution du système carburant (Fig.III-2) sont :

- ☒ Une pompe à carburant.
- ☒ Un échangeur de chaleur carburant/huile.
- ☒ Un filtre principal carburant.
- ☒ Un réchauffeur carburant (servofuel).
- ☒ L'unité hydromécanique (HMU).
- ☒ Tuyauterie de l'alimentation carburant.
- ☒ 30 injecteurs.
- ☒ Fuel flow meter.





(Fig.III-2) Les éléments de la distribution.



(Fig.III-2) Les éléments de la distribution.



III-2-1-pompe carburant : (Fig.III-2-1).

Elle est montée sur le coté droit de la partie arrière de l'AGB (la boîte d'entraînement des accessoires) à la position 5 :00.

Cette pompe pèse 43 LBS (19.4kg), elle se compose de deux étages :

- Le 1^{er} étage est une roue centrifuge ou de gavage, permettant l'alimentation du second étage, afin d'éviter le phénomène de cavitation, sa pression maximale est 125 psi.
- le 2^{ème} étage est une roue à engrenage haute pression, la pression maximale de cette pompe est de 1300 psi. [2].



(Fig.III-2-1) pompe carburant.

III-2-1-a-le filtre inter étage :

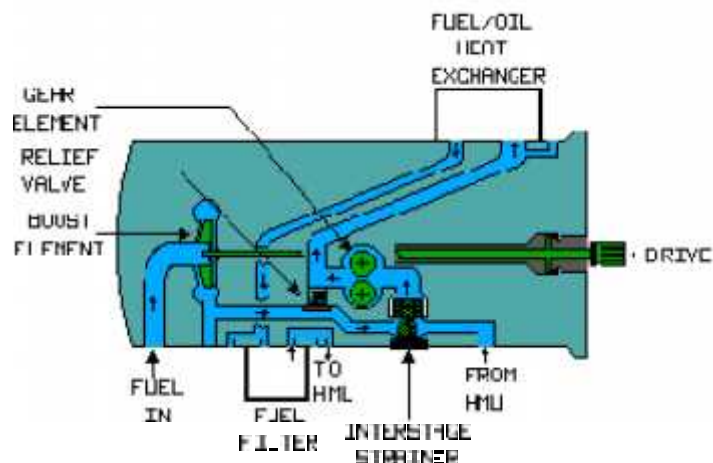
Pour que la 2^{ème} pompe (pompe à engrenages) reste toujours sous une protection contre les impuretés, un filtre métallique placé en amont de cette pompe.

III-2-1-b-clapet de surpression :

Ce clapet est ouvert en cas d'une surpression entre la pompe haute pression et l'échangeur de chaleur.

Il a pour rôle d'éviter la détérioration de tous les éléments, il est taré lorsque la pression est supérieur à 1350 psi.





(Fig.III-2-1) pompe carburant.

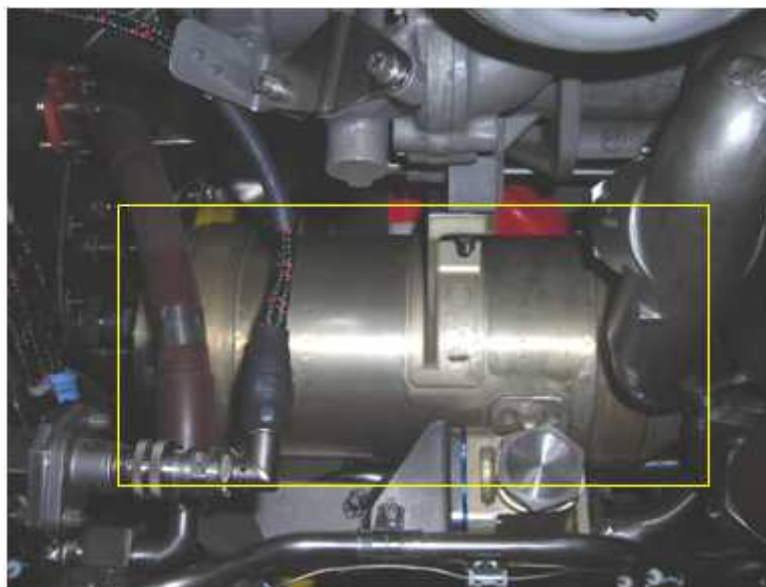
III-2-2-l'échangeur de chaleur carburant/huile : (Fig.III-2-2)

L'échangeur de chaleur carburant/huile est monté directement sur la pompe carburant.

Il a pour rôle de refroidir l'huile du moteur et réchauffer le carburant durant le fonctionnement du moteur.

Cet échangeur équipé d'un by-pass pour l'huile.

Cette valve de by-pass commence à s'ouvrir à 85 Psi et elle est complètement ouverte à 120 psi.



(Fig.III-2-2) l'échangeur de chaleur carburant/huile.



III-2-3-le filtre carburant : (Fig.III-2-3)

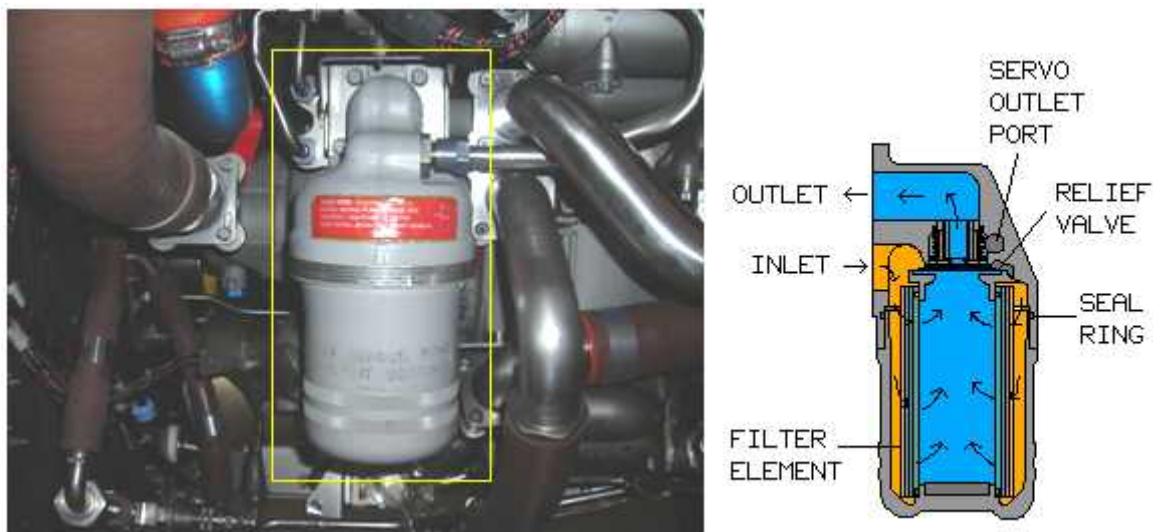
Il est monté sur la pompe à carburant.

Il à pour rôle de protéger les éléments du circuit de la contamination.

Dans ce filtre il y a deux flux du carburant :

- le premier flux est la majorité qui va vers le HMU.
- le deuxième flux est une petite quantité qui va vers le second filtre (wash screen) qui le conduit au réchauffeur servofuel.

Le filtre est aussi équipé d'une valve de surpression (by-pass valve), cette valve s'ouvre entre 64 et 95 psi en cas de colmatage de l'élément.



(Fig.III-2-1) le filtre carburant.

III-2-4- le switch de surpression :

- Ce switch est monté sur la pompe carburant juste au dessous du filtre carburant.
- Il compte la différence de pression entre l'entrée et la sortie du filtre carburant.
- Sur le, moteur **CF6-80E1**, l'information de P est donnée par l'ECU.

III-2-5-le réchauffeur servofuel : (Fig.III-2-5)

Le réchauffeur servofuel se trouve sur le coté droit de l'AGB, il à pour rôle de :

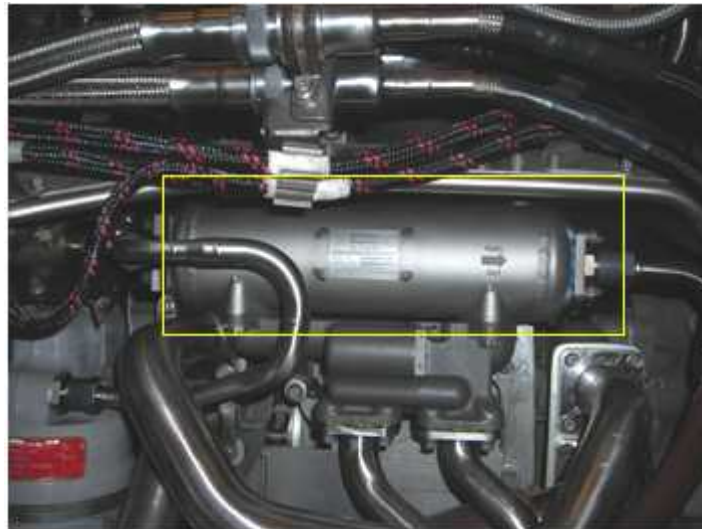
- refroidir l'huile de graissage moteur.
- réchauffer le carburant avant d'entrer dans le hydraulique unit (HMU) afin d'éviter le phénomène du givrage du carburant qui servira pour les servo-commandes de l'HMU (VBV, VSV,...etc.).

Le carburant passe à travers des tubes métallique et l'huile circule à l'extérieur des ces tubes.

Le réchauffeur servofuel contient :



- une valve de by-pass du pression : commence à s'ouvrir à 60 psi et elle est complètement ouverte à 110 psi.
- une valve de by-pass thermique : elle à pour rôle d'éviter le phénomène de (coking), ça température excédé est 150°F.



(Fig.III-2-5) le réchauffeur servofuel.

III-2-6- transmetteur de débit carburant (débitmètre) : (Fig.III-2-6)

Le transmetteur du débit carburant (fuel flow transmitter) ; [15].

Se situe sur le coté droit à l'avant de la gear box, juste au dessus du HMU.

Le poids du débitmètre est 3.5 livre (1.59 kg).

Le transmetteur à pour rôle de comptabiliser la quantité du carburant venant du HMU et qui va vers les injecteurs de la chambre de combustion.



(Fig.III-2-6) le débitmètre.



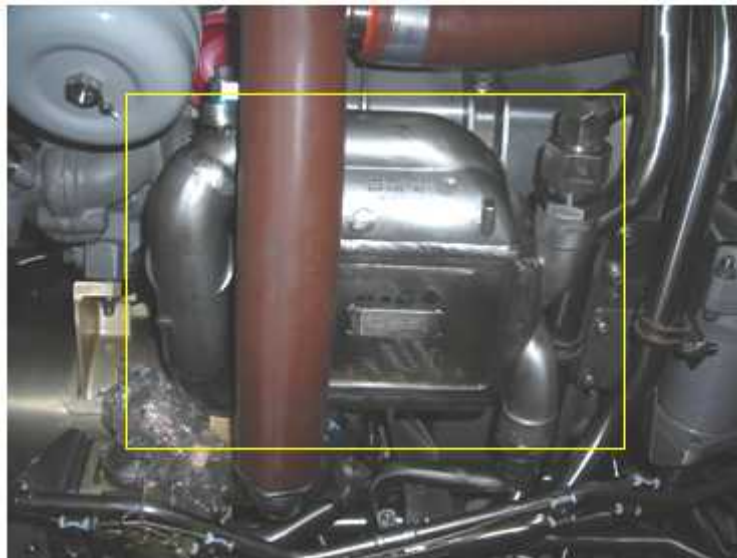
III-2-7-l'échangeur huile/carburant de l'alternateur IDG : (Fig.III-2-7)

L'échangeur huile/carburant de l'IDG est localisé sur le coté droit de la gear box (AGB), juste au voisinage de débitmètre (FFT).

Le rôle principal de l'échangeur est de refroidir l'huile de l'IDG.

Le carburant transite par des tubes et l'huile circule à l'extérieur de ces tubes.

Donc l'échange thermique entre le carburant et l'huile de l'IDG est par convection.



(Fig.III-2-7) l'échangeur huile/carburant de l' IDG.

III-2-8-la rampe de carburant : (Fig.III-2-8)

La rampe de carburant est localisée sous forme circonférentielle autour de compresseur rear frame.

En mai 1997, la rampe carburant du **CF6-80E1** contient (03) collecteurs à l'intérieur.

En ces (03) collecteurs il y'a deux collecteurs de l'alimentation du carburant et la 3éme du drainage.

Chaqu'un des deux collecteurs alimente 15 injecteurs.

La rampe de drainage est annulée pour le GE et on note ça comme un SB.

☒ les manifolds sont différent 2*2. [2].





(Fig.III-2-8) la rampe carburant.

III-2-9-les injecteurs : (Fig.III-2-9).

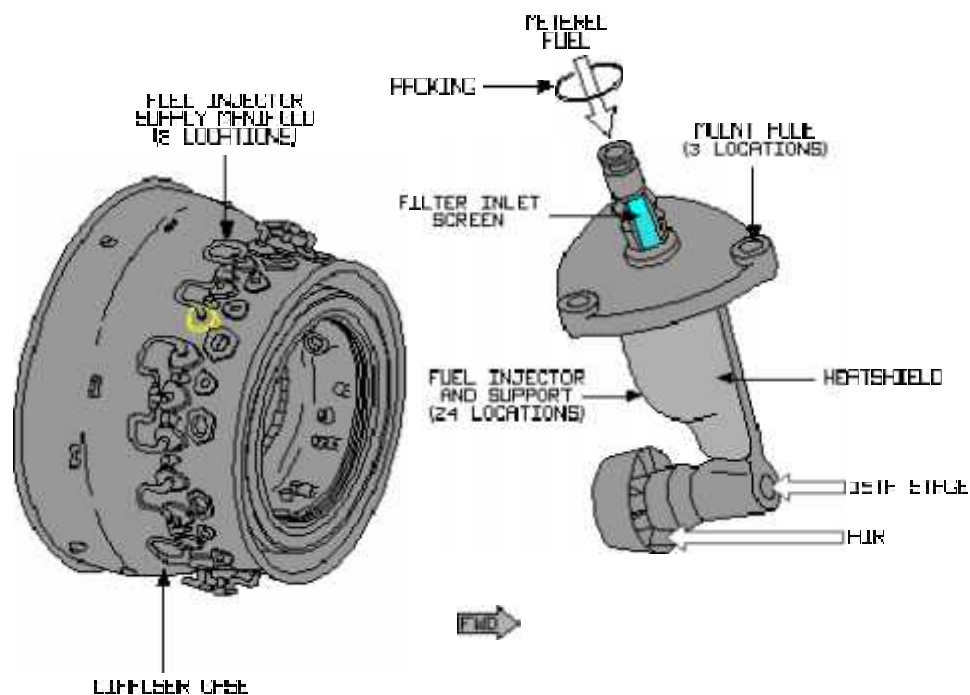
La chambre de combustion qui équipe le **CF6-80E1** est du type annulaire, équipée de (30) injecteurs de type duplex, ayant un flux primaire et un autre secondaire.

En ces 30 injecteurs, 28 injecteurs sont colorés avec bande argentée (injecteurs standards), et (02) injecteurs avec une bande bleue (injecteurs spéciaux), situés à la position 5 h30 et 6 h30.

- Les 28 injecteurs standards délivrent 70 pph (pound per hour) en 250 psi.
- Les 02 injecteurs spéciaux délivrent un débit de 115 pph en 250 psi.

Dans chaque injecteur il y'a une valve de contrôle (check valve) installée à l'entrée pour bloquer l'arrivée du carburant.





(Fig.III-2-9) les injecteurs.

III-2-10-la valve de drainage :

La CDV est montée sur une tuyauterie localisée au 1^{er} étage de la turbine base pression à la position 5 :30, la CDV est une reniflard à ressort, elle a deux position (ouverte / fermée).

Elle a pour rôle de vider (ou drainer) la chambre de combustion du résidu du carburant non brûlé.

NB : les **CF6-80E1** qui équipe les avions de la compagnie Air Algérie, la valve CDV n'existe pas.

- III-2-11-le fonctionnement de la distribution :(schéma III-2-11)

Le carburant qui arrive du réservoir de l'avion, passe dans le 1^{er} étage de la pompe carburant,

La pompe centrifuge augmente le débit du carburant à une pression très élevée avant l'entrée du 2^{eme} étage de la pompe (étage haute pression).

Le carburant passe dans le réchauffeur thermique, puis passe par le filtre principal.

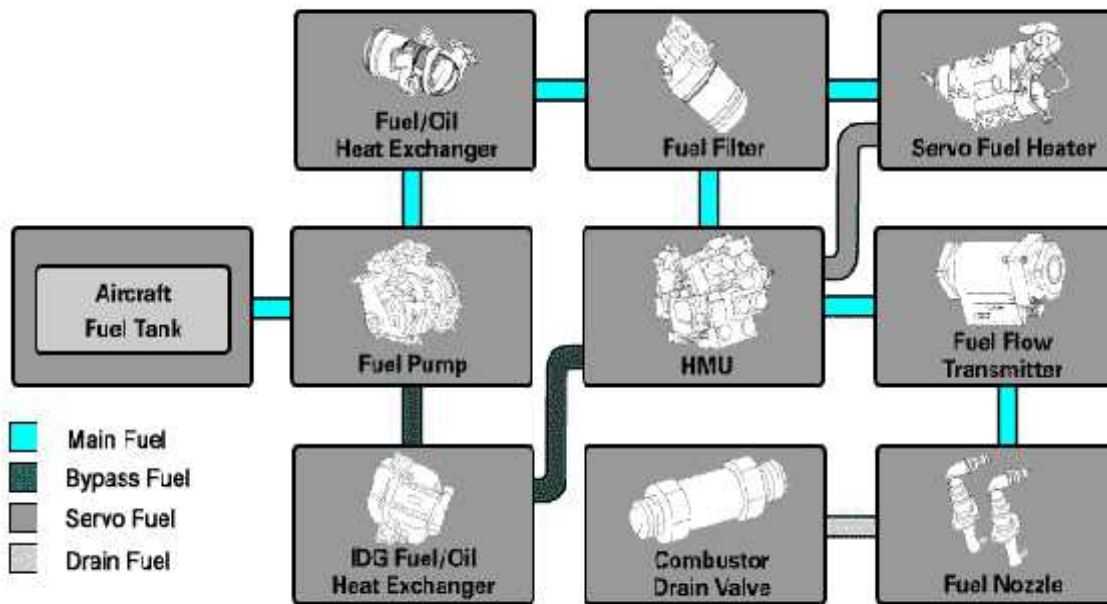
A la sortie du filtre principal le carburant passe :

- ☒ Vers le réchauffeur servo fuel (petite quantité).
- ☒ Vers le régulateur carburant le HMU.

A l'intérieur du HMU, le carburant prend un débit important fourni par un galet doseur (FMU).



Le carburant qui passe du HMU passe au débitmètre pour être comptabilisé et se dirige vers les injecteurs qui seront prêt à la combustion.



(Schéma III-2-11) le fonctionnement de la distribution.



III-3 La régulation :

III-3-1- système FADEC : (Schéma III-3-1)

Full Authority Digital Electronic Control ou le système de régulation numérique électronique à pleine autorité :

- ✚ Fournit l'équilibre du moteur.
- ✚ Améliorer les performances transitoires du moteur.
- ✚ Permet l'exécution des différentes opérations durant le fonctionnement du moteur en combinaison avec les sous systèmes de l'aéronef.
- ✚ Assure l'autogestion du moteur et son contrôle.

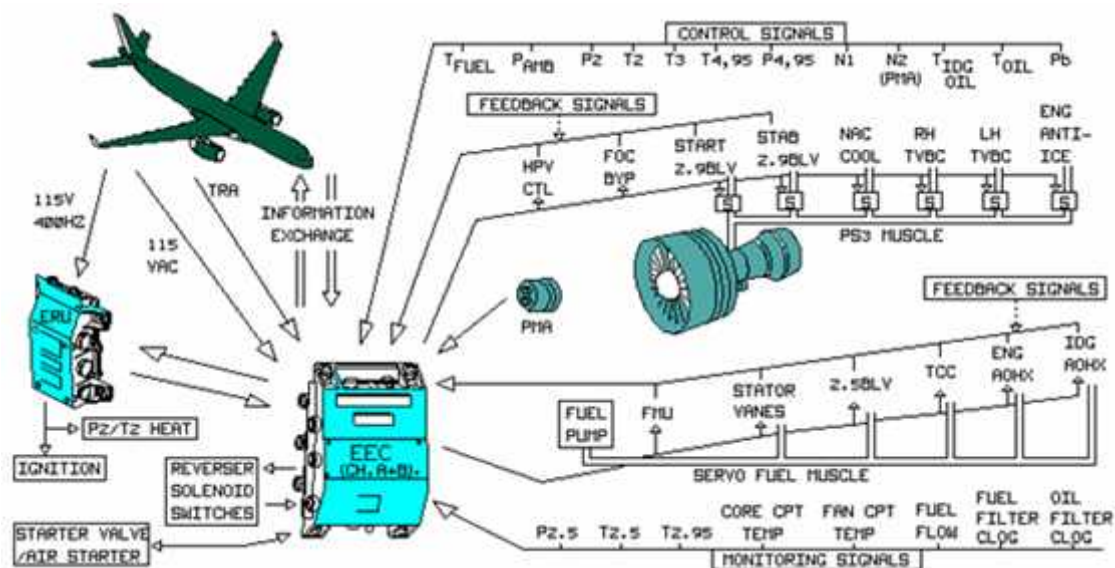
Le **FADEC** généralement consiste :

- Deux canaux de l'**ECU**.
- Unité hydromécanique (**HMU**).
- Alternateur de l'**ECU**. (permet l'alimentation de l'**ECU**).
- Le système de démarrage.
- Les systèmes de **VBV, VSV, HPTACC et LPTACC**.
- La valve de refroidissement de l'**IDG**.
- Sondes du moteur.
- Valve de refroidissement du compartement core **CCCV**.
- Le câblage électrique.

Le **FADEC** assure les fonctions suivantes :

- ✚ Le contrôle du générateur de gaz.
- ✚ La protection dans les limites du moteur.
- ✚ La séquence de démarrage automatique du moteur.
- ✚ Le contrôle des inverseurs de poussée.
- ✚ La transmission des paramètres du moteur pour l'indication.
- ✚ La détection feu, l'isolation, mémorisation des pannes du moteur.





(Schéma III-3-1) système FADEC.

III-3-2-les différents éléments du système FADEC:

III-3-2-1-l'unité de contrôle électronique (ECU) : (Fig.III-3-2-1)

L'ECU est localisée en position de **8 :30** sur le carter FAN, c'est un microprocesseur à double canal A et B, c'est deux canaux fonctionnent indépendamment l'une de l'autre et en assurant la redondance.

L'ECU contient **(11)** prise de **J1 à J11** et **(04)** quatre pour les sondes de pression.

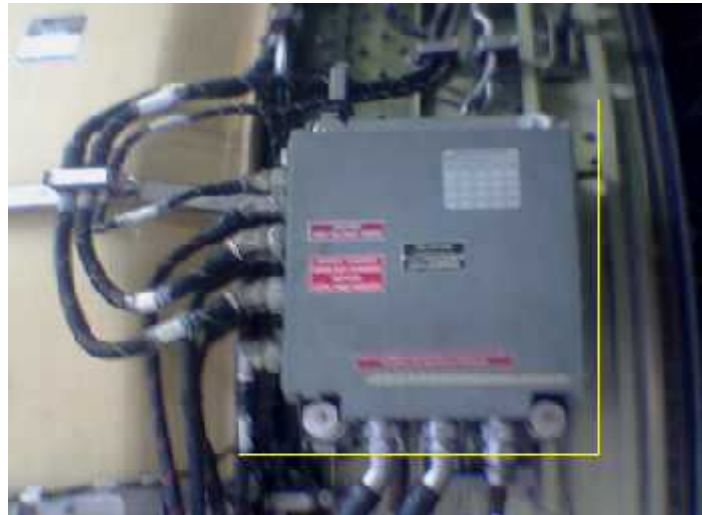
L'ECU est enveloppé en aluminium et assure les fonctions suivantes :

- Le contrôle du moteur durant le fonctionnement.
- Le test de maintenance et recherche de pannes.

■ Le bouchon d'identification (**ID ;** identification plug) reste toujours sur le moteur en cas de changement de l'ECU. [2].

- 1- A pour bute de limiter la poussée du moteur.
 - 2- Il setier toutes les informations du moteur.
- EXP. ; serial N du moteur ; position etc...





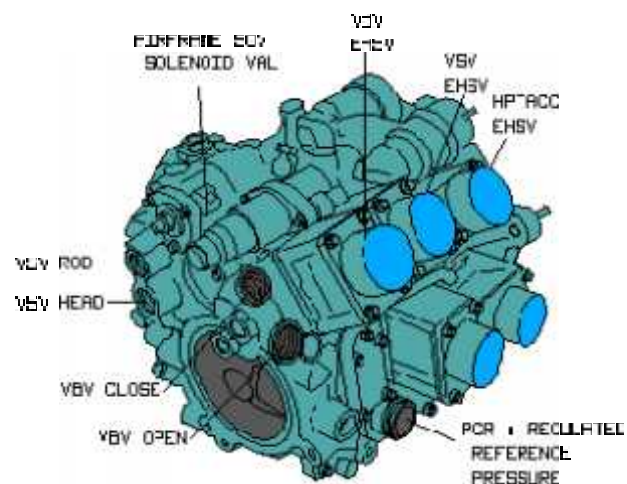
(Fig.III-3-2-1) l'ECU.

III-3-2-2-Le HMU (hydromécanical unit) : (Fig.III-3-2-2)

L'hydromécanical unit (**HMU**) est localisée sur le coté droit avant de la gear box. Le HMU est un l'élément commandé par l'ECU pour fournir le carburant aux injecteurs selon la demande.

Le HMU a les connections suivantes :

- la porte d'entrée du carburant.
- porte de by-pass du carburant.
- porte d'entrée des servo fuel.
- les portes servo pression de HPTACC et LPTACC.
- les portes de l'ouverture et la fermeture des VBV et VSV.
- connecteur des deux canaux A et B de l'ECU.
- régulateur différentiel de servo pression de (PCR) du HP/LPTACC.
- porte de décharge du carburant dosé.





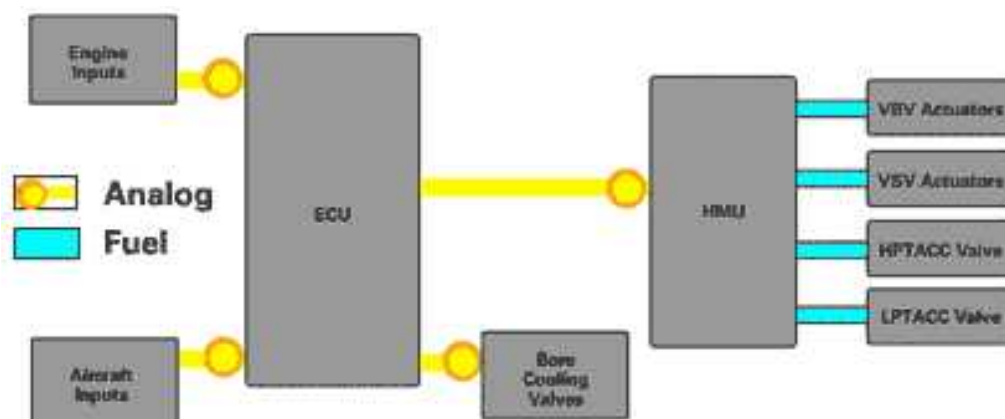
(Fig.III-3-2-2) Le HMU.

- Le HMU assure :

- L'ouverture et fermeture de la **HPSOV**.
- Contrôle le débit carburant.
- Régulation du **N2**.
- Guidage des vérins **VSV**, **VBV**, **LPTACC**, **HPTACC**.

III-3-2-2-a -Fonctionnement du HMU : (Fig.III-3-2-2-a)

- Le HMU reçoit un signal électrique venant de l'ECU.
- La conversion de ce signal donne une information pour commander les électrohydrauliques servovalves (EHSV) et qui sert pour actionner les vérins des VBV, VSV, la LPT/HPTACC.



(III-3-2-2-a) Fonctionnement du HMU.



Le régulateur carburant est composé des éléments suivants (Schéma III-3-2-2) :

- (05) cinq électrohydrauliques servovalves (EHSV).
- Une valve de by-pass.
- Un FMV (fuel metering valve).
- Un gouverneur de survitesse.
- Un RDVT (2) (transducteur différentiel variable à mouvement rotatif).
- Régulateur de pression différentielle.
- Régulateur de servo pression.
- Shut off solenoid.
- Le robinet carburant haute pression PSOV.

- le galet doseur (FMV) :

Le galet doseur est un robinet qui ouvre ou ferme l'orifice de la livraison du carburant à la demande. L'instruction est donnée par l'ECU.

Cet orifice de la livraison renvoie le carburant dosé vers le robinet de pressurisation.

- le gouverneur de survitesse :

Le rôle principal du gouverneur de survitesse est de maintenir la rotation de l'attelage haute pression (N2) si la vitesse dépasse 113 , le by-pass s'ouvre et le surplus du carburant revient vers la pompe.

- le régulateur servo-pression :

Le régulateur à pour rôle de maintenir une pression constante aux EHSV quelque soit la vitesse du moteur.

- régulateur de pression différentielle (P régulation) :

Lorsque la différence de pression dépasse les 36 psi un régulateur du P taré.

Le by pass s'ouvre et fait passer la quantité excédante.

Cette quantité de P va s'écouler par la valve du by-pass.

- la valve de by-pass :

La valve de by-pass est une valve dont le rôle principal est de délivrer l'excédent carburant du régulateur vers le radiateur IDG carburant/huile

Cette valve est tarée à une pression différentielle de 36psi

- les électrohydrauliques servovalve (EHSV) :

Le régulateur principal du carburant du moteur CF6-80E1 comporte cinq (05) électrohydrauliques servovalve destinées pour les fonctions suivantes :



- le doseur carburant (FMV).
- les vérins des VBV.
- les vérins des VSV.
- les vérins de LPTACC et HPTACC.

Ces EHSV sont commandés électriquement par l'unité électronique de contrôle ECU et fonctionnent hydrauliquement par le carburant.

- robinet carburant haute pression (HPSOV) .

Le robinet carburant haute pression à deux position (ouvert/fermé).
Ce robinet à une connection avec l'ECU, localisée au fond du HMU.
Le robinet carburant joue un rôle pour le drainage !

Comment ?

À l'arrêt moteur quand la pression du carburant chute et devient inférieur à 240psi le robinet HPSOV se ferme.

📌 Le contrôle du système carburant et contrôle du moteur **CF6-80E1** est contrôlé par les éléments suivants :

- ➔ le capteur de nombre de vitesse N1.
- ➔ le capteur de nombre de vitesse N2.
- ➔ la sonde de l'EGT (T49.5).
- ➔ les sondes T12, T25, T3, P2, 5, FTS (fuel température sensore).
- ➔ les capteurs P0, Ps12, Ps14, Ps3 et P4.9.

III-4-les sondes et les capteurs : [3]

- La sonde T12 : elle est montée sur le carter FAN à la position 12 :00 pour mesurer la température de l'entrée du compresseur. La sonde est connectée aux deux canaux de l'ECU A et B pour fournir l'information.
- La sonde T25/P25 : elle est localisée à l'entrée de compresseur haute pression à la position 7 :00.
Elle mesure la température et la pression de l'entrée compresseur haute pression.
- La sonde T3 : est une sonde thermocouple déterminant la température de la sortie du compresseur haute pression.
Elle est montée sur le compressor rear frame (CRF) à la position 11 :30.
- La sonde FTS : est localisée à la sortie du transmetteur de débit carburant.
Elle mesure la température du carburant entrant aux injecteurs.
Le refroidisseur d'huile IDG est contrôlé par cette sonde.



- Capteur P0 : ce capteur est localisé à l'ECU.
Il permet de mesurer la pression au niveau de capotage FAN.
- Le capteur Ps12 : il est monté sur le FAN à la position 10 :30 et 1 :30.
- Le capteur Ps14 : il est localisé à l'arrière du carter FAN à la position 10 :30.
- Le capteur Ps3 : le capteur est localisé au (CRF) à la position 3 :00.
Il permet de mesurer la décharge du compresseur.
- **NB** : si l'ECU ne reçoit pas l'information de la pression de la chambre de combustion, le HMU ne s'ouvre pas.
- Le capteur P4.9 : est localisé au carter turbine basse pression à la position 3 :30.
Il à pour but de capter la pression des gaz d'échappements.

III-5-La PMA :(Fig.III-5)

La PMA du moteur CF6-80 E1 est localisé dans la partie avant de la gear box à la position 8 :30.

Est un générateur de l'ECU.

La PMA transmet un signal électrique à l'ECU durant l'opération normale du moteur (à chaque canal de l'ECU).



(III-5) La PMA.



IV-1- Présentation du l'atelier QEC ou nous avons faits notre stage :**▣ L'ATELIER QEC :(Fig.IV-1-A)**

Quick Engine Change ; ce qui veut dire changement rapide d'accessoires du moteur : est une interface entre l'avion et le centre entretien moteur.

▣ Situation :

Aéroport international d'Alger HOUARI Boumediene.
La nouvelle base de maintenance.
Bloc D, RDC.

▣ Dépendance :

Cet atelier se dépend administrativement à :
La direction technique.
La S/D entretien moteur.
Le département Banc D'essais.

▣ Structure hêarachique :

Chef d'atelier M^r : SALAH-ROUANA Riad, TSA (ENTA).
Chef d'équipe : TSA.
(06) six TSAP. (IAB)
(01) un TAP (AH).
(01) un TA (AH).



(Fig.IV-1) L'ATELIER QEC.



Travaux effectués à l'atelier : (Fig.IV-1-B)

L'atelier avec ses techniciens qualifiés assure:

- **A- le déséquipement du moteur (dépose) du QEC.**
- **B- les inspections boroscopiques (pour connaître l'état du moteur).**
- **C- Préparation pour les gros travaux.**
- **D- l'équipement : la repose du QEC, le passage être traité au banc d'essais moteur.**
- **E- la remise en exploitation.**

Exps. De quelques travaux effectués dont nous avons assistés :

- **Application d'un SB** : au mois de mars 2007, un SB sur le CFM56-7B qui permet de faire quelques modification sur le câble de maintien (lanyard) de l'IDG.
- **Dépannage** : 21 mai 2007 à 09h : 45 changement de 03 ailettes du FAN du moteur CFM56-7B équipant l'avion B 737-600 qui sont endommagées par un FOD.



(Fig.IV-1-B) Travaux effectués à l'atelier.



■ Les deux chantiers du CF6-80E1 à l'atelier QEC : (Fig.IV-1-C)

Il existe au niveau du QEC deux chantiers de montage de deux GTR de type CF6-80 E1.

- **Chantier I :** le GTR CF6-80 E1 ES/N : 811294 équipé par un chef d'atelier, un chef d'équipe, un TSAP, et un TA.

Ce chantier est terminé à 90%.

- **Chantier II:** le GTR CF6-80 E1 ES/N : 811321, ce chantier est en cours, équipé par un chef d'atelier, un chef d'équipe, un TSAP, et un TA.

Ce chantier permet de monter les accessoires du moteur (le starter, l'IDG, pompe à huile, tuyauterie de conditionnement d'air...etc.).



(Fig.IV-1-C) Les deux chantiers du CF6-80E1 au QEC.



IV-2- Définition de la maintenance :

L'entretien d'un aéronef (ou d'un élément de cet aéronef) peut être défini comme étant l'ensemble des actions destinés à maintenir (maintenance programmée«visite») ou à remettre (maintenance non programmée) l'aéronef ou certain de ces éléments en état d'être exploiter normalement. [6]

IV-3- Les objectifs de la maintenance :**IV-3-1- La sécurité :**

Pour une compagnie de transport reste excellente et propre aux accidents, il faut garantir la sécurité à des passagers ainsi qu'aux travailleurs.

Pour cela, en Algérie il existe une entreprise du ministère du transport qui sécurise la maintenance de l'avion, cette entreprise s'appelle VIRITAL.

IV-3-2- La disponibilité :

A cet objectif , les compagnies aériennes cherchent des taux d'utilisation important (élevés) , parce que le retard ou l'annulation d'un vol constituent non seulement une perte directe à la compagnie mais nuise aussi à sont image de marque au près des ces clients.

IV-3-3- Le coût :

Dans une compagnie aérienne, on cherche toujours à assurer une sécurité maximale, et à mettre disponible les avions pour un moindre coût de maintenance.

IV-4- Variété de maintenance :**IV-4-1- Entretien effectué sein de la compagnie à partie entière:**

Il à pour rôle de diminuer le coût de la maintenance
Exp. : révision moteur et équipement

IV-4-2- Entretien effectué sein de la compagnie partiellement :

Elle à pour rôle de :

- ➔ développer progressivement l'activité.
- ➔ diminuer les coûts

Exp. : entretien en ligne moyen et grande visite.



IV-4-3- Entretien sous traité à partie entière:

Dans cet entretien on ne trouve pas des problèmes liés à la maintenance.

IV-5- La maintenance programmée :

Est une maintenance préventive, elle est effectuée selon des critères bien définies en heure de vol ou en temps calendaire ou en cycle.

Cette prévention doit permettre d'éviter les pannes en cours d'utilisation de l'aéronef.

IV-6- Maintenance non programmée :**IV-6-1- Modes d'entretien :****IV-6-1-1- A vie limite "Hard Time" :**

C'est un intervalle de temps maximum fixé à l'essue pour que l'élément doit être réparer ou réformer.

IV-6-1-2- Entretien avec surveillance du comportement en service "Condition Monitoring""CM" :

Ce mode d'entretien n'est applicable qu'aux éléments dont la défection ne va pas se répercuter sur la navigabilité.

Cet entretien nécessite d'inspecter l'élément à l'action correctif qui sont entreprise qu'après la constatation de l'élément.

IV-6-1-3- Entretien selon vérification de l'état "On Condition""OC" :

On dit qu'un élément fait l'objet du (OC), signifie que cet élément subit des interventions périodiques pour déterminer son état par des testes respectés.

IV-7- La stratégie de maintenance du CF6-80E1 :

Cette stratégie consiste deux méthodes utilisées régulièrement pour augmenter la durabilité et deminuer les pannes en cours d'utilisation.

IV-7-1- Entretien en ligne (EEL):

Suivant les fiches de travaux établis par le département ENGENERING d'Air Algérie et suivant le manuel de maintenance établie par le GE , le technicien de maintenance fait inspecter et vérifier avant et après chaque vol les différents parties de l'avion et du moteur .



IV-7-1-a-Inspection de routine :

Cette inspection permet de vérifier visuellement les constituants extérieurs du moteur.

✚ Elle se fait après chaque vol.

IV-7-1-b-Vérification du fonctionnement :

Cette inspection concerne la vérification des paramètres moteurs au sol avec l'inspection des indicateurs au poste de pilotage.

IV-7-1-c-Vérification pour état :

Elle est pour la structure extérieure du moteur, en contrôlant les fissures et les fuites.

IV-7-1-d-Inspection boroscopique :

Elle se fait directement dans le chantier pour voir l'état interne des :

- ➔ ailettes du compresseur.
- ➔ ailettes de la turbine.
- ➔ la chambre de combustion.

IV-7-1-e-La PV2 :

La PV2 s'effectue chaque 200heures de fonctionnement du moteur.

IV-7-2- Entretien en atelier :

Toujours suivant les fiches de travaux de l'ENGINEERING les travaux en atelier sont plus approfondis qu'en lignes.

A l'atelier l'entretien du moteur doit être inspecter complètement selon des protocoles ou des cartes de travail.

IV-8- Le manuel de maintenance avion (AMM) :

Ce manuel est exigé par le constructeur AIR BUS
Conforme aux spécifications de normes ATA 100.

Il contient des informations nécessaires pour le service de réparation, le remplacement, l'ajustement, l'inspection et la vérification des systèmes et des équipements de l'aéronef.

Il comporte aussi des procédures d'inspection et de maintenance. [13].



IV-9- Maintenance du circuit carburant :

NB : pour l'entretien en ligne, le technicien vérifie le circuit carburant visuellement.

La dépose/repose s'effectue au niveau de l'atelier

On donne juste des exemples de la dépose et repose de quelques éléments du circuit.

Exp. :

- L'échangeur de chaleur huile/carburant.
- Filtre principal carburant.
- L'unité hydromécanique (HMU).

IV-9-1- Le filtre carburant principal :

Ce qui suit est le sommaire de la maintenance pratique requis pour le filtre principal. Ce sommaire nécessite l'illustration du manuel de maintenance avion (AMM, EM). Des qu'on termine l'opération on doit identifier tous les éléments de l'assemblage.

IV-9-1-a- Dépose des éléments du filtre :

- 1-placer un récipient au dessous du filtre.
- 2-desserrer l'écrou de drainage.
- 3-déposer l'élément extérieur du filtre (bowl).
- 4-refirer l'élément de la filtration.
- 5-déposer le joint supérieur au corps du filtre.

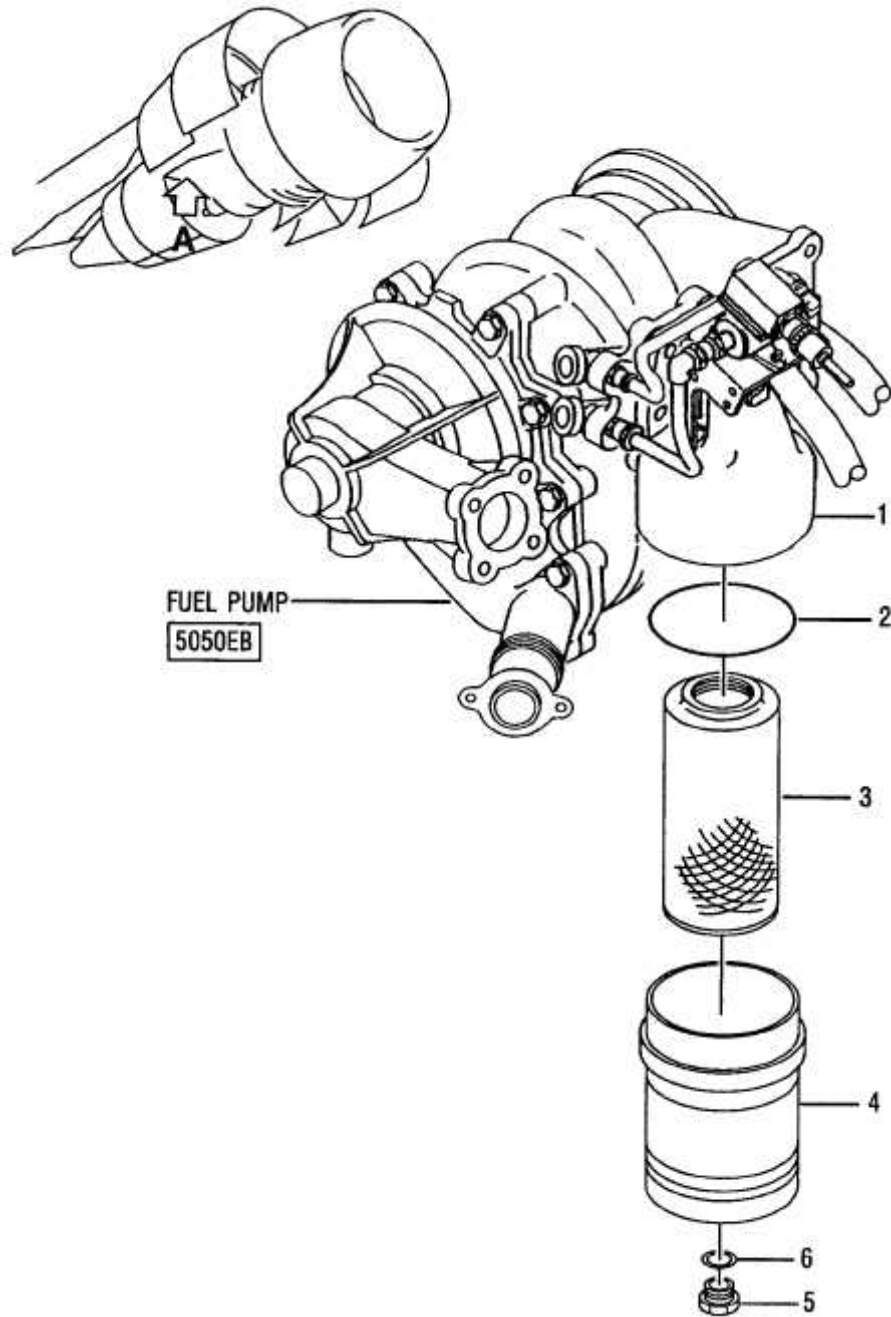
IV-9-1-b- L'installation des éléments du filtre :

- 1-lubrifier les nouveaux emballages (joint) normalisés par l'huile de type 1010.
- 2-installer le joint au corps du filtre.
- 3-lubrifier le bowl du filtre à la 1010.
- 4-placer l'élément de filtre au bowl du filtre.
- 5-attacher le bowl du filtre (enveloppe) au corps du filtre.
- 6-remettre le bouchon de drainage et le joint à son état initial après la lubrification avec l'huile de 1010 du grade.

NB : pour déposer le filtre, il faut accomplire les étapes suivantes :

- 1-placer un récipient en dessous du filtre.
- 2-desserrer les 04 boulons qui maintient le filtre à la pompe carburant.
- 3-enlever le tube du réchauffeur du servo fuel filtre. [1].





- 1- corps du filtre.
- 2- joint.
- 3- l'élément de la filtration

- 4- le couvercle extérieur du filtre (bowl).
- 5- le bouchon de drainage.
- 6- joint.



IV-9-2- L'unité hydromécanique (HMU) :**IV-9-2-a- La dépose du HMU :**

NB : le HMU pèse 53 lbs (23.9kg).

- 1-débrancher les deux connecteurs de l'ECU.
- 2-déconnecter la prise de shuttoff valve du HMU.
- 3-débrancher les deux connecteurs de capteur de vitesse de N2.
- 4-placer un récipient au dessous du HMU.
- 5-desserrer les (04) boulons.
- 6-déconnecter les lignes de :

- réchauffeur servo fuel vers le HMU.
- Les portes de HPTACC et LPTACC.
- Les portes de VSV et VBV.

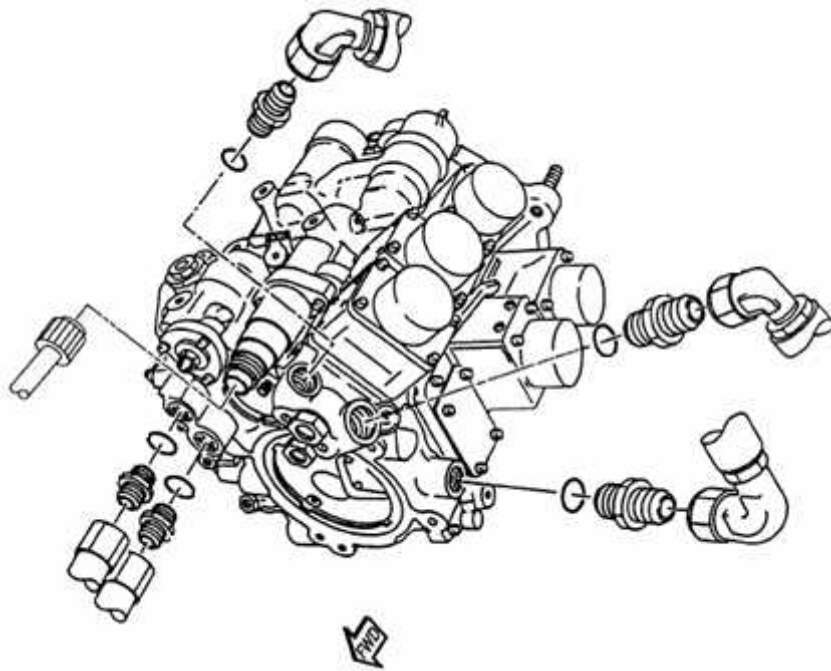
7-desserrer les (06) six boulons et la gasket maintient le HMU à l'AGB.

IV-9-2-b- L'installation du HMU :

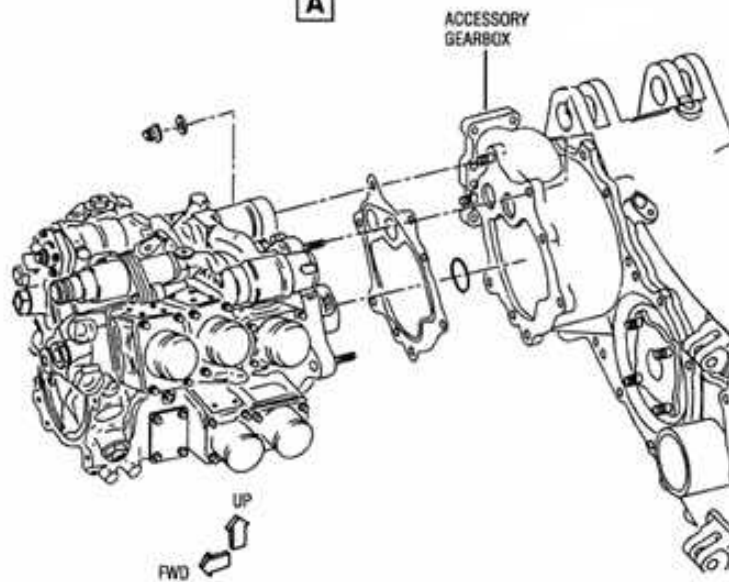
- 1-installer le HMU et la gasckete à l'**AGB**.
- 2- placer les gaskets des connecteurs et les connecteurs des deux canaux, les servitudes (VBV, VSV, LPTACC, HPTACC) et les (02) connecteurs de N2.
- 3- serrer les (06) boulons et la gasket pour attacher l'HMU à l'AGB.
- 4-connecter les lignes de :

- a. réchauffeur servo fuel vers l'HMU.
- b. Les portes de HPTACC et LPTACC.
- c. Les portes de VSV et VBV





A

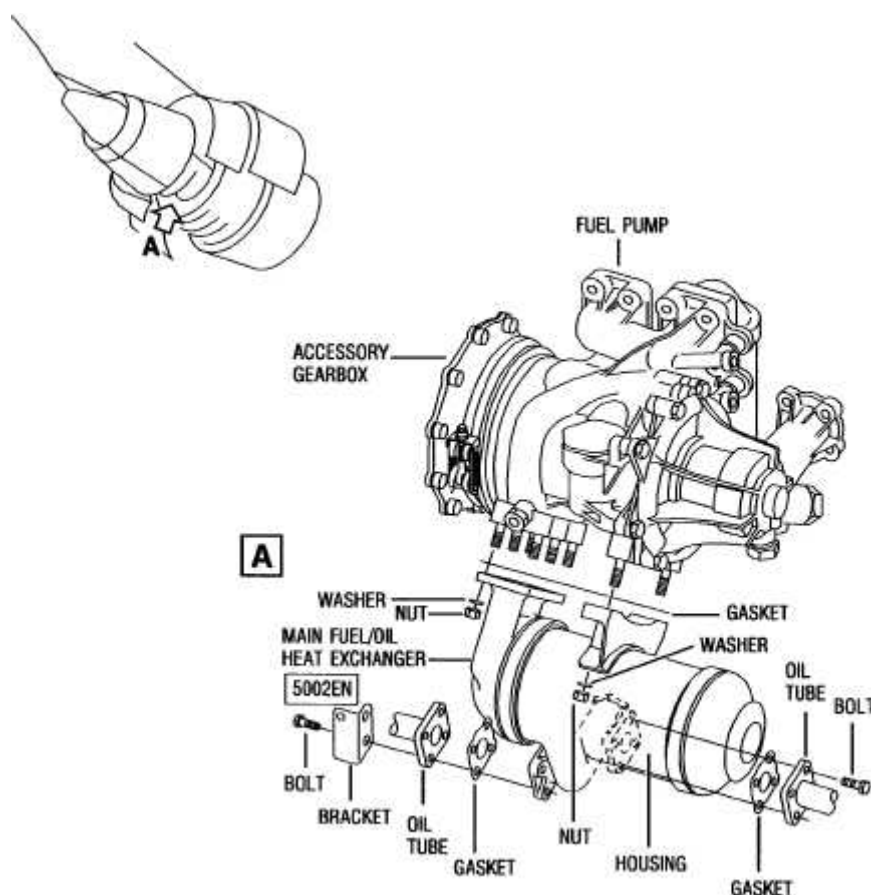


IV-9-3- Le réchauffeur huile/carburant :**IV-9-3-a- Dépose de l'échangeur de chaleur huile/carburant :**

- 1-placer un récipient sous l'échangeur.
- 2-desserrer les (04) boulons et la gasket pour débrancher le tube de l'entrée d'huile et la bracket.
- 3-desserrer les (04) boulons et la gasket pour débrancher le tube de sortie d'huile avec la braket.
- 4-desserrer les (08) boulons et les gaskets pour extraire l'échangeur de la pompe carburant.

IV-9-3-b- L'inspection et l'installation :

- 1-examiner et identifier les gaskets et dites qu'elle sont serviciables ou unserviciables.
- 2-inspecter visuellement l'échangeur thermique huile/carburant.
- 3-lubrifier toutes les gaskets avec de l'huile.
- 4-installer l'échangeur de chaleur.
- 5-installer et serrer les (08) boulons qui attachent l'échangeur à l'HMU.
- 6-serrer les (04) boulons de l'entrée d'huile avec la gasket et la bracket.
- 7-serrer les autres (04) boulons de sortie d'huile avec la braket.



IV-10-La documentation :

Pour faciliter la consultation des manuels (documentations), la compagnie aérienne Air Algérie dispose d'un site internet et intranet.

Ce réseau contient toute la documentation technique concernant tous les avions (AIRBUS, BOEING, hercule, ATR72) et tous les réacteurs (CF6-80, CFM56, Rolls Royce,...).

IV-11-Definition des SB :

Le SB est une solution technique faite par le constructeur pour corriger les erreurs de conception signalées par les compagnies.

IV-12-Exemple de SB du circuit carburant concernant le CF6-80 E1 : [14]

- La tuyauterie de drainage carburant.
- La valve de drainage.



V-1-Introduction :

Chaque atterrissage est suivi de la lecture du CRM (compte rendu matériel) par le mécanicien pour remédier à d'éventuels problèmes pouvant entraîner de possibles pannes pendant les vols suivants.

Le mécanicien doit toujours se référer au manuel de recherche de pannes (TSM).

V-2-Le manuel de recherche de pannes (TSM) :

C'est un manuel préalablement préparé par le constructeur pour pouvoir faciliter la tâche au mécanicien.

V-3-Procédure de recherche de pannes : [7].

Les pannes peuvent être divisées en deux groupes :

- **Pannes observées :** Qui sont les pannes survenues au cours en vol et observées par l'équipage, ou au sol observées après les différentes inspections.
- **Pannes enregistrées :** Qui sont les pannes survenues lors du fonctionnement et que les différents dispositifs électroniques ont détectés et mémorisés.

V-3-1-Pannes observées :

Toute panne survenue durant le vol est reportée par l'équipage dans le compte rendu matériel (CRM).

V-3-2-Pannes enregistrées :

Les pannes survenues dans vol peuvent être détectées soit par le pilote, soit par le système de maintenance embarqué.

- **Le MCDU(Multipurpose Control and Display Unit):(fig V-3-2)**

Le MCDU est composé d'un écran pour l'affichage des données, un clavier et des boutons utilisés pour commander les systèmes connectés à ce dernier.

L'A330 est équipé de 03 MCDU.

Le MCDU donne accès aux systèmes suivants:

- **FMGEC** (Flight Management and Guidance Enveloppe Computer) qui permet la programmation du vol (trajectoire, point d'arrivée,...) et qui permet



notamment de faire fonctionner le pilote automatique par tous les données de vol enregistrées dans ce système.

- **ACARS** (Aircraft Communication Addressing and Reporting System) qui permet de transmettre les paramètres concernant le vol en temps réel au sol.
- **CMS** (Central Maintenance System).



(Fig.V-3-2) Le MCDU.

V-4-Methodologie de recherche de pannes du circuit carburant :

Comme la méthode de recherche de pannes consiste les causes possibles et les remèdes concernant les pannes, On va traiter quelques exemples :

V-4-1-Colmatage du filtre carburant du moteur 1 ou 2 : [10].

Le premier exemple qu'on a traité est une panne remarquée sur le filtre principal carburant du moteur 1 ou 2.

Le personnel de maintenance va suivre les procédures décrites dans le diagramme ci après.

V-4-1-a-Les causes possibles :

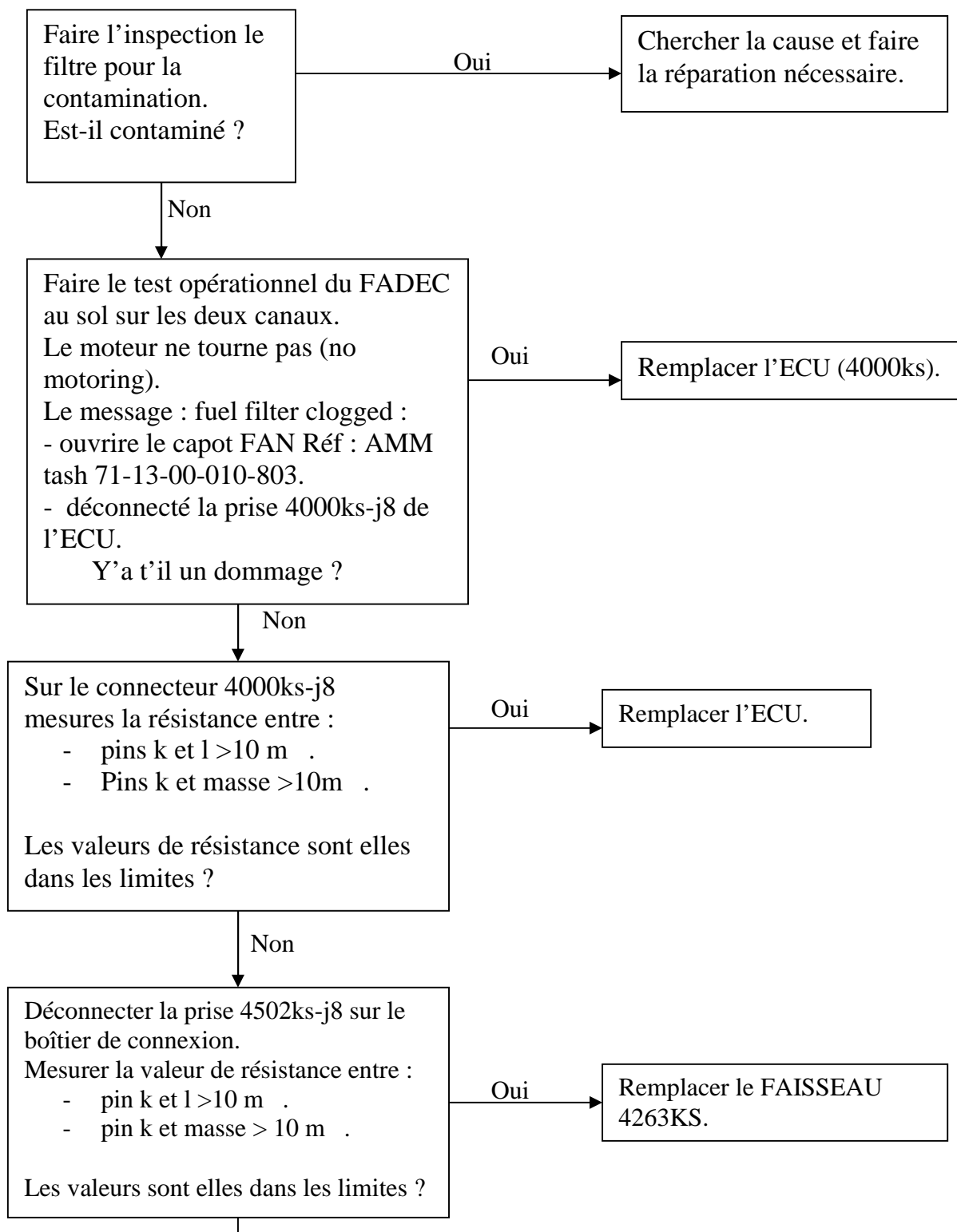
Les causes possibles :

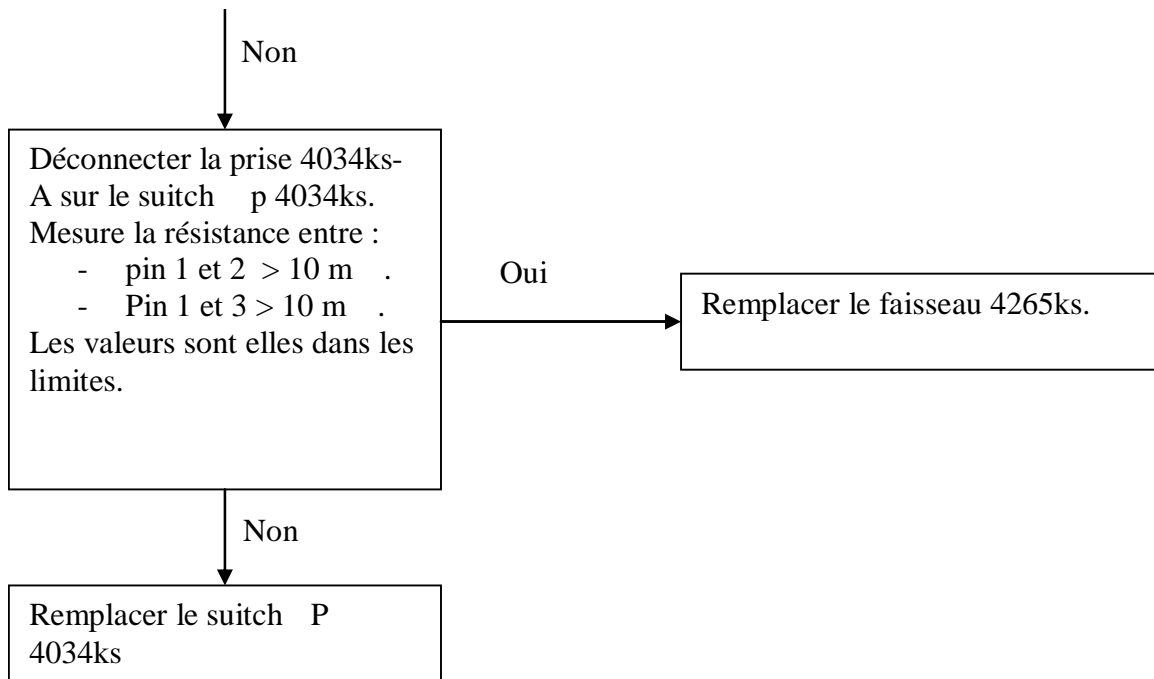
- ECU (400ks).
- harnais électriques (4263ks) faisceau.
- harnais électriques (4265ks).
- p switch filtre carburant (4034ks).



V-4-1-b-Confirmation de la panne :

A : test : non applicable.

V-4-1-c-L'isolation de la panne :



V-4-2-Perte de signal du débitmètre du moteur 2 :

Message FF X MTR (E1-4010ks/j5) ECU (E1-4000ks).

a. Causes possibles:

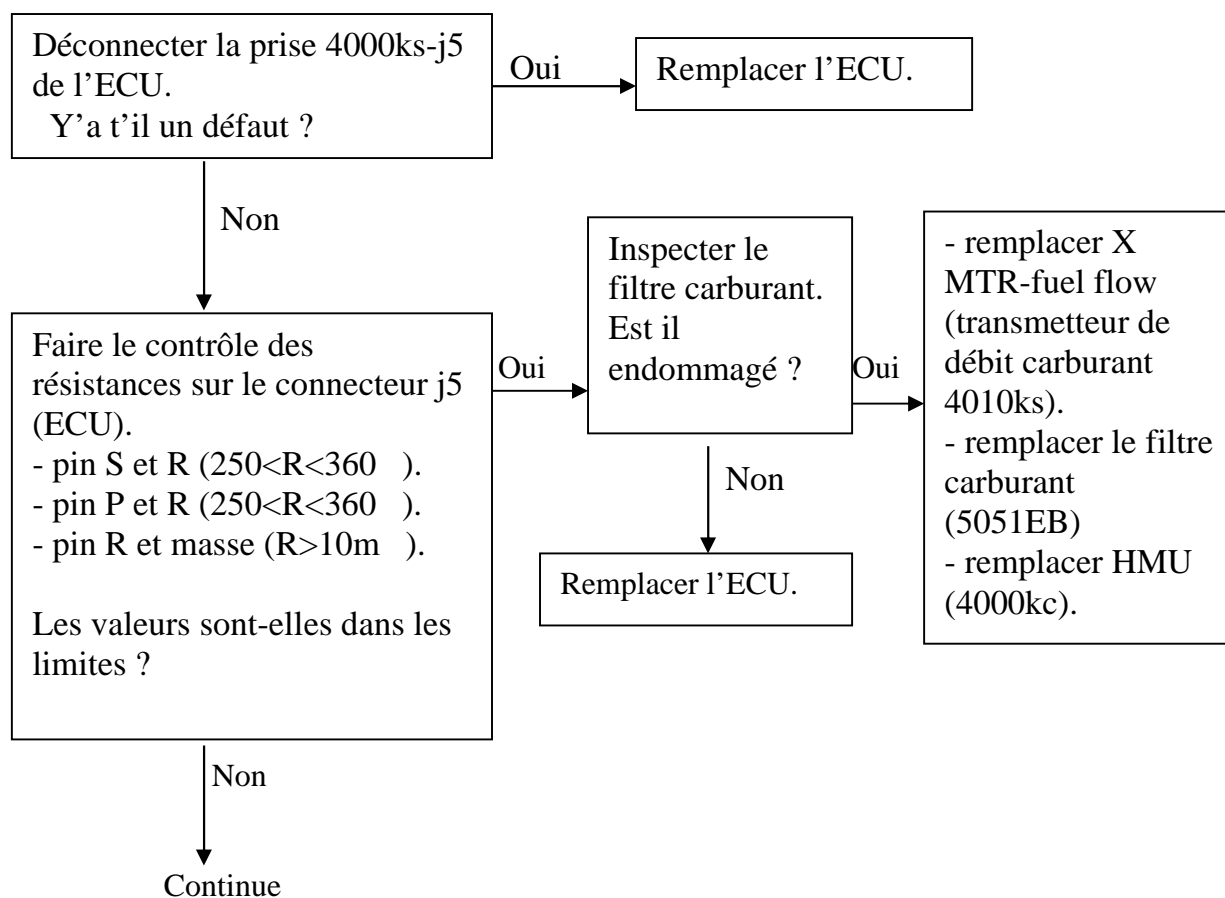
- Filtre carburant (5051EB).
- ECU (4000ks).
- HMU(4000ks).
- Harnais électrique (4274ks).
- Boite de connexion (4502ks).
- Harnais électrique (4275ks).

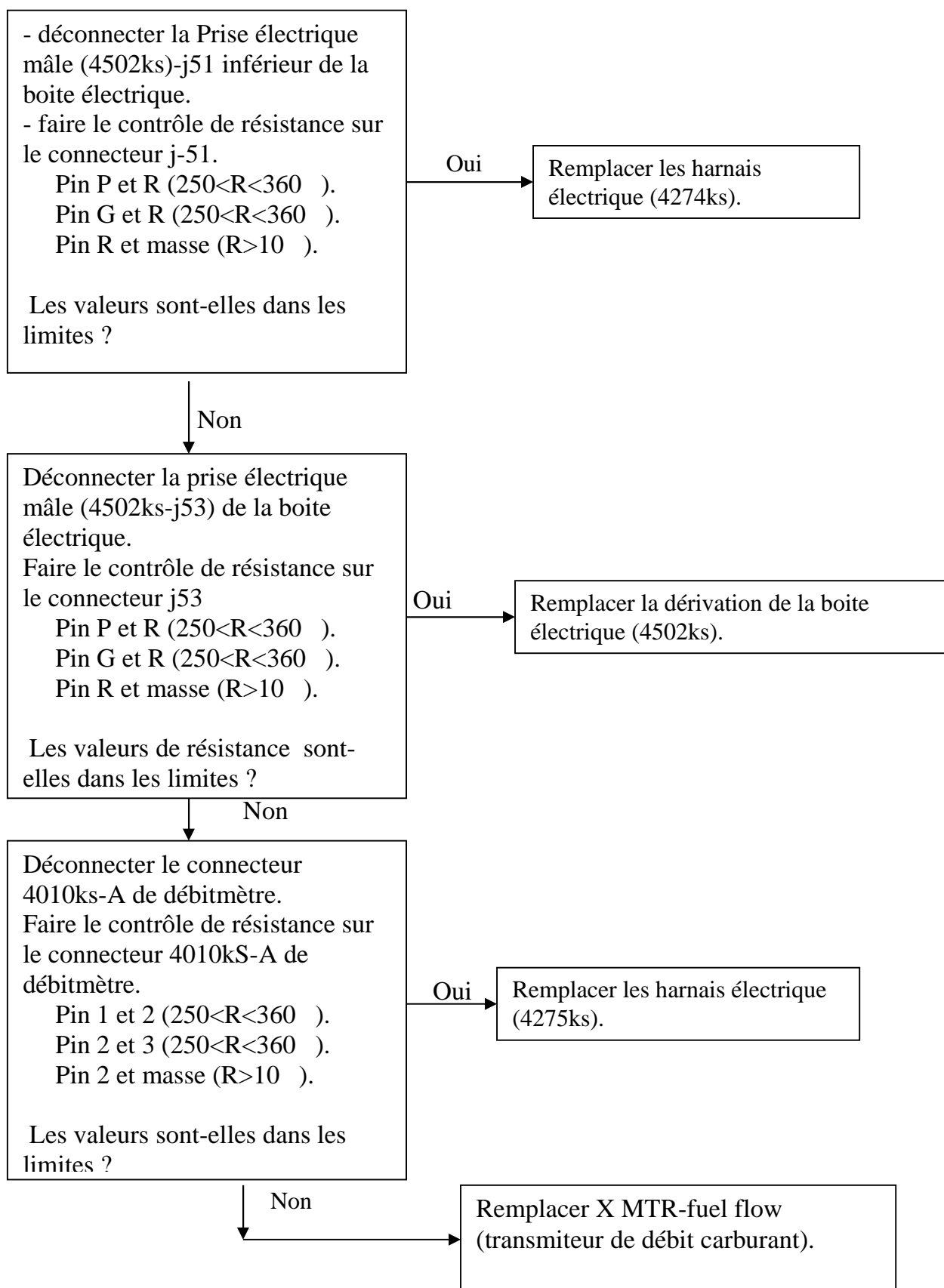
b. Confirmation de la panne :

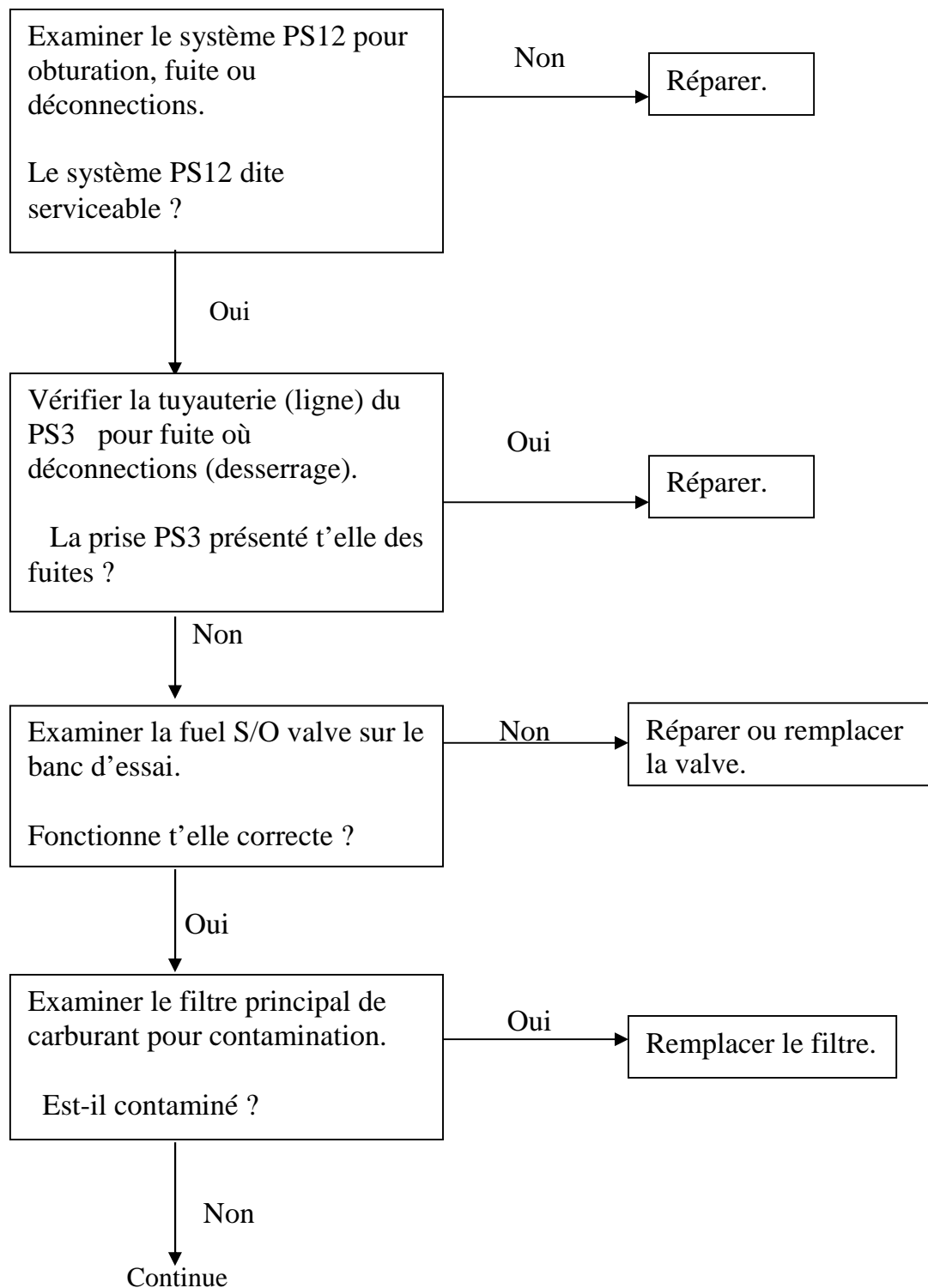
A : Faire un teste opérationnel du FADEC au sol

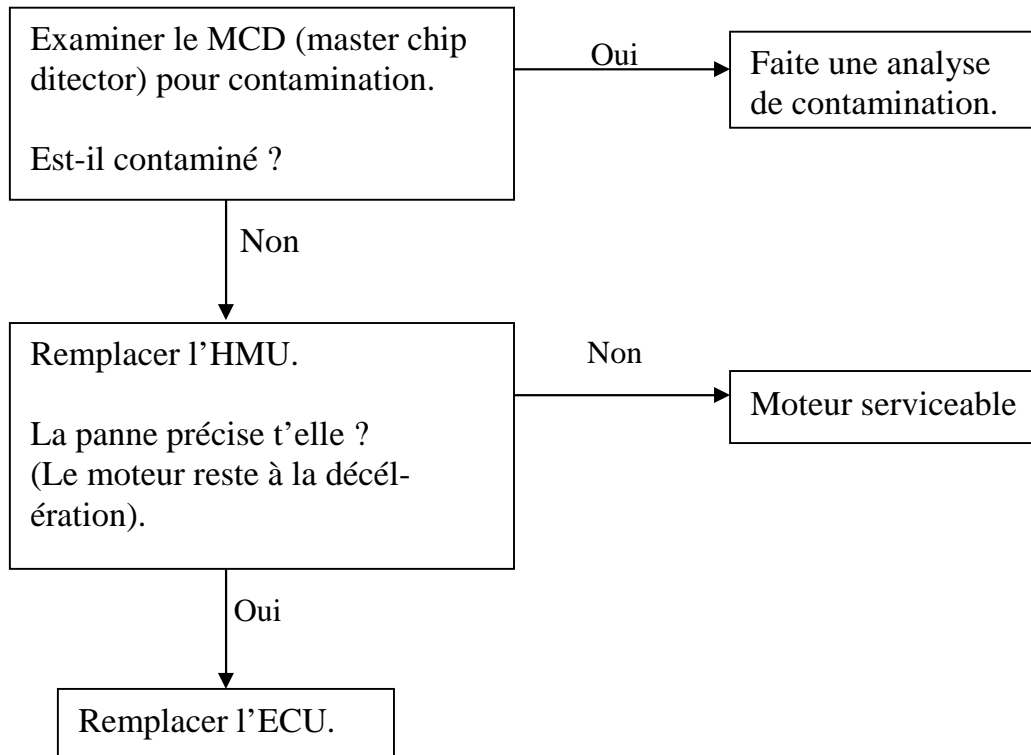
c. Isolation de la panne :

Message FF X MTR (E1-4010ks/j5) ECU (E1-4000ks).





V-5- Exemple d'une panne sur le moteur, ou les éléments du système carburant peuvent influer sur la panne :**➤ Décélération automatique du moteur : [11].**



Conclusion

Durant notre stage au sein de la compagnie nationale de transport aérien AIR ALGÉRIE, nous avons pris connaissance avec le moteur de nouvelle génération (NG) de general electric (GE) CF6-80E1, ses différents circuits et sa technologie.

Ce stage nous a permis de se familiariser avec le circuit carburant et ses éléments, et nous avons constatés que son rôle est d'assurer l'alimentation du carburant à ses injecteurs et les différents servitudes (HP/LPTACC, VBV, VSV), ainsi que le refroidissement des huiles.

Cependant, on a conclu qu'une simple panne sur le circuit influe directement sur le bon fonctionnement du moteur.

En fin, nous souhaitons que ce travail enrichie notre bibliothèque et soit au niveau.

Bibliographie

- [1]: AMM de l'A330-200 ; Aircraft Maintenance Manual.
- [2]: Line maintenance course A330, volume1, course textbook CF6-80E1 de GE, décembre 2003.
- [3]: Line maintenance course A330, volume2, student workbook CF6-80E1 de GE, mars 2002.
- [4]: mémoire de fin d'étude sous le thème de l'étude et maintenance du système d'air du moteur CF6-80 E1 de l'A330, promotion 2005.
- [5]: mémoire de fin d'étude sous le thème "étude descriptive du circuit carburant du moteur CF6- 80 C2", promotion 1992.
- [6]: cours de 3^{me} année DEUA "organisation maintenance".
- [7]: cours de 3^{me} année DEUA " recherche de pannes".
- [8]: Dictionnaire de l'aéronautique et de l'espace : anglais – français volume1 troisième édition, auteur : Henri Gourasau.
- [9]: Dictionnaire aéronautique thématique et illustré : français – anglais, english – french, édition 1998, auteur : Pierre Boi.
- [10]: TSM de l'A330-200; Trouble Shooting Manual.
- [11]: CF6-80E1 Engine Manual.
- [12]: CBT A330-200.
- [13]: IP Catalog CF6-80E1; Illustrated Parts Catalog.
- [14]: Le catalogue des SB du GTR CF6-80E1.
- [15]: DECO AERO; traducteur technique des mots aéronautique "anglais - français".