

### INTRODUCTION :

Notre étude a porté sur le système de contrôle du réacteur **General Electric CF6-80-E1** qui équipe l'appareil **AIRBUS A330-200**.

L'Airbus A330 est un avion de ligne long-courrier de moyenne capacité construit par l'avionneur européen Airbus. Il partage son programme de développement avec l'Airbus A340 avec la différence qu'il s'attaque directement au marché ETOPS des avions biréacteurs. L'A330 partage avec cet appareil le fuselage et les ailes, fuselage qui lui-même est en grande partie emprunté à l'Airbus A300 tout comme le cockpit dont la conception est partagée avec l'A320.

L'appareil fut présenté au public le 31 mars 1992, il réalise son premier vol durant le mois de novembre de la même année.

Parmi les versions de l'Airbus A330 : l'avion A330-200 a été développé après le A330-300, il a effectué son premier vol en 1995. Comparé au A330-300, il a un fuselage plus court de 5 mètres (identique à celui de l'A340-200), ce qui se traduit bien sur par une réduction de l'emport de passagers, mais l'emport de carburant est par contre largement accru. L'autonomie y gagne 2000 km. Cet appareil répond donc à la demande créée par la multiplication des vols directs intercontinentaux, il répond au 767-300ER de Boeing.

## INTRODUCTION

---

Les caractéristiques techniques de cet appareil (A330-200) sont les suivantes :

Envergure	60,30 m
Longueur:	59 m
Hauteur:	17,90 m
Surface alaire	361,6 m <sup>2</sup>
Masse à vide	120 000 kg
Masse maximale au décollage	233 000 kg
Distance franchissable	6642 nm (environ 12 300 km)
Vitesse de croisière	480 noeuds - Mach 0.82 (environ 888 km/h)
Vitesse maximale	492 noeuds - Mach 0.85 (environ 911 km/h)
Motorisation	2 réacteurs General Electric CF6-80E1
Capacité	253 à 406 passagers

La compagnie de lancement fut Air Inter en 1994. Au 1er mai 2006, parmi les compagnies utilisant l'Airbus A330 : Air Algérie - 5 unités en service.

Et comme nous rappelons dans le tableau précédent l'A330-200 est équipé par deux réacteurs de Général Electric CF6-80E1 de 32 700 kg de poussée.

L'objectif de notre travail est de connaître les différents tests à effectuer sur le moteur CF6-80 E1 suite aux opérations d'entretien tels que le remplacement des accessoires moteur ou lors de l'installation du moteur ou suite à une recherche de panne. Cependant aussi est de connaître les différents circuits du moteur CF6-80 E1.

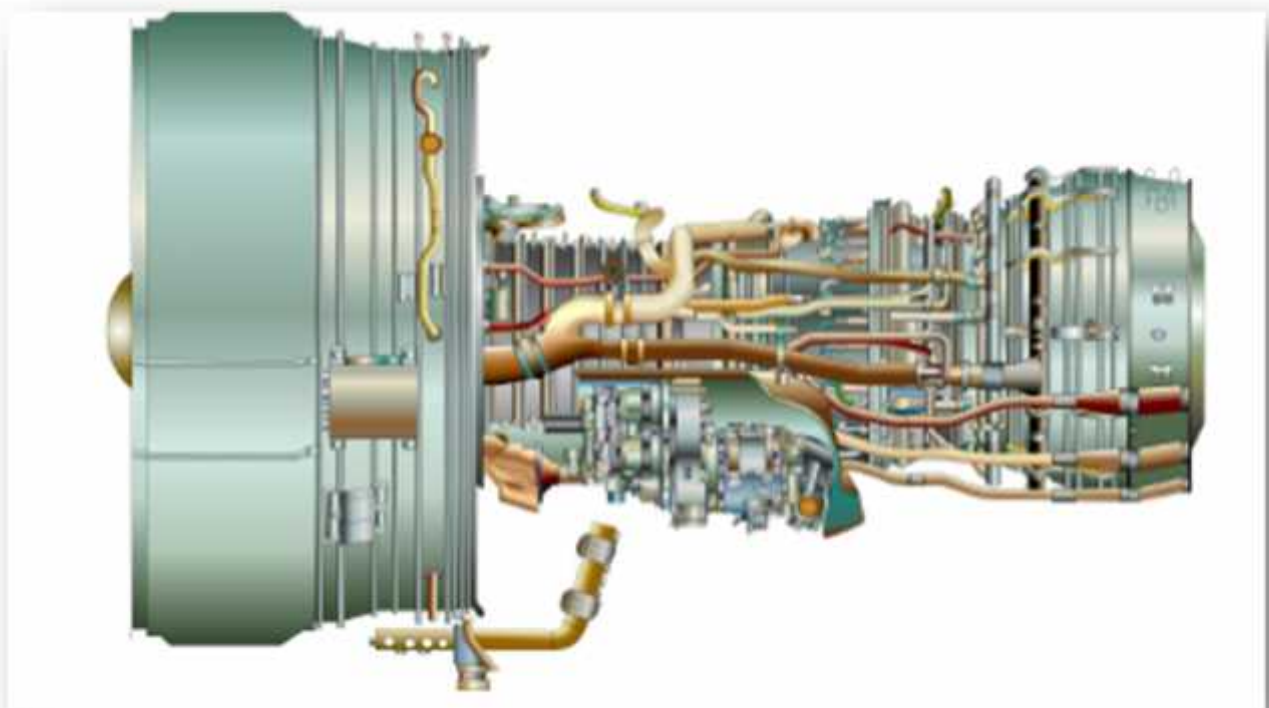
Le plan de travail comporte quatre chapitres :

- **CHAPITRE 1** : Ce chapitre concerne la description du réacteur **CF6-80-E1** à savoir les différents modules, et composants.
- **CHAPITRE 2** : Ce chapitre traite les différents circuits du réacteur **CF6-80-E1** à savoir les circuits (carburant, graissage, démarrage, Air, commande et contrôle, reverse).
- **CHAPITRE 3** : Ce chapitre traite le système de contrôle et d'indication du réacteur **CF6-80-E1** à savoir le circuit d'indications (tachymètre **N1**, tachymètre **N2**, **EGT**, mesure de débit carburant, pression d'huile, quantité d'huile, température d'huile, capteur de vibration), le système de surveillance électronique centralisé d'avion (**ECAM**) (situation normal, situation anormal).
- **CHAPITRE 4** : Ce chapitre concerne la maintenance du système de contrôle et d'indication du réacteur **CF6-80-E1**

### **I- Description du CF6-80-E1 :**

Le réacteur **GENERAL ELECTRIC** CF6-80-E1 FADEC équipe **L'AIRBUS A330-200**.

Le réacteur CF6-80 E1 de General Electric équipant l'airbus A330 est un moteur double corps, double flux .Ce moteur est caractérisé par un taux de dilution élevé par rapport aux autres moteurs .Une faible vitesse d'éjection .Il est équipé d'un système tels que le circuit de carburant qui est asservie et régulé à l'aide d'un calculateur numérique ECU .Une des plus importante particularité du CF6-80 E1 est qu'il est de conception modulaire permettant le changement d'un module sans le désassemblage général du moteur .Ainsi qu'une longue durée de vie et une grande rentabilité.

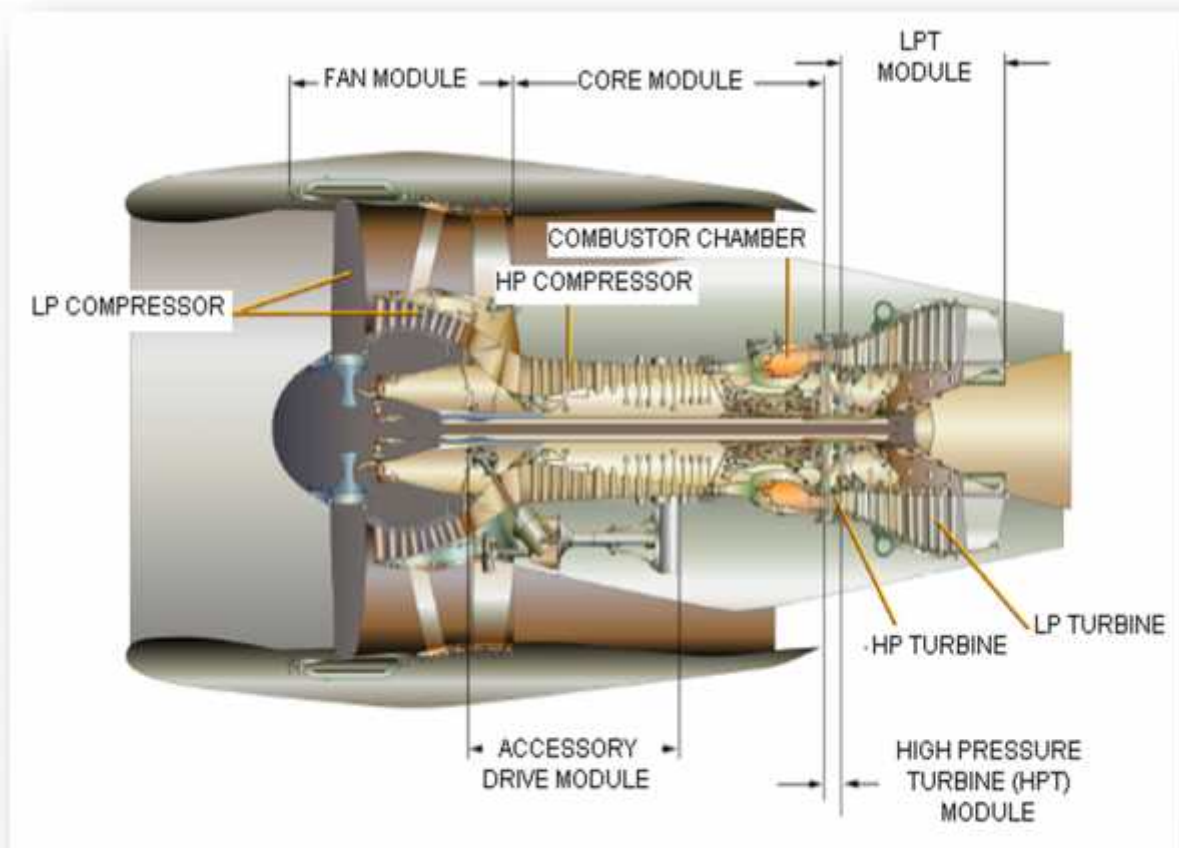


*Le moteur CF6-80-E1*

### **I-1 Les différents modules du moteur :**

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

- ✓ Module Fan.
- ✓ Module Core.
- ✓ Module turbine haute pression.
- ✓ Module turbine basse pression.
- ✓ Module boîte d'entraînement des accessoires.



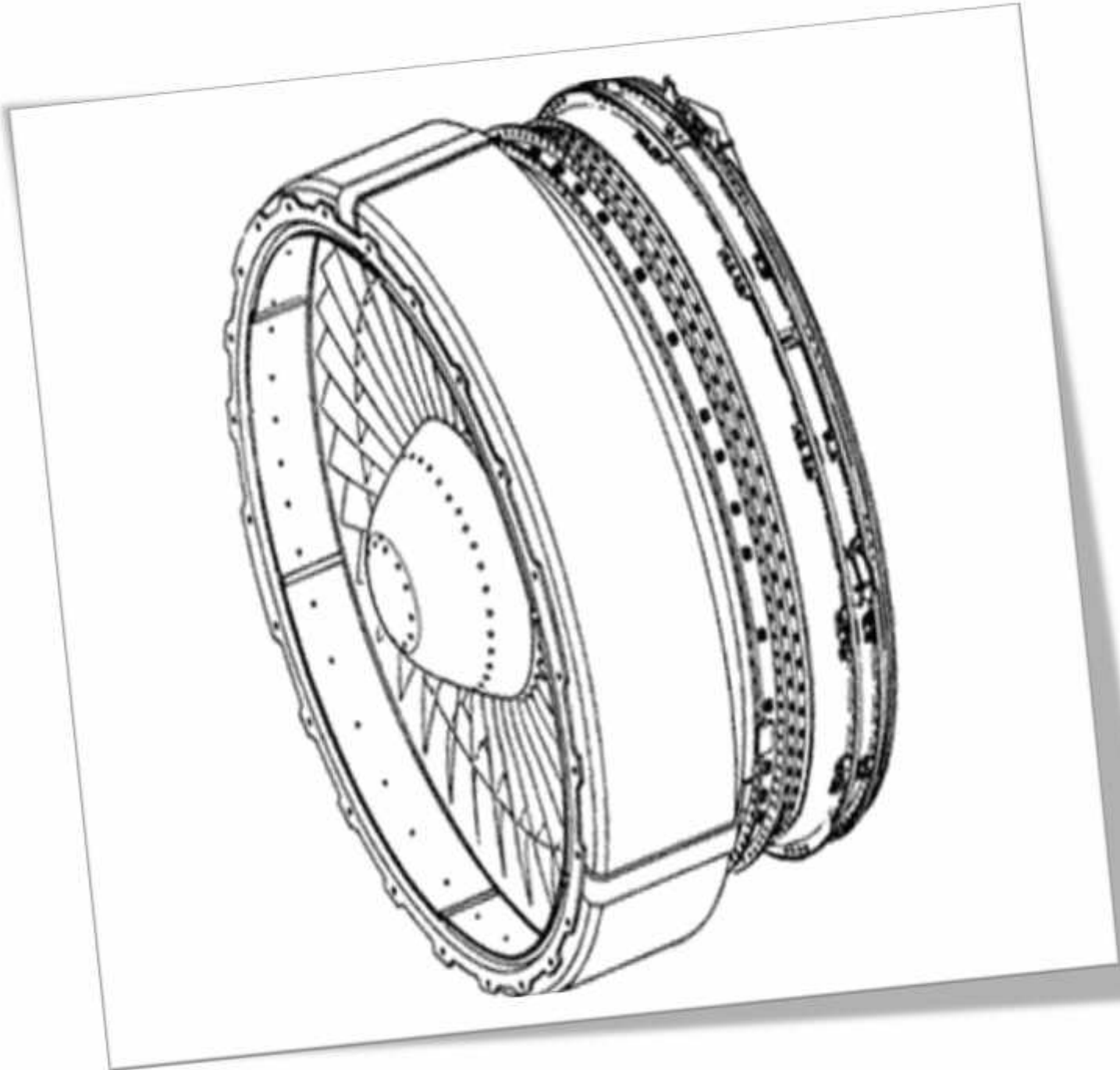
*Les différents modules du moteur*

**I-2 Module FAN :**

Le module FAN est composé d'un étage FAN (soufflante) composé de trente quatre (34) ailettes en **titane**, fixées en queue d'aronde, d'une longueur de « 812.8mm » et de quatre étages (04) compresseur basse pression lié par un arbre à la turbine basse pression et l'ensemble constituant l'attelage basse pression N1.

	ROTOR	STATOR	OGV	Matériaux utilisés	
				ROTOR	STATOR
FAN	34	96	80	Titane	Titane
2ém étage	62	130		Titane	Titane
3ém étage	71	130		Titane	Titane
4ém étage	80	140		Titane	Titane
5ém étage	71	108		Titane	Titane

*Les étages du FAN*



***MODULE FAN***

**I-3 Module CORE :**

Ce module est constitué d'un compresseur haute pression à (14) quatorze étages, d'une chambre de combustion de type annulaire équipée de (30) trente injecteurs et de deux (02) allumeurs à haute tension position 3h30 et 5h30.

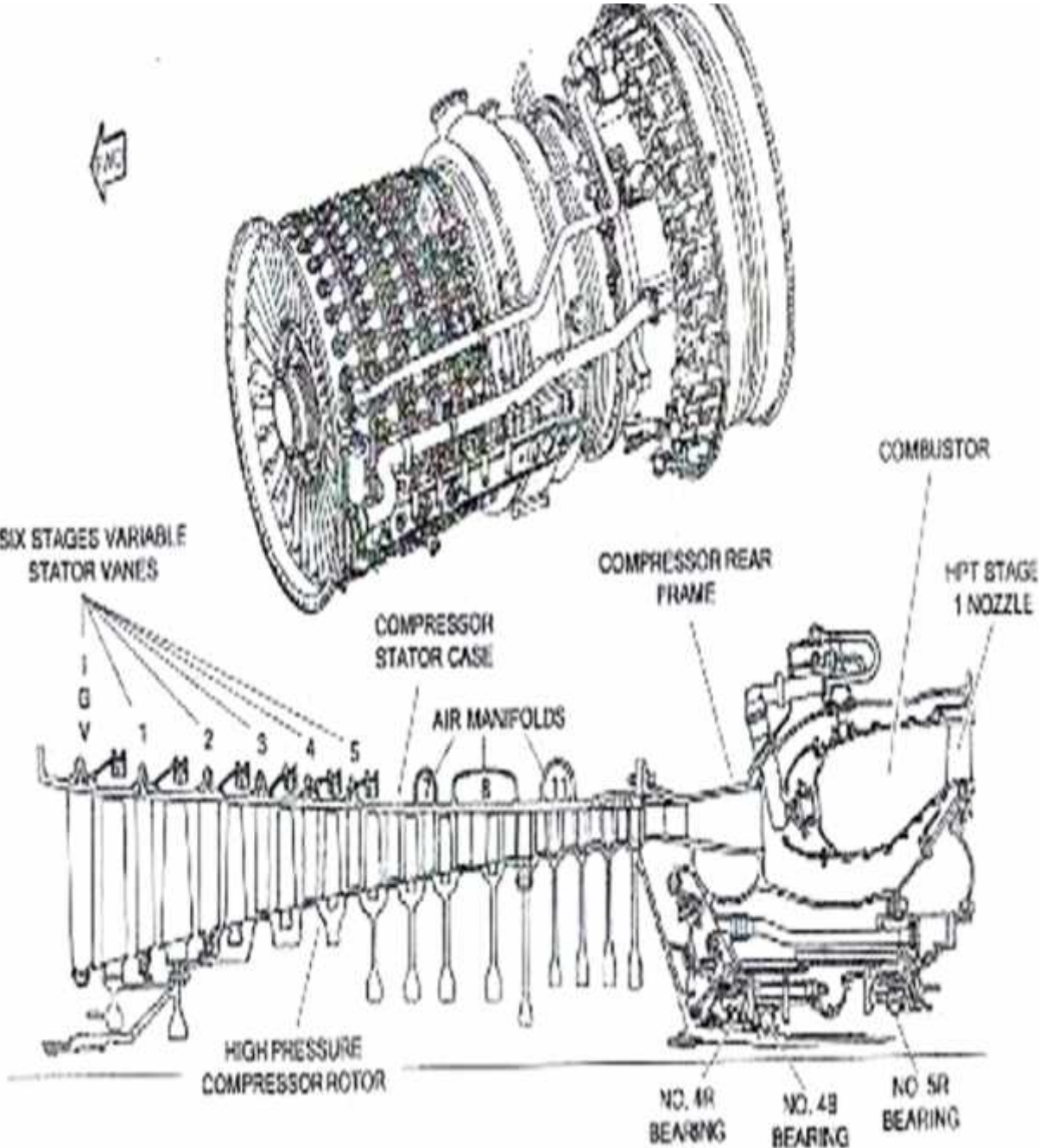
L'entrée d'air du compresseur haute pression est équipée de trente quatre (34) aubes de pré-rotation à calage variable.

Les cinq (05) premiers étages du compresseur haute pression comportent des aubes de stator à calage variable.

L'ensemble des aubes de pré-rotation et des stators à calage variable constitue le dispositif anti pompage du compresseur haute pression.

Le compresseur haute pression est entraînée par la turbine haute pression.

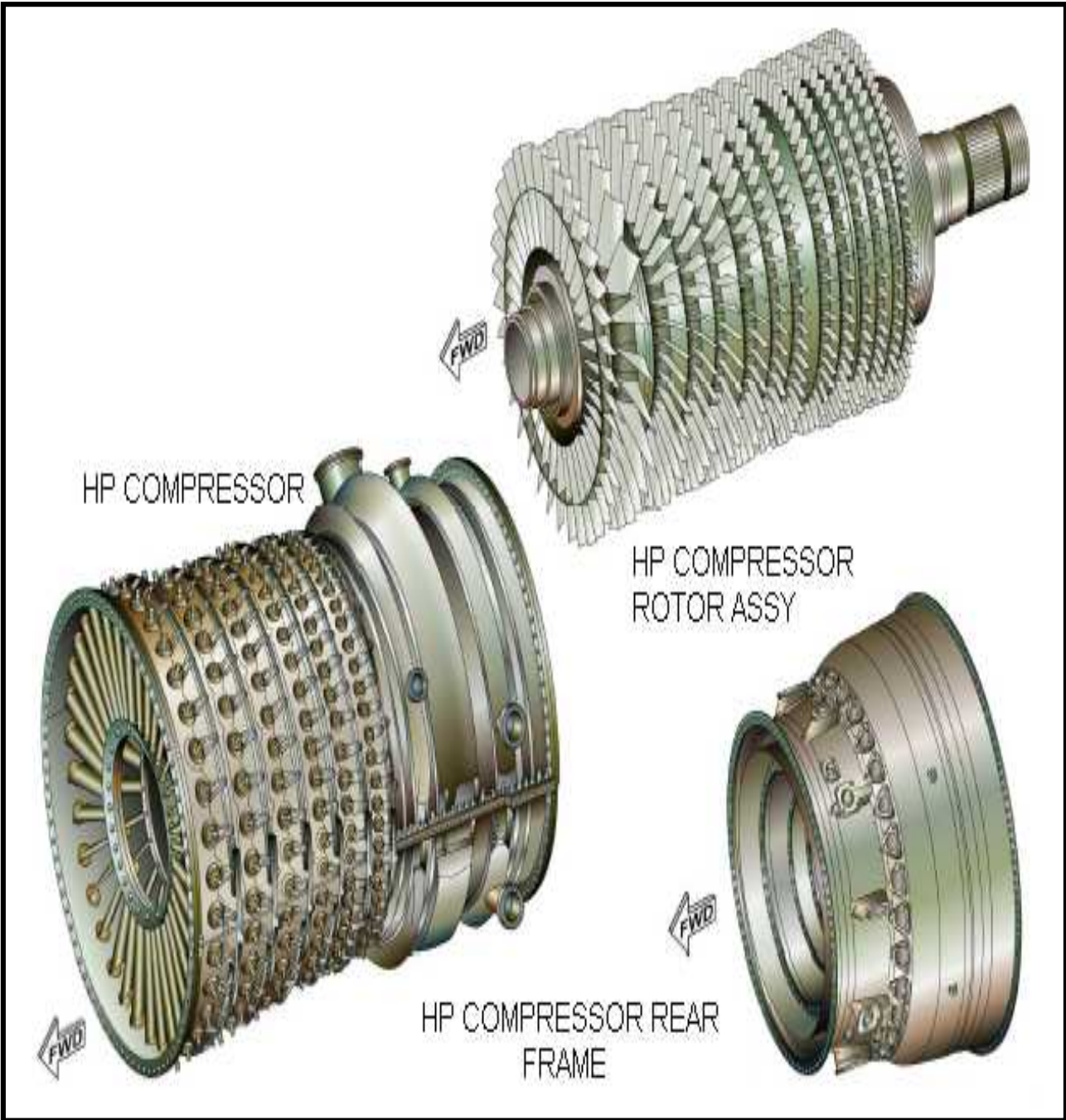




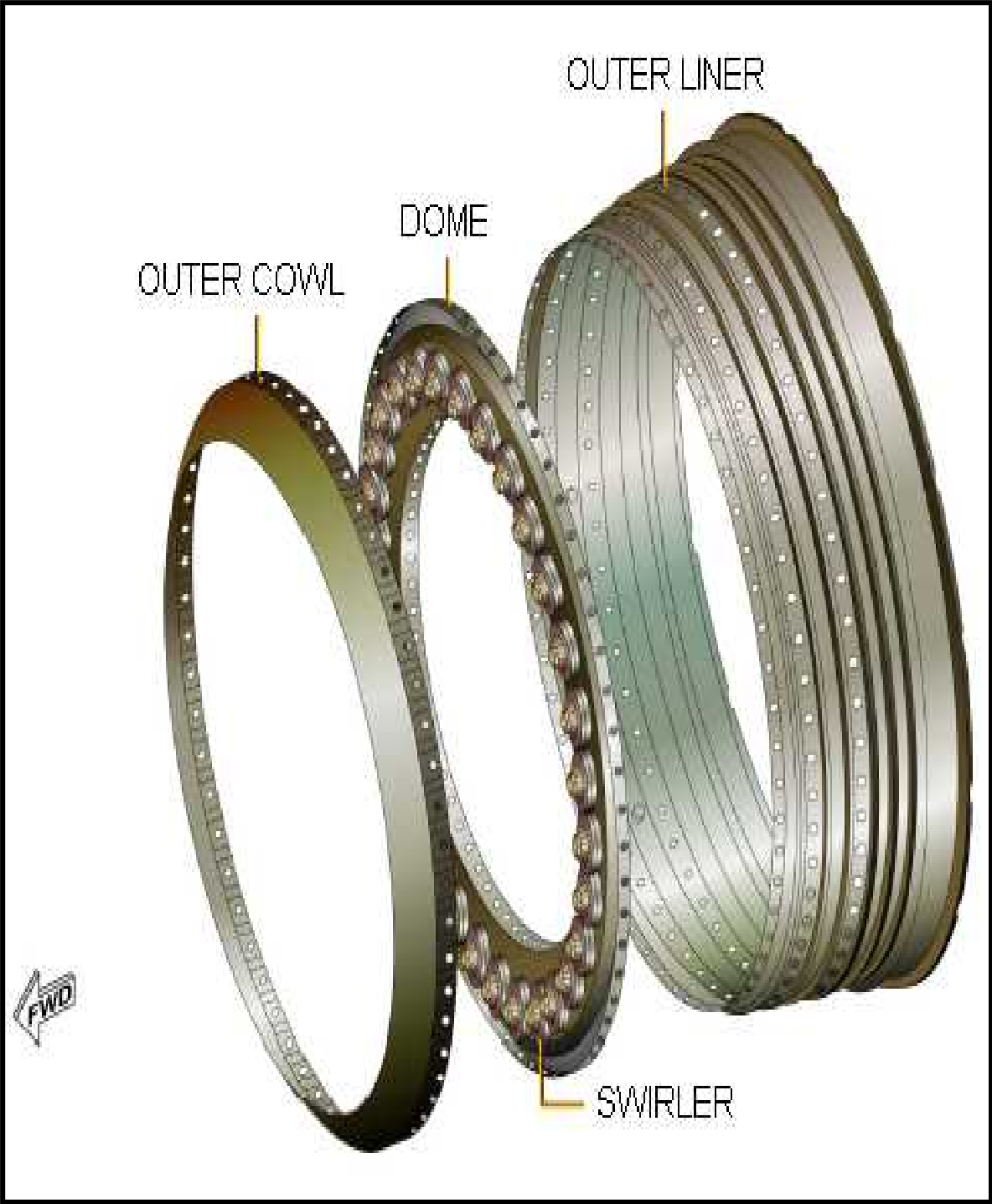
*Module Core*

			Matériaux Utilisés	
			ROTOR	STATOR
1 <sup>er</sup> ETAGE	36	36	Titane	A-286
2em ETAGE	26	40	Titane	A-286
3em ETAGE	42	46	Titane	A-286
4em ETAGE	45	50	Titane	A-286
5em ETAGE	48	58	Titane	A-286
6em ETAGE	54	64	Titane	A-286
7em ETAGE	56	72	Titane	A-286
8em ETAGE	64	68	Titane	A-286
9em ETAGE	66	76	Titane	A-286
10em ETAGE	66	80	Titane	A-286
11em ETAGE	76	80	INCONEL718	A-286
12em ETAGE	76	84	INCONEL718	A-286
13em ETAGE	76	80	INCONEL718	A-286
14em ETAGE	76	112	INCONEL718	A-286

*Les étages du CHP*



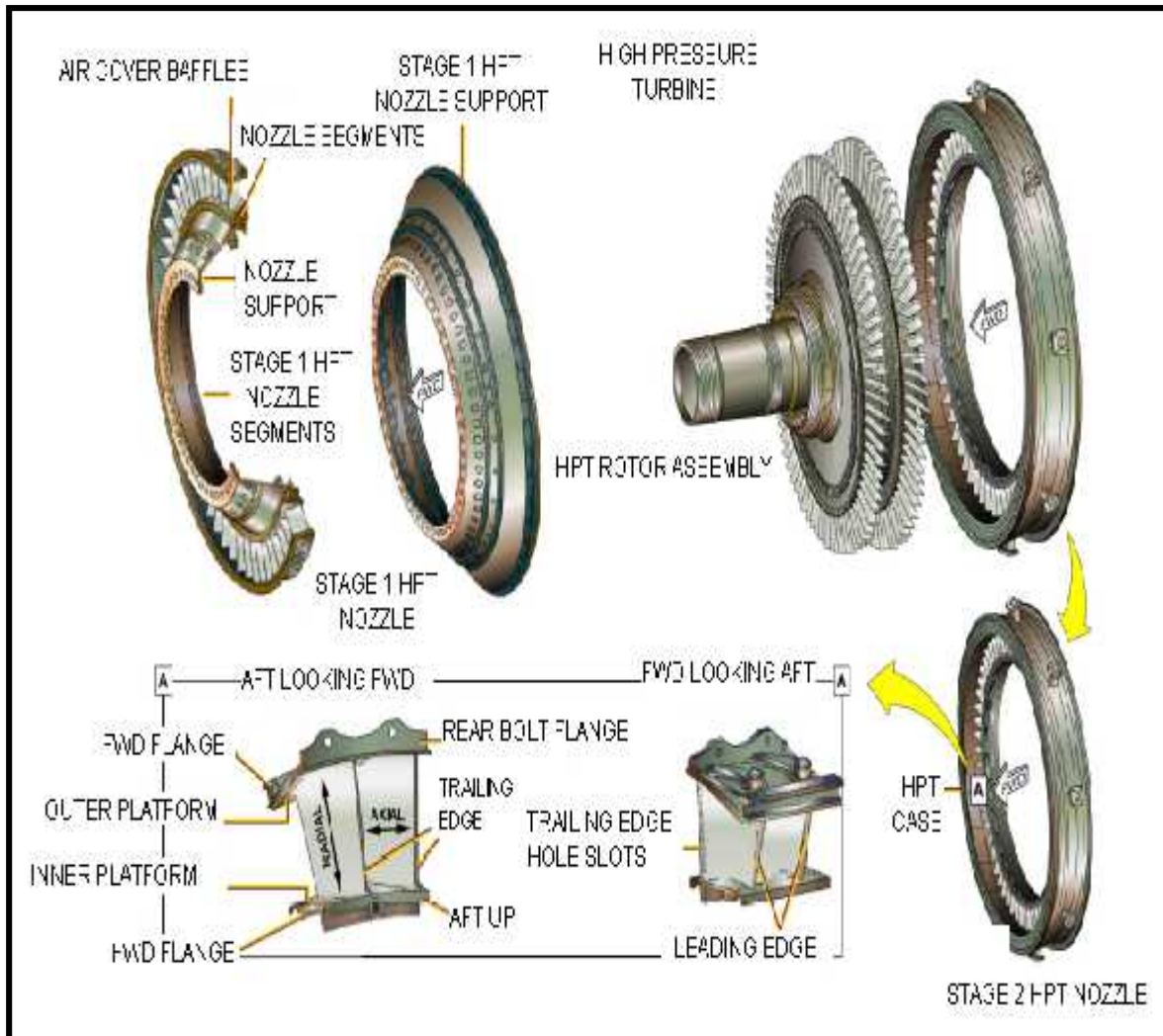
*Module compresseur haute pression*



*La chambre de combustion*

**I-4 Module turbine haute pression :**

Ce module est constitué de deux (02) étages. La turbine haute pression entraîne le compresseur haute pression et la boîte d'entraînement des accessoires.



*Module turbine haute pression*



	ROTOR	STATOR	Matériaux utilisés	
			ROTOR	STATOR
1 <sup>er</sup> étage	46	80	x-40	RENE 80
2 <sup>ème</sup> étage	48	74	RENE 80	RENE 80

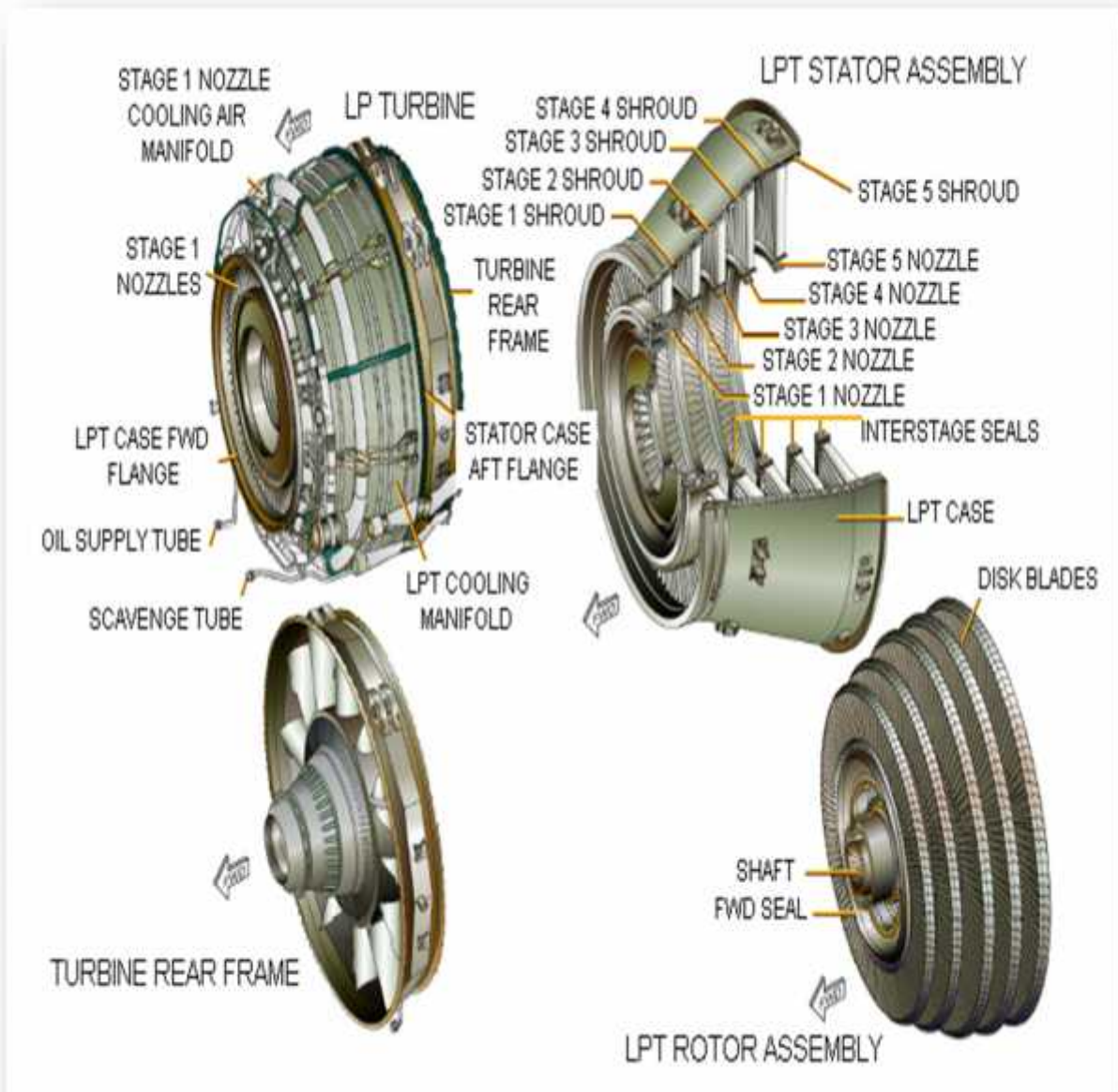
*Les étages du HPT*

**I-5 Module turbine basse pression :**

Ce module est constitué de cinq (05) étages. La turbine basse pression entraîne le compresseur basse pression.

	ROTOR	STATOR	Matériaux Utilisés			
			ROTOR	STATOR		
1 <sup>er</sup> ETAGE	54	118	INCONEL 718	RENE 77		
2 <sup>eme</sup> ETAGE	96	124	INCONEL 718	RENE 77		
3 <sup>eme</sup> ETAGE	120	88	INCONEL 718	RENE 77		
4 <sup>eme</sup> ETAGE	126	88	INCONEL 718	RENE 77		
5 <sup>eme</sup> ETAGE			144	98	INCONEL 718	RENE 77

*Les étages du LPT*



*Module turbine basse pression*

**I-6 Module boîte d'entraînement des accessoires :**

L'attelage haute pression entraîne le boîtier des accessoires et reçoit le mouvement du démarreur par l'intermédiaire d'une prise de mouvement et d'une boîte de transfert. Le boîtier des accessoires est fixé à la partie inférieure du carter compresseur.

Les différents accessoires qui équipent le boîtier sont :

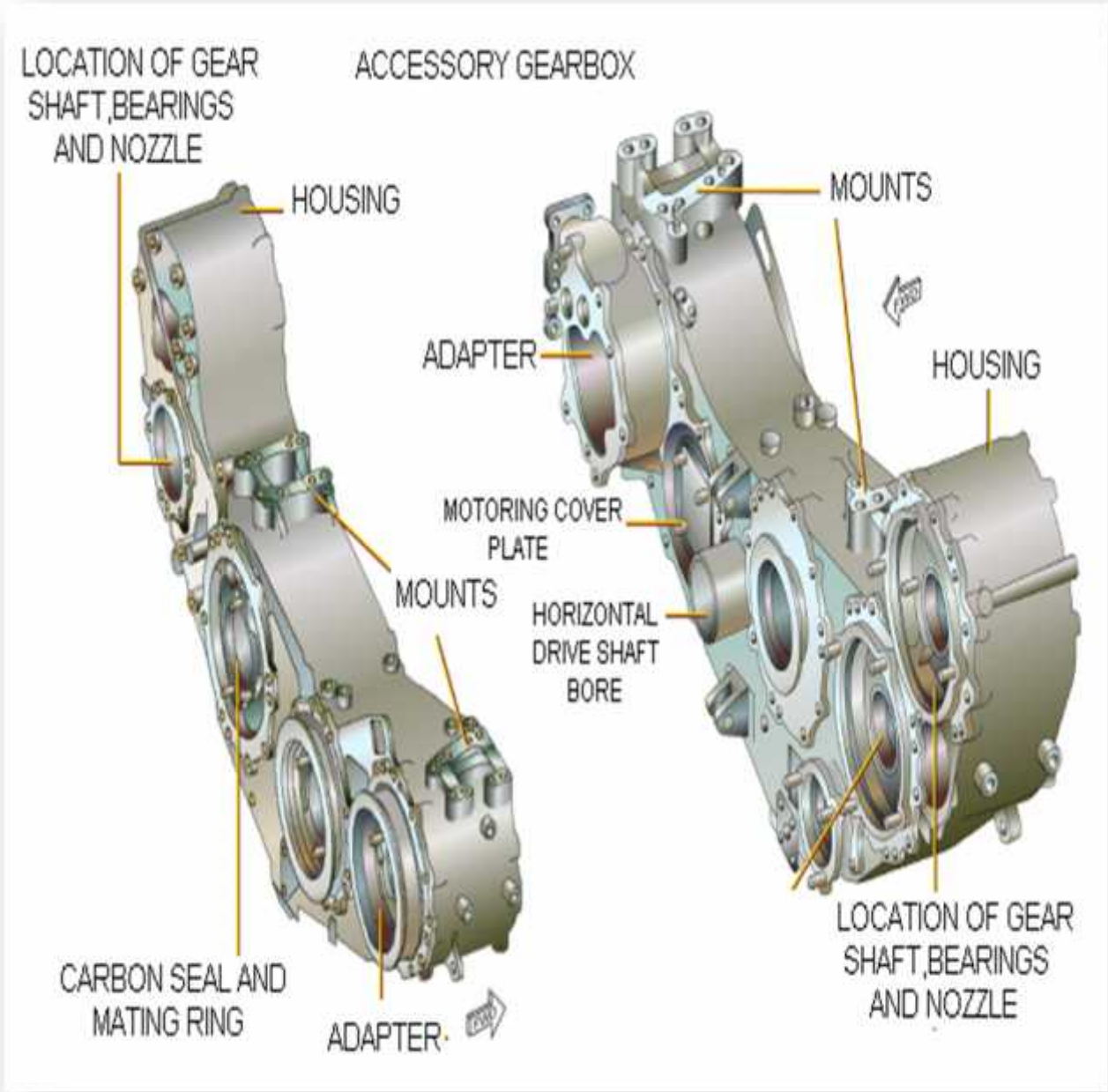
➤ *sur la face avant :*

- un (01) régulateur principal carburant **HMU**.
- Une (01) pompe de pression et cinq (05) pompes de récupération d'huile.
- Deux (02) pompes hydrauliques.
- Un (01) tachymètre.
- Un (01) alternateur ( pour l'alimentation de l'**ECU**).

➤ *Sur la face arrière :*

- Une (01) pompe carburant haute pression.
- Un (01) démarreur.
- Un (01) alternateur (**IDG**).





**Boite d'entrainement et accessoires**

**I-7 CARACTERESTIQUE PRINCIPALES DU REACTEUR CF6-80-E1 FADEC :**

Le CF6-80-E1 FADEC présente les caractéristiques suivantes :

- ✓ Poussée statique maximale :  $F = 67000 \text{ à } 72000$  livres (30000 à 32700 kgs)  
avec ;  $Z = 0$  température ambiante  $< 32,2^\circ\text{c}$ .
- ✓ Poussée assuré par le flux primaire : 20% de la poussée totale.
- ✓ Poussée assurée par le flux secondaire : 80% de la poussée totale.
- ✓ Poussée inverse : 40% de la poussée directe du fan.
- ✓ Masse du réacteur nu : 5100kg.
- ✓ Diamètre de l'entrée d'air : 3,03m.
- ✓ Longueur du moteur : 7,33m.
- ✓ Taux de dilution : 5,1/1.
- ✓ Rapport manométrique de compression : 34,8/1.
- ✓ Consommation spécifique maximale :(0.332,0.345) kg /heure

**Capotage:**

Capot FAN.

Capot REVERSE.

Capot CORE.

**Régime N1:**

100% = 3220,6 tr/min

117.5% = 3984,7 tr/min (max).

**REGIME N2 :**

100% = 9380,6 tr/min.

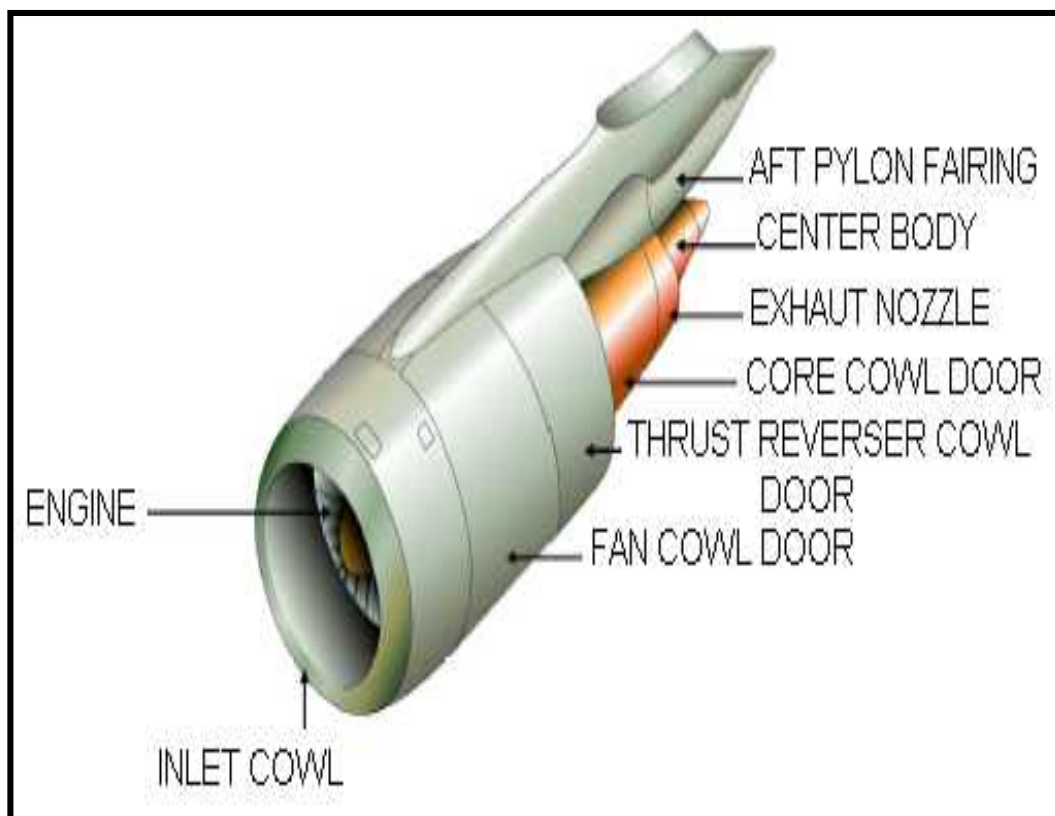
112.5% = 3984,7 tr / min (max).

**EGT MAXIMUM :** 975°C.

**EGT MAXIMUM AU DEMARAGE :** 750°C.

**I-8 La nacelle :**

Le moteur est enfermé dans une nacelle qui fournit le flux d'air aérodynamique autour du moteur et assure la protection pour les accessoires.



*La nacelle*

**I-9 REPARAGE DES DIFERENTES STATIONS DU REACTEUR :**

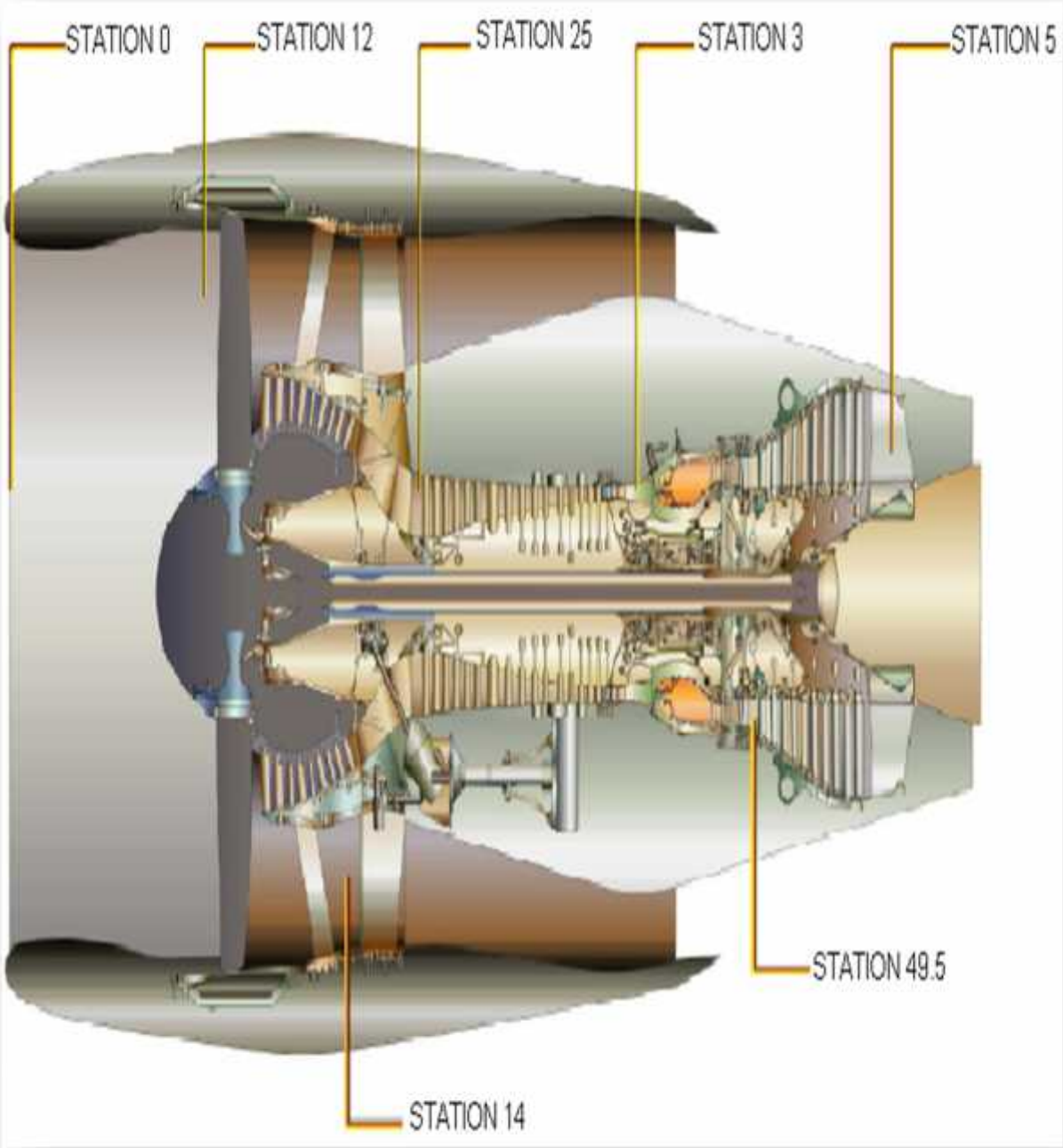
- Station 0 : conditions ambiant.
- Station 1,2 : entré d'air.

**FLUX PRIMAIRE :**

- Station 1, 2 : entrée du compresseur basse pression.
- Station 2,5 : entrée du compresseur haute pression.
- Station 3 : sortie du compresseur haute pression.
- Station 4,9 : entrée turbine basse pression.
- Station 5 : sortie ensemble basse pression.

**FLUX SECONDAIRE :**

- Station 1,2 : entrée FAN.
- Station 1,4 : sortie stator FAN.



*Les stations Aérodynamiques*

**II-LES DIFFERENTS CIRCUITS DU REACTEUR CF6-80-E1 FADEC :****II-1 CIRCUIT CARBURANT :**

Le rôle du circuit carburant est d'assurer :

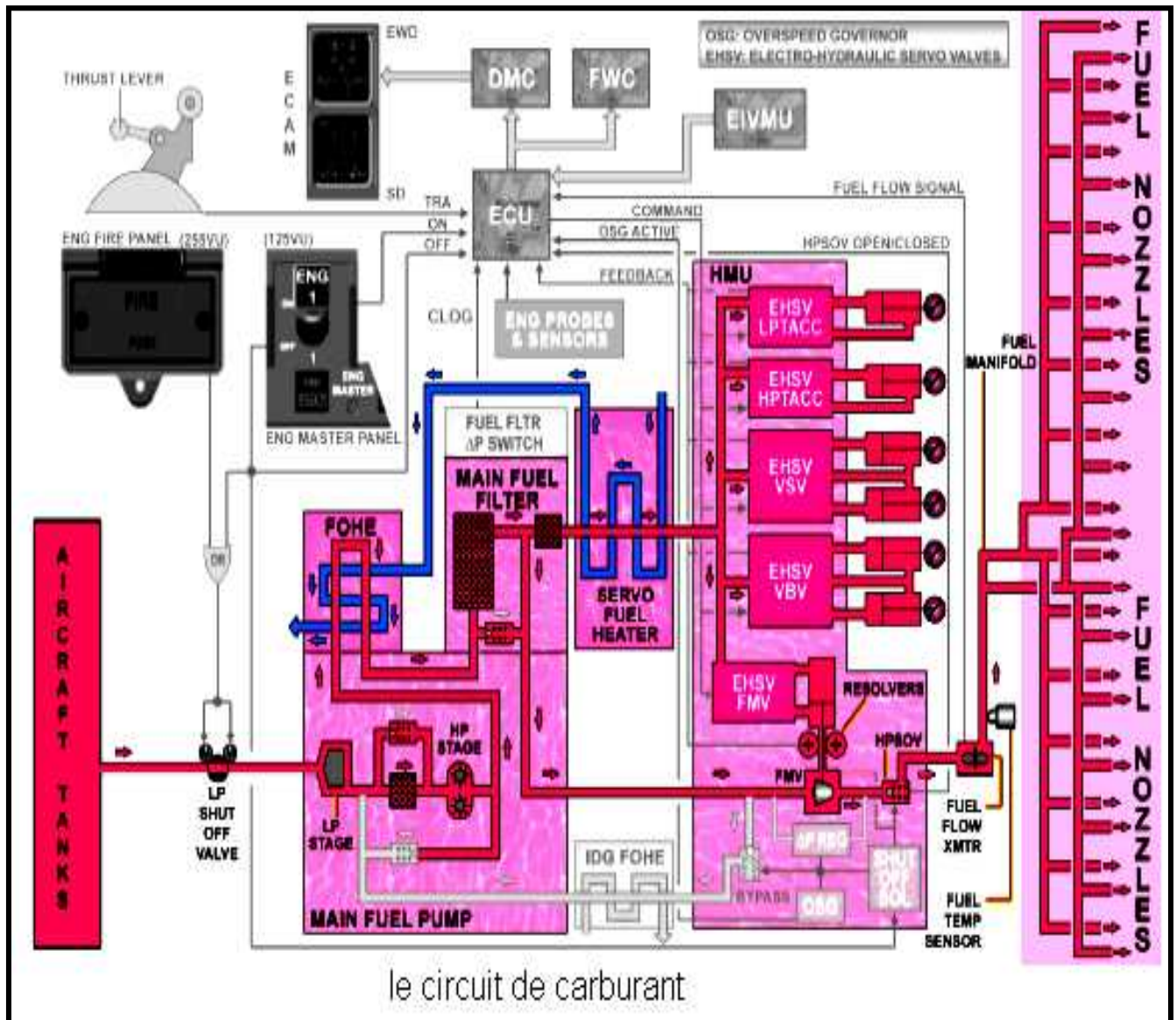
- 1- L'alimentation des trente (30) injecteurs de la chambre de combustion.
- 2- La régulation du débit carburant à tous les régimes moteur.
- 3- l'alimentation des deux vérins des vannes de décharge (VBV).
- 4- L'alimentation des deux vérins des stators à calage variable(VSV).
- 5- L'alimentation de la vanne de refroidissement du carter turbine haute pression.
- 6- L'alimentation de la vanne de refroidissement du carter turbine basse pression.
- 7- Le refroidissement de l'huile de graissage moteur.
- 8- Le refroidissement de l'huile de graissage de l'alternateur (IDG).

**II-2 COMPOSITION DU CIRCUIT CARBURANT :**

Le circuit carburant est entièrement intégré dans la nacelle réacteur il comprend :

- Une (1) pompe carburant haute pression.
- Un (1) échangeur thermique principal (carburant/ huile) réacteur.
- Un (1) filtre principal.
- Un (1) régulateur carburant principal (HMU).
- Un (1) servo-fuel heater.





- Un (1) transmetteur de débit carburant.
- Un (1) échangeur thermique secondaire (carburant/ huile) alternateur (IDG).
- Une (1) rampe d'injection carburant.
- Trente (30) injecteurs.

**II-3 CONTROLE DU CIRCUIT CARBURANT :**

La surveillance du circuit carburant est réalisée à partir :

- D'un indicateur de débit carburant.
- Colmatage filtre carburant.
- D'une indication du totaliseur

Toutes ces indications apparaissent sur **ECAM**.

**II-4 DISCRIPTION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE ;**

Le rôle du circuit de graissage est de :

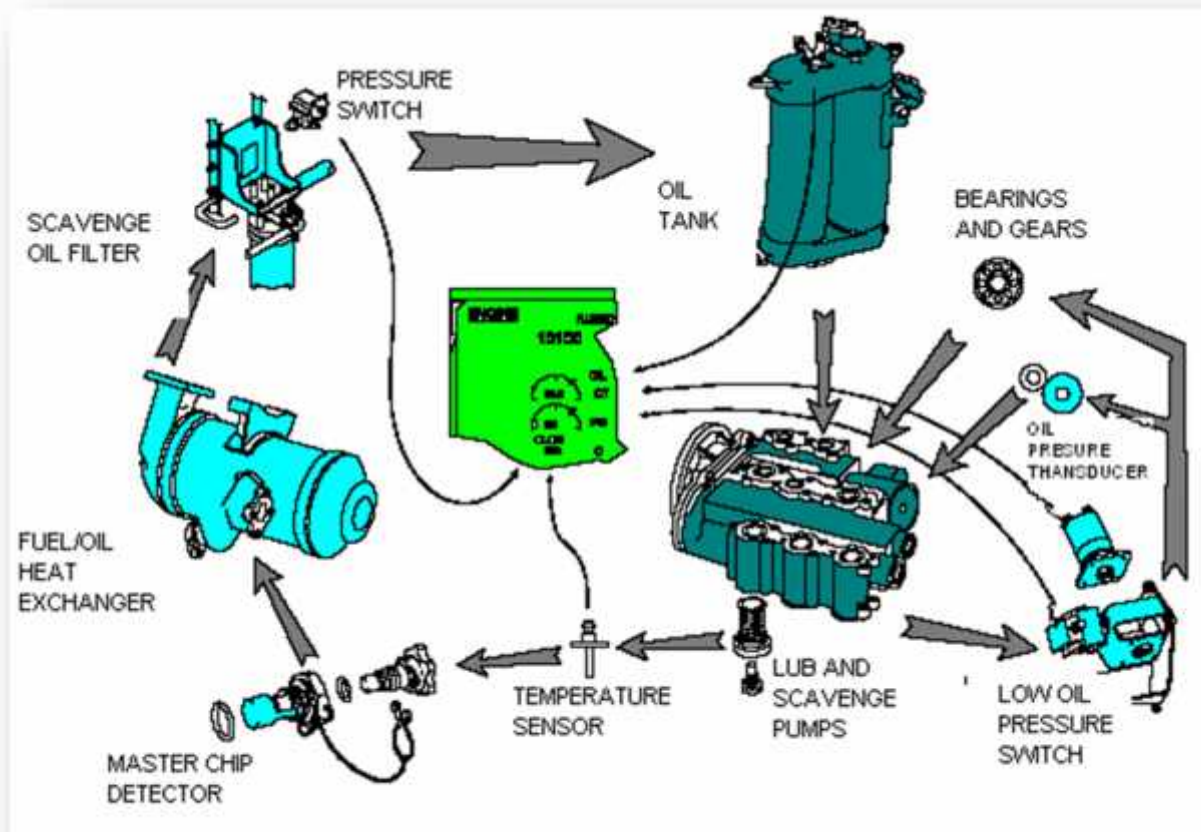
- **Lubrifier.**
- **Refroidir.**
- **Nettoyer.**

Les sept (07) paliers, est le boîtier des accessoires.

Ce circuit assure :

- La lubrification par gicleur de tous les roulements, pignons, les cannelures du réacteur et des boîtiers de transmission.
- Le refroidissement des puisards et des boîtiers de transmission.
- Le drainage des impuretés vers les filtres.
- Le réchauffage du carburant.



**II-5 COMPOSITION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :**

Le circuit est entièrement intégré dans la nacelle réacteur il comprend :

- Un (1) réservoir.
- Une (1) pompe de pression.
- Cinq(5) pompes de récupération.
- Un (1) filtre principal équipé d'une **BY-PASS**.
- Un (1) transmetteur de pression d'huile.
- Un (1) manoccontact de basse pression d'huile.
- Un (1) détecteur magnétique principal de limaille.
- Une (1) sonde de température d'huile de récupération.
- Un (1) filtre de récupération équipé de **BY-PASS**.

- Un (1) manocontact détecteur de colmatage.

## II-6 CONTROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :

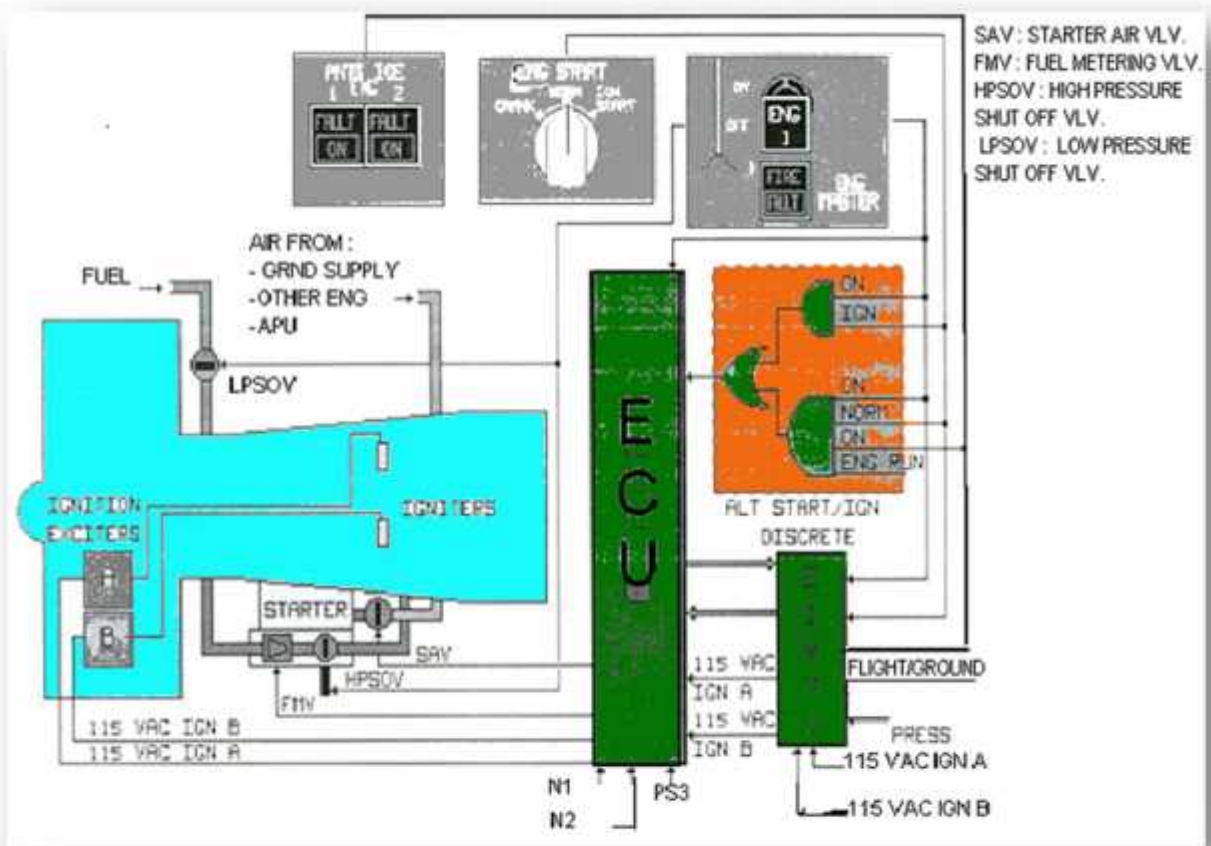
La surveillance du circuit de graissage est réalisé à partir de :

- Un(01) transmetteur de pression d'huile.
- Un (01) transmetteur de quantité d'huile.
- Une(01) sonde de température d'huile.
- Un(01) manocontact de baisse de pression d'huile.
- Un(01) manocontact de colmatage filtre.

Toutes les indications de circuit de graissage apparaissent sur **ECAM**.

## II-7 CIRCUIT DE DEMARRAGE ET D'ALLUMAGE :

Figure : II-07 Circuit de démarrage et d'allumage.



**II-7-01 Démarrage réacteur :**

Le circuit de démarrage réacteur utilise la pression du circuit de génération pneumatique de bord. Il peut être alimenté par :

- L'APU.
- Un des réacteurs déjà en fonctionnement.
- Un ou deux groupes de parc pneumatique (pression comprise entre « 25 et 55 PSI »).

Chaque réacteur est équipé d'un démarreur pneumatique à turbine qui entraîne l'attelage haute pression. L'alimentation du démarreur est commandé par une vanne électropneumatique.

**II-7-02 Allumage réacteur :**

Le dispositif d'allumage est utilisé pour provoquer l'inflammation du mélange AIR/CARBURANT dans la chambre de combustion ou éviter l'extinction en cour de fonctionnement. L'ensemble est constitué par deux circuits identiques A et B indépendants.

**II-7-03 Commandes et contrôles :**

- Panneau de démarrage :  
Il est situé sur le panneau supérieur pilote V U.
- Sélecteur de démarrage :  
Un sélecteur de démarrage « **ENG START** » pour le démarrage automatique permet la sélection du programme de fonctionnement du démarreur et du circuit d'allumage. Il comprend trois(03) positions :

1. NORM.
2. IGN START.
3. CRANK.

Un bouton poussoir ENG MAN STAR permet la sélection du programme de fonctionnement pour le démarrage manuel.

Le démarrage manuel est utilisé en cas de panne du système de démarrage automatique.

### **II-8 CIRCUIT D'AIR DU REACTEUR CF6-80-E1 FADEC :**

Le circuit d'air du CF6-80-E1 FADEC contrôle le débit d'air à travers le compresseur et assure le refroidissement du réacteur et ses accessoires.

L'unité électronique de contrôle moteur (ECU) et le régulateur principal carburant (HMU) contrôle ses systèmes.

Le circuit d'air assure :

1. Le contrôle de débit d'air à travers le compresseur du réacteur CF6-80-E1 FADEC est réalisé par un dispositif anti-pompage. le dispositif anti-pompage évite le pompage et améliore l'efficacité du réacteur. L'unité électronique du contrôle moteur (ECU) utilise les signaux (N2, T2.5 et P2.5) des capteurs moteur pour contrôler les électro-hydraulique servo vannes du régulateur principal carburant (HMU).

Les électro-hydraulique servo vannes utilisent la pression carburant pour actionner :

- Les 6 stators à calage variable (VSV).
- Les 12 vannes de décharge (VBV).

2. Régulation du débit d'air de refroidissement :

Le réacteur CF6-80-E1 FADEC est traversé par deux flux d'air :

- Le débit d'air primaire.
- Le débit d'air secondaire.

Le flux primaire sert à la combustion de ce débit on extrait un débit d'air servant pour le refroidissement des cavités moteur et le refroidissement et la pressurisation des puisards, ce débit est appelé débit d'air parasite.

Le débit d'air parasite du CF6-80-E1 FADEC sert pour le refroidissement interne du moteur. Le contrôle du débit d'air parasite est assuré par :

- ✓ Une vanne de refroidissement (BORE COOLING VALVE).
- ✓ Une vanne de refroidissement du 11eme étage.

Le contrôle du débit d'air parasite améliore la consommation spécifique carburant. Le flux secondaire sert à l'augmentation de la poussée.

Il engendre à lui seul 80% de la poussée totale du moteur.

3. Le système de refroidissement du moteur et des accessoires utilise de l'air frais en provenance du FAN, le débit d'air de refroidissement du moteur et des accessoires est régulé par une vanne de refroidissement, CORE COMPARTMENT COOLING VALVE (CCCV).

La vanne de refroidissement du moteur et des accessoires (CCCV) est une vanne de type papillon.

Elle est montée sur le carter du 4eme étage compresseur haute pression en position 10h.

Elle est équipée d'un indicateur de position (ouverte /fermée) et d'un système de blocage manuel en position (ouverte/fermée).

Sur le corps de la vanne de refroidissement on y trouve une flèche, cette flèche indique le sens du débit d'air et facilite l'installation correcte de la vanne.

L'unité électronique du contrôle moteur (ECU) contrôle la position de la vanne à travers le solénoïde de la vanne de refroidissement du 11eme étage.

La vanne de refroidissement du moteur et des accessoires CCCV est ouverte au sol et à basse altitude pour permettre au maximum le refroidissement. Elle est fermée à haute altitude et en croisière.

A haute altitude et en vol de croisière l'air ambiant frais passe à travers les ouvertures dans les capotages permettant le refroidissement par convection du moteur et des accessoires. Ce système de refroidissement par convection permet :

- D'Augmenter la durée de vie du moteur et de ces accessoires.
- D'Augmenter la durée de vie de la nacelle.
- D'Améliorer la consommation spécifique.

La vanne est conçue de façon pour qu'en cas de panne, elle tombe en position ouverte (FAIL-SAFE OPEN).

Quand la vanne de refroidissement est ouverte, l'air de refroidissement en provenance du FAN est envoyé vers le carter du compresseur haute pression, l'alternateur, les pompes hydrauliques, la pompe carburant et autre accessoires.

### **II-8-01 Refroidissement de la chambre de combustion :**

La chambre de combustion est du type annulaire, elle comporte :

- Trente injecteurs carburants.
- Deux allumeurs à haute pression.

- Des aubes de turbulence dont le but est de favoriser le mélange air /carburant afin d'avoir une combustion idéale.
- D'orifices de refroidissement de différentes tailles permettant ainsi à l'air de refroidissement de refroidir la chambre de combustion.
- Cinq points de baroscope en positions 1h30, 5h30 ,7h00 ,9h30, 10h30.

La chambre de combustion est refroidie par de l'air de décharge du quatorzième étage compresseur haute pression.

Environ 80% d'air en provenance du dernier étage compresseur haute pression sert au refroidissement de la chambre de combustion, tandis que 20% d'air en provenance du dernier étage compresseur haute pression sert à la combustion.

La chambre de combustion est refroidie par air par un système de refroidissement par film.

### **II-8-02 Refroidissement des ailettes de la turbine haute pression :**

#### **II-8-02-01 Refroidissement des ailettes statoriques de la turbine haute pression :**

La méthode d'alimentation des aubes en air de refroidissement est une méthode d'alimentation à haute pression.

Le distributeur de turbine haute pression 1<sup>er</sup> étage est refroidis par de l'air du 14eme étage compresseur haute pression.

Le distributeur de turbine haute pression 2eme étage est refroidis par de l'air prélevé du 11eme étage compresseur haute pression.

Le refroidissement des ailettes statoriques du 2eme étage turbine haute pression est assuré par deux(02) vannes de refroidissement du 11eme étage via la vanne solénoïde de refroidissement du 11eme étage.

**II-8-03 Refroidissement des ailettes turbine basse pression :**

L'air en provenance du 7<sup>eme</sup> étage compresseur haute pression sert au refroidissement :

- ✓ Des aubes statoriques du 1<sup>er</sup> étage de la turbine basse pression.
- ✓ Des aubes rotoriques du 1<sup>er</sup> étage de la turbine basse pression.
- ✓ Du carter avant de turbine basse pression.

Les fuites haute pression recueillit au joint labyrinthe arrière du compresseur haute pression sont utilisé pour le refroidissement :

- ✓ Des aubes statoriques du 1<sup>er</sup> étage turbine basse pression.
- ✓ Du carter avant turbine basse pression.

**II-8-04 Dispositif actif de contrôle du jeu turbine haute pression et basse pression :**

Le circuit de refroidissement du carter turbine utilise deux(02) collecteur séparé pour refroidir les carter turbine basse et haute pression.

Le refroidissement du carter turbine est assuré par une distribution annulaire ordonné de tubulure percé uniformément appelé rampe de distribution.

Celle-ci décharge l'air du FAN sur la surface du carter turbine basse et haute pression par des injections d'air frais.

Le flux de refroidissement réduit le jeu radial entre rotor et stator et augmente l'efficacité de la turbine.

L'air en provenance du FAN pour chaque collecteur est contrôlé par des vannes de refroidissement identiques.



**II-8-05 Dispositif passif de contrôle du jeu turbine haute pression :**

En général durant l'augmentation et diminution importantes de régime, la vitesse de variation de diamètre sous l'effet des pressions et de température sont plus rapides pour les carter que pour les rotors de turbine haute pression.

Il en résulte une évolution préjudiciable des jeux en bout d'ailette. Celle-ci peut entraîner :

- ✓ Une baisse de température de turbine en cas d'augmentation des jeux.
- ✓ Des frottements et détérioration mécanique en cas de diminution des jeux.

Ce dispositif utilise des flux d'air en provenance du 11eme étage et 14eme étage compresseur haute pression. ces flux d'air régulent la température du carter et des composant du stator de turbine haute pression. Dans ce but les flux d'air circulent dans les canaux internes brides d'assemblage, ainsi qu'à l'intérieur des fausses brides disposées à la périphérie du carter turbine haute pression.

On remarque que le flux d'air du 14eme étage compresseur haute pression circule plus particulièrement dans la zone du stator 1<sup>er</sup> étage turbine haute pression.

Le flux d'air du 11eme étage compresseur haute pression circule plus particulièrement dans la zone du stator 2eme étage turbine haute pression.

Par ailleurs une gaine d'isolation est montée à l'extérieur du carter turbine haute pression a fin d'éviter toute interférence thermique avec le circuit de ventilation nacelle moteur.

**II-8-06 Refroidissement des bougies :**

Les deux boîtes d'allumage sont fixées sur le côté droit du carter du FAN en position 3h30 et 5h30.

Elles sont identiques et utilisent du courant 115VAC/400Hz. Elles débitent une décharge par seconde sous une tension d'amorçage de 18000volts et libèrent une (01) étincelle par seconde.

- La boîte supérieure du circuit **A** alimente l'allumeur en position 5h30.
- La boîte inférieure du circuit **B** alimente l'allumeur monté en position 3h30.

Les câblages sous haute tension relient les boîtes aux allumeurs. Ils cheminent le long du carter du fan et du carter compresseur haute pression, durant leur parcours en zone chaude, au voisinage du carter compresseur haute pression les câbles sont ventilés par un prélèvement d'air en provenance du fan à l'aide d'une tuyauterie située en amont de la vanne de turbine basse pression du contrôle actif des jeux.

Les allumeurs comportent une électrode centrale en tungstène par une bague en céramique.

**II-8-07 Refroidissement de l'huile de l'alternateur (IDG) :**

Chaque IDG est entraîné par l'attelage haute pression. Il se compose de deux éléments principaux :

- ✓ L'alternateur qui doit tourner à vitesse constante pour alimenter le réseau de distribution à une fréquence fixe.
- ✓ L'entraînement de l'alternateur qui permet de maintenir cette vitesse constante pour tous les niveaux normal régime moteur, grâce à un régulateur hydromécanique.

L'alternateur pèse environ 60kg.

L'ensemble est refroidi et lubrifié par un circuit d'huile indépendant. L'huile drainée du carter de l'alternateur est refoulé par un ensemble de deux pompes du type à palettes. Cette huile passe au travers d'un filtre pour être envoyer vers le circuit de refroidissement avant de revenir vers l'alternateur.

Le circuit de refroidissement est composé de deux échangeurs monté en série :

- Echangeur AIR / HUILE.
- Echangeur CARBURANT/ HUILE.

L'échangeur à air prélève l'air de refroidissement dans le compartiment du FAN, par l'intermédiaire d'une vanne électropneumatique d'admission ; cet air est rejeté ensuite vers l'extérieur, la vanne d'admission est commandée par le boîtier électronique de l'alternateur (GCU).

L'échangeur carburant refroidit en permanence l'huile de l'alternateur par échange thermique avec le carburant.

Les principaux paramètres de l'alternateur ( température d'entrée, sortie, baisse de pression d'huile, vitesse d'entraînement) sont surveillé par le boîtier électronique GCU qui commande la vanne d'admission d'air de l'échangeur thermique AIR/HUILE .

L'échangeur thermique air/huile ne fonctionne pas en permanence et ne sert que d'appoint au circuit de refroidissement dans des conditions particulières de fonctionnement.

La vanne électromagnétique d'admission d'air est commandée en fonction de la température d'entrée d'huile de l'alternateur et s'ouvre lorsque celle-ci atteint 127°C.

L'énergie utilisée pour ouvrir cette vanne est prélevée au 11<sup>ème</sup> étage compresseur haute pression.

La vanne se referme lorsque la température a été ramenée en dessous de 104°C.

#### **II-8-08 Ventilation de l'unité électronique de contrôle moteur (ECU) :**

Est installée sur le carter FAN en position 8h30. Un circuit de ventilation assure son refroidissement.

Il est refroidi par convection naturelle.

#### **II-8-09 Ventilation nacelle :**

La nacelle réacteur comprend trois compartiments principaux :

- ✓ Entrée d'air.
- ✓ Compartiment fan et accessoires.
- ✓ Compartiment réacteur.

Chaque compartiment est isolé par des cloisons. Seuls les compartiment du FAN et accessoires ainsi que le compartiment réacteur, comportent une circulation d'air forcée.

Compartiment réacteur :

L'alimentation du circuit de ventilation de ce compartiment est assurée par le dispositif de contrôle actif des jeux de turbine basse pression et de ventilation du compartiment réacteur.

C'est le fan qui alimente ce circuit au travers de deux vannes électropneumatique.

**II-8-10 Refroidissement et pressurisation des puisards :**

Pressurisation puisards des dispositifs d'étanchéité :

Le différent roulement des paliers, prise de mouvement, organe d'entraînement d'accessoires sont enfermés dans les enceintes, appelé puisards, dont l'étanchéité est assuré par des joints pressurisés, pour assuré la pressurisation, le puisard est entouré d'une ou plusieurs zone sous pression d'air alimenté par les compresseurs.

Entre le puisard et la zone pressurisée, les dispositifs d'étanchéité comportent un joint constitué d'une partie rotative et d'une partie statique.

Sur la partie rotative de petites alvéoles en forme d'écope projette l'huile par centrifugation vers la partie statique, une rainure hélicoïde ramène l'huile vers l'intérieur du boîtier, le joint est doublé d'un joint labyrinthe.

La pression de la zone pressurisée est en fonction du régime réacteur, elle est supérieure à celle du puisard.

Le débit, au travers des joints, si faible soit-il, ne peut s'établir que vers l'intérieur du puisard.

Il évite ainsi toute possibilité de fuite d'huile vers l'extérieur. Entre la zone pressurisée et l'extérieur, il existe aussi un joint labyrinthe classique.

La zone pressurisée comporte un drain en communication avec l'extérieur est traversé par un léger flux de pressurisation, son but est d'acheminer vers l'extérieur toute trace éventuelle d'huile.

**Différents puisard :**

Puisard A :

Il comprend :

- La zone des roulements N1B, 2R, 3R, et la prise de mouvement.
- La boîte de transfert.
- Le boîtier des accessoires.

Le puisard A ne comporte qu'une seule zone pressurisée. Il reçoit la pression du 4<sup>ème</sup> étage compresseur basse pression.

Puisard B/C :

Il comprend :

La zone des roulements N°4R, 4B, 5R.

Le puisard B/C est pressurisé par de l'air en provenance du 14<sup>ème</sup> étage compresseur haute pression.

Puisard D :

Il comprend :

La zone du roulement N°6.

Son joint avant air/huile est entouré par l'échappement de l'air de pressurisation en provenance du compresseur basse pression.

**II-8-11 Refroidissement par carburant :**

Le circuit carburant du moteur CF6-80-E1 FADEC assure :

1. Le refroidissement de l'huile réacteur.
2. Le refroidissement de l'huile de l'alternateur.

Grace à trois échangeurs thermique, deux pour le refroidissement de l'huile du réacteur (échangeur thermique principal et le servo fuel heater), le troisième (échangeur thermique secondaire) pour le refroidissement de l'huile de l'alternateur.

Le refroidissement de l'huile réacteur :

Echangeur thermique principal :

Le débit important du circuit de récupération d'huile engendre le principal apport de calorie vers le circuit carburant, l'échangeur principal de carburant réalise donc le réchauffage du carburant a fin d'éviter son givrage et diminue la température d'huile réacteur dans tous les cas de fonctionnement.

Après son passage dans l'échangeur, le carburant passe dans des tubes métalliques tandis que l'huile passe entre les tubes métalliques.

L'échangeur thermique principal est équipé d'un clapet by-pass taré 85-100 PSI. Ce clapet by-pass fonctionne lors d'un démarrage froid, la viscosité élevée de l'huile entraine une perte de charge sur le débit d'huile lors de son passage dans l'échangeur thermique principal. Lorsque la perte de charge atteint 85-100PSI le clapet de by-pass s'ouvre et permet le passage directe de l'huile vers le réservoir sans passé dans l'échangeur. Le débit maximum de carburant admissible est de 27000PPH.

Servo fuel heater :

Le servo fuel heater réalise le réchauffage du carburant avant l'entrée du régulateur principal carburant(HMU) afin d'éviter son givrage pour le bon fonctionnement de ce dernier et diminue la température d'huile de graissage moteur dans tous les cas de fonctionnement

Le servo fuel heater est équipé d'un clapet de surpression taré à 60PSID.

### **Pressurisation des réservoirs :**

Il y'a deux réservoirs à pressuriser dans l'avion :

- Réservoirs hydraulique.
- Réservoirs d'eau potable.

### **Pressurisation des réservoirs hydraulique :**

L'AIRBUS A 330-200 comprend trois (03) circuits hydraulique.

- Circuit hydraulique bleu.
- Circuit hydraulique vert.
- Circuit hydraulique jaune.

Chaque circuit hydraulique à un réservoir hydraulique.

- Les trois (03) réservoirs sont pressurisés par de l'air sous pression qui est de 48 PSI MAX qui provient du moteur.
- Le but de la pressurisation est d'éviter le phénomène de « **CAVITATION** ».



**Pressurisation des réservoirs d'eau :**

L' AIRBUS A 300-200 a deux (02) réservoirs d'eau potable.

- Les deux réservoirs d'eau sont pressurisés par de l'air sous pression de 48 PSI MAX qui provient du moteur.
- Le but de la pressurisation est d'éviter le phénomène de « CAVITATION ».

**LE REFROIDISSEMENT DE L'HUILE DE L'ALTERNATEUR :****Echangeur thermique secondaire :**

Cet échangeur thermique secondaire a pour but de refroidir en permanence l'huile du circuit de lubrification de l'alternateur moteur. Il est monté en arrière, côté gauche du boîtier des accessoires.

C'est donc le carburant dosé qui apporte un abaissement de température à l'huile de l'alternateur.

Le débit max de carburant admissible est de 26500pph.

**DISCRIPTION DU CIRCUIT REVERSE :****Dispositif d'éjection :**

Ils assurent :

- La détente de flux primaire.
- La détente et l'inversion de poussée du flux secondaire.

**Principe :**

La tuyère primaire est à géométrie fixe au régime de décollage, le flux primaire développe 20% de poussée totale réacteur.

La tuyère secondaire, est constituée de deux (02) demi-couronnes.

En configuration normale la détente du flux secondaire assure 80% de la poussée totale.

**Inversion de poussée :**

L'énergie utilisée pour déplacer les demi-couronnes mobiles de l'inverseur est fournie par le circuit pneumatique avion. Suivant le régime c'est le 14<sup>ème</sup> étage.

**L'unité électronique de contrôle moteur (ECU) :**

L'unité de contrôle électronique réacteur (ECU) est un microprocesseur électronique digital.

Il est fixé sur le coté gauche du carter fan position 8h :30 . il est composé de deux (02) canaux identiques.

- **Canal A**
- **Canal B**

Il comporte quinze(15) prises électriques.

### **III-1 Définition et objectifs :**

Le système ECAM (ELECTRONIC CENTRALIZED AIRCRAFT MONITOR) est un système de surveillance électronique centralisé de l'avion. Il fournit une assistance opérationnelle à l'équipage pour des situations normales et anormales des systèmes de l'avion.

Cette assistance opérationnelle est apportée par des messages et des synoptiques des systèmes visualisée sur deux tubes cathodique. Le traitement des données est entièrement automatique et en tant que tel ne demande aucune action ou sélection particulière de la part de l'équipage.

### **III-2 Composition du système ECAM et localisation :**

Le système ECAM comprend :

- Deux calculateurs d'alarme (FWC = FLIGHT WARNING COMPUTEUR) qui reçoivent les données des systèmes avion afin de traiter les fonctions d'alarme et d'état (**STATUS**). Les signaux d'alarme d'une panne critique (alarmes rouge principalement) sont envoyés à chaque FWC. Les autres signaux (alarme ambre principalement) sont réparties entre les deux FWC avec un échange des données par l'intermédiaire d'un bus de communication. Les calculateurs FWC élaborent également les signaux d'alarme sonore, les signaux de commande des voyants d'alarme.
- Deux concentrateurs de données système (SDAC) qui reçoit divers signaux analogiques et décrits et les convertissent en signaux digitaux nécessaires pour les traitements qui suivent.
- Trois (03) calculateurs d'affichage qui envoient les données sur les écrans **ECAM**.

- Deux tubes cathodiques couleur de technologie «CHADOW MASK » à haute résolution où sont présentés les états des systèmes et les messages.ces tubes cathodiques sont interchangeable avec ceux du système EFIS.
- Trois (03) **MCDU** : les MCDU permettent au personnel de la maintenance de faire le **BITE** ; c'est-à dire la recherche de panne.
- Une boîte de commande ECAM qui permet à l'équipage :
  - ✓ D'appeler manuellement la fonction d'état (statut).
  - ✓ De sélectionner manuellement une visualisation d'un système.
- Une interface sonore avec :
  - ✓ 2 haut-parleurs.

Nota :

- Chaque calculateurs FWC a la capacité totale d'acquérir et traiter toutes les alarmes critiques (rouge).
- Chaque FWC a la capacité totale de traiter les alarmes non critiques (ambre).
- Chaque FWC a seulement la capacité d'acquérir la moitié des alarmes non critiques.
- Deux boutons de réglage de luminosité utilisée pour mettre en route chaque tube cathodique et régler l'intensité lumineuse des images.

**III-3-1 situation normale :** (sans panne des systèmes avion)

Le système ECAM améliore le confort de l'équipage en éliminant la nécessité de scruter fréquemment les différents panneaux des systèmes.

Il permet :

- De surveiller les systèmes ou fonctions temporairement utilisée :(page memo normalement visualisée sur le tube cathodique gauche).
- De surveiller d'une façon routinière les systèmes (synoptique système adaptés à la présente phase de vol et affiché sur le tube cathodique droit).
- De donner la tendance des paramètres des systèmes (surveillance constante des paramètres de quelques systèmes qui sont automatiquement visualisé sur le tube cathodique droit lorsque leur valeur sort de la plage normale, ce si bien avant d'atteindre le seuil d'alarme.

### **III-3-2 situation anormale ou secours :**

Le système ECAM diminue de façon notable le travail mental de l'équipage en lui fournissant :

- Une analyse plus approfondie des pannes.
- L'orientation des mesures correctives.
- Un besoin minimum de se référer à des procédures écrites ou à la lecture d'un manuel.
- Une meilleure compréhension de la configuration avion ou système après une panne.

Le système ECAM élabore deux types de signaux :

- Des signaux sonores qui sont transmis par les haut-parleurs située dans le poste de pilotage.

- Des signaux visuels qui sont présentés sur les tubes cathodiques et les voyants d'alarme d'un panneau central d'alarme conventionnel. Le système ne traite principalement les alarmes ayant une probabilité inférieure à  $10^{-9}$  (panne extrêmement rare).

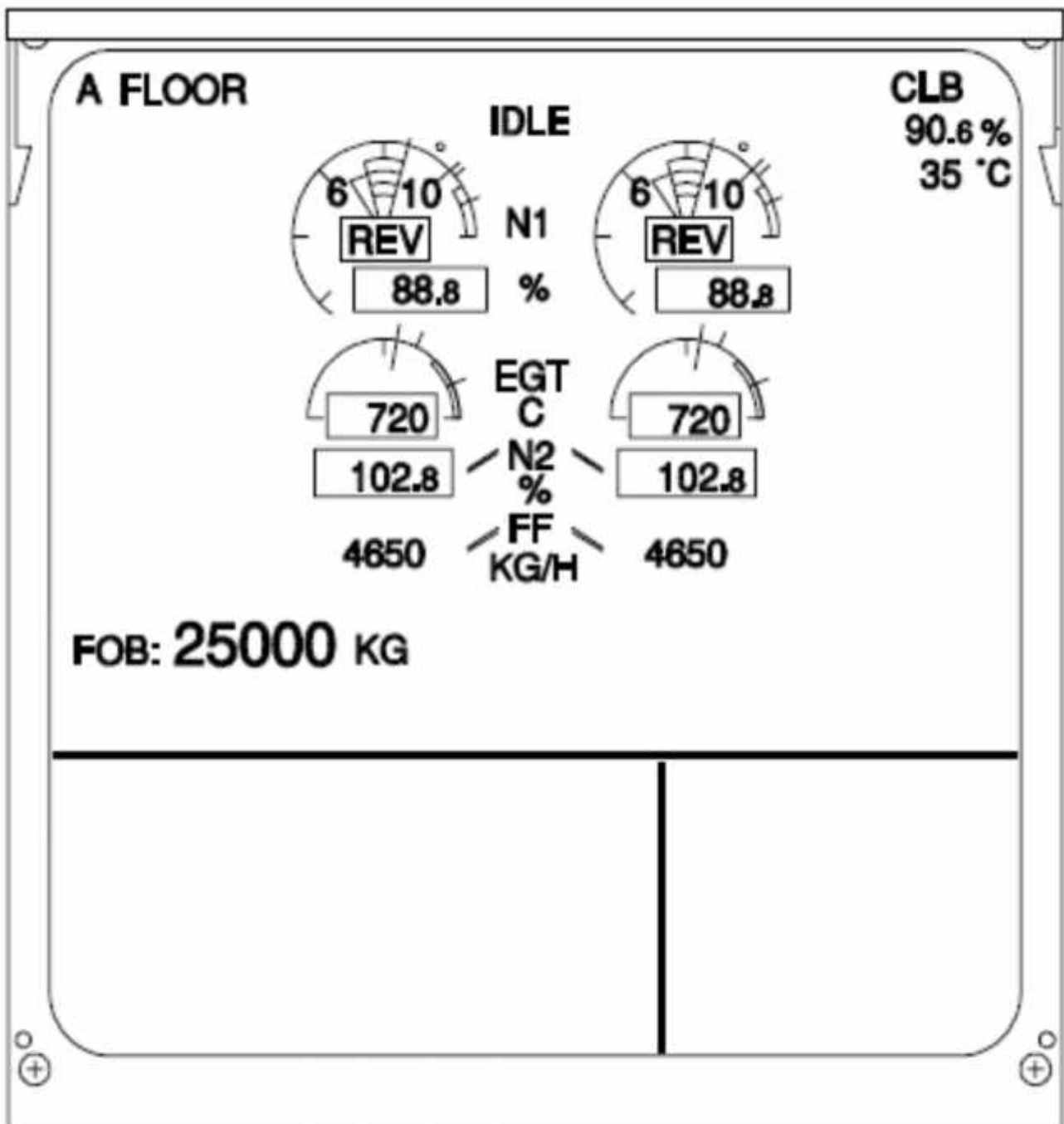
### **III-4 SYSTEME DE CONTROLE DU REACTEUR CF6-80-E1 :**

La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir :

- D'indicateurs :
  - **N1.**
  - **EGT.**
  - **N1.**
  - **Mesure du débit carburant.**
  - **Totaliseur.**
  - **Pression d'huile.**
  - **Température d'huile**
  - **Quantité d'huile.**
  - **Vibration.**
  - **Température nacelle.**

Toutes ces indications apparaissent sur l'ECAM.

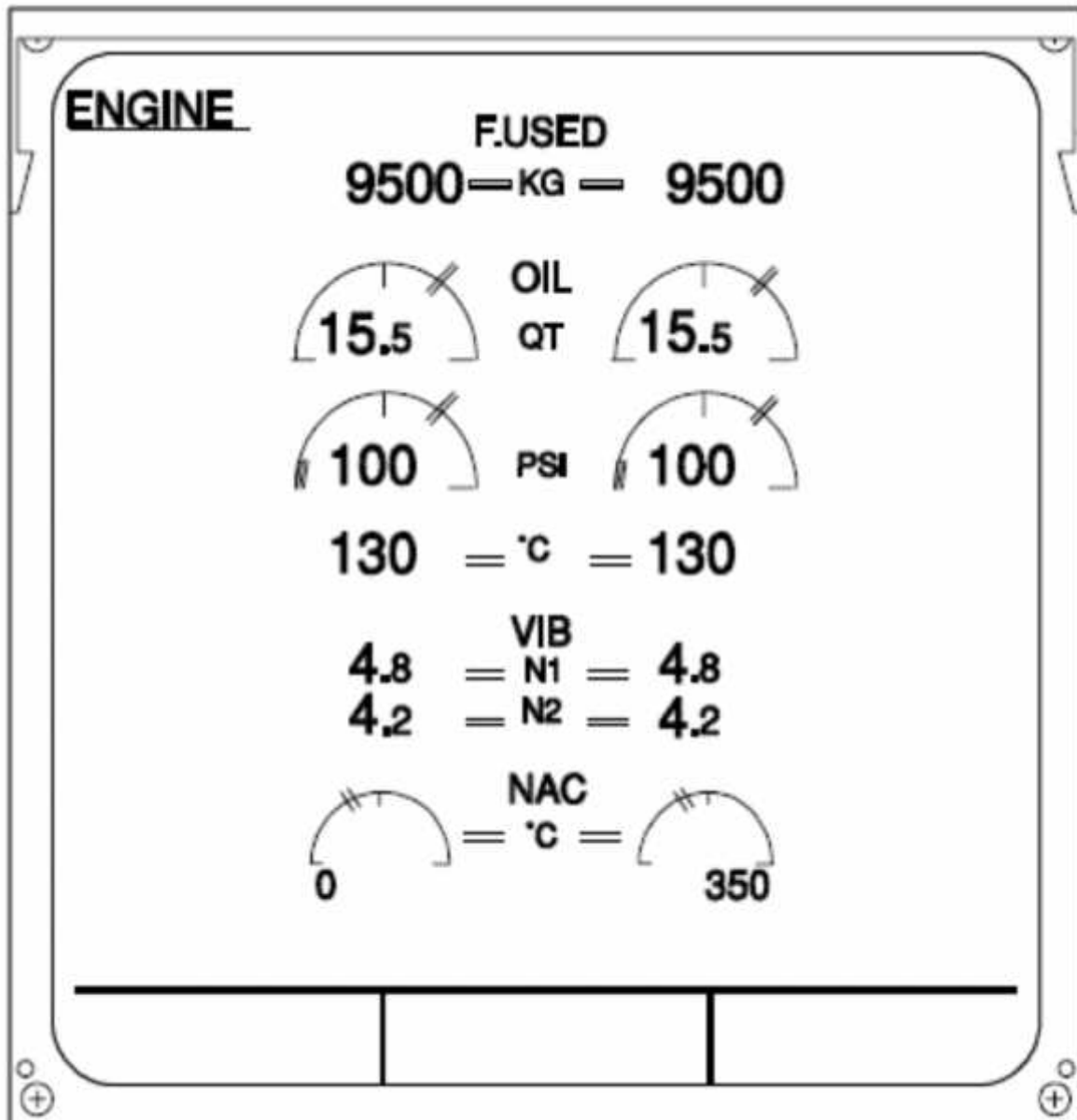
Le N1, EGT, N2 et la mesure du débit carburant sont les paramètres primaires moteurs.



**Paramètres primaires**

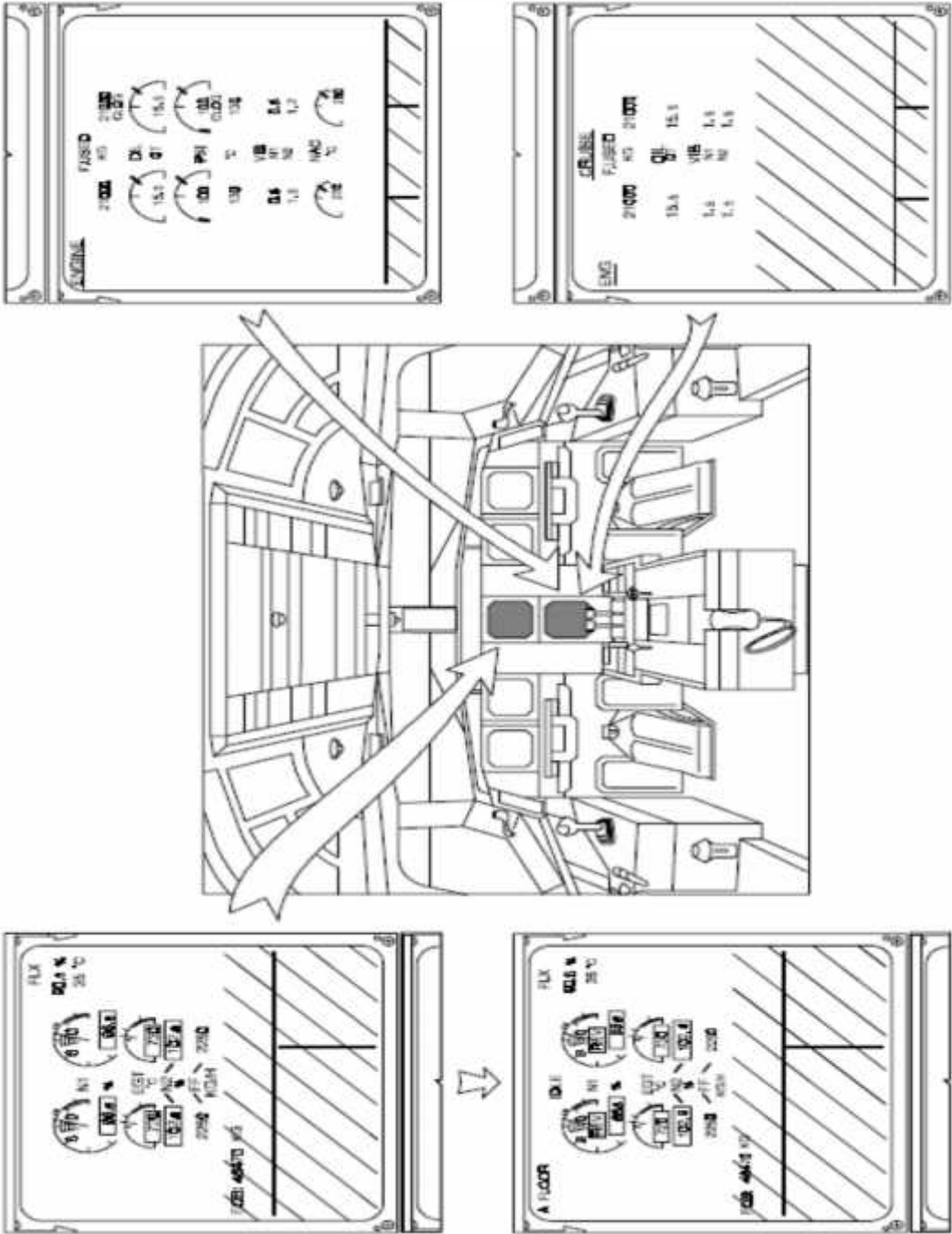
Le totaliseur, la quantité d'huile, la pression d'huile, la température d'huile, la vibration N1, la vibration N2 et la température nacelle sont les paramètres secondaires moteurs.

La page CRUIZE (CROISIERE) peut être affichée en vol.



### Paramètre secondaire





Systeme ECAM

**III-4-1 TachymètreN1 :**

Cet équipement assure une indication du régime N1 sur ECAM. La chaîne de mesure se compose d'un capteur qui lui-même est composé de trois éléments indépendants situés sur le carter compresseur basse pression et d'un indicateur situé sur l'écran supérieur ECAM. Une couronne segmentée de trente huit (38) plots est montée à l'arrière de la compresseur basse pression sur l'arbre de l'attelage N1.

Le capteur est constitué d'un aimant et de deux bobines. Le passage des plots devant le capteur provoque des variations de flux magnétique dans les bobines qui délivrent des signaux de fréquence variable.

Le capteur N1 envoie le signal N1 vers :

- Le canal A de l'ECU.
- Le canal B de l'ECU.
- L'EIVMU.

L'ECU envoie le signal N1 vers les trois calculateurs d'affichage (DMC 1, DMC 2, DMC 3) pour afficher le N1 réel calculé par l'ECU sur l'indicateur N1 au niveau de l'écran supérieur ECAM.

L'ECU envoie le signal N1 au deux calculateurs d'alarme (FWC 1, FWC 2) pour afficher tout dépassement de la valeur N1 et déclencher les alarmes.

L'ECU envoie le signal N1 à l'EIVMU pour calculer la vibration N1.

**III-4-1-1 DESCRIPTION :**

L'indicateur comprend :

1. Une fenêtre comprenant une valeur digitale.
2. Une aiguille.
3. Un trait ambre.
4. Une bande rouge.
5. Un arc.

**III-4-1-2 FONCTIONNEMENT :**

La valeur réelle N1 est affichée sous forme :

1. Digitale en couleur verte dans la fenêtre.
2. Analogique en couleur verte à travers l'aiguille.

Tant que la valeur de N1 est dans la plage normale les indications digitale et analogique sont en couleur verte. Si la valeur du N1 atteint ou dépasse les 117,5% on aura les alarmes suivantes :

1. La valeur digitale dans la fenêtre devient rouge et affiche la valeur de dépassement atteinte.
2. L'aiguille devient rouge et reste figée sur la valeur de dépassement atteinte.
3. Le message N1 OVERLIMIT apparaît sur l'écran supérieur ECAM en couleur rouge
4. La valeur de dépassement et le temps de dépassement est envoyé au calculateur de maintenance et sera affichée lors du test moteur au sol par le personnel de la maintenance.

5. L'avertisseur Master Warning s'allume rouge.

6. La sonnerie retentit.

Il est à noter que lorsque le N1 atteint sa valeur maximale l'action corrective est d'arrêter le moteur.

En cas de dépassement, l'aiguille reste à la valeur atteinte et ne peut retourner à la position repos que lorsque une action de maintenance a été entreprise et que le moteur a été démarré.

Si le capteur N1 est défaillant le troisième digit de la valeur N1 sera :

- Affiché en minuscule.
- Barré par deux traits ambre.



### III-4-2 INDICATEUR EGT :

Cet équipement assure :

- a) Une indication de température entre les turbines haute pression et basse pression.

La chaîne de mesure comporte un harnais de huit (08) thermocouples en chromel-alumel et un indicateur situé sur l'écran supérieur ECAM.

L'indicateur comprend :

- 1 – Une fenêtre comprenant une valeur digitale
- 2- Une aiguille
- 3 – Un trait ambre
- 4 – Une bande rouge



#### **III-4-2-1 FONCTIONNEMENT :**

La valeur réelle EGT est affichée sous forme :

- Digitale en couleur verte dans la fenêtre.
- Analogique en couleur verte à travers l'aiguille.

Tant que la valeur de l'EGT est dans la plage normale les indications digitale et analogique sont en couleur verte. Si la valeur de l'EGT atteint :

1. Entre 725 et 974,9°C la valeur digitale et l'aiguille deviennent en couleur ambre. Cet EGT est appelé EGT maximum permissible.
2. Atteint ou dépasse 975°C

On aura les alarmes suivantes :

1. La valeur digitale dans la fenêtre devient rouge et affiche la valeur de dépassement atteinte.
2. L'aiguille devient rouge et reste figée sur la valeur de dépassement atteinte.
3. Le message EGT OVERLIMIT apparaît sur l'écran supérieur ECAM en couleur rouge
4. La valeur de dépassement et le temps de dépassement est envoyé au calculateur de maintenance et sera affichée lors du test moteur au sol par le personnel de la maintenance.
5. L'avertisseur Master Warning s'allume rouge.
6. La sonnerie retentit.

En cas de dépassement, la valeur atteinte et ne peut retourner à la position repos que lorsque une action de maintenance a été entreprise et que le moteur a été démarré.

### **III-4-3 TACHYMETRE N2 :**

La chaîne de mesure se compose d'un capteur composé de trois (03) éléments situé sur le boîtier des accessoires et d'un indicateur sur l'écran supérieur ECAM.

Le rotor est constitué d'aimants permanents entraîné par l'arbre horizontal des accessoires.

Les bobines du stator délivrent un signal de fréquence variable qui va vers :

1. Le canal A de l'ECU.
2. Le canal B de l'ECU.

3. L'ECU envoie le signal N2 vers les trois calculateurs d'affichage (DMC 1, DMC 2, DMC 3) pour afficher le N2 réel calculé par l'ECU sur l'indicateur N2 au niveau de l'écran supérieur ECAM.
4. L'ECU envoie le signal N2 au deux calculateurs d'alarme (FWC1, FWC 2) pour afficher tout dépassement de la valeur N2 et déclencher les alarmes.
5. L'ECU envoie le signal N2 à l'EIVMU pour calculer la vibration N2.

L'indicateur comprend :

### **Une indication digitale**

L'indication digitale est affichée en couleur verte tant que la valeur N2 est dans les normes inférieures à 112,5%.

Si la valeur N2 atteint ou dépasse 112,5% on aura les alarmes suivantes :

1. La valeur digitale dans la fenêtre devient rouge et affiche la valeur de dépassement atteinte avec un +.
2. La valeur de dépassement atteinte reste figée.
3. Le message N2 OVERLIMIT apparaît sur l'écran supérieur ECAM en couleur rouge
4. La valeur de dépassement et le temps de dépassement est envoyé au calculateur de maintenance et sera affichée lors du test moteur au sol par le personnel de la maintenance.
5. L'avertisseur Master Warning s'allume rouge.
6. La sonnerie retentit.

Il est à noter que lorsque le N2 atteint sa valeur maximale l'action corrective est d'arrêter le moteur.

En cas de dépassement, la valeur atteinte et ne peut retourner à la position repos que lorsque une action de maintenance a été entreprise et que le moteur a été démarré.

Si le capteur N2 est défaillant le troisième digit de la valeur N1 sera :

- Affiché en minuscule.
- Barré par deux traits ambre.

#### **III-4-4 MESURE DU DEBIT CARBURANT :**

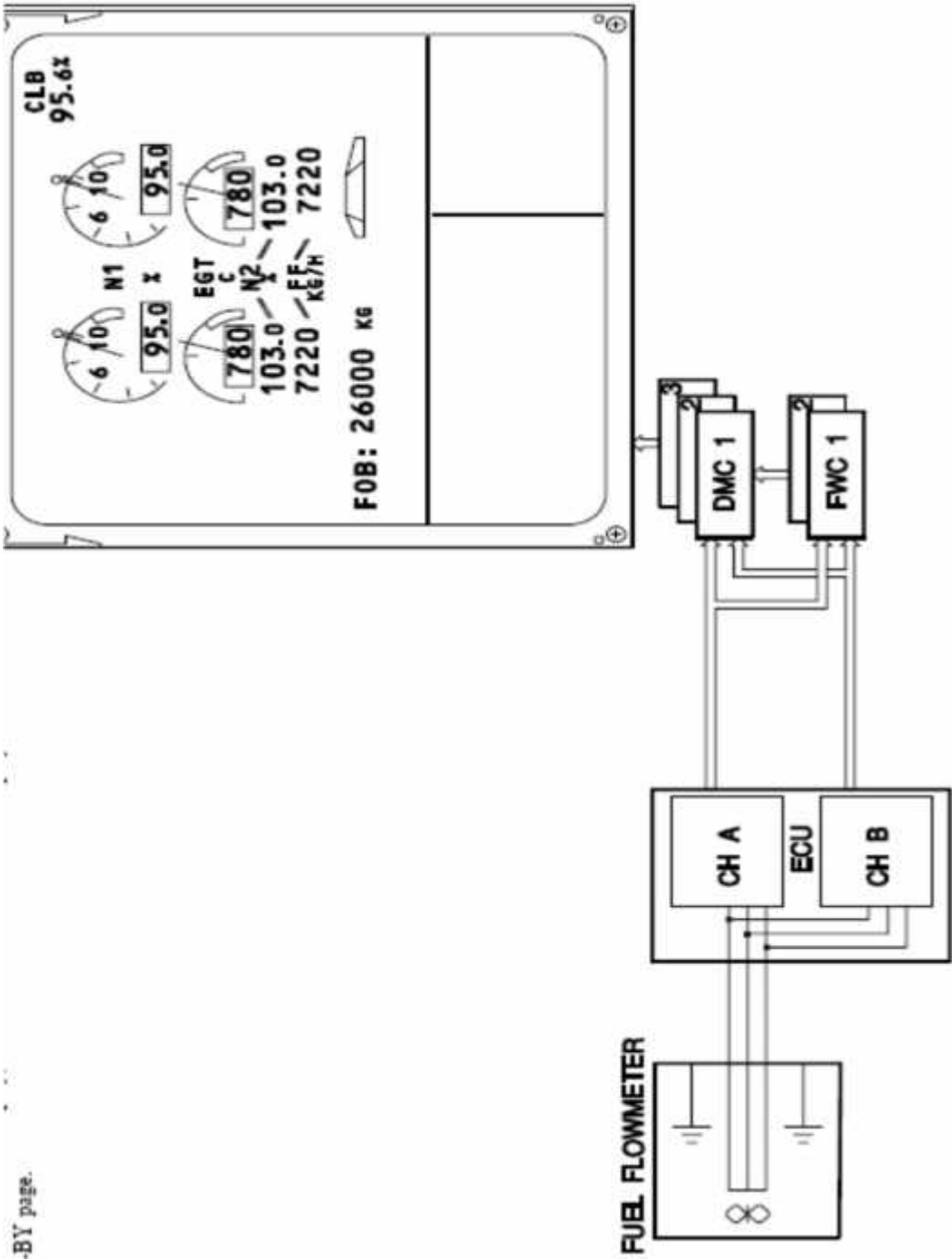
Un transmetteur du débit carburant. Il mesure le débit carburant juste avant son arrivée aux injecteurs.

Ce transmetteur est un générateur de tourbillons. Il ne nécessite aucune alimentation électrique. Le débit carburant traverse une turbine équipée d'un ressort qui s'oppose au couple antagoniste résultant du débit. Le décalage angulaire entre la turbine et le rotor varie selon le débit carburant. A chaque tour, deux aimants permanents l'un sur la turbine l'autre sur le rotor génèrent deux impulsions dans les bobines du stator. Ces deux impulsions sont envoyées à l'indicateur de mesure du débit carburant. C'est leur déphasage qui permet de mesurer le débit carburant. Le transmetteur est situé après du régulateur principal carburant (HMU).

L'indication de débit carburant est envoyée vers :

- 1- Le canal A de l'ECU.
- 2- Le canal B de l'ECU.
- 3- L'ECU envoie le signal vers :
  - Les DMC.
  - Les FWC.





-BY page.

L'indiction du débit carburant.

**III-4-5 TOTALISEUR :**

Il affiche la quantité totale consommée par le moteur. L'indication est donnée sous forme digitale. La remise à zéro se fait à chaque démarrage moteur.

Si le filtre carburant est colmaté le message CLOG (colmatage) apparaît en couleur ambre sous la valeur du totaliseur.

**III-4-6 INDICATEUR DE PRESSION D'HUILE :**

L'indication de pression d'huile est donnée sur un indicateur situé sur l'écran inférieur ECAM.

L'indicateur comprend :

- 1- Un arc.
- 2- Une aiguille.
- 3- Une valeur digitale.
- 4- Une bande rouge.

**III-4-7-1 FONCTIONNEMENT :**

Quand la pression d'huile est normale l'aiguille est de couleur verte et est localisée sur l'arc est la valeur digitale affiche la pression délivrée par la pompe de pression d'huile réelle en couleur verte. Le capteur de pression est localisé sur la tuyauterie de pression après la pompe de pression.

Si la pression d'huile diminue l'aiguille va vers le côté bas gauche et la valeur digitale diminue.

Si la pression atteint 10 PSI on aura les alarmes suivantes :

- 1- Une bande rouge. Elle indique la pression d'huile minimum (**10 PSI**).
- 2- Le message LOW OIL PRESS apparait sur ECAM
- 3- L'avertisseur de défaut s'allume ambre.
  
- 4- La sonnerie retentit.

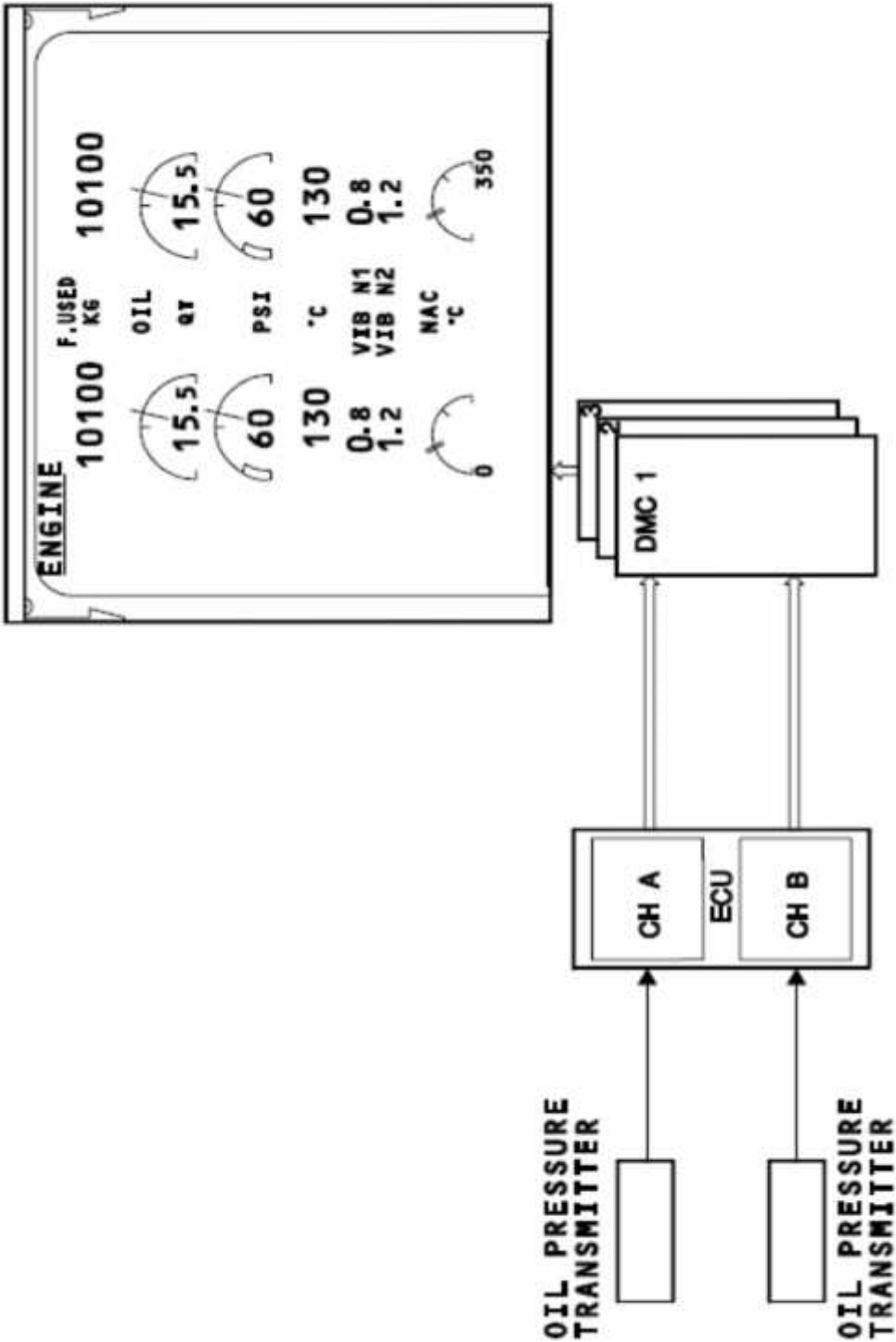
Le signal baisse de pression d'huile est envoyé vers :

- L'EIVMU.
- Les FWC.
- Les DMC.

En cas de baisse de pression d'huile l'action corrective est d'arrêter le moteur.

En cas de colmatage filtre de récupération d'huile le message CLOG (colmatage) apparaît sur l'indicateur de pression d'huile.

Une action de maintenance est obligatoire avant de redémarrer le moteur.



Indication de pression d'huile.

**III-4-8 L'INDICATEUR DE TEMPERATURE D'HUILE :**

L'indicateur de température d'huile est affiché sous forme digitale sur l'écran inférieur ECAM.

La sonde de température d'huile est localisée à la sortie de la pompe de récupération.

Quand la température est normale la valeur digitale est affichée en couleur verte.

Si la température atteint 147 °C la valeur devient ambre.

Si la température atteint 167 °C ; alors :

- La valeur devient rouge.
- L'avertisseur de défaut s'allume ambre.
- La sonnerie retentit.

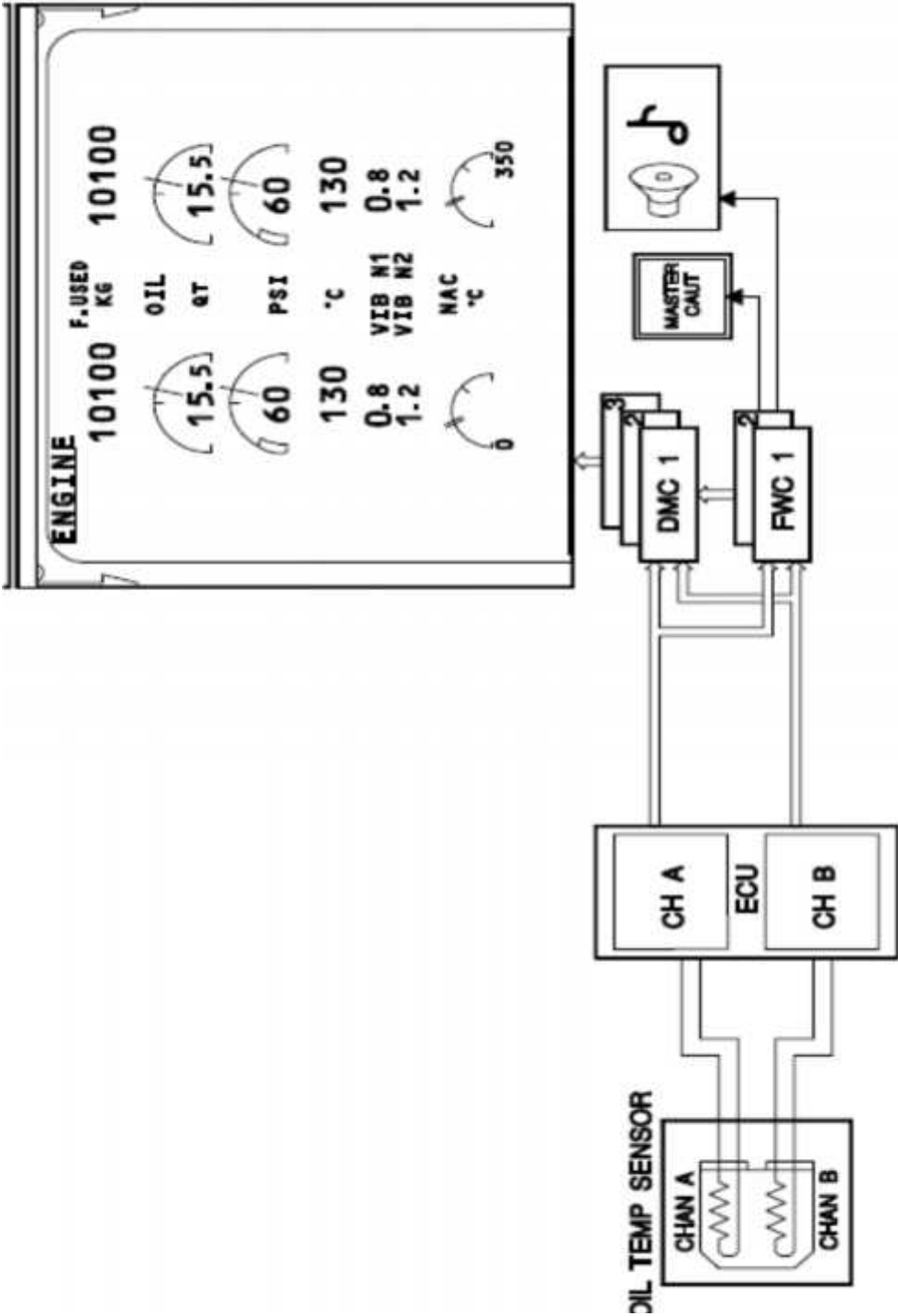
L'action corrective est d'arrêter le moteur et une action de maintenance est impérative.

Le signal de température va de la sonde de température vers :

1. Le canal A de l'ECU
2. Le canal B de l'ECU

L'ECU envoie le signal vers :

- Les FWC.
- Les DMC.



Indication de température d'huile.

**III-4-9 INDICATEUR DE QUANTITE D'HUILE :**

L'indication de quantité d'huile est donnée sur un indicateur situé sur l'écran inférieur ECAM.

L'indicateur comprend :

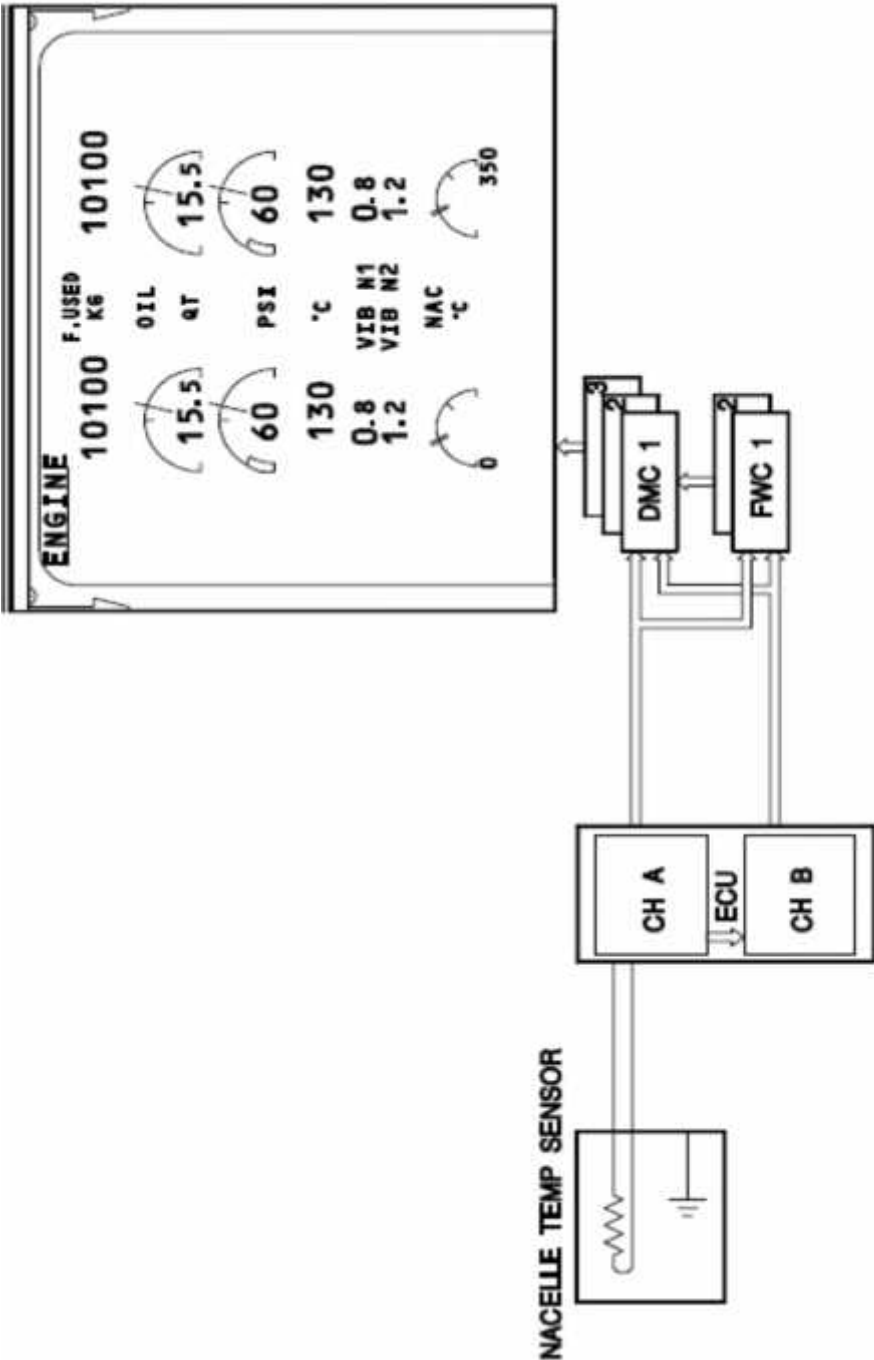
- 1- Un arc.
- 2- Une aiguille.
- 3- Une valeur digitale.

**III-4-9-1 FONCTIONNEMENT :**

Quand la quantité d'huile est normale l'aiguille est de couleur verte et est localisée sur l'arc est la valeur digitale affiche la quantité réelle existante dans le réservoir d'huile en couleur verte.

Si la quantité d'huile diminue l'aiguille va vers le côté bas gauche et la valeur digitale diminue.

Le signal de quantité d'huile est envoyé directement vers les DMC.



Indication de quantité d'huile.



**III-4-10 Capteur de vibration :**

L'indication de vibration permet de mettre en évidence une dégradation interne du réacteur. Chaque réacteur est équipé de deux (02) accéléromètres pour détecter les vibrations.

L'un dans la zone du fan au palier N°1 qui détecte les vibrations de l'attelage basse pression, l'autre fixé sur le carter réacteur à l'arrière de compresseur haute pression qui détecte les vibration de l'attelage haute pression.

L'indication de vibration apparait sur **ECAM**, le niveau de vibration est donné entre 0 et 10 pour chaque réacteur.

**III-4-10-1 FONCTIONNEMENT :**

L'EIVMU reçoit :

- 1- Le capteur de vibration N1.
- 2- Le capteur de vibration N2
- 3- La vitesse N1.
- 4- La vitesse N2.

A partir de toutes ces données l'EIVMU calcule les vibrations :

- N1.
- N2.

Et les envoies vers :

- Les DMC.
- Les CMC.
- MCDU.

Les valeurs maximales de vibration sont :

- 5,7 unités pour le N1.
- 7 unités pour le N2.

	VIB
4.8	= N1
4.2	= N2

Indication normale

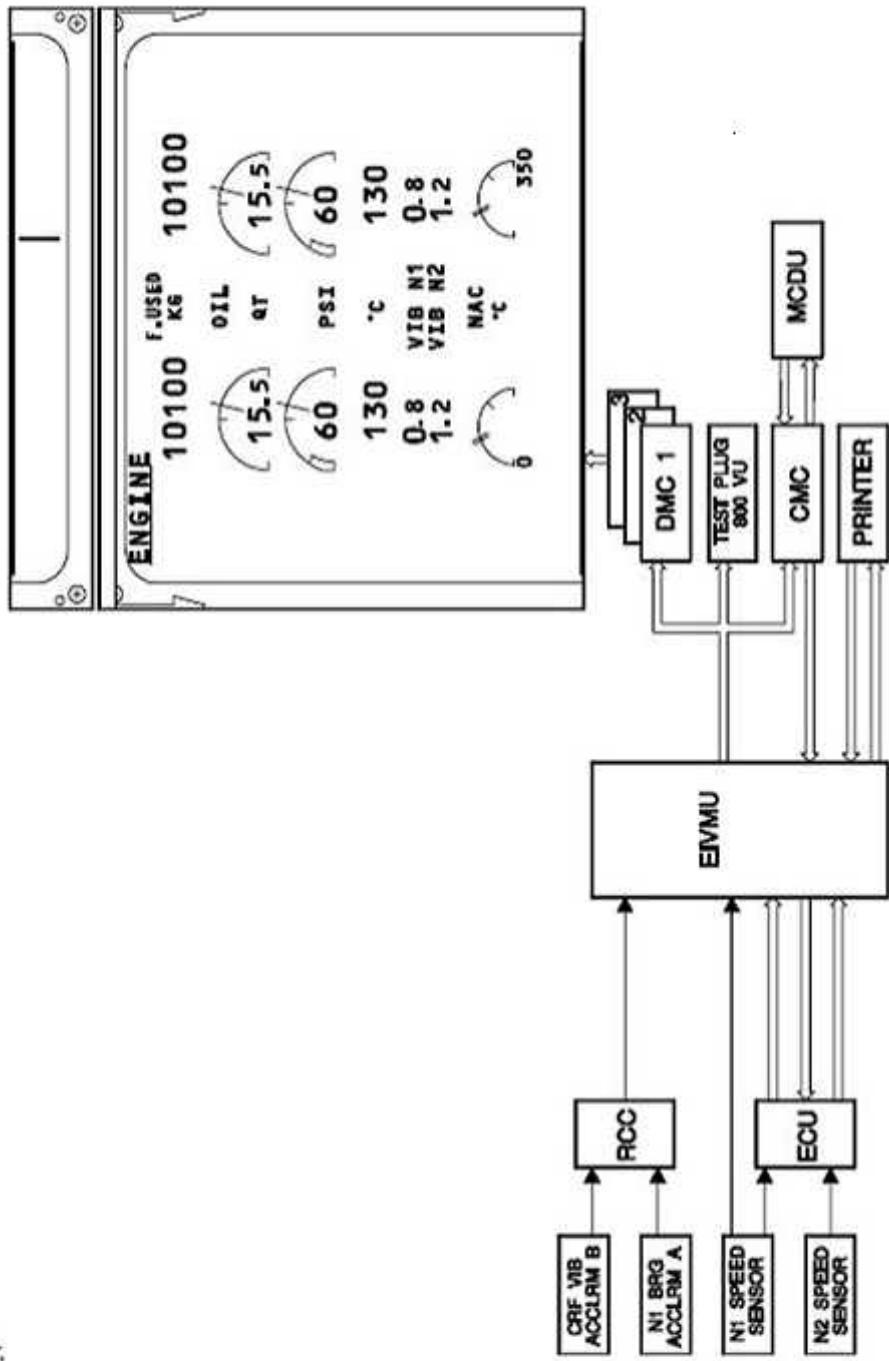
	VIB
7.8	= N1
9.2	= N2

Excès de vibration

Quand la valeur de la vibration est atteinte la valeur clignote pendant 10 secondes et se fige l'action corrective est d'arrêter le moteur.

Tous les dépassements de vibration seront mémorisés au niveau du MCDU permettant ainsi au personnel de la maintenance de faire la recherche de panne et de dépanner.

VIBRATION



Indicateur de vibration

### **III-4-11 TEMPERATURE NACELLE :**

Une sonde de température nacelle est localisée au niveau de la nacelle.

La sonde mesure 1,5 mètre.

L'indication comprend :

- 1- Un arc.
- 2- Une valeur digitale.



**Indication normale**



**Indication critique**

Quand la valeur est normale elle est affichée en couleur blanche.

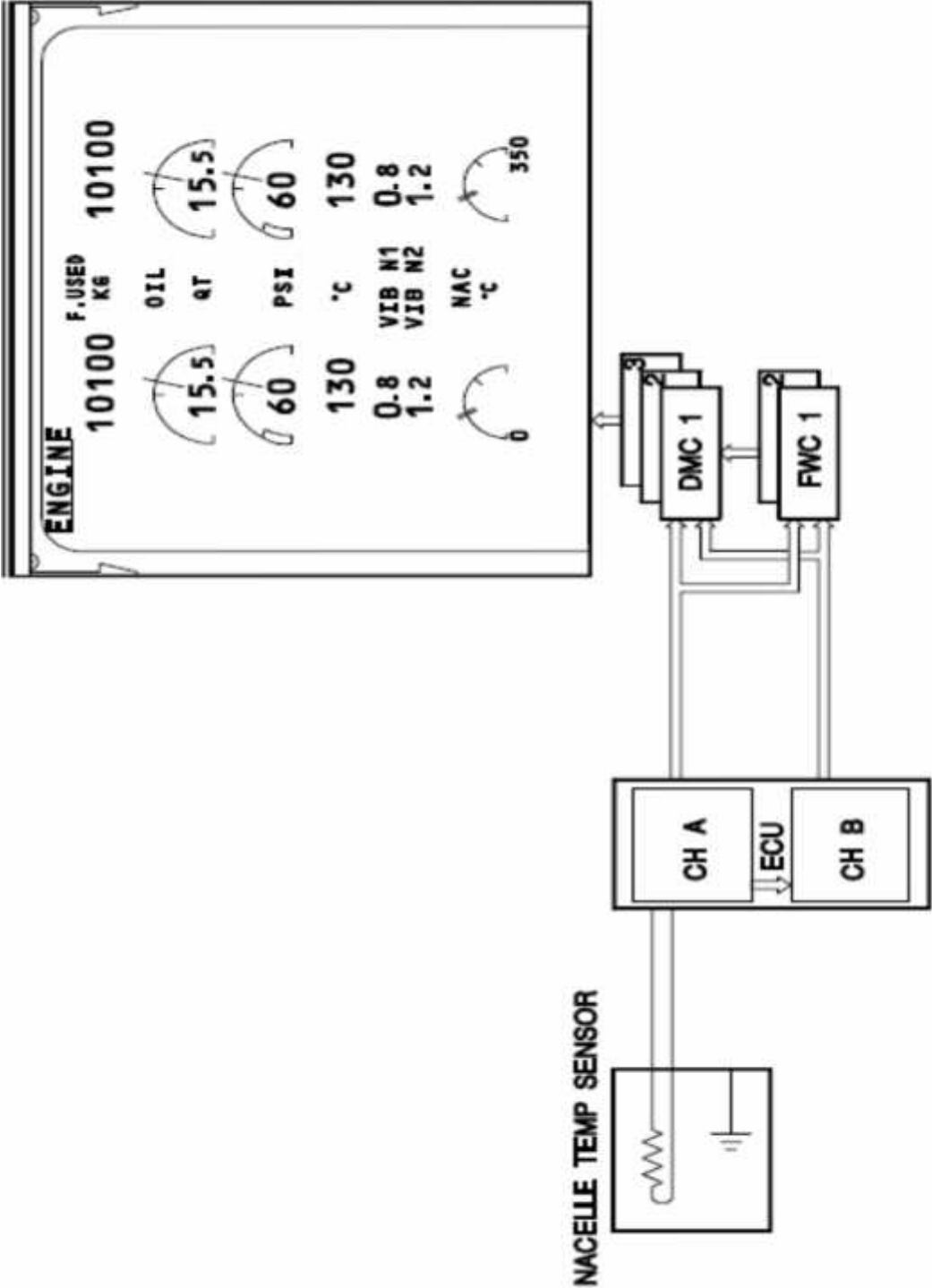
Si la température nacelle atteint 260°C la valeur clignote et l'action corrective est d'arrêter le moteur et qu'une action de maintenance est impérative.

Le signal température nacelle est envoyé vers :

- 1- Le canal A de l'ECU.
- 2- Le canal B de l'ECU.

L'ECU envoie le signal vers :

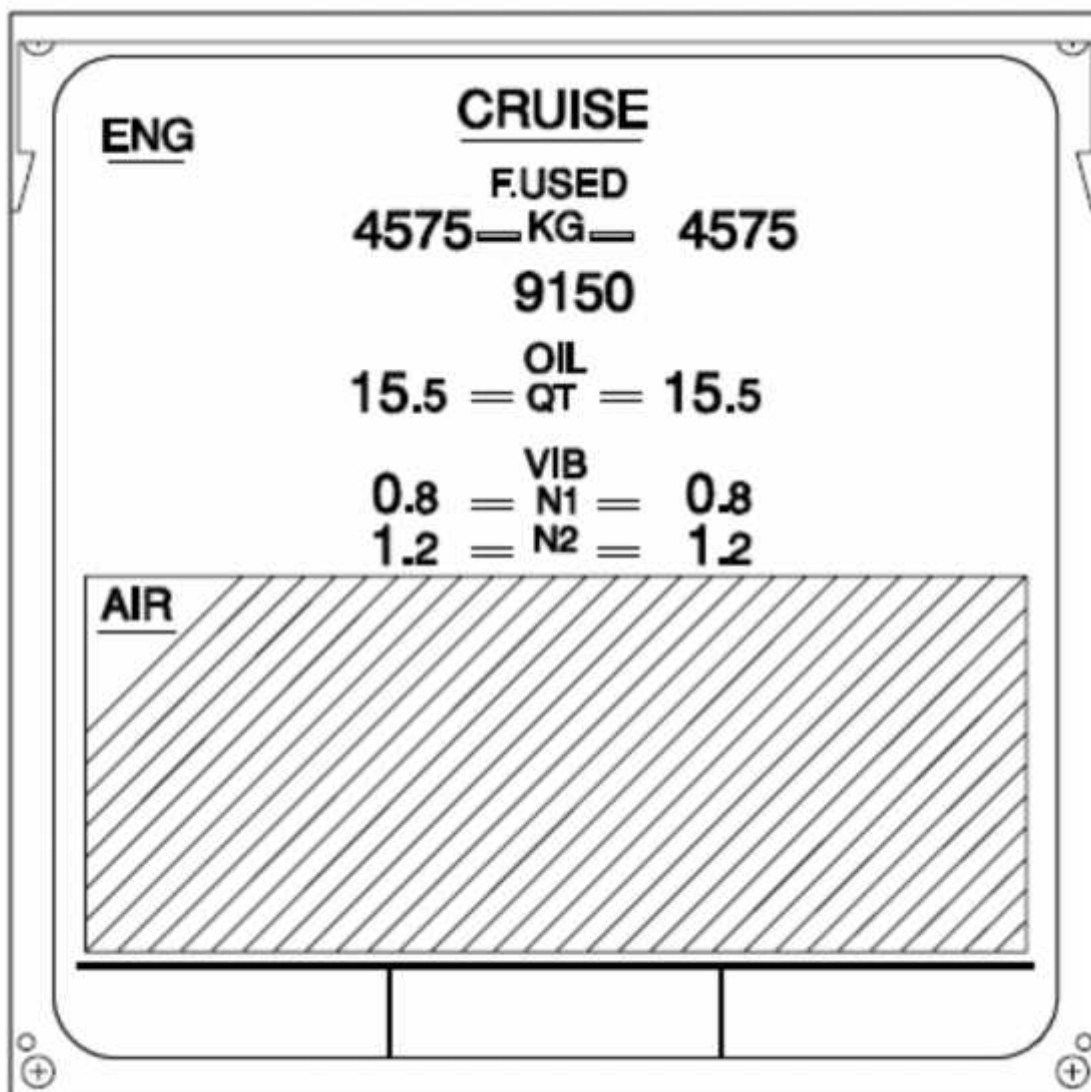
- Les FWC.
- Les DMC.



Indication de temperature nacelle.

La page CROISIERE (CRUIZE) affiche les paramètres suivants :

- Le totaliseur des moteurs 1 et 2.
- Quantité d'huile des moteurs 1 et 2.
- Vibration des moteurs 1 et 2.



**IV.1/ POLITIQUE DE MAINTENANCE :**

La maintenance est définie comme l'ensemble des actions permettant de maintenir ou d'établir un bien dans un état spécifique en mesure d'assurer un service déterminé.

Il y a plusieurs types de maintenance :

**IV.1.1/ LA MAINTENANCE PREVENTIVE :**

C'est la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité d'un bien ou dégradation d'un service rendue.

C'est une intervention de maintenance prévue, préparées à programmer avant la date d'apparition d'une défaillance.

**❖ La maintenance systématique :**

C'est une maintenance préventive selon échéancier suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage.

**❖ La maintenance conditionnelle :**

C'est la maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé.

**IV.1.2/ LA MAINTENANC CORRECTIVE:**

C'est l'opération de maintenance effectuée en défaillance.

**IV.2/GENERALITES SUR LA MAINTENANCE AERONAUTIQUE :**

Ces notions fondamentales ont influé sur la conception des APU par l'adaptation de ceux-ci aux niveaux des moyens et méthodes de détection (maintenance préventive) et la recherche des solutions économiques pour réaliser la maintenance corrective.

Pour les besoins de la maintenance la F.F.A à crée des réglementations, une grande partie font référence à la révision MOTEUR programmée, les utilisateurs sont soumis à déposer, démonter, reconditionner, remonter et mettre en place chaque matériel de façon systématique et périodique.

**IV.3/ INFLUENCE DE LA FIABILITE :**

La tache la plus économique la plus rentable et de remplacer ou de réparer un élément avant qu'il ne tombe en panne, et si c'est possible juste avant.

Dans les travaux de fiabilités et de statisticiens, afin de déterminé le moment exacte pour effectuer la maintenance programmée, ils sont finalement arrivés à une conclusion, c'est que souvent le moment exact n'existe pas : donc tout système, module, sous module, ou ECU se trouve affaiblit d'un taux de panne en général quasiment aléatoire.

Les utilisateurs ont bien remarqué que les taux de défaillance sont les mêmes et parfois ils sont plus importants dans les 50 heures qui suivent une révision général, que dans les 50 heures précédente, c'est de la qu'est née l'idée de ne pas démonter inutilement.



Donc la recherche nous a permis d'éliminer les interventions inutiles, en assurant bien sûr la sécurité des vols

#### **IV.4/ LES MODES D'ENTRETIEN :**

##### **IV.4.1/ ENTRETIEN AVEC TEMPS LIMITE**

Dire qu'un élément fait l'objet d'un entretien avec temps limité, signifie que cet élément devra être déposé avant d'atteindre son potentiel (heurs de vol, fonctionnement, nombre de cycle).

- Soit pour subir certains travaux qui permettent de le libérer pour une nouvelle période (potentiel de révision général ou partielle).
- Soit pour être retiré de service (vie limitée).

##### **IV.4.2/ ENTRETIEN AVEC SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT EN SERVICE:**

Dire qu'un élément fait l'objet d'un entretien avec surveillance de comportement en service, signifie que l'on interviendra sur cet élément qu'après indication de défaillance.

Ce mode d'entretien n'est applicable qu'aux éléments dans la détection ne va pas se répercuter sur l'état de navigabilité, cet entretien nécessite la mise en œuvre des moyens appropriés de suivi pour sélectionner les éléments dont le niveau de fonctionnement n'est pas satisfaisant (fiabilité, statistique, consommation).

La maintenance avec surveillance du comportement est en partie basée sur la connaissance statistique des comportements de l'élément dont on surveille la vie.

#### IV.4.3/ ENTRETIEN SELON VERIFICATION DE L'ETAT:

Signifie que cet élément subit des interventions périodiques ou éventuellement soumis à des observations continues pour déterminer son état.

Les critères pour déterminer ces éléments qui peuvent être entretenue selon vérification de l'état sont les suivants :

- Possibilité d'évaluer la dégradation de l'état généralement sans dépose,  
par inspection visuelle, mesures des paramètres significatifs, essais...etc.
- Définition dans un document d'entretien de la valeur limite des paramètres significatifs, ces derniers ont des tolérances sur les qualités, les performances, l'usure, ou la diminution de la résistance ou défaillance, nécessite les travaux ultérieurs sur les éléments.

Cette politique nécessite la mise en œuvre des méthodes de détection et diagnostics des pannes éventuellement ainsi que les moyens d'interventions pour mener les actions collectives.

**IV.5/ STRATEGIE DE LA MAINTENANCE DU MOTEUR :**

Le moteur nécessite une maintenance préventive et curative pour augmenter sa durabilité ou diminuer les pannes en cours d'utilisation.

Cette maintenance consiste en deux méthodes utilisées régulièrement :

- Entretien en ligne.
- Entretien en atelier.

**IV.5.1/ ENTRETIEN EN LIGNE :**

L'inspection en ligne est une inspection suivant des protocoles et des fiches des travaux établis par le Bureau Technique ex ENGINEERING suivant le manuel de maintenance établie par les constructeurs GENERAL ELECTRIC et AIRBUS.

Cette inspection consiste à faire des vérifications avant et après chaque vol suivant

un compte rendu matériel établi par l'équipage navigant.

En cas d'anomalies, on intervient suivant les fiches de travaux.

La maintenance à l'entretien en ligne engendre plusieurs inspections :

**IV.5.1.1/ INSPECTION JOURNALIERE :**

Cette inspection est réalisée quotidiennement. Elle consiste à faire des vérifications. En cas d'anomalie signalée par le pilote il faut dépanner. Sur l'AIRBUS A330-200 toute la maintenance est centralisée au niveau du MCDU.

Le menu du MCDU concernant le moteur comprend :

**LAST LEG REPORT :**

C'est le rapport du dernier vol. Si une anomalie a été mémorisée elle sera affichée.

**PREVIOUS LEGS REPORT :**

C'est les rapports des 63 derniers vols. On a la possibilité de connaître les anomalies motrices durant les 63 derniers vols

**IV.5.1.2/ INSPECTION HEBDOMADAIRE :**

Cette inspection est réalisée chaque semaine selon la carte de travail qui préconise :

- De relever les heures et les cycles moteurs et de les porter sur AIRCRAFT TECHNICAL LOG dans la rubrique action.
- Vérifier les témoins de colmatage des filtres de d'huile et de récupération alternateur.
- Inspecter le filtre de la pompe de récupération alternateur.
- Vérifier le niveau d'huile moteur.

En cas d'anomalies signalées par le pilote, il faut aller au niveau du MCDU et faire le test

IV.5.1.3/ INSPECTION 1/2 CHECK A:

Cette inspection est réalisée toutes les 300 heures de fonctionnement avion. L'inspection est un peu plus approfondie.

IV.5.1.4/ INSPECTION CHECK A:

Cette inspection est réalisée toutes les 600 heures de fonctionnement avion. L'inspection du moteur est très approfondie.

NB/ Après 6000 heures de fonctionnement c'est la CHECK C.

IV.5.1.5/ INSPECTION BOROSCOPIQUE :

C'est une inspection qui nécessite un appareillage (le boroscope) et un éclairage qui varie entre 150 et 300 WATT.

Le but de cette inspection est de voir l'état interne du moteur c'est pour déceler de la corrosion, criques et déformations au niveau :

- Des compresseurs.
- De la chambre de combustion.
- De la turbine.

Le menu du MCDU concernant le moteur comprend :

- LAST LEG REPORT.
- PREVIOUS LEGS REPORT.

- ENGINE TESTS.
- DISPLAY TEST.
- FADEC.
- START / IGN.
- INDICATING.
- REVERSER.
- THRUST CTL.

Concernant la maintenance du circuit de démarrage et allumage il faut se referait au menu moteur.

Le menu moteur offre la possibilité de faire la maintenance suivante :

- Canal A de l'ECU.
- Canal B de l'ECU.
- Motoring test.
- Test reverse.
- Test circuit d'allumage.
- Engine running test.

Pour la maintenance du circuit de démarrage et allumage il faut tester :

- La vanne de démarrage.
- Le démarreur.
- Les boites d'allumage.
- Les bougies.
- Les câbles de bougies.

A l'entretien en ligne on teste surtout les allumeurs. Pour ce test il faut deux personnes.

- Une personne au poste de pilotage pour actionner la manette de démarrage
- Une personne au niveau des bougies pour entendre les éclatements des bougies.

**AIRBUS**  
THEORY & PRACTICE COURSE DOCUMENTATION SYSTEM

4449 TECHNICAL TRAINING MANUAL  
70.07650-01 ENGINE

---

**VIBRATION**  
 The N1 and N2 vibration digital values are

4.8	VB	Normally in Green
4.2	N2	

**VIB**  
 In pulsing green if the vibration level exceeds :

7.8	N1	2.6 mm/s for N1
9.2	N2	4.7 mm/s for N2

**Start valve display**

Fully open  
 Fully Closed  
 No valid data at the DMC input  
 Note : in case of position disagreement, the valve is shown in amber

**IGNITION/START**  
 Ignition display :

IGN	IGN
A	IGN
B	IGN
AB	IGN

For a dedicated engine, the selected ignitors "A" or "B" or "AB" are displayed in green.

**The bleed pressure is :**

28	PSI	Normally in Green
18	PSI	In amber if : - The pressure is below 20 psi with N2 flow 10%
61	PSI	- The pressure exceeds 60 psi

SOURCE: AIRBUS

Page 206

P1/5001

Toutes les anomalies seront affichées au niveau du MCDU. Le personnel de la maintenance prendra note et utilisera la documentation de la maintenance tel que le TSM (TROUBLESHOOTING MANUAL) afin de dépanner.

**IV.5.2/ ENTRETIEN EN ATELIER :**

La maintenance Du moteur au niveau de la S/Direction Révision Moteur de la Direction Technique d'AIR ALGERIE est régie par :

- Le protocole d'inspection préliminaire MOTEUR.
- Le protocole d'inspection boroscopique MOTEUR.

Les deux protocoles sont délivrés par le bureau technique de la direction technique en référence document :

- Manuel de Maintenance
- Manuel de Maintenance pour le protocole d'inspection boroscopique.

**IV.5.2.1/ PROTOCOLE D'INSPECTION PRELIMINAIRE :**

Le protocole d'inspection préliminaire consiste aux opérations suivantes :

- Effectuer un compte rendu de réception sur le formulaire.
- Relever le numéro de référence (P/N) et le numéro de série (S/N) sur le listing des accessoires. Noter les accessoires manquants.
- Inspecter l'entrée d'air.
- Inspecter les ailettes FAN.
- Inspecter le circuit carburant.
- Inspecter le circuit d'air.
- Inspecter l'ECU.
- Inspecter le circuit d'allumage.



- Inspecter le circuit de démarrage.
- Inspection des filtres d'huile (filtre de pression et filtre de récupération).
- Inspection du filtre d'huile de la pompe de récupération alternateur.
- Inspection du bouchon magnétique pour présence de particules métalliques.
- Vérifier l'état général du câblage électrique
- Inspection de la vanne de drainage de la chambre de combustion.
- Vérifier l'état des gougeons de l'alternateur pour endommagement.
- Inspection du filtre carburant.
- Vérifier l'échappement ainsi que les conduits de soutirage pour présence d'huile
- Inspection boroscopique selon protocole. Noter si anomalie.
- Déposer le couvercle du fan pour inspection du fan.
- Déposer la bougie d'allumage et inspecter pour érosion.
- Noter toute autre anomalie.

#### **VI.5.2.2/ PROTOCOLE D'INSPECTION BOROSCOPIQUE :**

Le protocole d'inspection boroscopique consiste aux opérations suivantes :

- Inspection boroscopique du compresseur basse pression.
- Inspection boroscopique du compresseur haute pression.
- Inspection boroscopique de la chambre de combustion.
- Inspection boroscopique de la turbine haute pression.
- Inspection boroscopique de la turbine basse pression.
- Noter toutes les constatations.

La maintenance de l'alternateur moteur se fait au niveau de la S/Direction des Ateliers de la Direction Technique d'AIR ALGERIE est régie par :

La maintenance des composants pneumatiques au niveau de la S/Direction des Ateliers de la Direction Technique d'AIR ALGERIE est régie par des protocoles :

Au niveau des ateliers il y a :

- L'atelier des accessoires.
- L'atelier électricité.

#### **IV.5.3/ATELIER DES ACCESSOIRES :**

Dans cet atelier, les équipements pneumatiques sont réparés testés et remis en service.

Concernant le moteur le démarreur et les vannes électropneumatiques sont traités dans cet atelier.

##### **IV.5.3.1 ATELIER ELECTRICITE :**

Dans cet atelier on traite les équipements électriques tels que :

- L'alternateur MOTEUR.
- Les batteries AVION.
- La boîte d'allumage.
- Les bougies.
- Les câbles de bougies.

Dans cet atelier l'alternateur MOTEUR subit :

- Le servicing.
- La révision générale.

#### **IV.5.3.2/ SERVICING :**

Le servicing consiste à changer :

- Les filtres.
- L'huile.

#### **IV.6 MAINTENANCE DU SYSTEME ECAM :**

L'ARBUS A330-200 est équipé d'un dispositif sophistiqué pour gérer la maintenance des différents paramètres de contrôle de l'avion, tel que l'ECAM.

- Un système ECAM.
- Un système CMS.
- Un système ACARS.
- Un système MCDU.

##### **IV.6.1 SYSTEME ECAM :**

Ce système permet de contrôler les données du suivi de l'avion, il comprend deux écrans :

1- Ecran supérieur :

Il permet d'afficher les paramètres primaires du moteur N1, EGT, N2, FUEL FLOW.

## 2- Ecran inférieur :

Il permet d'afficher des paramètres secondaires du moteur.

- Totaliseur carburant.
- Quantité d'huile.
- Pression d'huile.
- Température d'huile.
- Vibration N1, N2.
- Température nacelle.

Quant il y a un fonctionnement anormal des paramètres moteur ces derniers changent de couleur et suivi de message d'alarme.

Permettent aussi au pilote d'inscrire l'anomalie sur le **CRM** (compte rendu matériel).

### **IV.5.3.3/ REVISION GENERALE :**

La révision générale consiste à changer les parties internes maîtresses de l'alternateur tel que le rotor, stator etc.

Les capteurs N1, N2 les thermocouples, les sondes de température de pression, de quantité et baisse de pression d'huile le switch de pression différentiel, la sonde température nacelle et les capteurs de vibration sont traités au niveau de l'atelier révision moteur, par contre les écrans ECAM , MCDU et les calculateurs ECU, EIVMU,DMC,FWC sont traités au niveau de l'atelier électronique.

## Conclusion

---

A l'issue de ce modeste travail nous avons pris connaissance :

- ❖ Des différents modules et composants du réacteur **General Electric CF6-80-E1** et de son fonctionnement.
- ❖ Le réacteur **CF6-80-E1** est un moteur modulaire de nouvelle génération géré par des calculateurs électroniques.
- ❖ Du système de contrôle et de surveillance du moteur.
- ❖ Du système de surveillance électronique centralisé de l'avion (**ECAM**) qui :

- ✚ Fournit à l'équipage une assistance opérationnelle pour des situations normales et anormales des systèmes avion.
- ✚ Améliore le confort de l'équipage en éliminant la nécessité de scruter fréquemment les différents panneaux.
- ✚ Diminue de façon notable le travail mental de l'équipage en lui fournissant une analyse profonde des pannes, l'orientation des mesures correctives, un besoin minimum de se référer à des procédures écrites ou à la lecture d'un manuel et enfin une meilleure compréhension de la configuration avion ou système après une panne.

Le réacteur **CF6-80-E1** est géré par le calculateur de contrôle de poussée moteur ( ECU ) dans le but d'optimiser le **N1**, le calculateur de vibration et d'interface moteur (**EIVMU**) et le calculateur de gestion de vol (**FMGEC**) dans le but de calculer le **N1 limite**, de réduire le temps de réponse à la suite d'une modification d'un paramètre extérieur de vol et de donner une correction très précise de conséquences provoquées par prélèvements d'air. Le système d'indication est capital pour connaître le bon fonctionnement du moteur tant pour les pilotes et le personnel de la maintenance.

## Conclusion

---

Le système de surveillance et de contrôle du réacteur **CF6-80-E1** étant d'une importance capitale pour le fonctionnement et le suivi du moteur.

Cette petite expérience m'a permis d'améliorer mes connaissances théoriques et de me préparer pour une vie professionnelle dans le domaine de la maintenance aéronautique.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère d'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
UNIVERSITE SAAD DAHLEB –BLIDA  
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME  
DES ÉTUDES UNIVERSITAIRES APPLIQUÉES (D.E.U.A)

**Option: propulsion**

**REALISER PAR :**

**Mr. TEMIMI SALIM**

**Mr. BOUIDH NASSEREDDINE**

**Promoteur :**

**Mr. BENOMAR ABDEL KADER**

**Co-promoteur:**

**Mr. KEBAB HAKIM**

**Promotion: 2007/2008**





# Etude du système de contrôle et d'indication du CF6-80E1



# PLAN DE TRAVAIL



Introduction

Description du CF6-80E1

Différents circuits du CF6-80E1

Le système de contrôle et d'indication

Maintenance du système de contrôle

Conclusion

Notre travail à porté sur le système de contrôle et d'indication du réacteur CF 6-80 E1 qui équipe l'AIRBUS A330-200.

Le système est géré par plusieurs calculateurs offrant plusieurs avantages tant que sur le plan opérationnel que sur le plan maintenance ce qui permet de connaître le comportement du moteur.



# DESCRIPTION DU CF6-80E1



Le réacteur CF6-80E1 équipe L'AIRBUS A330-200.

C'est un moteur double Corps, double flux et à taux de dilution élevé.

Le CF6-80E1 est composé de 5 modules principaux :

Module fan.

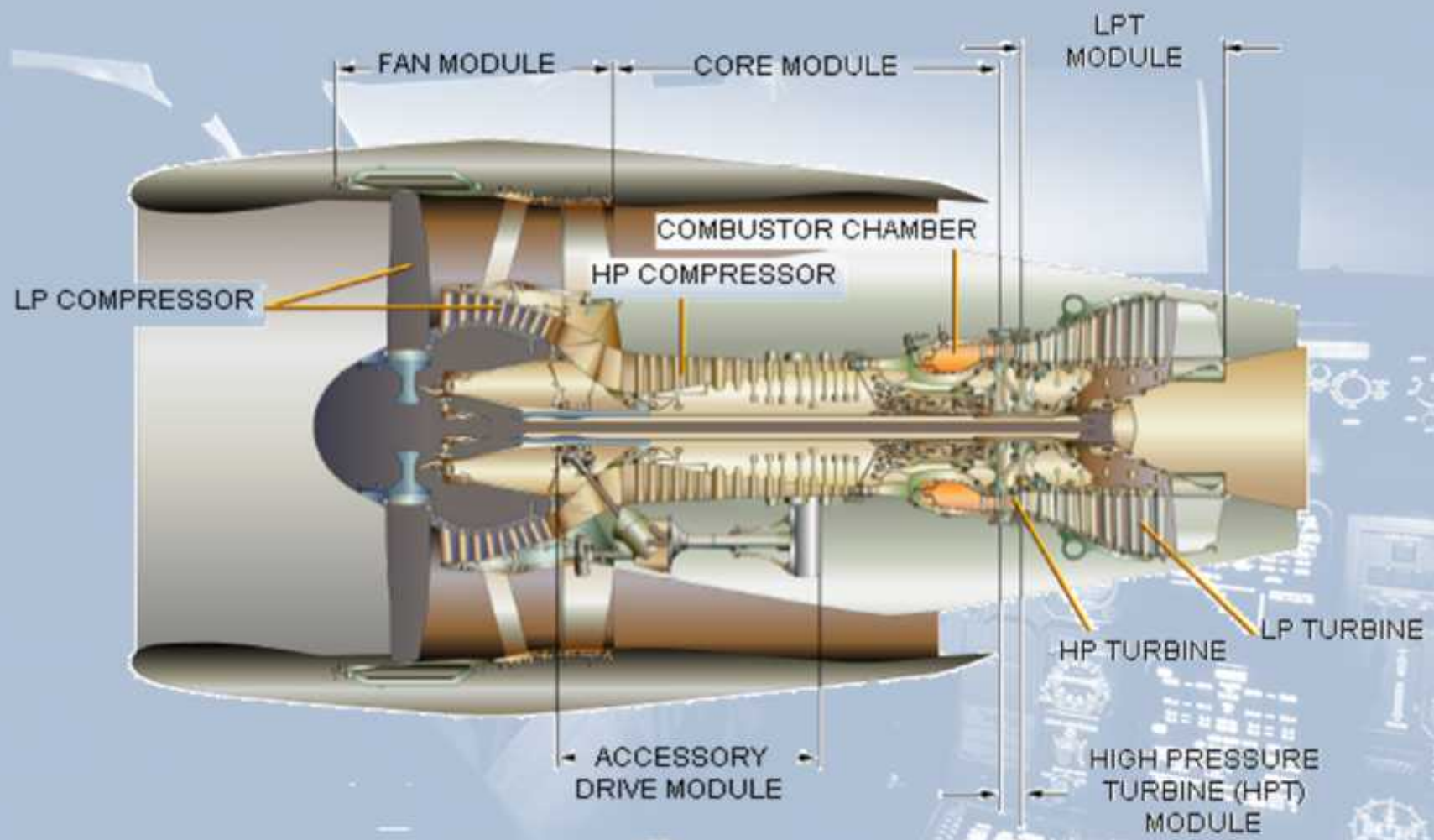
Module core.

Module turbine haute pression.

Module turbine basse pression.

Module boîte d'entraînement  
d'accessoires

# DESCRIPTION DU CF6-80E1



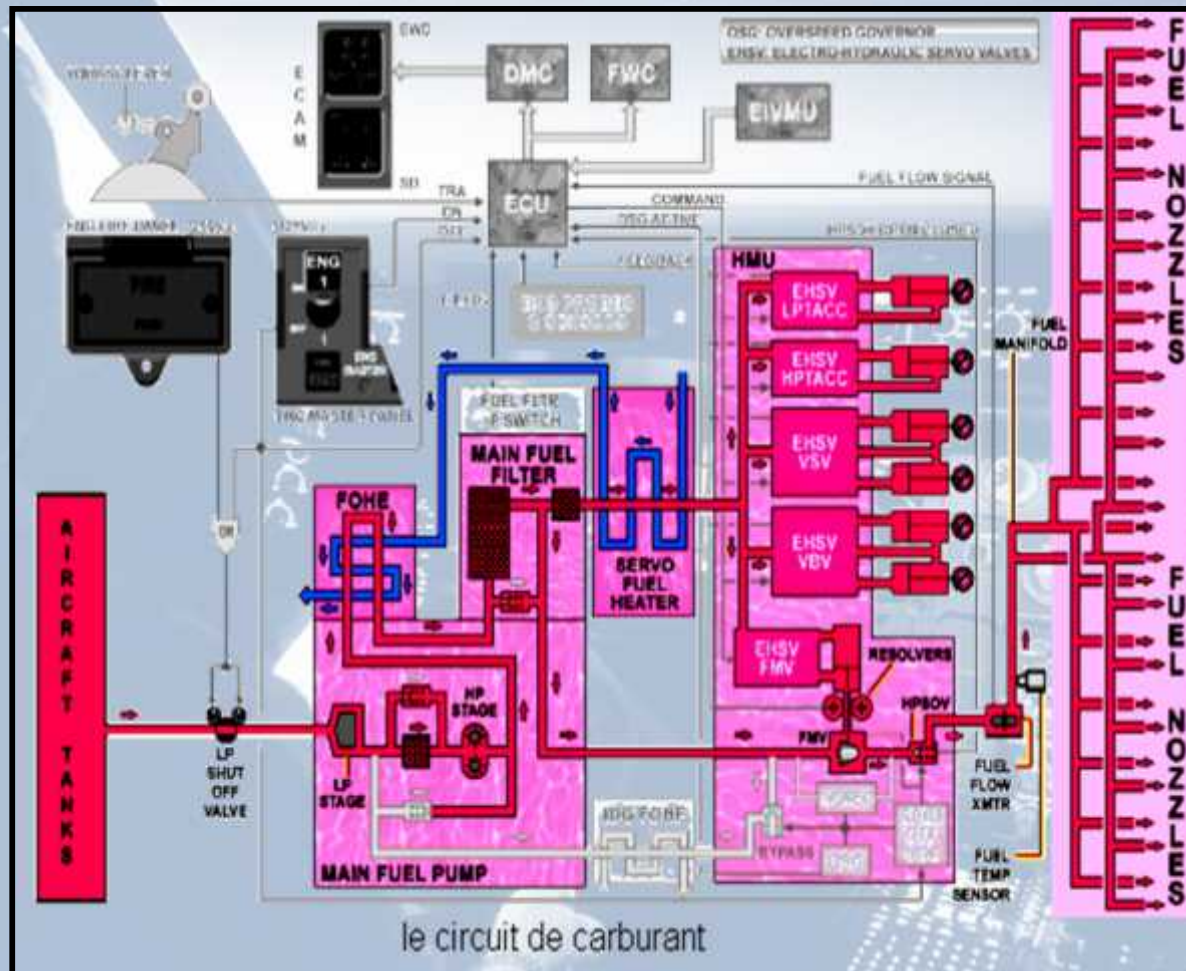
## DIFFERENTS MODULES



# DIFFÉRENTS CIRCUITS DU CF6-80E1



## CIRCUIT CARBURANT

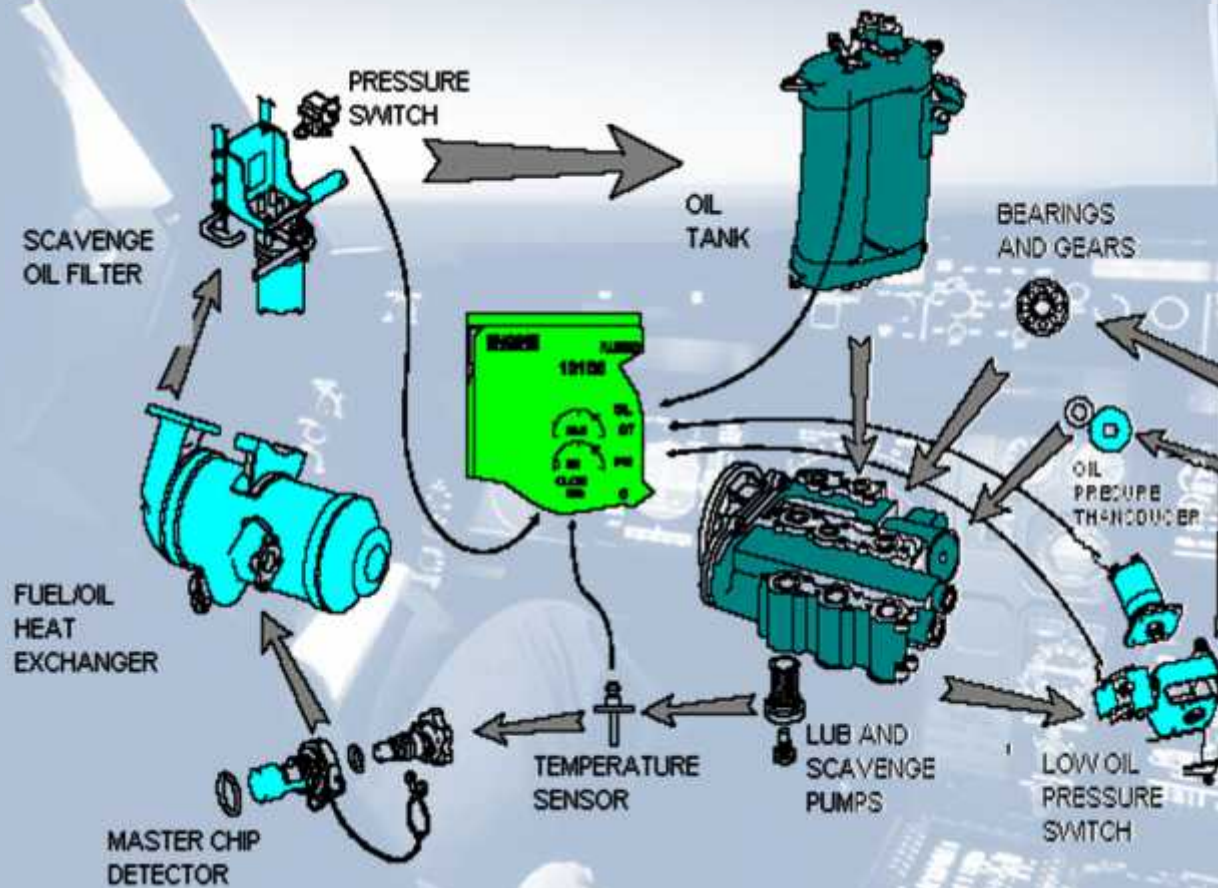




# DIFFÉRENTS CIRCUITS DU CF6-80E1



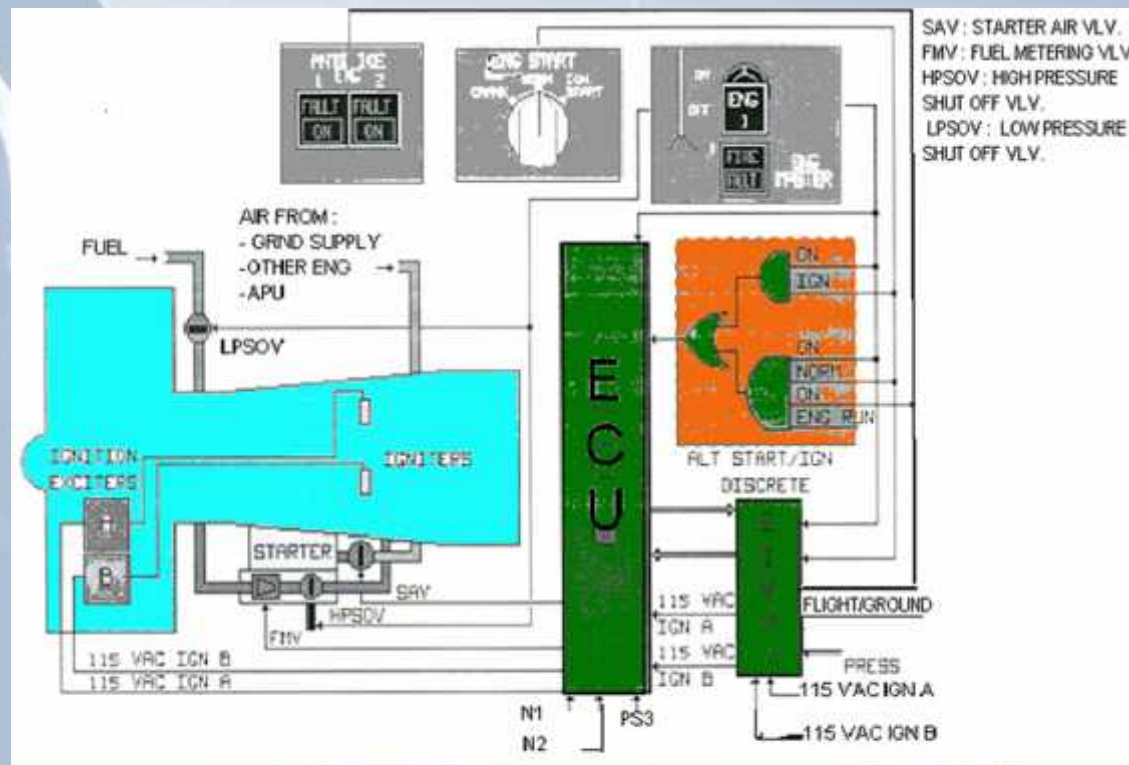
## CIRCUIT GRAISSAGE



# DIFFÉRENTS CIRCUITS DU CF6-80E1



## CIRCUIT GRAISSAGE



## CIRCUIT D'AIR



Le système ECAM est un système de surveillance électronique centralisé de l'avion. Il fournit une assistance opérationnelle à l'équipage pour des situations normales et anormales des systèmes de l'avion.

## SITUATIONS NORMALES

Le système ECAM améliore le confort de l'équipage en éliminant la nécessité de scruter fréquemment les différents panneaux des systèmes.

Il permet :

Le système ECAM est un système de surveillance électronique centralisé de l'avion. Il fournit une assistance opérationnelle à l'équipage pour des situations normales et anormales des systèmes de l'avion.

## SITUATIONS NORMALES

- De surveiller les systèmes ou fonctions temporairement utilisée.
- De surveiller d'une façon routinière les systèmes.
- De donner la tendance des paramètres des systèmes.

Le système ECAM est un système de surveillance électronique centralisé de l'avion. Il fournit une assistance opérationnelle à l'équipage pour des situations normales et anormales des systèmes de l'avion.

## SITUATIONS ANORMALES

Le système ECAM diminue de façon notable le travail mental de l'équipage en lui fournissant :

- Une analyse plus approfondie des pannes.
- L'orientation des mesures correctives.
- Un besoin minimum de se référer à des procédures écrites.
- Une meilleure compréhension de la configuration avion ou système après une panne.



Le système ECAM est un système de surveillance électronique centralisé de l'avion. Il fournit une assistance opérationnelle à l'équipage pour des situations normales et anormales des systèmes de l'avion.

## SITUATIONS ANORMALES

Le système ECAM élabore deux types de signaux :

- Des signaux sonores qui sont transmis par les haut-parleurs situés dans le poste de pilotage.
- Des signaux visuels qui sont présentés sur les tubes cathodiques et les voyants d'alarme d'un panneau central d'alarme conventionnel

## COMPOSITION DU SYSTÈME ECAM

Le système ECAM comprend :

- ② Deux calculateurs d'alarme FWC.
- ② Deux concentrateurs de données système SDAC.
- ② Deux tubes cathodiques couleur.
- ② Trois MCDU
- ② Une boîte de commande ECAM qui permet à l'équipage :
  - D'appeler manuellement la fonction d'état.
  - De sélectionner manuellement une visualisation d'un système.
- ② Une interface sonore.

# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'INDICATION



La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir :

## PARAMÈTRES PRIMAIRES MOTEURS



Les indicateurs du N1, EGT, N2 et la mesure du débit carburant sont les paramètres primaires moteurs.



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'INDICATION



La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir :

## PARAMÈTRES SECONDAIRES MOTEURS



### ENGINE



Le totaliseur, la quantité d'huile, la pression d'huile, la température d'huile, la vibration N1, la vibration N2 et la température nacelle sont les paramètres secondaires moteurs.

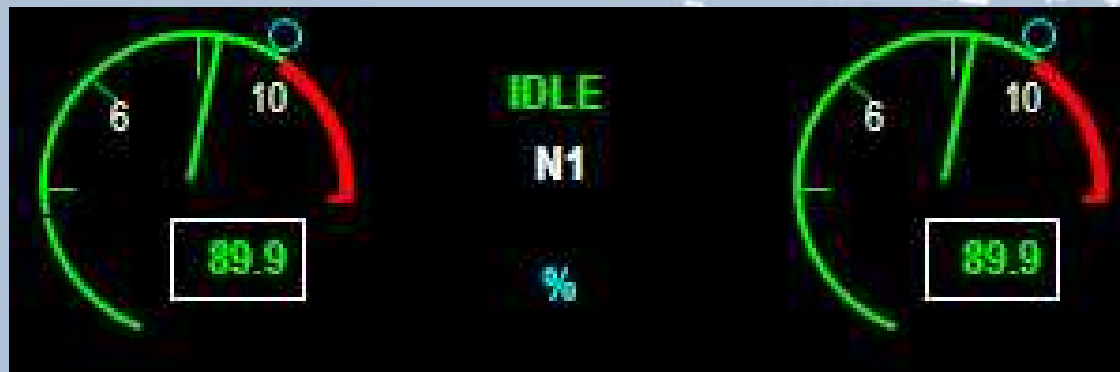
TAT -51 °C	AIT SFI 12000	M	GW 451660 LBS
SAT -36 °C	23	H 36	GWCG 37.5 %

## TACHYMÈTRE N1

Cet équipement assure une indication du régime N1 sur ECAM.

La chaîne de mesure se compose d'un capteur qui envoie le signal N1 vers l'ECU.

L'ECU envoie le signal N1 vers les trois calculateurs d'affichage





## TACHYMÈTRE N1

L'indicateur comprend :

Position de la manette de poussé.

Maximum N1

Indication N1 (Aiguille)

Maximum N1 permis 103%.

Indication inverseur

Valeur digitale du N1



## TACHYMÈTRE N1

Tant que la valeur de N1 est dans la plage normale les indications digitale et analogique sont en couleur verte.



Si la valeur du N1 atteint ou dépasse les 117,5% on aura les alarmes suivantes :

- La valeur digitale devient rouge.
- L'aiguille devient rouge et reste figée.
- Le message N1 OVERLIMIT.
- L'avertisseur Master Warning s'allume rouge.
- La sonnerie retentit.



## INDICATEUR EGT

Cet équipement assure une indication de température entre les turbines haute pression et basse pression.

La chaîne de mesure comporte un harnais de huit (08) thermocouples en chromel-alumel et un indicateur situé sur l'écran supérieur ECAM.



## INDICATEUR EGT

Indication EGT  
(Aiguille)

Couleur ambre  
entre 725 et  
974,9°C

Couleur rouge si  
supérieur à 975°C

Valeur digitale du  
EGT

Maximum EGT

Maximum EGT  
permis 950°C.





## INDICATEUR EGT

Tant que la valeur de l'EGT est dans la plage normale les indications digitale et analogique sont en couleur verte.

Si la valeur de l'EGT est :

Entre 725 et 974,9°C la valeur digitale et l'aiguille deviennent en couleur ambre. Cet EGT est appelé EGT maximum permissible.

Atteint ou dépasse 975°C l'aiguille et la valeur digitale deviennent rouge.



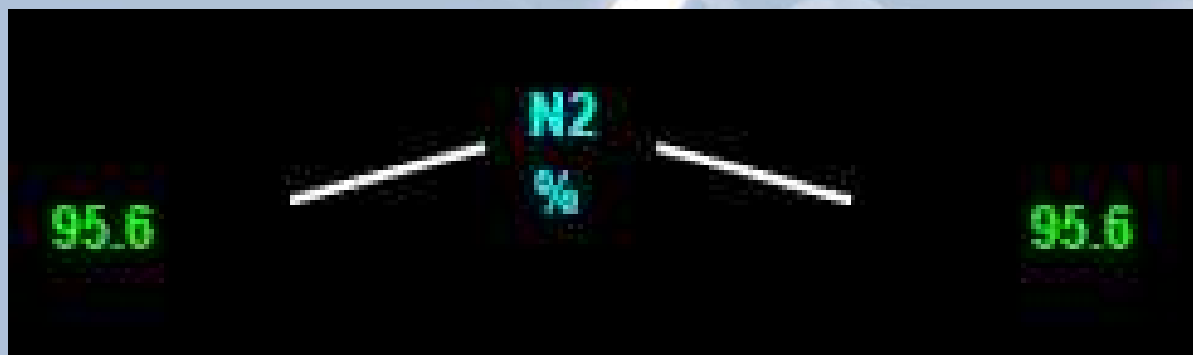
## TACHYMÈTRE N2

Cet équipement assure une indication du régime N2 sur ECAM.

La chaîne de mesure se compose d'un capteur qui envoie le signal N2 vers l'ECU.

L'ECU envoie le signal N2 vers les trois calculateurs d'affichage

L'affichage du régime N2 est en valeur digitale.



## TACHYMÈTRE N2

L'indication digitale est affichée en couleur verte tant que la valeur N2 est dans les normes inférieures à 112,5%.

Si la valeur N2 atteint ou dépasse 112,5% on aura les alarmes suivantes :

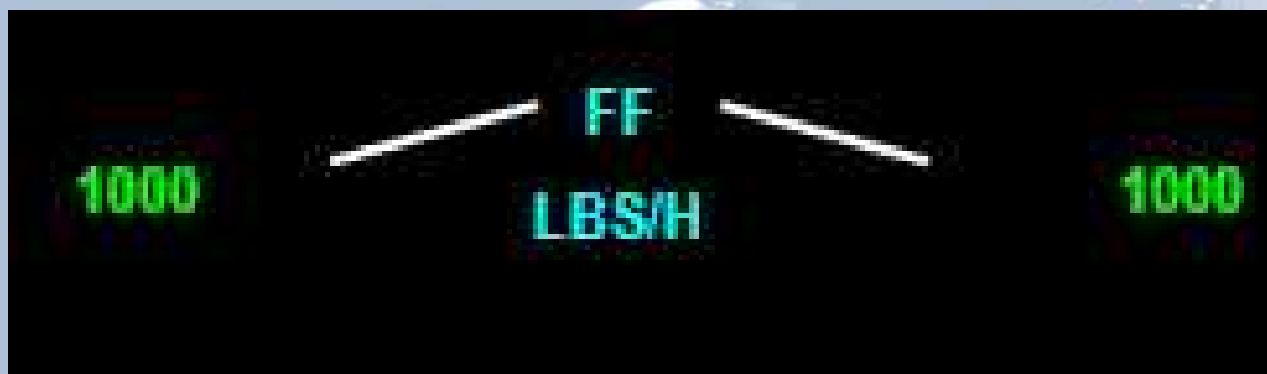
- La valeur digitale devient rouge et affiche la valeur atteinte avec un +.
- La valeur de dépassement reste figée.
- Le message N2 OVERLIMIT apparaît de couleur rouge.
- L'avertisseur Master Warning s'allume rouge.
- La sonnerie retentit.

## MESURE DU DÉBIT CARBURANT

Le débit carburant est mesurée juste avant son arrivée aux injecteurs par un transmetteur du débit carburant.

Le signal de débit carburant est envoyée vers l'ECU.

L'ECU envoie le signal débit carburant vers les calculateurs d'affichage.





# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'INDICATION



## TOTALISEUR

Il affiche la quantité totale consommée par le moteur. L'indication est donnée sous forme digitale. La remise à zéro se fait à chaque démarrage moteur.

Si le filtre carburant est colmaté le message CLOG (colmatage) apparaît en couleur ambre sous la valeur du totaliseur.



CLOG

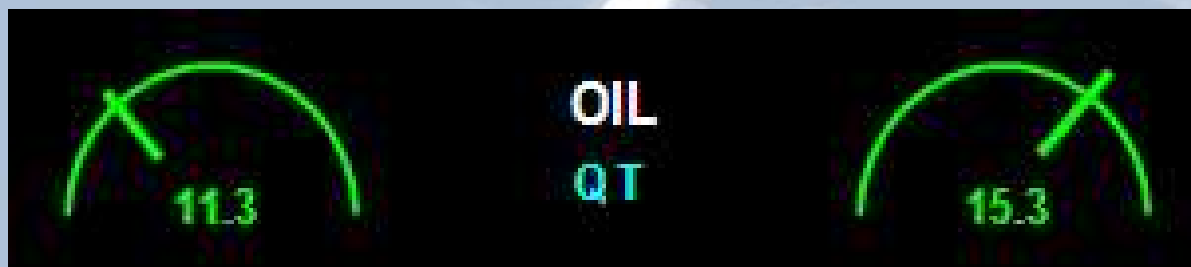


## INDICATEUR DE QUANTITÉ D'HUILE

L'indication de quantité d'huile est donnée sur un indicateur situé sur l'écran inférieur ECAM.

Il affiche la quantité réelle existante dans le réservoir.

Le signal de quantité d'huile est envoyé directement vers les DMC.



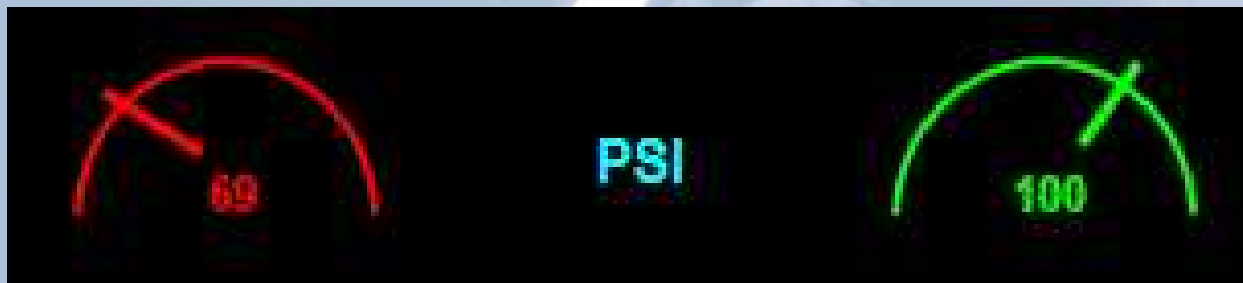
# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'INDICATION



## INDICATEUR DE PRESSION D'HUILE

L'indication de pression d'huile est donnée sur un indicateur situé sur l'écran inférieur ECAM.

Le capteur de pression est localisé sur la tuyauterie de pression après la pompe de pression.





## INDICATEUR DE PRESSION D'HUILE

Quand la pression d'huile est normale l'aiguille est de couleur verte .

Si la pression d'huile diminue l'aiguille va vers le côté bas gauche et la valeur digitale diminue.

Si la pression atteint 10 PSI on aura les alarmes suivantes :

- Une bande rouge. Elle indique la pression d'huile minimum.
- Le message LOW OIL PRESS apparait sur ECAM.
- L'avertisseur de défaut s'allume ambre.
- La sonnerie retentit.

# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'INDICATION



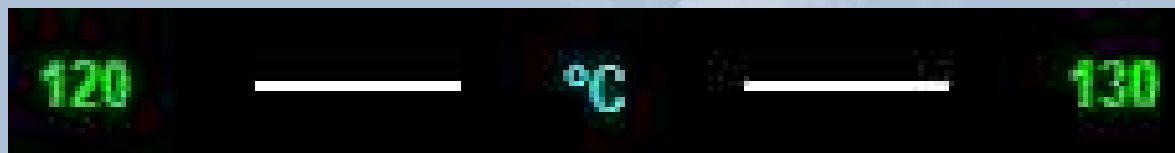
## INDICATEUR DE TEMPÉRATURE D'HUILE

L'indicateur de température d'huile est affiché sous forme digitale sur l'écran inférieur ECAM.

La sonde de température d'huile est localisée à la sortie de la pompe de récupération.

Le signal de température va de la sonde de température vers l'ECU.

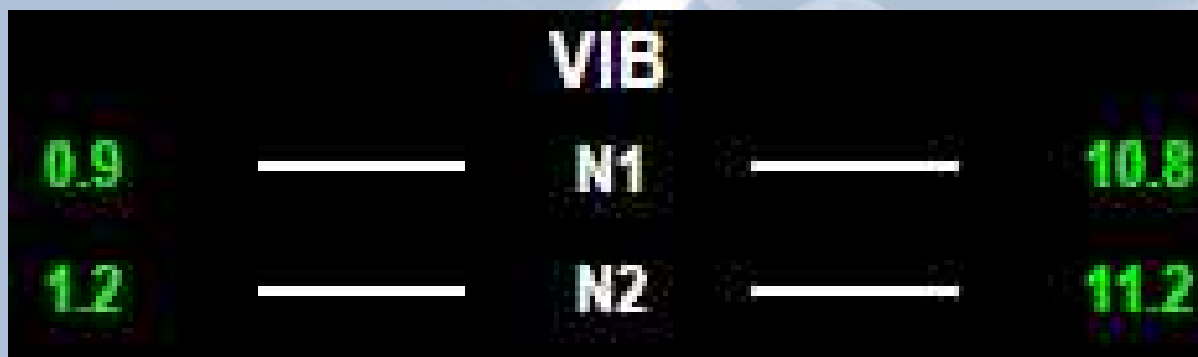
L'ECU envoie le signal vers les FWC et les DMC.



## INDICATEUR DE VIBRATION

L'indication de vibration permet de mettre en évidence une dégradation interne du réacteur. Chaque réacteur est équipé de deux accéléromètres pour détecter les vibrations N1 et N2.

L'indication de vibration apparait sur ECAM, le niveau de vibration est donné entre 0 et 10 pour chaque réacteur.



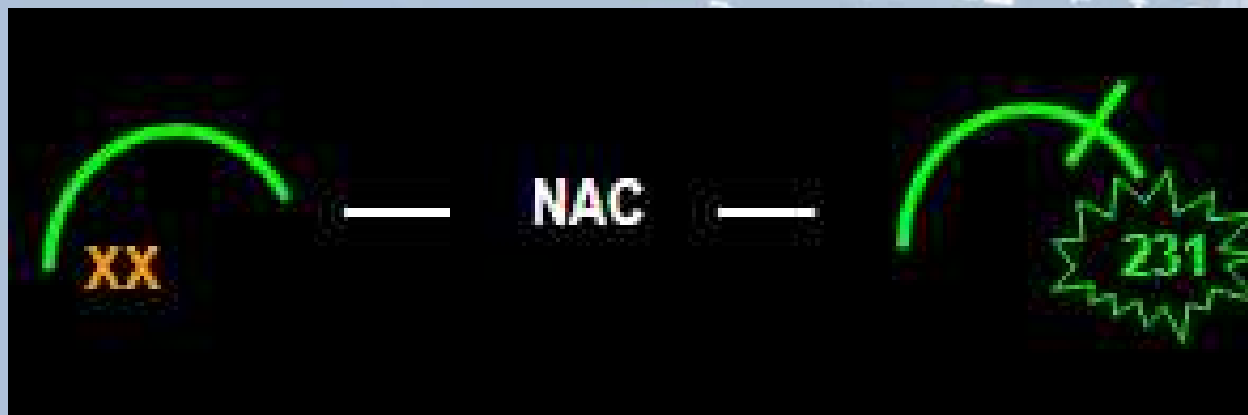


# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE ET D'INDICATION



## TEMPÉRATURE NACELLE

Une sonde de température nacelle est localisée au niveau de la nacelle.  
La sonde mesure 1,5 mètre.



## PAGE CROISIÈRE

ENGINE		CRUISE	
14115	_____	F. USED KG	13430
13.8	_____	OIL QT	14.5
120	_____	VIB N1	135
0.9	_____	N2	0.8
1.2	_____	N3	1.1

AIR			
LAND ELEV AUTO 300 FT			
△ P 2.3 PSI			
CKPT	FWD	MID	AFT
70	72	76	75
	72		68

IAI -51 °C	ALI SEL 12000	M	GW 451660 LBS
SAT -36 °C	23	H	GWCG 37.5%

La page CROISIÈRE (CRUISE) affiche les paramètres suivants :

- ① Le totaliseur des moteurs 1 et 2.
- ② Quantité d'huile des 2 moteurs.
- ③ Vibration des moteurs 1 et 2.



## STRATÉGIE DE LA MAINTENANCE DU CF6-80E1

Le moteur nécessite une maintenance préventive et curative pour augmenter sa durabilité ou diminuer les pannes en cours d'utilisation.

Cette maintenance consiste en deux méthodes utilisées régulièrement :

**Entretien en ligne.**

**Entretien en atelier.**

## MAINTENANCE DU SYSTÈME ECAM

L'AIRBUS A330-200 est équipé d'un dispositif sophistiqué pour gérer la maintenance des différents paramètres de contrôle de l'avion, tel que l'ECAM.

## MAINTENANCE DU SYSTÈME DE CONTRÔLE

Quand il y a un fonctionnement anormal des paramètres moteur ces derniers changent de couleur et sont suivi de message d'alarme.

Permettent aussi au pilote d'inscrire l'anomalie sur le **CRM** (compte rendu matériel).

Les capteurs N1, N2 les thermocouples, les sondes de température de pression, de quantité et baisse de pression d'huile le Switch de pression différentiel, la sonde température nacelle et les capteurs de vibration sont traités au niveau de l'atelier révision moteur, par contre les écrans ECAM , MCDU et les calculateurs ECU, EIVMU,DMC,FWC sont traités au niveau de l'atelier électronique.

## CONCLUSION



Nous pouvons tirer la conclusion suivante :

Un moteur ne peut fonctionner normalement que si ses paramètres sont dans les normes. Pour connaître le comportement du moteur il faut passer par un système d'indication afin de le contrôler.

Le système d'indication et de contrôle du réacteur CF6-80 E1 est géré par plusieurs calculateurs tels que :

- L'ECU
- L'EIVMU
- Les SDAC
- Les DMC
- Les FWC

Toutes les indications apparaissent sur un système de surveillance très sophistiqué appelé ECAM.



# Merci pour votre attention



A330-300

