

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ SAAD DAULAB DE BLIDA



Projet de fin d'études

En vue de l'obtention d'un Diplôme des Études Universitaire Appliquée
(DEUA) en aéronautique

Option : propulsion

Thème

Comparaison de la maintenance
des réacteurs CF6-80-C2 FADEC
et le CFM56-7B

Présenté par :

Bousmaha Brahim

Dirigé par :

M^r : BENOMAR ABDELKADER
M^r : AISSANI MOULOU

*promotion 2002*2003*

Dédicace

A ma mère

A mes frères NOUREDDINE, AISSA, ABDELHFID, KARIM, HAMZA, CHAMSEDDINE.

A ma sœur et amis : MANEL et MOHAMED ANOUAR

A mon frère et leur amis ABDERRAHIM.

A ma grande mère

A mes camarades Allal Farid, Achour Abdelaziz, Sifoun Mohamed Elamine, Djalali Benyahia, Messaoudi Faress et leur frère L'aid, Mazari Chafik, les frères Fadhlou, Lakhdari Mansour, Djouder Darradji, Chikh Benyoucef, Sabour Abdellah, Azizi Mohamed, Gasmi Sofiane, Dziri Kamel, Semghoun Rabah.

Brahim

Remerciements

Je remercie Dieu ALLAH le tout puissant de j'avoir accorder le courage et la patience de finir cette étude.

Je tene à remercier tout particulièrement notre promoteur Monsieur BEOMAR ABDELKADER et notre co-promoteur Monsieur AISSANI MOULOUD pour son encadrement, ses conseils, et ses encouragements, que sont trouvé ici l'expression de notre profond reconnaissance.

Je tene à remercier tout ceux qui ont contribuer de près ou de loin afin que ce travail soit un travail de qualité :

M^r : Azizi Mohamed, Aiad Amar, Le chef du centre de calcule Sid Ahmed et Djalal, Le directeur de l'institut d'aéronautique M^r :Bergel Said.

Je remercie aussi tout les enseignants de l'institut d'aéronautique, qui ont assuré notre formation durant ces trois années.

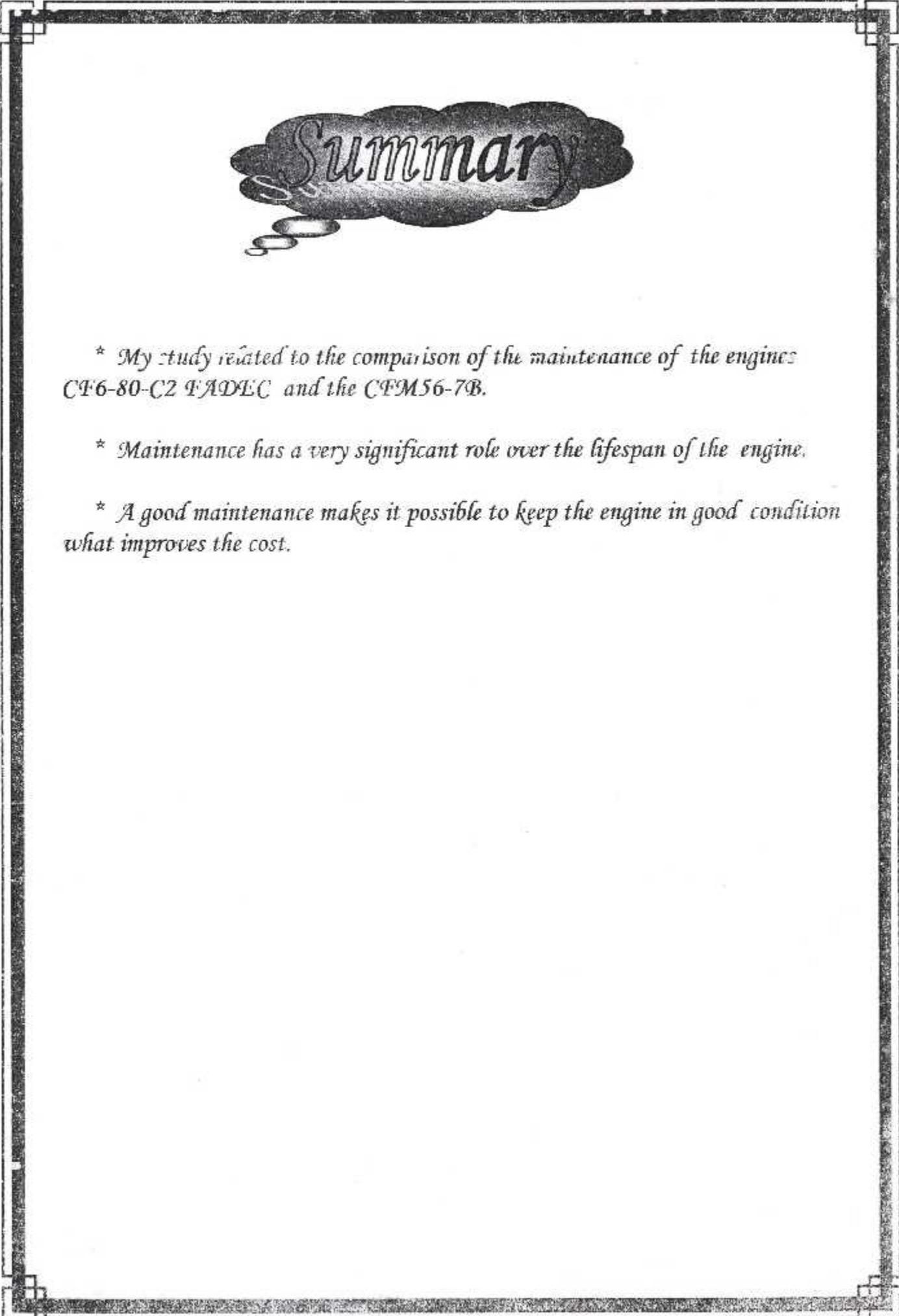
Brahim

Résumé

Mon étude a porté sur la comparaison de la maintenance des réacteurs CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B.

**La maintenance a un rôle très important sur la durée de vie du réacteur.*

**Une bonne maintenance permet de garder le réacteur en bon état ce qui améliore le coût.*



Summary

* *My study related to the comparison of the maintenance of the engines CF6-80-C2 FADEC and the CFM56-7B.*

* *Maintenance has a very significant role over the lifespan of the engine.*

* *A good maintenance makes it possible to keep the engine in good condition what improves the cost.*

ملخص

* هذه الدراسة تقوم على المقارنة بين صيانة المحركين *CFM56-7B* و *CF6-80-C2 FADEC*.

* الصيانة ذات نور فام على مدة حياة المحرك .

* الصيانة الجيدة تبقى المحرك في حالة جيدة و تقلل من حدة الضلابة في الأموال.

Sommaire

CHAPITRE I

I – Description des réacteurs CF6-80-C2 et le CFM56-7B

I-1- Généralité.....	1
I-2- Description du réacteur CFM56-7B.....	2
I-2-1- Module fan booster.....	2
I-2-2- Module core.....	2
I-2-3- Module turbine basse pression.....	2
I-2-4- Boite d'entraînement des accessoires.....	4
I-2-5- Caractéristiques principale du réacteur.....	4
I-2-6- Repérage des différents stations.....	6
I-2-7- Les régimes et températures.....	6
I-3- Description du réacteur CF6-80-C2 FADEC.....	8
I-3-1- Introduction.....	8
I-3-1-1- Module fan.....	8
I-3-1-2- Module core.....	9
I-3-1-3- Module turbine haute pression.....	10
I-3-1-4- Module turbine basse pression.....	11
I-3-1-5- Boite d'entraînement des accessoires.....	12
I-3-2- Caractéristiques principales du réacteur CF6-80-C2.....	12
I-3-3- Capotage.....	14
I-3-4- Repérage des différents stations.....	16

CHAPITRE II

II – Différents circuits des réacteurs CF6-80-C2 et le CFM56-7B...

II-1- Différents circuits du réacteur CFM56-7B.....	18
II-1-1- Circuit carburant.....	18
II-1-1-1- Rôle du circuit carburant.....	18
II-1-1-2- Compositions du circuit carburant.....	18
II-1-1-3- Contrôle du circuit carburant.....	20
II-1-1-4- Fonctionnement du circuit carburant.....	20
II-1-2- Circuit de graissage.....	23
II-1-2-1- Rôle du circuit de graissage.....	23
II-1-2-2- Compositions du circuit de graissage.....	23
II-1-2-3- Contrôle du circuit de graissage.....	25
II-1-3- Circuit de démarrage et allumage.....	27
II-1-3-1- Circuit de démarrage.....	27
II-1-4- Commande et contrôle.....	30
II-1-5- Circuit reverse.....	30
II-1-5-1- Dispositif d'éjection.....	30
II-1-5-2- Principe.....	31
II-1-5-3- Inversion de poussée.....	31
II-1-5-4- Signalisation.....	32

II-2- Différents circuits du réacteur CF6-80-C2.....	33
II-2-1- Circuit carburant.....	33
II-2-1-1- Rôle du circuit carburant.....	33
II-2-1-2- Compositions du circuit carburant.....	33
II-2-1-3- Contrôle du circuit carburant.....	35
II-2-2- Circuit de graissage.....	36
II-2-2-1- Compositions du circuit de graissage.....	36
II-2-2-2- Contrôle du circuit de graissage.....	37
II-2-3- Circuit d'air.....	40
II-2-3-1- Contrôle du débit d'air.....	41
II-2-3-2- Régulation du débit d'air refroidissement.....	47
II-2-3-3- Refroidissement du moteur et accessoires.....	49
II-2-3-4- Refroidissement des ailettes turbine haute pression.....	53
II-2-3-5- Contrôle du jeu turbine haute et basse pression.....	53
II-2-4- Circuit de démarrage.....	56
II-2-4-1- Démarrage réacteur.....	56
II-2-4-2- Allumage.....	56
II-2-4-3- Commande et contrôle.....	56
II-2-5- Circuit reverse.....	59
II-2-5-1- Dispositif d'éjection.....	59
II-2-5-2- Principe.....	59
II-2-5-3- Inversion de poussée.....	59
II-2-5-4- Signalisation.....	60
II-2-5-5- Circuit de commande de la reverse.....	60
II-2-6- Circuit de contrôle.....	61

CHAPITRE III

III - Maintenance des réacteurs CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B

III-1- Maintenance du réacteur CFM56-7B.....	63
III-1-1- Politique de maintenance.....	63
III-1-2- Maintenance préventive.....	63
III-1-3- Maintenance systématique.....	63
III-1-4- Maintenance conditionnelle.....	63
III-1-5- Maintenance corrective.....	63
III-1-6- Généralités sur la maintenance en aéronautique.....	63
III-1-7- Evolution de la politique de maintenance.....	64
III-1-8- Influence de la fiabilité.....	64
III-1-9- Entretien avec temps limite.....	64
III-1-10- Entretien avec surveillance du comportement.....	65
III-1-11- Entretien selon vérification de l'état.....	65
III-1-12- Stratégie de la maintenance du réacteur CFM56-7B.....	65
III-1-13- Entretien en ligne.....	65
III-1-14- Maintenance au niveau de cockpit.....	67
III-1-15- Recent faults (pannes récents).....	70
III-1-16- Ident/Config.....	72
III-1-17- Ground test.....	74
III-1-18- Maintenance en atelier.....	111

III-1-18-1- Niveau I.....	112
III-1-18-2- Niveau II.....	115
III-1-18-1- Niveau III.....	115
III-2- Maintenance du réacteur CF6-80-C2.....	116
III-2-1- Généralité.....	116
III-2-2- Description de l'EICAS.....	116
III-2-2-1- Module de permutation EICAS.....	116
III-2-2-2- Ecrans EICAS.....	116
III-2-2-3- Panneau de commande EICAS.....	117
III-2-2-4- Switch CANAL-RECALL.....	124
III-2-2-5- Avertisseur de défauts (Caution).....	124
III-2-2-6- Avertisseur feu.....	124
III-2-2-7- Les messages du système.....	125
III-2-3- Le PIMU.....	127
III-2-4- Maintenance du CF6-80-C2.....	130
III-2-4-1- Page PERF/APU.....	130
III-2-4-2- Page ENG EXCD.....	130
III-2-4-3- Page EPCS.....	130
III-2-4-4- Page CONF/MCDP.....	131

CHAPITRE IV

IV- Comparaison de la maintenance des réacteurs CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B.....	132
--	-----

Conclusion

Introduction

J'ai essayé dans ce mémoire, d'apporter les informations nécessaires et suffisantes pour aider le lecteur à connaître les composantes et aussi comprendre le fonctionnement des différents circuits et le système des réacteur CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B, ainsi que les méthodes de maintenance des deux réacteurs, qui affiche des messages de pannes pour nous aider à comprendre ce « pourquoi et comment ».

Le plan de travail comporte quatre chapitres :

- ◆ **CHAPITRE I** : ce chapitre traite la description des deux réacteurs.
- ◆ **CHAPITRE II** : ce chapitre traite les différents circuits (carburant, graissage, démarrage, reverse, commande et contrôle, indications) des deux réacteurs.
- ◆ **CHAPITRE III** : ce chapitre traite la maintenance des réacteurs.
- ◆ **CHAPITRE IV** : ce chapitre traite la comparaison de la maintenance des réacteurs.

CHAPITRE I

Description des réacteurs

CF6-80-C2 FADEC

et le CFM56-7B

CHAPITRE I : DESCRIPTION DES REACTEUR CF6-80-C2 ET LE CFM56-7**I - 1 - GENERALITES:**

Le CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B sont deux moteurs qui équipent respectivement le Boeing 767-300 et le Boeing 737-800.

Ce sont des moteurs axiaux, modulaires, double corps, double flux et à taux de dilution élevé.

Le CF6-80-C2 a été mise en service en 1986 par Général Electric.

Tandis que le CFM56-7B est fabriqué par firme CFMI (compressor fan motor international).

L'acronyme CFMI résulte de la fusion des deux constructeurs à savoir Général Electric et SNECMA.

Général Electric élabore le core, le compresseur haute pression, la chambre de combustion, et la turbine haute pression.

SNECMA élabore le fan, le compresseur basse pression, la gearbox et la turbine basse pression.

Tout au long de cette étude, je détaillera la comparaison de la maintenance entre les deux réacteurs CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B.

Ce pendant il faudra à l'esprit que le CF6-80-C2 FADEC reste le moteur de référence dans sa catégorie par contre le CFM56-7B est un moteur de nouvelle génération.

J'ai essayé dans ce mémoire, d'apporter les informations nécessaires et suffisantes pour aider le lecteur à connaître les composantes et aussi comprendre le fonctionnements des différents circuits et le système des réacteurs CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B, ainsi que les méthodes de maintenance des deux réacteurs, qui affiche des messages de pannes pour nous aider à comprendre ce « pourquoi et comment ».

I - 2 - DESCRIPTION DU REACTEUR CFM56-7B :(voir fig I-1-)

Le réacteur CFM56-7B équipe le Boeing 737-800 NG un moteur double flux double corps et à taux de dilution élevé. Le CFM56-7B est composé de trois (03) modules principaux :

- ◆ Module FAN et BOOSTER.
- ◆ Module core.
- ◆ Module turbine basse pression.

I - 2 - 1 - MODULE FAN ET BOOSTER :

Ce module est constitué d'un fan de vingt quatre (24) ailettes en titane et trois (03) étages compresseur basse pression. Le FAN à lui seul engendre le flux secondaire.

I - 2 - 2 - MODULE CORE :

Le module core est constitué de :

- ◆ Neuf (09) étages compresseur haute pression.
- ◆ Une (01) chambre de combustion annulaire, équipée de vingt (20) injecteurs et deux (02) allumeurs.
- ◆ Une turbine haute pression à un étage. La turbine haute pression entraîne le compresseur haute pression et la boîte d'entraînement des accessoires.

L'ensemble turbine haute pression et compresseur haute pression est appelé attelage haute pression ou N2. Il est supporté par trois (03) roulements (ou paliers).

I - 2 - 3 - MODULE TURBINE BASSE PRESSION :

Ce module est constitué de quatre (04) étages. Il entraîne le FAN et le compresseur basse pression. L'ensemble turbine basse pression, FAN et le compresseur basse pression est appelé attelage basse pression ou N1. Il est supporté par trois (03) roulements,(voir fig N° I-1).

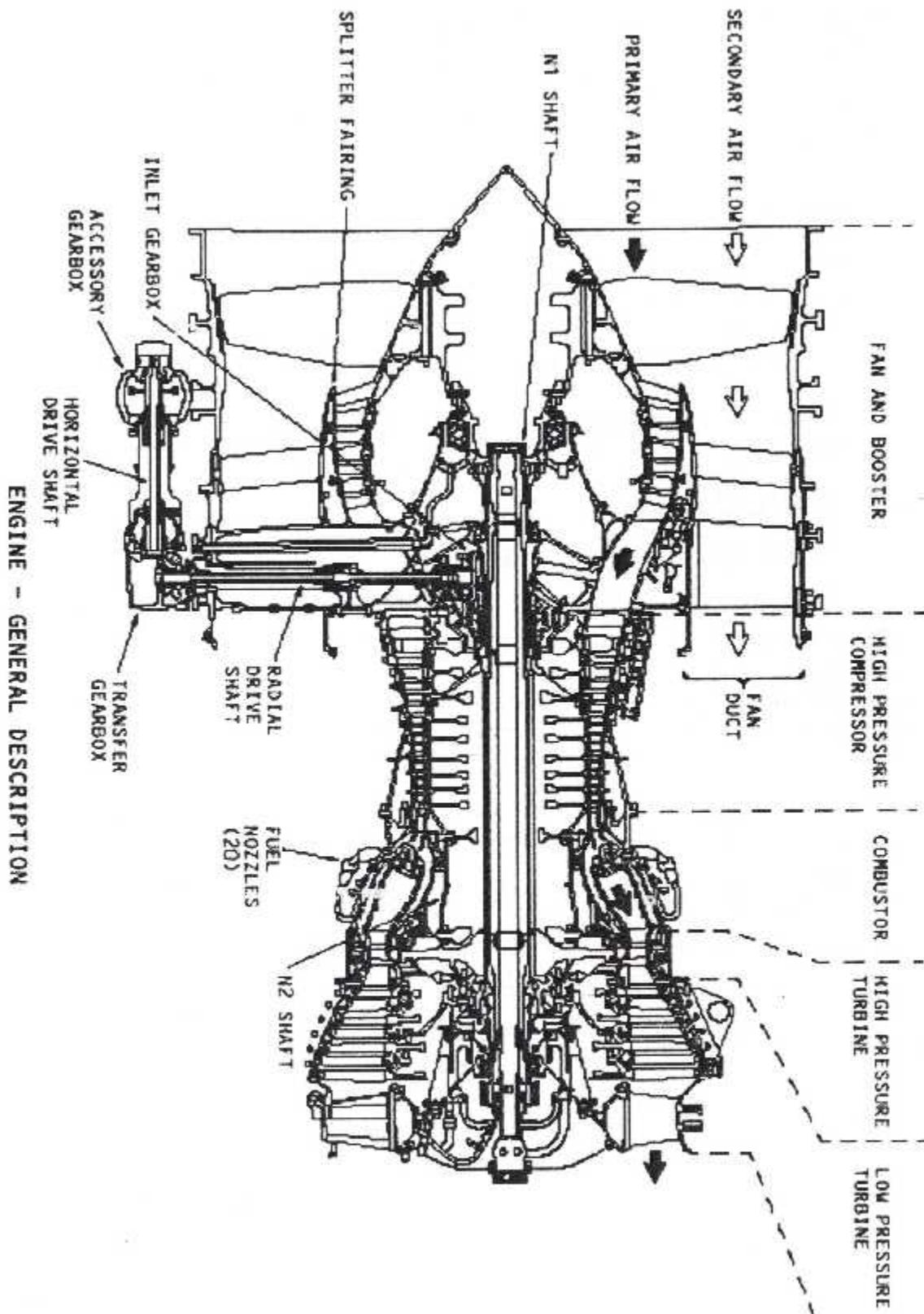


Fig I - 1 description du réacteur CFM56-7B

I - 2 - 4 - BOITE D'ENTRAÎNEMENT DES ACCESSOIRES :

L'attelage haute pression entraîne la boîte d'entraînement des accessoires, elle reçoit le mouvement par l'intermédiaire d'une boîte de transfert. La boîte d'entraînement des accessoires est fixée sur le côté du carter FAN. Les différents accessoires qui équipent la boîte sont :

Sur la face arrière (voir fig I-2a)

- pompe carburant.
- pompe d'huile.

Sur la face avant (voir fig I-2b):

- pompe hydraulique.
- l'alternateur.
- le démarreur.

I - 2 - 5 - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU REACTEUR CFM56-7B :

- Poussée statique maximal (F) :

CFM56-7B 27	27300 lbs
CFM56-7B 26	26300 lbs
CFM56-7B 24	24200 lbs
CFM56-7B 22	22700 lbs
CFM56-7B 20	20600 lbs
CFM56-7B 18	19500 lbs

- La poussée assurée par le flux primaire est de 20% de la poussée totale.
- La poussée assurée par le flux secondaire est de 80% de la poussée totale.
- La consommation spécifique au ralenti pour tous les CFM56-7B est de 0.752 lb/h/lb
- La consommation spécifique en croisière :

CFM56-7B 27 . 7B 26 . 7B 24 . est de 0.344 lb/h/lb.
 CFM56-7B 22 . 7B 20 . 7B 18 est de 0.343 lb/h/lb.

- La masse du réacteur est de 2361 kg.
- Le diamètre de l'entrée d'air est de 1.55 m.
- Taux de dilution est de 5.6/1.

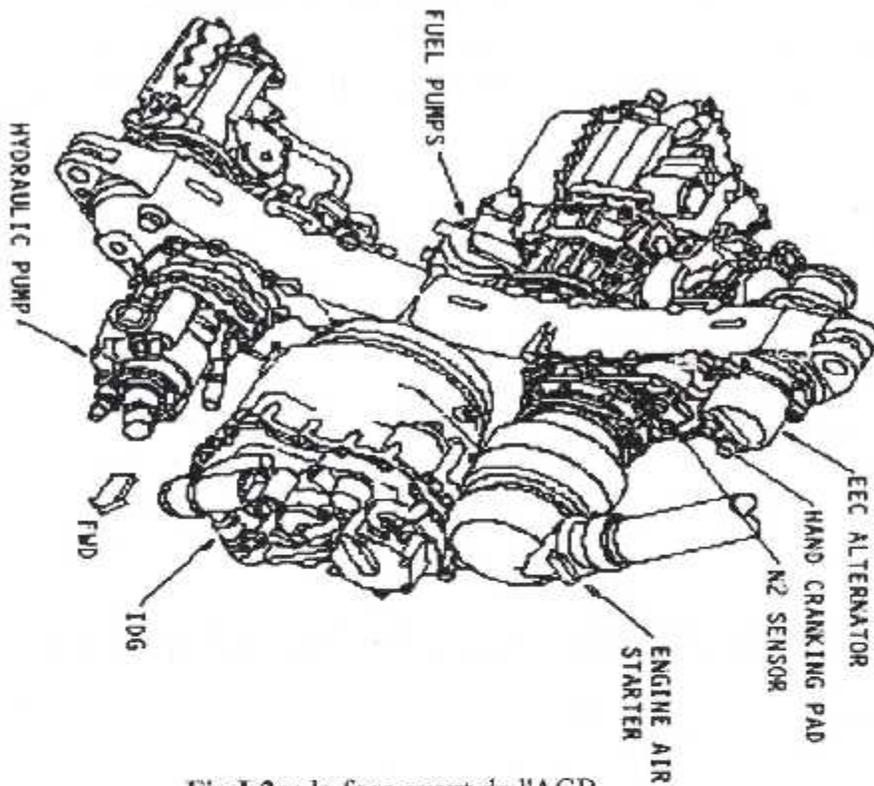


Fig I-2a: la face avant de l'AGB

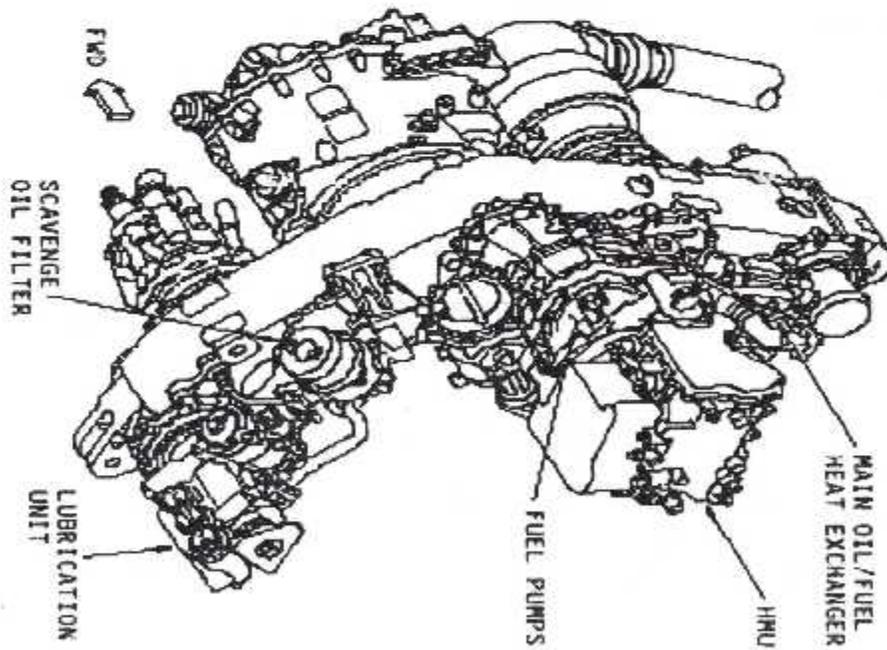


Fig I-2b: la face arrière de l' AGB

I - 2 - 6 - REPERAGE DES DIFFERENTES STATIONS :

On a les stations suivants;(voire fig I-3):

Station 0 : conditions ambiantes.

Station 12 : entrée d'air.

a) - FLUX PRIMAIRE :

- **Station 25** : entrée compresseur haute pression.
- **Station 30** : sortie compresseur haute pression.
- **Station 49.5** : sortie 2ème étage turbine basse pression.
- **Station 50** : sortie turbine basse pression.

b) - FLUX SECONDAIRE :

- **Station 12** : entrée FAN.
- **Station 13** : sortie stator FAN.

c) - CAPOTAGES :

- Capot FAN.
- Capot RESERVE.

I - 2 - 7 - LES REGIMES ET TEMPERATURES :**a) - REGIME N1 :**

- 100% = 5173 tr/min.
- 104% = 5380 tr/min. (maximum)

b) - REGIME N2 :

- 100% = 14460 tr/min.
- 105% = 15183 tr/min. (maximum)

c) - EGT :

- 950°C maximum.
- 725°C maximum au démarrage.

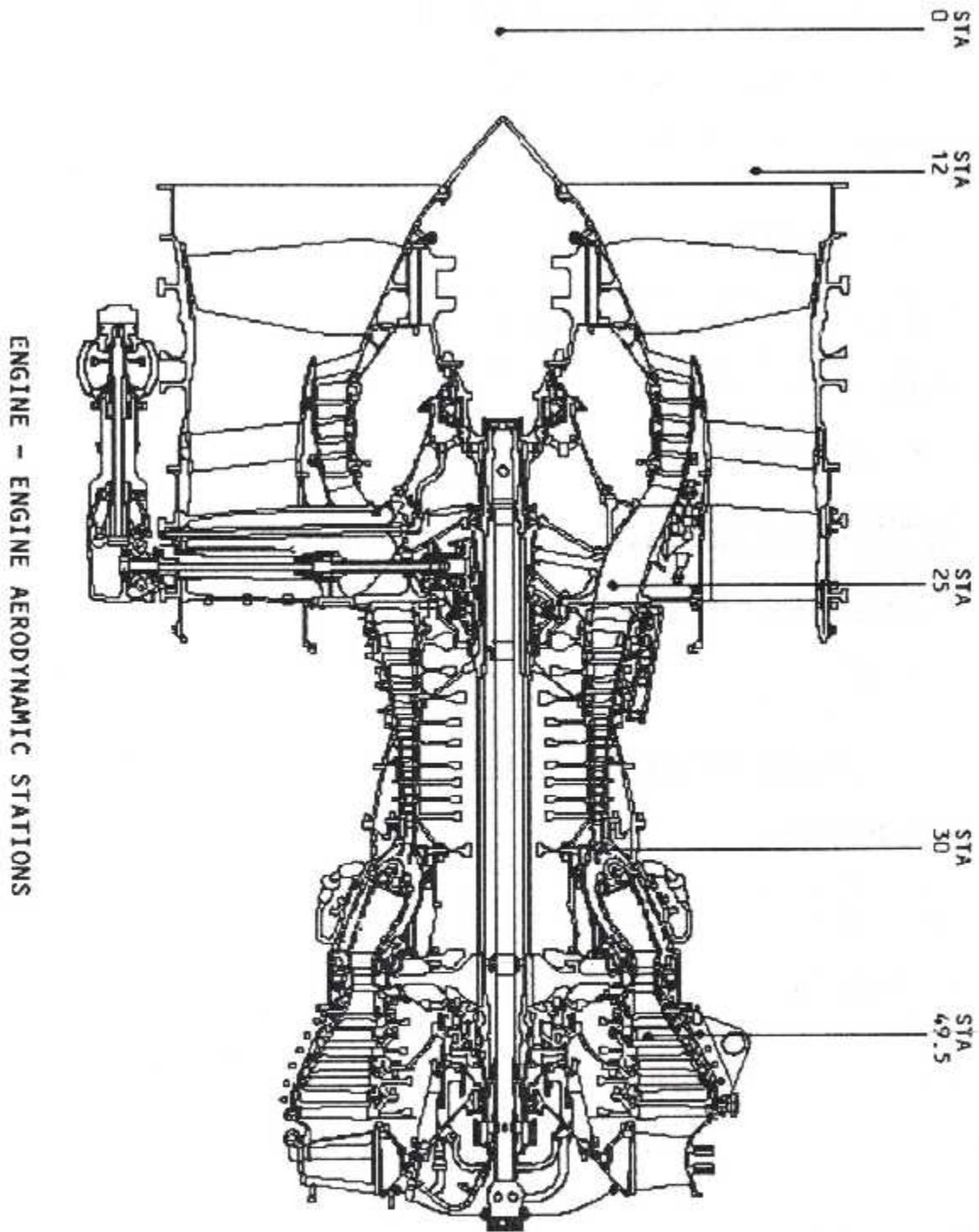


Fig I-3 : Repérage des différents stations

I - 3 - DESCRIPTION DU REACTEUR CF6-80-C2 :**I - 3 - 1 - INTRODUCTION :**

Le réacteur GENERAL ELECTRIQUE CF6-80-C2 FADEC équipe le BOEING 767-300. C'est un moteur double corps, double flux et à taux de dilution élevé.

Le CF6-80-C2 FADEC est composé de cinq (05) modules principaux :

- ◆ **MODULE FAN.**
- ◆ **MODULE CORE.**
- ◆ **MODULE TURBINE HAUTE PRESSION.**
- ◆ **MODULE TURBINE BASSE PRESSION.**
- ◆ **MODULE BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRES.**

I - 3 - 1 - 1 - MODULE FAN :(voire fig I-4)

Ce module est constitué de cinq (05) étages compresseur basse pression dont le première étage constitue le FAN. Le FAN engendre à lui seul le flux secondaire.

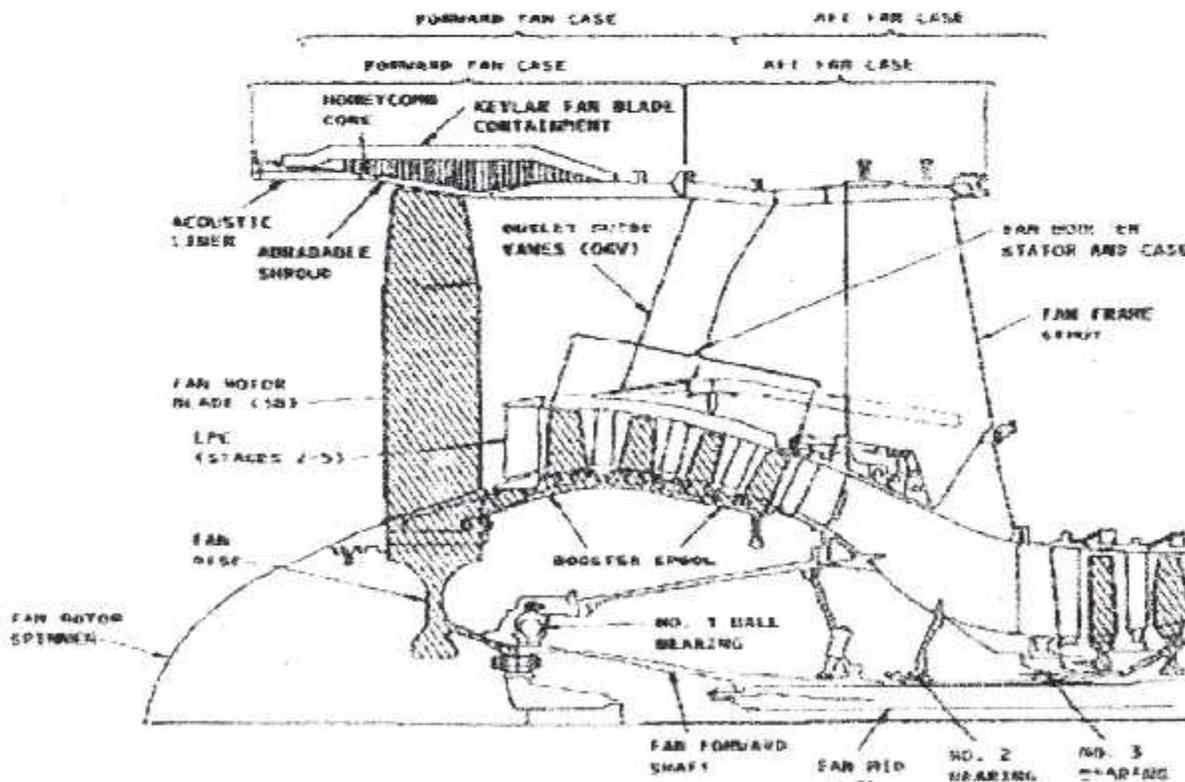


Fig I-4 module fan du cf6-80-c2

Le module fan est entraîné par la turbine basse pression.

	ROTOR	STATOR	OGV	MATERIAUX UTILISES	
				ROTOR	STATOR
FAN	38	96	80	Titane	Titane
2 ^{ème} ETAGE	62	130		Titane	Titane
3 ^{ème} ETAGE	71	130		Titane	Titane
4 ^{ème} ETAGE	80	140		Titane	Titane
5 ^{ème} ETAGE	71	108		Titane	Titane

1-3-1-2 - MODULE CORE :(voire fig I-5)

Ce module est constitué d'un compresseur haute pression à quatorze (14) étages, d'une chambre de combustion annulaire équipée de trente (30) injecteurs et deux (02) allumeurs à haute tension position 3.30, 5.30 et de premier étage statorique de la turbine haute pression.

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

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

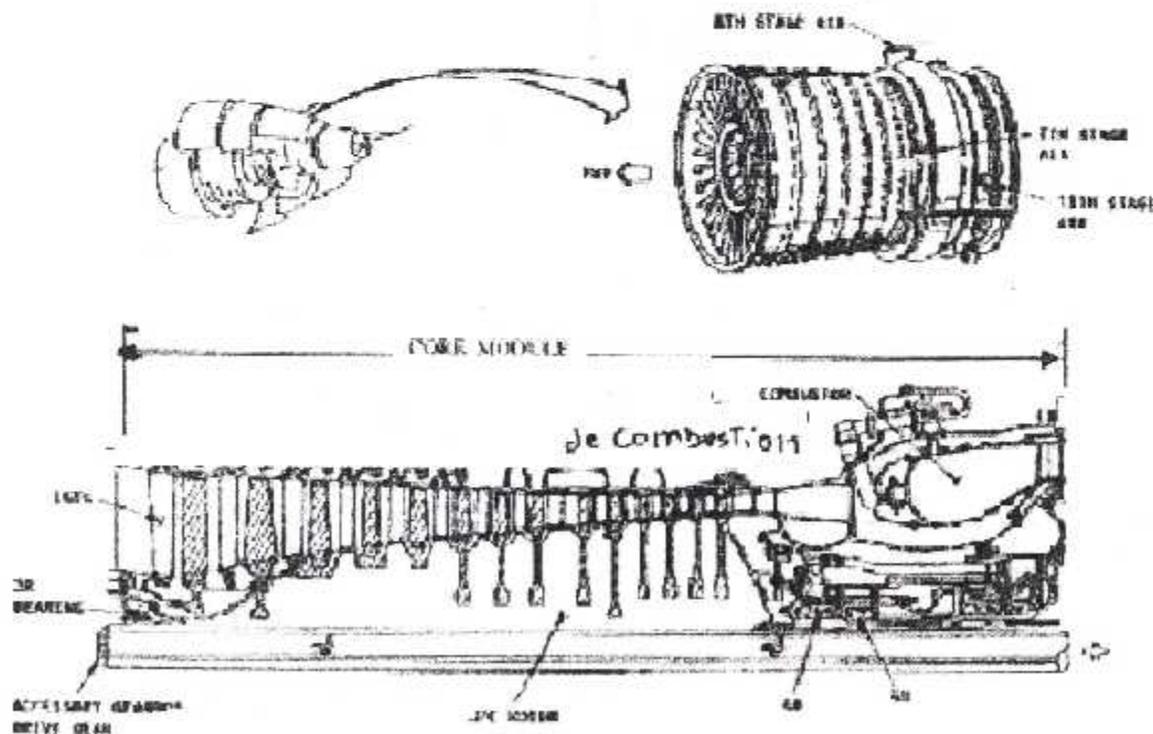


Fig. I-5 module core du cf6-80-c2

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 entraîné par la turbine haute pression.

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

1 - 3 - 1 - 3 - MODULE TURBINE HAUTE PRESSION :(voir fig I-6a)

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

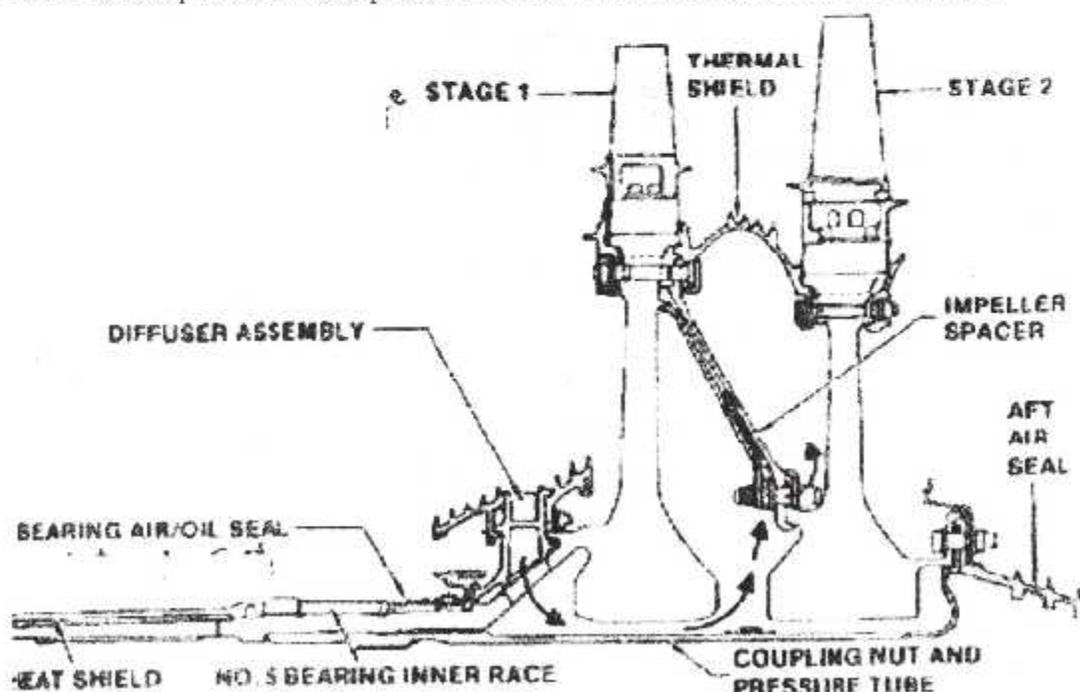


Fig. I-6a module turbine haute pression

	STATOR	ROTOR	MATERIAUX UTILISES	
			STATOR	ROTOR
1 ^{er} ETAGE	46	80	X-40	RENE 80
2 ^{eme} ETAGE	48	74	RENE 80	RENE 80

1-3-1-4 - MODULE TURBINE BASSE PRESSION : (voire fig I-6b)

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

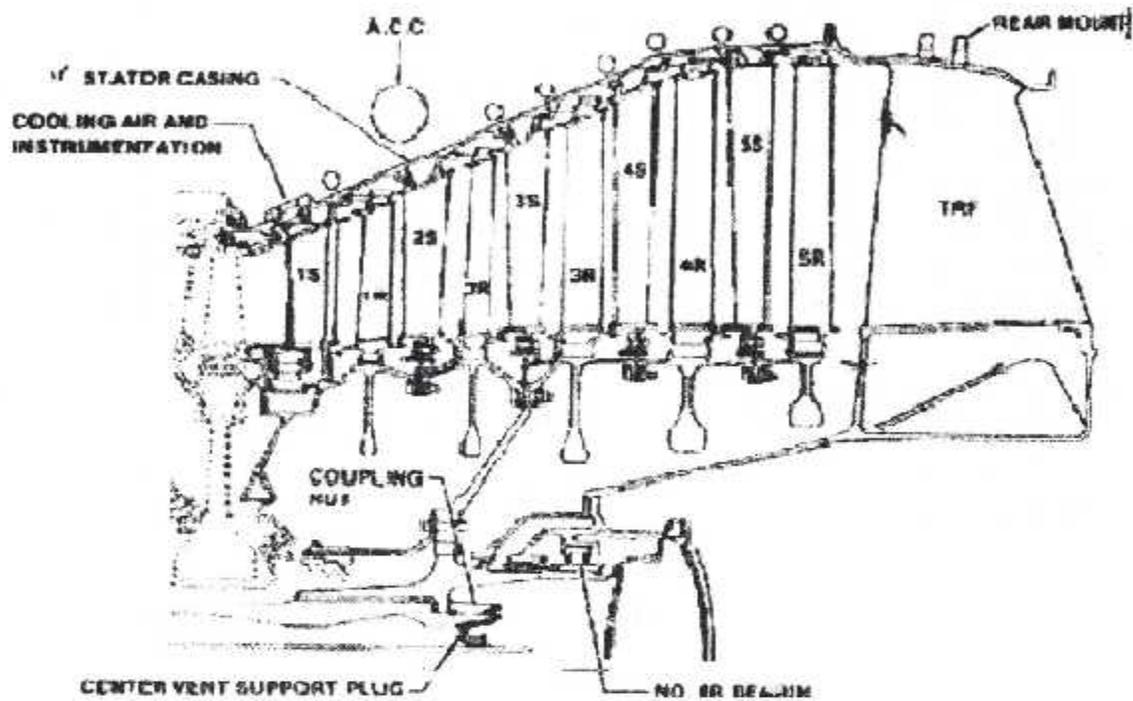


Fig I-6b module turbine basse pression

	ROTOR	STATOR	MATERIAUX UTILISES	
			STATOR	ROTOR
1 ^{er} ETAGE	54	118	INCONEL 718	RENE 77
2 ^{eme} ETAGE	96	124	INCONEL 718	RENE 77
3 ^{eme} ETAGE	120	88	INCONEL 718	RENE 77
4 ^{eme} ETAGE	126	88	INCONEL 718	RENE 77
5 ^{eme} ETAGE	144	98	INCONEL 718	RENE 77

I-3-1-5 - MODULE BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRES :(voir fig I-7)

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'un boîtier de transfert. Le boîtier des accessoires est fixé à la partie inférieure du carter stator compresseur.

Les différents accessoires qui équipent le boîtier sont:

A/ SUR LA FACE AVANT:

- ◆ Un (01) régulateur carburant (HMU).
- ◆ Une (01) pompe de pression et cinq (05) pompes de récupération d'huile.
- ◆ Une (01) pompe hydraulique.
- ◆ Un (01) tachymètre N2.
- ◆ Un (01) alternateur (pour l'alimentation du EEC).

B/ SUR LA FACE ARRIERE :

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

I-3-2 - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU CF6-80-C2 FADEC :

Le CF6-80-C2 FADEC présente les caractéristiques suivantes :

- ◆ Poussée statique maximal (F) $z=0$ température ambiante $< 32.2^{\circ}\text{C}$ $F=23134$ DaN
- ◆ Poussée assurée 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: 4216 kg.
- ◆ Diamètre de l'entrée d'air: 2,49m.
- ◆ Taux de dilution : 5,15.
- ◆ Rapport manométrique de compression: 29,9.

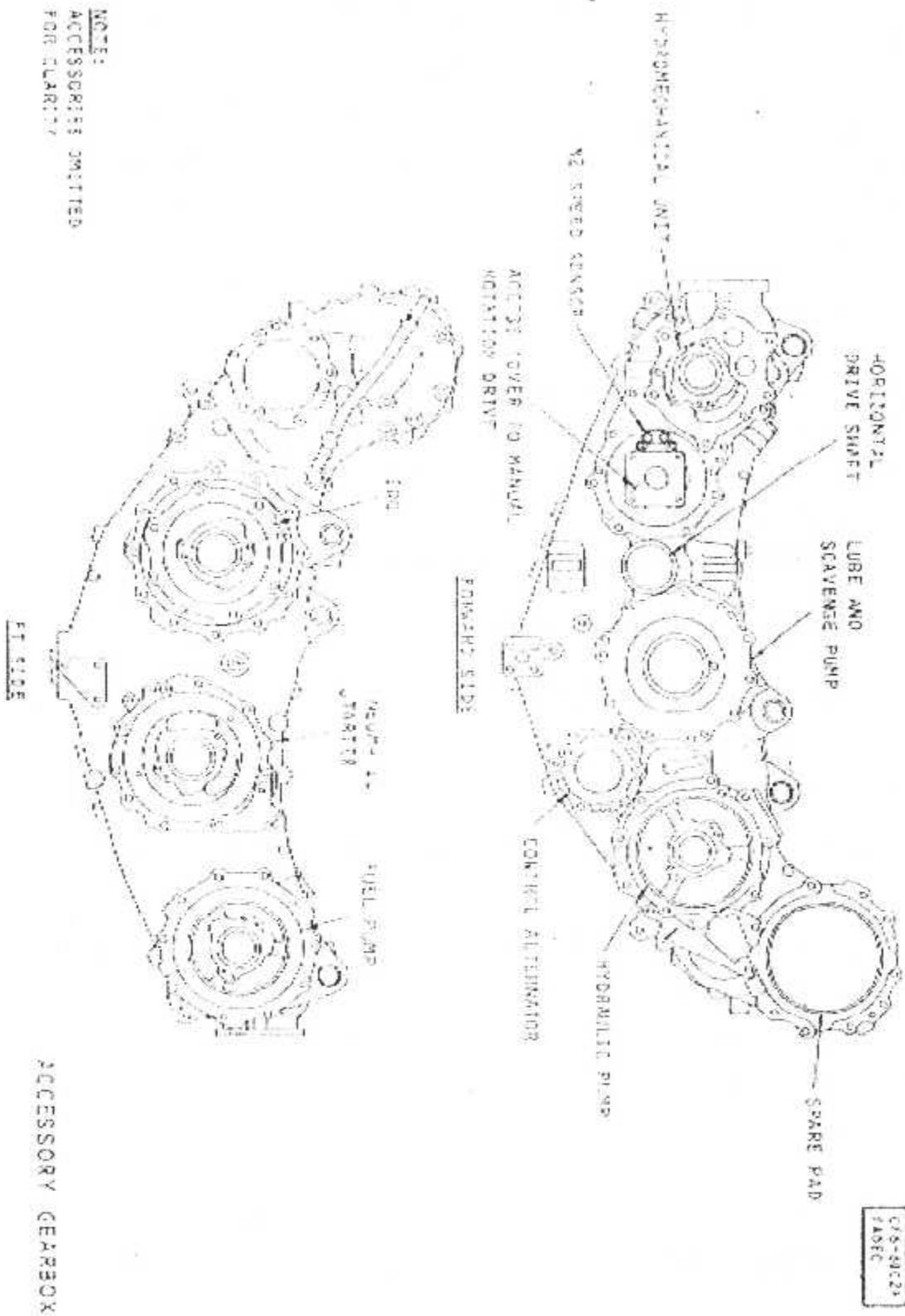


fig I-7 Module boîte d'entraînement des accessoires

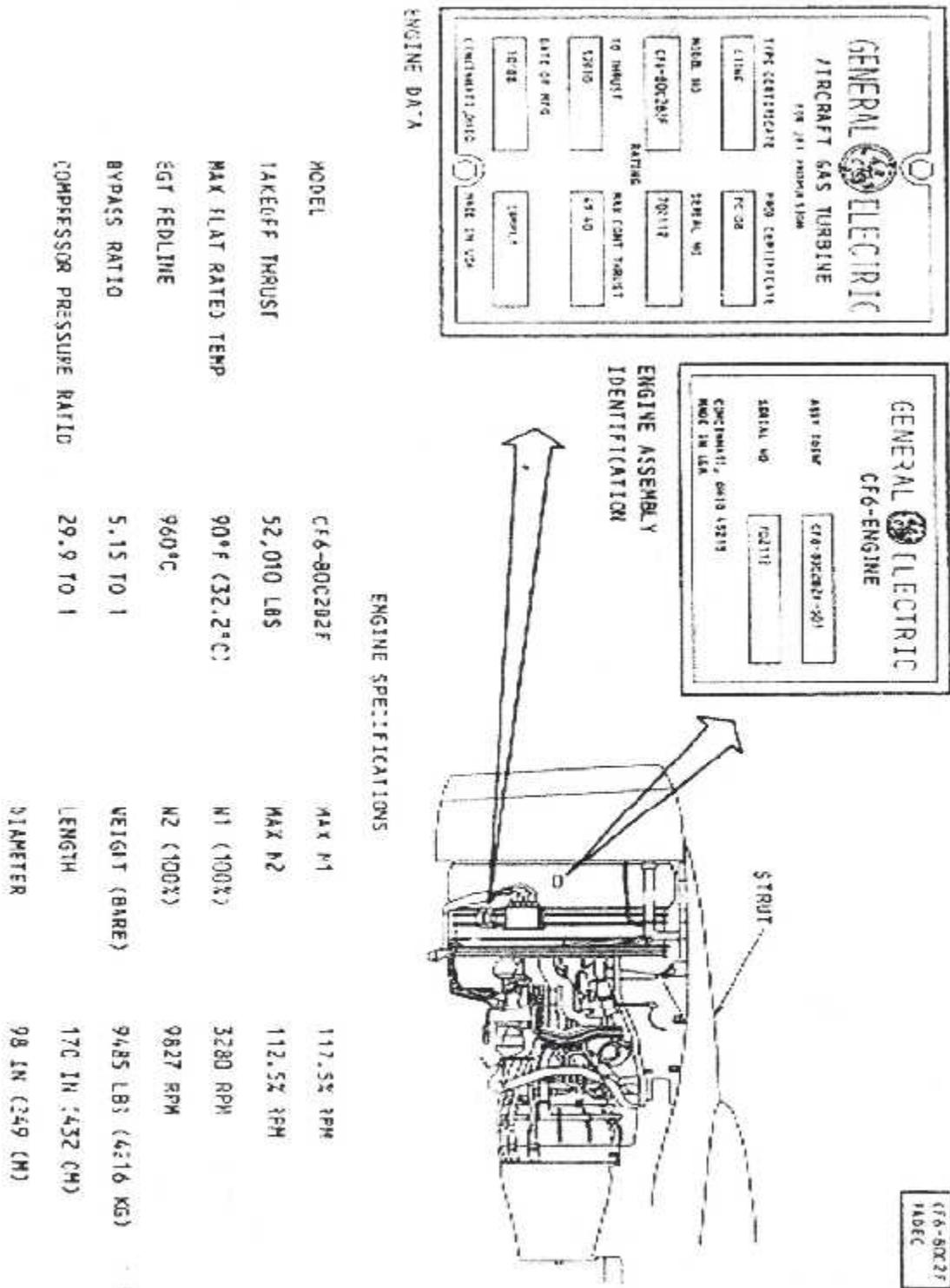


fig I-9 caractéristiques principales du réacteur

- régime N1

100%=3280 tr/mn

117.5%=3854 tr/mn

- régime N2

100%=9827 tr/mn

122.5%=11055 tr/mn

- EGT 960°C

I - 3 - 4 REPERAGE DES DIFFERENTES STATIONS REACTEUR :(fig I-10)

- ◆ station 0 : condition ambiante
- ◆ station 1.2 : entrée d'air.

Flux primaire :

- ◆ station 2 : entrée du compresseur basse pression.
- ◆ Station 2.5 : entrée du compresseur haute pression.
- ◆ Station 3 : sortie du compresseur haute pression.
- ◆ Station 4 : entrée turbine haute pression.
- ◆ Station 4.9 : entrée turbine basse pression.
- ◆ Station 5 : sortie ensemble basse pression.
- ◆ Station 9 : éjection du flux primaire.

Flux secondaire :

- ◆ Station 1.2 : entrée fan.
- ◆ Station 1.4 : sortie stator fan.
- ◆ Station 1.8 : éjection du flux secondaire.

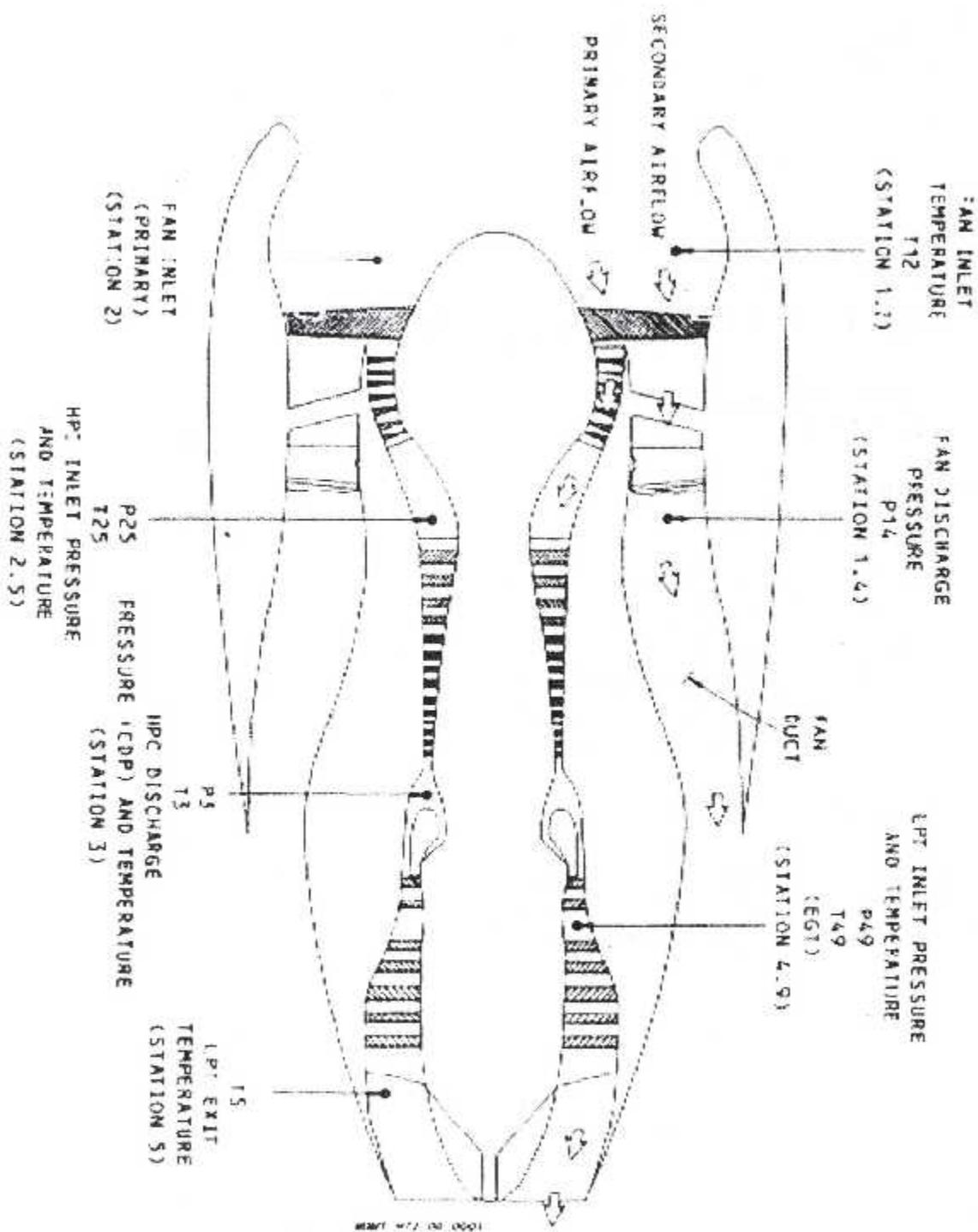


fig I-11 différents stations du réacteur

CHAPITRE II

Différents circuits des réacteurs

CF6-80-C2 FADEC

et le CFM56-7B

II - DIFFERENTS CIRCUIT DES REACTEURS CF6-80-C2 ET LE CFM56-7B

II - 1 - DIFFERENTS CIRCUITS DU REACTEURS CFM56-7B:

II - 1 - 1 - CIRCUIT CARBURANT:

II - 1 - 1 - 1 - ROLE DU CIRCUIT CARBURANT:(voire fig II-1)

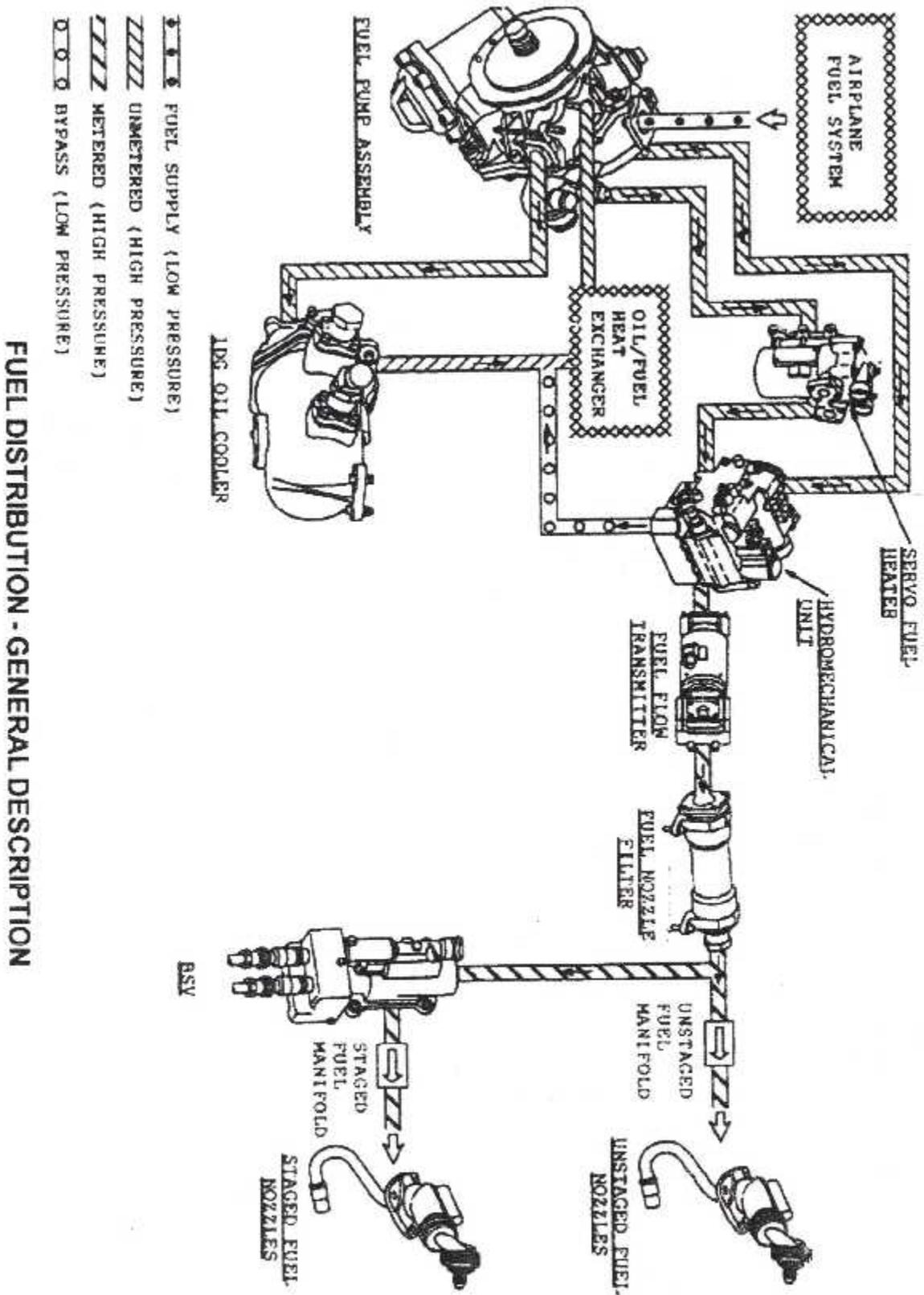
Le rôle du circuit carburant est d'assurer:

- ◆ L'alimentation des vingt (20) injecteurs de la chambre de combustion.
- ◆ L'alimentation de deux (02) vérins des vannes de décharge.
- ◆ L'alimentation des deux (02) vérins des stators à calage variable.
- ◆ L'alimentation de la vanne de refroidissement du carter turbine haute pression.
- ◆ L'alimentation de la vanne de refroidissement du carter turbine basse pression.
- ◆ L'alimentation de la vanne de décharge transitoire.
- ◆ Le refroidissement de l'huile de graissage moteur.
- ◆ Le refroidissement de l'huile de graissage de l'alternateur (IDG).

II - 1 - 1 - 2 - COMPOSITION DU CIRCUIT CARBURANT:

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

- ◆ Une (01) pompe carburant à haute pression. ✓
- ◆ Un (01) échangeur thermique (huile /carburant) alternateur (IDG). ✓
- ◆ Un (01) échangeur thermique principal (huile/carburant) réacteur. ✓
- ◆ Un (01) filtre principal carburant. ✓
- ◆ Un (01) régulateur principale carburant (HMU).
- ◆ Un (01) servo réchauffeur carburant. ✓
- ◆ Un (01) transmetteur de débit carburant. ✓
- ◆ Un (01) filtre injecteurs. ✓
- ◆ Une (01) vanne de sélection injecteurs. ✓
- ◆ Une (01) rampe injecteurs. ✓
- ◆ Vingt (20) injecteurs. ✓



FUEL DISTRIBUTION - GENERAL DESCRIPTION

Fig II-1 le rôle du circuit carburant

II - 1 - 1 - 3 - CONTROLE DU CIRCUIT CARBURANT:(voire fig II-2)

La surveillance du circuit carburant est réalisée à partir :

- ◆ D'une indication de débit carburant situé sur l'écran inférieur des paramètres secondaires moteur.
- ◆ D'un voyant d'alarme du colmatage filtre carburant situé au panneau supérieur P5-2 au cockpit.
- ◆ D'un voyant associé au robinet carburant haute pression (HPSOV).

II - 1 - 1 - 4 - FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT CARBURANT : (voire fig II-3)

Le carburant arrive du réservoir de l'avion, passe par la pompe carburant première étage ensuite vers l'échangeur thermique (huile/carburant) de l'alternateur IDG après à travers l'échangeur thermique (huile/carburant) moteur.

Le carburant passe ensuite à travers un filtre principal, du filtre vers le régulateur principal carburant. A la sortie du régulateur carburant, le carburant passe à travers le débitmètre puis vers le filtre injecteur et enfin dans les injecteurs.

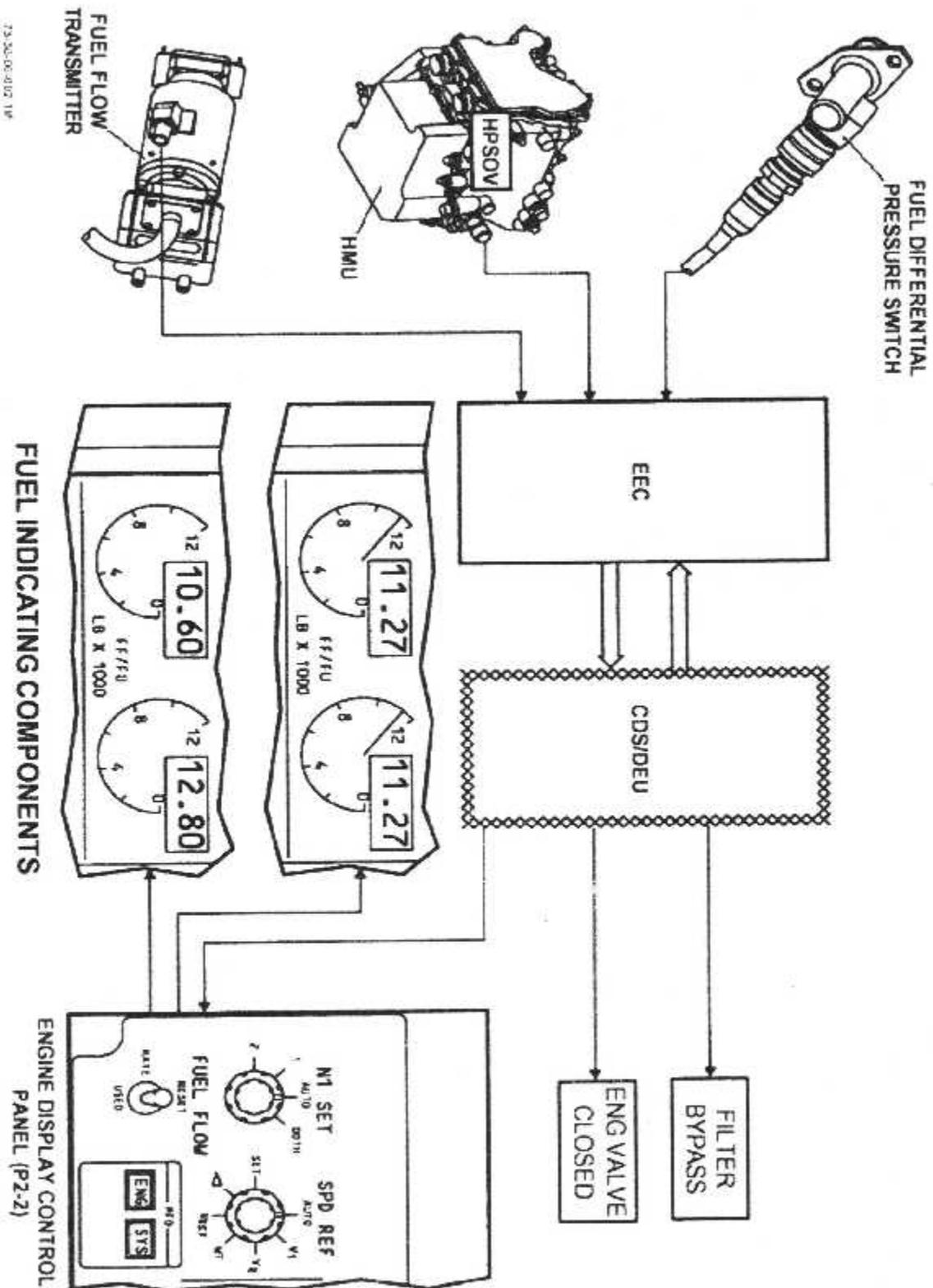


fig II-2 contrôle du circuit carburant

II - 1 - 2 -CIRCUIT DE GRAISSAGE:

II - 1 - 2 - 1 - ROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE:(voire fig II-4)

Le rôle du circuit de graissage est de :

- ◆ Lubrifier.
- ◆ Refroidir.
- ◆ Nettoyer.

Les paliers de l'enceinte avant, l'enceinte arrière, la boîte de transmission et la boîte d'entraînement des accessoires.

Le circuit de graissage assure le réchauffage du carburant.

II - 1 - 2 - 2 -COMPOSITION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE:

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

- ◆ Un (01) réservoir.
- ◆ Un (01) clapet d'isolement.
- ◆ Une (01) pompe de pression.
- ◆ Trois (03) pompes de récupérations.
- ◆ Un (01) filtre principal équipé d'une by pass.
- ◆ Un (01) transmetteur de pression d'huile.
- ◆ Une (01) sonde de température d'huile.
- ◆ Un (01) filtre de récupération d'huile équipée d'un mono contact détecteur de colmatage et d'une by pass.
- ◆ Un (01) échangeur thermique principal (huile/carburant).
- ◆ UN (01) servo réchauffeur carburant.

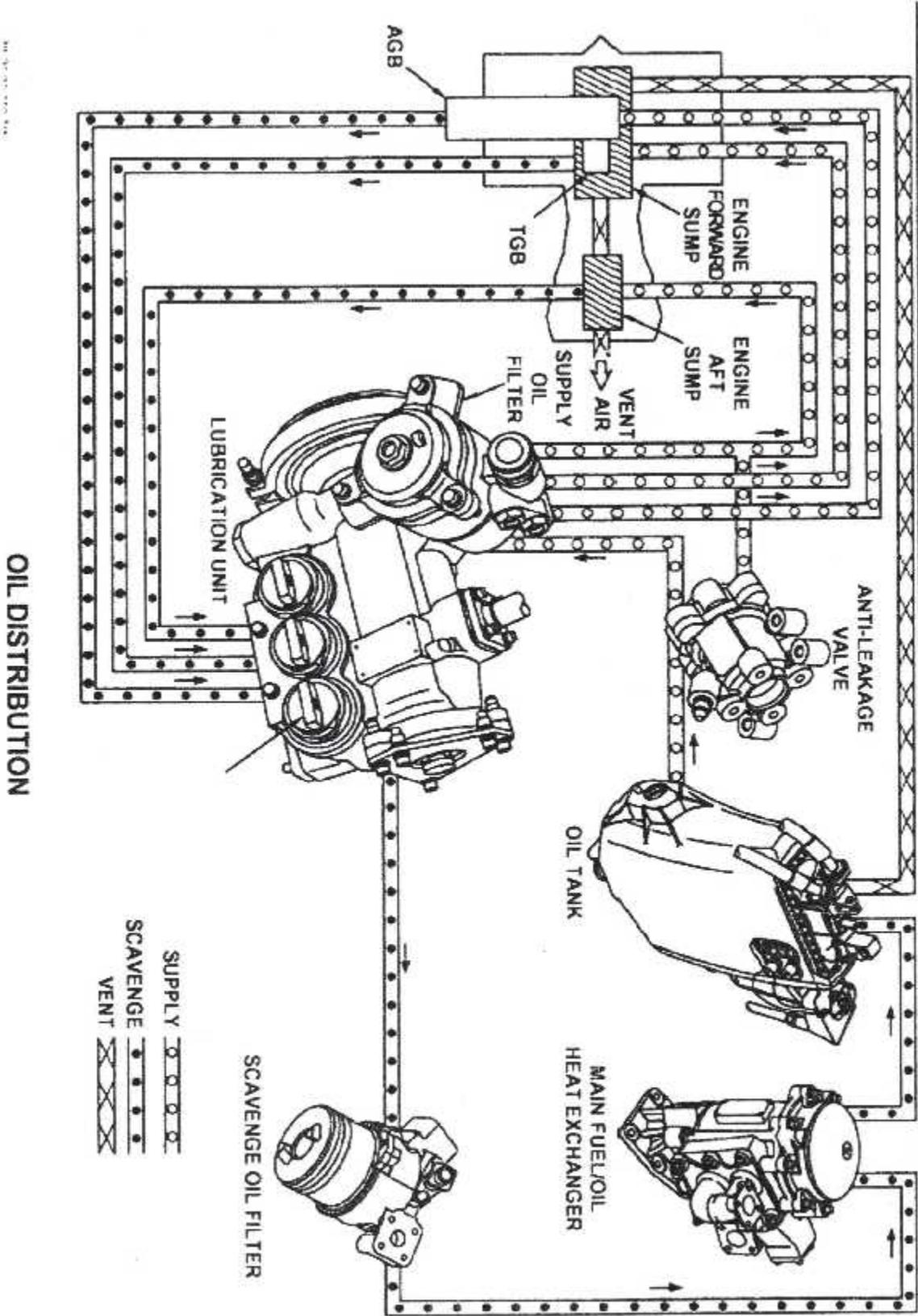


Fig II-4 le rôle du circuit de graissage

II - 1 - 2 - 3 -CONTROLE DU CIRCUIT DDE GRAISSAGE:(voire fig II-5)

La surveillance du circuit de graissage est réalisée à partir:

DES INDICATIONS:

- ◆ Pression d'huile.
- ◆ Température d'huile.
- ◆ Quantité d'huile.

DES ALARMES:

- ◆ Un voyant baisse de pression d'huile
- ◆ Un voyant colmatage filtre de récupération d'huile.

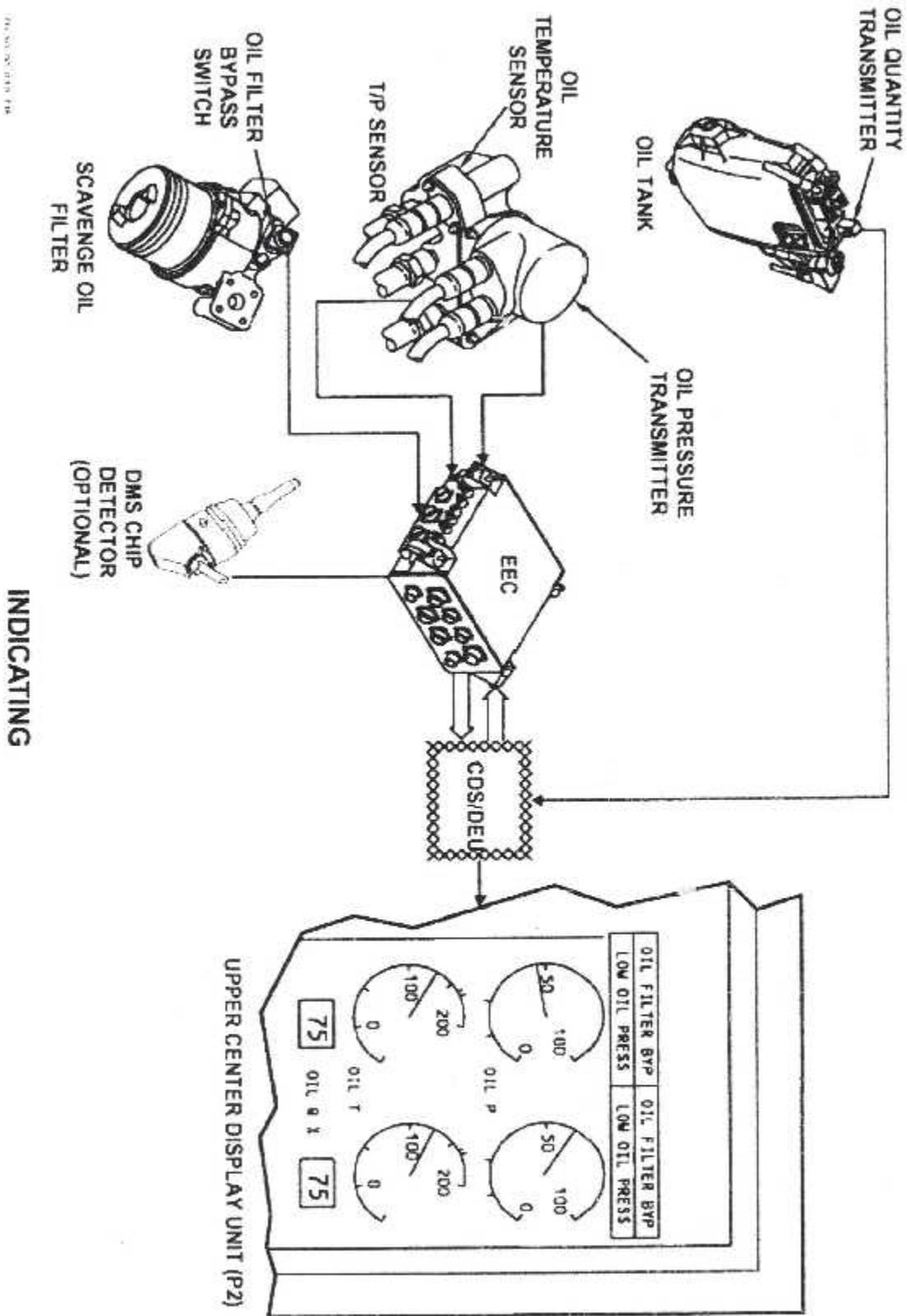


fig II-5 contrôle du circuit de graissage

II - 1 - 3 - CIRCUIT DE DEMARRAGE ET ALLUMAGE :

II - 1 - 3 - 1 - CIRCUIT DE DEMARRAGE :(voire fig II-6)

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

- ◆ L'APU.
- ◆ Un des réacteurs déjà en fonctionnement.
- ◆ Un groupe de parc pneumatique.

Chaque moteur est équipé de :

- ◆ Un (01) démarreur pneumatique.
- ◆ Une(01) vanne de démarrage.
- ◆ Deux (02) boite d'allumage (gauche et droite).
- ◆ Deux (02) bougies.

START SYSTEM

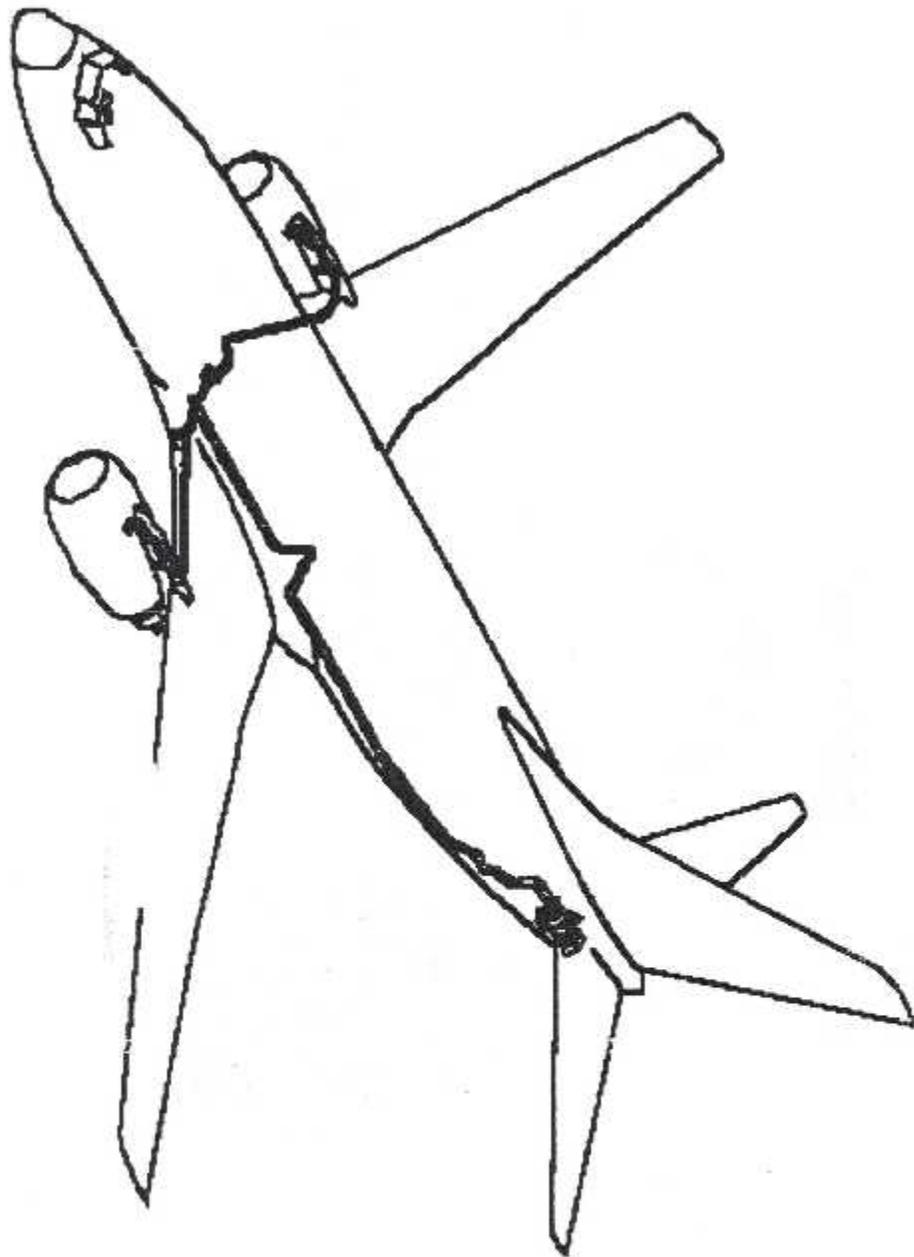


fig II-6 circuit de démarrage

3-200-0007

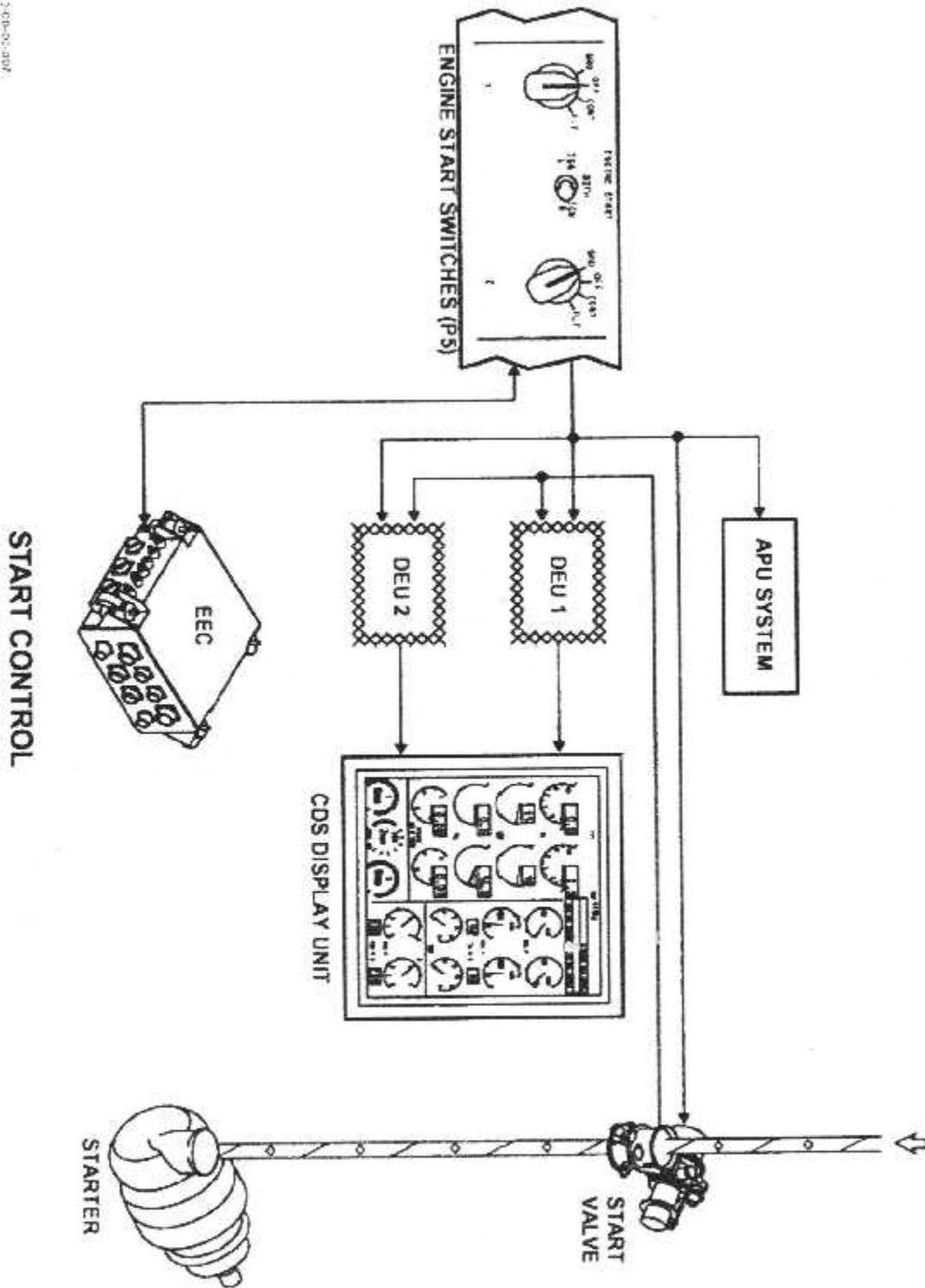


fig II-7 contrôle du circuit de démarrage

II - 1 - 4 - COMMANDES ET CONTROLE:

Panneau de démarrage:

Il est situé sur le panneau supérieur pilote (P5), il comprend:

- ◆ Un (01) sélecteur de démarrage.
- ◆ Un (01) sélecteur d'allumage.

a) Sélecteur de démarrage:

Le sélecteur de démarrage permet la sélection du programme de fonctionnement du démarreur. Il comprend quatre (04) positions:

- ◆ **OFF** (arrêt).
- ◆ **GROUND** (sol).
- ◆ **CONT** (allumage continu).
- ◆ **FLT** (reallumage en vol).

b) Sélecteur d'allumage:

Le sélecteur d'allumage permet la sélection du programme de fonctionnement des circuits d'allumages. Il comprend trois (03) positions:

- ◆ **LEFT** (boîte d'allumage gauche).
- ◆ **RIGHT** (boîte d'allumage droite).
- ◆ **BOTH** (boîte d'allumage gauche et droite).

II - 1 - 5 - CIRCUIT REVERSE:

II - 1 - 5 - 1 - DISPOSITIF D'EJECTION:

Il assure:

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

II - 1 - 5 - 2 - PRINCIPE:

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

En inversion de poussée la partie extérieure des deux demi couronnes mobiles d'éjection se déplacent vers l'arrière. Ce déplacement entraîne l'obstruction de la vanne secondaire et démasque des grilles d'éjections latérales. La totalité du flux secondaire est alors déviée et développe vers l'avant une poussée inverse.

II - 1 - 5 - 3 - INVERSION DE POUSSEE

L'énergie utilisée pour déplacer les demi-couronnes mobiles de l'inverseur est fournie par le circuit hydraulique avion. Le circuit hydraulique avion alimente l'inverseur de poussée du moteur n°1 (gauche) Le circuit A.

Le circuit Hydraulique B alimente l'inverseur de pousser du moteur n°2 (droite). Néanmoins un circuit hydraulique secours peut alimenter l'inverseur de pousser de n'importe quel moteur en cas de panne hydraulique des circuits A ou B.

Le système d'inversion de poussée comprend :

- ◆ Un (01) ensemble de commandes, contrôles et retour d'asservissement.
- ◆ Six (06) vérins hydrauliques.
- ◆ Deux (02) syn lock.
- ◆ Une (01) vanne d'isotement carburant.
- ◆ Une (01) valve de sélection du sens de rotation.
- ◆ Deux (02) demi couronnes (gauche et droite).
- ◆ Dix (10) portes.
- ◆ Douze (12) cascades.

Le contrôle de la reverse se fait par :

- ◆ L'unité électronique de contrôle moteur qui gère les transducteurs Linéaires à déplacement variable.
- ◆ L'EAU qui gère les switch de proximité, les deux syn lock , La vanne d'isolement hydraulique et la vanne de sélection du sens de rotation.

II - 1 - 5 - 4 - SIGNALISATION :

- Un voyant REV apparaît sur l'indicateur N1 quand la reverse est sélectionnée.
- Le voyant s'allume ambre quand la reverse est en transit.
- Le voyant s'allume vert quand la reverse est sortie et verrouillée.
« le voyant REV est géré par la l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) »
- Un voyant REVERSER s'allume ambre pendant 10.5 secondes lors de la rentrée reverse.
- Il s'allume ambre et reste allumé quand il y a une panne reverse.
« le voyant reverse est géré par l'EAU »

II - 2 - LES DIFFERENTS CIRCUITS DU REACTEUR CF6-80-C2 FADEC

II - 2 - 1 - CIRCUIT CARBURANT :

II - 2 - 1 - 1 - LE RÔLE DE CIRCUIT CARBURANT :(voire fig II-8)

Le rôle du circuit carburant est d'assurer :

- L'alimentation des trente (30) injecteurs de la chambre de combustion.
- L'alimentation des deux (02) vérins des vannes de décharge (VBV).
- L'alimentation des deux (02) vérins stators à calage variable(VSV).
- L'alimentation de la vanne de refroidissement carter turbine haute pression.
- L'alimentation de la vanne de refroidissement carter turbine basse pression.
- Le refroidissement de l'huile de graissage moteur.
- Le refroidissement de l'huile de graissage de l'alternateur (IDG).
- L'alimentation des circuits hydrauliques d'asservissement et de contrôle du régulation Principal carburant (HMU).

II - 2 - 1 - 2 - COMPOSITION DU CIRCUIT CARBURANT :

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

- Une (01) pompe carburant à haute pression.
- Un (01) échangeur thermique principal (carburant/huile) réacteur.
- Un (01) filtre principal.
- Un (01) régulateur principal carburant (HMU).
- Un (01) servo réchauffeur carburant.
- Un (01) transmetteur de débit carburant.
- Un (01) échangeur thermique secondaire (carburant/huile) alternateur (IDG).
- Une (01) rampe d'injection carburant.
- Trente (30) injecteurs.

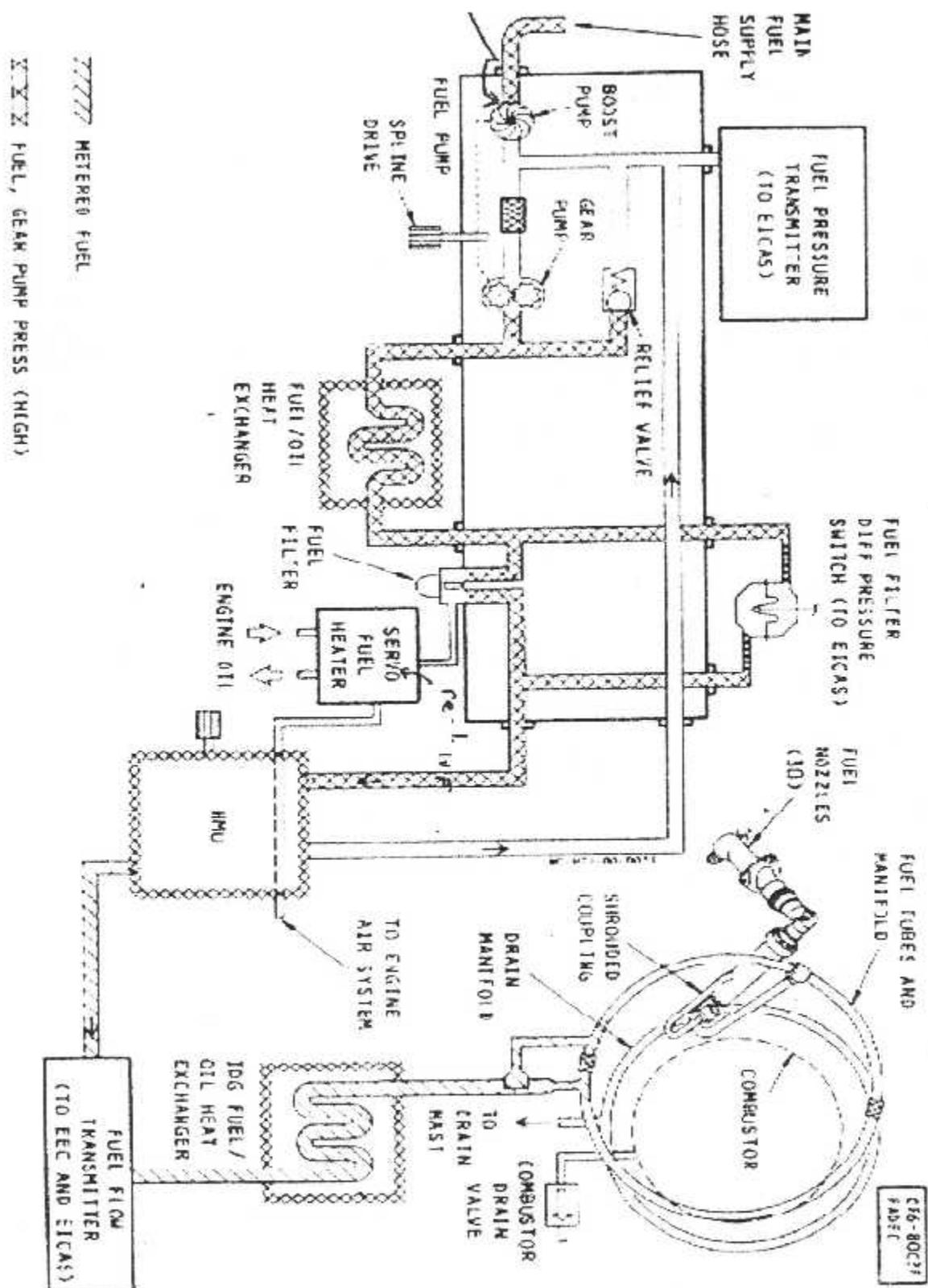


fig II-8 circuit carburant du réacteur

II-2-1-3- CONTROLE DU CIRCUIT CARBURANT :

La surveillance du circuit carburant est réalisée à partir :

- D'une indication du débit carburant situé sur l'écran inférieur **ELCAS** page **ENGIN** et page **PERF/APU**.
- D'une indication de pression carburant pompe 1er étage sur l'écran **EICAS** Page **PERF/APU**.
- D'une indication de colmatage filtre principal carburant sous forme de message d'alarme couleur sur l'écran **EICAS** supérieur en du côté gauche.

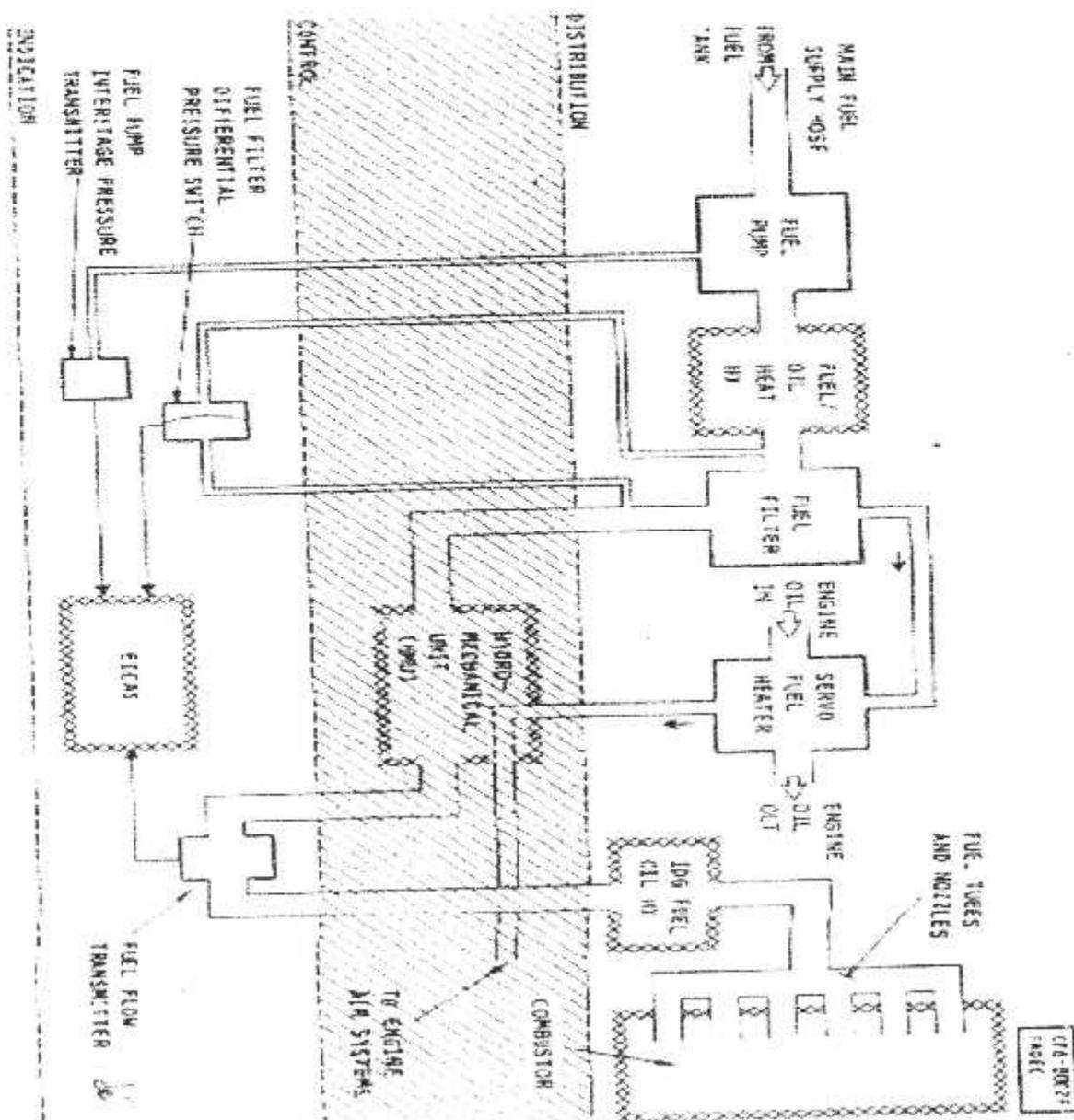


fig II-9 fonctionnement du circuit carburant

II - 2 - 2 - CIRCUIT DE GRAISSAGE :(voire fig II-10)

Le rôle de circuit de graissage est de :

- Lubrifier.
- Refroidir.
- Nettoyer.

Les quatre (04) paliers et le boîtier des accessoires

Ce circuit assure :

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

II - 2 - 2 - 1 - COMPOSITION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :

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

- Un (01) réservoir.
- Une (01) pompe d'huile
- Cinq (05) pompes de récupération.
- Un (01) filtre principal équipé d'une **BY-PASS**.
- Un (01) transmetteur de pression d'huile.
- Un (01) monocontact de baisse de pression d'huile.
- Un (01) détecteur magnétique principal de limaille.
- Une (01) sonde de température d'huile de récupération.
- Un (01) filtre de récupération.
- Un (01) manocontact détecteur de colmatage.

II - 2 - 2 - 2 - CONTROLE DE CIRCUIT DE GRAISSAGE :

La surveillance du circuit de graissage est réalisée 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 se pression d'huile.
- Un (01) manocontact de colmatage de filtre.

Toutes les indication de circuit de graissage apparaissent sur l'**EICAS**.

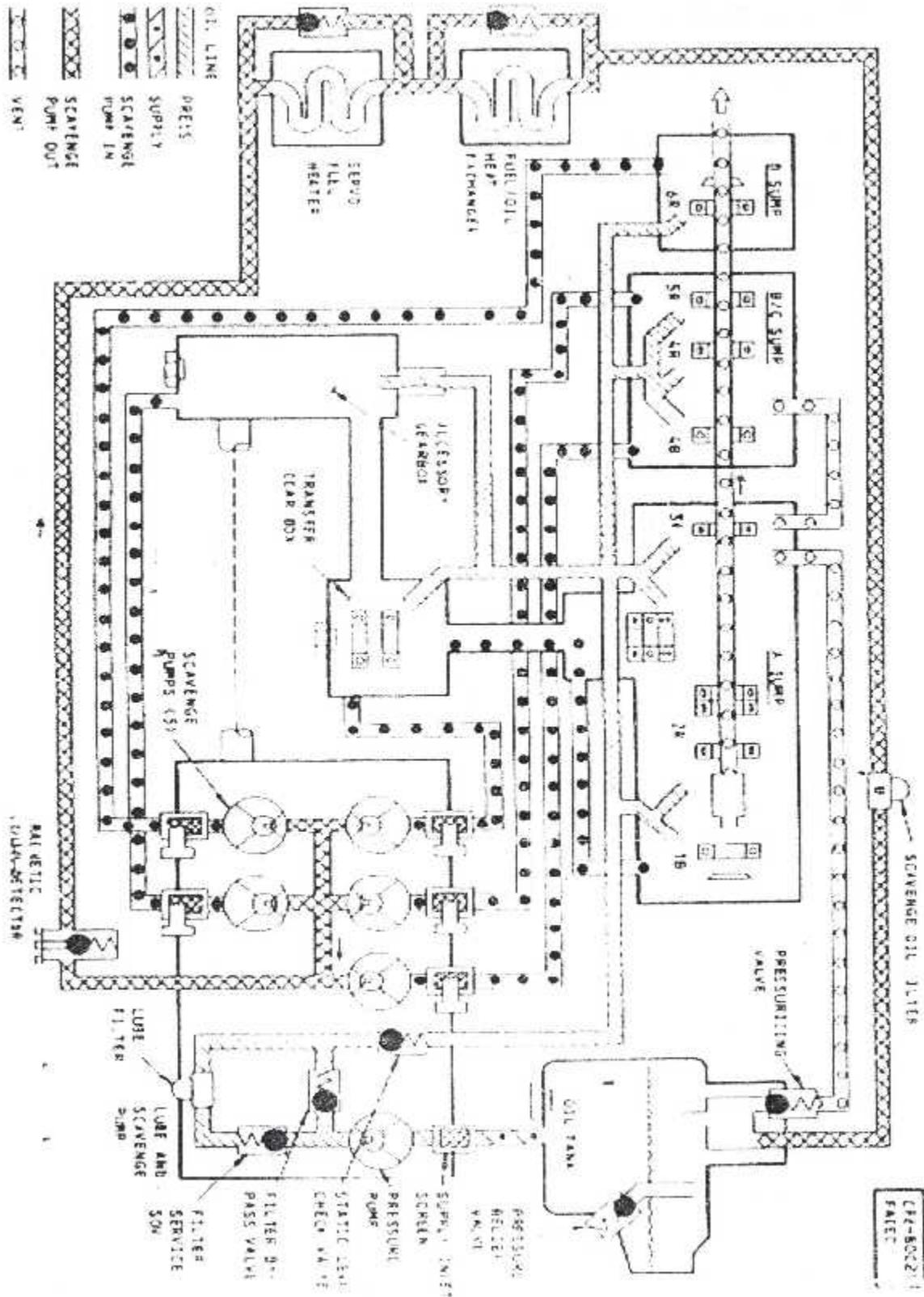


fig II-10 circuit de graissage

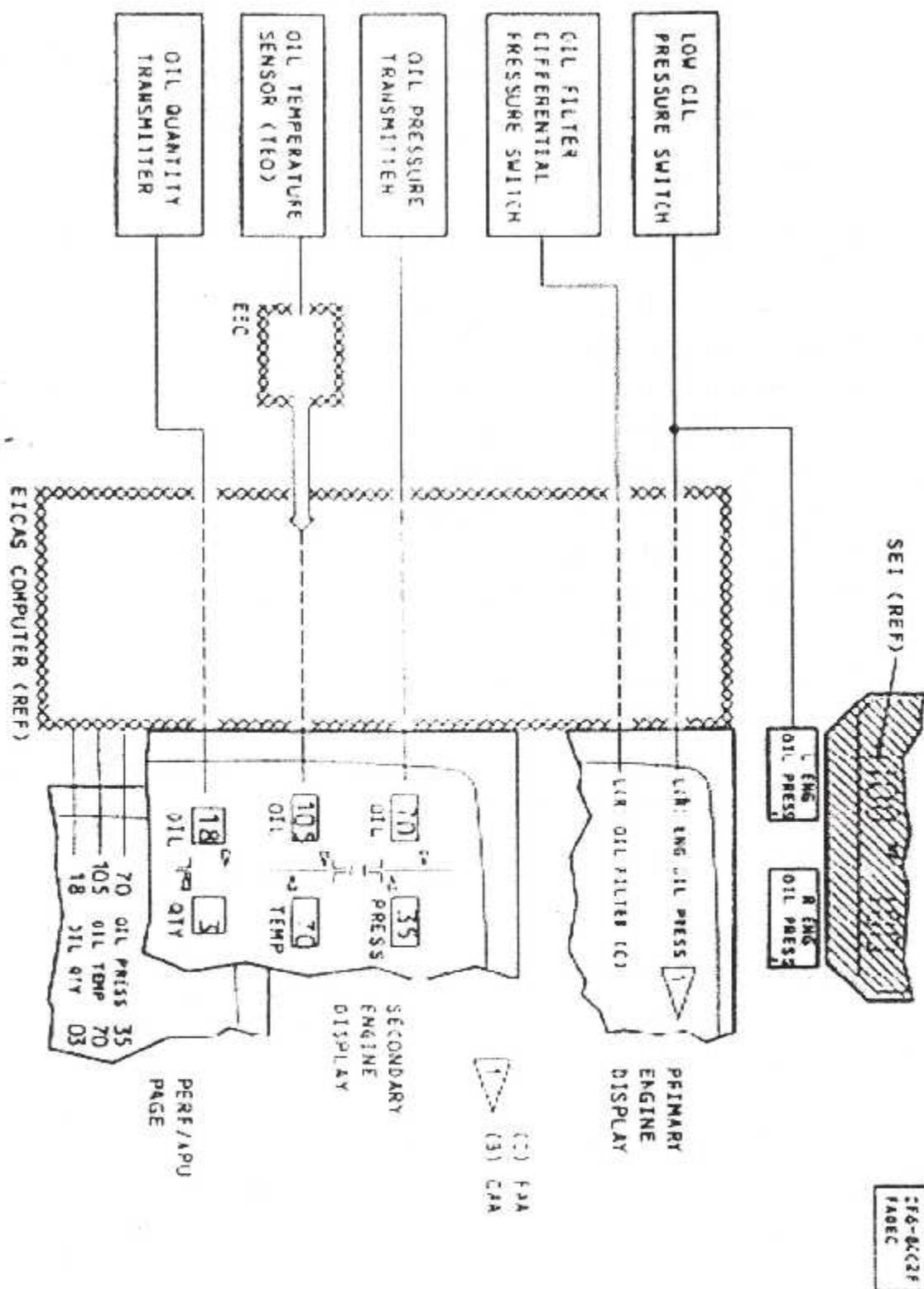


fig II-11 fonctionnement du circuit de graissage

II - 2 - 3 - CIRCUIT D'AIR : (voir fig II-12)

Le circuit d'air du réacteur **CF6-80-C2 FADEC** contrôle le débit d'air à travers le compresseur et assure le refroidissement du réacteur et des accessoires.

L'unité électronique de contrôle moteur (**EEC**) et le régulateur principale carburant (**HMU**) contrôlent ces systèmes.

Le contrôle d'air assure :

- Le contrôle du débit d'air à travers le compresseur.
- La régulation de débit d'air de refroidissement.
- Le refroidissement du réacteur et des accessoires.
- Le refroidissement de la chambre de combustion.
- Le refroidissement des ailettes turbine haute pression.
- Le refroidissement des ailettes turbine basse pression.
- Le dispositif actif de contrôle de jeu des turbines haute pression et basse pression.
- Le dispositif passif de contrôle de jeu de la turbine haute pression.
- Le refroidissement des bougies.
- Le refroidissement de l'huile de l'alternateur **IDG**.
- La ventilation de l'unité électronique de contrôle moteur (**EEC**).
- La ventilation nacelle.
- La ventilation et la pressurisation des puisards.

Dans notre travail on s'intéresse au :

- Contrôle du débit d'air.
- Régulation du débit d'air de refroidissement.
- Refroidissement du réacteur et accessoires
- Refroidissement des ailettes turbine haute pression.
- Dispositif actif de contrôle de jeu de la turbine haute et basse pression.
- Dispositif passif de contrôle de jeu turbine haute pression.

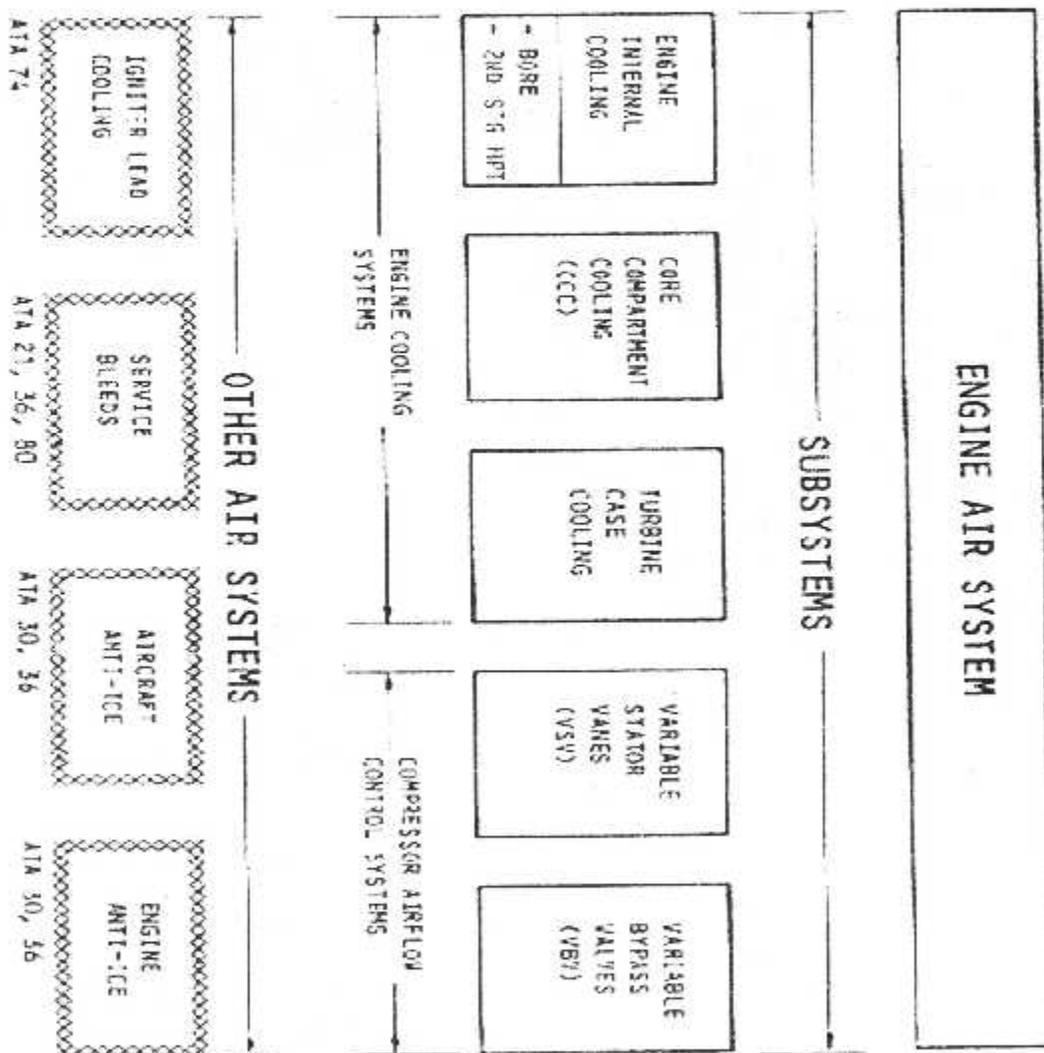
Toutes ces fonctions sont contrôlées par l'**EEC**.

II - 2 - 3 - 1 - LE CONTROLE DU DEBIT D'AIR :

Le contrôle de débit d'air à travers le compresseur du réacteur CF6-80-C2 FADEC est réalisé par un dispositif anti-pompage. Ce dispositif évite le pompage et améliore l'efficacité du réacteur.

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) utilise les signaux des capteurs N2, T2.5 et P2.5 pour actionner, à travers le régulateur principale carburant (HMU), les vérins des :

- Stators à calage variable (VSV).
- Vannes de décharges (VBV).



CF6-80C2
FADEC

fig II-12 le circuit d'air

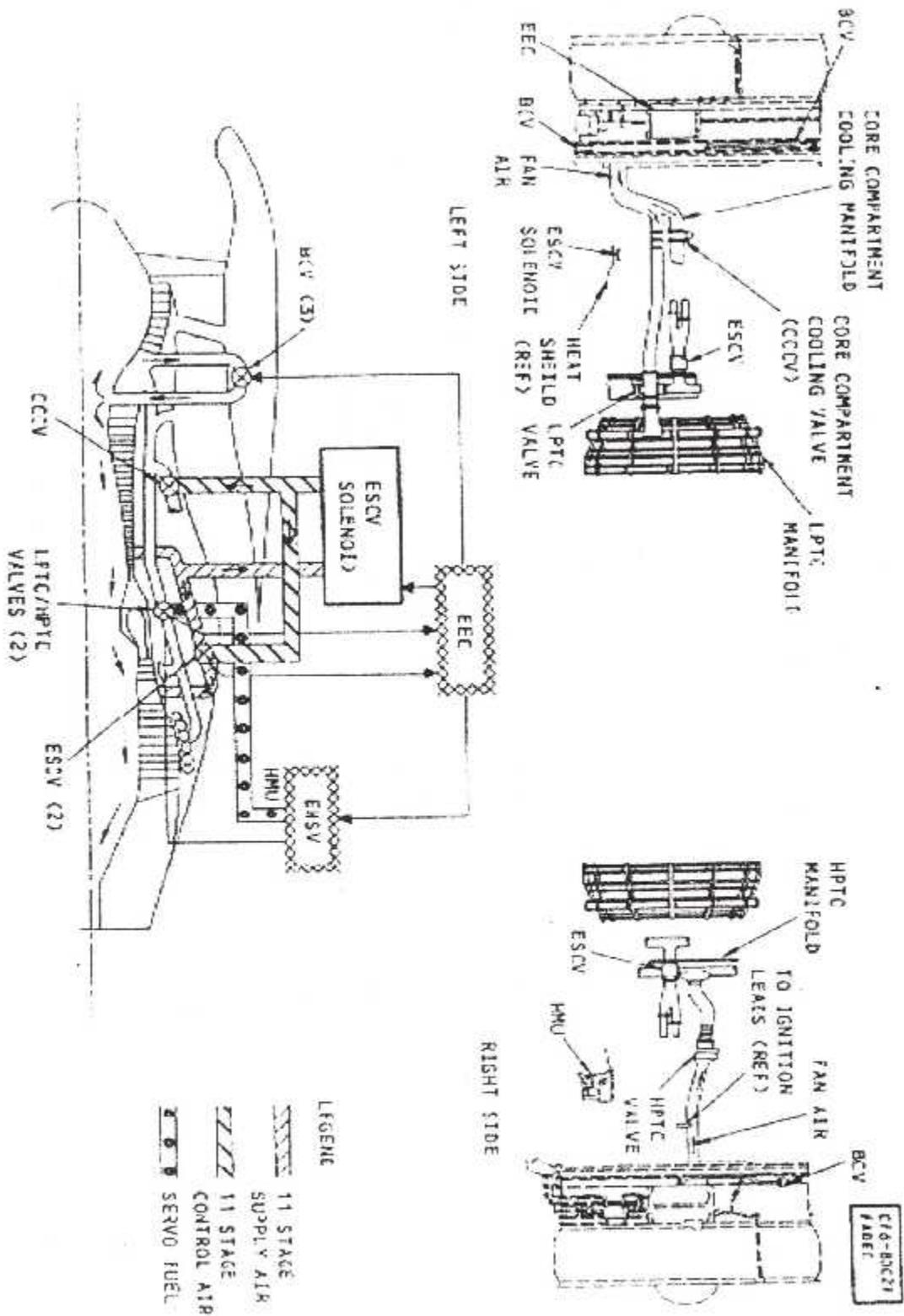


fig II-13 les composantes du circuit d'air

A) LES STATORS A CALAGE VARIABLE (VSV) :(voir fig II-14)

L'entrée du compresseur haute pression est équipée de trente quatre (34) aubes de prérotation (IGV). Les cinq premiers étages du compresseur haute pression comportent des aubes de stator à calage variable. L'ensemble des aubes de prérotation (IGV) et des stators à calage variable (VSV) constitue une partie de système anti-pompage du compresseur haute pression.

Les leviers de commande des (VSV) d'une rangée d'aubes sont reliés à un anneau de commande, les six (06) anneaux de commande des VSV sont entraînés par deux (02) barres de commande disposées symétriquement de chaque côté du compresseur haute pression.

C'est

Le régulateur carburant qui détermine la position des VSV et conserve une valeur constante de l'angle d'incidence de l'écoulement aérodynamique par rapport aux ailettes du compresseur quelque soit le régime moteur.

Au régime élevé, le compresseur fonctionne à un régime d'adaptation qui lui assure un rendement optimum. Les VSV sont en position ouverte. Par contre en bas régime, le compresseur s'éloigne de son régime d'adaptation, l'angle d'incidence des aubes augmente progressivement pour conserver l'angle d'incidence rotor constant.

Pour un régime N2 inférieur au ralenti les VSV sont en position fermée.

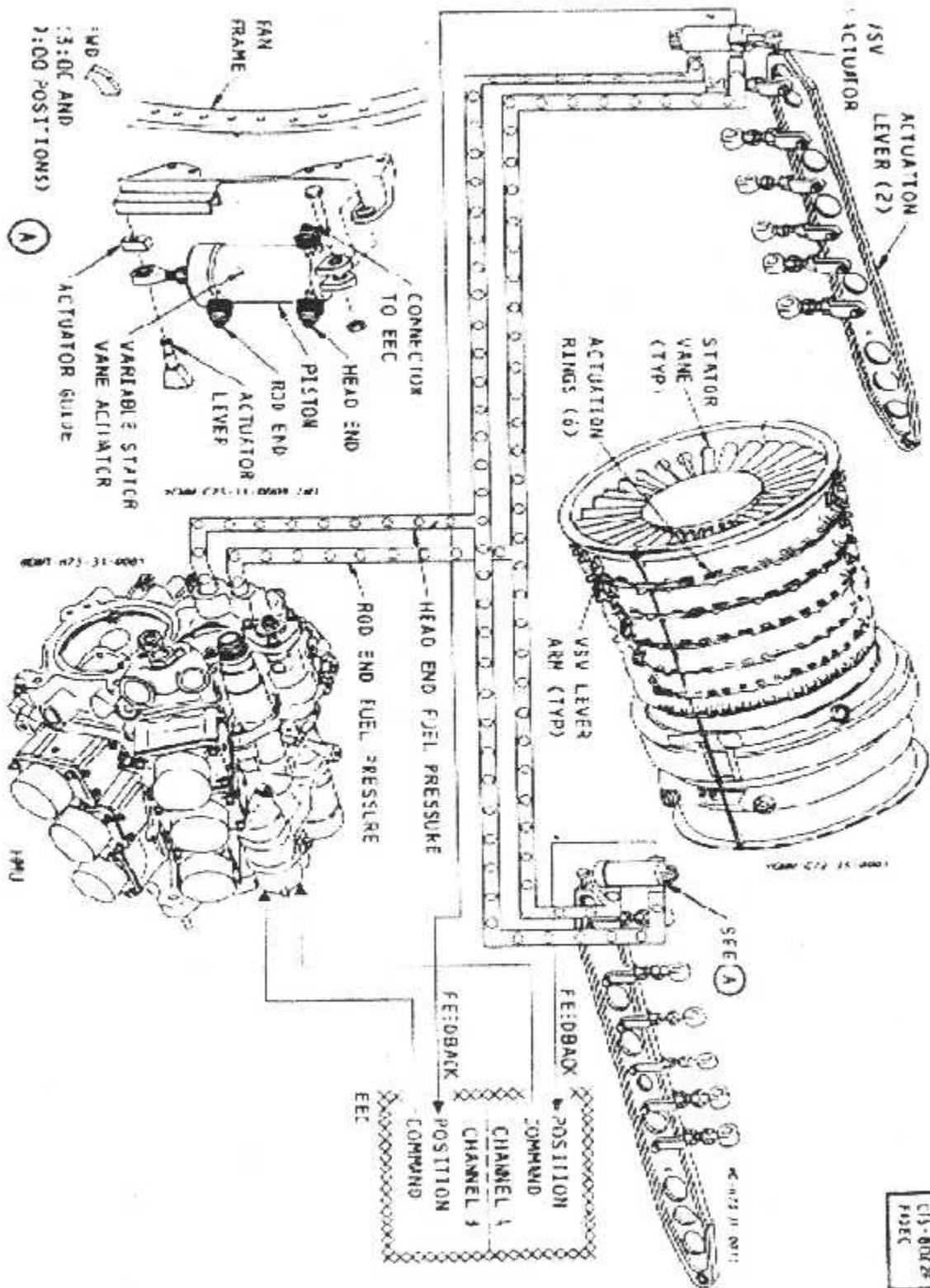


fig II-14 stator à calage variable

B) LES VANNES DE DECHARGE (VBV) :(voir fig II-15)

Le compresseur basse pression étant destiné à alimenter le compresseur haute pression, fourni un taux de compression faible mais adapté aux régimes élevés.

Aux bas régimes, le débit d'air fournit est généralement excessif au besoin, c'est à dire son taux de compression est trop élevé ce qui provoque le pompage.

La décharge du compresseur basse pression est réalisé par l'ouverture d'une série de douze (12) vannes. Ces vannes sont appelées vannes de décharge (VBV).

Les vannes du compresseur basse pression est réalisé par l'ouverture d'une série de douze (12) vannes. Ces vannes sont appelées vannes de décharge (VBV).

Les vannes de décharge sont disposées à l'arrière du compresseur basse pression, elles sont interconnectées par un anneau de commande et actionnées par deux (02) vérins hydrauliques. C'est le régulateur carburant qui détermine la position des vannes de décharge (VBV).

Les vannes de décharge permettent de réguler le débit d'air primaire dans le moteur pour diminuer le risque de surchauffe du compresseur lorsque celui-ci travaille en dehors des conditions optimales de fonctionnement, c'est à dire à bas régime :

- En accélération rapide.
- En décélération rapide.

Les vérins de commande des vannes de décharge sont montés sur la partie arrière du carter Fan, chaque tige de position de vérin est liée à une bielle qui entraîne un anneau.

L'anneau est connecté à douze (12) autres bielles qui assurent la position des vannes de décharge (VBV). La sortie des pistons provoque une rotation en arc de cercle de l'anneau dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et ouvre les vannes de décharge.

La rétraction des pistons déplace l'anneau dans le sens des aiguilles d'une montre et provoque la fermeture des vannes de décharge.

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) augmente le courant électrique vers les électro-hydrauliques servo vannes proportionnel au régime de l'attelage haute pression N2.

Les électro-hydrauliques servo vannes envoient de la pression carburant vers les vérins des VSV et VBV pour les mettre en position commandée par l'unité électronique de contrôle moteur (EEC).

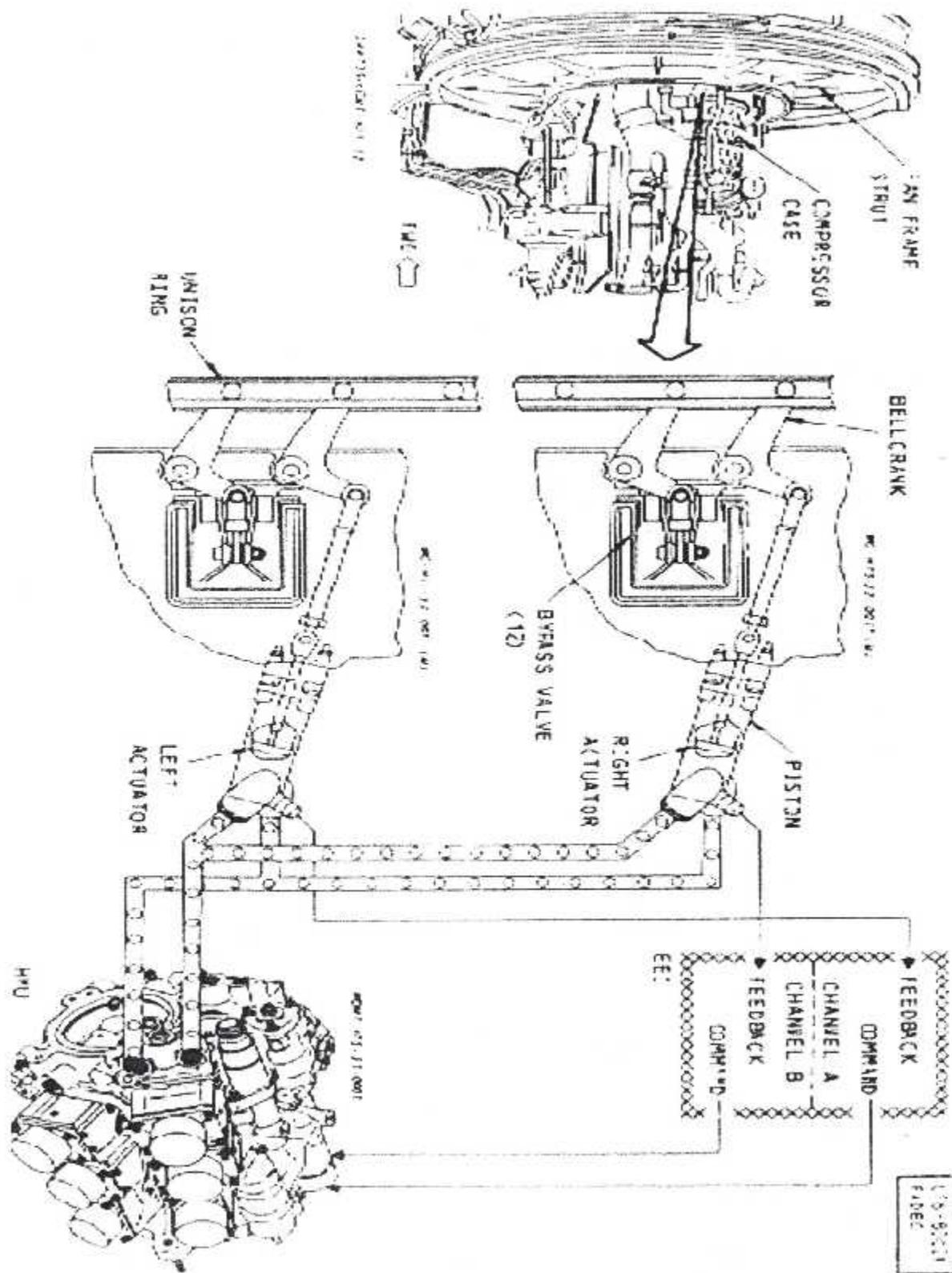


fig II-15 vannes de décharge

II - 2 - 3 - 2 - REGULATION DU DEBIT D'AIR DE REFROIDISSEMENT :

Le réacteur **CF6-80-C2 FADEC** est traversé par deux flux d'air, un flux primaire et un autre 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 la pressurisation des puisards, ce débit est appelé débit d'air parasite.

Le débit d'air parasite du **CF6-80-C2 FADEC** sert pour le refroidissement interne du moteur.

Le contrôle du débit d'air parasite est assuré par :

- trois (03) vannes de refroidissement (**BORE COOLING VALVE**).
- Deux (02) vannes de refroidissement du 11^{ème} étage.
- Une (01) vanne solénoïde de refroidissement du 11^{ème} étage.

A) LES VANNES DE REFROIDISSEMENT (BORE COOLING VALVE) :

Le contrôle du débit d'air parasite améliore la consommation spécifique fuel. Le flux secondaire sert à l'augmentation de la poussée. Il engendre à lui seul 80% de la poussée totale moteur.

Les vannes de refroidissement sont du type axial, contrôlées par un solénoïde, chaque solénoïde est équipé de deux prises électriques reliées directement aux canaux **A** et **B** de l'unité électronique de contrôle moteur (**EEC**). (voir fig II-16)

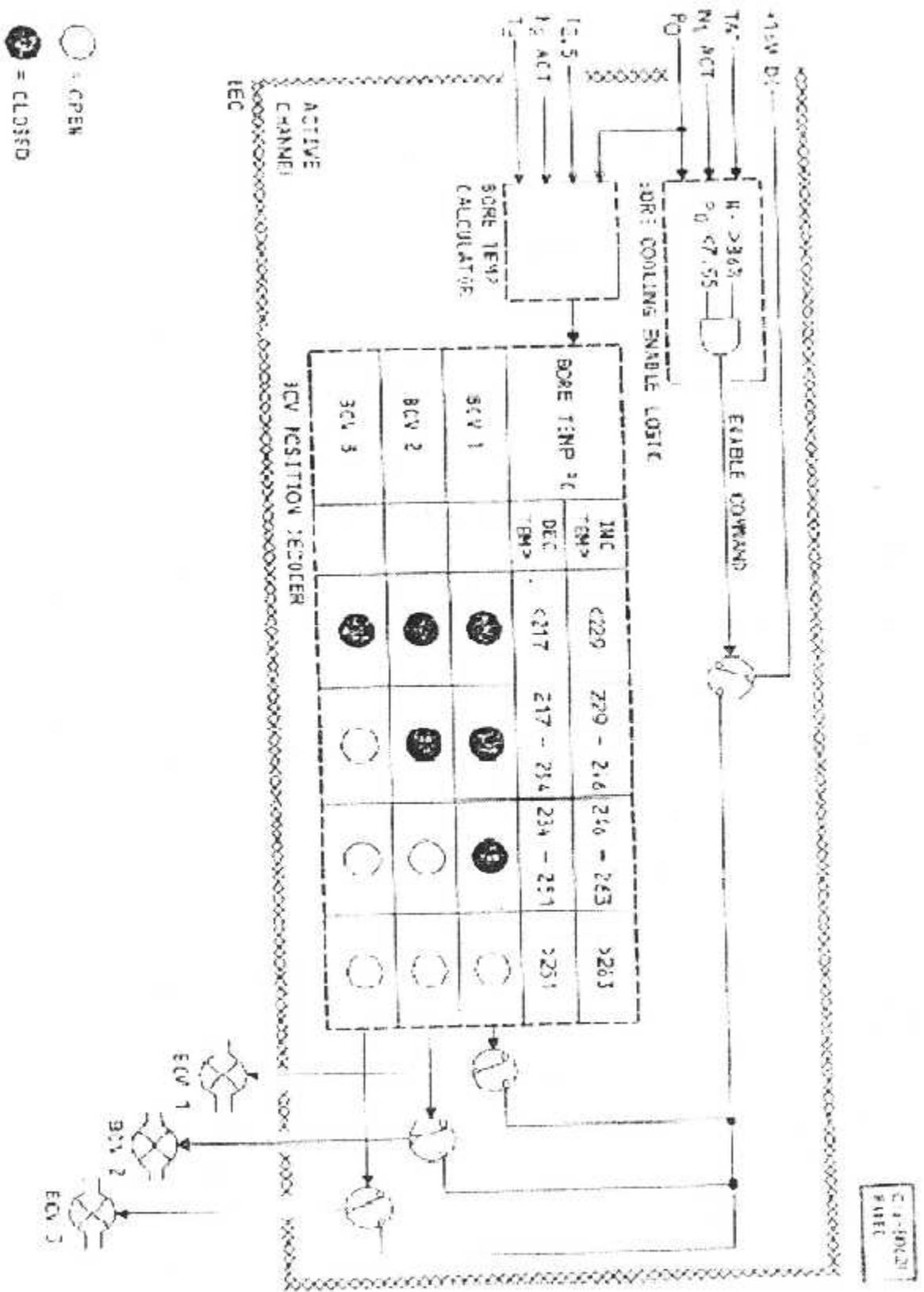


fig II-16 contrôle des vannes BCV

Les **BCV** sont en nombre de trois disposées autour du carter fan. Elles sont montées en position **2.00**, **5.30** et **11.00** elles sont commandées par la **EEC**.

Les vannes de refroidissement contrôlent le débit d'air en provenance de la décharge du compresseur basse pression pour le refroidissement des puisards.

Les vannes de refroidissement (**BORE COOLING VALVE**) sont conçues pour qu'elles restent en position ouverte en cas d'une panne (**FAIL SAFE OPEN**).

B) LES VANNES DE REFROIDISSEMENT DU 11^{EME} ETAGE :

Les vannes de refroidissement du 11^{eme} étage refroidissent les ailettes statoriques du 2^{eme} étage turbine haute pression aux régimes élevés et aux basses altitudes dans le but d'augmenter la durée de vie du réacteur. Elles sont fermées dans les bas régimes et hautes altitudes pour une meilleure consommation spécifique de carburant.

Elles s'ouvrent et se ferment simultanément, elles sont montées sur le carter turbine haute pression en position **3.00** et **9.00**, chaque vanne comprend :

- Deux (02) prises électriques chacune pour un canal de la **EEC**.
- Un (01) switch pour indiquer à la **EEC** la position de la vanne (ouverte/fermée).

C) LA VANNE SOLENOIDE DE REFROIDISSEMENT DE 11^{EME} ETAGE :

La vanne solénoïde de refroidissement du 11^{eme} étage est localisée sur le côté avant gauche de la gear box, elle convertit les signaux électriques de commande de position des vannes de refroidissement en signaux pneumatiques pour les actionner. Elle comprend deux prises électriques, une d'entrée, l'autre de sortie. Elles sont connectées à la **EEC**.

L'air soutiré du 11^{eme} étage compresseur haute pression passe à travers des conduits vers la prise de pression d'entrée. La prise de pression de sortie dirige l'air du 11^{eme} étage vers les vannes de refroidissement du 11^{eme} étage et la vanne de refroidissement du moteur et accessoires.

II - 2 - 3 - 3 - REFROIDISSEMENT DE MOTEUR ET ACCESSOIRES :

Le système de refroidissement du moteur et accessoires utilise de l'air frais provenant du fan. Le débit d'air de refroidissement du moteur et des accessoires est réglé par une vanne de refroidissement **CORE COMPARTIMENT COOLING VALVE** par une vanne de refroidissement **CORE COMPARTIMENT COOLING VALVE (CCCV)**.

La vanne de refroidissement du moteur et accessoires (**CCCV**) est une vanne de type papillon. Elle est montée sur le carter du 4^{eme} étage compresseur haute pression à **10.00** et équipée par un indicateur de position et un système de blocage manuel en position (ouverte/fermée) et on trouve des flèches indiquant le sens de débit.

La **EEC** contrôle la position de la vanne à travers le solénoïde de la vanne de refroidissement du 11^{ème} étage. Elle est ouverte au sol et à basse altitude pour permettre un maximum de refroidissement. Elle est fermée en croisière et en haute altitude.

A haute altitude et en croisière l'air ambiant passe à travers des ouvertures dans le capotage permettant le refroidissement par convection du moteur et accessoires ce qui permet l'augmentation de la durée de vie du moteur et la nacelle et améliorer la consommation spécifique de carburant. (voir fig II-17 et fig II-18)

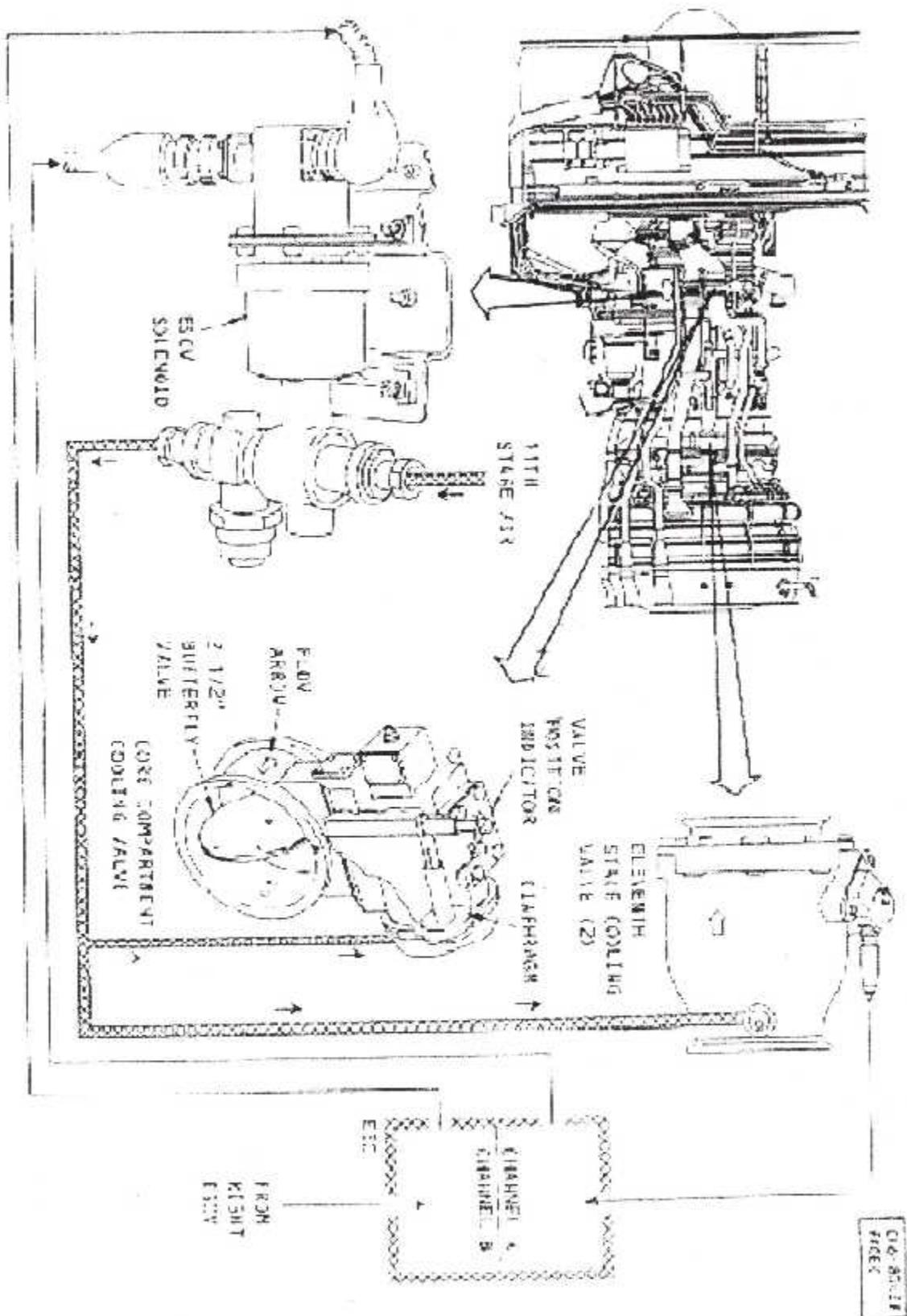


fig II-17 système des vannes de refroidissement ESCV et CCCV

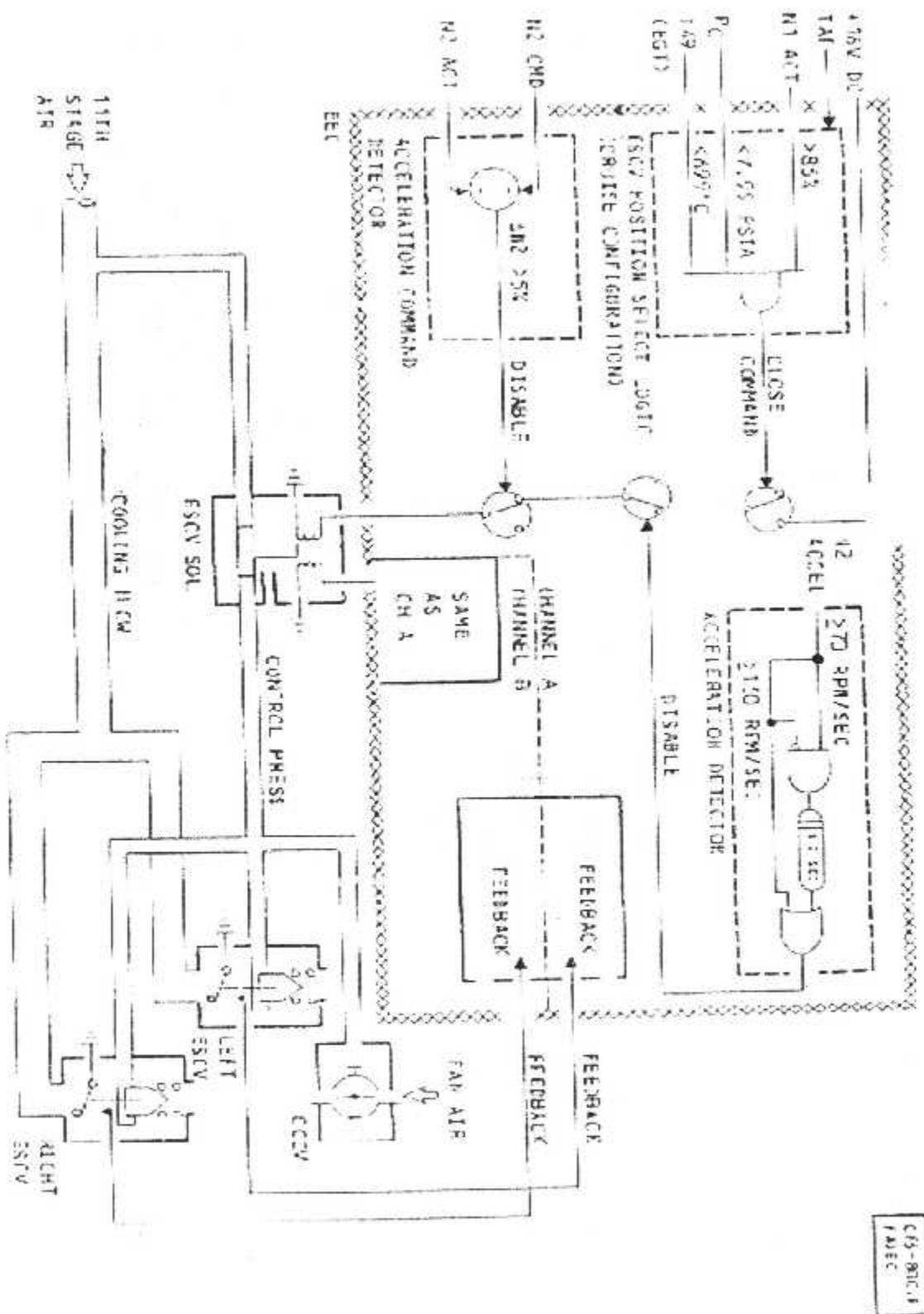


fig II-18 contrôle des vannes de refroidissement ESCV et CCCV

La vanne est conçue d'une façon à rester en ouverture en cas d'une panne (FAIL SAFE OPEN).

La vanne de refroidissement est commandée par la EEC via le solénoïde. Ce dernier lorsque il est excité, il laissera l'air passer du 11^{ème} étage du compresseur haute pression vers diaphragme du vérin de la vanne de refroidissement pour la fermer.

II - 2 - 3 - 4 - REFROIDISSEMENT DES AILETTES TURBINE HAUTE PRESSION :

On utilise l'air en haute pression. Le distributeur de turbine haute pression 11^{ème} étage est refroidie par l'air prélevé du 14^{ème} étage compresseur haute pression tandis que le distributeur de 2^{ème} étage est refroidie par l'air prélevé du 11^{ème} étage de même compresseur et assuré par deux vannes qui sont commandées par la EEC via une vanne solénoïde de refroidissement.

Les deux vannes de refroidissement du 11^{ème} étage sont ouvertes aux régimes élevés et à basse altitude pour refroidir les aubes statorique du 2^{ème} étage turbine haute pression. Les deux vannes sont fermées aux bas régimes et aux hautes altitudes pour une meilleure consommation spécifique.

II - 2 - 3 - 5 - CONTROLE DE JEU TURBINES HAUTE ET BASSE PRESSION:(voir fig II-19 et fig II-20)

Le circuit de refroidissement du carter turbines haute et basse pression utilise deux collecteurs séparés. Le refroidissement des carters turbines est assuré par une distribution annulaire ordonnée de tubulures percées uniformément ; appelées « rampe de distribution » celle-ci décharge l'air du fan sur la surface des carters turbines haute pression et basse 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 deux vannes de refroidissement identique, une vanne pour le refroidissement du carter turbine haute pression localisée sur le coté droit du moteur en position 1.00 et un autre pour le refroidissement du carter turbine basse pression localisée sur le cote gauche du moteur en position 8.00 près de la chambre de combustion. Elles sont, les deux, du type papillon actionnées par un vérin hydraulique dont la modulation est commandée par le régulateur principal carburant (HMU) à travers l'électro-hydraulique servo vanne (EHSV).

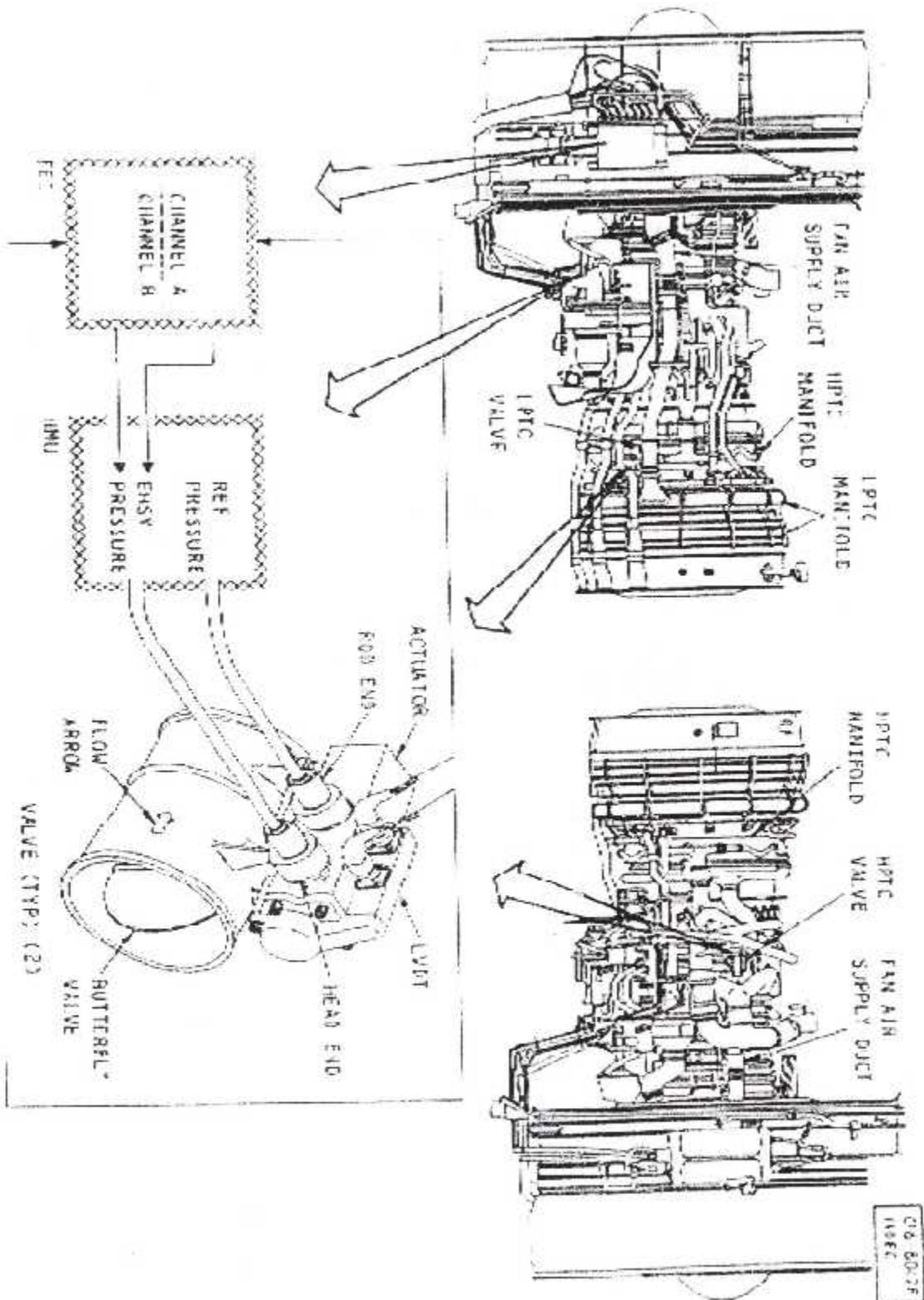


fig II-19 circuit de contrôle du jeu turbines haute et basse pression

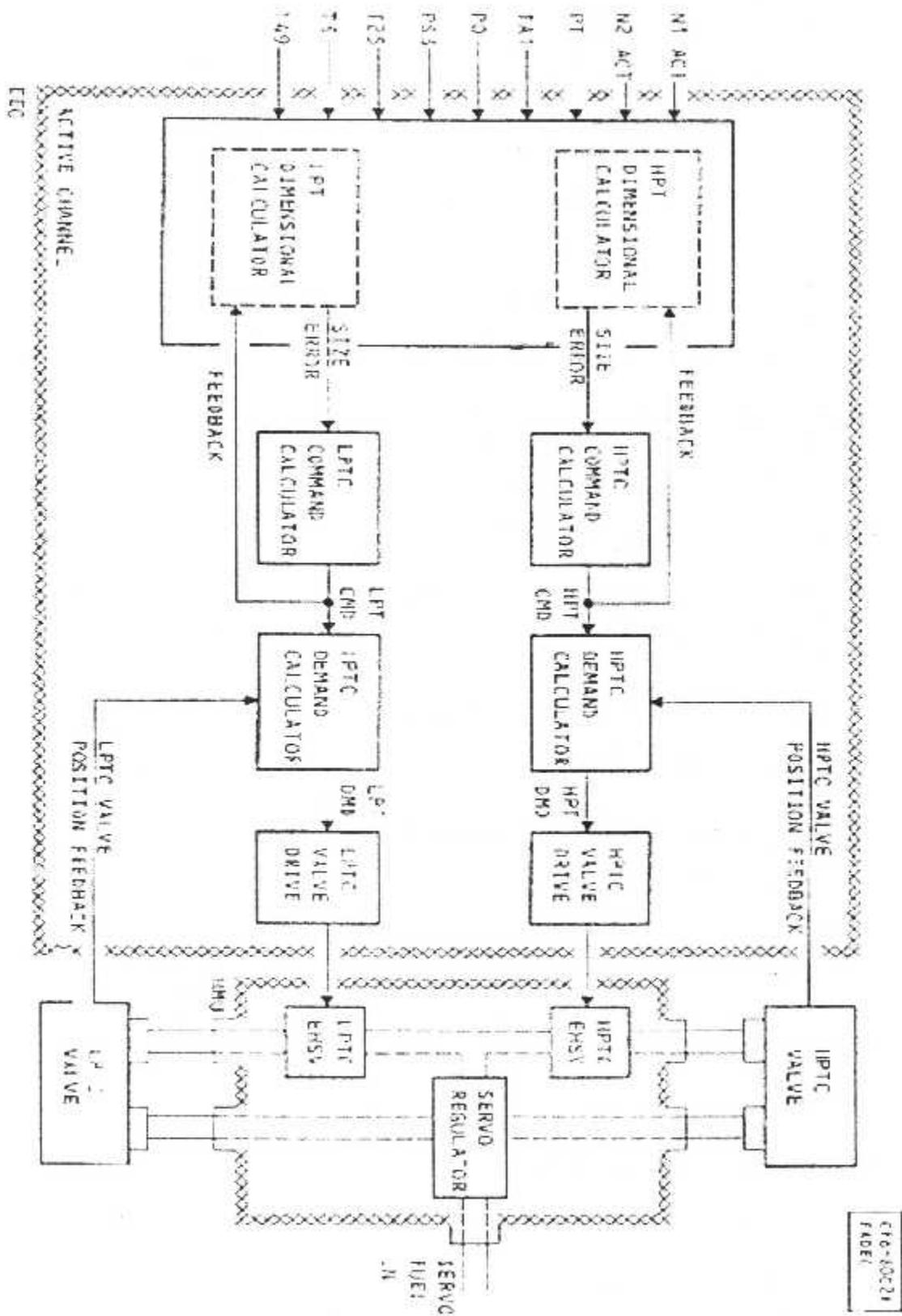


fig II-20 fonctionnement du système de contrôle du jeu turbines haute et basse pression

Le refroidissement du carters turbines haute pression net basse pression est contrôlé par le canal actif de la EEC, l'électro-hydraulique servo vanne (EHSV), le régulateur principal carburant (HMU) et la vanne de refroidissement du carter turbine correspondante.

II - 2 - 4 - CIRCUIT DE DEMARRAGE :(voir fig II-21)

II - 2 - 4 - 1 - DEMARRAGE REACTEUR :

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

- L'APU.
- Un des réacteur 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 - 2 - 4 - 2 - ALLUMAGE REACTEUR :(voir fig II-22)

Le dispositif d'allumage est utilisé pour provoquer l'inflammation du mélange air/carburant dans la chambre de combustion ou éviter l'extinction en cours de fonctionnement. L'ensemble est constitué par deux circuits identiques 1 et 2 indépendants.

II - 2 - 4 - 3 - COMMANDE ET CONTROLES :

A) PANNAEU DE DEMARRAGE :

Il est situé dans le panneau supérieur pilote P5.

B) SELECTEUR DE DEMARRAGE :

Un sélecteur de démarrage « ENG START » permet la sélection du programme de fonctionnement du démarrage et des circuits d'allumage. il comprend :

- ARRET.
- AUTO.
- SOL.
- ALLUMAGE CONTINUE.
- REALLUMAGE EN VOL.

Un sélecteur d'allumage à deux (02) positions :

- BOTH (deux boites d'allumage).
- SINGLE (une seule boite d'allumage).

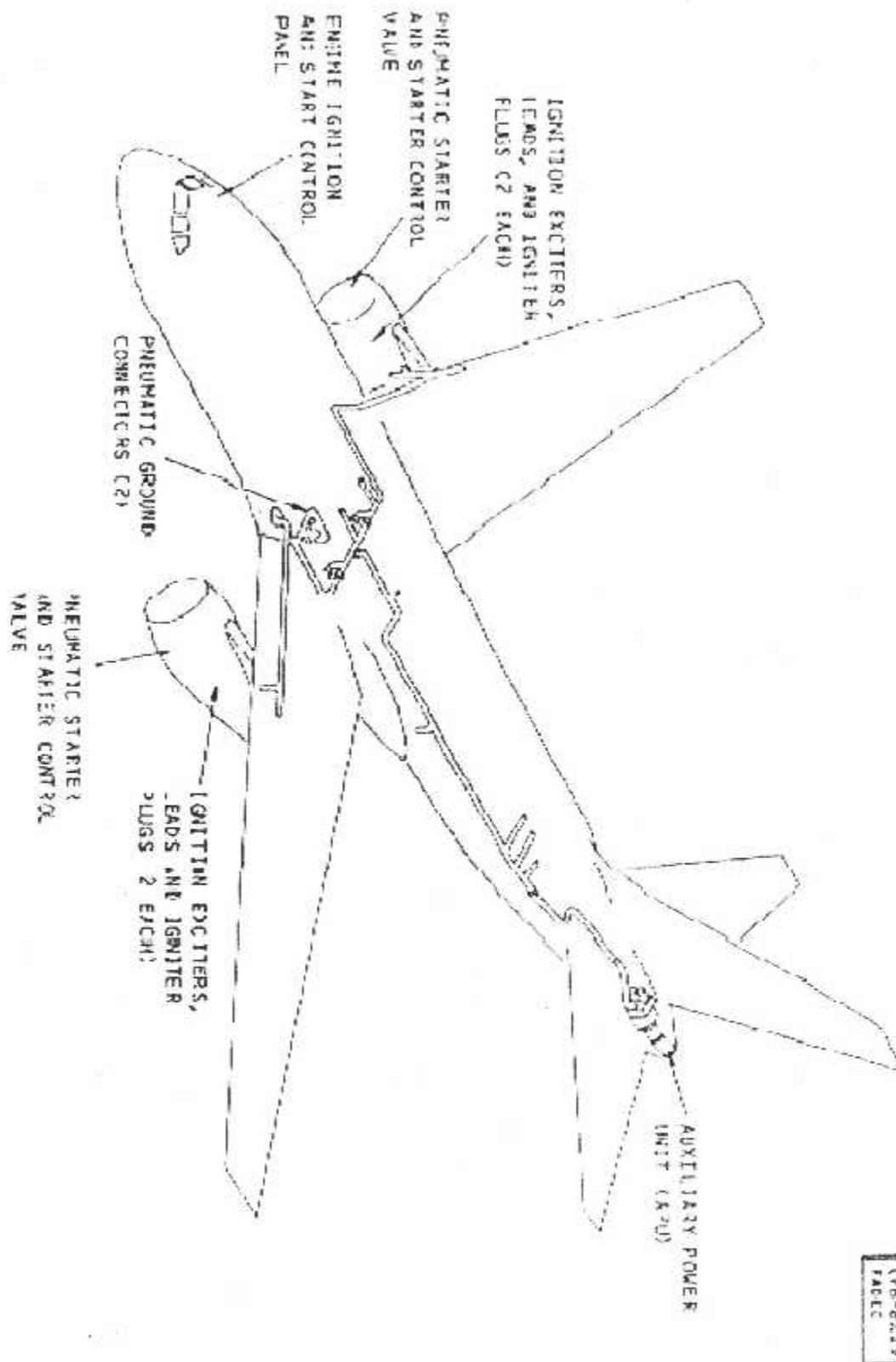


fig II-21 circuit de démarrage

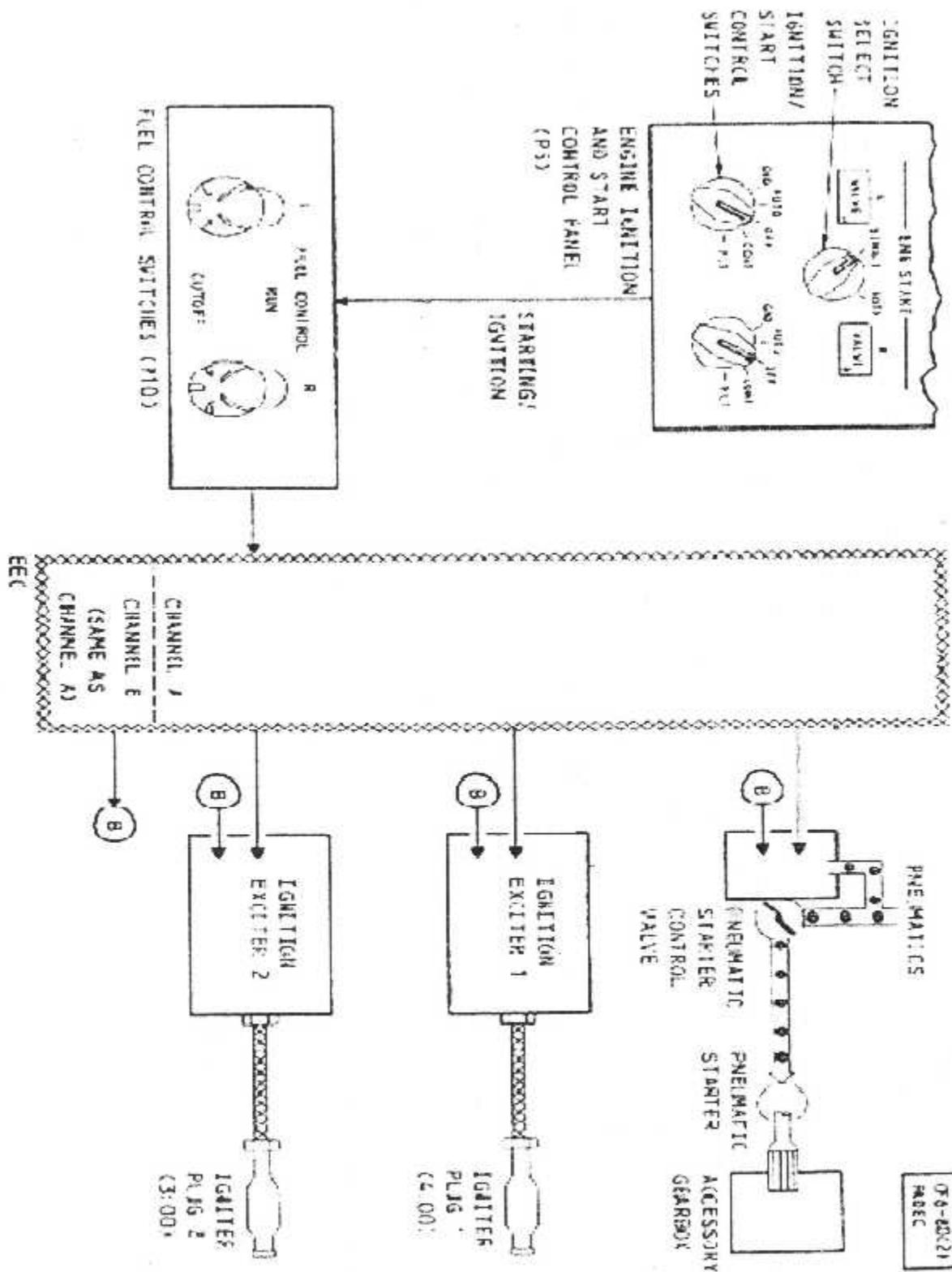


fig II-22 système de démarrage et allumage

II - 2 - 5 CIRCUIT REVERSE :

II - 2 - 5 - 1 - DISPOSITIFS D'EJECTION :

Ils assurent :

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

II - 2 - 5 - 2 - PRINCIPE :

La tuyère primaire est à géométrie fixe au régime de décollage, le flux primaire développe 20% de la 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 en inversion de poussée, la partie extérieure des deux (02) demi-couronnes mobiles d'éjection se déplacent vers l'arrière.

Ce déplacement entraîne l'obstruction de la veine secondaire et démasque les grilles d'éjection latérales. La totalité du flux secondaire est alors déviée et se développe vers l'avant, une poussée inversée égale à 40 % de la poussée décollage.

II - 2 - 5 - 3 - INVERSION DE POUSSEE :

L'énergie utilisée pour déplacer les deux demi-couronnes mobiles de l'inverseur est fournie par le circuit pneumatique avion. Suivant le régime c'est le 14^{ème} étage de compresseur haute pression (à travers de la vanne haute pression) ou le 8^{ème} étage (au à travers de son clapet anti-retour) qui alimente le dispositif pneumatique d'inversion. le circuit pneumatique d'inversion ne peut être activé que lorsque l'avion est au sol. En aucun cas ce circuit ne peut être alimenté par l'APU.

Le système d'inversion de la poussée comprend :

- Un (01) ensemble de commandes, contrôles et retour d'asservissement.
- Un (01) régulateur de pression et d'arrêt.
- Deux (02) moteurs pneumatiques munis chacun d'une (01) vanne de sélection du sens de rotation.
- Une (01) vanne électropneumatique de commande du sens de rotation.
- Six (06) vérins à vis sans fin, deux (02) centraux entraînés par moteur pneumatique. Et quatre (04) autres alimentés par un moteur pneumatique à l'intermédiaire d'un arbre flexible.

II - 2 - 5 - CIRCUIT DE CONTROLE:(voir fig II-24)

Généralité :

La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir des indications N1, EGT, N2, mesure du débit carburant, paramètres de l'huile (pression, température et quantité), et les vibrations, toutes ces indications apparaissent sur l'EICAS.

◆ **Tachymètre N1 :**

Cet équipement assure une indication du régime N1 sur l'EICAS.

100% N1= 3280 tours/minute.

◆ **Tachymètre N2 :**

Cet équipement assure une indication du régime N2 sur l'EICAS.

100% N2= 9827 tours/minute.

◆ **Indicateur EGT :**

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

EGT maximum 960°C.

◆ **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.

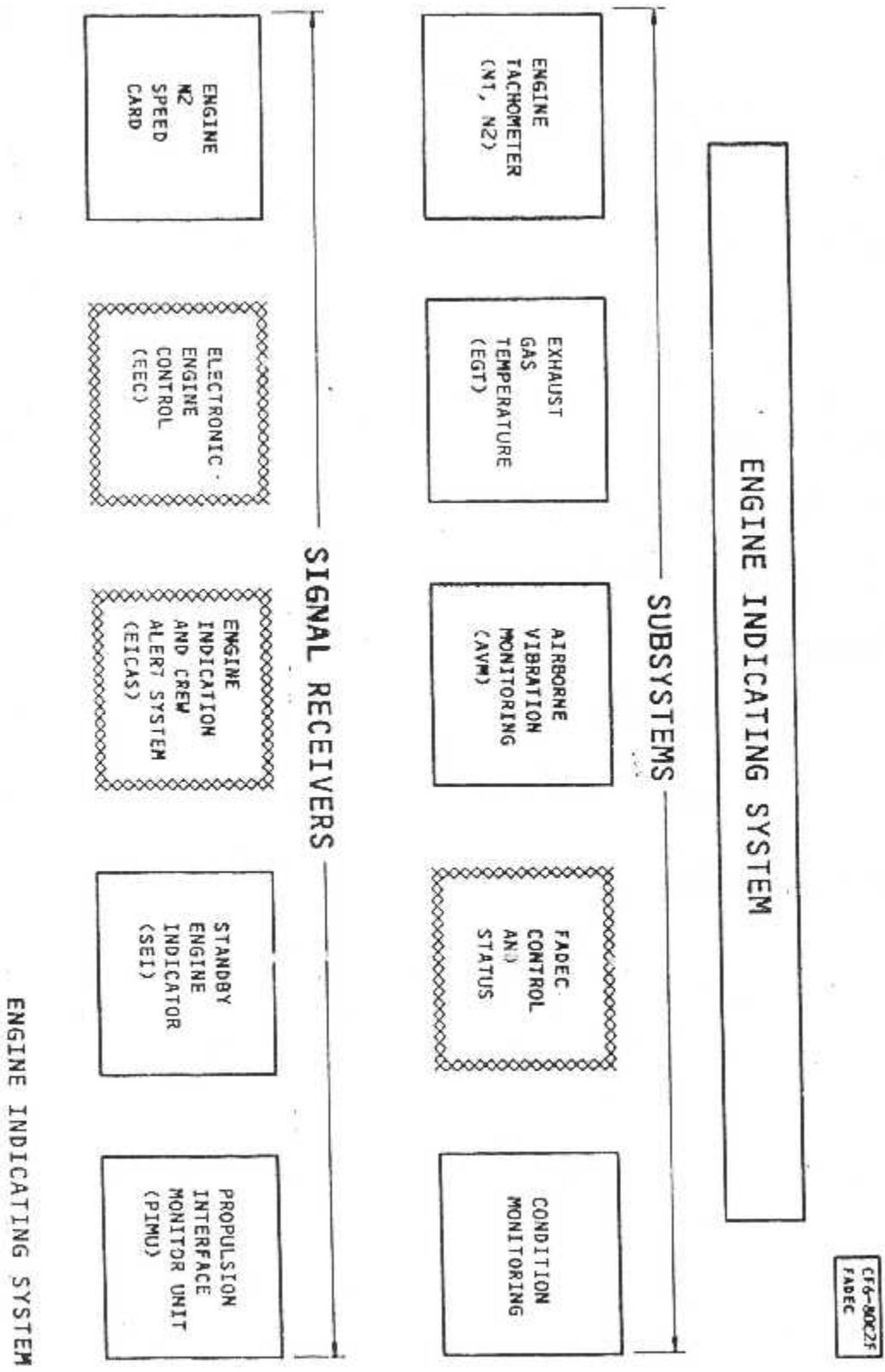


Fig II-24 système d'indication moteur

CHAPITRE III

Maintenance des réacteurs

CF6-80-C2 FADEC

et le CFM56-7B

III - MAINTENANCE DES REACTEURS CF6-80-C2 ET LE CFM56-7B**III - 1 - MAINTENANCE DU REACTEUR CFM56-7B :****III - 1 - 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 :

- ◆ Maintenance préventive.
- ◆ Maintenance systématique.
- ◆ Maintenance conditionnelle.
- ◆ Maintenance corrective.

III - 1 - 2 - MAINTENANCE PREVENTIVE :

C'est la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou dégradation d'un service rendu. C'est une intervention de maintenance prévue, préparée à programmer avant la date d'apparition d'une défaillance.

III - 1 - 3 - MAINTENANCE SYSTEMATIQUE :

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

III - 1 - 4 - MAINTENANCE CONDITIONNELLE :

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

III - 1 - 5 - MAINTENANCE CORRECTIVE :

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

III - 1 - 6 - GENERALITES SUR LA MAINTENANCE EN AERONAUTIQUE :

Ces notions fondamentales ont influé sur la conception des moteurs avion par l'adaptation de ceux-ci au niveau 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.H.A a crée des règlements, une grand 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.

La compagnie nationale AIR-ALGERIE procède à une maintenance qui consiste à :

- ▶ ENTRETIEN EN LIGNE
- ▶ MAINTENANCE EN ATELIERS.

III - 1 - 7 - EVOLUTION DE LA POLITIQUE DE MAINTENANCE :

Dans la politique de maintenance, on distingue plusieurs phases:

- avant 1960 la maintenance consistait à effectuer des révisions générales à potentiel fixe.
- avant 1966 on pratiquait des révisions générales spécifiques des parties froides et chaudes du moteur en introduisant la visite intermédiaire.
- en 1966 l'introduction des programmes de fiabilité.
- en 1969 l'introduction de la maintenance modulaire.
- en 1972 la maintenance selon l'état.

III - 1 - 8 - INFLUANCE DE LA FIABILITE:

La tâche la plus économique, la plus rentable est de remplacer ou de réparer un élément avant qu'il ne tombe en panne, et si possible juste avant. Dans les travaux de fiabilités et de statisticiens afin de déterminer le moment exact 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 moteur se trouve affaiblît d'un taux de panne en général quasiment aléatoire.

Les utilisateurs ont bien remarqués que les taux de défaillance sont les mêmes et parfois ils sont plus important dans les 50 heures qui suivent une révision général, que dans les 50 heures précédantes, c'est de là qu'est née l'idée de ne pas démontrer inutilement.

Donc le recherche nous a permis d'éliminer les interventions inutiles en assurant bien sur la sécurité des vols.

III - 1 - 9 - ENTRETIEN AVEC TEMPS LIMITE:

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

Soit pour subir certains travaux qui permettent de le libérer pour uune nouvelle période (potentiel de révision général ou partielle).

Soit pour être retiré de service (vie limité).

III - 1 - 10 - ENTRETIEN AVEC SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT EN SERVICE:

Dire qu'un élément fait objet d'un entretien avec surveillance du 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 dont la défection 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 statique des comportement de l'élément dont on surveille la vie.

III - 1 - 11 - 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 peuvent être entretenus selon vérification de l'état sont les suivant:

► 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 ont des tolérances sur la qualité, les performances, l'usure ou la diminution de la résistance ou défaillance, nécessite des travaux ultérieurs sur les éléments.

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

III - 1 - 12 - STRATEGIE DE LA MAINTENANCE DU REACTEUR CFM56-7B:

Le réacteur CFM56-7B 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.

III - 1 - 13 - ENTRETIEN EN LIGNE:

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

- Inspection de routine.
- Vérification de fonctionnement.
- PV2.
- Inspection boroscopique.

A/ INSPECTION DE ROUTINE:

C'est une inspection qui se fait après chaque val et qui vérifie d'une manière visuelle les constituants extérieurs du moteur.

L'inspection obéit à des normes établies par le constructeur BOEING. Cette inspection est prescrite en:

- ▶ Inspection journalière.
- ▶ Inspection hebdomadaire.

B/ VERIFICATION DE FONCTIONNEMENT:

Cette inspection concerne la vérification du moteur au sol en inspectant les indicateurs au poste de pilotage.

C/ INSPECTION EN ETAT:

Cette inspection concerne la structure métallique *intérieure* du moteur en contrôlant les fissures et les fuites.

D/ PV2:

Cette inspection est réalisée toutes les 200 heures de fonctionnement de moteur.

E/ 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:

- ▶ Les ailettes du compresseur.
- ▶ La chambre de combustion.
- ▶ Les ailettes de la turbine.

NB: Cette inspection est réalisée chaque 400 cycles.

III - 1 - 14 - MAINTENANCE AU NIVEAU DE COCKPIT:

A l'entretien e ligne la maintenance du réacteur CFM56-7B à été amélioré grâce à l'introduction de calculateurs.

- ▶ L'unité életronique de contrôle moteur (EEC).
- ▶ Calculateurs électroniques d'affichage gauche et droit (DEU).
- ▶ Ecran d'affichage gauche et droit (CDU).

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) se localise sur le côté fan du moteur.
Les calculateurs électroniques d'affichage gauche et droit sont localisés dans la soute électronique.

Les écrans d'affichages életroniques (CDU) gauche et droit sont localisés dans le cockpit panneau P2.

L'unité életronique de contrôle moteur (EEC) à la capacité de mémoriser des pannes moteur des dix (10) derniers vol. les pannes sont mimorisées sous forme de menu. Il comporte:

- ▶ RECENT FAULTS (PANNES RECENTES).
- ▶ FAULTS HISTIRIE (HISTORIQUES DES PANNES).
- ▶ IDENT/CONFIG (IDENTIFICATION/CONFIGURATION).
- ▶ GROUND TESTS (TESTES AU SOL).
- ▶ INPUT MONITORING (DONNEES DE SUIVI).

Les pannes sont mémorisées par l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) envoyées vers les calculateurs électroniques d'affichage pour être afficher au niveau des écrans d'affichage (CDU gauche et droit).

Pour visionner les pannes moteur il faut :

- Une amélioration électronique en 115 VAC 400 HZ.

- 1- Appuyer sur la touche INIT REF.
- 2- Appuyer sur la touche INDEX.
- 3- Appuyer sur la touche MAINT.

- Sur l'écran du CDU apparaît la page engine.

- En appuyant sur la touche engine.

- Sur l'écran du CDU apparaît:

ENGINE 1
ENGINE 2
ENGINE 1 CANAL A ONLY
ENGINE 2 CANAL A ONLY
EXCEEDANCES

En sélectionnant un moteur (soit moteur 1 ou moteur 2) le menu s'affiche. Il est recommandé de commencer par:

III - 1 - 15 - RECENT FAULTS (PANNES RECENTES):(voir fig III-3)

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) affiche les pannes mémorisées lors du dernier vol.

► La panne est affichée sous forme de:

- ◆ NUMERO DU MESSAGE.
- ◆ TEXTE.
- ◆ UN X SOUS LE ZERO (ZERO ETANT LE DERNIER VOL).

Si lors du dernier vol aucune panne n'a été enregistrée le message NO RECENT FAULT STORED apparaît sur le CDU.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE RECENT FAULTS

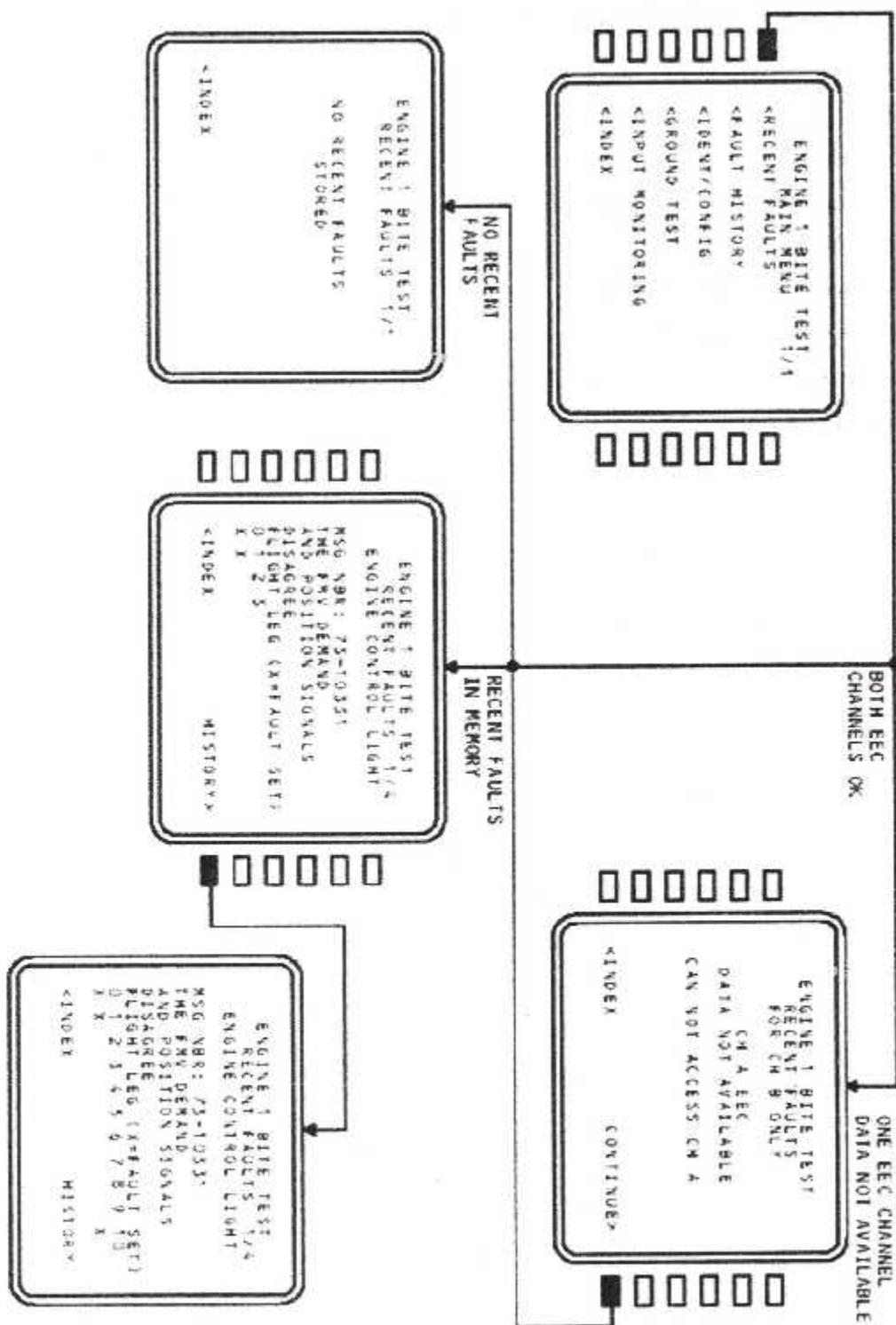


fig III-3

III - 1 - 16 - IDENT/CONFIG:(voir fig III-4)

Cette page affiche:

- ◆ Le modèle de l'avion.
- ◆ Le numéro de série de moteur.
- ◆ N1 (TRIM).
- ◆ Numéro de référence du EEC.
- ◆ Numéro de série du EEC.
- ◆ Le logiciel du EEC.
- ◆ Le mode de démarrage.

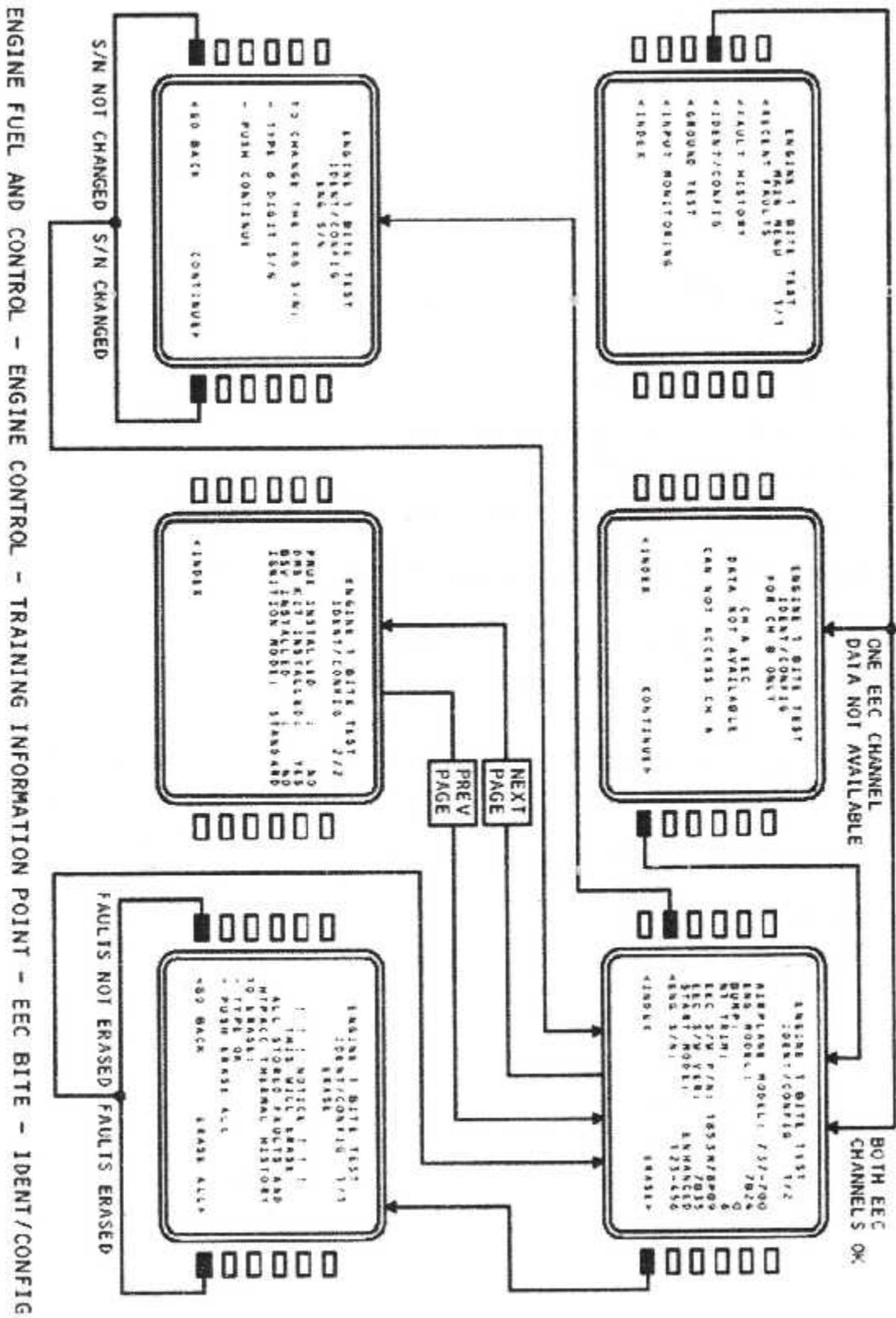


fig III-4

III - 1 - 17 - GROUND TEST:

Cette page permet de faire les testes suivants au sol :

- ◆ EEC.
- ◆ Reverse.
- ◆ Vérins.
- ◆ Bougie.

a) - **TEST EEC:**(voir fig III-5, fig III-6, fig III-7 et fig III-8)

ce test permet de tester:

- ◆ Les canaux A et B du EEC.
- ◆ Les interfaces entre les capteurs et l'EEC.
- ◆ Les circuits internes du EEC.
- ◆ Les voyants et les messages au niveau du cockpit.

Durant le test du EEC, l'EEC allume les voyants suivant le cockpit:

- ◆ Engine contrôle s'allume ambre sur le panneau P5.
- ◆ ALTN s'allume ambre sur le panneau P5.
- ◆ FILTER BY PASS s'allume ambre sur le panneau P5 carburant.
- ◆ OIL FILTER BY PASS s'allume ambre sur l'écran supérieur coté droite paramètres moteur primaires

Si le test est satisfaisant le message suivant s'affiche sur le CDU:

- ◆ NO EEC TEST FAULT.

Si le test n'est pas satisfaisant le message maintenance s'affiche sur le CDU.

Exemple :

MSG NBR : 73-10021.
INTERNAL EEC FAULT.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - GROUND TESTS

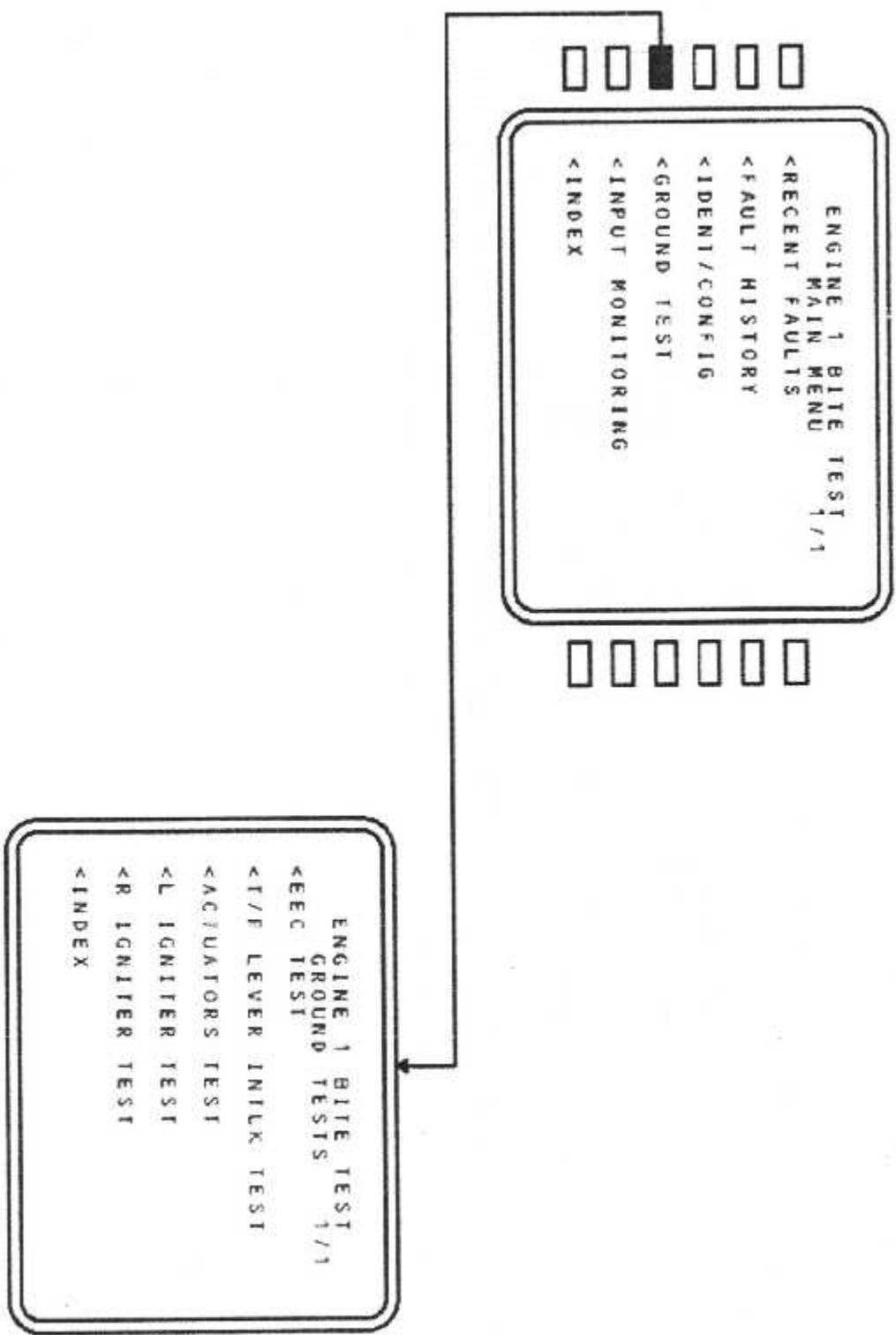


fig III-5

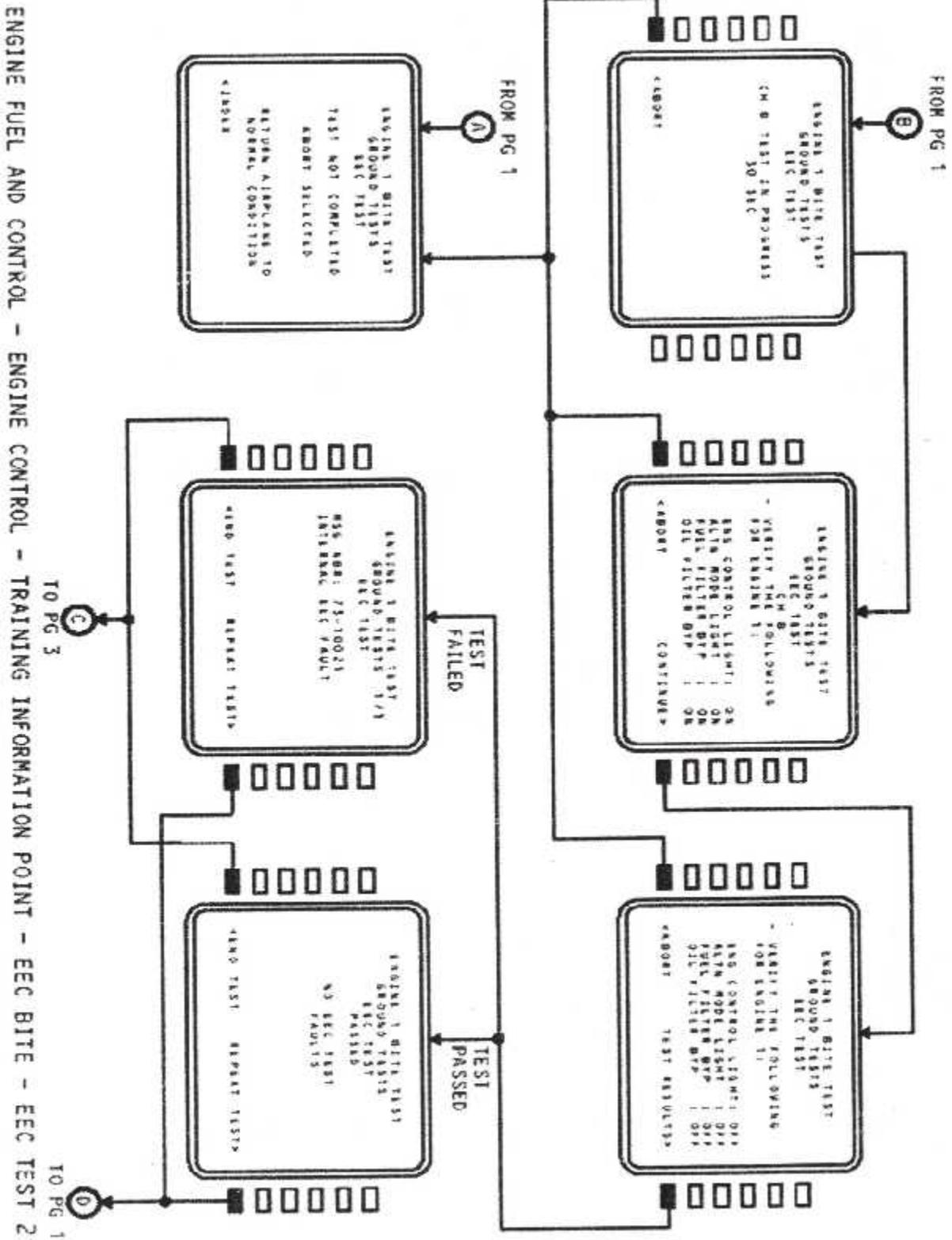


fig III-7

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - EEC TEST 3

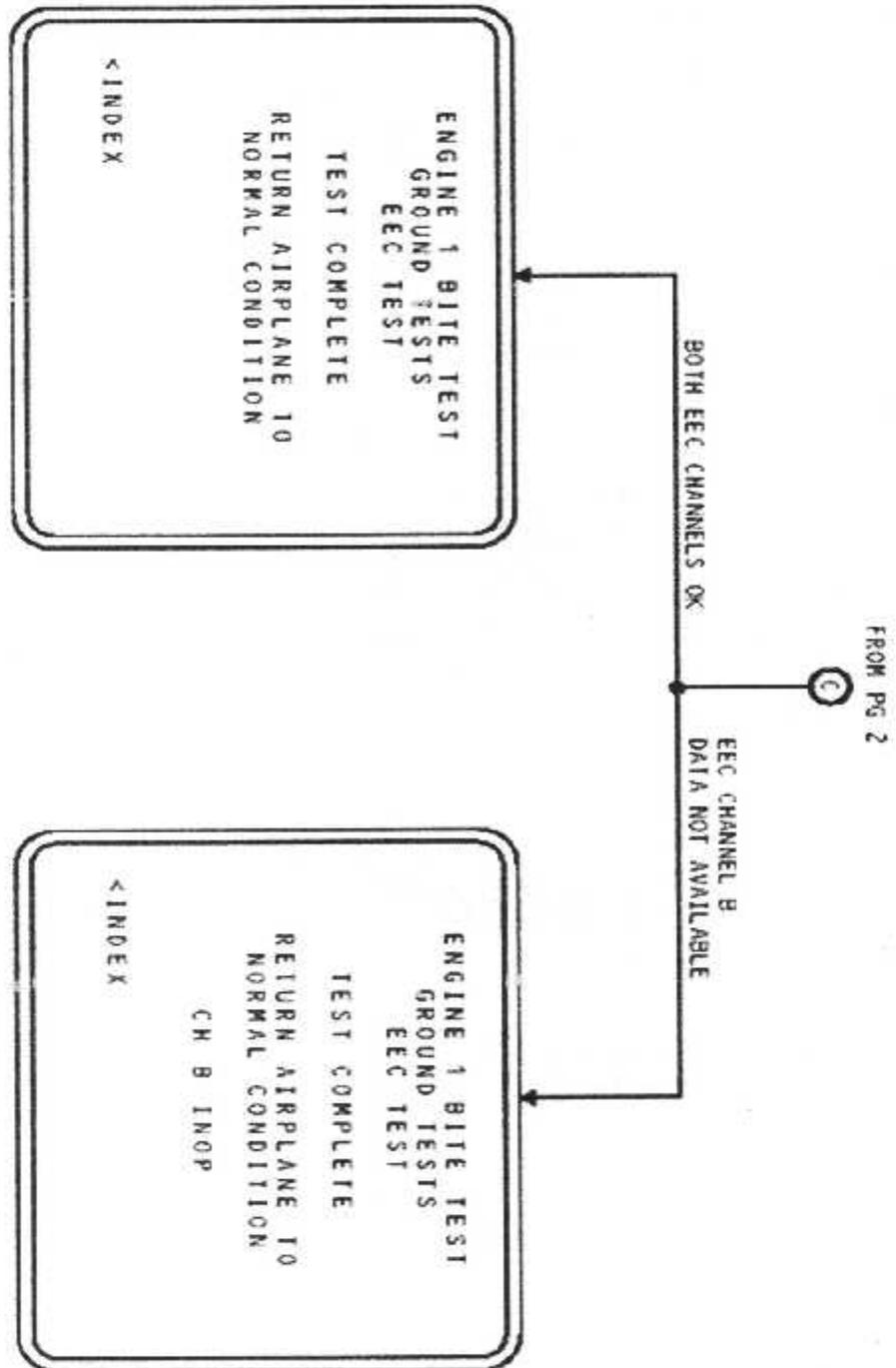


fig III-8

b) - TEST VERINS DES REVERSE:(voir fig III-9, fig III-10 et fig III-11)

Le but de ce test est de s'assurer que l'unité électronique de contrôle moteur EEC puisse actionner le verrouillage de la manette reverse.

Ce test se fait suivant la procédure référence AMM: 73-21-00/501

En faisant ce test on actionne la reverse en sortie et en entrée, donc voir les séquences reverse Sortie/Rentrée.

Si le test est satisfaisant le message suivant s'affiche sur le CDU:

NO T/R LEVER INTLK TEST FAULTS

Si le test n'est pas satisfaisant le message de maintenance s'affiche sur le CDU:

Exemple: 73-11451

THE THRUST LEVER ANGLE POSITION SIGNAL IS OUT OF RANGE.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - T/R INTLK 3

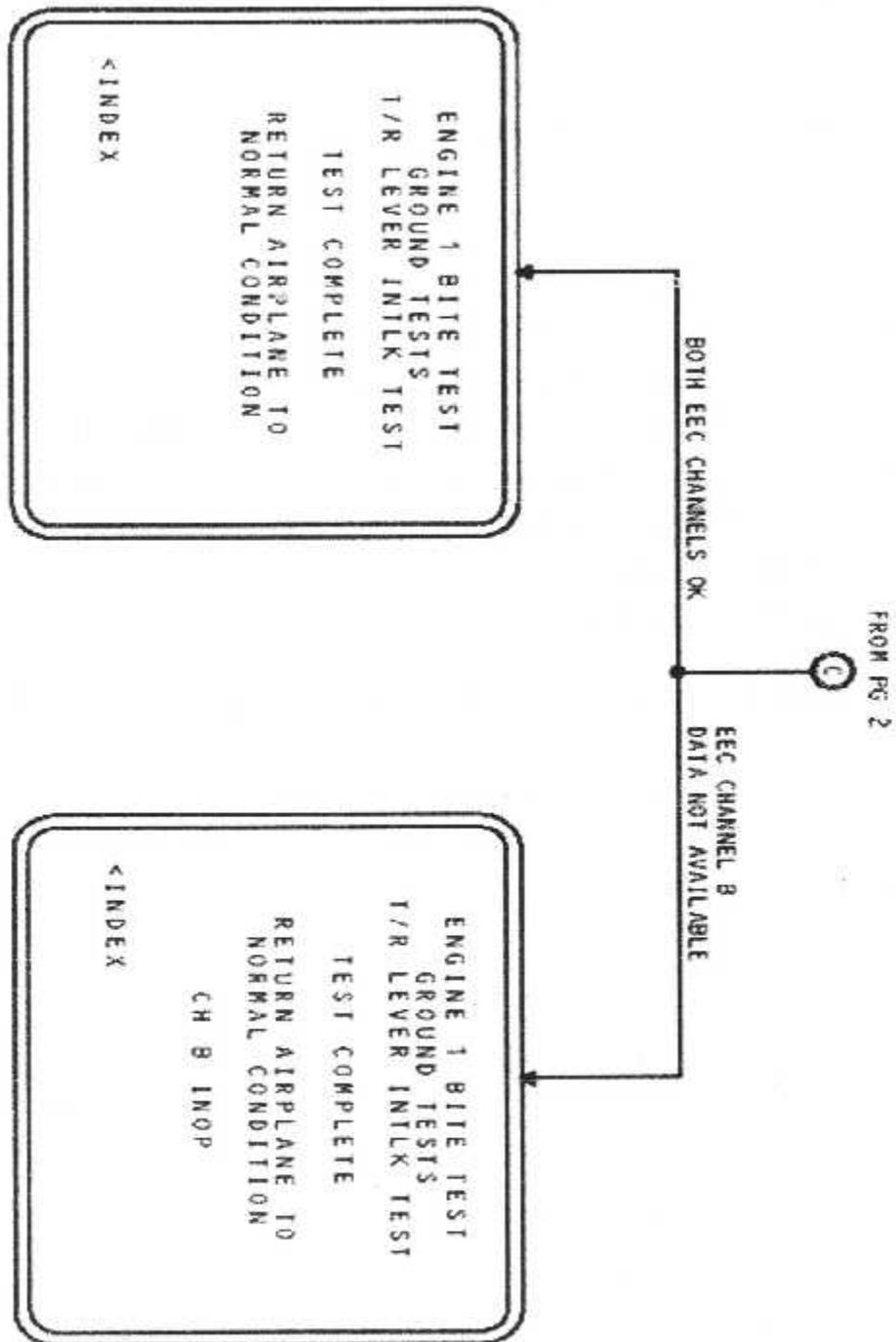


fig III-11

c) – **TEST DES VERINS:**(voir fig III-12, fig III-13 et fig III-14)

Ce permet de tester tous les vérins moteur a leur positions minimum et maximum avec les canaux A te B de l'unité de contrôle électronique l'unité électronique de contrôle moteur (EEC)

Le test se fait suivant la procédure AMM: 71-00-00/501

► Ce test permet de tester:

- ◆ Le sélecteur de démarrage moteur.
- ◆ Les vérins des vannes de décharge VSV.
- ◆ Les vérins de stator à calage variable VBV.
- ◆ Le vérin de la vanne de refroidissement carter turbine haute pression HPTACC.
- ◆ Le vérin de la vanne de refroidissement carter turbine basse pression LPTACC.
- ◆ Le vérin de la vanne de décharge transitoire TBV.
- ◆ Vérin du galet doseur.
- ◆ La commande de la BSV.

Si le test n'est pas satisfaisant, le message de maintenance s'affiche sur le CDU.

Exemple: MSG NBR : 75-10381

THE BSV DEMAND AND POSITION SIGNALS DISAGREE.

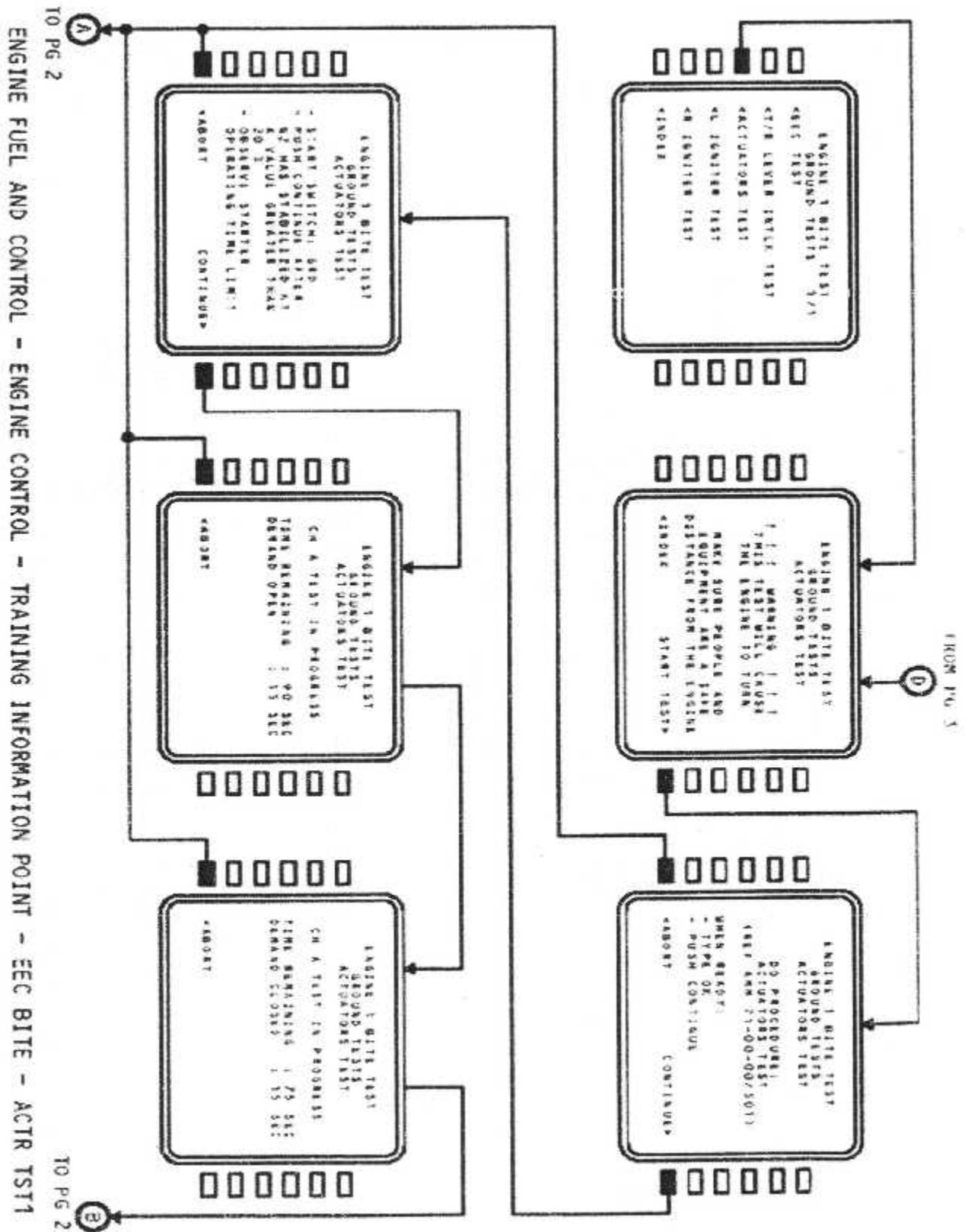


fig III-12

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - ACTR TST2

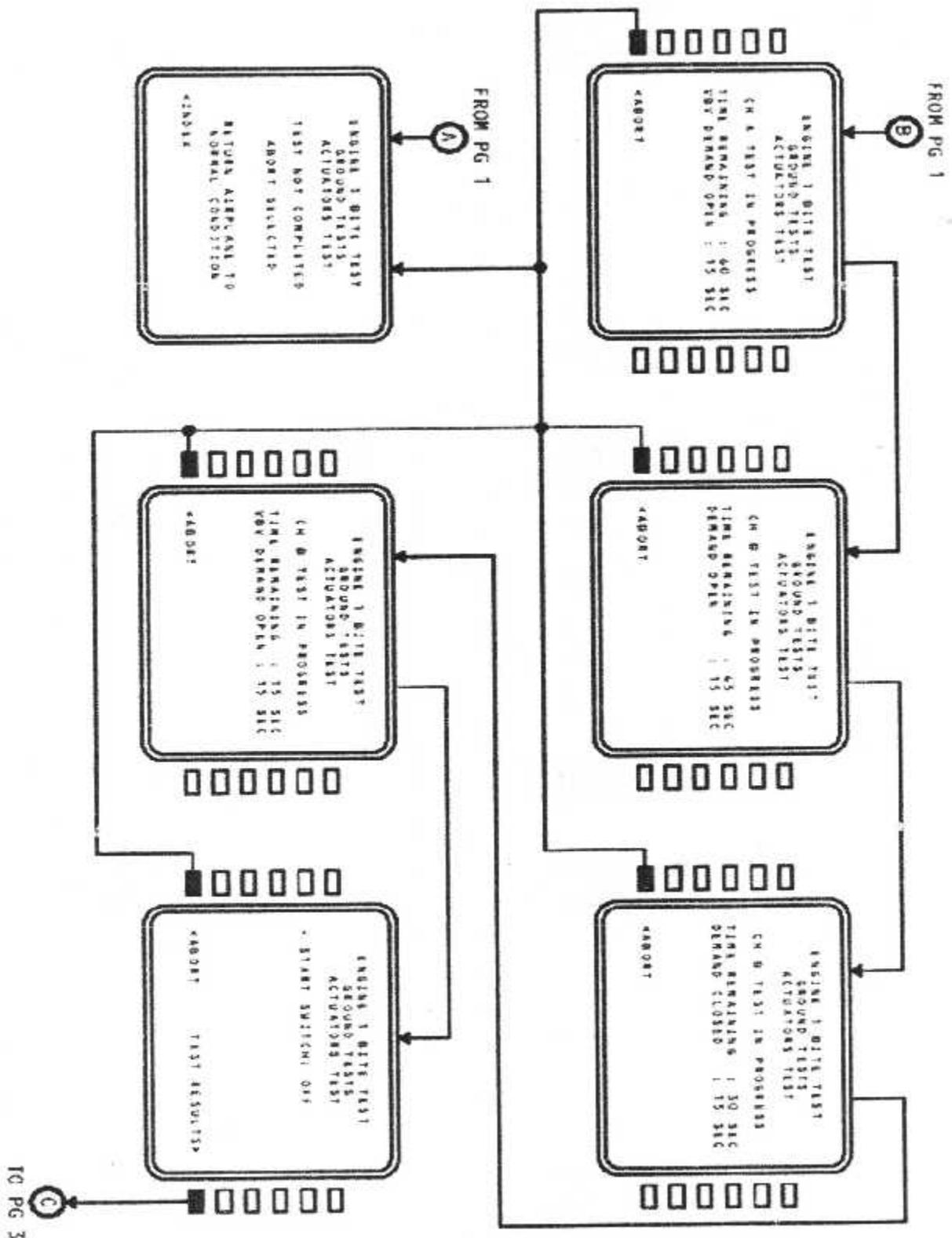


fig III-13

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - ACTR TST3

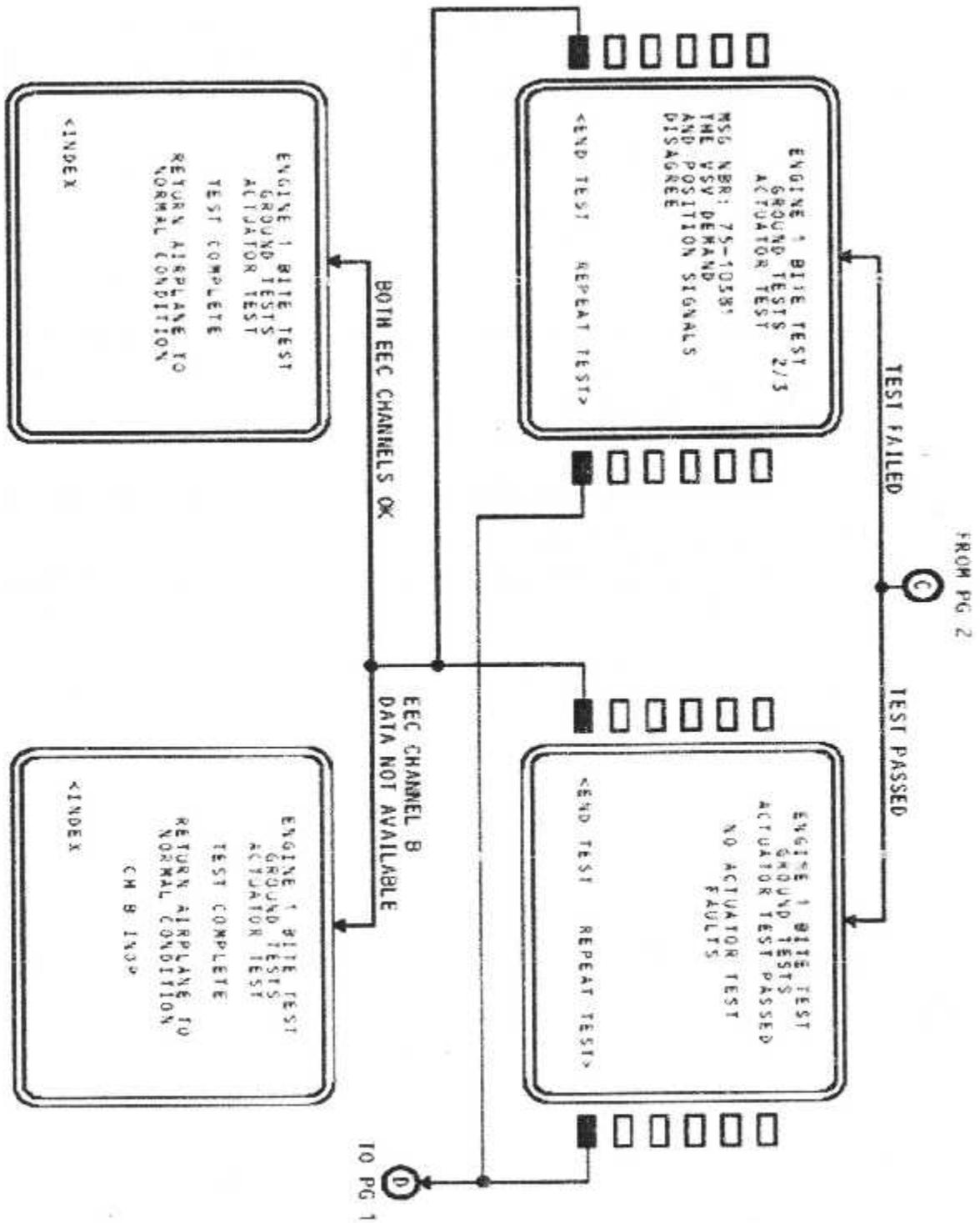


fig III-14

d) – **TEST DES BOUGIES**:(voir fig III-15, fig III-16 et fig III-17)

Ce test permet de tester les bougies des boîtes d'allumage gauche et droite.

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) teste en premier lieu la boîte d'allumage gauche ensuite la boîte d'allumage droite.

► Le test s'affiche de la façon suivante :

1/- Il faudrait qu'une personne manipule au poste de pilote.

2/- Une autre personne doit être au sol près des bougies pour entendre les éclatements des bougies.

A la fin de test, si le test est satisfaisant, le message suivant s'affiche sur le CDU.

- NO L IGNITER TEST FAULT.
- NO R IGNITER TEST FAULT.

Par contre si le test n'est pas satisfaisant un message de maintenance s'affiche sur le CDU.

Exemple: MSG NBR : 74-10981
 THE APL INPUT VOLTAGE FOR THE R EXCITER IS OUT OF RANGE

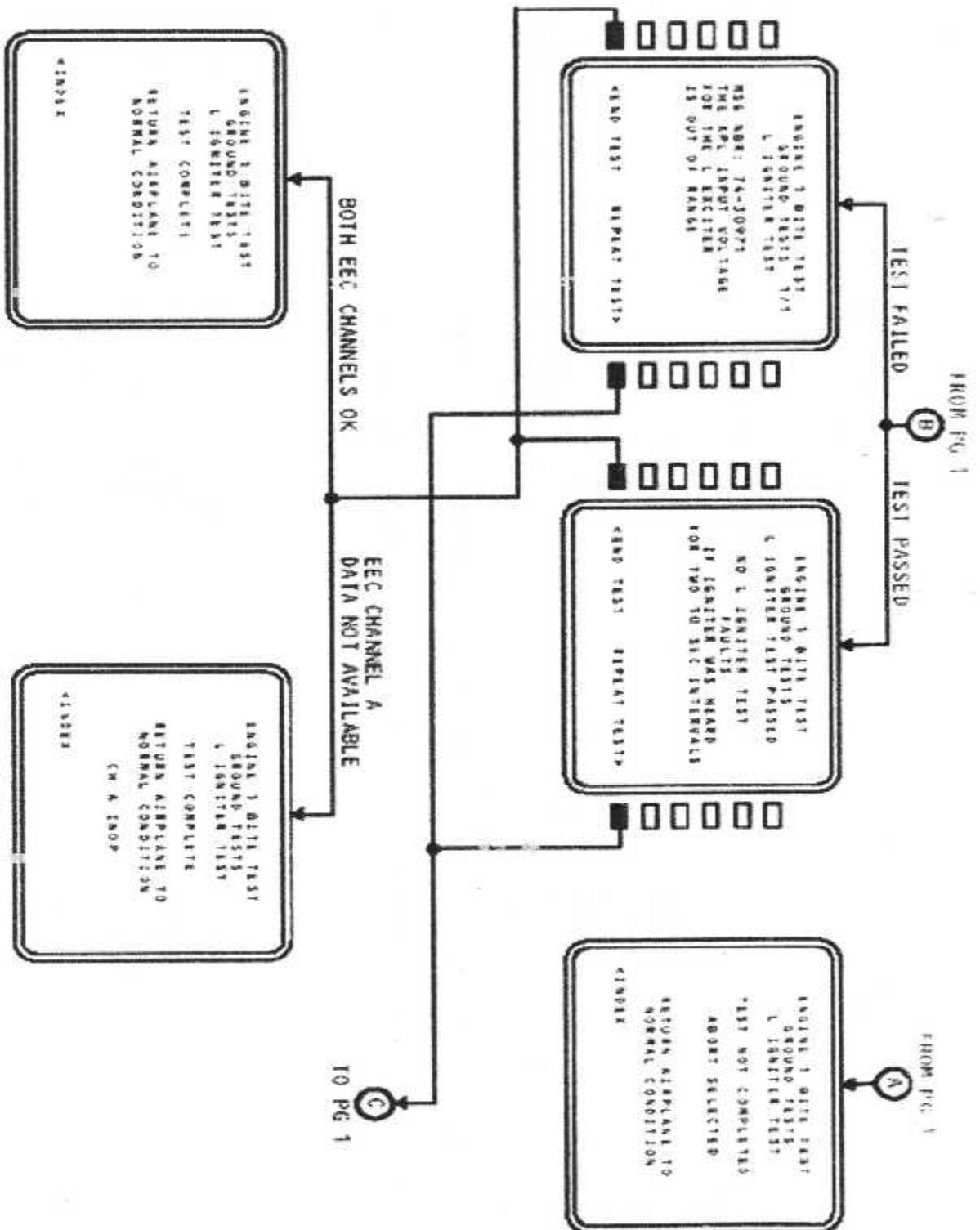


fig III-16

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - IGNITER TST2

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - IGNITER TESTS

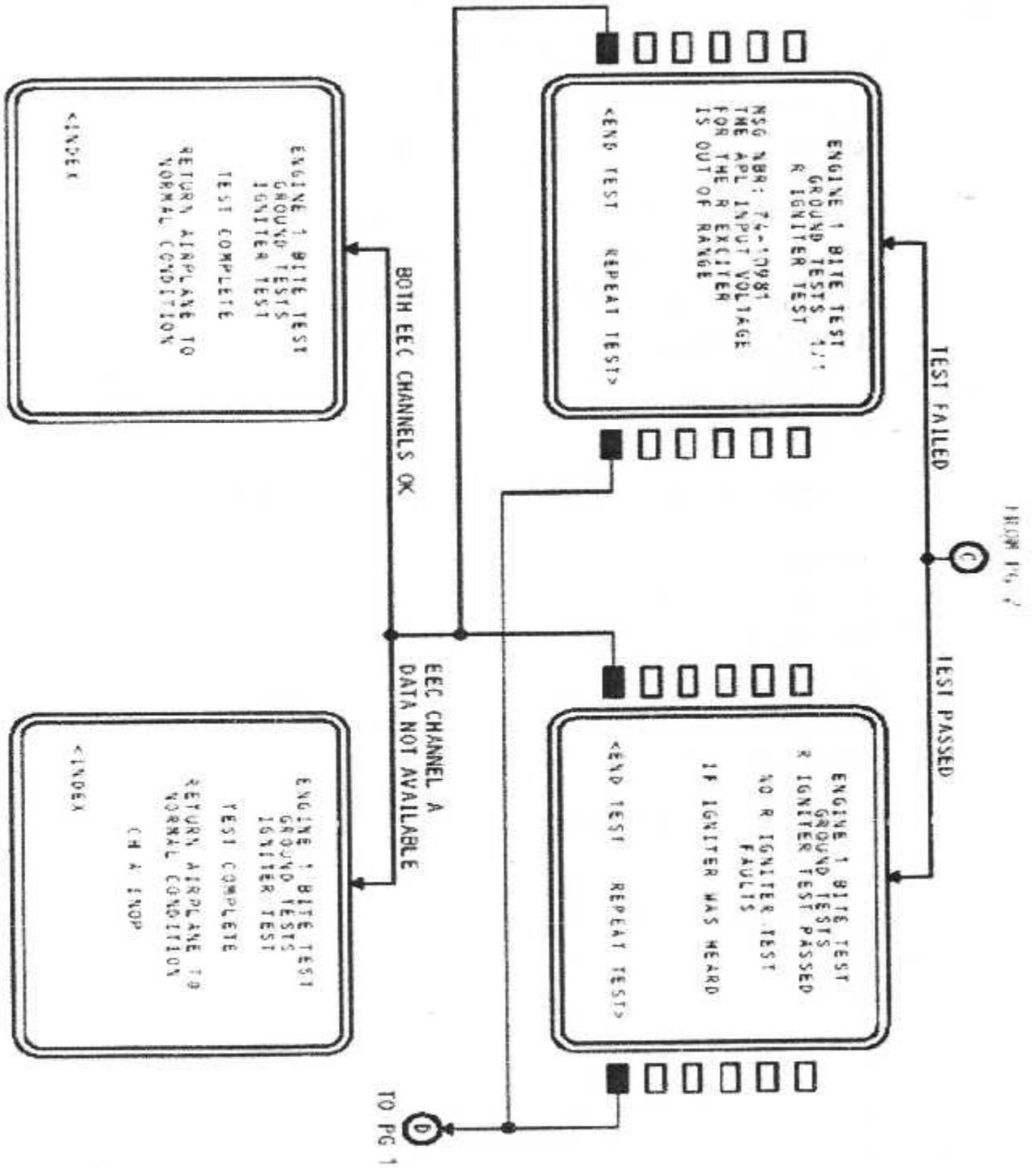


fig III-17

INPUT MONITORING:

Le test des données de suivi (input monitoring) comporte:

- ◆ CONTROL LOOPS. (contrôle des boucles)
- ◆ CONTROL PRESSURES. (contrôle des pressions)
- ◆ CONTROL TEMPERATURES. (contrôle des températures)
- ◆ FUEL SYSTEM. (circuit carburant)
- ◆ OIL SYSTEM. (circuit de graissage)
- ◆ SPEEDS. (vitesse de rotation)

a) – **CONTROL LOOPS:**(voir fig III-18, fig III-19, fig III-20, fig III-21, fig III-22, fig III-23 et fig III-24)

Ce test permet de tester les boucles des composantes suivantes:

- ◆ Galet doseur.
- ◆ Vérin des stators a calage variable VSV.
- ◆ Vérin des vannes de décharge VBV.
- ◆ Vanne de refroidissement carter turbine haute pression.
- ◆ Vanne de refroidissement carter turbine basse pression.
- ◆ Vanne de sélection d'injecteurs BSV.

► Le test de contrôle des boucles permet en réalité de donner:

- ◆ La position de la demande de la boucle.
- ◆ La position actuelle de la boucle.

Exemple:

- ◆ Galet doseur:

Demande: 5.73%

- ◆ stator a calage variable:

demande: 3.18 IN
position: 3.19 IN
- ◆ vanne de décharge:

demande : 34.00 deg
position : 33.99 deg

◆ vanne de refroidissement carter turbine haute pression:

demande : 8.00%

position : 7.96%

◆ vanne de refroidissement carter turbine basse pression :

demande : 25.00%

position : 24.51%

◆ vanne de décharge transitoire :

demande : ??.??

position : --,--

◆ BSV

Demande : OPEN

Position : OPEN

◆ Manette de poussée (TRA) :

Position : 35.99 deg

◆ Manette reverse :

Position : 0.01 deg

NB: ??.?? si la donnée n'est pas disponible.

--.-- si la donnée (valeur) est hors tolérance.

Cette page permet, si:

◆ La demande et la position sont en concordance l'erreur est nulle, elle est affichée sous forme 0.00.

◆ La demande et la position ne sont pas concordance l'erreur est affichée en valeur exacte.

La page de contrôle des boucles permet aussi d'afficher:

◆ Le courant appliqué à l'entrée et à la sortie du canal actif du EEC et en bas coté droit de la page le canal actif est affiché.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - INPUT PAGE 1

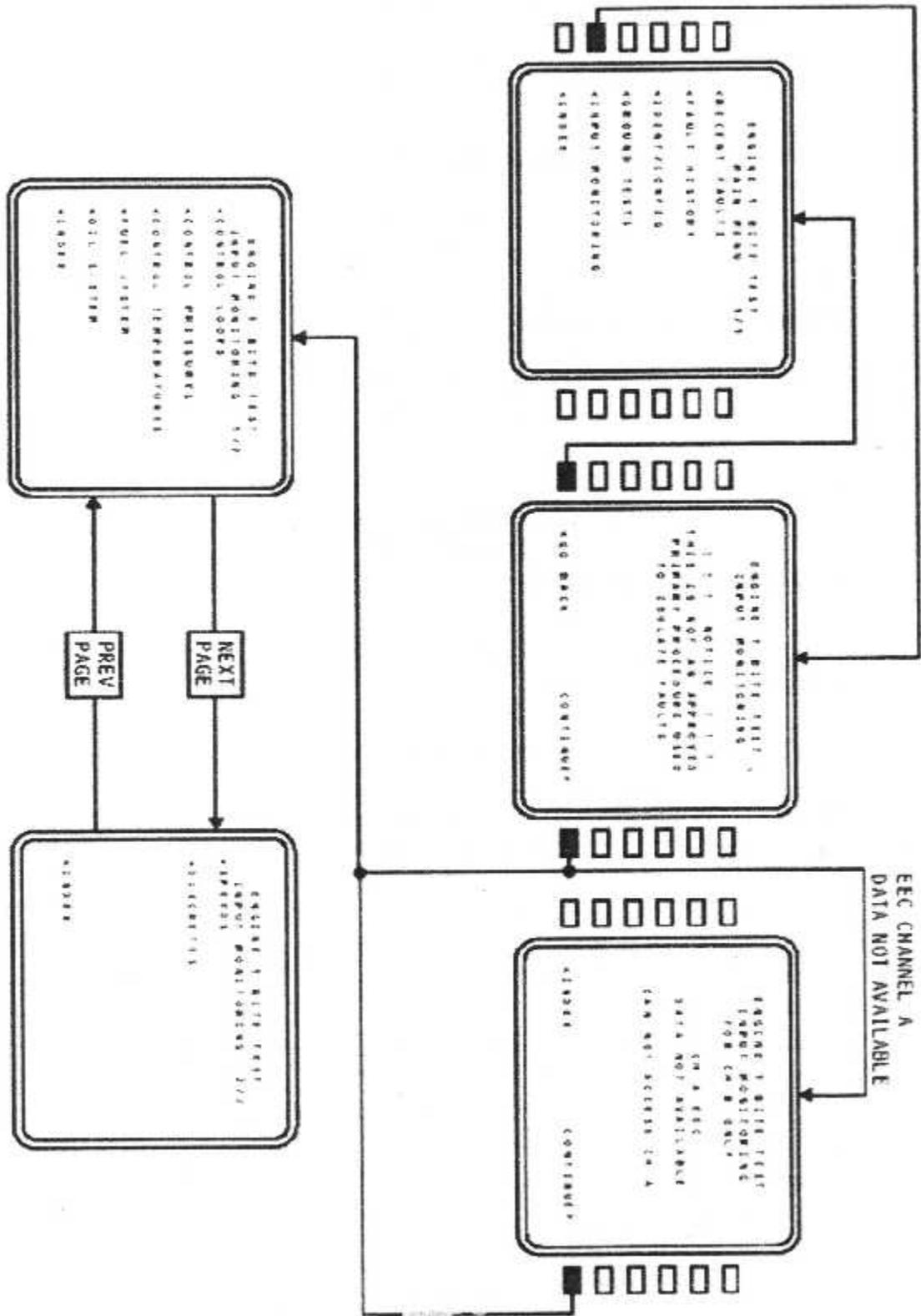


fig III-18

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 2

IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
 IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS - -.

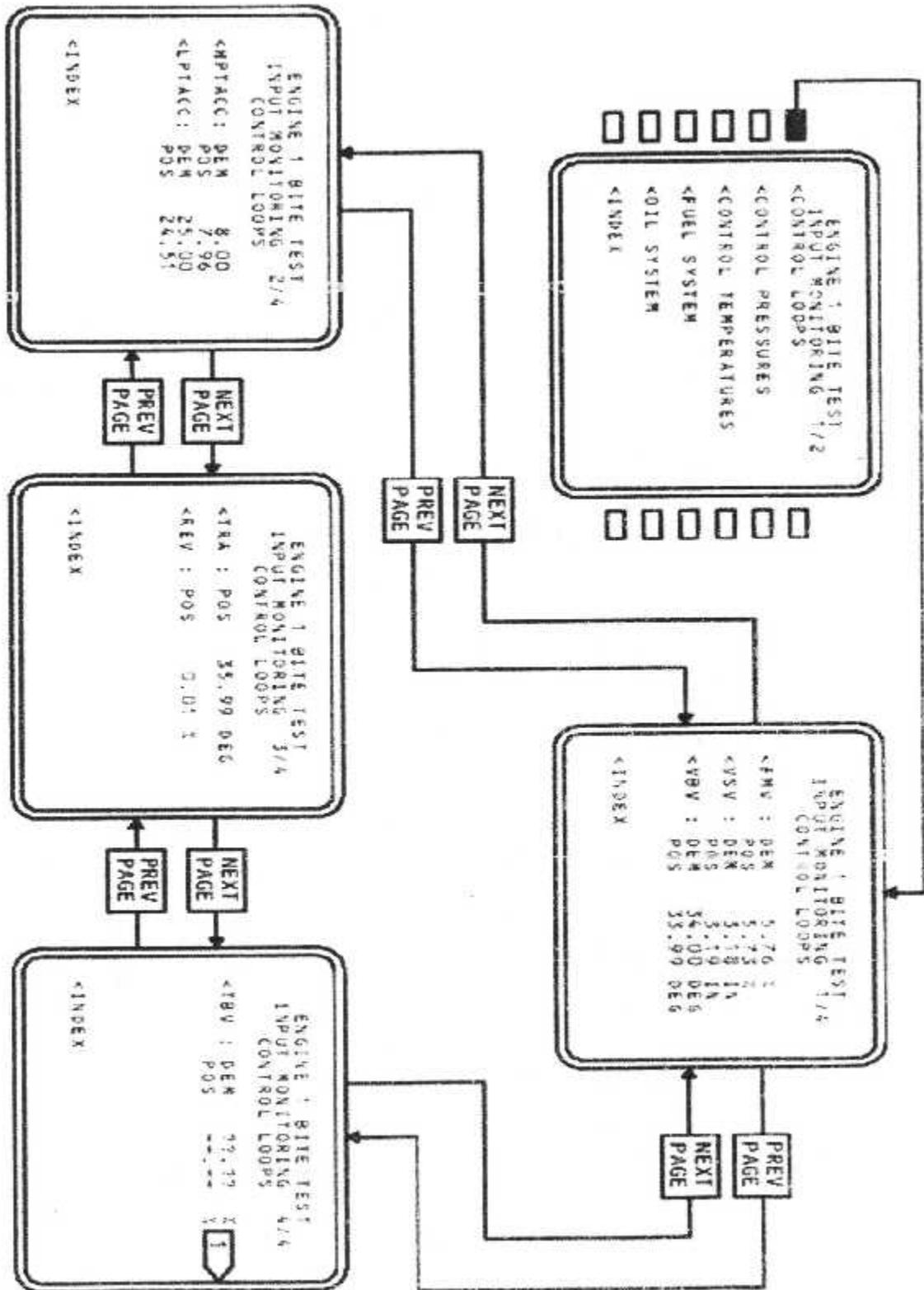
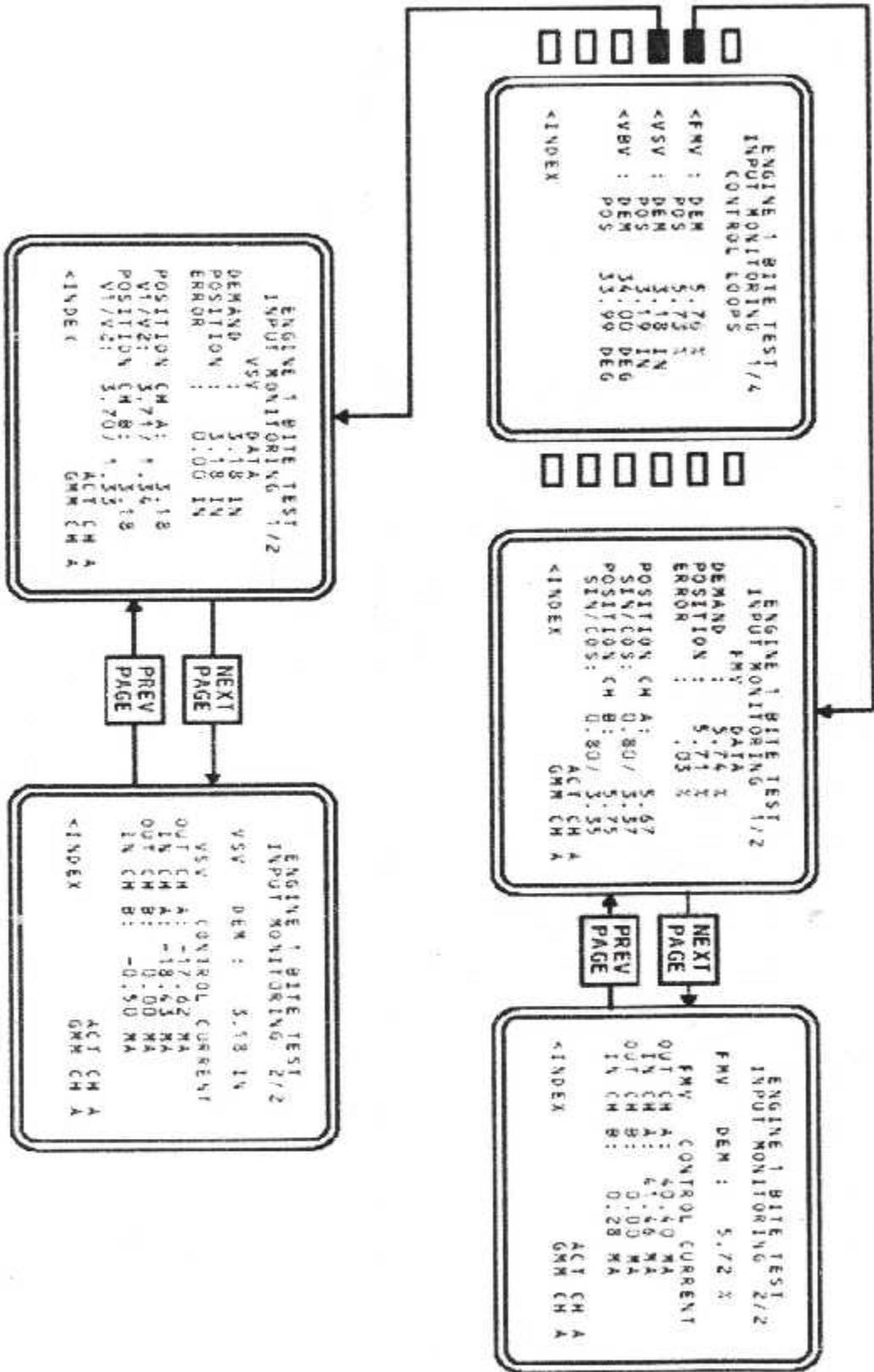


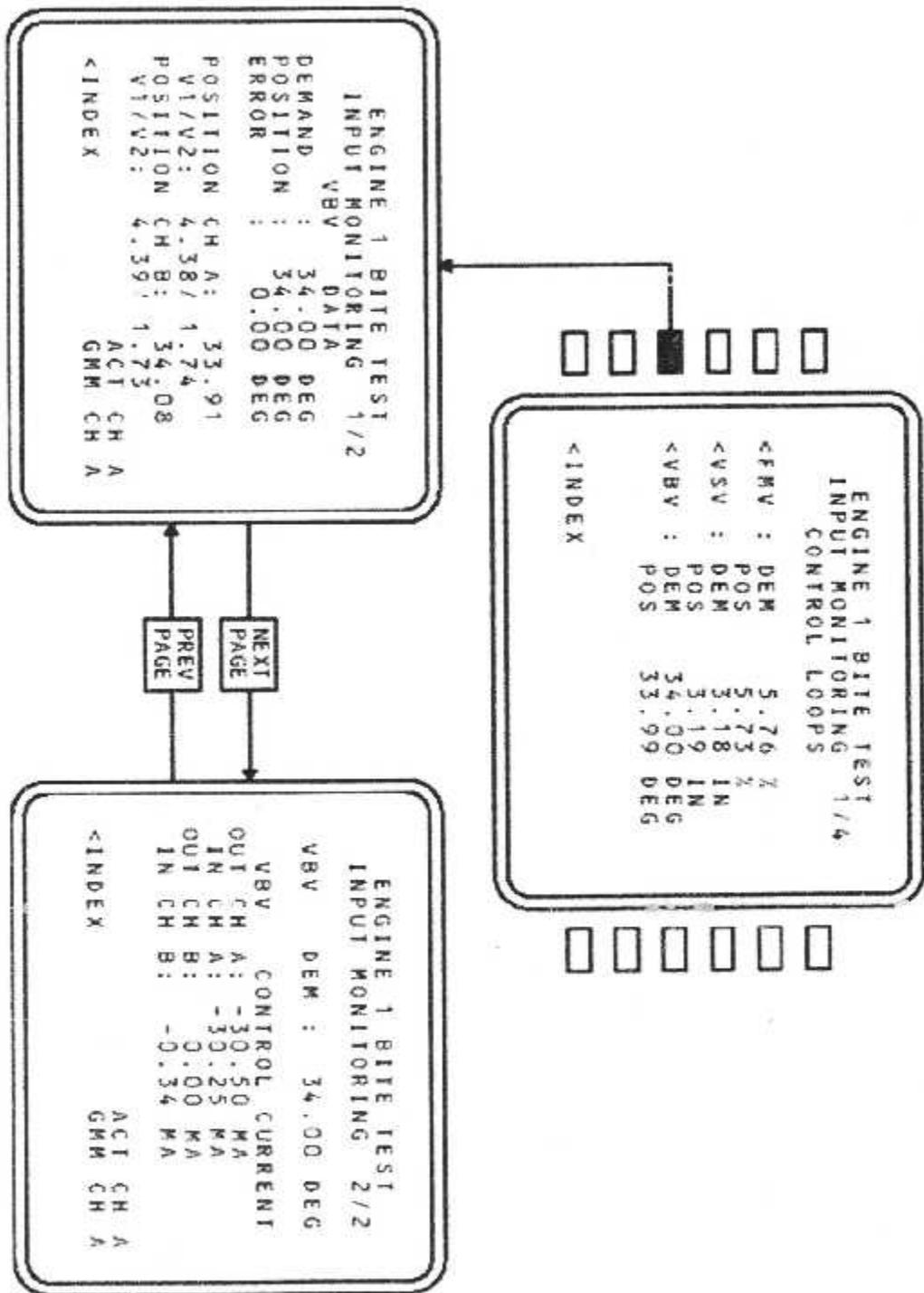
fig III-19



NOTE : IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ' ? ' ?
 IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS ' - - ' .

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 3

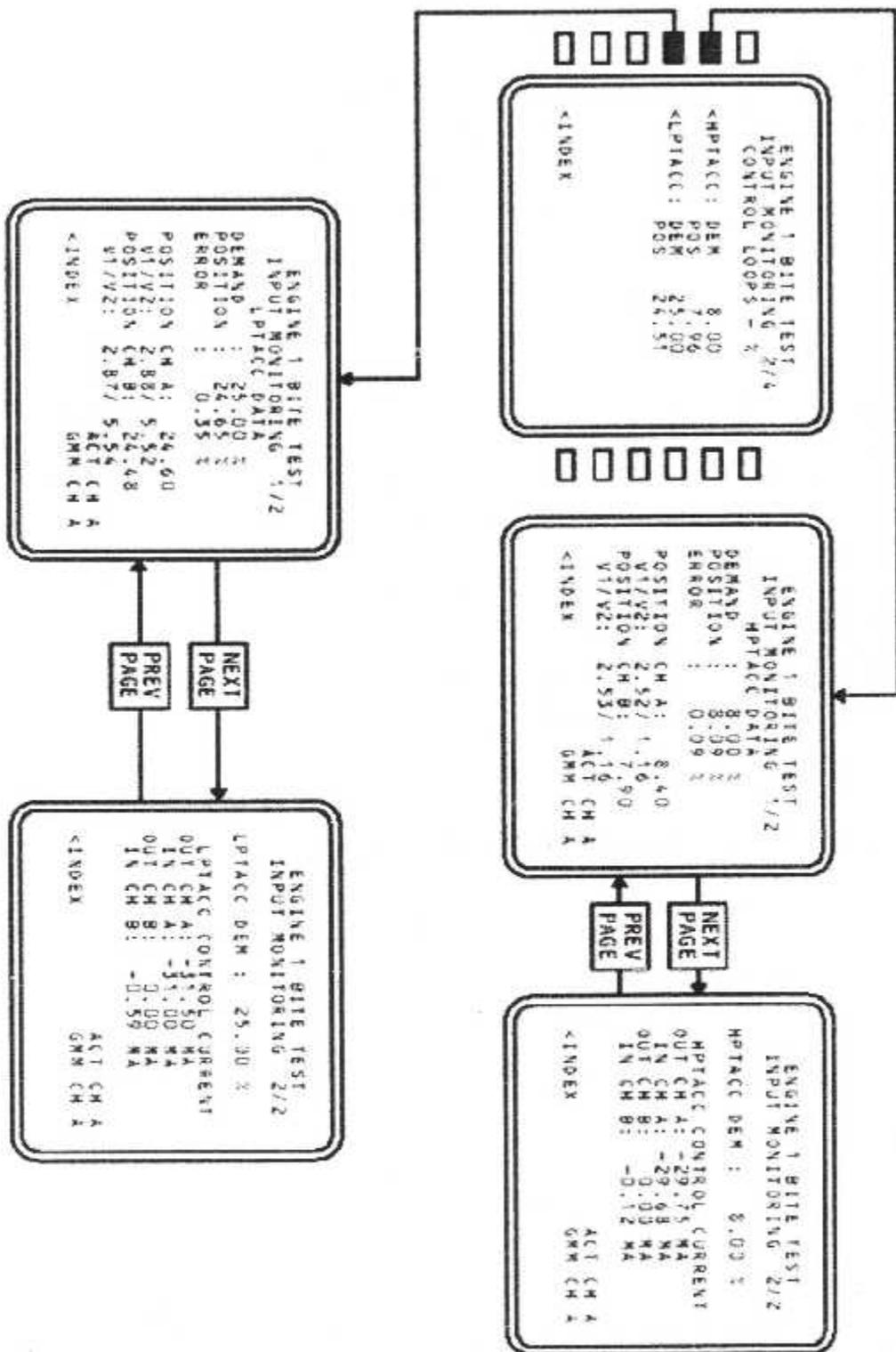
fig III-20



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ' ? ' IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS ' - - ' .

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 4

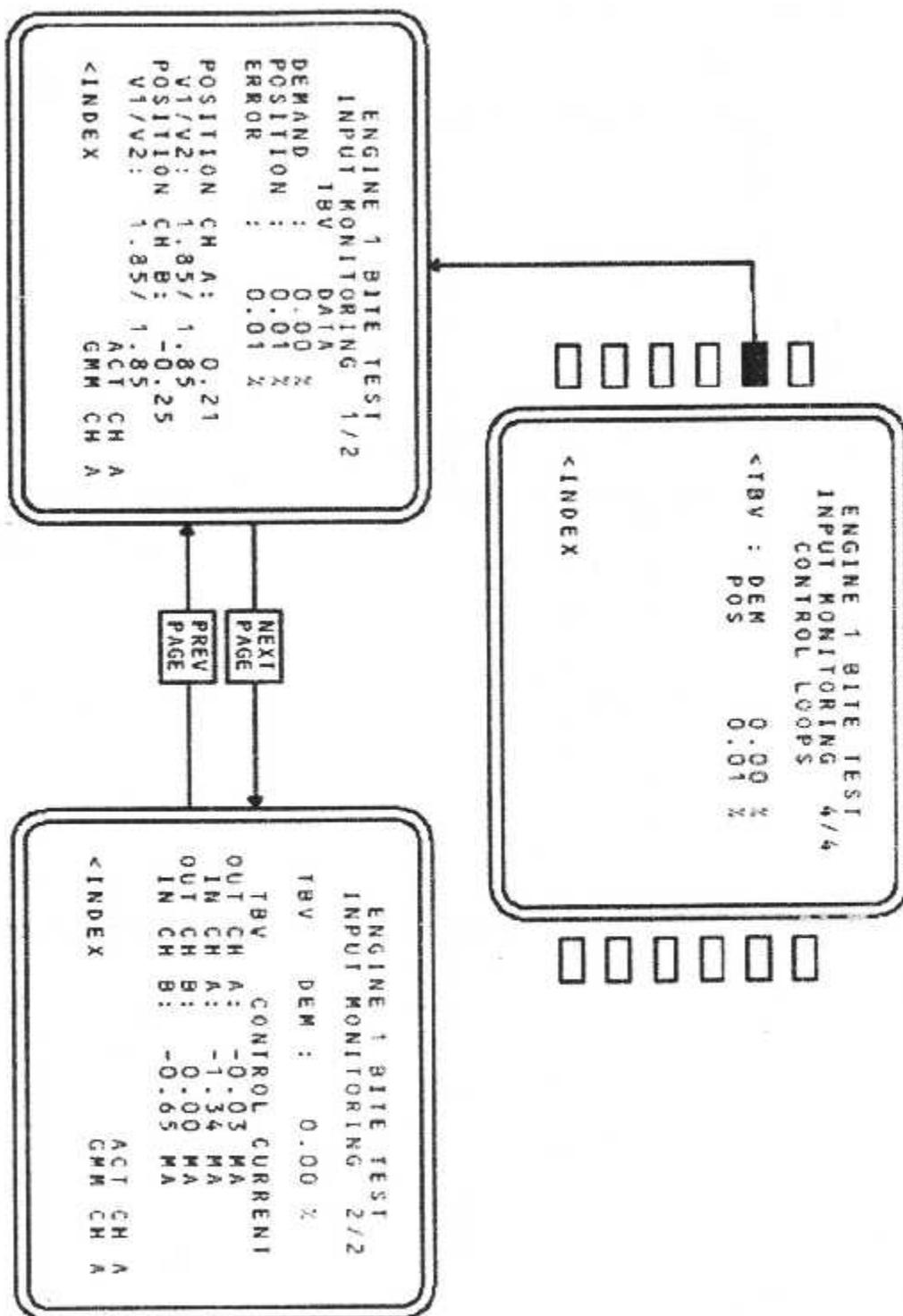
fig III-21



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ' ? ' IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS '- - '.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 5

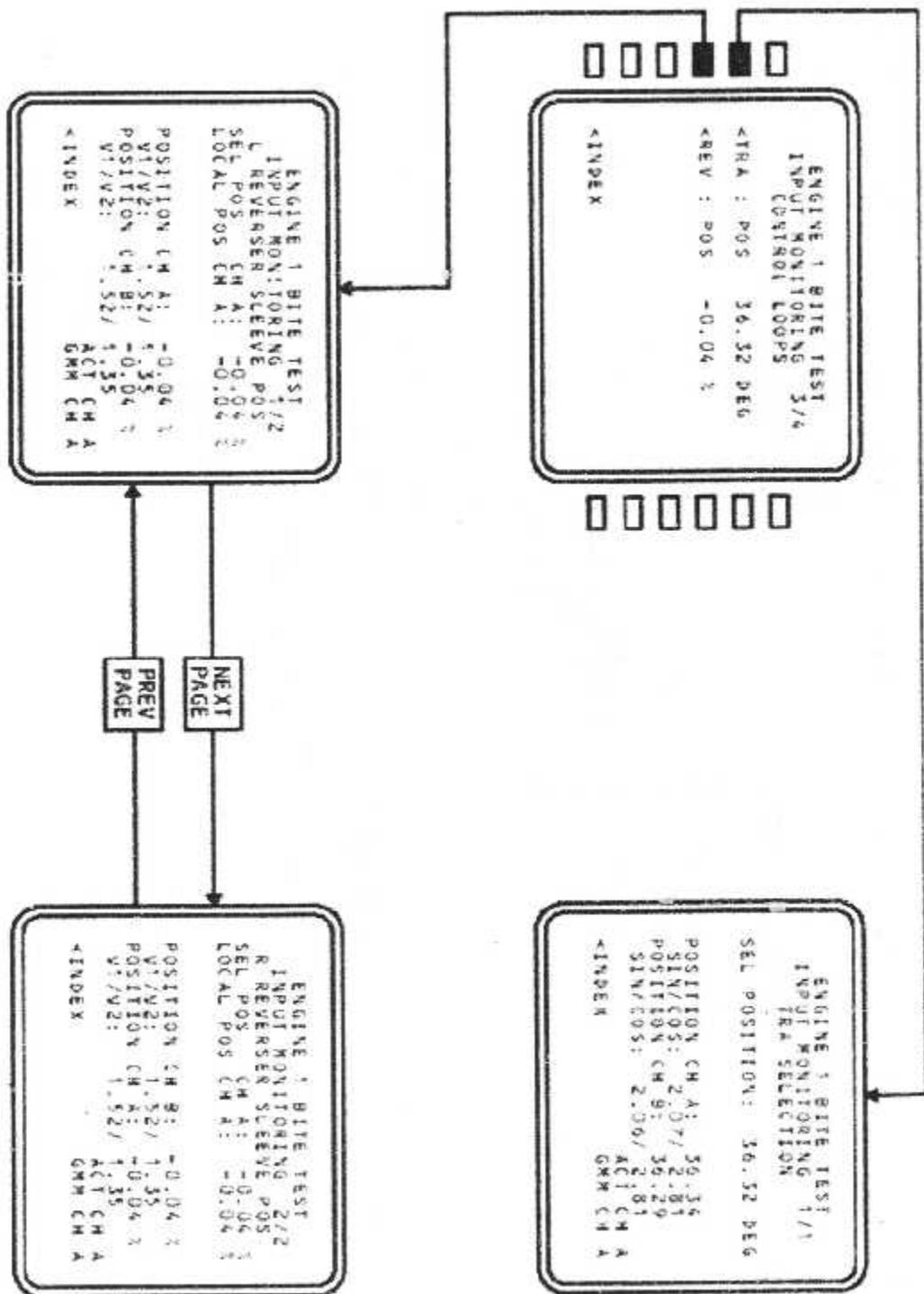
fig III-22



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ' ? ' IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS ' - '.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 6

fig III-23



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS - -.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 8

fig III-24

b - Contrôle de pression:

Cette page permet d'afficher les différentes pressions:

- ◆ Pression ambiante P0.
- ◆ Pression statique PS3.
- ◆ Pression totale PT.

b - 1 – Pression ambiante:

la pression provient du:

- ◆ EEC.
- ◆ Central aérodynamique.

Elle est affichée en PSI, sur la page côté droit bas le canalactif est affiché.

b - 2 – Pression statique:

la pression statique est prise à partir du neuvième (09) étage du compresseur haute pression.

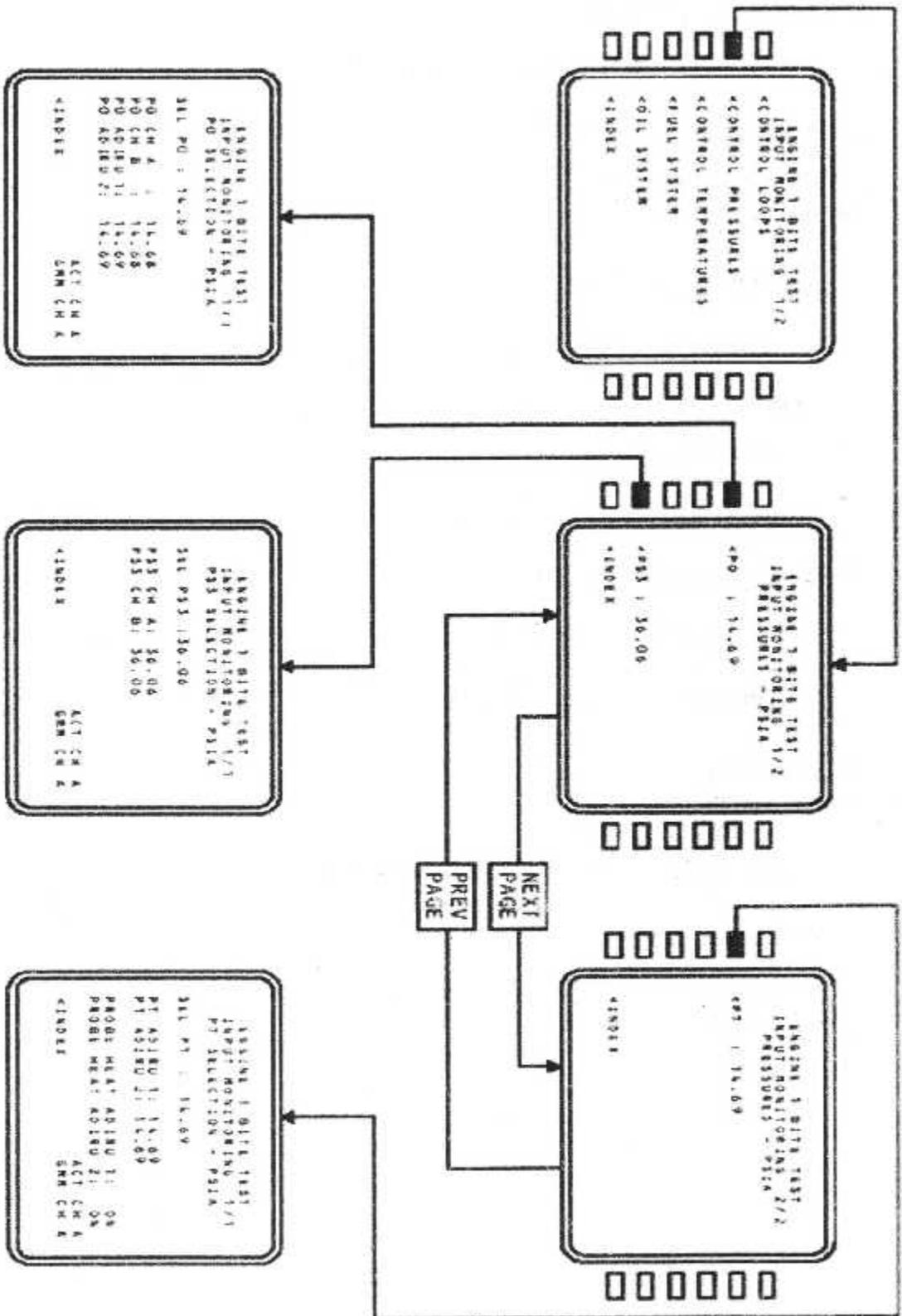
La pression statique est affichée en PSI:

- ◆ du canal A.
- ◆ du canal B.

et sur le côté droit de l'écran le canal actif est affiché.

b - 3 – Pression totale:

la pression totale provient de la centrale aérodynamique, elle est affichée en PSI sur le côté droit bas de la page est affiché le canal actif.



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS - -

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PAGE 9

fig III-25

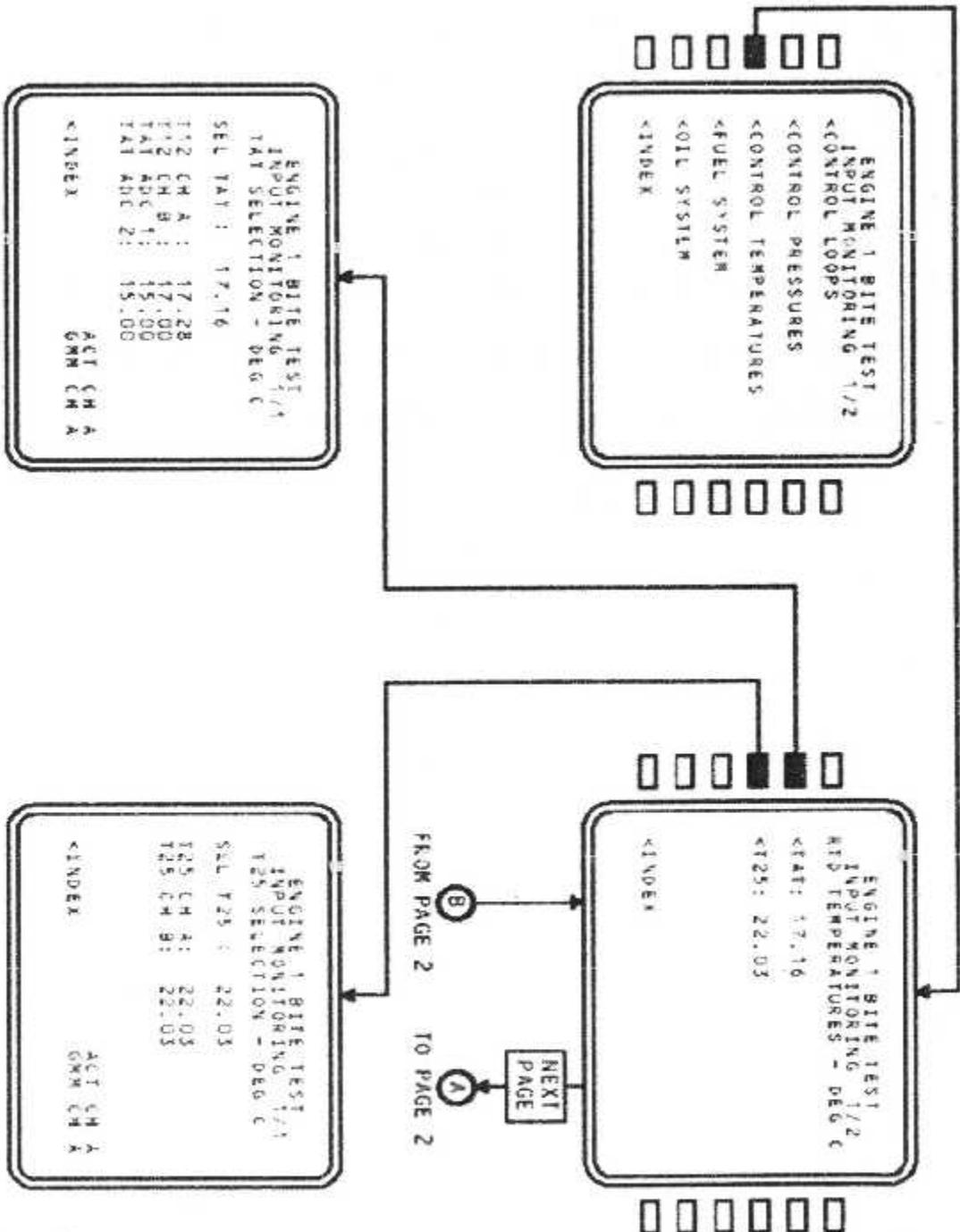
c – Contrôle des températures:

Cette page permet d'afficher les différents températures:

- ◆ T12 : température à l'entrée du compresseur basse pression.
- ◆ T25 : température à la sortie du compresseur basse pression, entrée compresseur haute pression.
- ◆ T3 : température au neuvième (09) étage compresseur haute pression.
- ◆ TC : température du carter turbine haute pression.
- ◆ T49.5 : température des gaz d'échappement.
- ◆ Température total de l'air : Cette température provient de la centrale aérodynamique.

Ces différents températures sont affichées en degré celsius au niveau des canaux A et B.

Sur le côté droit bas de la page le canal actif est affiché.



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
 IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS - -
 ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - INPUT PG 10

fig III-26

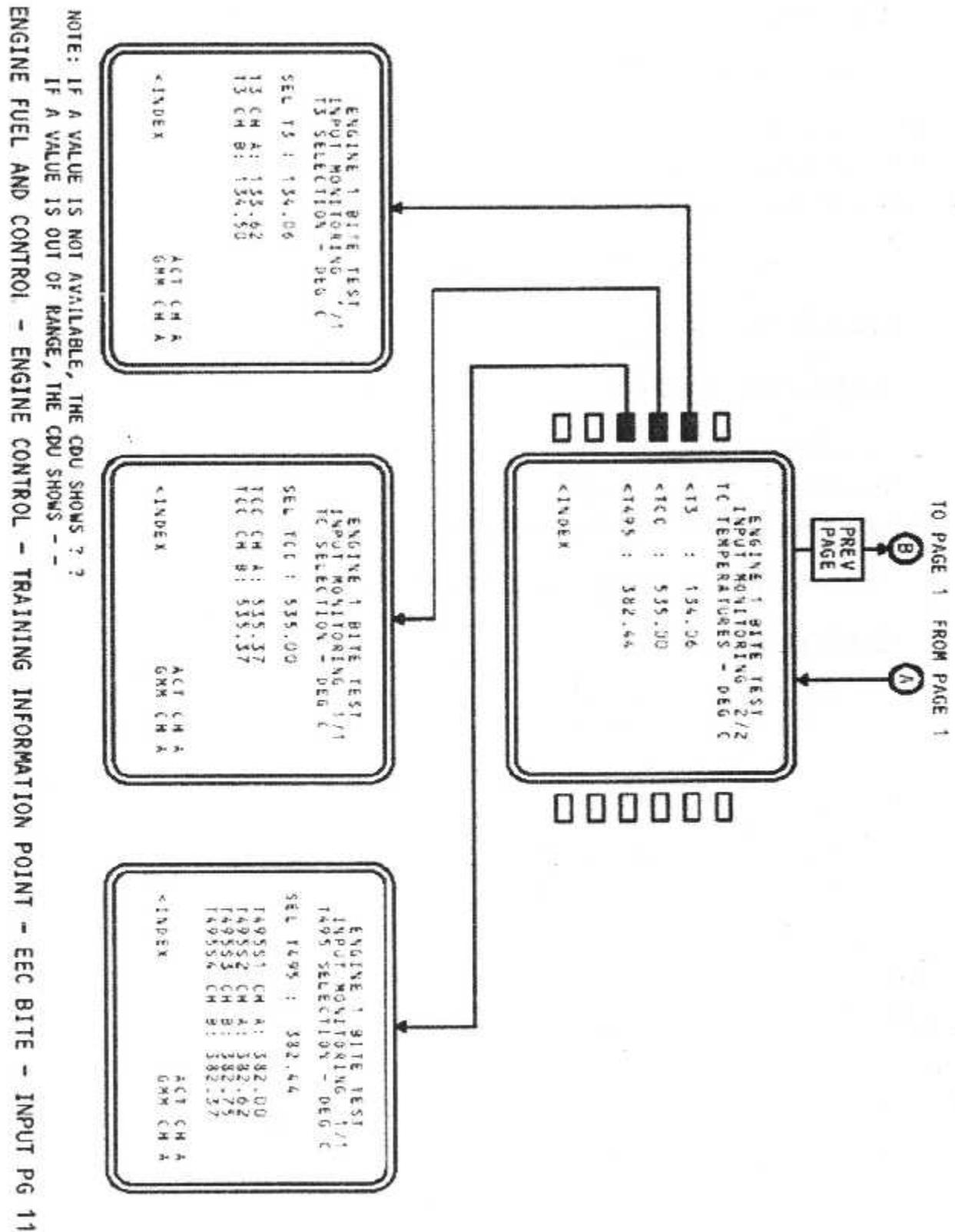


fig III-27

d – Circuit carburant:

Cette page permet d'afficher:

- ◆ La consommation carburant.
- ◆ La position du galet doseur.
- ◆ Le colmatage du filtre carburant.

Sur le côté droit bas de l'écran est affiché le canal actif

e- Circuit d'huile :

Cette page permet d'afficher :

- ◆ La pression d'huile moteur.
- ◆ La température de l'huile moteur.
- ◆ Le colmatage du filtre de récupération d'huile.

Sur le côté droit bas de la page est affiché le canal actif.

f- Page de vitesse :

La vitesse des attelages basse pression et haute pression sont afficher en tour/minute.

- ◆ N1
- ◆ N2

sur le côté droit bas de la page est affiché le canal actif.

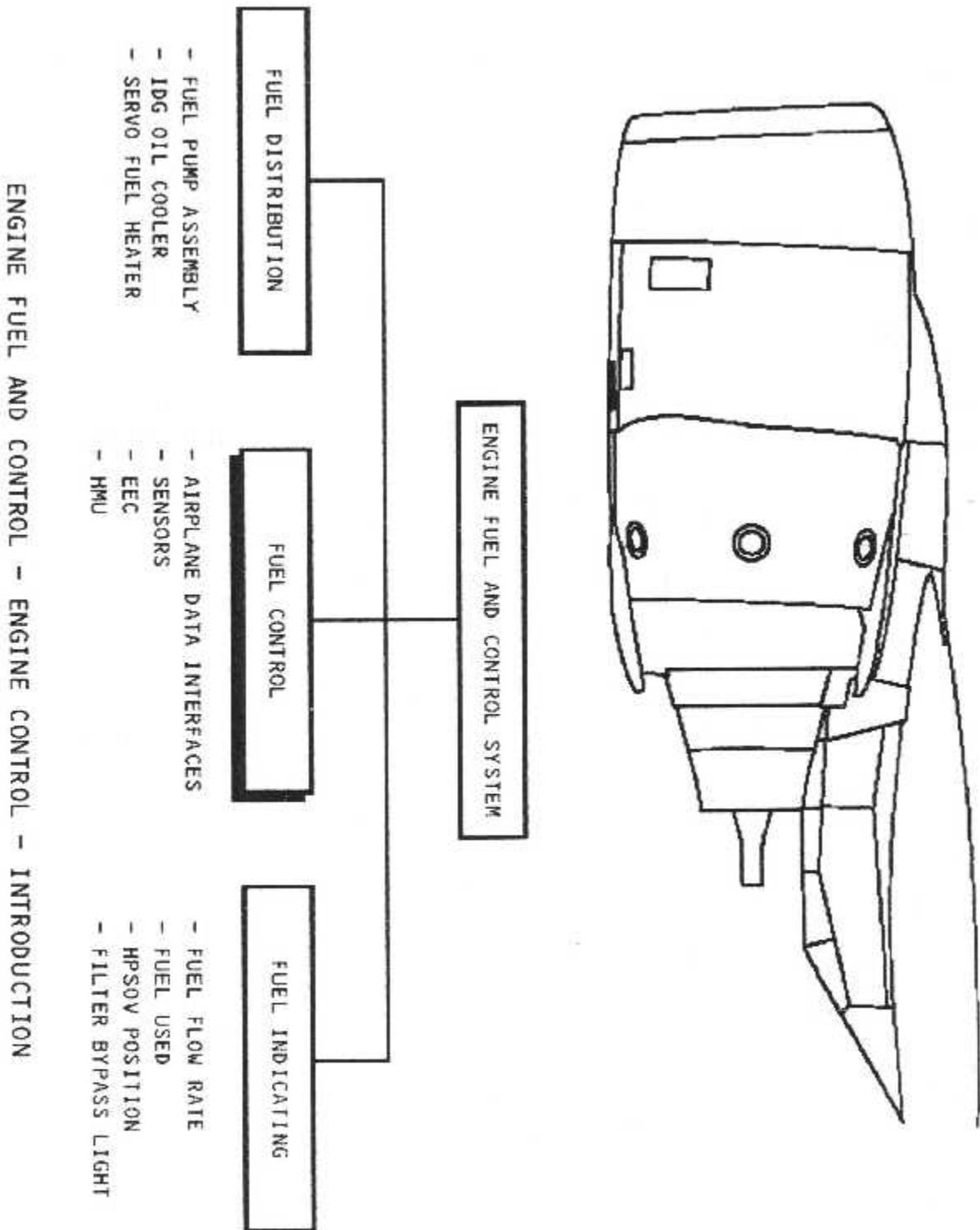
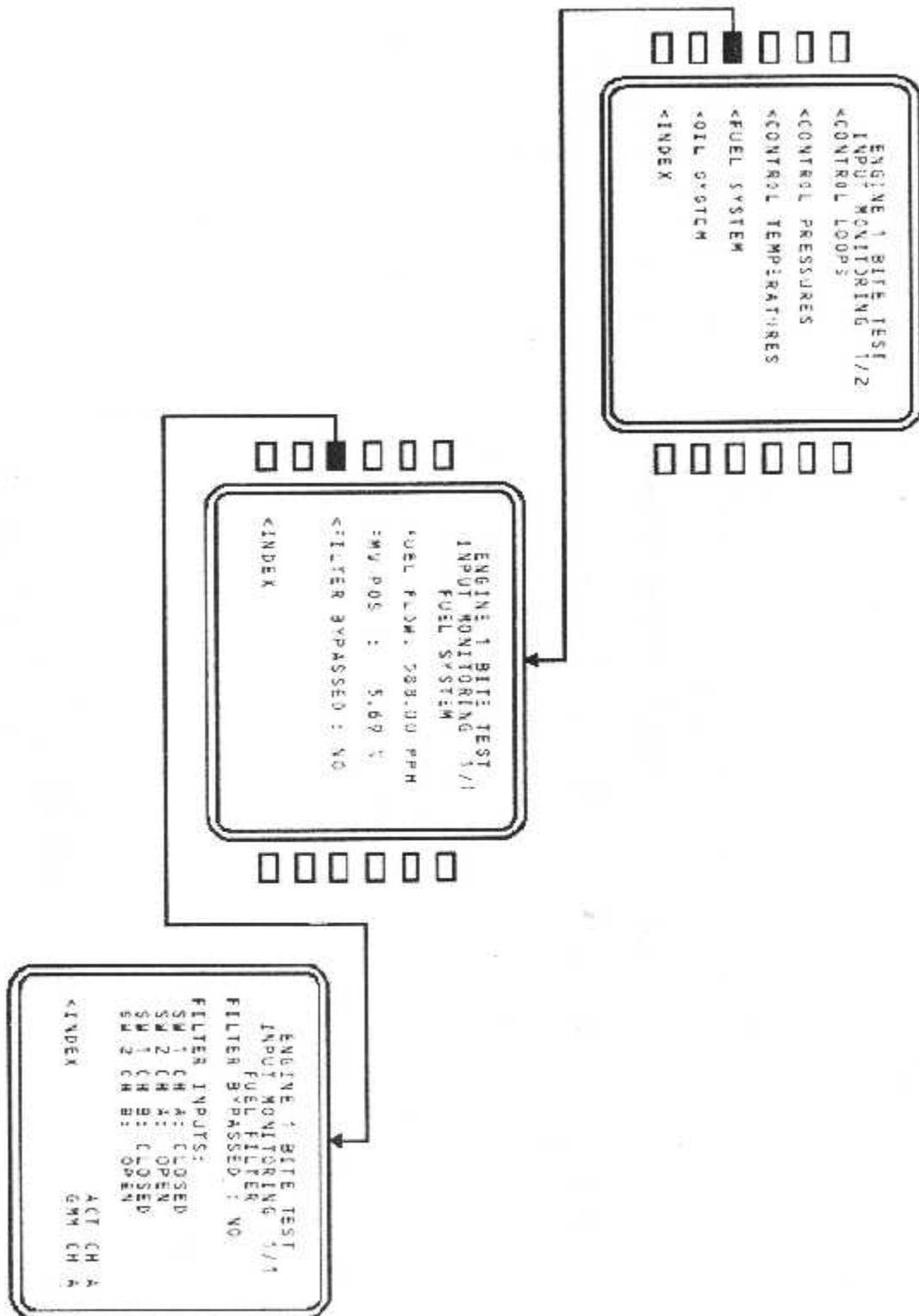
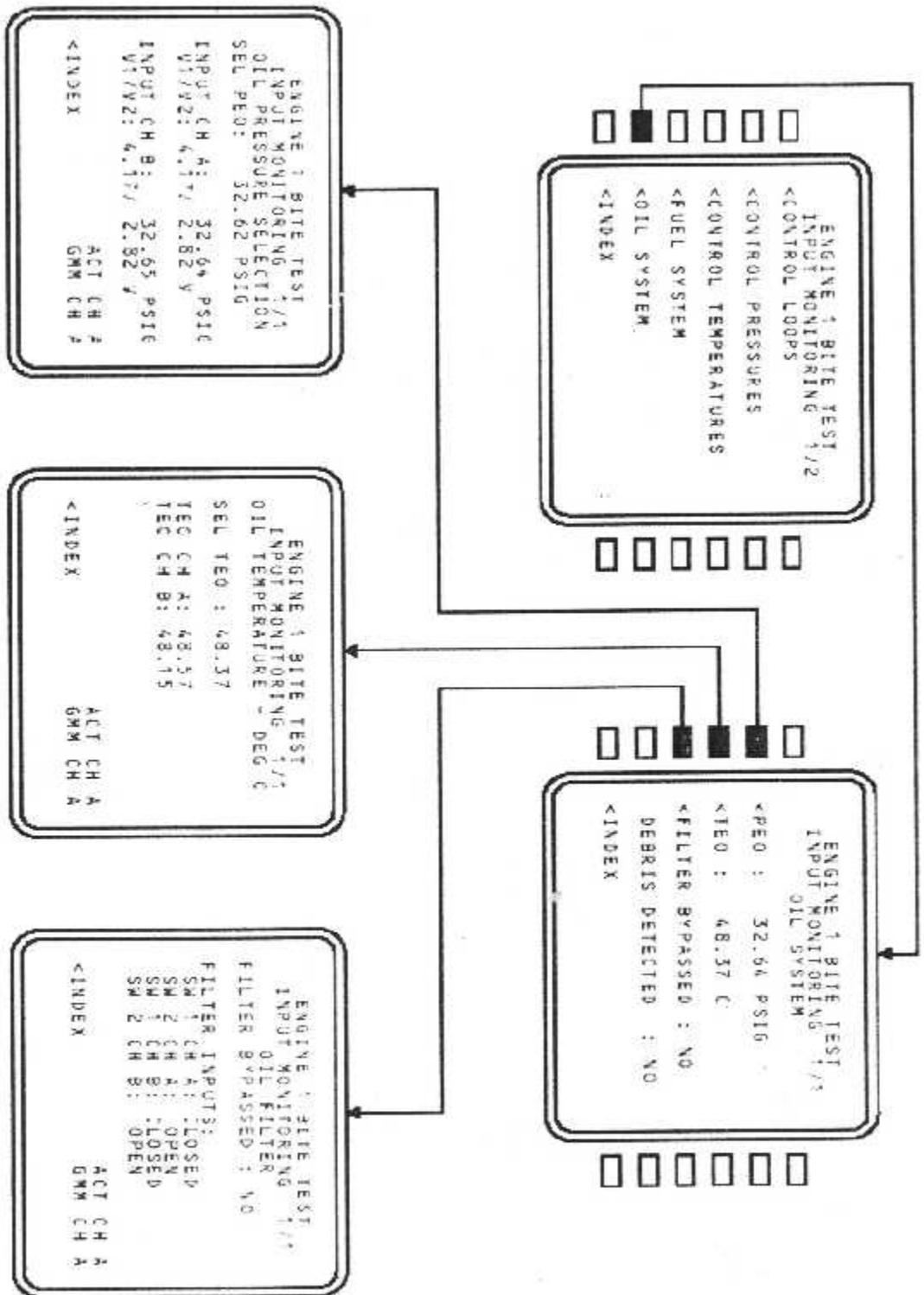


fig III-28



NOTE: IF A VALUE IS NO AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
 IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS --.
 ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PG 11

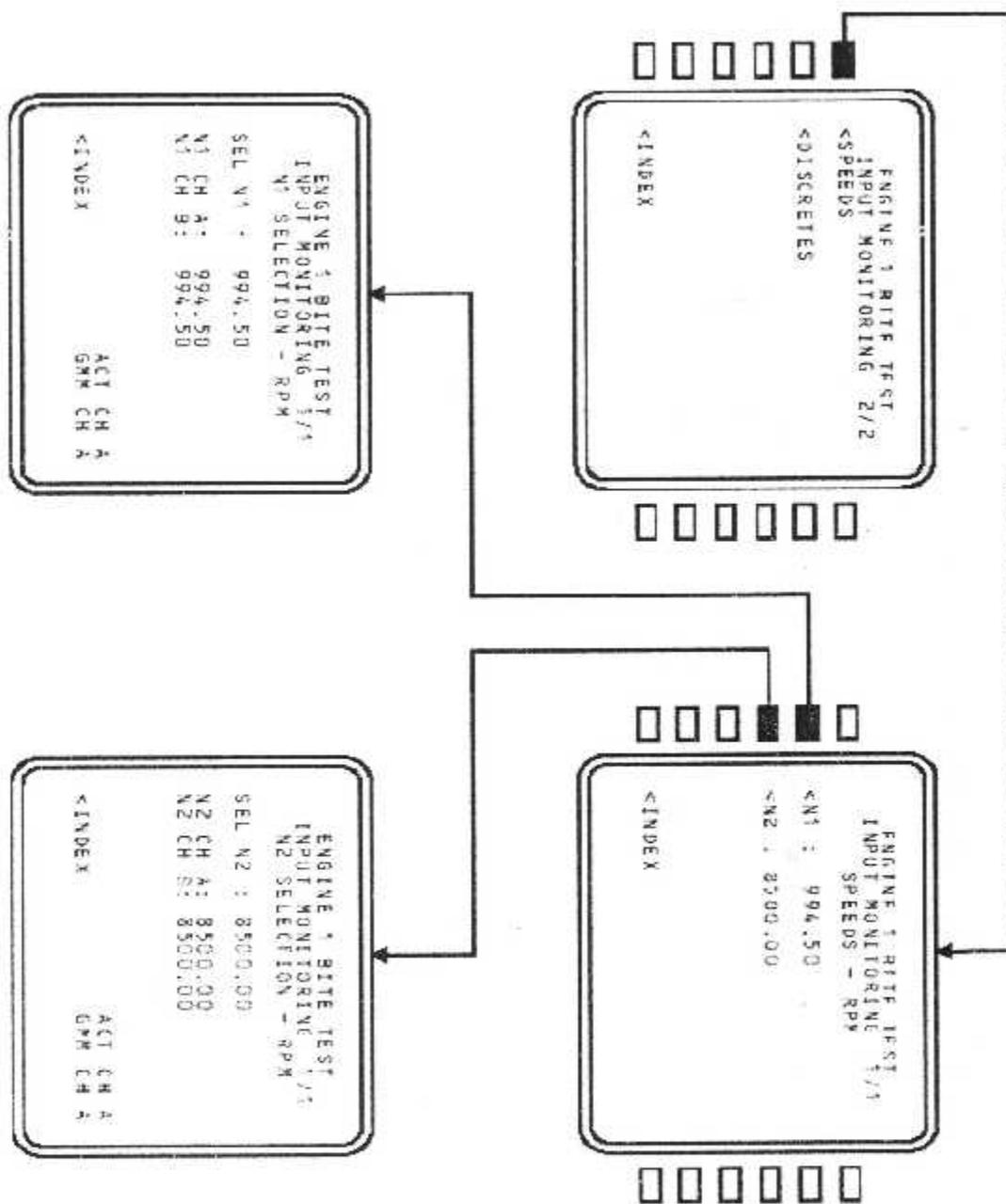
Fig III-29



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS - -.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - EEC BITE - INPUT PG 13

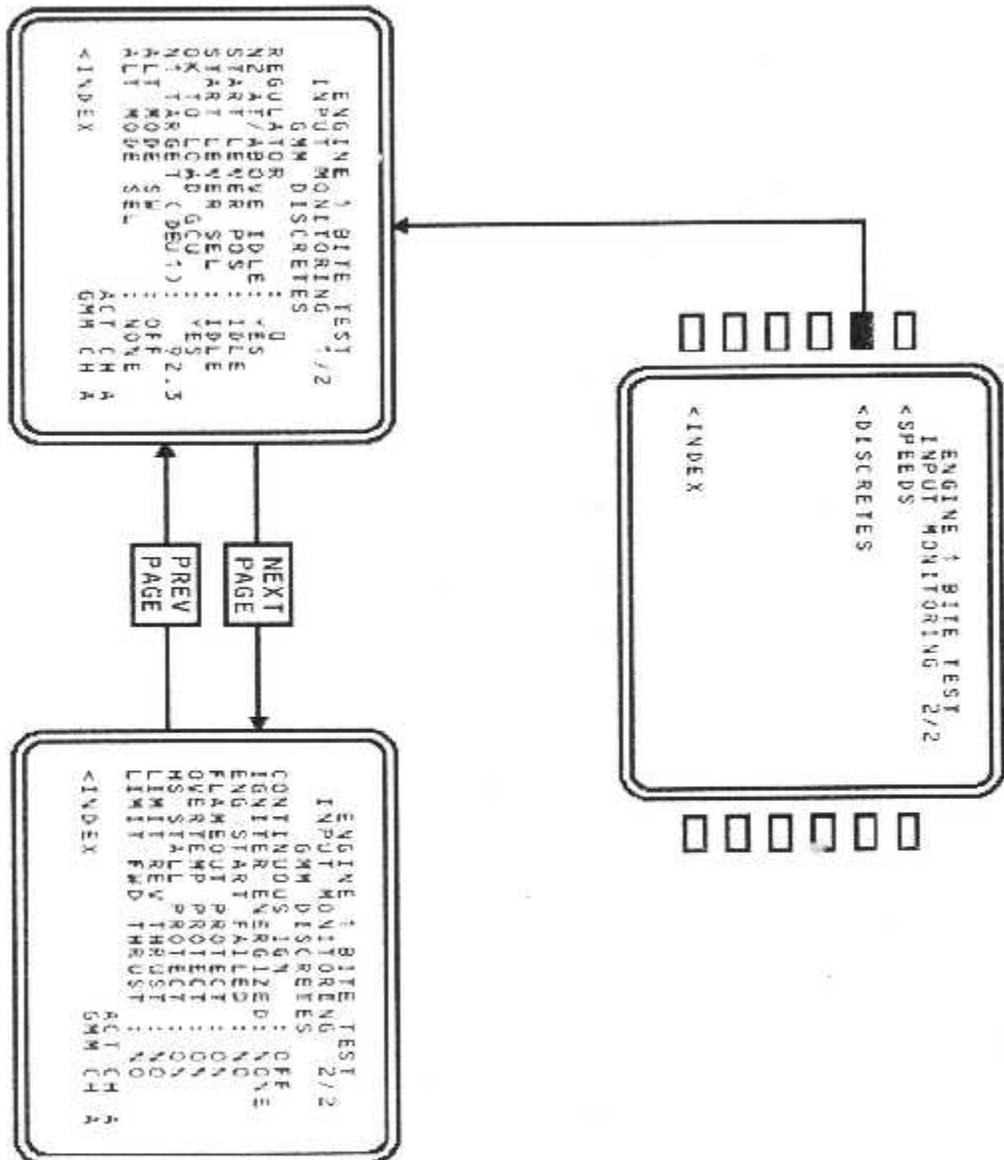
fig III-30



NOTE : IF A VALUE IS NOT AVAILAABLE, THE CDU SHOWS ? ?
 IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS - - .

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PG 14

fig III-31



NOTE: IF A VALUE IS NOT AVAILABLE, THE CDU SHOWS ? ?
 IF A VALUE IS OUT OF RANGE, THE CDU SHOWS --.

ENGINE FUEL AND CONTROL - ENGINE CONTROL - TRAINING INFORMATION POINT - ECC BITE - INPUT PG 15

fig III-32

III - 1 - 18 - MAINTENANCE EN ATELIER :

Avant la réception du moteur déposé, il doit impérativement passer par le département de planification et contrôle produit (PPC), ce dernier prépare les documents ou protocoles à faciliter la maintenance en atelier ; ces protocoles sont :

- ◆ Log book (pièce d'identité de l'appareil).
- ◆ Standard SB.
- ◆ La charte MCC (modification contrôle charte).
- ◆ Rapport de dépose.
- ◆ Rapport d'exploitation des trois (03) dernier mois.
- ◆ Situation PV (vie limite des pièces).
- ◆ Historique moteur.
- ◆ La constitution (liste des accessoires équipant le moteur à la dépose).

Une fois le moteur arrivé en atelier on lui fait subir une inspection préliminaire suivant le protocole d'inspection préliminaire.

● Désignation des travaux de l'inspection préliminaire :

1. Etablir le compte rendu de réception.
2. Etablir la situation des accessoires (intérieur et extérieur du moteur).
3. Inspection des bouchons magnétiques (chip detector) du circuit d'huile.
4. Contrôle des joints carbone (carbone seals) en effectuant l'essai de fuites (leak test).
5. Inspection du filtre d'huile. (voir colmatage)
6. Effectuer une boroscopie générale du moteur.
7. Effectuer une boroscopie des capots.
8. Application du protocole d'inspection complète des attaches moteur avant et arrière. (after and forward engine mount assembly)
9. Effectuer la mesure de F12 et E13 du moteur.

NB : avant d'entamer chacune des opérations on doit :

- ◆ Réunir tous les ingrédients, outillages et matériels nécessaires.
- ◆ Bien comprendre la procédure.

L'inspection préliminaire détermine le niveau de maintenance, il existe trois (03) niveaux :

III - 1 - 18 - 1 - Niveau I : (PV2) c'est la maintenance du réacteur assemblé (contrôler tous les systèmes en suite remettre en exploitation).

● Désignation des travaux de la PV2 :

◆ **L'unité électrique** : inspection du système IDG.

◆ **L'unité hydraulique** : inspection du circuit hydraulique en général pour toute fuite.

◆ **Pneumatique et allumage** :

- ◆ Inspection de la HP valve.
- ◆ Inspection de la vanne de soutirage. (bleed valve)
- ◆ Inspection et test de la fan air valve.
- ◆ Inspection de la vanne de surpression. (overpressure valve)
- ◆ Inspection du démarreur pneumatique.

◆ **Engine général** :

- ◆ Inspection et action corrective si nécessaire de la tuyauterie air/huile/carburant.
- ◆ Inspection des turbines.
- ◆ Inspection des quincailerie (hardware) moteur quand c'est accessible.
- ◆ Inspection de l'anti-givrage.

◆ **Fan rotor** :

- ◆ Inspection du disque de fan première étage/ailettes et graissage.
- ◆ Inspection du fan rotor.
- ◆ Inspection de l'axe du fan si il a été signalé une forte vibration.
- ◆ Inspection des mises à l'air libre des enceintes avant et arrière.

◆ **Fan frame end stator assy** :

- ◆ Inspection du fan stator.
- ◆ Inspection du carter fan.
- ◆ Inspection des ailettes redresseurs du fan.

◆ **Core** :

- ◆ Inspection de l'ensemble des stators à calage variable.
- ◆ Inspection du carter arrière compresseur.

◆ Turbine section et exhaust :

- ◆ Inspection de l'échappement.
- ◆ Inspection du 1^{er} étage rotor turbine basse pression.
- ◆ Inspection des stator turbine basse pression.
- ◆ Inspection du carter arrière turbine.

◆ Accessory drives :

- ◆ Inspection de l'axe verticale.
- ◆ Inspection de la transfert GEAR BOX.
- ◆ Inspection de l'axe horizontale.
- ◆ Inspection de la boîte d'entraînement des accessoires.
- ◆ Inspection des joints carbone en effectuant le test de détection des fuites.

◆ Fuel and contrôle :

Note : pour toute dépose du HMU, tenir compte des précautions :

- ◆ Inspection des zones accessibles de la pompe carburant.
- ◆ Inspection du filtre carburant.
- ◆ Inspection de la tuyauterie d'alimentation carburant.
- ◆ Inspection de la pompe carburant.
- ◆ Inspection du filtre principal carburant.
- ◆ Inspection du régulateur principal carburant (HMU) :
 - Prises électriques.
 - Tuyauteries.
- ◆ Inspection de l'échangeur principal huile/carburant moteur.
- ◆ Inspection du servo réchauffeur carburant.
- ◆ Inspection de l'échangeur huile/carburant alternateur.
- ◆ Inspection des rampes injecteurs.
- ◆ Inspection des drains.

◆ Ignition system :

- ◆ Inspection des boîtes d'allumage (Gauche et Droite).
- ◆ Inspection des bougies.
- ◆ Inspection des câbles de bougies.

NB : les inspections dimensionnelles et boroscopique ne sont à afficher qu'en cas de dépose des allumeurs.

◆ Air :

- ◆ Calibration du VSV position transducer en cas de remplacement.
- ◆ Calibration du VBV position transducer en cas de remplacement.
- ◆ Inspection des vérins VSV.
- ◆ Inspection des vérins VBV.
- ◆ Inspection de la vanne de refroidissement carter turbine haute pression.
- ◆ Inspection de la vanne de refroidissement carter turbine basse pression.
- ◆ Inspection de la vanne de décharge transitoire.

◆ Engine indicating :

- ◆ Inspection des prises électriques du EEC.
- ◆ Inspection des tuyauteries pneumatiques du EEC.
- ◆ Inspection du capteur N1.
- ◆ Test de résistance des thermocouples EGT.
- ◆ Inspection sonde de température T12.
- ◆ Inspection sonde de température T25.
- ◆ Inspection sonde de pression P30.
- ◆ Inspection des sondes EGT : Dépose, inspection et installation du capteur N2.

◆ Oil system :

- ◆ Inspection du réservoir d'huile (OIL TANK).
- ◆ Inspection du bloc pompes d'huile.
- ◆ Inspection de l'échangeur huile/carburant moteur (FUEL/OIL HEAT Exchanger) pour fuite, crique et gonflement (Bulbe).
 - ◆ Inspection du servo réchauffeur carburant.
 - ◆ Inspection de l'échangeur huile/carburant alternateur.
 - ◆ Inspection des sondes de températures et pression d'huile.
 - ◆ Inspection du transmetteur de colmatage filtre de récupération d'huile.
 - ◆ Inspection du transmetteur de quantité d'huile.

◆ Cables Electrique :

- ◆ Inspection des câblages électriques.

◆ Engine preservation :

Stockage du moteur pour une durée allant jusqu'à un an.

Notes :

A/ L'opération de stockage doit se renouveler chaque année.

B/ Une étiquette portant les indications suivantes doit être suspendue au moteur.

- durée de stockage.
- Date du 1^{er} stockage.
- Date prévue du renouvellement du stockage.

III - 1 - 18 - 2 - Niveau II :

Sous-traitance de tout le moteur assemblé (complet Engine contrôlé) le protocole nécessaire est le shop indication report.

III - 1 - 18 - 3 - Niveau III :

La dépose modulaire :

C'est une inspection de l'un des modules, tout les modules, ou bien des sous modules spécifiquement.

III - 2 - MAINTENANCE DU REACTEUR CF6-80C2 :**III - 2 - 1 - Généralité :**

Les anomalies des circuits du réacteur CF6-80-C2 FADEC apparaissent sur l'écran EICAS supérieur, son forme de message de couleur rouge ou ambre. Rouge e cas de feu, et ambre pour les autres anomalies.

III - 2 - 2 - DESCRIPTION DE L'EICAS :**III - 2 - 2 - 1 - MODULE DE PERMUTATION EICAS :**

Les modules de permutation EICAS sont aux nombre de deux. Le module de permutation supérieur permet d'envoyer vers l'écran supérieur EICAS. Tandis que le module de permutation inférieur permet d'envoyer les signaux vers l'écran inférieur EICAS.

Il sont alimentés en 28 VDC continue à partir de la bus continue (DC) droite. Les deux modules de permutation EICAS interface (interconnexion) entre les deux microprocesseurs et les deux écrans EICAS. Ils sont identiques et interchangeables, chacun contient dix (10) relais et huit (08) sorties alimentées vers l'écran respectif.

Quand le switch sélecteur du calculateur sur le panneau d'affichage est positionné à la position L (gauche) ou R (droite).

Les relais dans les modules de permutations sont commutés pour recevoir les signaux venants à partir des calculateurs droite et gauche respectivement.

III - 2 - 2 - 2 - ECRANS EICAS (TUBES CATHODIQUES) :

Les deux écrans EICAS (DU) supérieur et inférieur permettent d'afficher les données dans des couleurs différentes (rouge, ambre, bleu clair, rose, verte et blanche). Il sont situés au cockpit au panneau (P2) localisés sur des étagères et attachés par deux écrans chacun.

Chaque écran EICAS pèse 22 livres (10 kg) et il est 6 pouces de charge par 7 pouces de haut par 14 pouces de profond (15 X 18 X 36 cm).

La surface d'affichage est 4,7 pouces de large par 5,7 pouces de haute (12 X 14 ,5 cm).

Les deux écrans EICAS sont identiques, interchangeables et comportent des trous de refroidissement par l'air. Ils sont alimentés en 115 VAC, 400 Hz monophasé alternative.

L'écrans supérieur est alimenté par le bus AC alternative.

L'EICAS est l'un des deux systèmes qui utilisent deux écrans identiques interchangeables.

Pour réduire les nécessités de recharge l'EICAS utilise le même (DU) que l'instrument de vol électronique (EHSI) indicateur de situation horizontale électronique (Electronique Horizontal Situation Indicator).

L'orientation de l'écran EICAS est tournée à 90° à partir de l'écran EICAS.

a) ECRAN SUPERIEUR EICAS :

Cet écran permet d'afficher :

♦ Les paramètres primaires moteurs N1 (vitesse de rotation de l'attelage basse pression) et EGT (température de gaz d'échappement).

♦ Les alarmes sur le côté supérieur gauche de l'écran. Ces alarmes peuvent atteindre le nombre onze (11) sur chaque page.

b) ECRAN INFERIEUR EICAS :

Cet écran permet d'afficher :

- ◆ Les paramètres secondaires moteurs N2 (vitesse de rotation de l'attelage haute pression) et FF (débit carburant).
- ◆ La pression, la température, la quantité de huile et la vibration moteur dans la configuration moteur (ENG).

Dans les autres configurations l'écran inférieur affiche :

- ◆ Les paramètres secondaires moteurs.
- ◆ La page état (STATUS).
- ◆ Les pages de maintenance au sol seulement.

Le système EICAS comprend huit (08) pages :

- ◆ ENG (moteur).
- ◆ STATUS (Etat).
- ◆ ECS/MSG (Conditionnement d'air).
- ◆ ELEC/HYD (Electricité/Hydraulique).
- ◆ PERF/MCDP (Performances/APU).
- ◆ CONF/MCDP (Configuration).
- ◆ EPCS (Système de contrôle électronique de propulsion).
- ◆ ENG EXCD (Dépassement moteur).

III - 2 - 2 - 3 - PANNEAU DE COMMANDE EICAS :

Il y a deux panneaux de commande EICAS :

- ◆ panneau de commande d'affichage EICAS.
- ◆ panneau de commande de maintenance.

A / PANNEAU DE COMMANDE D'AFFICHAGE EICAS :

Ce panneau permet le contrôle de fonctionnement du système EICAS en vol et au sol, pesant 4 livres (1,8 kg) et compte une seule prise électrique sur sa place arrière. Le panneau est alimenté en 115 VAC, 400Hz monophasé alternative à partir de la bus AC alternative droite via un disjoncteur au panneau (P11). L'éclairage intégrale du panneau utilise la tension de 0 à 05 VAC (alternative), 400 Hz. Le panneau d'affichage reçoit les informations à partir du panneau de maintenance EICAS et des switches (RECAL/CANCEL).

Le panneau de commande d'affichage EICAS comporet :

- ◆ Deux boutons poussoirs (ENGINE et STATUS).
- ◆ Un bouton (EVENT RECORD).
- ◆ Un bouton sélecteur microprocesseur.

- ◆ Un bouton de luminosité (BRT).
- ◆ Un bouton sélecteur de poussée (THRUST REF SET).
- ◆ Un bouton de reset maximal (MAX IND RESET).

A - Bouton poussoir « ENGINE » et « STATUS » :

En appuyant sur le bouton poussoir ENG (ENGINE) il affiche tous les paramètres moteurs

- ◆ Paramètres primaires sur l'écran supérieur.
 - ◆ Paramètres secondaires sur l'écran inférieur.
 - 1- En appuyant une deuxième fois sur ENG (ENGINE) la page moteur s'efface.
 - 2- En pressant le bouton poussoir STATUS, il affichera les informations état de l'avion sur l'écran inférieur.
- En appuyant une deuxième fois sur l'écran STATUS, la page état s'efface de l'écran.

B - Bouton « EVENT RECORD » :

Ce bouton permet de mémoriser les paramètres instantanés des systèmes (ECS, ELEC/HYD, PERF/APU et EPCS).

C - Bouton de sélection Microprocesseur :

Ce bouton à trois (03) positions : - Gauche (L).
- AUTO
- Droite (R).

◆ Bouton sélecteur sur position Droite (R), permet au calculateur droit d'afficher les paramètres sur les deux écrans EICAS.

◆ Bouton sélecteur sur position AUTO permet au calculateur Gauche d'afficher les paramètres sur les écrans.

En cas de panne du calculateur gauche, c'est le calculateur droite qui affiche les paramètres automatiquement sur les deux écrans.

D - Bouton de contrôle de luminosité (BRT) :

Ce bouton consiste en deux boutons rotatifs concentriques, il permet de réler la luminosité des deux écrans EICAS.

E - Bouton sélecteur de poussée (THRUST REF SET) :

Ce bouton à trois positions rotatifs : - Gauche (L).
- BOUTIL
- Droit (R).

Il possède deux positions :

- ◆ position enfoncée : mode automatique.
- ◆ position tirée (relâchée) : mode manuel.

En mode automatique, la poussée est calculée par le TMC (Thrust Management Computer), calculateur de commande de poussée.

En mode manuel, en perdant le TMC, c'est le pilote qui calcule et affiche manuellement la poussée de référence sur l'indicateur N1.

F – Bouton de reset maximal (MAX IND RESET) :

Ce bouton permet d'afficher les dépassements moteur de la mémoire.

SEP 20 1989 IGS

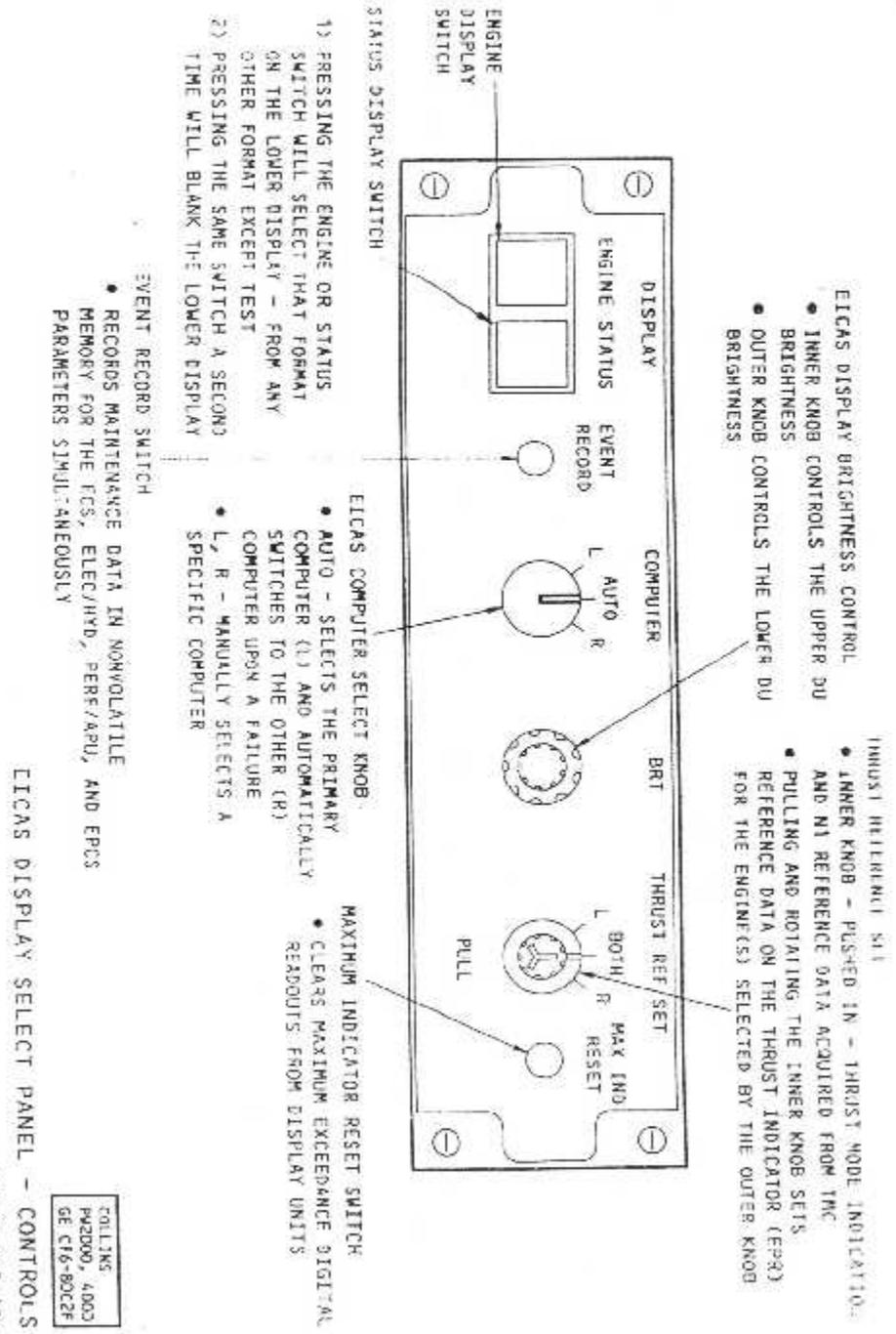


Fig III-33 panneau de commande d'affichage

Les deux EICAS et le panneau de commande sont sensible à l'électricité statique. Lors de la dépose et de repose des écrans EICAS et de panneau de commande BOEINGE recommande de porte des bracelets pour évité la décharge de l'électricité statique des équipements afin d'éviter leur détérioration.

B / PANNEAU DE MAINTENANCE EICAS :

Le panneau de maintenance EICAS assure toutes les fonctions de contrôle pour l'affichage au cockpit de l'information de maintenance.

Il est localisé au cockpit panneau (P61) et comprend :

- ◆ Six (06) switches (boutons poussoirs) :
 - ◆ ECS / MSG
 - ◆ ELES / HYD
 - ◆ PERF / APU
 - ◆ CONF / MCDP
 - ◆ ENG EXCD
 - ◆ EPCS
- ◆ Deux (02) switches :
 - ◆ AUTO EVENT
 - ◆ MAN EVENT
- ◆ Un boutons de text (TEST).
- ◆ Un boutons Record (REC).
- ◆ Un boutons effacer (ERASE).

A - Switch ECS /MSG :

Ce bouton permet d'afficher les paramètres et les messages de maintenance du système conditionnement d'air. Les paramètres et les messages de maintenance apparaissent sur l'écran EICAS inférieur.

Ce switch est utilisé au sol seulement.

B - Switch ELEC/HYD:

Ce bouton permet d'afficher les paramètres et les messages de maintenance de la Génération Electrique et du Circuit Hydraulique sur l'écran EICAS inférieur. Ce bouton utilisé au sol seulement.

C- Switch PERF/APU:

Ce switch permet d'afficher les paramètres moteurs et les messages de maintenance moteur et ceux de l'APU. Les paramètres et les messages apparaissent sur l'écran EICAS inférieur. Ce switch est utilisé uniquement au sol.

D - Switch CONF/MCDP:

Ce switch permet d'afficher les informations suivantes:

- ◆ Type des moteurs.
- ◆ Système d'indication (EICAS).
- ◆ TMC calculateur de commande de poussée.
- ◆ FMC calculateur de gestion de vol.
- ◆ EPCS.

Il est utilisé uniquement au sol.

E - Switch ENG EXCD:

Ce switch permet d'afficher sur l'écran EICAS inférieur les dépassements moteurs (N1, EGT, N2). Il affiche la valeur et le temps de dépassement des paramètres (N1, EGT, N2) et il est utilisé au sol seulement.

F - Switch EPCS:

Ce bouton permet d'afficher tous les paramètres ainsi que les composantes moteurs; ce switch permet de faire le suivi moteur (MONITORING). Il est utilisé au sol seulement.

G - Switch EVENT READ AUTO:

Ce bouton permet d'afficher les paramètres mémorisés automatiquement.

H - Switch EVENT READ MAN:

Ce bouton d'afficher les paramètres mémorisés manuellement.

I - Switch TEST:

Ce boutons permet de déclencher l'Auto Test du système EICAS au sol. Si l'Auto Test est satisfaisant, le message "TEST ok" apparaît sur l'écran EICAS supérieur. Si l'Auto Test est défaillant, le message TEST FAIL apparaît sur l'écran EICAS.

J - Switch RECORD (REC):

Ce bouton permet d'analyser les données de maintenance dans une mémoire non volatile (NVM).

K - Switch ERASE:

Ce bouton permet d'effacer toutes les données mémoriser de l'écran EICAS supérieur.

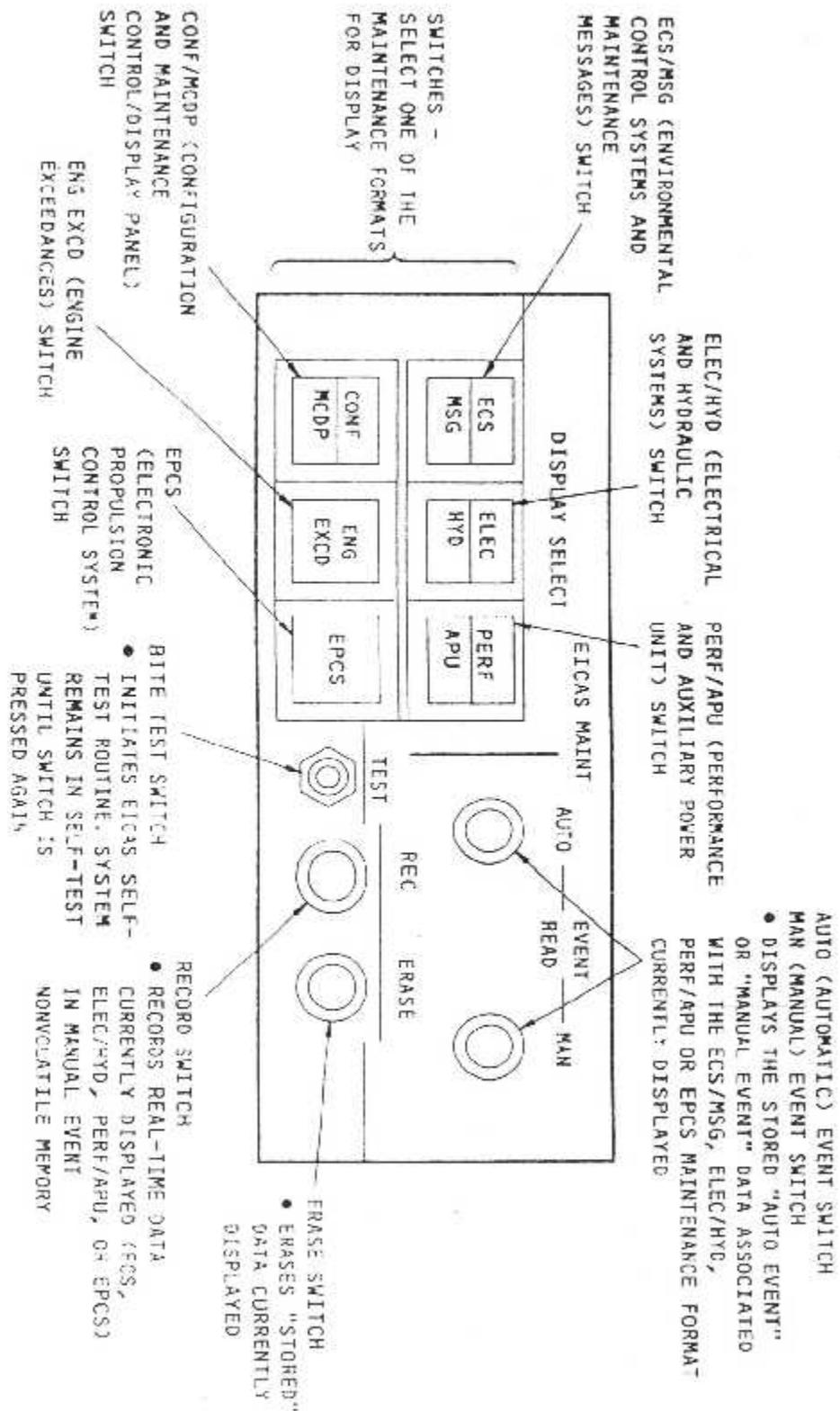


Fig III-34 panneau de maintenance EICAS

III - 2 - 2 - 4 - SWITCH CANAL – RECALL:

Les switches CANAL et RECALL sont localisés au cockpit au panneau (P1) et ils sont de type bouton poussoir. Il permet d'afficher les messages du niveau (B) et du niveau (C) sur l'écran supérieur EICAS.

◆ FONCTIONNEMENT:

En appuyant sur le bouton CANAL, les messages du niveau (B) et (C) affichés sur l'écran supérieur EICAS disparaissent.

Comme chaque page comporte onze (11) messages s'il y a plus de (11) messages, les autres seront affichés sur la page suivante. Pour effacer cette page il suffit d'appuyer une deuxième fois. En appuyant sur le bouton RECALL les messages du niveau (B) et (C) seront affichés sur l'écran EICAS.

III - 2 - 2 - 5 - AVERTISSEURS DE DEFAUTS (CAUTION) :

Ils sont localisés au cockpit au côté gauche et droit de l'avant panneau (P7). Ce sont des étiquettes qui s'allument ambre à chaque fois qu'un message du niveau (B) existe. Pour effacer l'alarme, il suffit tout simplement d'appuyer sur l'étiquette elle même.

III - 2 - 2 - 6 - AVERTISSEUR FEU :

Ils sont localisés au cockpit à gauche et à droite de panneau (P7). Ce sont des étiquettes qui s'allument rouge à chaque fois qu'il y a feu :

- ◆ APU.
- ◆ REACTEURS.
- ◆ SOUTES A BAGAGE AVANT ET ARRIERE.

Ces étiquettes s'éteignent quand le système de percussion est déclenché. Si un écran du système EICAS tombe en panne, l'écran opérationnel sera en full compact et affichera les données de l'écran défaillant. Si les deux écrans du système EICAS tombent en panne le système d'indication secours moteurs (SEI) se déclenchera automatiquement.

Le système d'indication secours moteur comprend :

- ◆ Douze (12) étiquettes : six (06) étiquettes sur le côté gauche et six (06) étiquettes sur le côté droit.
- ◆ Un bouton à deux (02) positions :
 - AUTO.
 - ON.
- ◆ Un bouton de test.

FONCTIONNEMENT :

La position normale du bouton du système d'indication secours moteurs (SEI) est la position AUTO. Dans cette position si les deux (02) écrans du système EICAS sont opérationnels, le système secours moteurs est à l'arrêt, en ce cas les douze étiquettes sont occultées.

Si les deux écrans du système EICAS sont défaillants le système d'indication secours moteurs affiche automatiquement les paramètres réels ainsi que les paramètres limites (N1, EGT et N2) des deux (02) moteurs.

Le bouton de test permet de tester le système d'indication secours moteur au sol. La position ON permet au système d'indication secours moteurs d'afficher les paramètres réels ainsi que les paramètres limites (N1, EGT et N2) des deux (02) moteurs en permanence.

La position ON n'est pas recommandée quand le système EICAS est opérationnel.

III - 2 - 2 - 7 - LES MESSAGES DU SYSTEME EICAS :

Le système EICAS a six (06) niveau de messages. Les messages sont classés comme suit :

- ◆ Niveau A
- ◆ Niveau B
- ◆ Niveau C
- ◆ Niveau S
- ◆ Niveau M
- ◆ Niveau E

◆ Niveau A :

Le message du niveau A est un message où l'action corrective de l'équipage est immédiate.

Le message du niveau A apparaît en cas de feu (APU, MOTEUR, SOUTES A BAGAGES, TRAIN D'ATTERRISSAGE).

Le message du niveau A affiché sur l'écran supérieur EICAS côté gauche de couleur rouge suit des alarmes suivants:

- ◆ Les deux (02) avertisseurs feu s'allument en rouge sur le panneau (P7).
- ◆ Les deux (02) avertisseurs de défaut s'allument en ambre sur le panneau (P7).
- ◆ Une sonnerie retentit.
- ◆ La poignée coupe feu moteur s'allume rouge (en cas de feu moteur).
- ◆ La poignée coupe feu APU s'allume rouge (en cas de feu APU).
- ◆ Une étiquette s'allume rouge (en cas de feu soute à bagage avant ou soute à bagage arrière).
- ◆ Une étiquette s'allume rouge (en cas de feu train d'atterrissage).

◆ Niveau B :

Le message du niveau B est un message où l'attention de l'équipage est attirée mais l'action corrective n'est pas immédiate. Le message du niveau B apparaît en cas d'anomalies d'un ou de plusieurs systèmes avion. Le message du niveau B est affiché sur l'écran supérieur EICAS côté gauche de couleur ambre suit des alarmes suivantes :

- ◆ Les deux (02) avertisseurs de défauts s'allume ambre sur le panneau (P7).
- ◆ L'étiquette associée à l'anomalie s'allume ambre dans le cockpit.

◆ Niveau C :

Le message du niveau C est un message où l'attention de l'équipage est attirée mais l'action corrective n'est pas immédiate. Le message du niveau C apparaît en cas d'anomalie d'un ou plusieurs systèmes avion (l'anomalie n'est pas aussi importante que l'anomalie du niveau B). Le message du niveau C est affiché sur l'écran supérieur côté gauche de couleur ambre décalé d'une lettre par rapport au message niveau B suivit des alarmes suivantes :

- ◆ Les deux (02) avertisseurs de défaut s'allument ambre sur le panneau (P7).
- ◆ L'étiquette associée à l'anomalie s'allume ambre dans le cockpit.

◆ Niveau S :

Le message du niveau S est un message destiné pour l'équipage afin de déterminer l'état de l'avion pour un éventuel dispatch de l'avion ou pas. Les messages apparaissent en couleur blanche quand la page STATUS est sélectionnée.

◆ Niveau M :

Le message du niveau M est un message de maintenance. Les messages maintenance n'apparaissent qu'au sol seulement. Ils sont associés aux boutons poussoirs situés au panneau de maintenance (P61) :

- ◆ ECS/MSG.
- ◆ ELEC/HYD.
- ◆ PERF/APU.
- ◆ CONF/MCDP.
- ◆ ENG/EXCD.
- ◆ EPCS.

Les messages de maintenance permettent au personnel de la maintenance de connaître l'état de l'avion facilitant ainsi la recherche de panne. Ils apparaissent sur l'écran inférieur EICAS.

◆ Niveau E :

Le message de niveau E concerne la maintenance de l'unité de contrôle électronique moteur (EEC). Il apparaît sur l'écran inférieur EICAS. La priorité des messages est donnée comme suit :

Sur l'écran supérieur EICAS côté gauche apparaissent les messages niveau A en premier ensuite les messages de niveau B et les messages de niveau C en dernier.

III - 2 - 3 - LE PIMU : (voir fig III-36 et fig III-37)

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) du réacteur CF6-80-C2 FADEC envoie les pannes moteur et celle du EEC vers le PIMU.

Le PIMU est un calculateur localisé dans la soute électronique principal, son rôle est de garder en mémoire les anomalies du réacteur. Il affiche les pannes lors du test.

Les anomalies sont affichées sur la face frontale du PIMU bon forme de codes.

Quand le PIMU a en mémoire des pannes le message suivant apparaît sur la page EICAS ECS/MSG L (R) PIMU.

Le PIMU comprend :

◆ Un bouton de test a deux (02) positions :

- CHANAL A : pour tester le canal A du EEC.
- CHANAL B : pour tester le canal B du EEC.

◆ Un bouton BIT.

◆ Un bouton MONITOR VERIFY.

◆ Un bouton MAINTENANCE RECALL.

◆ Un bouton RESET.

◆ **BIT :**

Il permet d'afficher les pannes mémorisées dans le PIMU.

◆ **MONITOR VERIFY :**

Il permet de vérifier le PIMU. Quand on appuie sur le bouton MONITOR VERIFY le PIMU fait son auto test, après l'auto test le PIMU affiche le message READY (prêt).

◆ **MAINTENANCE RECALL :**

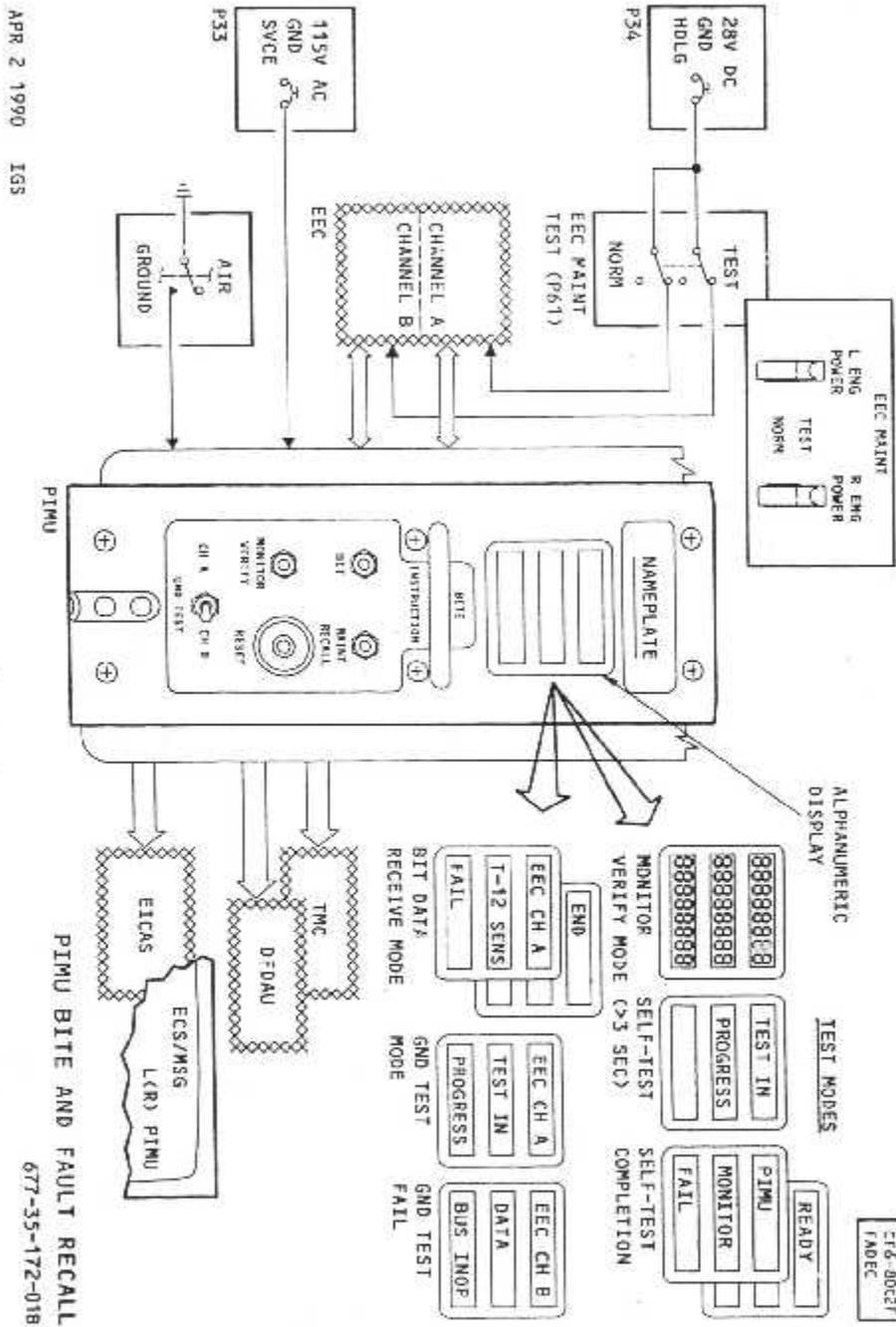
Il permet d'afficher les pannes du dernier vol.

◆ **RESET :**

Ce bouton permet d'afficher la mémoire du PIMU.

NB :

Il y a un seul PIMU pour chaque moteur.



APR 2 1990 IGS

PIMU BITE AND FAULT RECALL
677-35-172-018

Fig III-36

110944

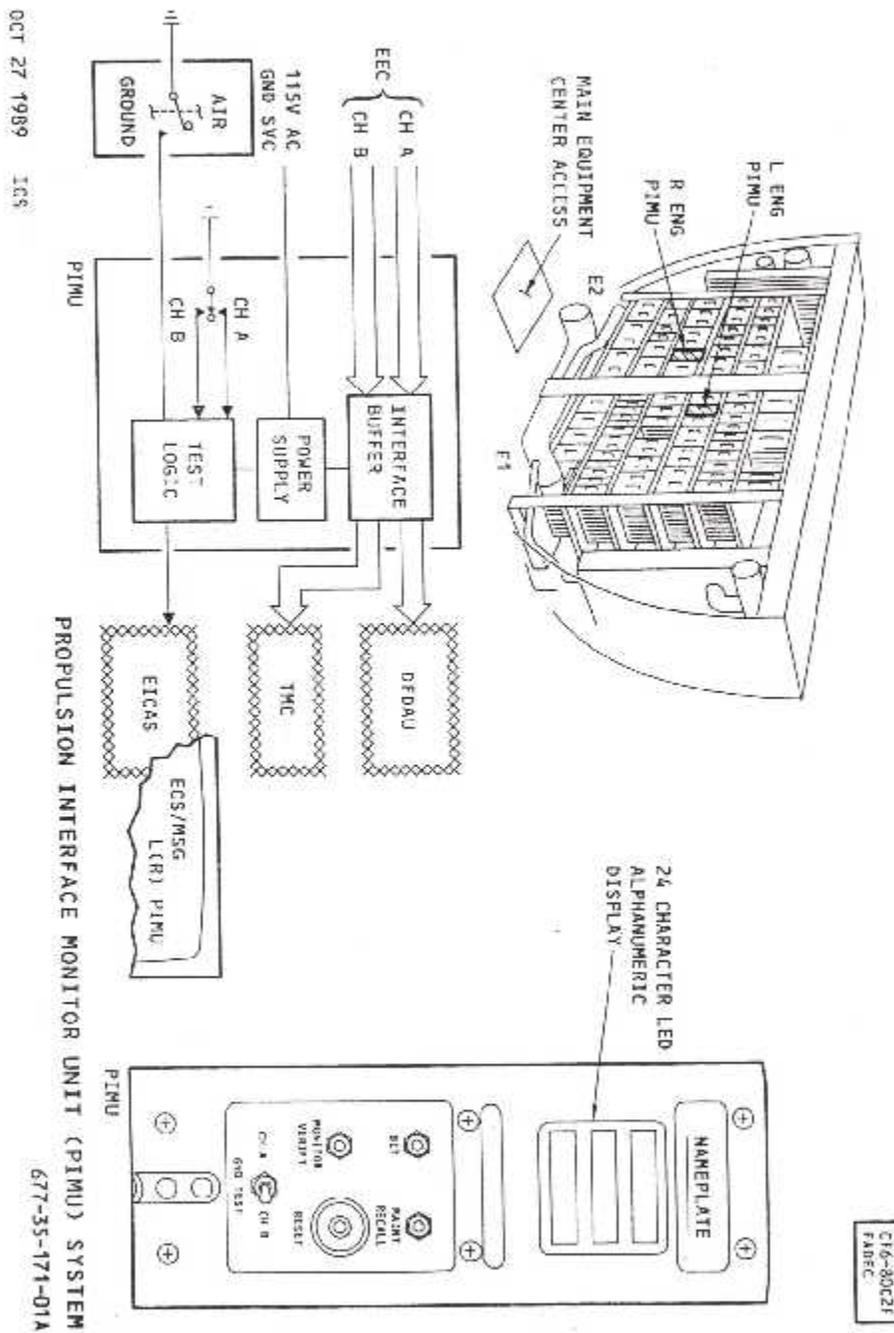


Fig III-37

III - 2 - 4 - MAINTENANCE DU CF6-80-C2 :(voir fig III-35)

La maintenance du réacteur CF6-80-C2 FADEC est assurée par les pages de maintenance :

- ◆ **PERF/APU.**
- ◆ **ENG EXCD.**
- ◆ **EPCS.**
- ◆ **CONF/MCDP.**

III - 2 - 4 - 1 - PAGE PERF/APU :

Cette page permet d'afficher les informations suivantes des deux réacteurs :

- ◆ N1 commandé.
- ◆ N1 maximum.
- ◆ N1 réel.
- ◆ Position sélectionnée des manettes de poussée.
- ◆ EGT.
- ◆ N2.
- ◆ Mesure du débit carburant.
- ◆ Pression carburant.
- ◆ Pression d'air de soutirage.
- ◆ Position reverse.
- ◆ Pression d'huile.
- ◆ Température d'huile.
- ◆ Quantité d'huile.
- ◆ Vibration (FAN-LPT-N2-BB).

III - 2 - 4 - 2 - PAGE ENG EXCD :

Cette page permet d'afficher les dépassements moteur ainsi que la durée de dépassement (N1-EGT-N2). Concernant l'EGT cette page a la possibilité d'afficher :

- 1- L'EGT des onze (11) derniers démarrages moteur de la plus grande valeur atteinte à la plus petite valeur ainsi que leur durée de dépassement respectifs.
- 2- L'EGT ambre en vol de la plus grande valeur atteinte à la plus petite valeur.

III - 2 - 4 - 3 - PAGE EPCS :

Cette page permet d'afficher les informations suivantes des deux réacteurs :

- ◆ Position VSV.
- ◆ Position VBV.
- ◆ Position manette de poussée.
- ◆ T12.
- ◆ P0.
- ◆ Position de la vanne de refroidissement du carter turbine haute pression.
- ◆ Position de la vanne de refroidissement du carter turbine basse pression.
- ◆ Position de la demi-couronne gauche reverse.
- ◆ Position de la demi-couronne droite reverse.
- ◆ T25.
- ◆ T3.
- ◆ PS3.

III - 2 - 4 - 4 - PAGE CONF/MCDP :

Cette page permet d'afficher les informations suivantes :

- ◆ Type des moteurs.
- ◆ Type du système d'indication.
- ◆ Calculateur de commande de poussée (TMC).
- ◆ Calculateur de gestion de vol (FMC).
- ◆ EPCS.

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) envoie toutes les anomalies du moteur vers le PIMU pour les mémoriser et les afficher lors des tests. Le PIMU est localisé dans la soute électronique principale.

CHAPITRE IV

*Comparaison de la
maintenance
des réacteurs*

*CF6-80-C2 FADEC
et le CFM56-7B*

IV – COMPARAISON DE LA MAINTENANCE DES REACTEURS CF6-80-C2 ET LE CFM56-7B

LA MAINTENANCE DU REACTEUR CF6-80-C2 FADEC	LA MAINTENANCE DU REACTEUR CFM56-7B
<p>La maintenance du réacteur CF6-80-C2 FADEC est fait selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des protocoles établies par le constructeur. - Les protocoles définissent les inspections, ces inspections sont réparties comme suit : <p>½ CHECK A : chaque 250 heures de fonctionnement.</p> <p>CHECK A : chaque 500 heures de fonctionnement.</p> <p>Les CHECK A sont réparties de A1 à A10 entre chaque A il y a un intervalle de 500 heures de fonctionnement.</p> <p>CHECK C : cette inspection ce fait chaque 5000 heures de fonctionnement.</p>	<p>La maintenance du réacteur CFM56-7B est fait selon :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des protocoles établies par le constructeur. - Les protocoles définissent les inspections, ces inspections sont réparties comme suit : <p>½ CHECK A : chaque 250 heures de fonctionnement.</p> <p>CHECK A : chaque 500 heures de fonctionnement.</p> <p>Les CHECK A sont réparties de A1 à A10 entre chaque A il y a un intervalle de 500 heures de fonctionnement.</p> <p>CHECK C : cette inspection ce fait chaque 5000 heures de fonctionnement.</p>

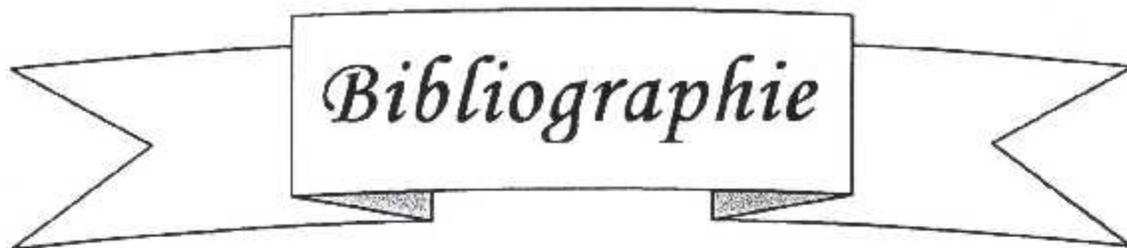
<p>- Les anomalies sont affichées sous forme de message sur l'écran supérieur EICAS.</p> <p>- Le suivi du moteur se fait suivant les pages de maintenance suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - PERF/APU. - ENG EXCD. - EPCS. - CONF/MCPD. <p>- La page PERF/APU affiche les paramètres suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ N1 commandé. ◆ N1 maximum. ◆ N1 réel. ◆ Position sélectionnée des manettes de poussée. ◆ EGT. ◆ N2. ◆ Mesure du débit carburant. ◆ Pression carburant. ◆ Pression d'air de soutirage. ◆ Position reverse. ◆ Pression d'huile. ◆ Température d'huile. ◆ Quantité d'huile. ◆ Vibration (FAN-LPT-N2-BB). 	<p>- L'EEC a la capacité de mémoriser les panne des dix (10) derniers vols et les affiche sur le CDU le menu comprend PANNE RECENT.</p> <hr/> <p>- L'EEC affiche les pannes recents c'est à dire du dernier vol.</p> <p>- Il donne le numéro du message ainsi que ce celle de l'anomalie.</p> <p><u>HISTORIQUE DES PANNES :</u></p> <p>- L'EEC affiche l'historique des pannes durant ces dix (10) derniers vols.</p> <p><u>IDENT/CONF :</u></p> <p>- L'EEC affiche toutes ces données concernant l'EEC le moteur et l'avion.</p> <p><u>TEST AU SOL :</u></p> <p>- Cette page permet de faire le test du :</p> <ul style="list-style-type: none"> - EEC. - REVERSE. - VERINS.
--	--

<ul style="list-style-type: none">- La page ENG EXCD. Elle affiche les dépassement moteur (EGT, N1, N2) ainsi que la durée de dépassement.- La page EPCS. Cette page affiche tous les paramètres moteur pour faite le suivi moteur.- La page CONF/MCDP. Elle affiche les informations et l'identification du moteur.- Le PIMU : <p>le PIMU mémorise les pannes moteur ainsi que les anomalies du EEC. Il affiche lors du test PIMU.</p>	<p><u>DONNEES DE SUIVI :</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Cette page permet de tester :- CONTROLE DES BOUCLES.- CONTROLE DES PRESSIONS.- CONTROLE DES TEMPERATURES.- CIRCUIT CARBURANT.- CIRCUIT DE GRAISSAGE.- VITESSE.
--	---

Conclusion

A l'issue de mon travail je peut conclure que :

- 1) La maintenance aéronautique est d'une importance capitale le bonne maintenance assure la sécurité de l'aéronef.*
- 2) Le CF6-80-C2 FADEC est commandé par l'EEC, le PIMU mémorise les pannes moteur. Les pages de maintenance PERF/APU – ENG/EXCD – CONT/MCDP – EPCS permettent d'afficher toutes les données du réacteur.
Les messages d'alarme apparaissent sur l'écran EICAS.*
- 3) Le CFM56-7B est commandé par l'EEC, ce dernier a la capacité de mémoriser les pannes des 10 dernier vols.*
- 4) Les données de maintenance du CFM56-7B sont plus précises que celle du CFM56-7B.*
- 5) Le dépannage set plus rapide sur le CFM56-7B.*



Bibliographie

- 1- *le système de contrôle du réacteur CF6-80-C2 FADEC. Boeing 767-300. Thèse Promotion 2002*
- 2- *maintenance du réacteur CFM56-7B. Thèse promotion 2001.*
- 3- *Etude comparative des réacteurs CF6-80-C2 FADEC et le CFM56-7B. thèse Promotion 2003.*
- 4- *Système de contrôle de Boeing 767-300. Promotion 2001.*
- 5- *Compenent identification answerbook CFM56-7B CTC-189. CD-ROM.*
- 6- *Aircraft Maintenance Manuel (AMM) Boeing 737-800. CD-ROM.*
- 7- *Dictionnaire technique de l'aéronautique Anglais/français- German.*

GLOSSAIRE

ENGLISH	FRANÇAIS
Accessory Gear Box (AGB)	Boite d'entraînement des accessoires
Auxiliary Power unit (APU)	Groupe auxiliaire de puissance
Bleed valve	Vanne de soutirage
Bore cooling valve (BCV)	Vanne de refroidissement
bearing	Roulement
Core compartment cooling valve (CCCV)	Valve de refroidissement du moteur et de ces accessoires
Climb	Montée
Cruise	Croisière
Contrôl loops	Contrôle des boucles
Engine (ENG)	Moteur
Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM)	Système de surveillance électronique centralisé
Electronic Engine Control (EEC)	Unité de contrôle moteur
Exhaust Gas Turbine (EGT)	Température des gaz d'échappement
Engine Indicating and crew Alerting system (EICAS)	Système d'indication des paramètres moteur et d'alarmes
Empty	Vide
Eleventh Stage Cooling Valve (ESCv)	Vanne de refroidissement du 11 ^{ème} étage
Electro Hydraulic Servo Valve (EHSV)	Electro-hydraulique servo vanne
Full Authority Digital Electronic Control (FADEC)	Système de régulation électronique numérique
ECS/MSG	Conditionnement d'air
ELEC/HYD	Electricité/Hydraulique
EPCS	Système de contrôle électronique de propulsion
ENG EXCD	Dépassement moteur
Fawoard	Avant
Fuel Filter Clog	Colmatage du filtre d'huile
Fuel/Oil Heat Exchanger	Echangeur thermique carburant/huile
Fire	Feu
Fault Hystory	Hystorique des pannes

Hydromecanical Unite (HMU)	Régulation principal carburant
Heat	Chaleur
Hight pressur turbine	Turbine haute pression
Actif clearance control (HPTACC)	Contrôle actif du jeu turbine haute pression
Integrated Drive Generator (IDG)	Alternateur
Intel guide vane (IGV)	Aube de pré rotation
Ignition	Allumage
Maximum Continous thrust	Poussée maximum continue
Outlet Guide vane (OGV)	Aubage redresseur FAN
Oil Low Pressure	Baisse de pression d'huile
Oil Clog	Colmatage du filtre d'huile
Pressure Pump	Pompe de pression
Primary Engine Desplay	Paramètre primaire moteur
Reverse (REV)	reverse
Relif Valve	Clapet de surpression
Recent Fault	Panne recents
Scavenge pump	Pompe de récupération
Suplly Pump	Pompe de distribution
sump	Puisards
Status	etat
Switch	Interrupteur
Servo fuel heather	Echangeur thermique huile/carburant
Tank	Reservoir
Take Off	Décollage
Total Air Temperatur	Température total de l'air
Transfert Gear Box	Boîte de transmission
Variable Bleed Valve	Vanne de décharge
Variable Stator Valve	Stator a calage variable