

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université SAAD DAHLEB de BLIDA  
Faculté des sciences de l'ingénieur  
Département Aéronautique



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
جامعة سعد دحلب البليدة  
كلية علوم الهندسة  
دائرة علم الطيران

# PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DES ETUDES UNIVERSITAIRES APPLIQUEES (D.E.U.A)

*Option : PROPULSION*

Thème :

**LES LIMITES DE FONCTIONNEMENT  
DU MOTEUR CF6-80 E1  
EQUIPANT L'AIR BUS A330-200**

Présenté par :

Encadré par :

\* Melle. BELLI LATIFA



Mr. GUENDOZ EL OUATHIK



Mr. KBAB HAKIM

Promotion 2007-2008



## Résumé:

*Le but de ce travail est de montrer d'une manière générale la méthode de recherche de panne du moteur CF6-80 E1 suite à un dépassement de limite de fonctionnement nécessitant un passage obligatoire au centre révision moteur.*

## Summary:

*The purpose of this work is to show in a general way the method searching for trouble shooting of engine CF6-80 E1 caused by an over limit of functioning requiring a course necessary for the center revision engine.*

## ملخص :

الهدف من هذا العمل السماح برؤية عامة لطريقة البحث عن العطب جراء تجاوز الحدود المسموح بها لتشغيل المحرك النفاث CF6-80 E1 التي تحتتم صيانة هذا الأخير في مركز صيانة المحركات با لخطوط الجوية الجزائرية

# REMERCIEMENTS

## REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, je tien à remercier le bon dieu de m'avoir donné la capacité et le courage pour pouvoir réaliser ce projet.*

*J'exprime mes remerciements à mon promoteur monsieur GUENDOUZ el ouathik Abdellatif de m'avoir encadrée et conseillée durant mon stage pratique et mon Co- promoteur monsieur KBAB Hakim qui m'a dirigée et assisté pour réaliser ce travail*

*Ainsi, que tous les techniciens et les ingénieurs de l'H400 d'AIR ALGERIE surtout Mr ZEBAR, Mr GUELLATI , Mr HALIM, Mr KASSI, Mr AOUNE-SEGHIR, Mr BELHACHAT, Mr ZETCHI et Mr ABED sans oublié monsieur BENCHIHEB et le chef département engineering Mr N.SEGHIR.*

*J'adresse également mes remerciements aux membres du jury qui me fait l'honneur d'évaluer ce modeste travail et à tous les enseignants de l'institut aéronautique.*

*Un chaleureux merci a tout qui mon soutenue de prés ou de loin pour réaliser ce travail.*

*A tous vont mes sincères remerciements*

# DEDICACES

## DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail :*

A celle qui ma tout donné et rien laisser pour elle, la source de tendresse, à ma très chère maman.

A mon père qui ma toujours soutenu et aide le long de mes études, qui ma arroser de tant d'amour en me voyant grandir, merci mon père.

*A mes très chers frères RIDA et ANWER.*

*A mes très chères sœurs LINDA, NAW EL, HANNAN et NESSRINE.*

*A toute la famille BELLI, BOUTI. LADJALI et CHIBOUT.*

*A tous mes oncles et mes tantes.*

*A tous mes professeurs de l'université.*

*A tous les employés d'Air Algérie.*

*Tous ceux que je connais et me connaisse.*

# SOMMAIRE

## SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION

### CHAPITRE I : DESCRIPTION GENERALE DU MOTEUR CF6-80 E1

I-1 DESCRIPTION DU MOTEUR CF6-80 E1.....	01
I-1-1 LES CARACTERISTIQUES DU MOTEUR.....	01
I-1-2 LES PERFORMANCES DU MOTEUR.....	02
I-2 DIFFERENTS MODULES DU MOTEUR CF6-80 E1.....	03
I-2-1 MODULE FAN.....	04
I-2-2 MODULE CORE.....	05
I-2-3 MODULE TURBINE HAUTE PRESSION.....	05
I-2-4 MODULE TURBINE BASSE PRESSION.....	06
I-2-5 MODULE BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRE.....	07
I-3 LES STATIONS AERODYNAMIQUES DU MOTEUR.....	08
I-4 FONCTIONNEMENT DU MOTEUR CF6-80 E1.....	09
I-5 LES DIFFERENTS CIRCUITS DU MOTEUR.....	09
I-5-1 CIRCUIT DE GRAISSAGE.....	09
I-5-1-1 LE ROLE DE CIRCUIT.....	10
I-5-1-2 LES DIFFERENTS ELEMENTS DE CIRCUIT.....	10
I-5-1-3 L'INDICATION.....	11
I-5-2 CIRCUIT DE CARBURANT.....	11
I-5-2-1 LE ROLE DE CIRCUIT.....	12
I-5-2-2 LES DIFFERENTS ELEMENTS DE CIRCUIT.....	12
I-5-2-2 LE CONTROLE.....	12
I-5-3 CIRCUIT DE DEMMARRAGE.....	14
I-5-3-1 LE ROLE DE CIRCUIT.....	14
I-5-3-2 LES DIFFERENTS ELEMENTS DE CIRCUIT.....	15
I-5-4 CIRCUIT D'ALLUMAGE.....	15
I-5-4-1 LE ROLE DE CIRCUIT.....	16
I-5-4-2 LES DIFFERENTS ELEMENTS DE CIRCUIT.....	16
I-5-5 CIRCUIT D'AIR.....	16
I-5-4-1 LES DIFFERENTS ELEMENTS DE CIRCUIT.....	17
I-5-4-2 SYSTEME DE CONTROLE DU JEU ACTIF DE LA TURBINE.....	17

### CHAPITRE II : LE SYSTEME FADEC DU MOTEUR CF6-80 E1

II-1 DEFINITION.....	18
II-2 ROLE DE SYSTEME FADEC.....	19
II-3 DESCRIPTION DES DIFFERENTS CONSTITUANTS DU SYSTEME FADEC.....	20
II-3-1 L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE (ECU).....	20

II-3-2 L'UNITE HYDROMECHANIQUE (HMU).....	23
II-3-3 L'ALTERNATEUR ECU (PMA).....	26
II-3-4 LES STATORS A CALAGE VARIABLE (VSV).....	27
II-3-5 LES VANNES DE DECHARGE (VBV).....	28
II-3-6 SYSTEME DE CONTROLE DU JEU ACTIF DE L'HPT.....	29
II-3-7 SYSTEME DE CONTROLE DU JEU ACTIF DE L'LPT.....	30
II-3-8 SYSTEME DE DEMMARRAGE.....	31
II-3-9 LA VANNE DE REFROIDISSEMENT AIR/HUILE DE L'IDG.....	32
II-3-10 LA VANNE DE REFROIDISSEMENT (BCV).....	32
II-3-11 LA VANNE DE REFROIDISSEMENT (CCCV).....	33
II-3-12 LES INVERSEURS DE POUSSEE.....	34
II-4 LES DIFFERENTS CAPTEURS (SONDES) DU MOTEUR.....	35
II-4-1 LES SONDES DE TEMPERATURE.....	35
II-4-1-1 LA SONDE T12.....	35
II-4-1-2 LA SONDE T4.9 (EGT).....	36
II-4-1-3 LA SONDE P/T2.5.....	36
II-4-1-4 LA SONDE T5.....	37
II-4-1-5 LA SONDE T3.....	38
II-4-1-6 LA SONDE DE TEMPERATURE DE CARBURANT.....	38
II-4-1-7 LA SONDE DE TEMPERATURE D'HUILE.....	39
II-4-2 LES CAPTEURS DE PRESSION.....	39
II-4-2-1 CAPTEUR DE PRESSION Ps12.....	39
II-4-2-2 CAPTEUR DE PRESSION Ps3.....	39
II-4-2-3 SONDE DE PRESSION P0.....	40
II-4-2-4 LA SONDE Ps14.....	41
II-4-3 LES SONDES DE VITESSE.....	41
II-4-3-1 LA SONDE DE VITESSE N1.....	41
II-4-3-2 LA SONDE DE VITESSE N2.....	42
II-4-4 LES CAPTEURS DE VIBRATION DU MOTEUR.....	43

### *CHAPITRE III : LES LIMITES DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR CF6-80 E1*

III-1 LES LIMITES OPERATIONNELS.....	44
III-1-1 LES LIMITES DE TEMPERATURE.....	44
III-1-1-1 TEMPERATURE DES GAZ D'ECHAPPEMENT (EGT).....	44
III-1-1-2 TEMPERATURE D'HUILE.....	44
III-1-1-3 TEMPERATURE DE CARBURANT.....	44
III-1-2 LES VITESSES MAXIMALES ACCEPTABLES DES ROTORS.....	45
III-1-3 LES LIMITES DE PRESSION.....	45
III-1-3-1 LES LIMITES DE PRESSION DE CARBURANT A L'ENTREE.....	45
III-1-3-2 LES LIMITES DE PRESSION D'HUILE.....	45
III-2 LES PANNEES DE SYSTEME FADEC.....	45
III-2-1 INTERROGER L'ECU.....	45
III-2-2 ISOLATION DES PANNE DE SYSTEME FADEC.....	46

<i>III-3 TABLEAUX RECAPULATIF DE RECHERCHE DE PANNE.....</i>	<i>46</i>
<i>III-4 EXEMPLES DE RECHERCHE DE PANNE.....</i>	<i>50</i>
Ø <i>EXEMPLE 01.....</i>	<i>50</i>
Ø <i>EXEMPLE 02.....</i>	<i>52</i>
Ø <i>EXEMPLE 03.....</i>	<i>53</i>
Ø <i>EXEMPLE 04.....</i>	<i>55</i>
Ø <i>EXEMPLE 05.....</i>	<i>56</i>
Ø <i>EXEMPLE 06.....</i>	<i>57</i>
Ø <i>EXEMPLE 07.....</i>	<i>58</i>
Ø <i>EXEMPLE 08.....</i>	<i>59</i>
Ø <i>EXEMPLE 09.....</i>	<i>62</i>
Ø <i>EXEMPLE 10.....</i>	<i>64</i>
Ø <i>EXEMPLE 11.....</i>	<i>67</i>
Ø <i>EXEMPLE 12.....</i>	<i>68</i>

# LISTE DES ABRIVIATIONS

## LISTE DES ABRIVIATIONS

<i>A/C</i>	<i>: Aircraft</i>
<i>AC</i>	<i>: Courant Alternatif</i>
<i>ACC</i>	<i>: contrôle de jeu</i>
<i>AGB</i>	<i>: Boite de commande des accessoires</i>
<i>APU</i>	<i>: Unit de puissance auxiliaire</i>
<i>BCV</i>	<i>: Vanne de refroidissement</i>
<i>BP</i>	<i>: Basse pression</i>
<i>CCDL</i>	<i>: Cross channel data link</i>
<i>CCCV</i>	<i>: Vanne de refroidissement moteur et accessoire</i>
<i>C°</i>	<i>: Degré Celsius</i>
<i>CDU</i>	<i>: Boite de commande et d'affichage</i>
<i>CDS</i>	<i>: Système de visualisation commune</i>
<i>CH A</i>	<i>: Canal A</i>
<i>CH B</i>	<i>: Canal B</i>
<i>CR</i>	<i>: Croisière</i>
<i>ECU/EEC</i>	<i>: Unité électronique de contrôle moteur</i>
<i>EGT</i>	<i>: Température des gaz d'échappement</i>
<i>EHSV</i>	<i>: Electro-hydraulique servo valve</i>
<i>EIVMU</i>	<i>: Unité de contrôle de vibration et interface moteur</i>
<i>FADEC</i>	<i>: Système de régulation électronique numérique à plain autorité</i>
<i>FMV</i>	<i>: Galet doseur</i>
<i>HDS</i>	<i>: Arbre d'entraînement horizontal</i>
<i>HMU</i>	<i>: Unité hydromécanique</i>
<i>HP</i>	<i>: Haute pression</i>

*HPC : Compresseur haute pression*

*HPSOV : Robinet carburant haute pression*

*HPTACC : Contrôle de jeu turbine haute pression*

*IDG : Alternateur/Génératrice*

*IGB : Arbre de transmission*

*IGV : Vanne directrice*

*KPA : Unité de mesure*

*L & S : Lubrification et Refoulement*

*LPC : Compresseur basse pression*

*LPT : Turbine basse pression*

*LPTACC : Contrôle de jeu turbine basse pression*

*LVDT : Transformateur linéaire différentiel variable*

*N1 : La vitesse de l'attelage basse pression*

*N2 : La vitesse de l'attelage haute pression*

*OGV : Aube directrice de sortie*

*OSG : Gouverneur de survitesse*

*PSI : Unité de mesure*

*RVDT : Transmetteur rotatif variable différentielle*

*SFC : La consommation spécifique du carburant*

*SOV : Valve de soutirage*

*TAT : Température total d'air*

*TGB : Boite de transfert*

*TRS : Inverseur de poussée*

*VBV : Vanne de décharge*

*VSV : Valve stator a calage variable*

## ***INTRDUCTION***

L'aviation est le domaine de prédilection de la maintenance du fait qu'on ne peut se permettre aucune panne majeure en cours de navigation. Ce qui nous conduit en premier lieu à choisir une maintenance préventive suivant un potentiel en heures de vol ou en cycle décollage- atterrissage.

Dans notre études, on s'est intéressé à étudié les limites de fonctionnement du moteur **CF6 80 E1** qui équipe l'**AIR BUS 330** et de montrer d'une manière générale la méthode de recherche de panne de ce dernier en cas d'un dépassement de ces limites.

Afin de mener à bien notre étude nous avons devisé ce travail en trois chapitres dont le premier est consacré à une recherche bibliographique du moteur de point de vue technologique et fonctionnement. Par contre le deuxième chapitre est consacré à l'étude du le système **FADEC** de ce moteur où une description générale est faite. Le troisième chapitre fera l'objet de l'étude des limites de fonctionnement du moteur **CF6 80 E1** ainsi que les procédures appliqués en **Air Algérie** pour inspecter puis réparer si nécessaire. En fin une conclusion est tirée.

### I-1-Description :

Le CF6-80 E1 est un moteur double corps double flux, turbofan à écoulement axial à haut taux de dilution, d'une conception entièrement modulaire pour faciliter sa maintenance (démontage d'un module sans le désassemblage totale du moteur) .Equiper de la dernière technologie électronique son system FADEC est parmi les plus performants au monde lui permettant de réduire considérablement sa consommation spécifique. (Figure I-1)

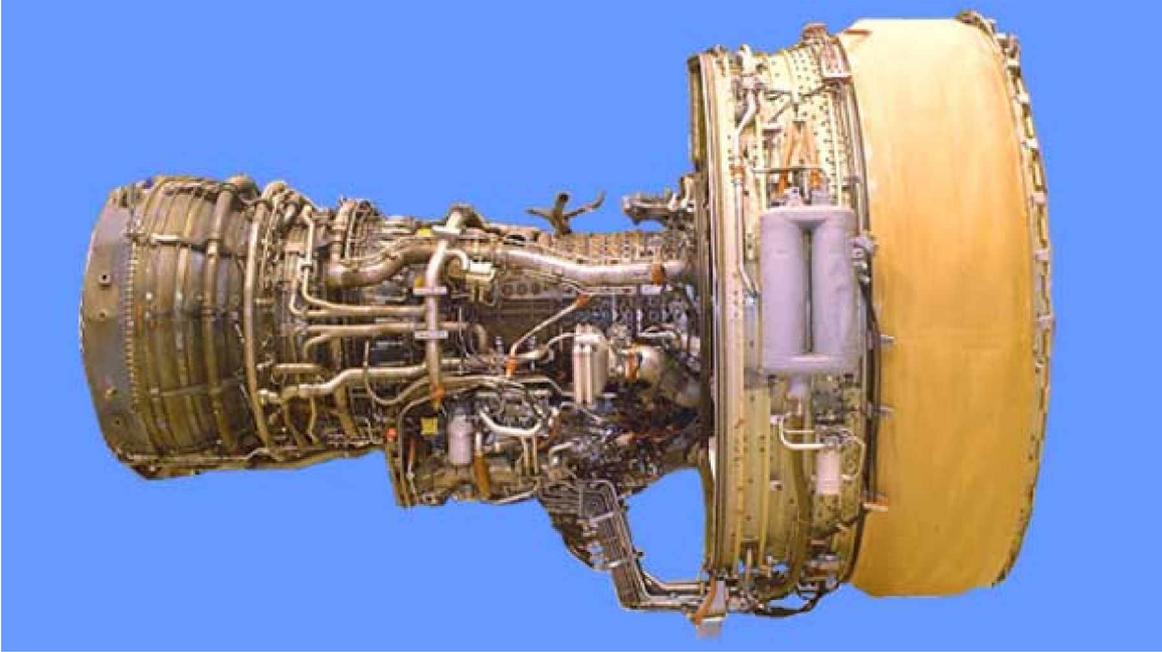


Figure (I-1) : REACTEUR DOUBLE FLUX CF6-80 E1

#### I-1-1- Les Caractéristiques Du Moteur :

- *Diamètre:*  
Le diamètre extérieur du fan est de 106.64 pouces (2.71 m) et le diamètre intérieur et de 96.00 pouces (2.44 m).
- *Largeur:*  
La largeur maximale est de 114.13 pouces (2.90 m).
- *Hauteur :*  
La hauteur maximale est de 113.13 pouces (2.88 m).

- *Longueur:*

La longueur du moteur est de 168.41 pouces (4.28 m). Elle est mesurée à partir du spinner cône du fan jusqu'aux brides du carter inférieur de la turbine basse pression.

- *Poids :*

Le poids du moteur est de 10.850Lbs (5074 Kg).

Le poids de la nacelle est de 3.603Lbs (1081 Kg).

Ø Le centre de gravité du moteur CF6 80 E1 est localisé sur la station 218.8 +/-2.0 in.

- Tableau de poids de chaque module du moteur:

Les modules du moteur	Le poids approximatif
Module fan	3.424 LBS (1712 Kg)
Module core	2.073 LBS (941.14 Kg)
Module turbine haute pression	885 LBS (401.8 Kg)
Module turbine basse pression	2.164 LBS (982.45 Kg)
Le poids de l'arbre turbine basse pression	278 LBS (126.12 Kg)
Les deux ensembles	2442 LBS (1108.66 Kg)
Module Gearbox	293 LBS (146.5 Kg)

TABLEAU (I-1) : POIDS DES DIFFERENTS MODULES

### I-1-2-Les Performances Du Moteur :

- Consommation du carburant spécifique à la puissance maximale (lbs/h/HP) 0.332-0.345.
- Puissance maximale au niveau de la mer: 67500-72000 lbf (30000 à 32700 kgf).
- Puissance produite par le flux primaire 20% de la poussée totale.
- Puissance produite par le flux secondaire 80% de la poussée totale.
- Taux de délutions : 5-5.1.
- le rapport total de pression à plein puissance : 32.4 - 34.8.

- Régime N2: 100%=9827.0 tr/min.  
120%=11792.4 tr/min.
- Régime N1: 100%=3320.6 tr/min.  
120%=3984.7 tr/min.
- EGT maximale: 975 °C.

### I-2- Les Différents Modules Du Moteur CF6 80 E1 :

Le moteur CF6 80 E1 est constitué de cinq modules principaux qui sont: (figure I-3)

- Module Fan.
- Module Core.
- Module turbine haute pression.
- Module turbine basse pression.
- Module Gearbox (boite d'entraînement des accessoires).

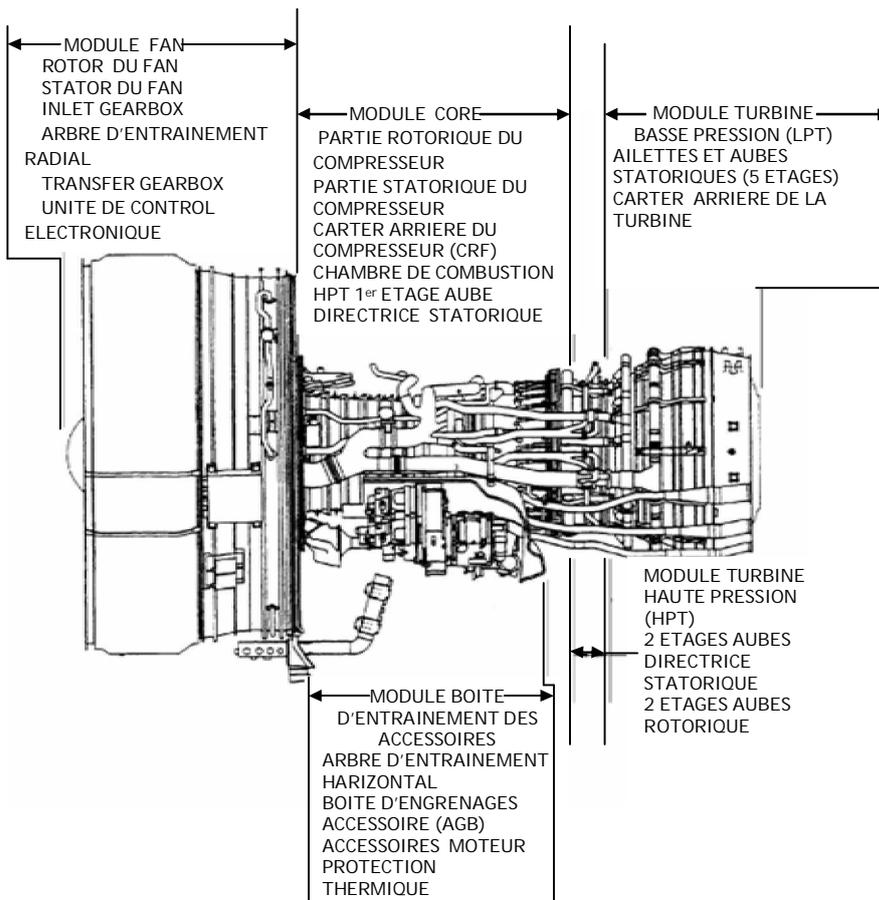


FIGURE (I-2) : LES DIFFERENTS MODULES DU MOTEUR

### I-2-1-Module Majeur Fan :

Le module fan se compose de cinq étages, un étage soufflante, et quatre étages de compresseur basse pression, ce module est installé à l'avant moteur, coller au module core. Le fan engendre à lui seul le flux secondaire et fournit approximativement 80% de poussée totale du moteur. (Figure I-4)

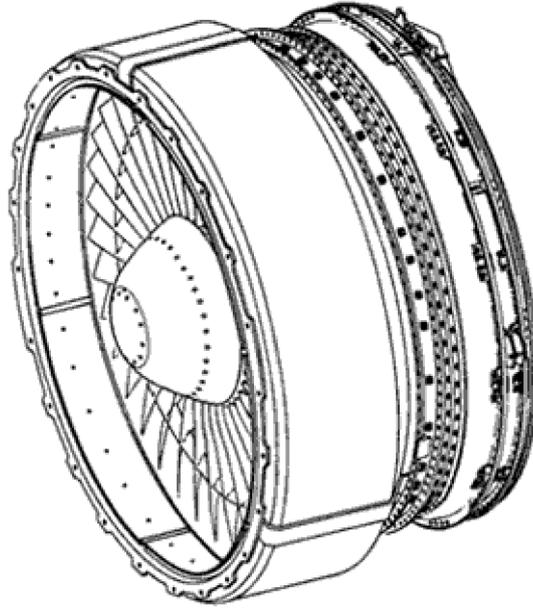


FIGURE (I-3) – MODULE MAJEUR FAN

Ø Les principaux composants constituant le module fan sont :

- Le Carter avant et arrière Fan.
- Sump A : se situe sur le support fan, elle est constituée de trois roulements 1B, 2R et 3R.
- Le Rotor Fan (disk et les ailettes fan).
- Compresseur basse pression (Spool).
- Le Cône du Fan.
- Le séparateur huile/carburant.
- Les Aubages Directrices de sortie (OGV).
- Panneaux acoustiques.

### I-2-2-Module Majeur Core:

Le module core est installé à l'arrière du module Fan, Le module core engendre 20% de la poussée du moteur à travers l'accélération du débit d'air primaire. Il a pour rôle aussi de faire tourner le couple moteur à l'AGB. (Figure I-5)

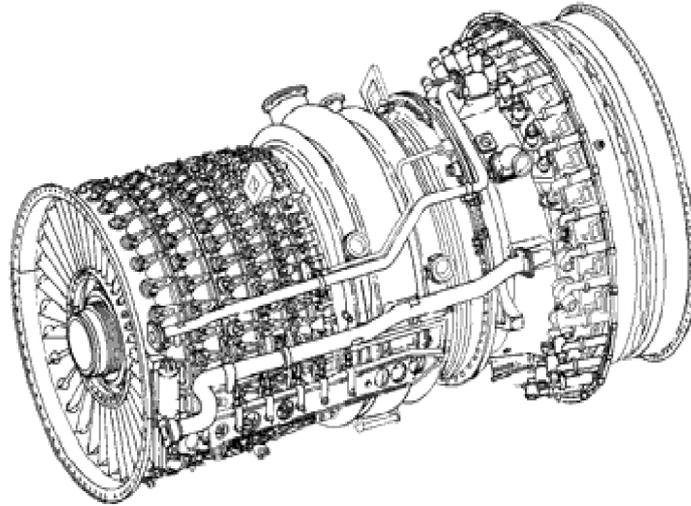


FIGURE (I-4): MODULE MAJEUR CORE

Ø Le module core se constitue de:

- Quatorze étages compresseurs haute pression.
- Une chambre de combustion annulaire.
- Palier B : se situent à l'arrière du support du compresseur, ils se composent de trois roulements 4B, 4R.

### I-2-3-Module Turbine Haute Pression:

Ce module est installé à l'arrière du module core, il est Constitué de deux (02) étages, il transforme l'énergie calorifique des gaz chauds en énergie mécanique pour entraîner le HPC et l'AGB. L'ensemble HPC et HPT forme l'attelage haute pression, il tourne à une vitesse N2. (Figure I-6)

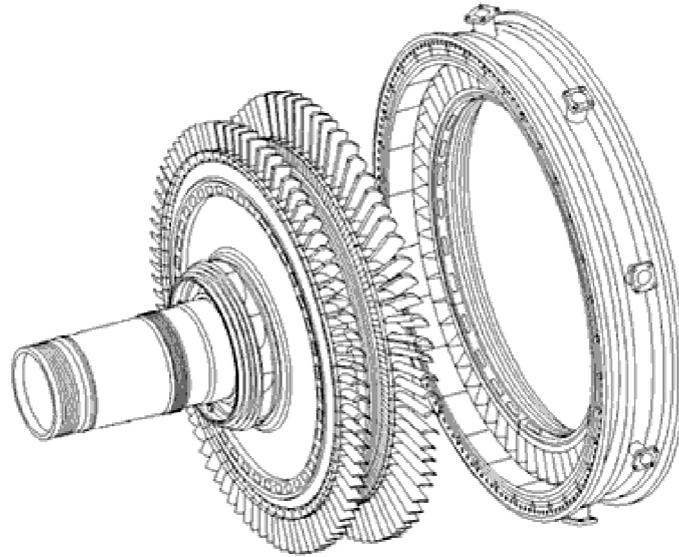


FIGURE (I-5) : MODULE TURBINE HAUTE PRESSION

#### 1-2-4-Module Turbine Basse Pression:

Le module LPT est à l'arrière du module de HPT, il est constitué de cinq (5) étages, il transforme l'énergie des gaz chauds en énergie mécanique pour entraîner LPC et la soufflante. FAN, LPC et LPT forme l'attelage basse pression, il tourne à une vitesse N1. (Figure I-7)

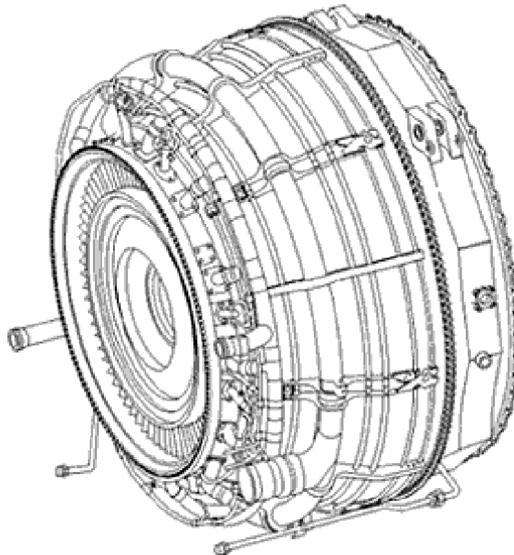


FIGURE (I-6) : MODULE TURBINE BASSE PRESSION

### 1-2-5-Module Boite D'entraînement D'accessoire (GEARBOX) :

Le module de commande d'accessoires est installé au-dessous du module core. Le module est monté au dessous du carter du compresseur, ce module transfère le couple à partir du rotor HPC à l'AGB via l'IGB et la TGB pour entrainer les divers accessoires moteur et d'avion à différentes vitesses. Les composants du module sont cites ci-dessous: (Figure I-8)

#### Ø Sur la face avant:

- Un (1) Régulateur carburant (HMU).
- Deux (2) pompes hydrauliques.
- Un (1) Tachymètre N2 (capteur de vitesse).
- Générateur magnétique permanent (PMA).
- Pompe de lubrification et de récupération.
- Deux (2) indicateurs de pression d'huile.
- Un (1) indicateur de basse pression d'huile.

#### Ø Sur la face arrière:

- Une pompe d'alimentation carburant (Fuel Pump).
- Démarreur pneumatique.
- Une vanne de démarrage.
- Un (1) échangeur principal huile/carburant.
- Un (1) filtre carburant.
- Un Switch de colmatage filtre carburant.

#### Ø Sur la partie droite (Vue d'arrière) :

- Un Servo fuel heater.
- Echangeur IDG huile /carburant.

- Débitmètre.

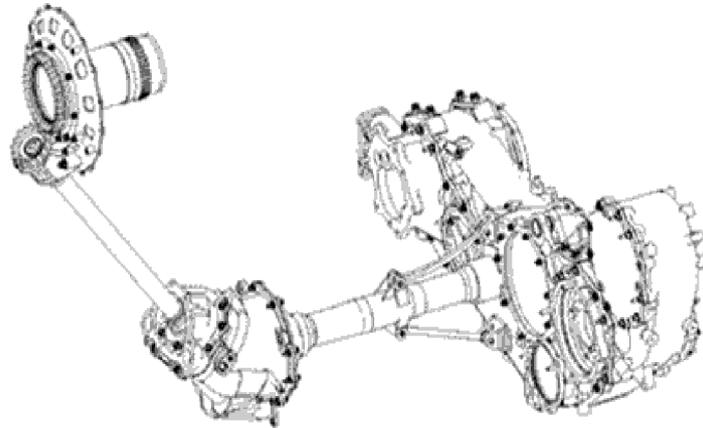


FIGURE (I-7) : MODULE BOITE D'ENTRAINEMENT

### I-3-Les Stations Aérodynamiques Du Moteur:

Pour l'étude des performances du et son bon fonctionnement, le moteur a été divisé en plusieurs stations aérodynamiques.

La liste suivante identifie les numéros des stations alphanumériques et nomenclature dans les quelles les indicateurs sont installer pour le CF6 80 E1:

- *Station 0*: atmosphère ambiante (température et pression ambiante).

#### ∨ Flux primaire:

- *Station 2*: entrée de 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 49.5*: entrée turbine basse pression.
- *Station 5*: sortie turbine basse pression.

- Station 9 : Ejection du flux primaire.

#### ✓ Flux secondaire:

- Station 1.2: entré d'air.
- Station 1.4: sortie stator fan (OGV+STRUT).
- Station 1.8: Ejection du flux secondaire.

### I-4-Fonctionnement du moteur CF6 80 E1:

L'air aspiré par le réacteur sera reparti en deux écoulements grâce à la soufflante:

- Ø L'air primaire qui sera comprimé par le compresseur basse pression ensuite par le compresseur haute pression, mélangé avec le carburant injecté par les injecteurs dans la chambre de combustion, cette dernière assure la zone de mélange nécessaire et les conditions exigées pour garantir une bonne combustion du mélange AIR / CARBURANT.
- Ø En fin de combustion, les gaz sortant avec une température élevée, vont se détendre à travers les turbines en cédant l'énergie nécessaire aux compresseurs et le fan. En fin de cycle ces gaz sont éjectés dans l'atmosphère.
- Ø L'air secondaire est utilisé pour développer la majorité de la poussée en se détendant le long du canal d'éjection. Une partie sera utilisée pour le refroidissement du moteur au cours du fonctionnement et une majorité servira lors de l'atterrissage comme freins aérodynamiques.

### I-5-Différents Circuits Du Moteur :

Le CF6-80 E1 est constitué de plusieurs systèmes pour assurer son bon fonctionnement:

#### I-5-1- Circuit De Graissage :

Le circuit de graissage est un circuit fermé qui dépend directement de la rotation du compresseur haute pression, ce dernier contient plusieurs composants montés sur des différentes positions autour du moteur. (Figure I-9)

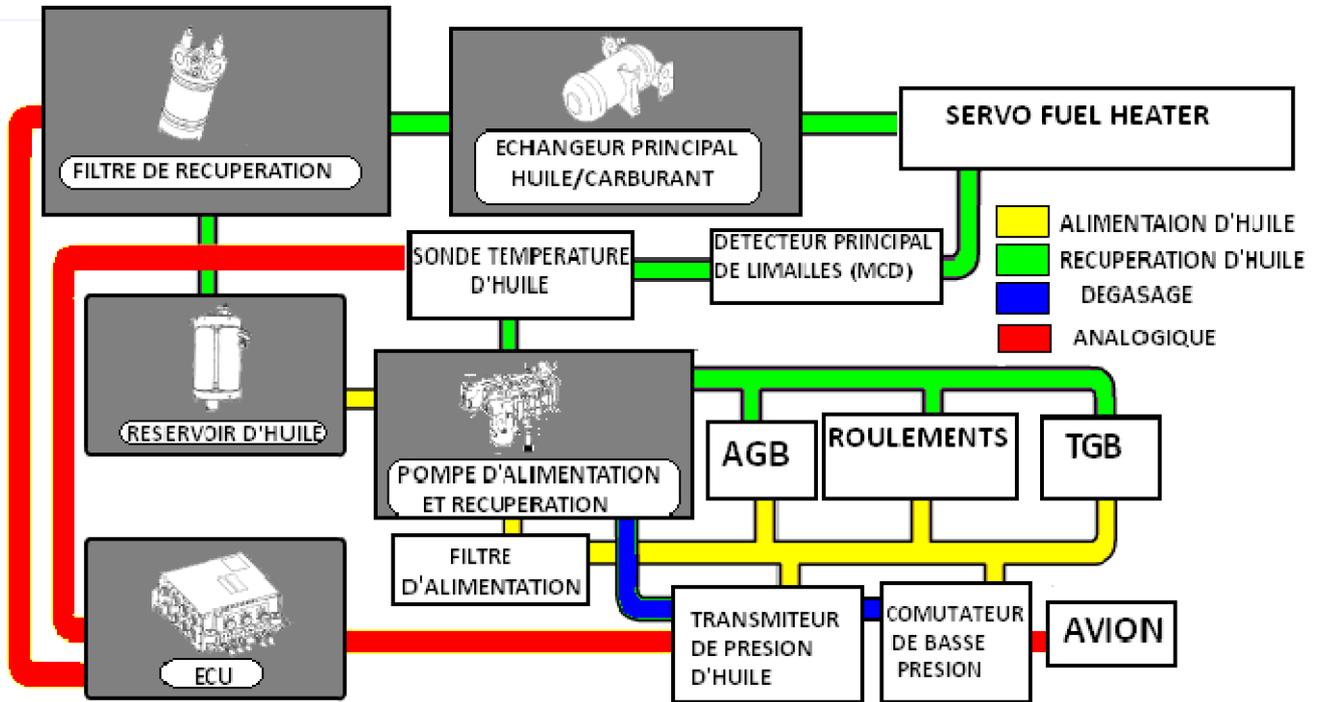


FIGURE (I-8) : CIRCUIT DE GRAISSAGE

I-5-1-1- Le Rôle Du Circuit de graissage:

Sont rôle consiste a :

- lubrification des roulements, cannelures, pignons, boîte de transfert de mouvement, et la boîte d'entraînement des accessoires.
- Le refroidissement des différents éléments tournants.
- Le nettoyage des différents systèmes lubrifiés en évacuants les débris pouvant être produits par les frottements.

### *I-5-1-2- Les Différents Eléments Du Système:*

- Le réservoir d'huile (Oil tank).
- le réchauffeur servo fuel.
- Les pompes de refoulement (01) et de récupération (05).
- Le filtre de récupération d'huile.
- L'échangeur de chaleur principale huile / carburant.
- Le détecteur magnétique principal de limailles (MCD).

### *I-5-1-3- L'indication :*

Le circuit d'huile est surveillé par les capteurs suivants :

- Un transmetteur de quantité d'huile.
- Une sonde de température d'huile.
- Deux transmetteurs de pression d'huile.
- Un commutateur de basse pression.
- Un commutateur de pression différentielle pour l'indication du colmatage du filtre.

### *I-5-2- Circuit De carburant:*

Le circuit carburant du moteur a pour rôle d'alimenter les injecteurs et d'assurer l'asservissement complet (vérins HPTACC, LPTACC, VBV, VSV, FMV). (Figure I-10)

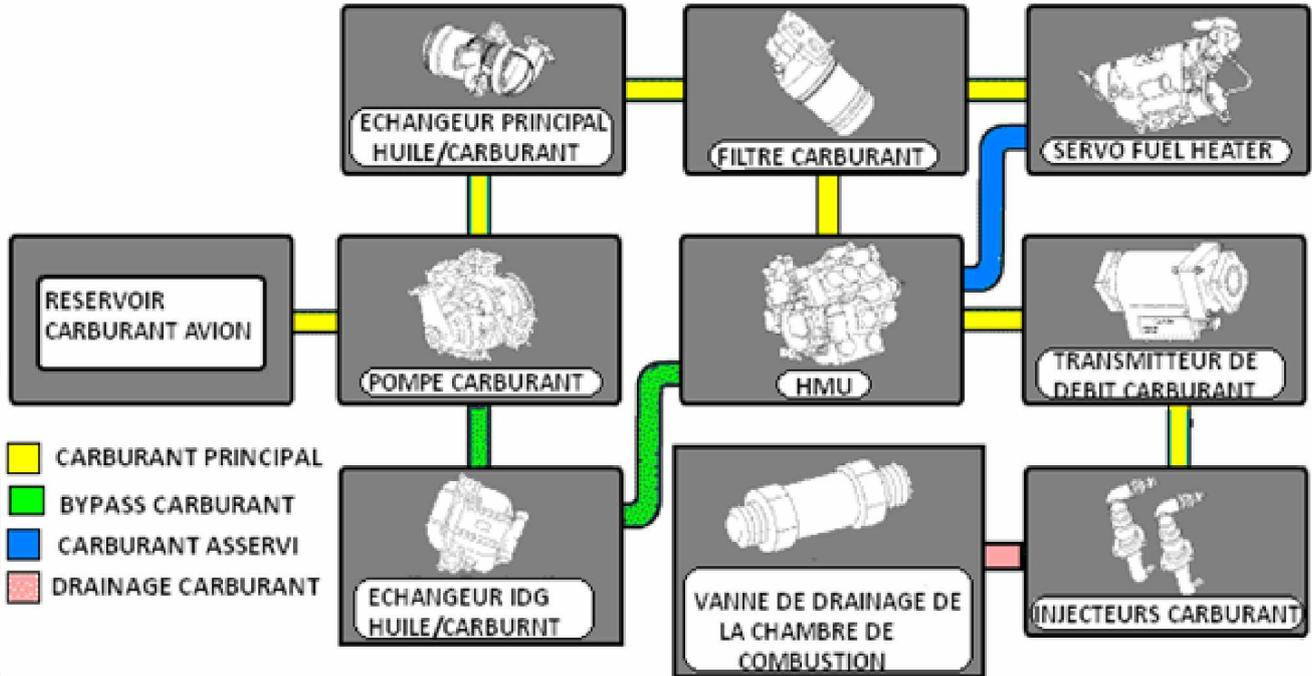


FIGURE (I-9) : CIRCUIT DE CARBURANT

### I-5-2-1- Rôle du circuit :

Le circuit carburant a pour rôle :

- Alimentation et pressurisation du carburant aux 30 injecteurs.
- Filtration et réchauffage du fuel.
- Mesurer le débit carburant.
- Assurer le fonctionnement des systèmes valves/accessoires (VSV, VBV, HPTACC, LPTACC).
- Contrôle du débit fuel par l'HMU.
- Refroidissement d'huile de l'IDG.
- Refroidissement d'huile de graissage moteur.

### I-5-2-2- Les Différents Eléments Du Système:

Le circuit carburant est constitué d'éléments suivants:

- Une pompe carburant.
- Un échangeur de chaleur Huile / Carburant.
- Le servo fuel.
- Le filtre principal carburant.
- Le régulateur principal HMU (Hydromecanical unit).
- Le débitmètre.
- Le capteur de température carburant.
- La Rampe carburant.
- Les injecteurs.
- La valve de drainage de la chambre de combustion.

### *I-5-2-3- Le contrôle*

Le système FADEC est un système de contrôle moteur, il a pour rôle d'asservir et de commander les différentes opérations de fonctionnement pour cela on l'appelle autorégulateur.

Le système FADEC reçoit des informations de différents capteurs (sondes).

Ø Les différentes sondes du moteur:

- Sonde de vitesse N1 et détecteur vibration N1.
- Sonde de vitesse N2 et détecteur vibration N2.
- Sonde T12.
- Sonde PS25/T25.
- Sonde T3.
- Thermocouple EGT T49.5.
- Sonde de température carburant.
- Sonde de température d'huile de l'IDG.
- Position de la valve de dosage.
- Capteur de position du VSV.
- Capteur de position du VBV.

- Capteur de position du HPTACC et LPTACC.
- Sonde de pression en aval de la compression PS3.
- Pression ambiante P0.
- Pression statique à l'entrée du fan PS12.

Le système FADEC fonctionne en interface avec les systèmes de contrôle de l'avion pour recevoir paramètres suivants, utilisés pour contrôler le moteur :

- Contrôle de la position de la manette des gaz.
- Altitude.
- Nombre de MACH.
- Température totale de l'air (TAT).
- Signal sur le poids des roues.
- Température des câbles.
- Statut des soutirages.
- Signal anti-givres (ON/OFF).

### *-5-3- Le Circuit De Démarrage:*

Le circuit de démarrage permet de fournir un couple suffisant à accélérer l'attelage haute pression HP à une certaine vitesse.

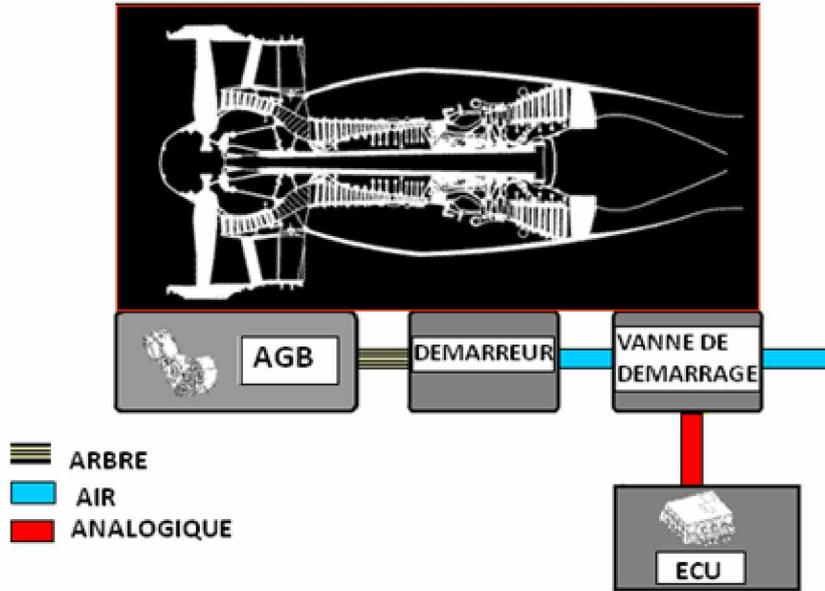


FIGURE (I-10)- CIRCUIT DE DEMARRAGE

∅ Le circuit de démarrage peut être alimenté par:

- ü L'APU.
- ü Un des réacteurs déjà en fonctionnement.
- ü Un groupe de parc pneumatique (GPU).

### I-5-3-1- Rôle de circuit de démarrage:

Le système de démarrage sert à fournir le couple nécessaire à l'accélération du moteur à une vitesse à laquelle toutes les conditions de la première combustion seront réunies, (admission du flux d'air et sa pressurisation, la quantité de carburant), ensuite la vanne de démarrage est mise à la position fermer, alors le démarreur deviendra un élément entraîné par la GearBox et le moteur devient autonome.

L'ECU commande la vanne de démarrage (SAV) par un signal électrique, cette dernière s'ouvre pour permettre à l'air de couler jusqu'au démarreur. L'air provenant de la vanne de démarrage arrive au démarreur pneumatique et sa turbine centrifuge tourne et crée le couple nécessaire pour l'accélération du moteur.

Quand le moteur atteint la vitesse prédéterminée, par un signal électrique la vanne de démarrage se ferme et stoppe l'approvisionnement du démarreur en air.

### I-5-3-2- Les Différents Eléments Du Système:

Le circuit de démarrage est constitué de:

- Un démarreur
- Vanne de démarrage SAV.
- Une conduite à air qui se compose de trois pièces.
  - Ø Upper starter duct.
  - Ø Lower starter duct.
  - Ø Flexible starter duct.

### I-5-4- Circuit d'allumage :

Le circuit d'allumage sert à provoquer l'étincelle de début de combustion du mélange (fuel/air) et son maintien au cours du vol. (Figure I-12).

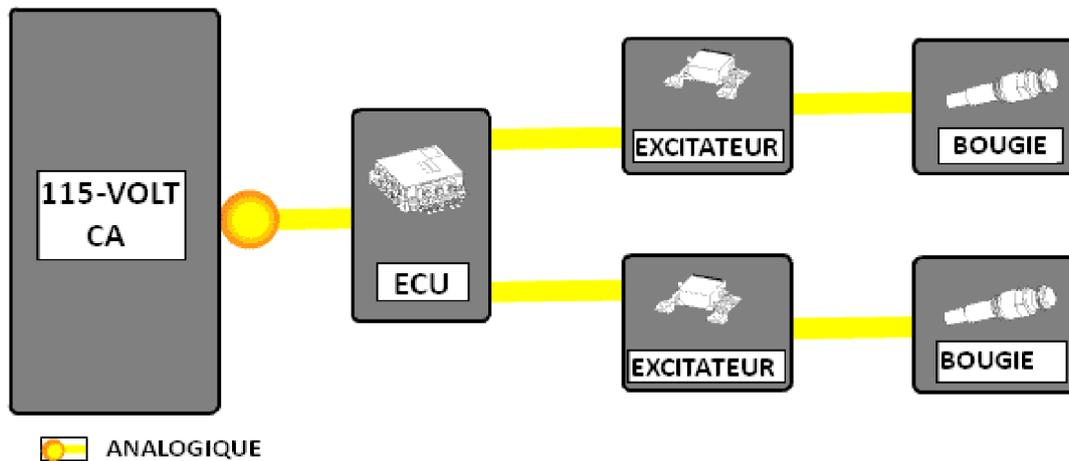


FIGURE (I-11) : CIRCUIT D'ALLUMAGE

#### I-5-4-1- Rôle de circuit:

- Ø Fournir l'allumage continu (choix manuel ou automatique) pendant le décollage, l'atterrissage et les opérations dans les conditions atmosphériques défavorables.
- Ø Produire une étincelle électrique pour provoquer la combustion du mélange fuel/air dans la chambre de combustion pendant le démarrage au sol ou en vol.
- Ø Le circuit d'allumage sert à assurer les trois fonctions suivantes:
  -  la distribution.
  -  l'alimentation de courant électrique.
  -  la commutation.

#### I-5-4-2- Les Différents Eléments Du Système:

Le circuit d'allumage est constitué de deux systèmes indépendants A et B.

Chaque système est équipé:

- § D'une bougie d'allumage.
- § D'un fil d'allumage protégé coaxial.
- § D'un excitateur d'allumage haute énergie, dont l'excitation est commandée par l'ECU.

#### I-5-5-Circuit d'air:

Le circuit permet de contrôler le jeu de la turbine entre l'attelage rotor et le carter ainsi que le contrôle de l'écoulement d'air dans le compresseur haute pression (HPC) et compresseur basse pression (LPC) afin de prévenir l'attelage compresseur du pompage et d'augmenter le rendement de la turbine pour assurer une diminution de la consommation spécifique du carburant.

#### I-5-5-1-Les différents systèmes du circuit:

Il se compose de deux systèmes:

- Le système de contrôle de jeu active LPTACC et HPTACC.
- Le système de contrôle anti-pompage VBV, VSV, TBV.

### I-5-5-2- Système de contrôle du jeu actif de la turbine:

Le contrôle de jeu turbine sert à établir un jeu actif entre l'attelage rotor est le carter afin de minimiser la consommation du carburant durant l'évolution des phases du moteurs. Il est constitué de deux sous système.

- LPT ACC: Low Pressure Turbine Active Clearance Contrôle.
- HPT ACC: High Pressure Turbine Active Clearance Contrôle.
- VSV Système:
- VBV Système : Variable Bleed Valve.
- système de refroidissement du compartiment core: (CCCV).
- La valve de refroidissement BCV.
- système de refroidissement de l'IDG.

### I-5-5-3-Indication du système d'air:

La température de la nacelle est un paramètre affiché sur l'écran SD.

Le capteur de température de la nacelle est situé le long du conduit de contrôle du jeu actif de la THP. Le capteur envoi un signal à la l'ECU qui transforme en signal digital pour ensuite l'afficher sur l'écran SD.

En temps de fonctionnement normal la température est affichée en couleur verte, et en vert palpitant si la température excède les 260 °C.

∅ Le circuit d'air comprend aussi d'autres fonctions sont:

- Refroidissement de l'ECU.
- Refroidissement des bougies.
- Protection de la nacelle contre le givre.
- Pressurisation de l'avion, réchauffage, conditionnement de l'air.
- Refroidissement du 2<sup>ème</sup> étage du diffuseur de la Turbine HP.

- Refroidissement de la chambre de combustion et de la turbine haute pression.
- Refroidissement de la turbine basse pression.
- Pressurisation des puisards.

### II-1-Définition:

Le système de régulation numérique électronique à pleine autorité (FADEC 2) équipant les moteurs CF6-80E1. Est un système électronique et numérique à microprocesseur, il à pour but principale. Le contrôle et la gestion de toutes les fonctions du moteur. Il calcule la quantité du carburant injecté aux injecteurs en fonction de la position de la manette des gaz (TLA). (Figure II-1).

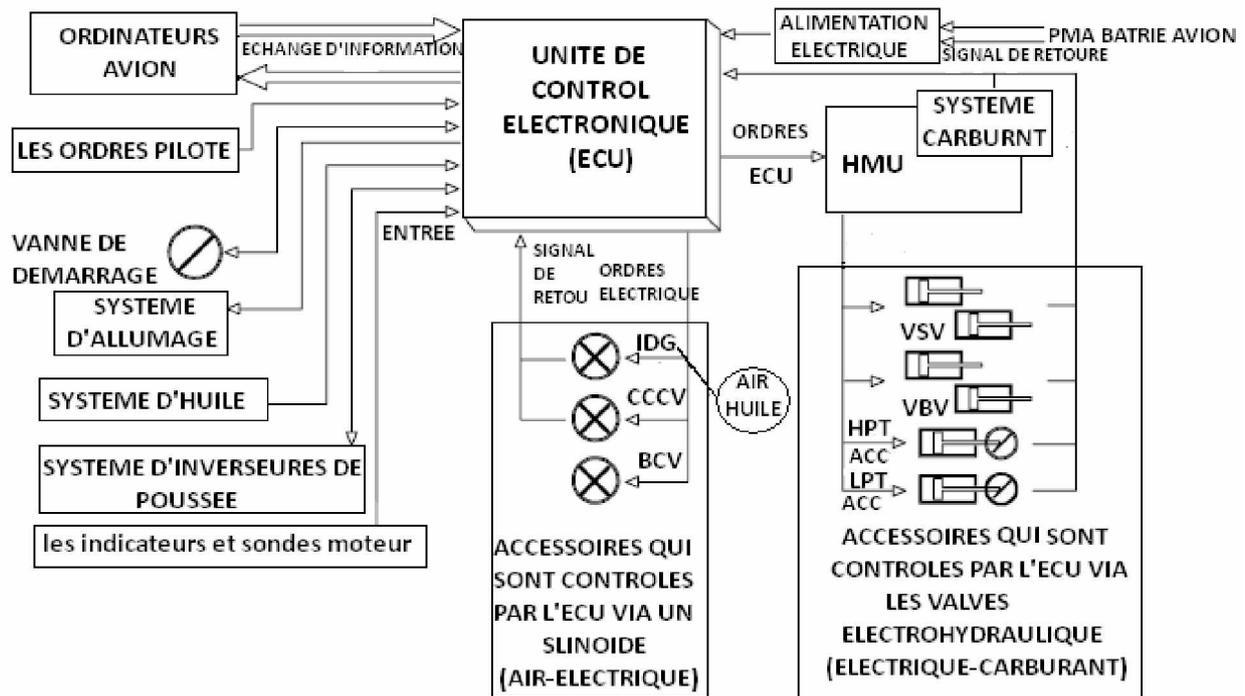


FIGURE (II-1)- SYSTEME FADEC

Le système FADEC est constitué par les périphériques suivants:

- Un calculateur (ECU).
- Unité hydromécanique (HMU).
- Alternateur de l'ECU (PMA).
- Système VSV, VBV, HPTACC, LPTACC.
- Système de démarrage.
- T/R système (inverseur de poussée).

- Vanne de refroidissement de l'IDG.
- Vanne de décharge de moteur (BCV).
- Vanne de refroidissement du moteur et accessoires GearBox (Shutoff Valve).
- Sondes et capteurs.
- Câblages électriques et harness.

### *II-2- Rôle du système FADEC :*

Le système FADEC permet l'exécution des fonctions suivantes:

- Contrôle de générateur des gaz:
  - Contrôle de la quantité carburant.
  - Contrôle des accélérations et décélérations.
  - Contrôle du jeu turbine.
- Fonctionnement dans les limites fixées par les paramètres d'utilisation:
  - Protection du moteur de survitesse des mobiles N1 et N2.
  - Fonctionnement dans les limites de la température des gaz d'échappements.
  - Protection du moteur contre les vibrations non tolérées des mobiles N1 et N2.
- Séquence de démarrage automatique:
  - Contrôle de la valve de démarrage.
  - Contrôle de la valve de dosage (FMV).
  - Contrôle de l'allumage.
- Surveillance de N1, N2 et EGT.
- Contrôle des reverses:
  - Contrôle de la mise en action (déploiement et fermeture).
  - Contrôle de la puissance moteur durant la phase reverse.

- Transmission des paramètres moteur pour l'indication:
  - Statut du démarrage.
  - Statut des reverses.
  - Statut de l'ECU.
  - Température de la nacelle.
  - Température d'huile.
- Contrôle et surveillance du moteur.
- Détection, mémorisation, et recherche des pannes du moteur.

### *II-3-Description Des Différents Constituants Du Système FADEC:*

#### *II-3-1-L'Unité De Contrôle Electronique (ECU):*

L'unité de contrôle électronique (ECU) est localisée en position 8h30 sur le carter Fan. C'est un microprocesseur électronique digital contenue dans un carter en aluminium, il est de conception à canal double, canal A et B, chacun de ces canaux fonctionne indépendamment de l'autre, et peut maintenir les fonctions du moteur tout en assurant la redondance. (Figure II-2)

Les deux canaux reçoivent toujours les données du moteur, les traitent, et commandent les différentes fonctions. Le canal dont le processeur assure la sortie s'appelle le canal actif, tandis que le deuxième est celui de secours.

Pour assurer la redondance et améliorer la fiabilité du système, toutes les entrées d'un processeur sont transmises à l'autre par une liaison de transmission des données à travers du canal (CCDL). Ceux-ci permettent au canal de secours de rester fonctionnel pour prendre le relais en cas de défaillance du canal actif.

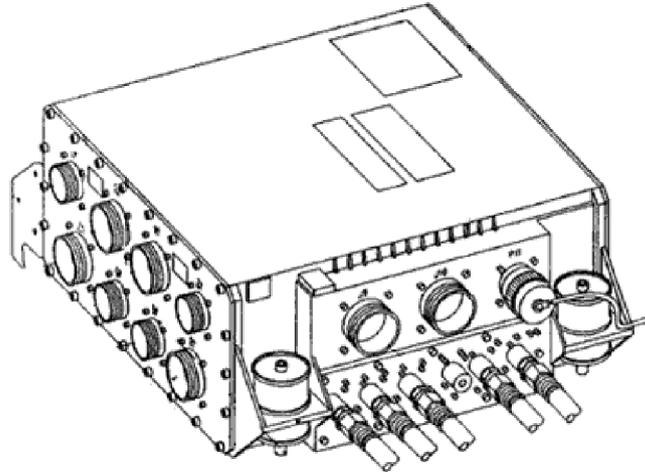


FIGURE (II-2) : UNITE DE CONTROL ELECTRONIQUE (ECU)

L'ECU reçoit les données de différentes sondes: T12, PS12, P0, N1, N2, PS3, T2.5, P4.9, P2.5, EGT, TLA, T3, T5, calcule le débit carburant nécessaire, et programme la position des VBV, VSV, HPTACC, LPTACC.

Les sondes P49, PS3, P2.5, T5 forment un ensemble appelé système monitoring, qui est une option non achetée par AIR ALGERIE pour le CF6-80E1.

L'ECU produit le courant nécessaire aux torques moteurs(EHSV) dans l'HMU pour commander les différents vérins et valves.

L'ECU produit un signal digital pour le système d'affichage de l'avion pour afficher les paramètres du moteur, pour le système de gestion de vol, ainsi que pour le système des données de maintenance.

L'ECU dispose de onze (11) prises électrique (J1 à J11), et quatre connexions pour les sondes de pression.

Un bouchon d'identification est connecté à la prise (J11) pour programmer les opérations désirées. Il est installé sur le moteur même en cas de changement d'ECU.

Ø L'ECU à deux modes de fonctionnement :

1. *Le mode contrôle* : durant le fonctionnement moteur.
2. *Le mode test*: si l'avion est au sol, la manette des gaz est en position arrêt.

Ø L'ECU assure les fonctions suivantes :

- Contrôle du circuit de démarrage.
- Contrôle du circuit reverse.
- Les indications statut.
- La détection des pannes ainsi que leur transmission vers l'affichage.
- Le système de teste incorporé a l'équipement BITE.
- La protection des system contre le dépassement des paramètres limite.
- Contrôle du jeu du carter turbine (HPT, LPT).
- Refroidissement des accessoires du réacteur.
- Contrôle du débit du compresseur.
- Contrôle de la poussée réacteur.

Ø L'ECU relié par plusieurs connections avec les systèmes et composants moteur/avion suivants :

1. Fiche d'identification.
2. Unité hydromécanique (HMU).
3. Système de contrôle d'air moteur.
4. Capteurs et sondes moteur.
5. Système de contrôle carburant.
6. Système d'allumage.

Ø *CONNEXION AVION* :

- visualisation système (SD).
- visualisation unité (DU).
- calculateur de gestion de vole (DMC).
- buse de transfert.
- manette de poussée.

- interrupteur anti-incendie.
- indication moteur et carburant.
- levier de démarrage.
- calculateur d'auto manette.

### Alimentation De L'EEC :

L'ECU est alimentée en 28VDC à partir du réseau avion, quand le moteur ne tourne pas ou quand sa vitesse de rotation est encore faible au démarrage ( $N_2 < 12\%$ ), lors du fonctionnement moteur l'ECU est alimenté par son alternateur à plus de 15% de  $N_2$ .

Au sol, 10 minutes après l'arrêt du moteur, l'alimentation avion est automatiquement coupée pour éviter des heures avion inutiles de fonctionnement de l'ECU.

### II-3-3- L'Unité Hydromécanique :

Le sub-système de carburant d'asservissement est complètement contenu dans le régulateur principal carburant (HMU). L'HMU est montée sur un adaptateur de vitesse sur le coté droit avant de l'AGB, elle est entraînée par la boîte d'entraînement d'accessoires (AGB). (Figure II-3)

L'HMU répond aux signaux électriques envoyés par l'unité électronique de contrôle moteur (ECU) et le convertit en un signal hydraulique à travers les électro-hydrauliques servo valves (EHSV) pour mesurer la quantité de carburant de la combustion et actionner les vérins et valves pour faire fonctionner le système d'air moteur.

L'HMU reçoit aussi des signaux du système de contrôle carburant avion pour contrôler la vanne carburant haute pression (HPSOV) en cas d'arrêt d'urgence ou d'incendie.

Il existe quatre (04) prises électriques externes pour les interfaces électriques avec l'avion et l'ECU quatre (04) tuyauteries de carburant connectent l'HMU à la pompe carburant et aux injecteurs, cinq (05) connections hydraulique pour les interfaces de contrôle avec le carburant moteur et le système d'air moteur. Chaque interface hydraulique est contrôlée par un électro-hydraulique servo vanne (EHSV) qui varie la pression du carburant d'asservissement en répondant aux signaux du l'ECU.

- ∅ Les connexions du carburant de l'HMU sont :
  - l'entrée du carburant de la pompe carburant.
  - la décharge du carburant aux injecteurs.
  - la décharge du carburant de dérivation vers la pompe carburant.
  - l'entrée du carburant d'asservissement.
- ∅ L'HMU comprend cinq (05) électro-hydrauliques servo vanes :
  - Un (01) pour le doseur (FMV).
  - Un (01) pour les vérins des vanes de décharge (VBVs).
  - Un (01) pour les vérins des stators à calage variable (VSVs).
  - Un (01) pour la vanne de refroidissement du carter turbine haute pression (HPTACC).
  - Un (01) pour la vanne de refroidissement du carter turbine basse pression (LPTACC).
- ∅ Les connexions électriques de l'HMU sont :
  - Les signaux de canal A d'ECU.
  - Les signaux de canal B d'ECU.
  - L'entrée de solénoïde HPSOV de la vanne de contrôle carburant opération.
- ∅ L'HMU contient trois (03) circuits hydrauliques :
  - un circuit de mesure de quantité du carburant.
  - un circuit de dérivation.
  - un circuit de contrôle d'asservissement.

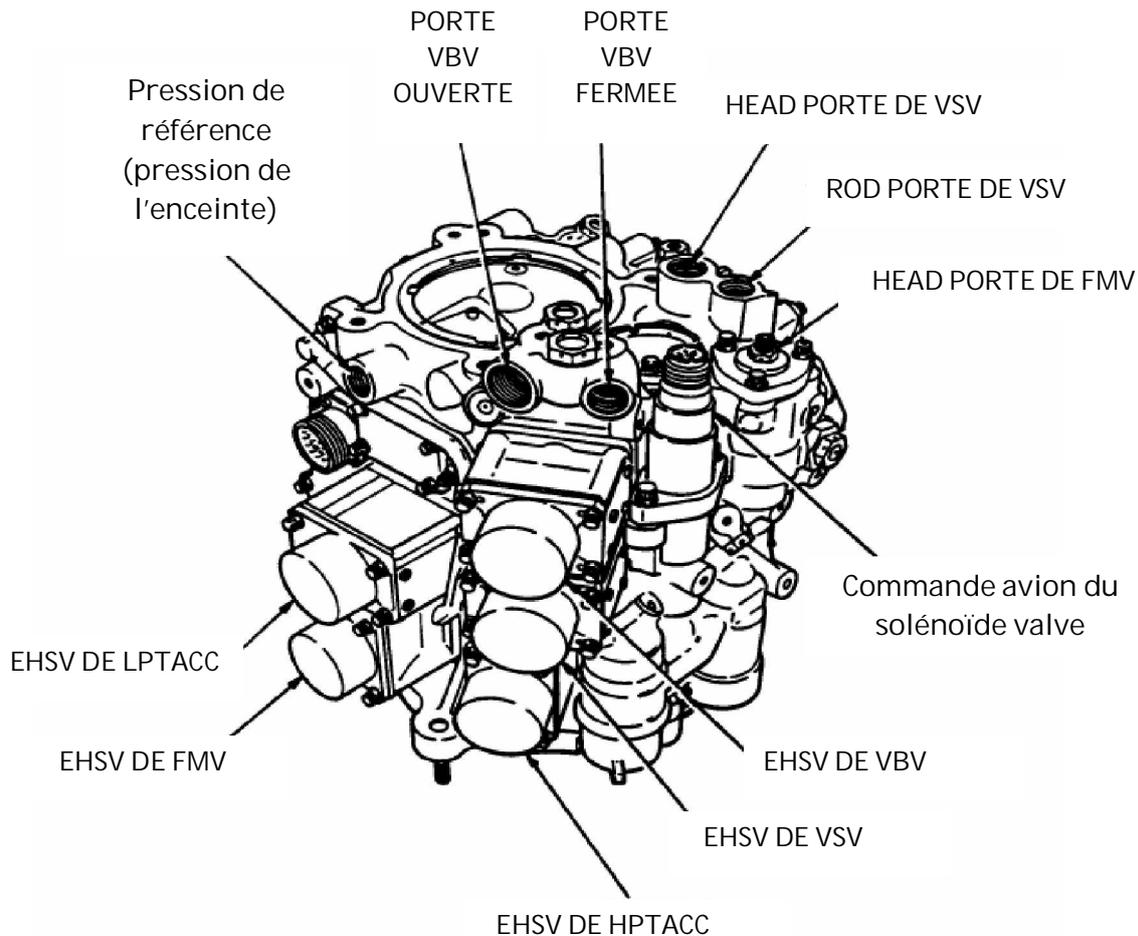


FIGURE (II-3) : L'UNITE HYDRAUMECANIQUE (HMU)

Ü *Le circuit de mesure de quantité de carburant :*

Contrôle la quantité du carburant envoyée aux injecteurs, il a un doseur (FMV) et une vanne carburant haute pression (HPSOV). Le doseur (FMV) contrôle la quantité de carburant mesurée, l'envoie au débitmètre et ensuite aux injecteurs.

Ü *Le circuit de dérivation :*

Il est composé d'une vanne de dérivation, d'un régulateur différentiel de pression (AP) et d'un gouverneur de survitesses.

Si la pompe carburant refoule plus que la quantité plus que la quantité désirée pour le doseur (FMV), le circuit de by-pass envoie l'excès de carburant à la pompe.

- Ø L'HMU permet de réaliser les fonctions suivantes :
- Délivrer le débit carburant demandé par l'ECU.
  - Arrêt d'urgence de l'écoulement du carburant (HPSOV).
  - positionnement des vérins : VSV, VBV, LPTACC, HPTACC.

### *La Vanne De Dosage Carburant :*

La vanne de dosage FMV (Fuel Metering Valve) est hydrauliquement commandée par l'ECU à travers son torque moteur.

Cette valve permet de faire passer le débit carburant nécessaire aux injecteurs pour la combustion. Une différence de pression est maintenue à travers la FMV, des que cette différence de pression diminue ou augmente, et après la comparaison, l'ECU commande à la valve de se fermer ou s'ouvrir pour rétablir la différence de la pression référentielle. A fin d'éviter une survitesse du moteur via l'augmentation indéfini du débit carburant la FMV a deux limites mécaniques une pour la survitesse l'autre pour éviter l'extinction du moteur.

### *Positionnement Des Vérins :*

L'HMU dispose de cinq (05) torques moteurs qui modulent le signal électrique envoyé aux valves de contrôle de l'écoulement d'air (FMV, VSV, VBV, HPTACC, LPTACC). Ces derniers fournissent une pression et un débit de carburant aux orifices de l'HMU en réponse au signal envoyé par l'ECU. Qui reçoit aussi un signale de positionnement de la part de tous les accessoires (Feedback).

### *Ouverture Et Fermeture De La HPSOV :*

La valve haute pression de fermeture du carburant ferme le passage du carburant en réponse à un signal de l'avion. La valve garde la position fermée par une bobine. L'ECU reçoit sa position via deux commutateurs branchés chacun à un canal.

Une fois cette dernière libérée, l'ECU commande la fermeture de la FMV. Pendant la position libérée de la HPSOV, la FMV fait parvenir du carburant sous haute pression à cette dernière, ce qui la fera verrouiller hydrauliquement.

### *Protection De La Survitesse :*

Le moteur est protégé de la survitesse par l'OSG (Over Speed Gouverner). L'OSG fonctionne avec une valve by-pass placée en amont de la FMV. L'OSG se trouve à l'intérieur du HMU ce qui lui permet de prendre la vitesse de l'attelage N2 et protéger le moteur des vitesses supérieures à 113% de N2.

### II-3-3-l'Alternateur ECU (PMA):

L'alternateur ECU est un alternateur triphasé qui fournit de l'énergie électrique à l'ECU. Il est monté dans le côté gauche de l'AGB. L'alternateur a deux composants principaux, le rotor et le stator. (Figure II-4)

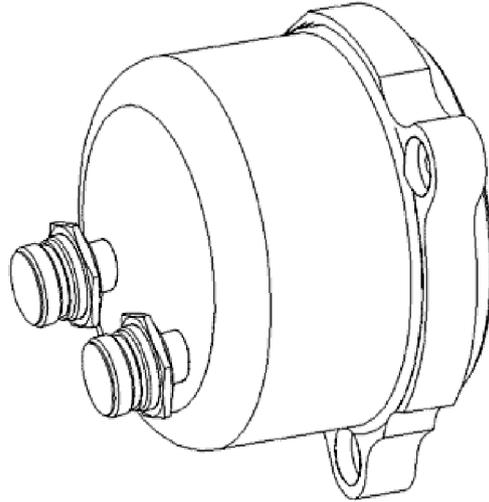


FIGURE (II-4) : ALTERNATEUR DE L'ECU (PMA)

Le rotor est monté au bout d'un arbre d'entraînement muni de dents horizontales en trois faces. Il contient des aimants permanents et il est fixé sur un arbre à l'aide d'un écrou.

Le stator est attaché à l'AGB en couvrant le rotor, il a des bobinages triphasés, chaque bobinage fournit de l'énergie électrique triphasée à un des deux connecteurs situés dans l'arrière de stator. Chaque connecteur alimente un canal d'ECU. L'alternateur d'ECU (PMA) satisfait la puissance à l'ECU quand  $N_2 > 12\%$ .

### II-3-4-Les Stators à Calage Variable (VSV) :

L'entrée de compresseur haute pression est équipée de (34) aubes de pré rotation (IGV). Les cinq premiers étages de compresseur haute pression (HPC) comportent des stators à calage variable (VSV) l'ensemble des aubes de pré rotation et les stators à calage variable constituent le système anti-pompage du compresseur haute pression (HPC). Le système est disposé tout autour du compresseur haute pression (HPC).

### Les Vérins Des VSV :

Les vérins des VSV sont des cylindres hydrauliques capables de fournir une force dans les deux directions, rétracté et étendue à l'aide de l'application de la haute pression du carburant. (Figure II-5)

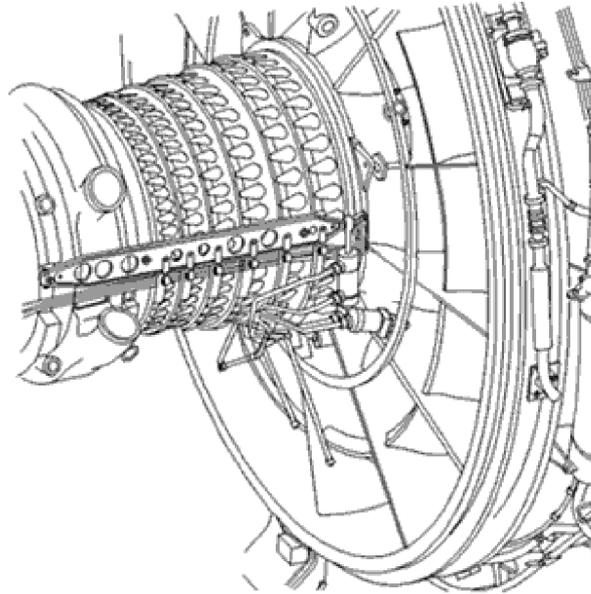


FIGURE (II-5) : LES STATORS A CALAGE VARIABLE (VSV)

Les vérins VSV sont entraînés par deux (02) barres disposées symétriquement de chaque côté de compresseur haute pression (HPC). Ces vérins sont composés de deux (02) connections carburant et d'une prise électrique. Les vérins sont situés sur le bride d'assemblage arrière du carter compresseur haute pression en position 3h et 9h, chaque tige de piston du vérin est montée sur une barre. Lorsque la tige est sortie, elle provoque leur fermeture. La course du piston est contrôlée par des interrupteurs internes.

Le racleur permet d'assurer que la tige du piston est affranchie des puretés lorsqu'il se déplace à travers les roulements doubles.

Les vérins fournissent la force hydraulique exigée pour déplacer les anneaux de commande des VSV.

### II-3-5-Les Vannes De Décharge (VBV) :

Le compresseur basse pression (LPC) étant destinée à alimenter le compresseur haute pression (HPC), fournit un taux de compression faible mais adapté au régime élevé.

A bas régime, le débit d'air fournit est généralement excessif au besoin, c'est-à-dire son débit est trop élevée, ce qui provoque le pompage. (Figure II-6)

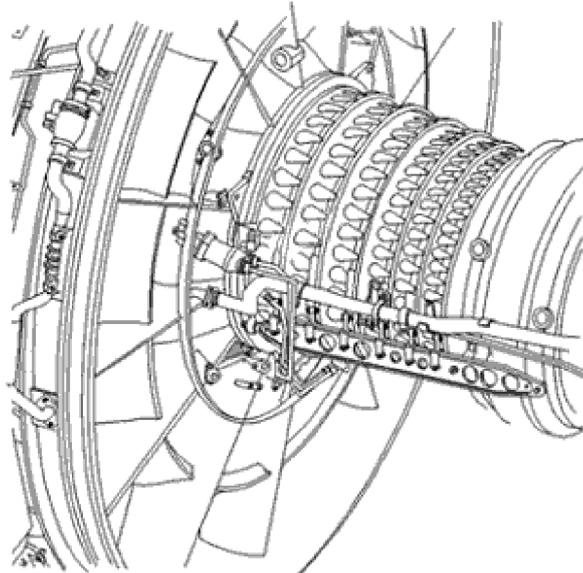


FIGURE (II-6) : LES VANNES DE DECHARGE (VBV)

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

Les vannes de décharge sont situées autour du moyeu carter fan. Elles sont interconnectées par un anneau de commande et actionnées sur deux (02) vérins Les VBV hydrauliques. Ces vérins sont montés sur deux supports identiques.

Ils sont composés de deux (02) connections de carburant et une prise électrique, permettant de réguler le débit d'air primaire dans le moteur pour diminuer les risques de pompage du compresseur HPC lorsque celui-ci travail en dehors des conditions optimales de fonctionnement, c'est-à-dire :

Û A bas régime

Û En accélération rapide

Û En décélération rapide

Dans ces conditions, le régulateur carburant commande l'ouverture progressive des VSV, entraînant la fermeture des VBV du compresseur basse pression (LPC), donc une augmentation de son débit d'air, ce qui va diminuer considérablement les risques de pompage.

L'ECU envoie un signal au torque moteur de l'HMU qui régule le carburant aux deux (O2) vérins VBV. Les vérins déplacent les VBV à une nouvelle position et envoie l'information à l'ECU.

### II-3-6-Système De Contrôle Actif du Jeu Turbine Haute Pression :

Le système actif de commande du jeu turbine haute pression (HPTACC) prélève de l'air à partir d'une prise d'air située à la sortie du compresseur basse pression. Le système HPTACC est disposé tout autour du carter HPT. La fonction du système HPTACC est le contrôle du jeu entre les aubes tournantes et le carter de la Turbine haute pression. Ce contrôle est effectué par l'ECU via la HPTACC Valve. Tout ce système a pour but d'améliorer la consommation spécifique de carburant du moteur. (Figure II-7)

∅ Le système HPTACC comprend les composants suivants:

- ✓ Un système de collecteur (Manifold).
- ✓ Une Valve.

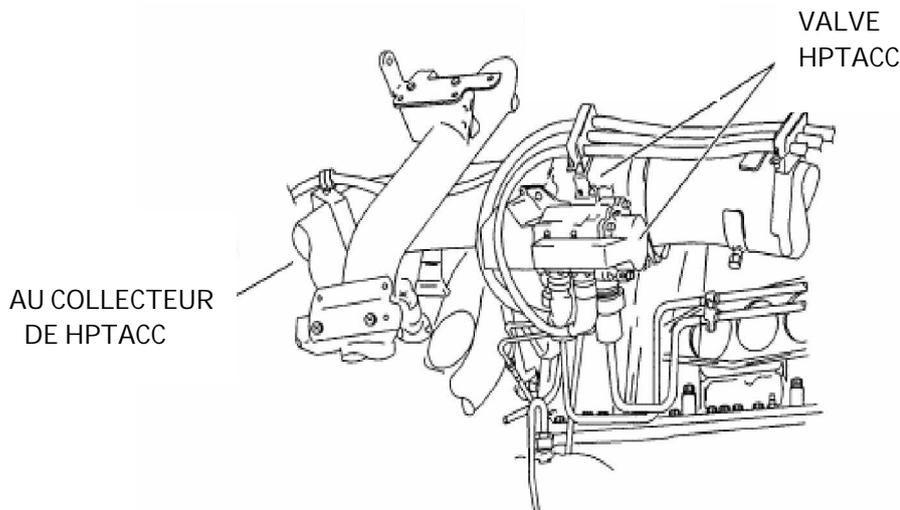


FIGURE (II-7) : SYSTEME HPTACC

### II-3-7-Système De Contrôle Actif De Jeu Turbine Basse Pression :

Le système actif de commande du jeu turbine basse pression (LPTACC) prélève de l'air à partir d'une prise d'air située à la sortie du compresseur basse pression. Le système LPTACC est disposé tout autour du carter LPT. La fonction du système LPTACC est de contrôler de jeu entre les aubes tournantes et le carter de la Turbine basse pression. Ce contrôle est effectué par l'ECU via la LPTACC Valve. Tout ce système a pour but d'améliorer la consommation spécifique de carburant du moteur et diminuer L'EGT. (Figure II-8)

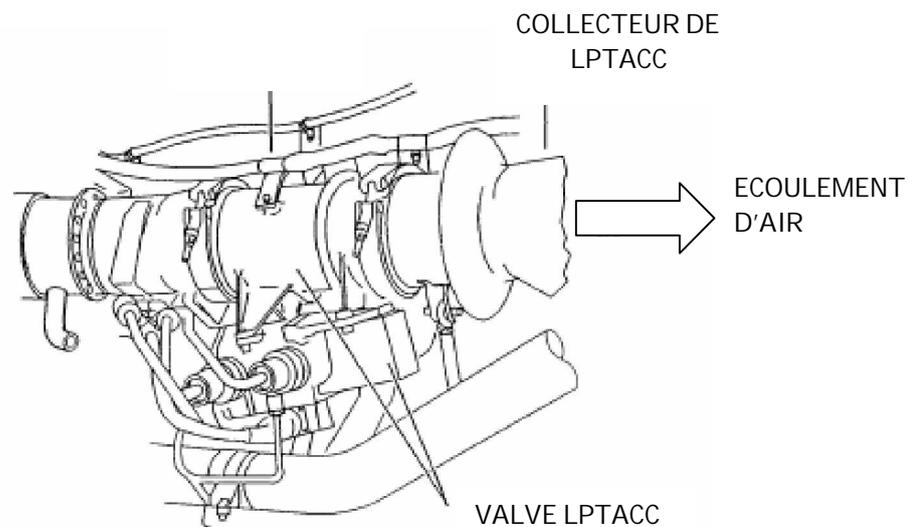


FIGURE (II-8) : Système LPTACC

∅ Le système LPTACC comprend les composants suivants:

- ✓ Un système de collecteur (Manifold).
- ✓ Une Valve.

### II-3-8-Le Système De Démarrage :

Le système de démarrage fournit le couple-moteur à l'AGB qui accélère le rotor de HPC via La TGB et l'IGB du repos à une vitesse de rotation suffisamment élevée pour commencer la combustion auto-entretenu du carburant. Le système de démarrage aide également à faire circuler l'air à l'intérieur du moteur pour l'opération sèche et humide pendant l'entretien. (Figure II-9)

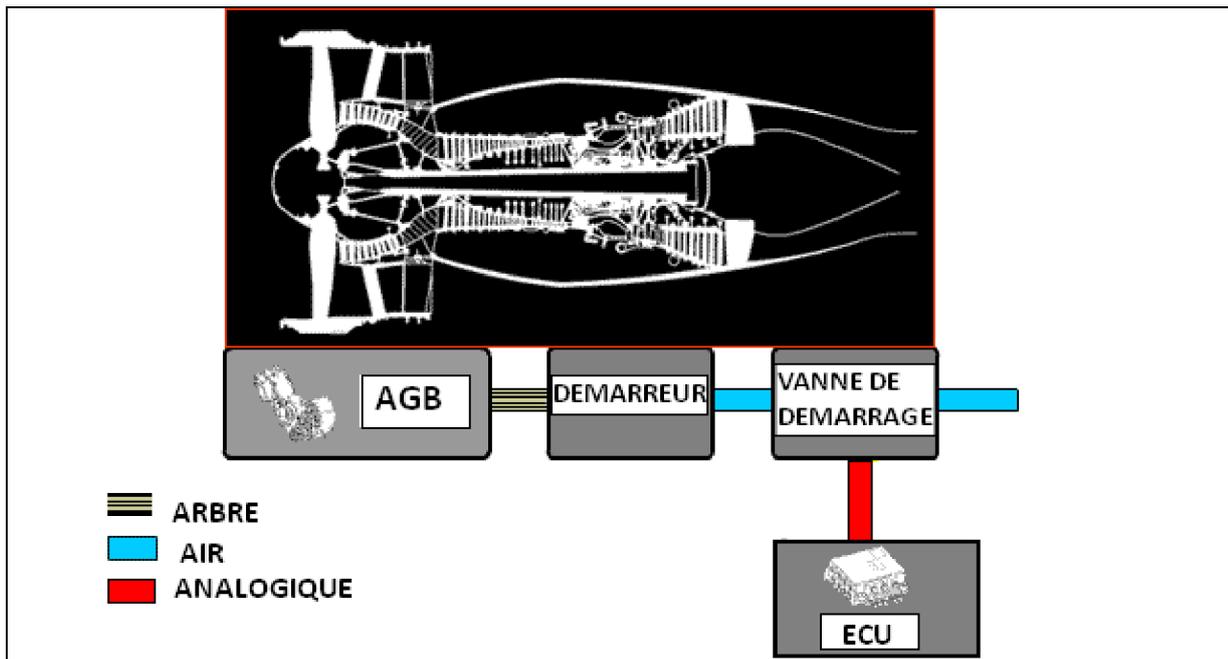


FIGURE (II-9) : Système De Démarrage

Ø Le système de démarrage est constitué d'éléments suivants :

- Le démarreur est maintenu à la face arrière de l'AGB à 6:00h.
- La Vanne de démarrage est installée à l'arrière du démarreur d'air à 6:00h sur l'AGB.

### II-3-9-La Vanne De Refroidissement Air/Huile de l'IDG :

La vanne de refroidissement Air/Huile de l'IDG est montée sur le côté droit de support de compresseur haute pression en position 3:00h. Elle est de type à papillon avec un ressort taré, contrôlée électriquement, elle s'ouvre pneumatiquement. Elle possède une seule connexion d'air du 11<sup>ème</sup> étage et autre électrique. Sous la vanne, on trouve un Switch Feedback à l'ECU. (Figure II-10)

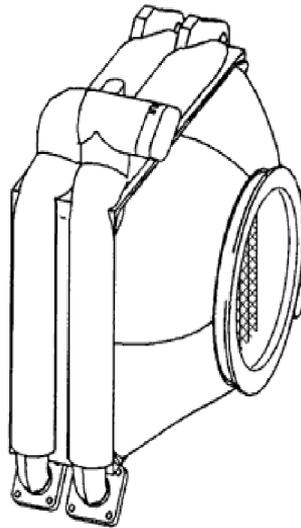


FIGURE (II-10) : VANNE DE REFROIDISSEMENT DE L'IDG

Sur la partie supérieure de la vanne, on trouve une vis manuelle de blocage et un indicateur visuel de position. Ce dernier aide dans la dépose et l'installation de la vanne en commandant l'ouverture et la fermeture manuelle du papillon. Cette vanne est commandée par le prélèvement d'air du 11<sup>ème</sup> étage du compresseur et contrôlée par un solénoïde.

### *II-3-10-La Vanne De Refroidissement (BCV) :*

La vanne de refroidissement est une vanne du type à manchon montées sur L'arrière du carter fan en position 5h 30. La vanne est opérée par un solénoïde qui est équipé de deux (02) prises électrique reliées directement aux canaux A et B de l'unité de contrôle électronique du moteur (ECU). La vanne BCV à deux positions différentes. (Figure II-11)

Elle est commandée pneumatiquement à un manchon mobile, une chambre de commande et un solénoïde qui contrôle une valve à bille. Le manchon mobile est un ressort taré pour la position ouverte.

Quand le solénoïde s'excite, la vanne a bille s'ouvre et la pression d'entrée d'air portée dans la chambre de commande déplace le manchon vers la position fermée. Le solénoïde est alimenté ou dés alimenté par l'ECU.

Le solénoïde ferme la vanne, donc il n'y aura pas de retour de position de la vanne vers l'ECU. Un orifice d'indication de position vérifie si la vanne est fermée.

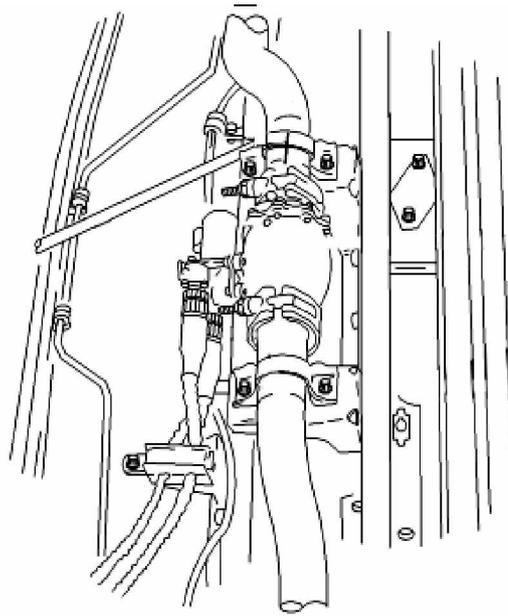


FIGURE (II-11) : VANNE DE REFROIDISSEMENT BCV

Le modèle CF6 80-E1 possède une seule vanne de refroidissement en position 5h30. Ce système préserve le débit primaire en réduisant l'air de refroidissement au compresseur haute pression pendant les conditions de croisière.

### *II-3-11-La Vanne De Refroidissement Du Moteur Et Ces Accessoires (CCCV) :*

La vanne de refroidissement (CCCV) est une vanne de type à papillon, contrôlé par l'ECU. Elle à deux positions une pour le haut régime et bas régime, possède un ressort taré en position ouverte, montée sur le carter du stator compresseur haute pression (HPC) à la position 10:00h. La vanne est équipée d'un fil à freiner de couleur orange, une vis de blocage manuelle et un indicateur visuel de position. (Figure II-12)

La vanne (CCCV) est ouverte, contrôlée électriquement, opère pneumatiquement, elle est ouverte au sol et à basse altitude pour permettre un maximum de refroidissement au compartiment core pendant toutes les conditions de fonctionnement sauf en croisière et à hautes altitudes.

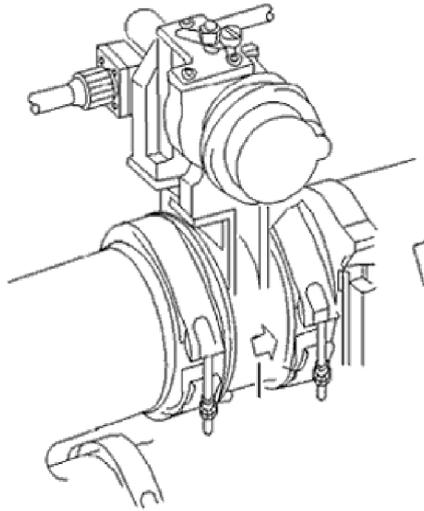


FIGURE (II-12) : VANNE DE REFROIDISSEMENT CCCV

### II-3-12-Les inverseurs de poussée:

Un système d'inversion de poussée est incorporé sur les deux réacteurs qui équipent l'A330-200 pour améliorer le freinage de l'avion. (Figure II-13)

L'inverseur de poussée est constitué de deux demi-couronnes qui sont articulées par des pylônes positionnés au dessus de ces derniers.

Les inverseurs de poussée ne peuvent être déployées que si seulement si :

Ø Ground Switch activé :

Le ground switch est un indicateur qui se trouve au niveau du train d'atterrissage sa fonction est d'envoyer un signal au l'ECU lorsque les trains touche le sol ce qui permet de déverrouiller le système des inverseurs de poussée.

Ø La manette des gaz doit être obligatoirement sur la position IDEL (0° TLA).

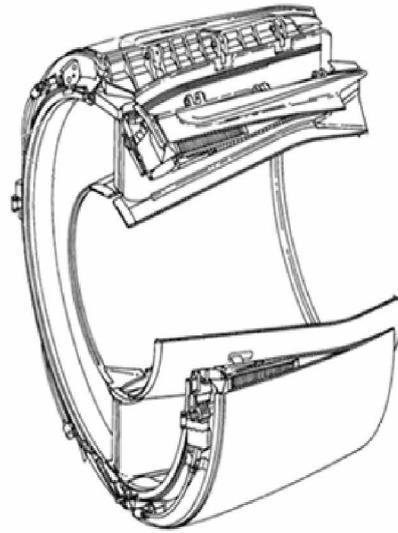


FIGURE (II-13) : LES INVERSEURS DE POUSSEE

#### *II-4-Les Différents Capteurs (Sondes) Du Moteur:*

##### *II-4-1-Les Sondes De Température :*

##### *II-4-1-1-La Sonde T12:*

La sonde T12 est montée sur le carter Fan à la position 11h30, et est connectée aux deux canaux de l'ECU. La sonde est protégée du givre par de l'air, ce qui aide à donner une mesure plus précise de la température. L'ECU mesure la résistance de la sonde, et en comparant la valeur obtenue à des résistances déterminées, elle déduit la valeur de la température à l'entrée du Fan. (Figure II-14)



FIGURE (II-14) : LA SONDE T12

### II-4-1-2- La Sonde T4.9 (EGT) :

Les sondes de la température des gaz de l'échappement T4.9 (EGT) sont installées tout autour de l'extérieur du carter de la turbine de basse pression (LPT). Il y a huit (8) sondes T4.9 (EGT) qui dépassent dans le flux d'air de décharge de la turbine à haute pression (HPT). Quatre sondes sont reliées ensemble à l'aide d'un harnais électrique et sont dans la moitié supérieure du carter LPT. Les quatre sondes restantes sont reliées à l'aide d'un harnais électrique différent situé sur la moitié inférieure du carter LPT. Les sondes T4.9 (EGT) fournissent les signaux de la température des gaz de décharge de la HPT à l'unité de commande électronique (ECU). (Figure II-15)

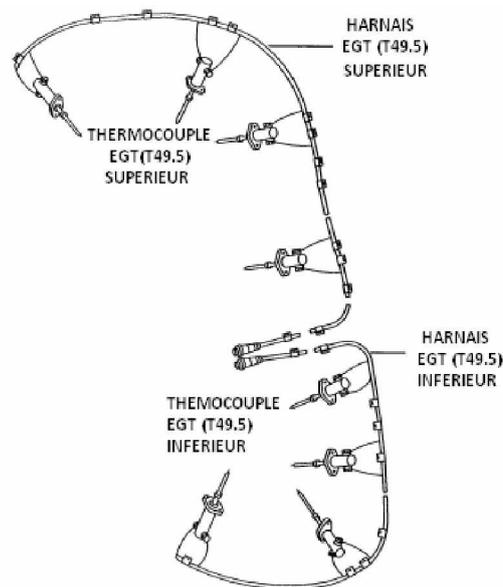


FIGURE (II-15) : LA SONDE T4.9 (EGT)

### II-4-1-3- La Sonde P/T2.5:

La sonde P/T25 est située à la sortie du compresseur basse pression et à l'entrée du compresseur HP à la position 7:30 h du carter arrière FAN, l'élément capteur de la température fonctionne avec le même principe que la sonde T12, tandis que l'élément capteur de la pression achemine un signal dynamique à l'ECU lui indiquant directement la valeur de la pression. L'ECU convertit ce signal en un autre digital. (Figure II-16)

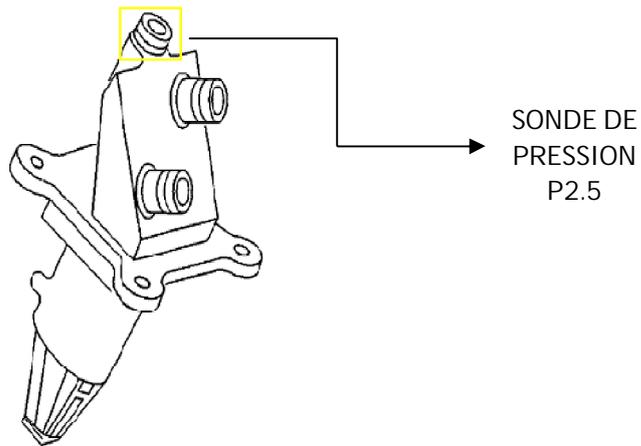


FIGURE (II-16) : LA SONDÉ P/T2.5

#### II-4-1-4- La Sonde T5 :

La sonde optionnelle de température T5 est installé sur carter du TRF (Turbine Rear Frame) position 9:30. La sonde T5 à pour rôle de donner la température totale du flux d'air de décharge de LPT à l'ECU. (Figure II-17)

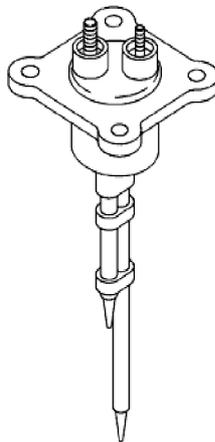


FIGURE (II-17) : LA SONDÉ T5

#### II-4-1-5-La Sonde T3 :

La sonde T3 est installée sur le CRF (Compresseur Rear Frame) à la position 11h30. C'est un détecteur à thermocouple qui est en contact avec le flux d'air de décharge du HPC. La sonde T3 fournit la température de l'air de décharge du HPC à l'ECU qui va l'utiliser pour différents calculs d'optimisation du fonctionnement moteur. (Figure II-18)

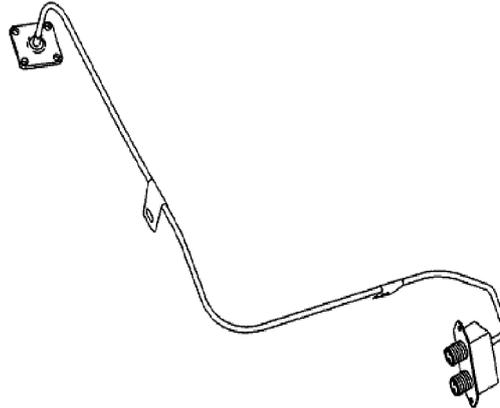


FIGURE (II-18) : LA SONDÉ T3

#### II-4-1-6-La Sonde De Température De Carburant :

Elle est installée à la sortie de transmetteur de débit carburant, elle est composée d'un détecteur à thermocouple avec deux jonctions qui sont immergées dans le carburant provenant du HMU vers la rampe des injecteurs. La sonde de température de carburant mesure la température du carburant dosé qui est brûlés, et envoie cette information à l'ECU qui emploie ce signal pour commander le refroidisseur Air/Huile d'IDG via une soupape de commande. (Figure II-19)

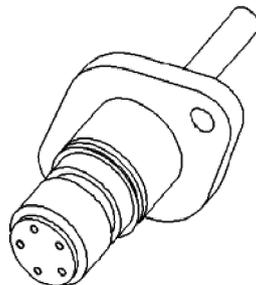


FIGURE (II-19) : Sonde De Température Carburant

#### *II-4-1-7-La Sonde De Température D'huile :*

La sonde de température d'huile est installée sur la tuyauterie de récupération du système d'huile, juste à la sortie de la pompe de lubrification et de récupération. Elle se compose de deux thermocouples qui sont dans une coquille d'acier inoxydable. Une prise électrique reliée à l'ECU. Elle indique la température d'huile à moteur à l'ECU qui transmet l'information au poste de pilotage sur le système de l'affichage d'avertissement moteur d'avion EWD (Engine and Warning Display unit).

#### *II-4-2- Les Capteurs De Pression :*

##### *II-4-2-1- Capteur De Pression Ps12 :*

La sonde Ps12 est une partie intégrante du système FADEC, mesurant la pression statique en face du Fan par deux prises se situant aux positions 10h30 et 1h30 sur la carter avant de la soufflante, et qui acheminent la pression vers l'ECU. (Figure II-20)

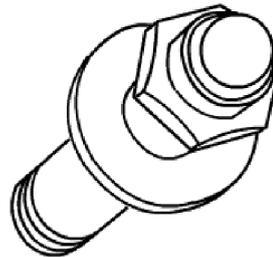


FIGURE (II-20): LA SONDE P12

##### *II-4-2-2- Capteur De Pression Ps3:*

Le capteur Ps3 se trouve à l'intérieur de l'ECU. L'air est prélevé sur le CFR par une tuyauterie, l'air est acheminé à l'ECU qui contient un système lui permettant de transformer la pression en signal digital. Le but de la sonde Ps3 est de fournir la pression atmosphérique de décharge du compresseur haute pression. (Figure II-21)

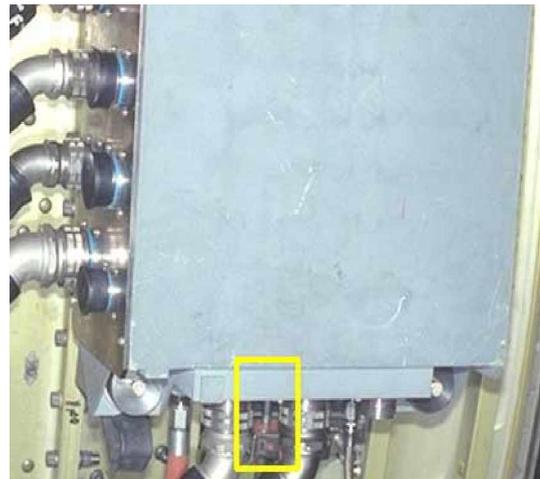


FIGURE (II-21) : La SONDE Ps3

#### II-4-2-3- Sonde De Pression P0 :

La sonde P0 est une prise d'air située sur la partie inférieure d'ECU. Elle permet de mesurer la pression atmosphérique ambiante statique entrée à l'ECU, cette mesure étant la pression dans le capotage Fan donc elle est la pression atmosphérique. (Figure II-22)

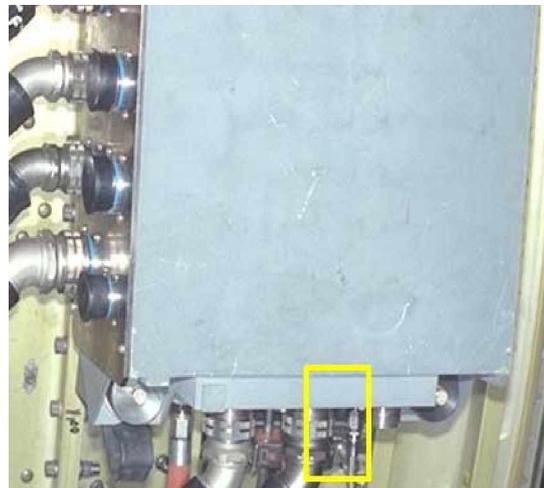


FIGURE (II-22) : LA SONDE P0

#### *II-4-2-4-La Sonde Ps14 :*

La sonde optionnelle de pression Ps 14 est installée sur le carter arrière du Fan position 10:30. La sonde permet de fournir la pression statique de décharge du Fan. La valeur est utilisée pour la surveillance du comportement. (Figure II-23)

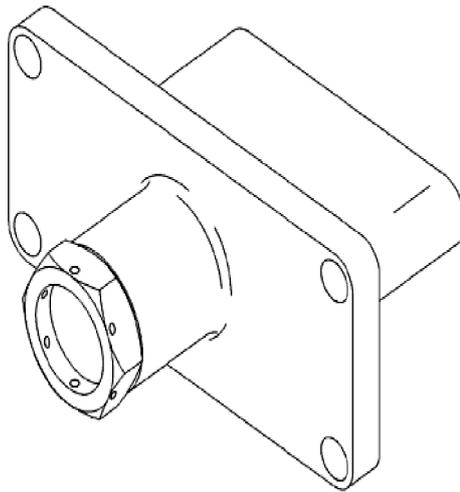


FIGURE (II-23) : LA SONDE Ps14

#### *II-4-3- Les Sondes De Vitesse :*

##### *II-4-3-1-La Sonde De Vitesse N1 :*

Le capteur de vitesse N1 est localisé à 2:00h sur le carter Fan. La sonde N1 mesure la vitesse de rotation de l'arbre de l'attelage basse pression (BP). C'est un paramètre principal pour le calcul des performances moteur, il est prie sous forme analogique et digitale, les indications deviennent rouges si N1 est 115.5% donc il faut arrêter le moteur. L'indication du dépassement reste affichée au niveau du cockpit. (Figure II-24)

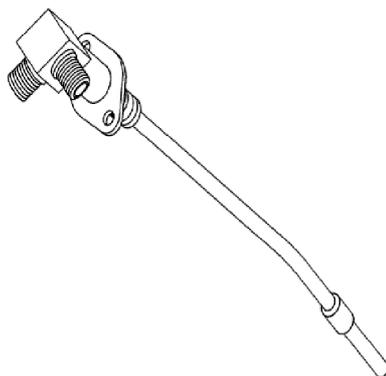


FIGURE (II-24) : LA SONDE DE VITESSE N1

#### II-4-3-2- La Sonde De Vitesse N2 :

La sonde N2 est installée sur le coté droit avant de l'AGB, il indique la vitesse de l'attelage haute pression par la mesure de la vitesse au niveau du relais d'accessoire, est présenté sous forme digitale seulement, l'indication devient rouge si N2 atteint 113% et il faudra arrêter le moteur. L'indication du dépassement reste affichée au niveau du cockpit. (Figure II-25)

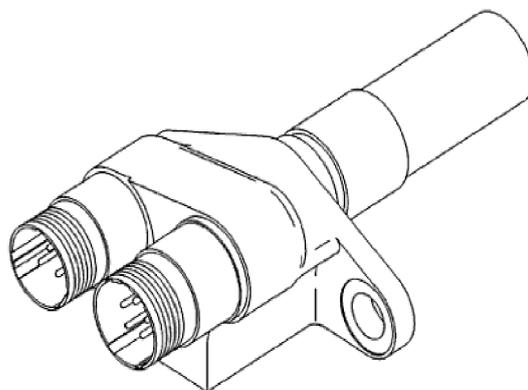


FIGURE (II-25) : LA SONDE DE VITESSE N2

#### II-4-4- Les Capteurs De Vibrations Du Moteur :

Il y a deux capteurs de vibration un pour l'attelage BP et un pour L'attelage HP. Les signaux des capteurs sont transmis à un calculateur EIVMU (Unité de Surveillance du

Moteur), cette unité indique une seule valeur à la fois qui est la plus grande. L'EIVMU calcule aussi l'impulsion de référence et la phase et l'amplitude du déséquilibre du Fan.

Le capteur de vibration N1 se trouve au niveau de la Sump A Voir Figure (II-26)

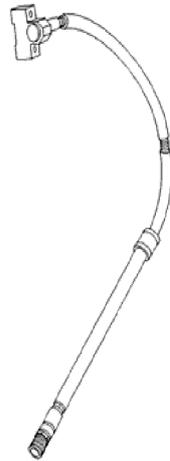


FIGURE (II-26) : LE CAPTEUR DE VIBRATION N1

compresseur haute pression. Voir Figure (II-27)

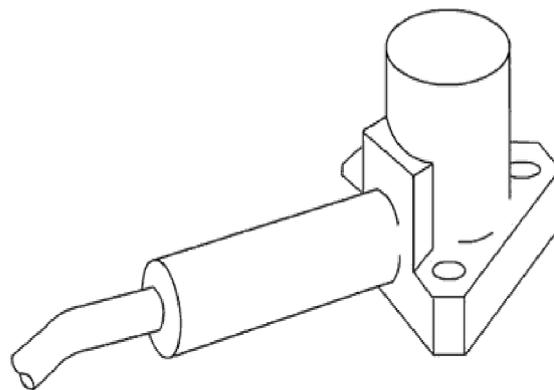


FIGURE (II-27) : LE CAPTEUR DE VIBRATION N2

## INTRODUCTION :

Le moteur CF6-80 E1 est moteur « ON CONDITION », cela veut dire que le moteur peut être exploité jusqu'à ce qu'une panne survienne.

Afin de prolonger au maximum la durée de vie du moteur, des inspections et des contrôles périodiques sont effectuées pour pouvoir détecter les pannes mineures avant qu'elles ne deviennent des pannes majeures ou pannes en cascades ce qui veut dire que l'ensemble de plusieurs pannes mineures forment une panne majeure.

L'un des principaux éléments pour optimiser l'exploitation du moteur est de respecter les limites développées par le constructeur.

Dans ce chapitre nous allons voir ces limites ainsi que les remèdes suite à leur dépassement involontaire. De plus quelques inspections importantes pour contrôler l'état du moteur afin d'éviter la perte inutile de ce dernier.

Les limites de fonctionnement sont des limites mécaniques et physiques obtenues lors de tests de fiabilité. Au-delà de ses limites le constructeur ne donne aucune garantie.

### III-1- Les Limites Opérationnelles:

#### III-1-1- Les Limites De Température:

##### III-1-1-1- Température Des Gaz D'échappement (EGT), °C (°F):

Décollage (5 minutes)	975 (1787)
Maximum continue	940 (1724)
Phase de transit (40 s)	870 (1598)
Démarrage (sol) Max (pas de temps limite)	750 (1382)

TABLEAU (III-2) : TEMPERATURE DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

- Ø Les limites du temps des dépassements de la température sont indiquées dans « specific operating instruction » qui est un document technique établi par le constructeur.
- Ø Les valeurs des limites EGT indiquées au niveau du poste pilotage (cockpit) pour les deux (02) régimes décollage et maximum continues correspondent à la limite actuelle mesurée des gaz d'échappement établie au niveau du plug d'identification pour chaque moteur. Il existe des corrections effectuées au niveau de l'ECU et qui sont contrôlées via des dérivations au niveau du plug ECU.

Model	Décollage EGT Correction (Shunt)	Décollage EGT Valeur limite °C (°F)		Maximum continu EGT Valeur limite °C (°F)	
		Indiquée	Actuelle	Indiquée	Actuelle
CF6-80E1A4	70	975 (1787)	1045 (1913)	940 (1724)	998 (1828)
CF6-80E1A4 avec SB 73-0042, 73-0043*	75	975 (1787)	1050 (1922)	940 (1724)	998 (1828)

TABLEAU (III-2)- LA TEMPERATURE ACTUELLE ET INDIQUEE

*III-1-1-2-Température D'Huile °C (°F):*

Exploitation permanente : 160 (320)

Transitoire (15 minutes Maximum) 175 (347)

*III-1-1-3- Température De Carburant:*

La limite de température au démarrage est la température minimale reliée avec la viscosité de carburant pas plus que 0.000012 m<sup>2</sup>/s, de la température maximale 55°C (131°F). La température de démarrage appliquée au sol et rallumage en vol.

La limite de température d'utilisation (hors de démarrage) c'est la température inférieure à 3°C (5.4°F) au-dessus de point de congélation de carburant doit pas être inférieure à -54°C (-65.2°F), et la limite maximale de température de 55°C (131°F).

*III-1-2-Les Vitesses Maximales Acceptables Des Rotors :*

Mobile basse pression (N1) RPM (%) 3835 (115.5)

Mobile haute pression (N2) RPM (%) 11105 (113.0)

*III-1-3- Les Limites De Pression :**III-1-3-1- Les Limites De Pression De Carburant à L'entrée De La Pompe Moteur :*

Démarrage au sol, reallumage en vol et opération

De pressions minimales de carburant de plus ou égale à 34.5 Kpa (5.0 psi). La limite maximale ne doit pas dépasser 468 Kpa (68 psi) avec un rapport vapeur/liquide de zéro dans toutes les conditions de fonctionnement.

### III-1-3-2- Les Limites De Pression D'huile :

Basse pression (différentiel) : 69 Kpa (10 psi) minimum  
 103.4 Kpa (15.0 psi) à 55% de N2  
 241.5 Kpa (35.0 psi) à 110% de N2

Le fonctionnement est permis au dessous de la pression minimale d'huile de 69 Kpa différentiel (10 psi différentiel) pendant 30 seconds au maximum au dessous de condition « negative g ». Voir la consigne d'utilisation de CF6-80 E1, GEK 99382, section 6.

### III-2-Les Pannes De Système FADEC Du Moteur (isolation des pannes) :

La procédure d'isolation des pannes qui va suivre donne les instructions nécessaires pour traiter les codes des pannes reçues à partir de l'ECU qui fournit l'information pour trouver les causes des pannes. Les procédures qui suivent font des analyses de la cause de la panne, les instructions sont données pour y remédier par les diagrammes de recherche de panne. Les diagrammes de recherche des pannes isolent les pannes des LRU's et les composants des sub-systèmes individuel.

#### III-2-1-Interroger L'ECU :

A-Examiner les deux canaux de l'ECU canal A et B et trouver tous les affichages de la maintenance de 11 jusqu'à 29 des ARINC 360,361,362,363,364,365,366,367,370,371, et 372. Si aucune information est affichée, continuer à utiliser le moteur. S'il y a des informations qui sont affichées, reporter les numéros et référer à la TASK 72-00-00-810-008-002 (72-00-00 FAULT ISOLATION 008).

#### III-2-2-Isolation Des Pannes De Système FADEC :

- A- Faire la procédure pour corriger les pannes qui sont répertorié sur le tableau suivant :  
 NOTE : les indications des pannes, les procédures pour corriger les pannes et le diagramme de recherche des pannes donnent des symptômes de la panne.
  - B- Utiliser les procédures suivantes pour corriger les pannes et les notes de recherche des pannes pour pouvoir les isoler à partir des composants spécifiques.
- (1) Isolation des pannes (recherche des pannes) est listées par code et peut être appliqué au canal A ou B. la seule déférence à la recherche de panne est le sub-système appliqué que se soit pour le canal A ou B.

- (2) Examiner tout les codes des pannes afin de pouvoir trouver celle qui correspond le plus à notre cas et en suite se référé au sub-système ou composant. Cette philosophie va nous permettre d'isoler le composant à partir du système.
- (3) Quand la continuité du câble ou la résistance mesurée est spécifique, le texte pour corriger la panne montre uniquement le sub-système affiché avec les numéros de figures, les schémas de recherche de panne précise les numéros de câble, numéros des prises, numéros de pin, valeur de résistance...etc.
- (4) Quand les valeurs de résistance ou de continuité sont mesurées toujours faire la procédure mise à la terre sur tous les circuits applicables.
- (5) Pour faire une recherche de panne facile, les valves de résistance des composants du sub-système peuvent être mesurées à la place de la continuité du câble.
- (6) Tester la continuité du câble à partir de la prise de l'ECU pour la résistance des câbles et composants. Si la résistance est hors limite, déconnecter chaque branche du câble pour isoler la partie endommagée.

### III-3-TABLEAU RECAPULATIF DE RECHERCHE DE PANNE :

ATA	Description de la panne	Procédure corrective de la panne
73-21-12	Panne de détecteur T12	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble ou bien le détecteur T12. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-11	Panne de détecteur T25	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble ou bien le détecteur T25. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
77-21-61	Panne de détecteur T3	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble ou bien le détecteur T3. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
77-21-61	Panne de détecteur T49.5 supérieur	Faire un test de continuité de câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-19	Panne de détecteur T49.5 inférieur	Faire un test de continuité du câble si la résistance de câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
77-11-11	Panne de détecteur T5	Faire un test de continuité de câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble ou bien le détecteur T5. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
77-11-12	Panne de détecteur N1	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble ou bien le détecteur N1. Si la résistance du câble est dans les limites.



		Remplacer l'ECU.
73-21-00	Panne de détecteur N2	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble ou bien le détecteur N2. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
72-31-34	Panne de détecteur PS14	Faire une inspection visuelle des tubes pour détérioration. Examiner tous les raccords pour un couple correcte. Si aucune détérioration n'est détectée. Faire un test de pression des tubes de PS14.
73-21-00	Panne de détecteur PS3	Faire une inspection visuelle des tubes pour détérioration. Examiner tous les raccords pour un couple correcte. Si aucune détérioration n'est détectée. Faire un test de pression des tubes de PS3.
73-21-00	Panne de détecteur PS25	Faire une inspection visuelle des tubes pour détérioration. Examiner tous les raccords pour un couple correcte. Si aucune détérioration n'est détectée. Faire un test de pression des tubes de PS25.
73-21-34	Panne de détecteur PS49	Faire une inspection visuelle des tubes pour détérioration. Examiner tous les raccords pour un couple correcte. Si aucune détérioration n'est détectée. Faire un test de pression des tubes de PS49.
79-33-11	Panne de détecteur PS12	Faire une inspection visuelle des tubes pour détérioration. Examiner tous les raccords pour un couple correcte. Si aucune détérioration n'est détectée. Faire un test de pression des tubes de PS12.
79-33-11	Panne de transmission de différence de pression d'huile	Inspecter la connexion pour anomalie, saleté ou huile. Nettoyer la connexion. Si câble endommagé changer le câble. Effectuer un test de continuité du câble. Si la résistance du câble est hors tolérance. Remplacer : - Le câble. - Indicateur de pression d'huile. - Interface d'indication de pression d'huile.
---	EGT est plus que la limite supérieure	Faire une inspection de sur limite de l'EGT. Si aucune panne est détectée remplacer l'ECU.
73-34-00	Colmatage filtre carburant	Enlever et remplacer le filtre de carburant. Faire une inspection pour une contamination. Si la contamination est détectée. Isoler et corriger l'origine de la contamination.
77-11-11	dépassement de N2	Faire une inspection de survitesse de N2. Si le moteur est bon. Remplacer l'HMU et l'ECU.
79-11-13	dépassement de N1	Faire une inspection de survitesse de N1. Si le moteur est bon. Remplacer l'HMU et l'ECU.
79-35-00	Colmatage filtre d'huile	Enlever et remplacer le filtre d'huile. Inspecter le détecteur de particule métallique principal du circuit d'huile. Les filtres métalliques (screens) de la L/S pompe. Si contamination est trouvée procédez au changement des deux échangeurs huile/carburant.
79-32-00	indication de sur température	Examiner la pression et la quantité d'huile. Si il ya pas un changement. Remplacer l'indicateur de température. Si anomalie persiste remplacer l'ECU.

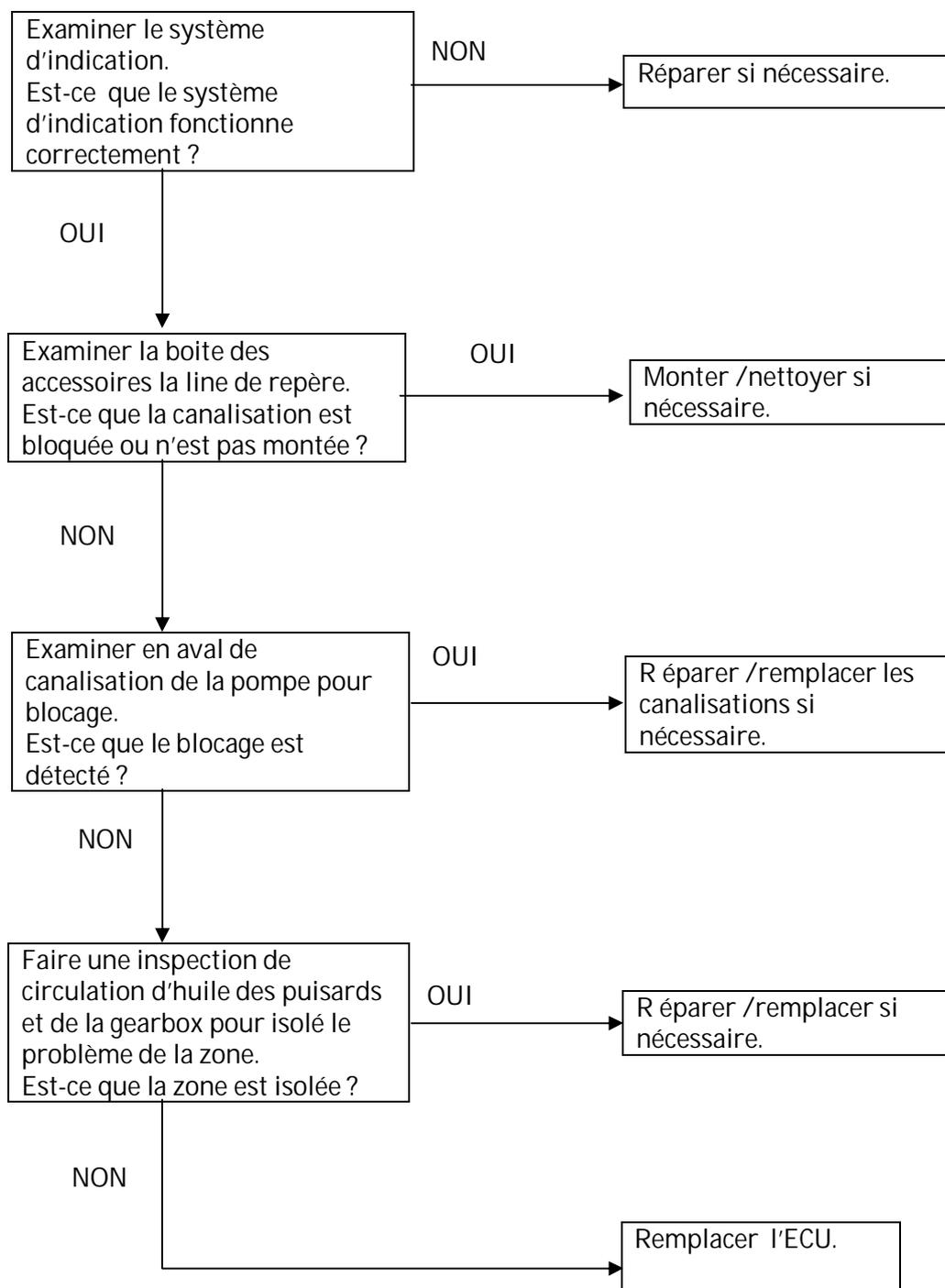


---	panne collecteur d'information	Effectuer un test de continuité du câble. Si la résistance du câble est hors les limites. Remplacer le câble. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
---	Panne connecteur inter canaux ECU	Effectuer un test de continuité du câble. Si la résistance du câble est hors les limites. Remplacer le câble. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
---	Panne d'indication débit carburant	Effectuer un test de continuité du câble. Si la résistance du câble est hors les limites. Remplacer le câble. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-24	Panne de détecteur P0	Remplacer l'ECU.
73-21-24	Panne de détecteur P0	Remplacer l'ECU.
---	Panne d'identification ECU	Remplacer le connecteur d'identification. Si la panne persiste, remplacer l'ECU.
---	Panne d'indication réglage N1	Remplacer le connecteur d'identification. Si la panne persiste, remplacer l'ECU.
73-21-51	Erreur signal retour position FMV	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-51	Erreur signal retour position FMV	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-51	Erreur signal retour position VBV	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-51	Erreur signal retour position VSV	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-51	Erreur signal retour position HPTCC	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-51	Erreur signal retour position LPTCC	Faire un test de continuité du câble si la résistance du câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
80-11-52	Erreur signal retour position vanne démarrage	Faire un test de continuité du câble si la résistance de câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
24-21-45	Erreur signal retour position CCCV	Faire un test de continuité du câble si la résistance de câble est hors limites. Remplacer le câble. Si la résistance de câble ou la CCCV. Si la résistance est dans les limites. Remplacer l'ECU.
75-24-51	Erreur signal retour position BCV	Faire un test de continuité du câble si la résistance de câble est hors limites. Remplacer le câble le détecteur BCV. Si la résistance du câble est dans les limites. Remplacer l'ECU.
73-21-34	Panne du système inter canaux du commutateur filtre d'huile	Remplacer l'ECU.
73-21-34	Panne du système inter canaux du commutateur	Remplacer l'ECU.

	filtre carburant	
73-21-51	Panne réponse FMV	Remplacer l'HMU. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
73-31-51	Panne réponse VBV	Remplacer l'HMU. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
75-32-50	Panne réponse VSV	Remplacer l'HMU. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
75-21-51	Panne réponse HPTCC	Remplacer la HPTACC. Si le problème persiste. Remplacer l'HMU. Si le problème continuer. Remplacer l'ECU.
75-22-51	Panne réponse LPTCC	Remplacer la LPTACC. Si le problème persiste. Remplacer l'HMU. Si le problème continuer. Remplacer l'ECU.
80-11-52	Panne réponse vanne démarrage	Remplacer SAV. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
80-11-52	Panne réponse vanne démarrage	Remplacer SAV. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
75-25-51	Panne réponse CCCV	Remplacer CCCV. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
75-25-51	Panne réponse CCCV	Remplacer CCCV. Si le problème persiste. Remplacer l'ECU.
73-21-51	Panne réponse HPSOV (fermée)	Faire un test de continuité du câble HPSOV. si le câble est hors limites. Remplacer le câble ou l'HMU. Si la résistance de câble est dans les limites. Confirmer le bon fonctionnement du commutateur signal de retour.
24-21-45	Panne réponse HPSOV (ouverte)	Faire un test de continuité du câble HPSOV. si le câble est hors limites. Remplacer le câble ou l'HMU. Si la résistance de câble est dans les limites. Confirmer le bon fonctionnement du commutateur signal de retour.

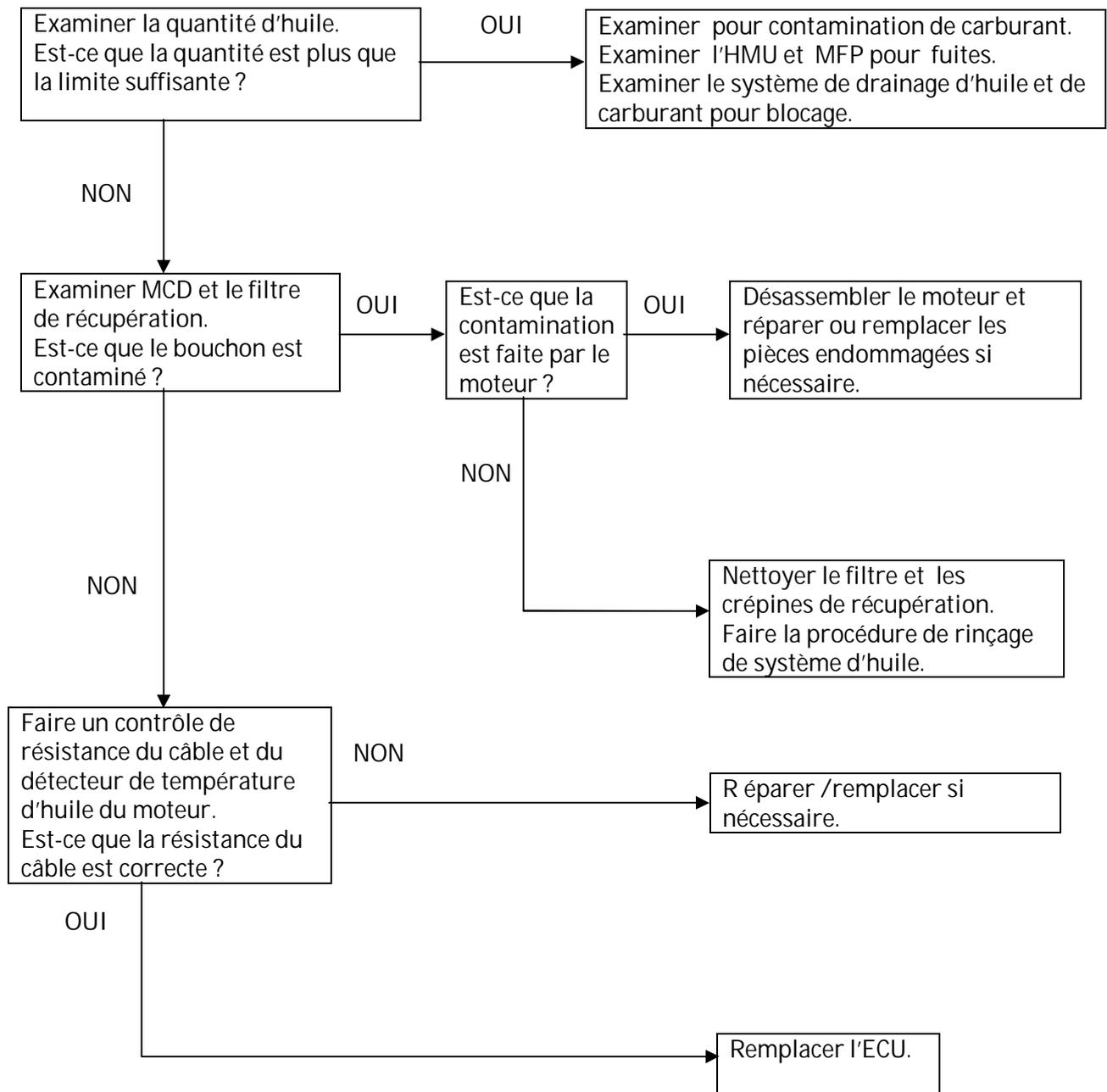
TABLEAU (III-4) : TABLEAU DE RECHERCHE DE PANNE

## EXEMPLE 05 : LE MOTEUR A SUBI UNE HAUTE PRESSION D'HUILE.

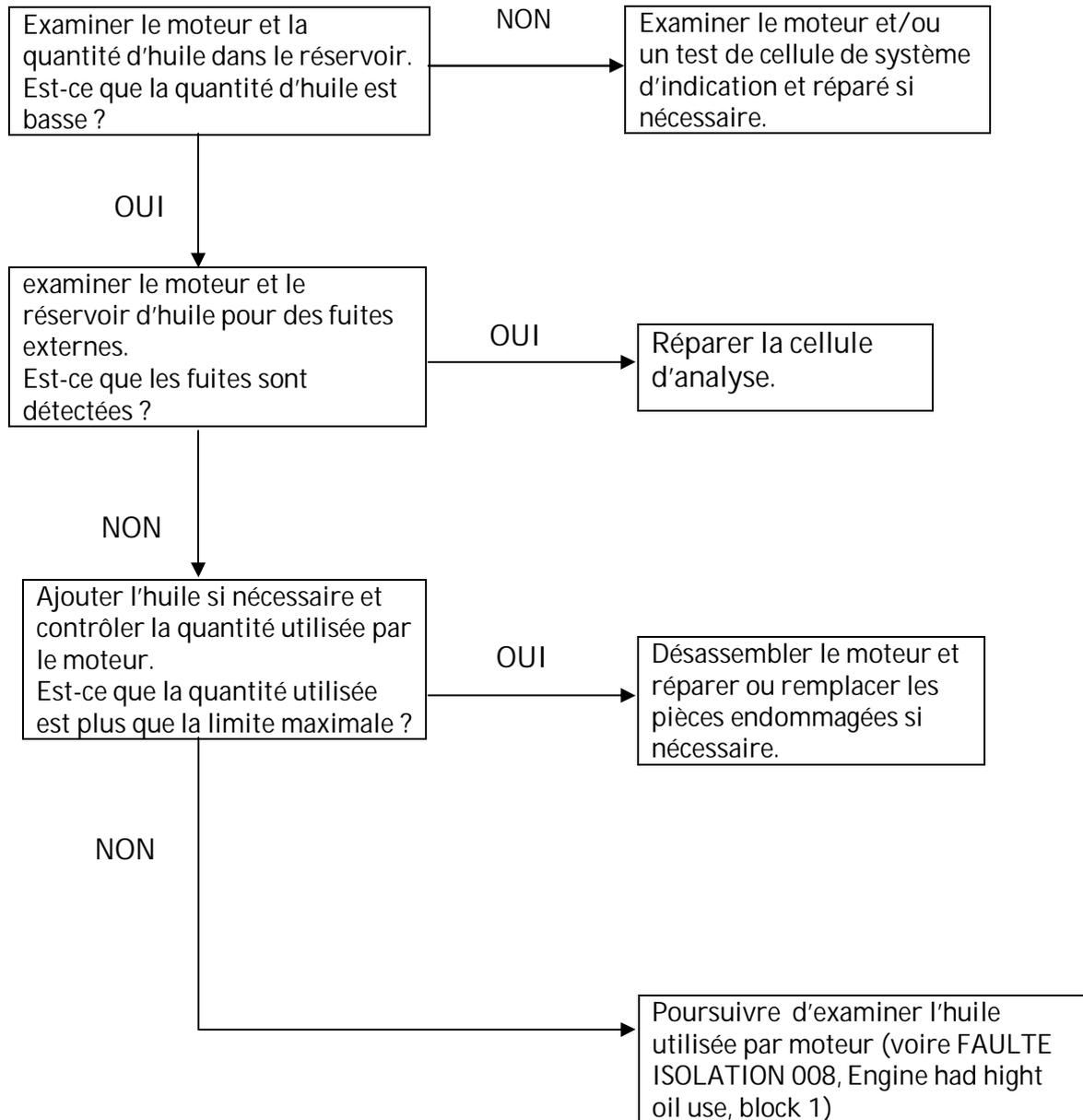




## EXEMPLE 06 : LE MOTEUR A SUBI UNE SUR TEMPERATURE D'HUILE

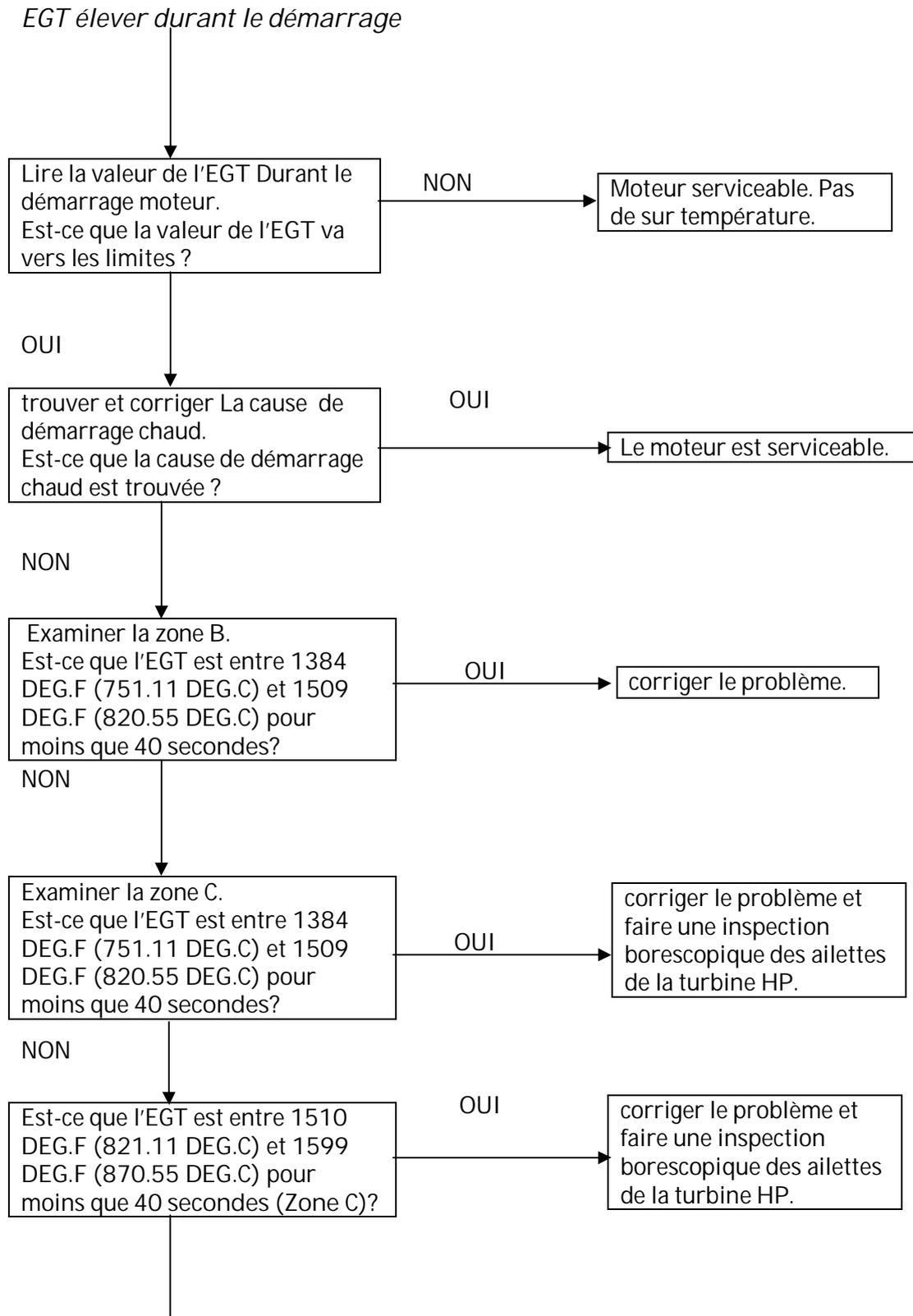


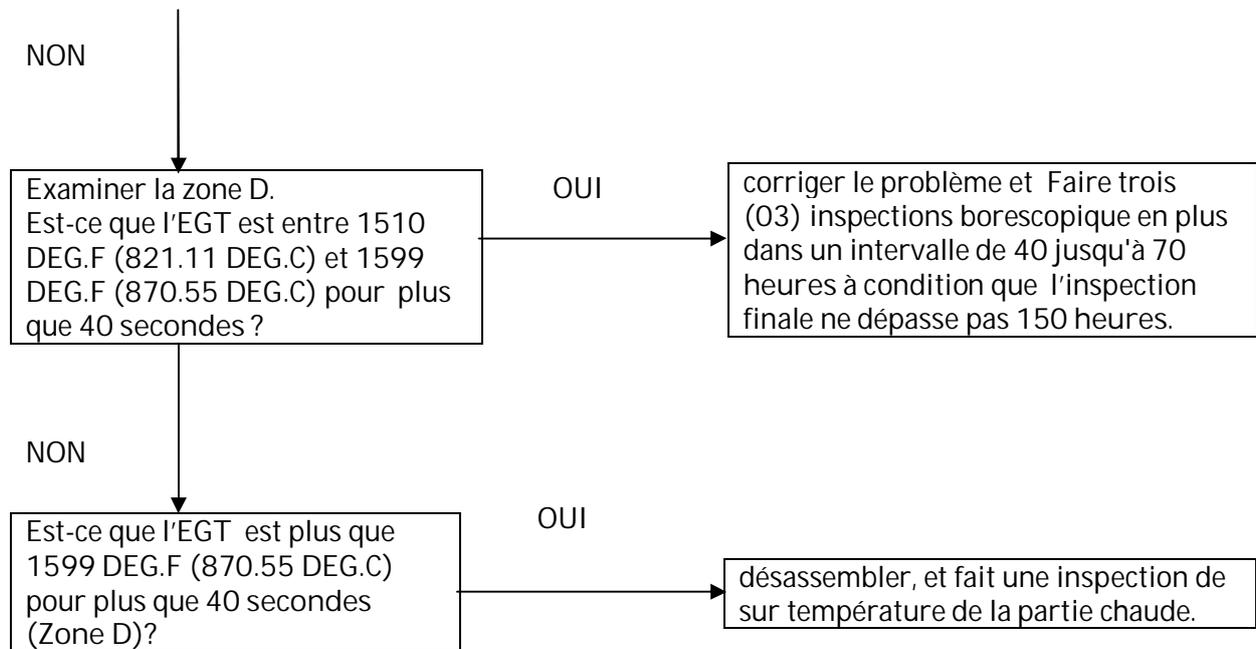
EXEMPLE 07: LE MOTEUR A UNE INDICATION D'UNE BAISSSE QUANTITE D'HUILE



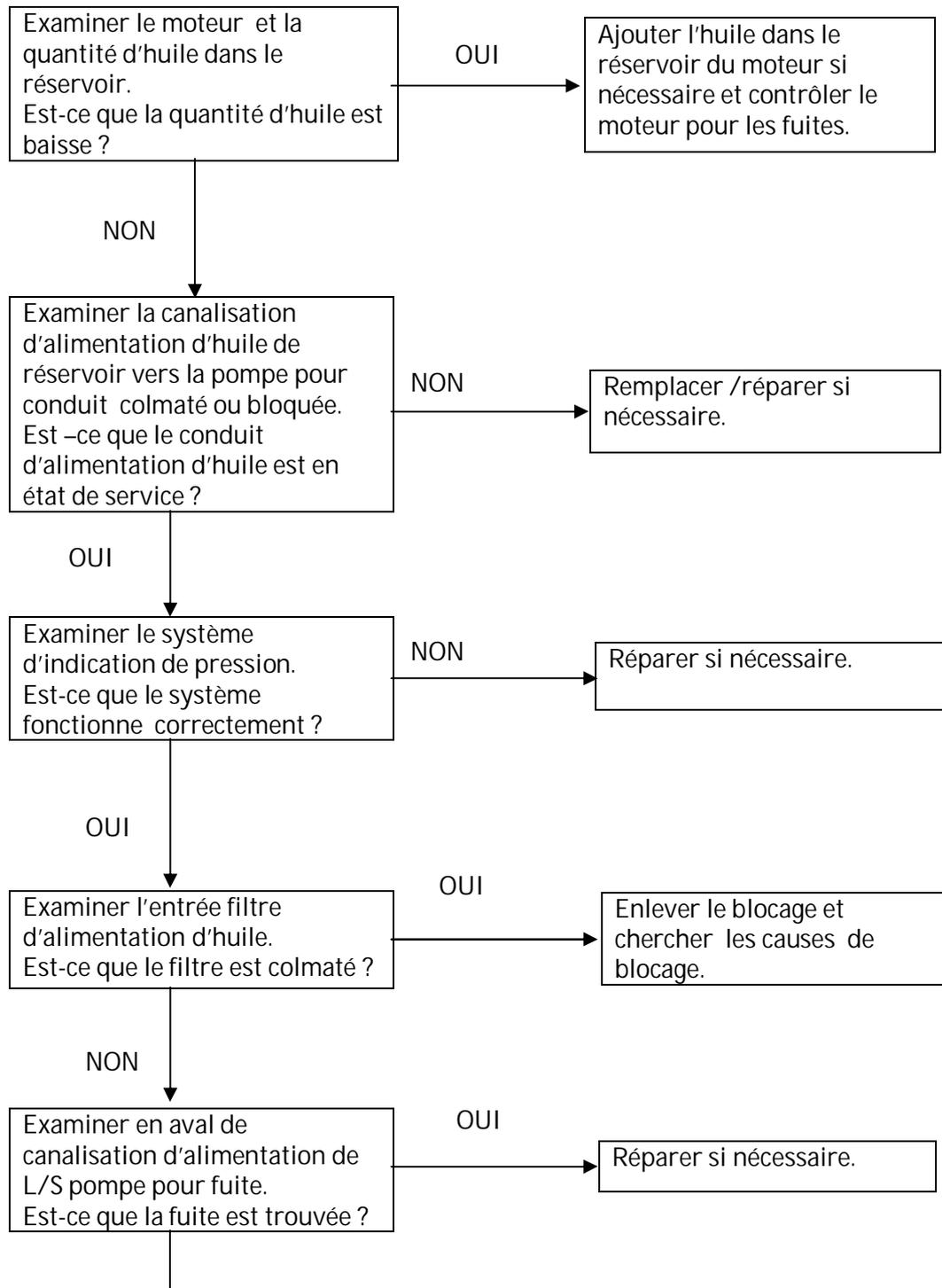
III-4-EXEMPLES DE RECHERCHE DE PANNE :

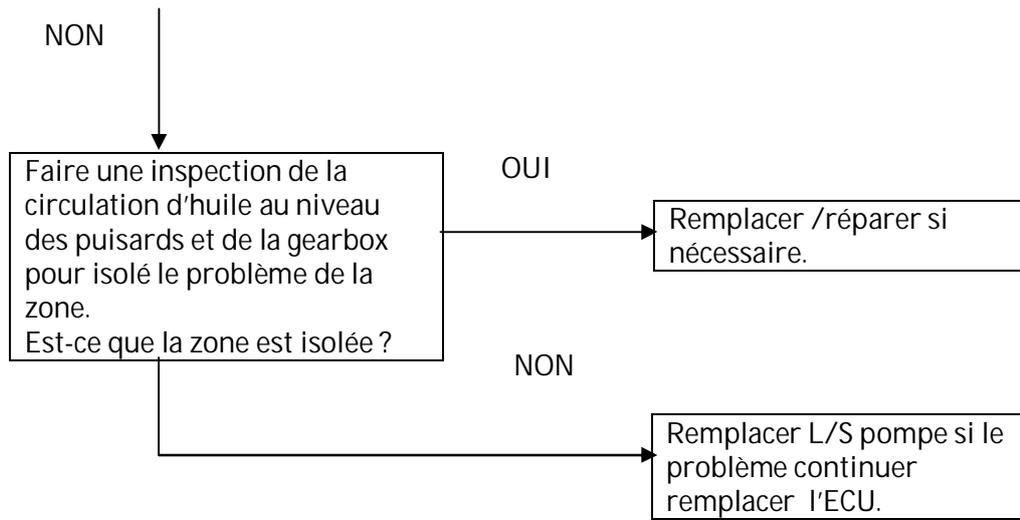
EXEMPLE 01 : INSPECTION DU MOTEUR APRES SUR TRMPERATUR



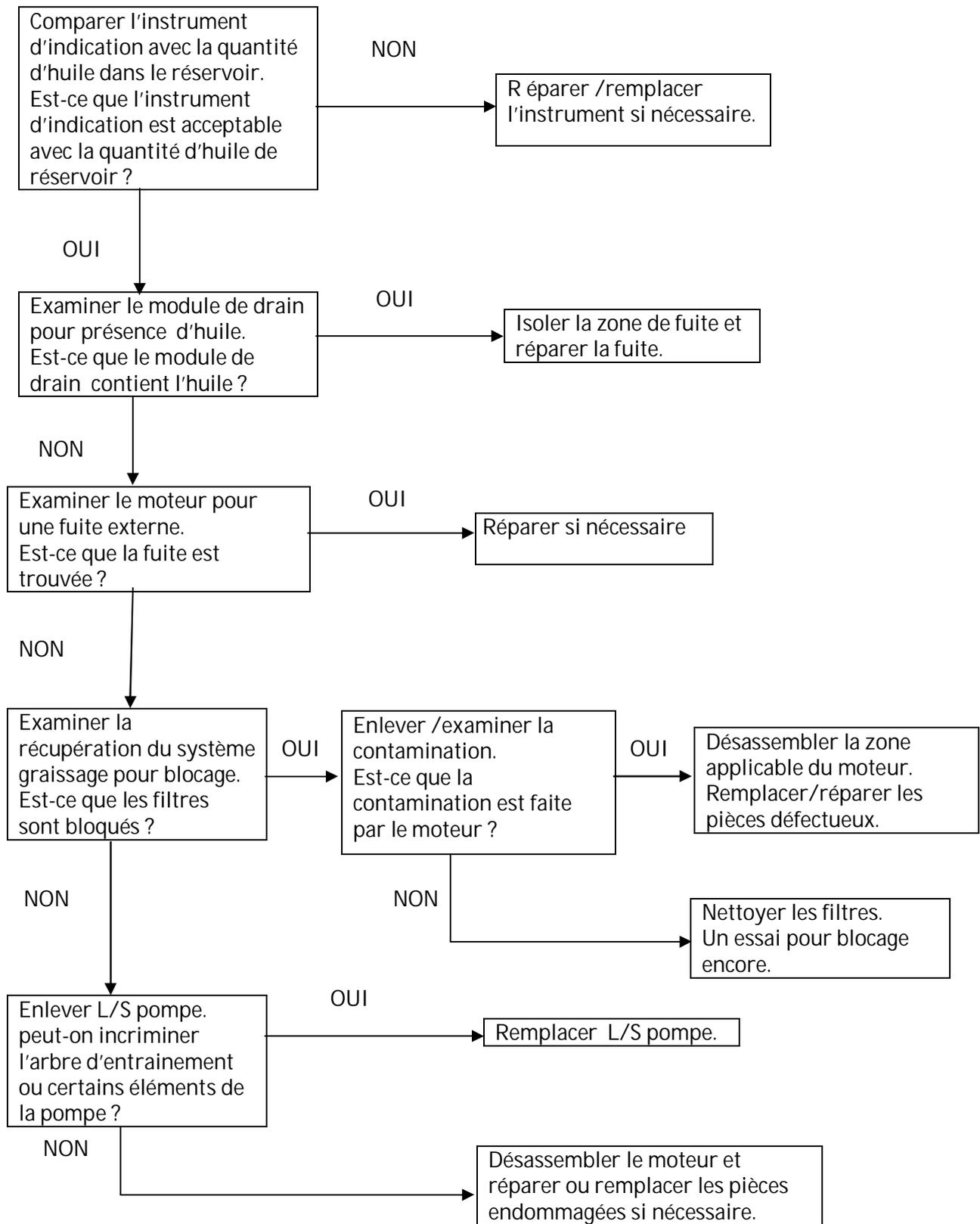


*EXEMPLE 03 : Le moteur à subir une baisse de pression d'huile*

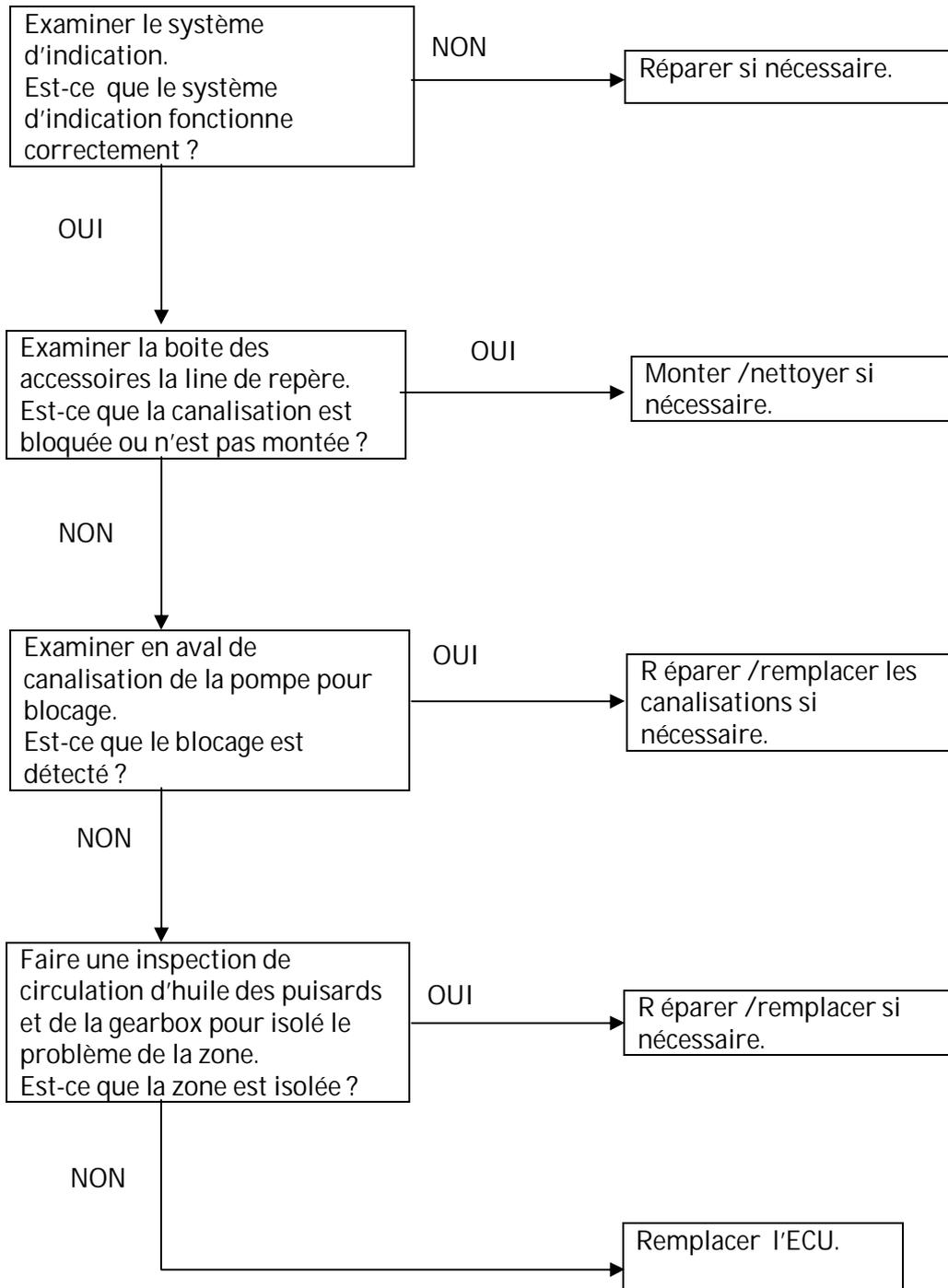




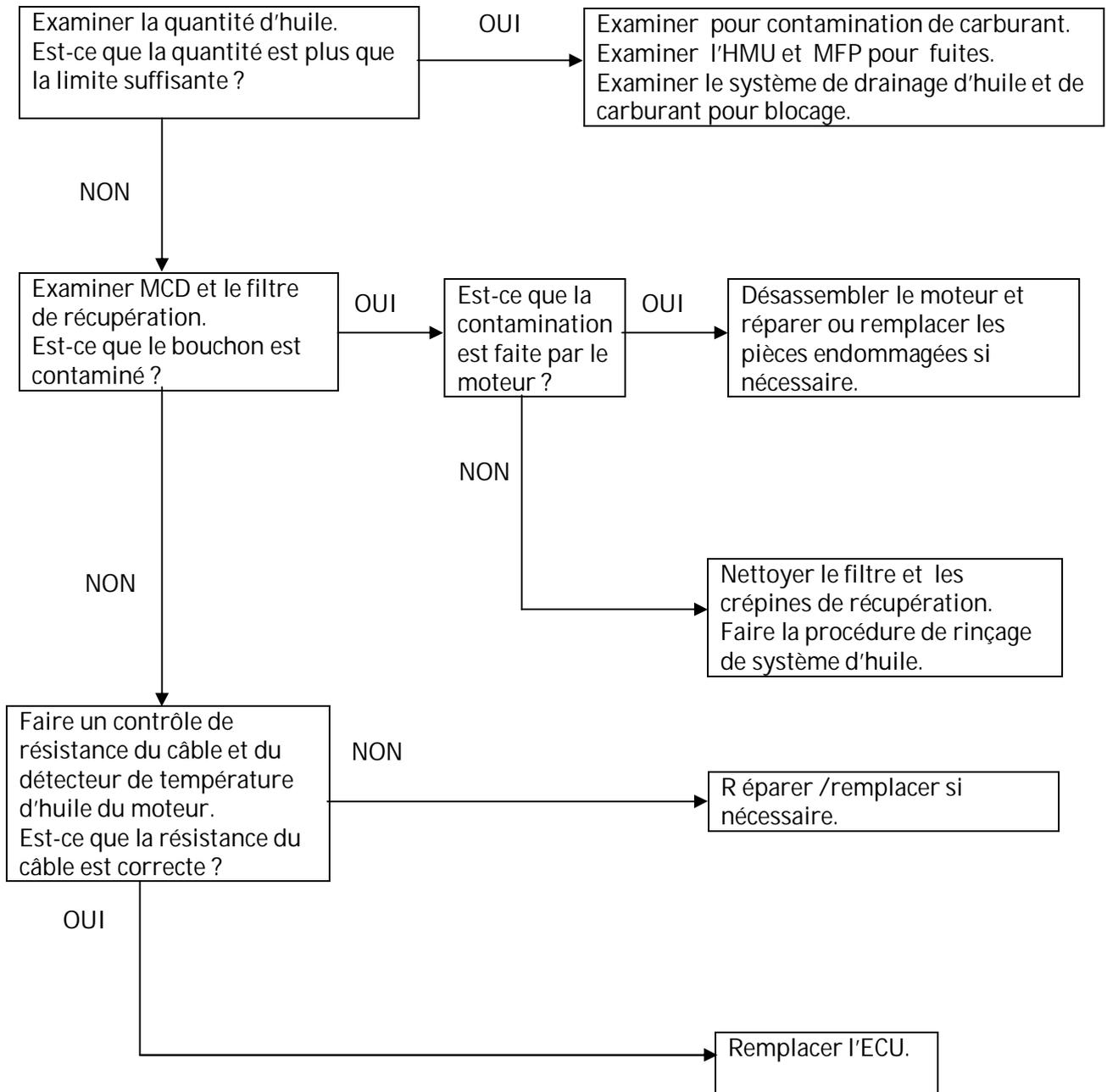
EXEMPLE 04 : LE MOTEUR A SUBIT UNE HAUTE CONSOMMATION D'HUILE



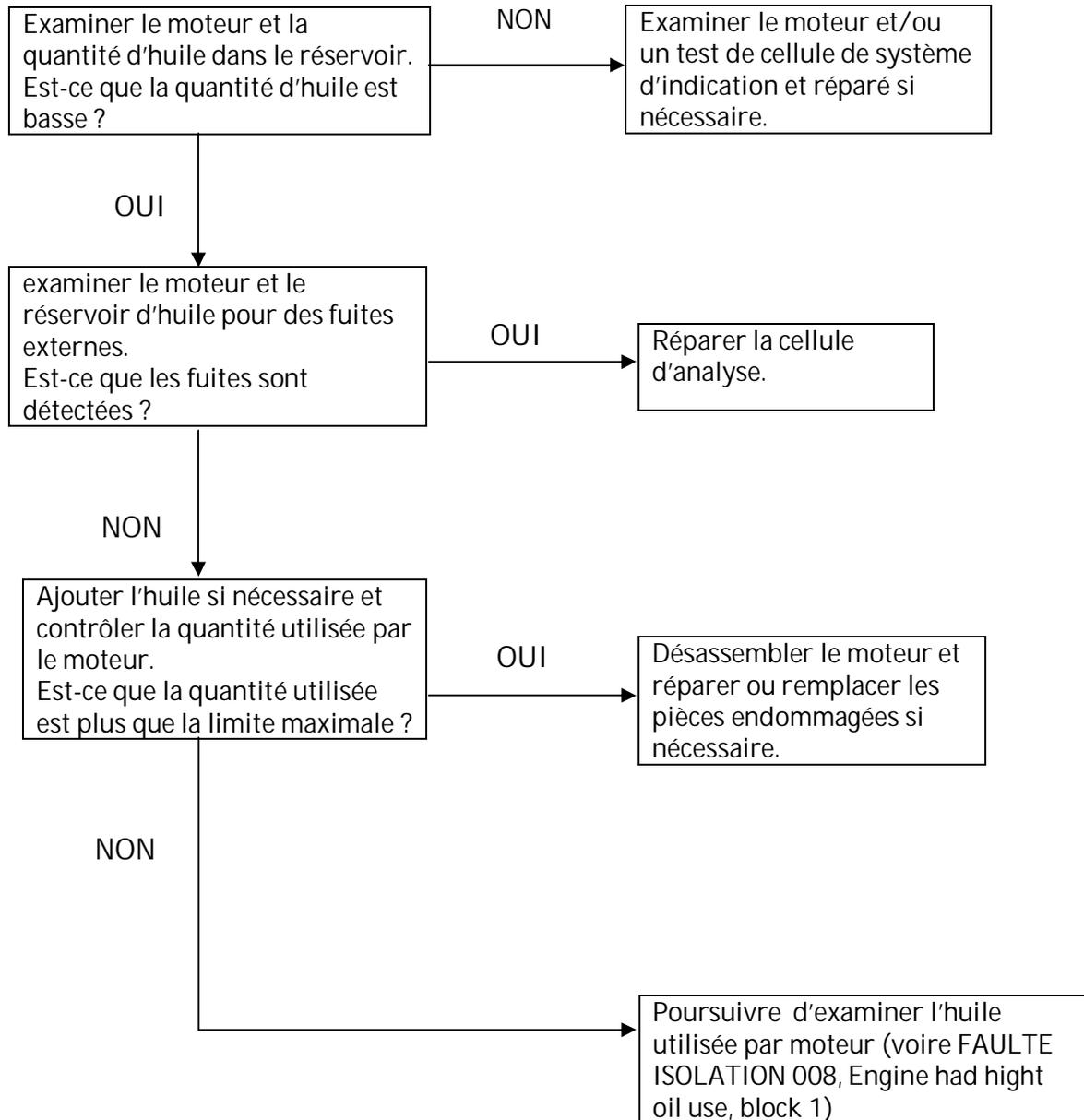
*EXEMPLE 05 : LE MOTEUR A SUBIT UNE HAUTE PRESSION D'HUILE.*



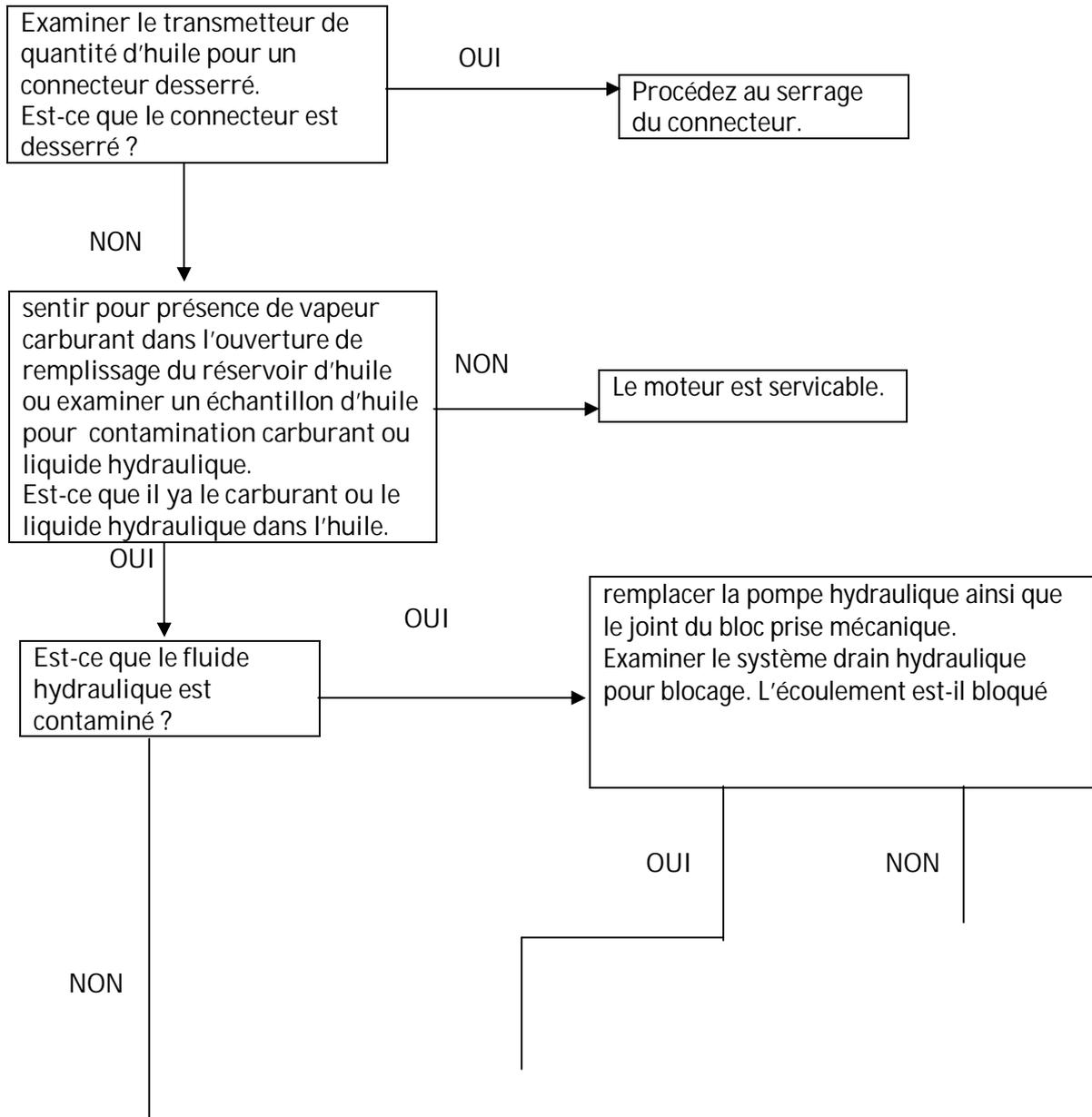
EXEMPLE 06 : LE MOTEUR A SUBIT UNE SUR TEMPERATURE D'HUILE

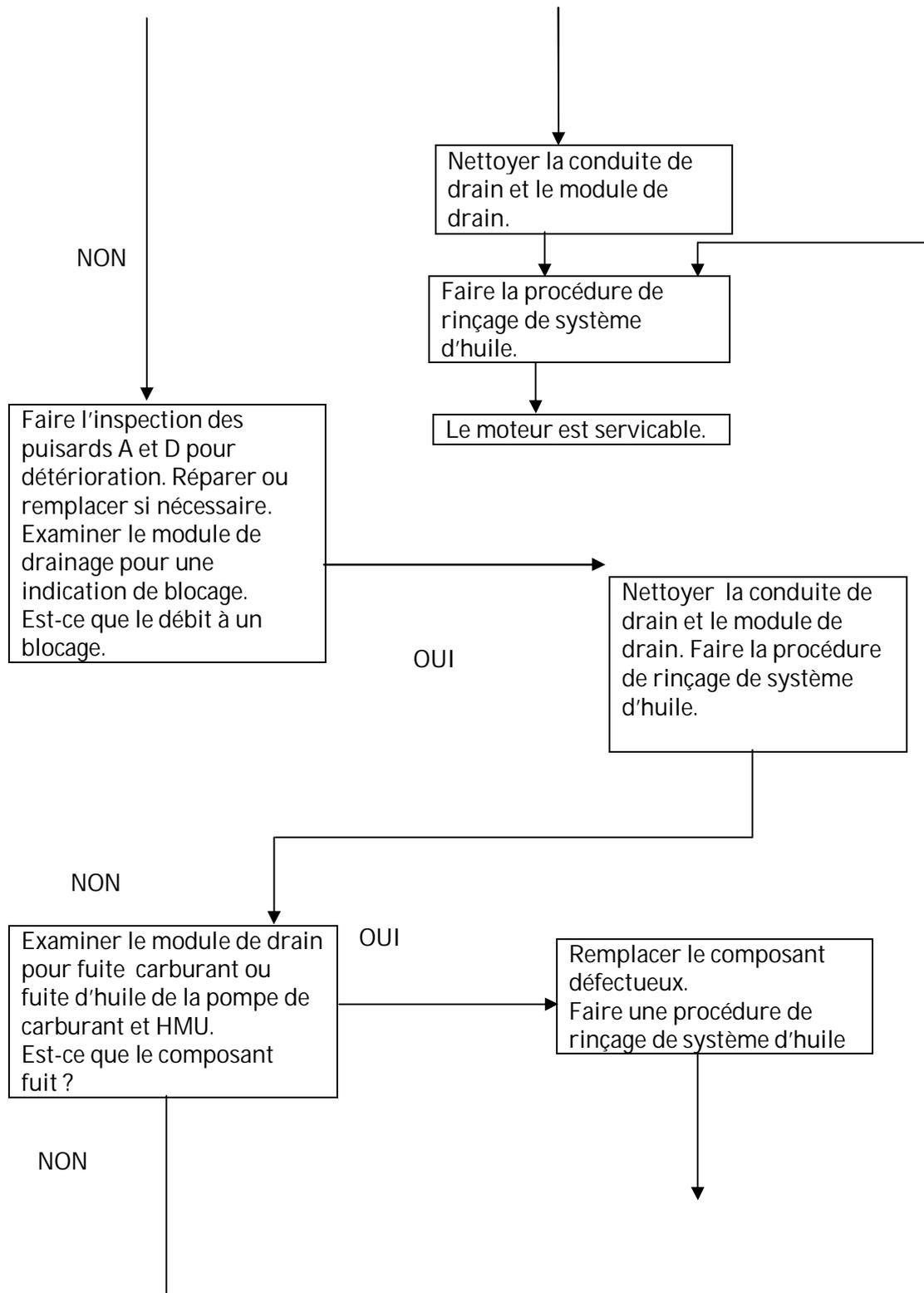


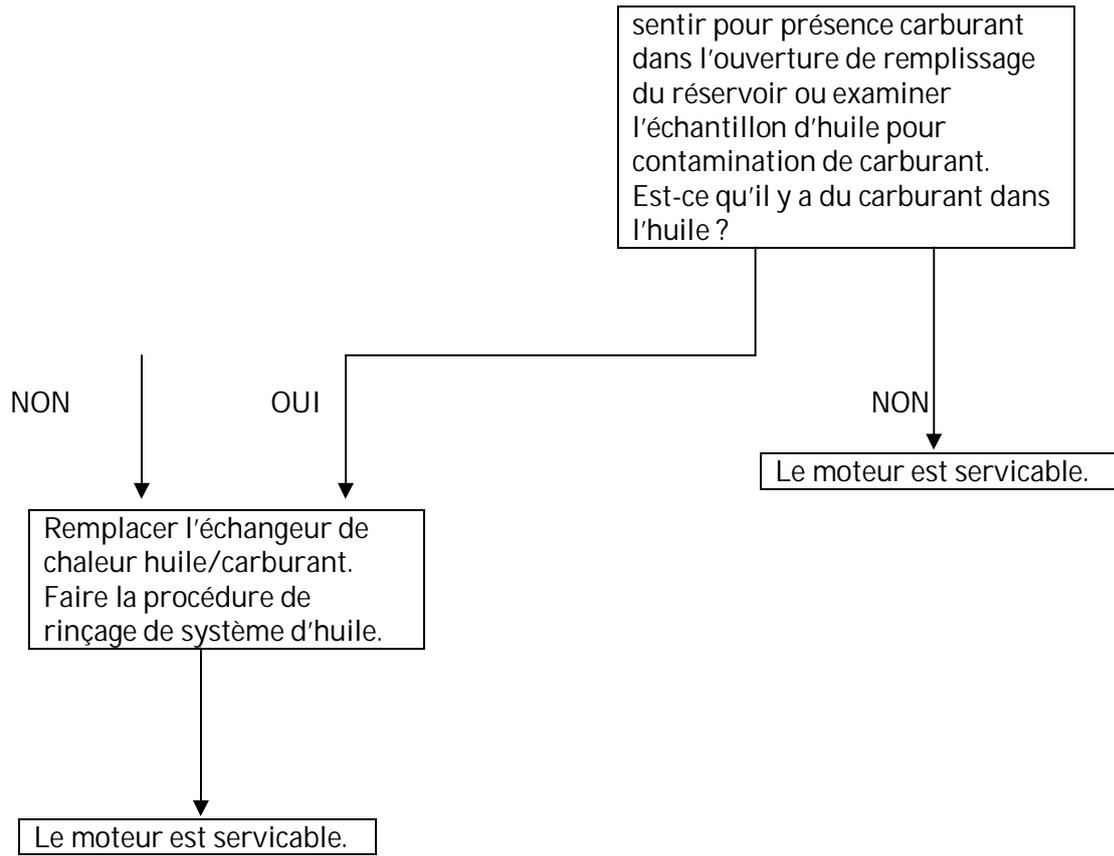
## EXEMPLE 07: LE MOTEUR A UNE INDICATION D'UNE BAISSSE QUANTITE D'HUILE



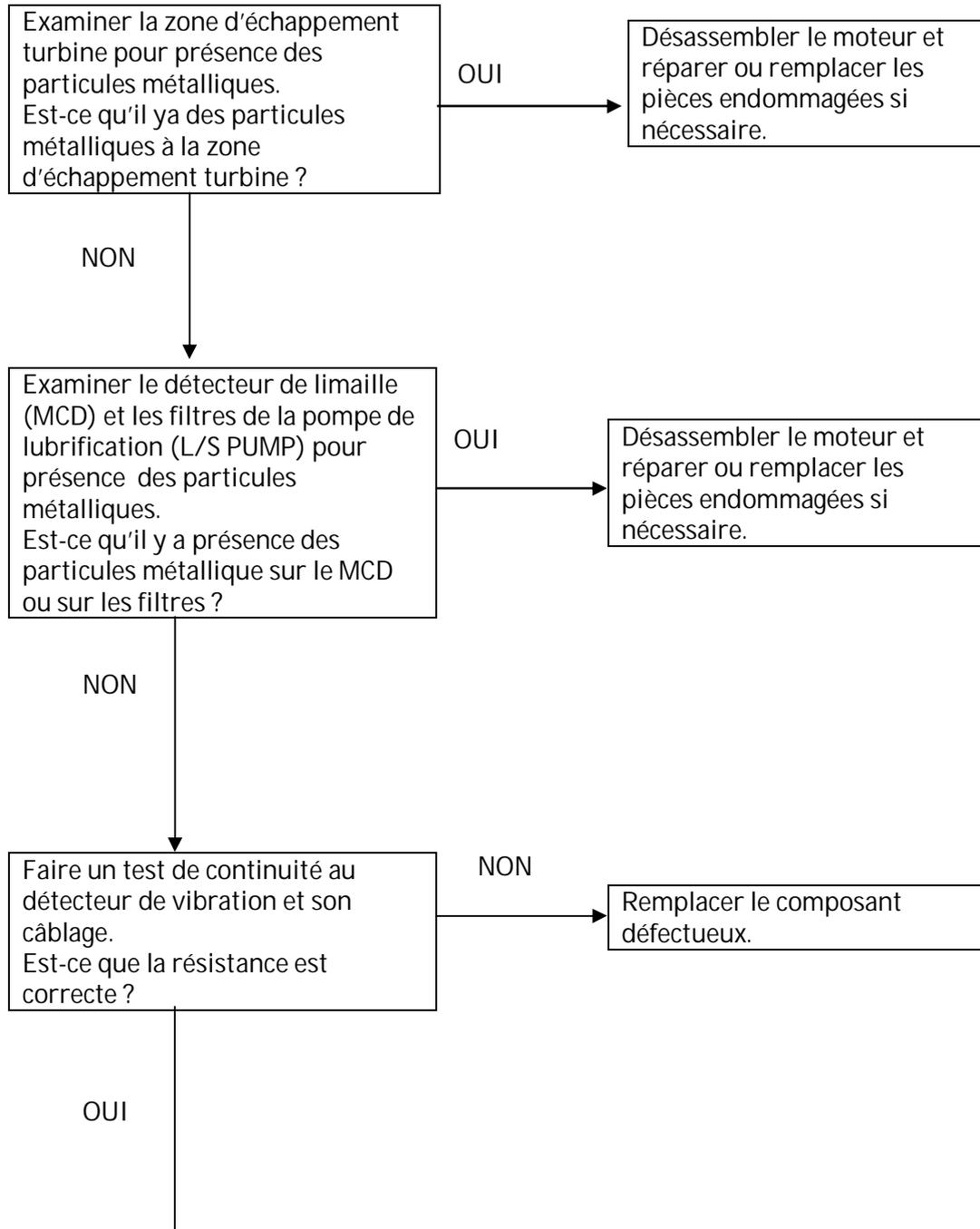
EXEMPLE 08 : LE MOTEUR A UNE INDICATION DE QUANTITE D'HUILE EN AUGMENTATION

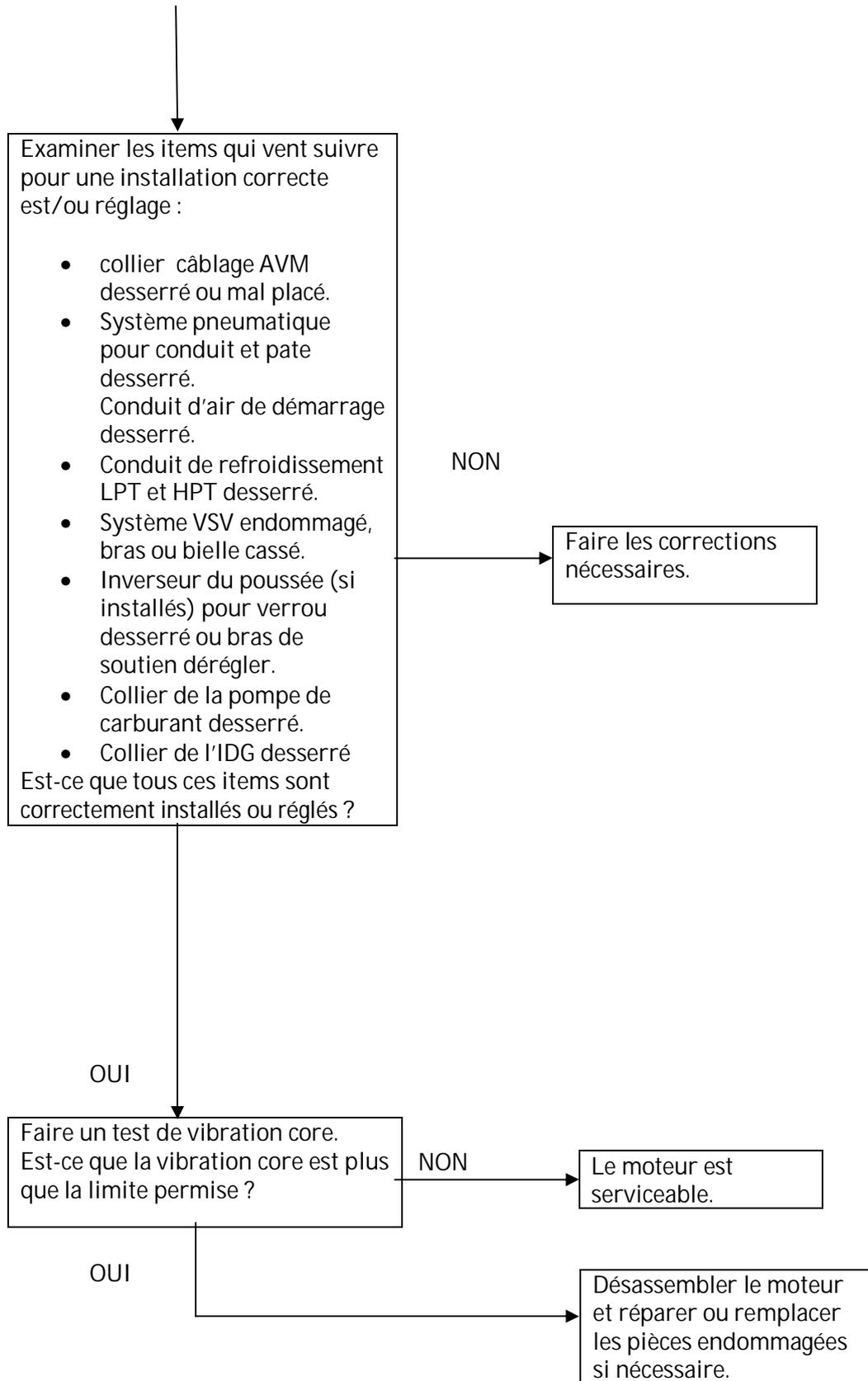




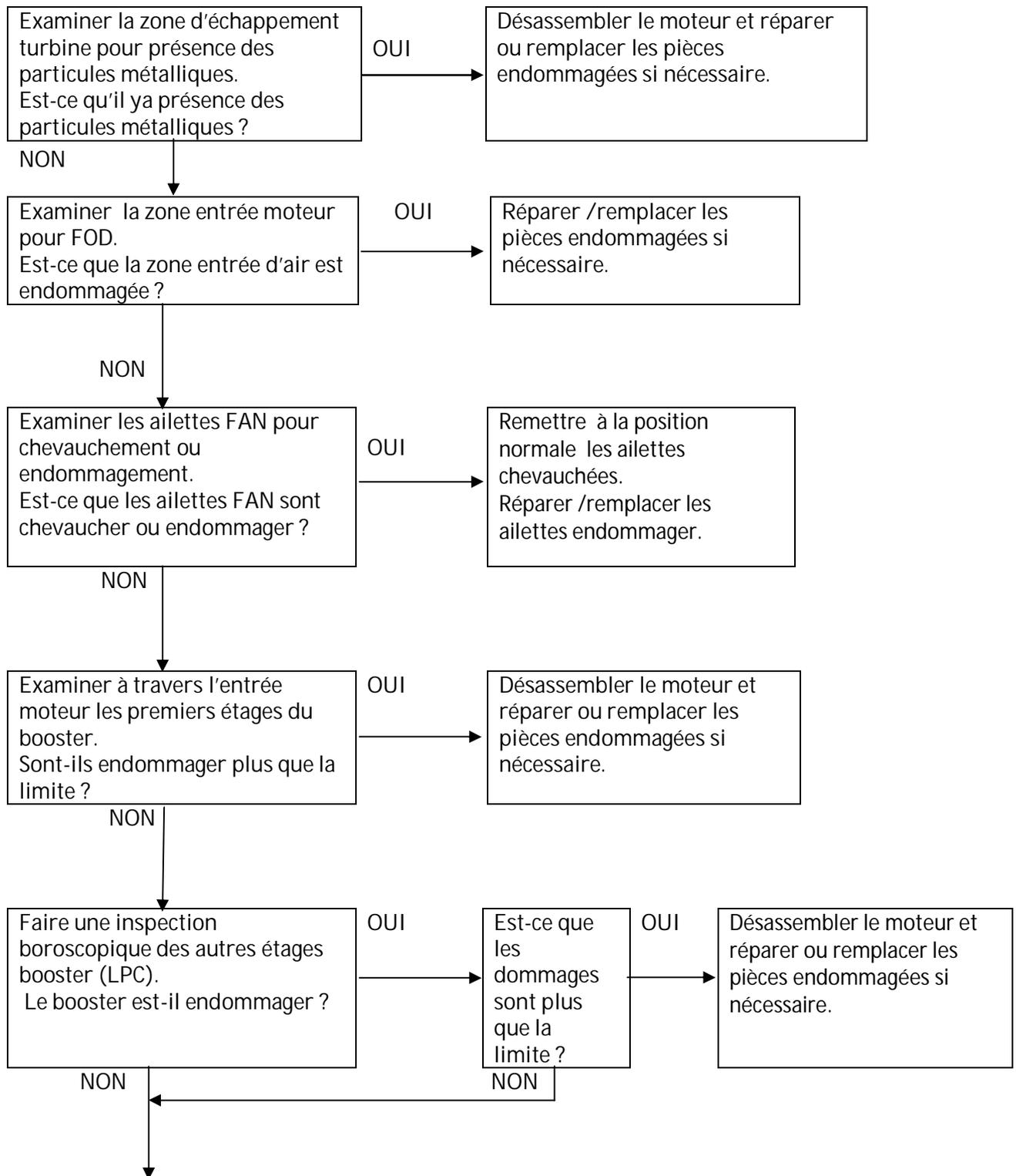


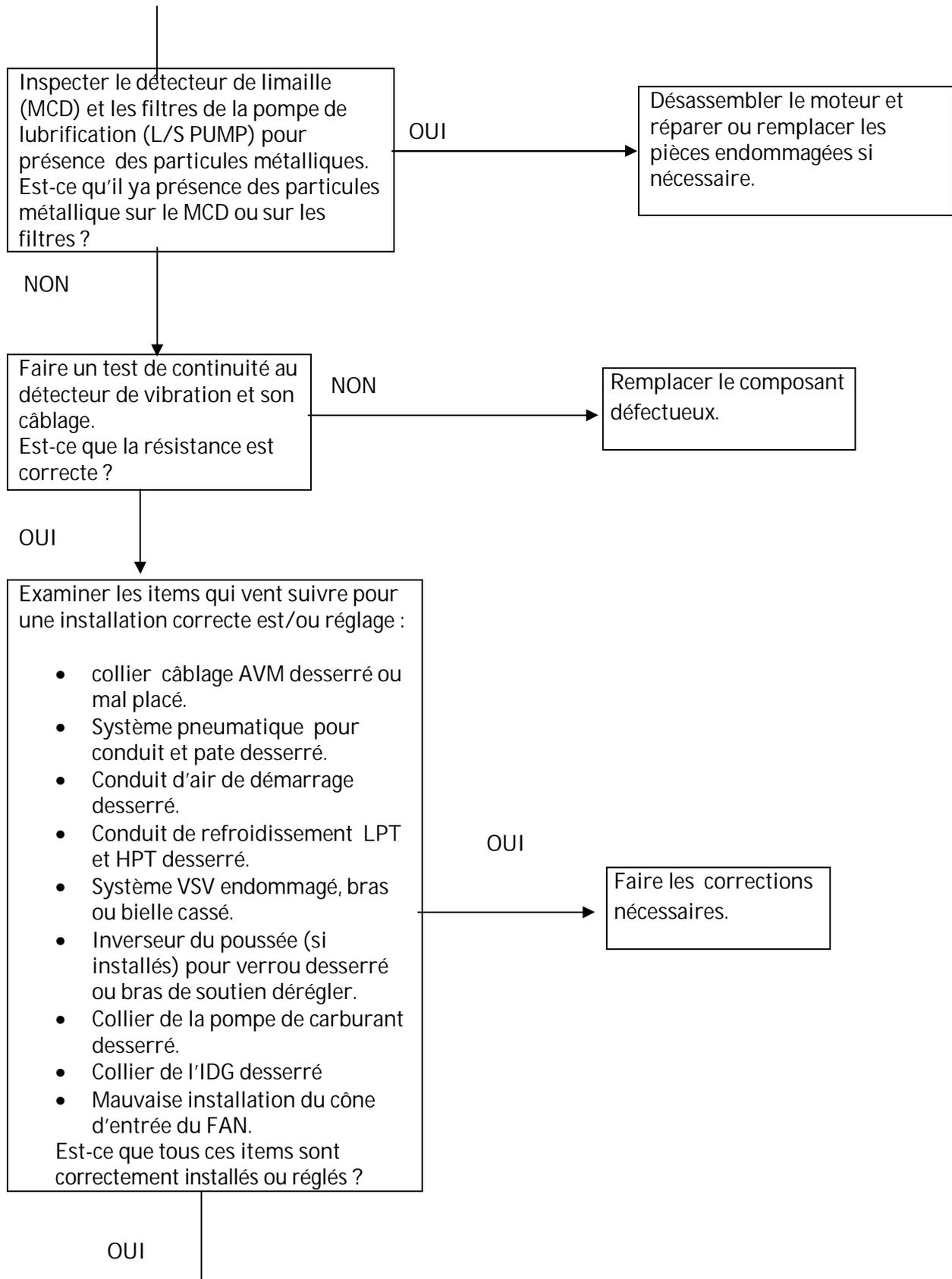
EXEMPLE 09 : LE MOTEUR A UNE VIBRATION DU CORE IMPORTANTE

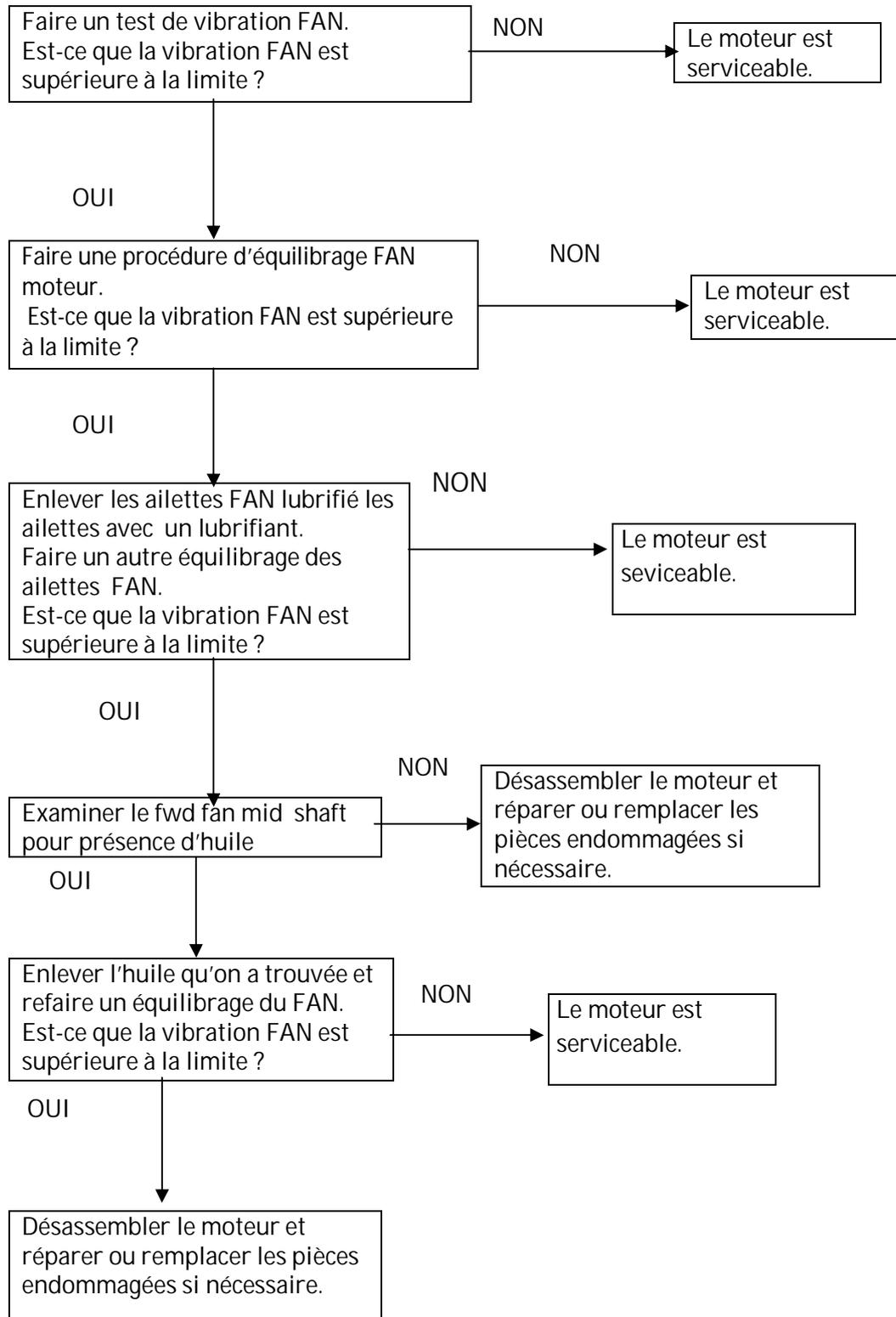




EXEMPLE 10 : LE MOTEUR A UNE VIBRATION FAN IMPORTANTE

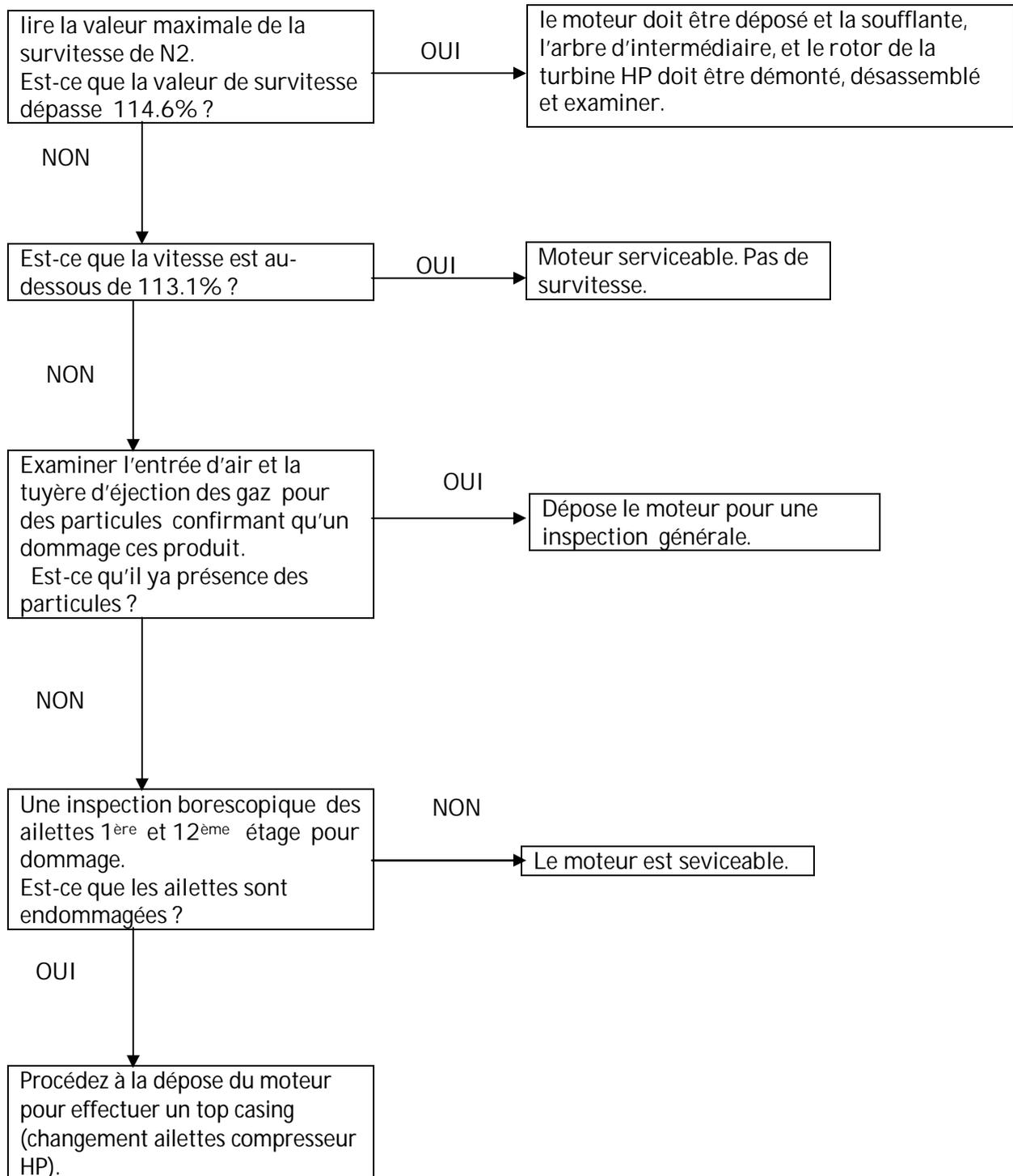




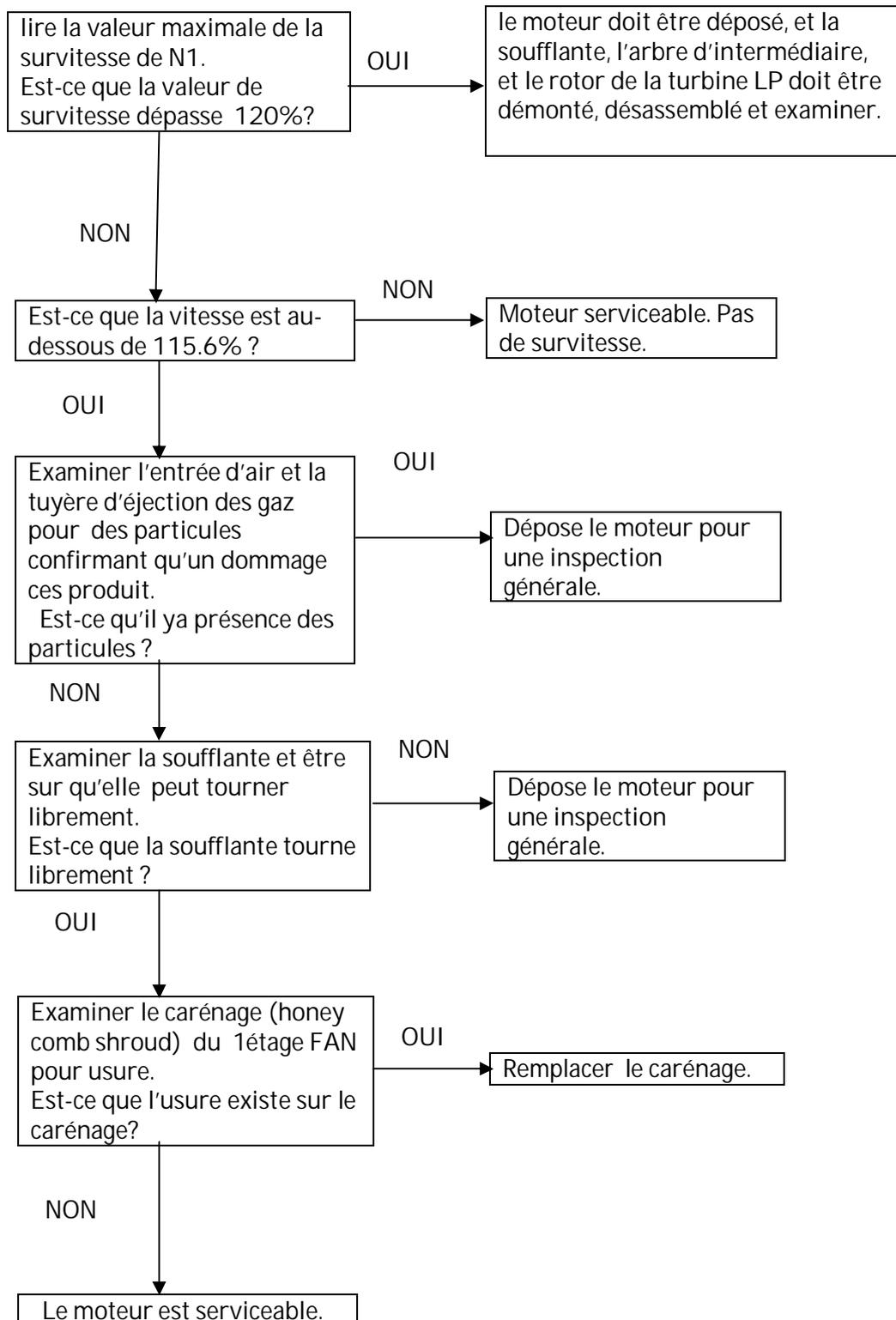




## EXEMPLE 11 : L'INSPECTION DE L'ATTELAGE (N2) APRES UNE SURVITESSE



EXEMPLE 12 : L'INSPECTION DU FAN (N1) APRES UNE SURVITESSE



# conclusion

*Ce travail modeste théorique et pratique, effectuée au niveau des ateliers de la compagnie aérienne Air Algérie nous a permis de :*

*Se familiariser avec le moteur CF6-80 E1, qui est un moteur de nouvelle génération, du point de vue technologique et fonctionnement ;*

*D'améliorer nos connaissances théorique sur le système FADEC qui se présente le « système nerveux du moteur »*

*Le stage de six mois effectuée cette entreprise nous a mis dans le bain du monde de travail, puisque nous avons assisté à des opérations de recherche de panne ainsi qu'un test du moteur au banc d'essai, ce travail nous a permis de découvrir les avantages de l'utilisation du système FADEC, mais aussi la complexité et la difficulté que représente la maintenance de ce dernier*

*En fin nous espérons que ce document va servir de base de données que se suit pour la compagnie Air Algérie pour les étudiants de département aéronautique*

# REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

(1) *Nom, titre date d'édition « Henri Gaursau, dictionnaire aéronautique et de l'espace anglais-français, 1<sup>er</sup> édition 1992 »*

(2) *CF6-80 E1 Engine manuel (Volume 1)*

(3) *CF6-80 E1 Engine manuel (Volume 2)*

(4) *CD-ROM*

(5) *CF6-80 E1*

(6) *Manuel de maintenance d'avion AMM*

(7) *CD de qualifié de GE avec des images*

(8) *CD des coures de l'AIRBUS avec des images*

### **Thèses :**

(1) *Nom, titre date d'édition « FEDGHOUCHE Amina et EL FEKAIR Hadia, Etude descriptive du système d'air du CF6-80 E1, 2004/2005 »*

(2) *Nom, titre date d'édition « RAHNI Lamia et YAHIA Elhadi Recherche de panne et maintenance du moteur CF6-80 E1, 2004/2005 »*

### **Site internet :**

(1) *WWW. Googel. fr « General electric aircraft »*