

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB – BLIDA
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR
DÉPARTEMENT D'AÉRONAUTIQUE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES
EN VUE D'OBTENTION DU DIPLÔME D'ÉTUDES UNIVERSITAIRES
APPLIQUÉES EN AÉRONAUTIQUE (DEUA)

OPTION : PROPULSION



AIR ALGERIE

Thème:

**Elaboration des procédures d'entretien
du module HPC du moteur JT8D-15**

RÉALISÉ PAR :

MR : SADOK BOUZIANE M^{ED} CHAWKI

PROMOTEURS :

MR : BELHACHAT HOCINE

MR : ALLOUCHE RACHID

PROMOTION : 2008

SOMMAIRE

Historique d'Air Algerie	
Introduction	2
Chapitre I : Description du moteur JT8D-15	
I-1/ Généralités.....	3
I-2/ Description du JT8D-15.....	3
I-2-1/ Définition.....	3
I-2-2/ Spécifications techniques du JT8D-15.....	5
I-2-3/ Principe de fonctionnement du moteur.....	5
I-2-4/ Référence de direction pour le moteur	5
I-2-5/ Brides d'assemblage du moteur	9
I-2-6/ Roulements du moteur	10
I-2-7/ Eléments constitutifs du moteur	12
Chapitre II : Désassemblage et nettoyage chimique du module HPC	
II-1/ Description du module HPC	28
II-2/ Désassemblage du module HPC	29
II-2-1/ Dépose du joint d'étanchéité avant du roulement N° 4.....	29
a) Conditions préalables	29
b) Outillage nécessaire	29
c) Procédure	29
II-2-2/ Désassemblage du compresseur	30
a) Outillage nécessaire	30
b) Procédure	31

II-3/ Nettoyage chimique du module HPC	39
II-3-1/ Nettoyage des pièces	39
a) Outillage nécessaire	39
c) Procédures de nettoyage	39
Chapitre III : Inspection et assemblage du module HPC	
III-1/ Inspection du module HPC	43
III-1-1/ Inspection des entretoises	43
a) Conditions préalables	43
b) Outillage nécessaire	43
c) Procédure	44
III-1-2/ Inspection du moyeu arrière	50
a) Conditions préalables	50
b) Procédure	50
III-1-3/ Inspection du tube du rotor	53
a) Procédure	53
III-1-4/ Inspection des tirants	54
a) Procédure	54
III-1-5/ Inspection des écrous du tirant	55
a) Conditions préalables	55
b) Procédure	55
III-1-6/ Inspection du joint d'air du 7 ^{ème} étage	55
a) Conditions préalables	55
b) Procédure	55
III-1-7/ Inspection des aubes du 7 ^{ème} étage	56
a) Conditions préalables	56
b) Procédure	56

III-1-8/ Inspection des aubes du 8 ^{ème} étage	58
a) Conditions préalables	58
b) Procédure	58
III-1-9/ Inspection de aubes du 9 ^{ème} étage	60
a) Conditions préalables	60
b) Procédure	60
III-1-10/ Inspection des aubes du 10 ^{ème} étage	62
a) Conditions préalables	62
b) Procédure	62
III-1-11/ Inspection des aubes du 11 ^{ème} étage	64
a) Conditions préalables	64
b) Procédure	64
III-1-12/ Inspection des aubes du 12 ^{ème} étage	66
a) Conditions préalables	66
c) Procédure	66
III-1-13/ Inspection des aubes du 13 ^{ème} étage	68
a) Conditions préalables	68
b) Procédure	68
III-2/ Assemblage du module HPC	70
a) Outillage nécessaire	70
III-2-1/ Procédure d'assemblage	71
III-2-2/ Installation des tirants	74
III-2-3/ Equilibrage	79
Conclusion	82

Liste des figures

Fig I-1	Engine design features	4
Fig I-2	Directional references	6
Fig I-3	Engine left side	7
Fig I-4	Engine right side	8
Fig I-5	Engine flange designations	9
Fig I-6	Bearing locations	10
Fig I-7	Identification of engine sections	12
Fig I-8	Fan inlet case	13
Fig I-9	Front compressor	14
Fig I-10	Intermediate case	15
Fig I-11	High pressure compressor	16
Fig I-12	Diffuser case	17
Fig I-13	Combustion section	18
Fig I-14	Turbine nozzle	20
Fig I-15	Rear compressor drive turbine	21
Fig I-16	Front compressor drive turbine	22
Fig I-17	Engine exhaust	23
Fig I-18	Gearbox	24
Fig I-19	Accessory and component drives gearbox	25
Fig I-20	Fan discharge ducting	26
Fig I-21	Major engine groups	27
Fig II-1	Rear compressor rotor type identification	32

Fig II-2	Expanding rod tool installed in rear compressor	35
Fig III-1	Rear compressor spacers	43
Fig III-2	Important inspection areas for compressor spacer	44
Fig III-3	Spacer surface damage inspection limits	45
Fig III-4	Spacer knife-edge	46
Fig III-5	Rear compressor spacer air gage OD inspection	47
Fig III-6	Snap diameter concentricity checking tool	48
Fig III-7	Top diaphragm installed	49
Fig III-8	Important areas for rear hub inspection	50
Fig III-9	Rear compressor rear hub	51
Fig III-10	No ° 4 hub OD thread wear limits	53
Fig III-11	Rotor tube dimensional inspection	54
Fig III-12	Important inspection areas for 7 th stage air seal	56
Fig III-13	Blades inspection limits "7 th stage"	57
Fig III-14	Blades inspection limits "8 th stage"	58
Fig III-15	8 th stage blade root wear limits	59
Fig III-16	Blades inspection limits "9 th stage"	60
Fig III-17	9 th stage blade root wear limits	61
Fig III-18	Blades inspection limits "10 th stage"	62
Fig III-19	10 th stage blade root wear limits	63
Fig III-20	Blades inspection limits "11 th stage"	64
Fig III-21	11 th stage blade root wear limits	65
Fig III-22	Blades inspection limits "12 th stage"	66
Fig III-23	12 th stage blade root wear limits	67
Fig III-24	Blades inspection limits "13 th stage"	68

Fig III-25	13 th stage blade root wear limits	69
Fig III-26	Lockwire 8 th and 9 th stage stators	73
Fig III-27	Tierod stretching "hydraulic"	75
Fig III-28	Tierod stretching "manual"	76
Fig III-29	Tierod schematic	77
Fig III-30	Tierod nut keywasher bending	78
Fig III-31	Rear compressor balance squareness and concentricity	79
Fig III-32	Balance fixtures	81

NOMENCLATURE

EGT	Exhaust Gaz Temperature
EPR	Engine Pressure Ratio
FPI	Fluorescent Penetrant Inspection
FWD	Forward
HPC	High Pressure Compressor
HPT	High Pressure Turbine
ID	Inside Diameter
IDG	Integrated Drive Generator
KE	Knife-edge
LB	Pound
LPC	Low Pressure Compressor
LPT	Low Pressure Turbine
N1	Low Rotor Speed
N2	High Rotor Speed
NGV	Nozzle Guide Vane
OD	Outside Diameter
P&W	Pratt & Whitney
SFC	Specific Fuel Consumption

HISTORIQUE D'AIR ALGERIE

1947 : Création de la C.G.T. (Compagnie Générale de Transport) avec un réseau principalement orienté vers la France

1962 : Recouvrement de l'indépendance de l'Algérie

1963 : L'État prend 51% du capital d'Air Algérie.

1970 : L'État porte sa participation au capital d'Air Algérie à 83%.

1973 : L'État décide d'intégrer à Air Algérie la Société de Travail Aérien (S.T.A.).

1974 : L'État porte sa participation à 100% en rachetant les 17% encore détenus par Air France.

1983 : L'entreprise est scindée en deux entités distinctes, l'une pour les lignes intérieures (IAS) et l'autre pour les lignes internationales.

1984 : Les deux entités citées ci-dessus sont à nouveau fusionnées en une seule entreprise à laquelle revient la charge de la gestion des aéroports.

1987 : Air Algérie est déchargée de la gestion aéroports.

1997 : Air Algérie devient une société par actions avec un capital de 2,5 milliards DA.

1998 : Libéralisation du transport aérien.

2000 : Le capital d'Air Algérie est porté à 6 milliards de dinars.

2002 : Le capital d'Air Algérie est porté à 14 milliards de dinars.

INTRODUCTION

L'entretien des pièces aéronautiques a toujours été réglementé avec le plus grand soin et intérêt, on peut notifier cela par les mises à jour des constructeurs délivrant des services bulletins et des alertes de tout genre.

Lorsqu'il s'agit de la vie des passagers, il n'y a plus de place à l'erreur, les constructeurs aéronautiques délivrent aux compagnies aériennes toute la documentation technique nécessaire au bon fonctionnement du matériel et à sa maintenance. Le personnel technique de la compagnie doit appliquer à la lettre tout ce qui est écrit dedans, sans laisser place à la négligence ou bien au sens du savoir faire « exagéré », ainsi l'entretien se déroule avec une grande confiance en soi pour des résultats optimales.

Afin d'assister à un échantillon des procédures établie par le constructeur, nous vous proposons l'entretien du compresseur haute pression du turboréacteur JT8D-15, qui a pour but de détecter les anomalies sur le compresseur ainsi de savoir l'état physique de ses pièces.

I-1/ Généralités :

Le constructeur américain « Pratt & Whitney » a présenté le JT8D à l'aviation commerciale en février 1964 avec le vol inaugural du Boeing 727-100. Aujourd'hui, les huit modèles du JT8D ont la gamme de poussée comprise entre 14.000 & 17.400 pounds, et motorisent les 727, 737, et DC-9. Plus de 11.800 moteurs JT8D ont été produits, accumulant plus d'un demi- milliard d'heures de service.

Les modèles du JT8D sont conformes aux règlements de bruit à l'aide des kits de silence.

Parmi les huit modèles existant du JT8D, AIR ALGERIE en possède quatre :

- JT8D-9
- JT8D-15
- JT8D-17
- JT8D-17A

Plus précisément, le D-15 est particulièrement présent au niveau de l'atelier révision moteur d'AIR ALGERIE "H400", ainsi notre étude le concerne.

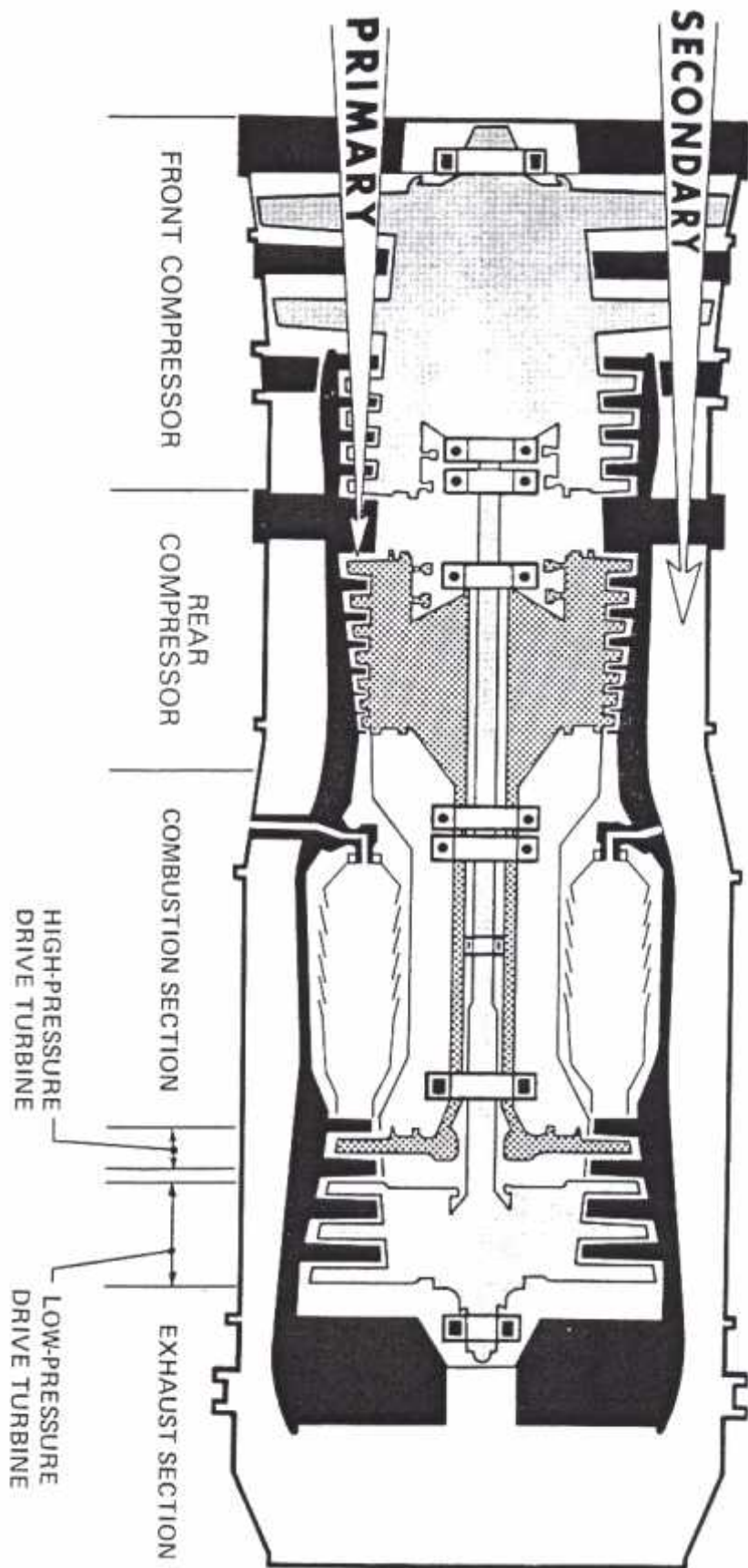
I-2/ Description du JT8D-15 :

I-2-1/ Définition :

Le JT8D-15 est un turboréacteur double flux double corps, à faible taux de dilution, ayant 13 étages de compresseur, 9 tubes à flamme et 4 étages de turbine.

Le compresseur est composé de six étages basse pression et de sept étages haute pression, alors que la turbine est constituée d'un seul étage haute pression et de trois étages basse pression.

L'étage de HPT commande les sept étages du HPC montées sur l'arbre extérieur, les trois étages de LPT prennent en charge les six étages de LPC à travers l'arbre intérieur. (Fig I-1)



ENGINE DESIGN FEATURES

(Fig I-1)

I-2-2/ Spécifications techniques du JT8D-15 :

Longueur du moteur à température ambiante $\cong 123,5 \text{ in} \approx 3,14 \text{ m}$

Diamètre d'entrée d'air moteur à température ambiante $\cong 42,5 \text{ in} \approx 1,07 \text{ m}$

Poids du moteur = 3414 lbs = 1,707 tonne

Poussée délivrée à 84°F (28.9°C) = 15500 lbs = 6894,74 da N

Vitesse de rotation maximale : N1 = 8590 tr/min, N2 = 12250 tr/min

Rapport de compression (P_{t4}/P_{t2}) = 18

Rapport de compression du fan ($P_{t2,5}/P_{t2}$) = 1,975

Taux de dilution = 1,03

Débit d'air au décollage = 147 Kg/s

EPR au décollage = 2,13

T_{t5} au décollage = 1062°C

EGT max = 620°C

SFC au régime max = 0,63 (lb/hr)/lbs = 0,63 (kg/hr)/N

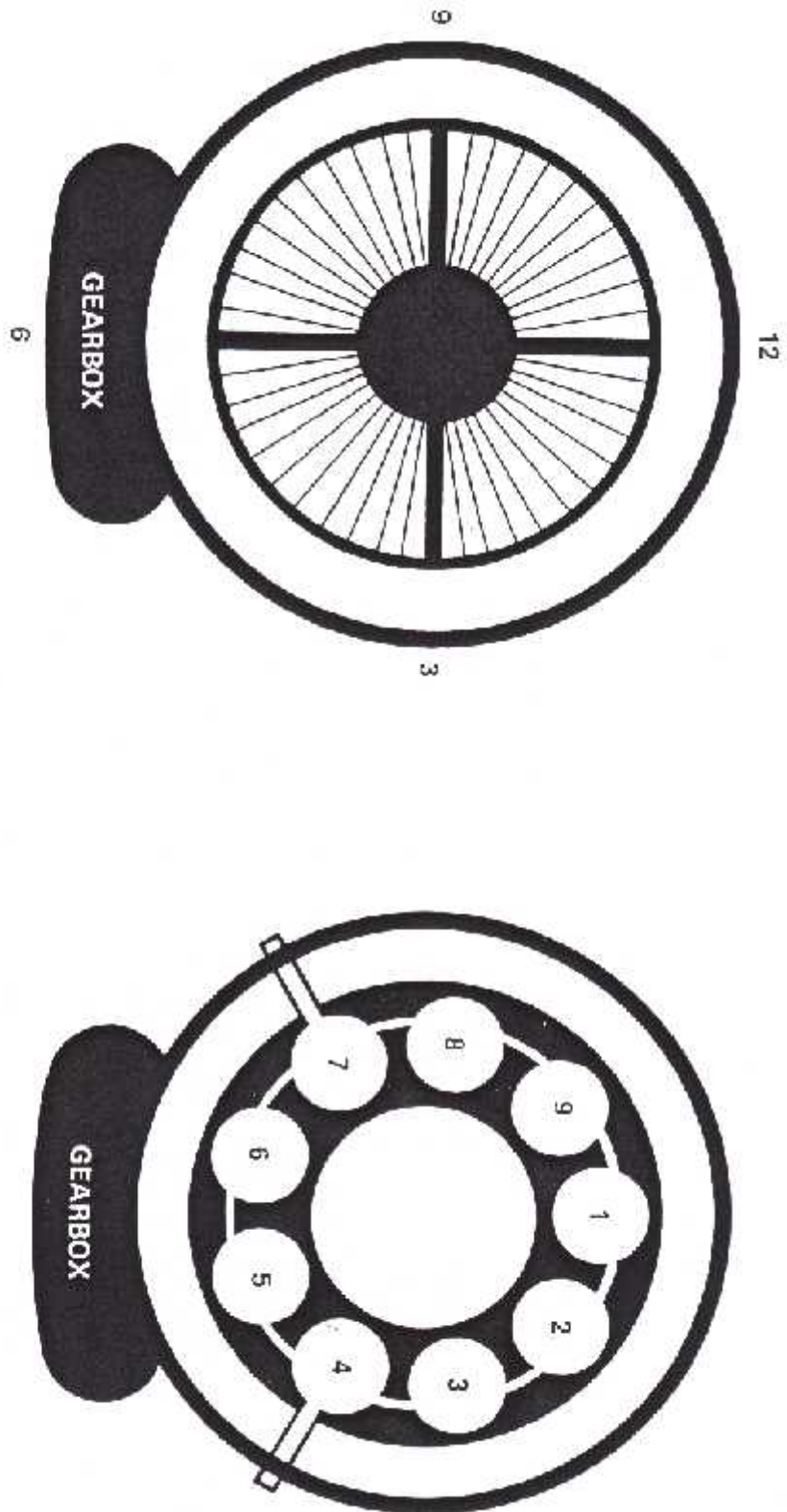
I-2-3/ Principe de fonctionnement du moteur :

Le fonctionnement du JT8D-15 est similaire à tous les autres types de turboréacteur, le moteur produit sa force propulsive par application de la troisième loi de Isaac Newton, qui déclare que pour chaque action il existe une réaction égale et opposée à celle-ci.

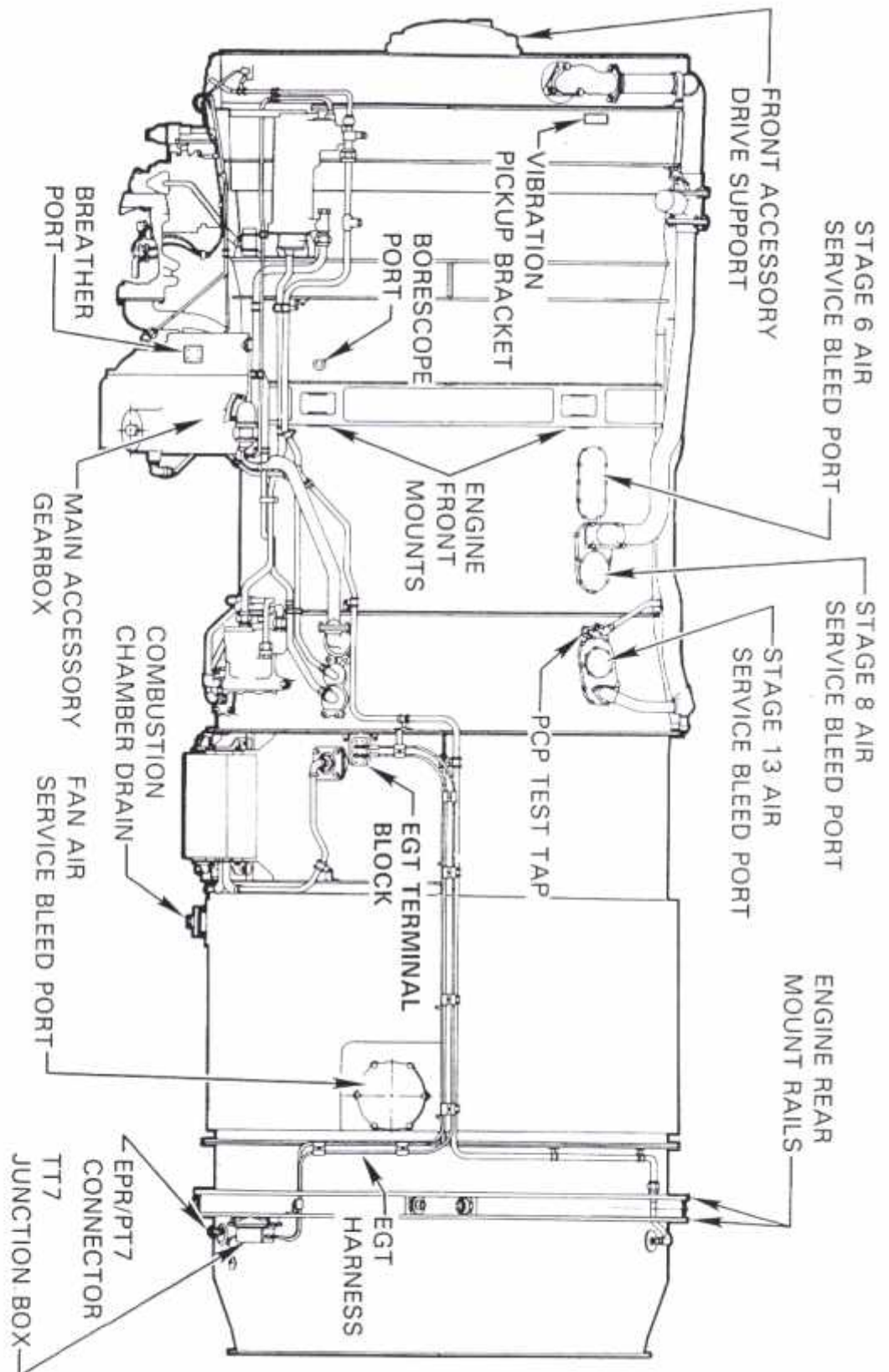
I-2-4/ Références de direction pour le moteur :

Les positions d'horloge sont indiquées en regardant le moteur par l'arrière, quant aux tubes à flamme qui constituent la chambre de combustion, ils sont numérotés dans le sens des aiguilles d'une montre, et toujours en regardant le moteur par l'arrière. (Fig I-2)

Par la vue arrière du moteur on peut aussi identifier le coté gauche et le coté droit de ce moteur. (Fig I-3), (Fig I-4)

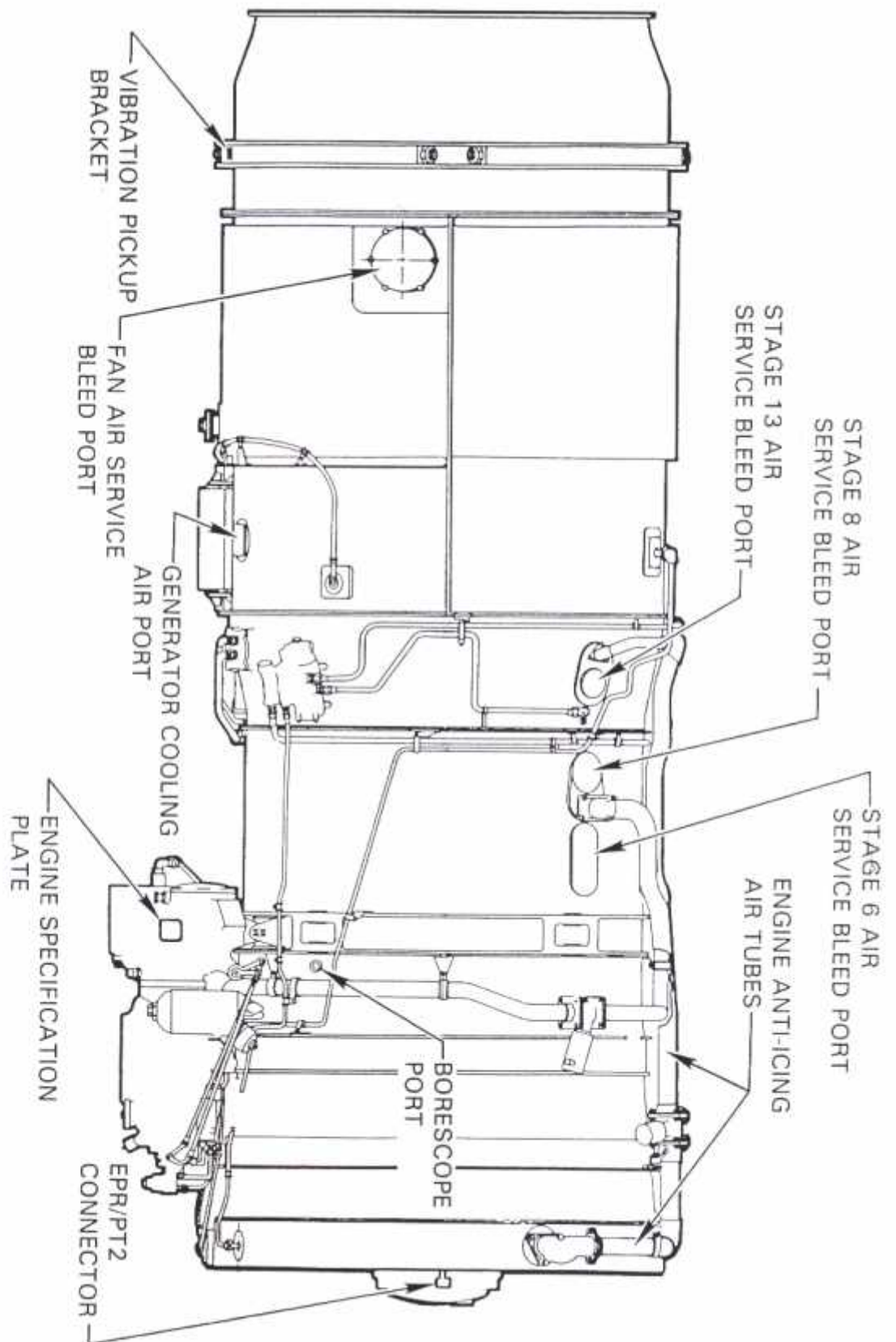


DIRECTIONAL REFERENCES (Fig 1-2)



ENGINE LEFT SIDE

(Fig 1-3)

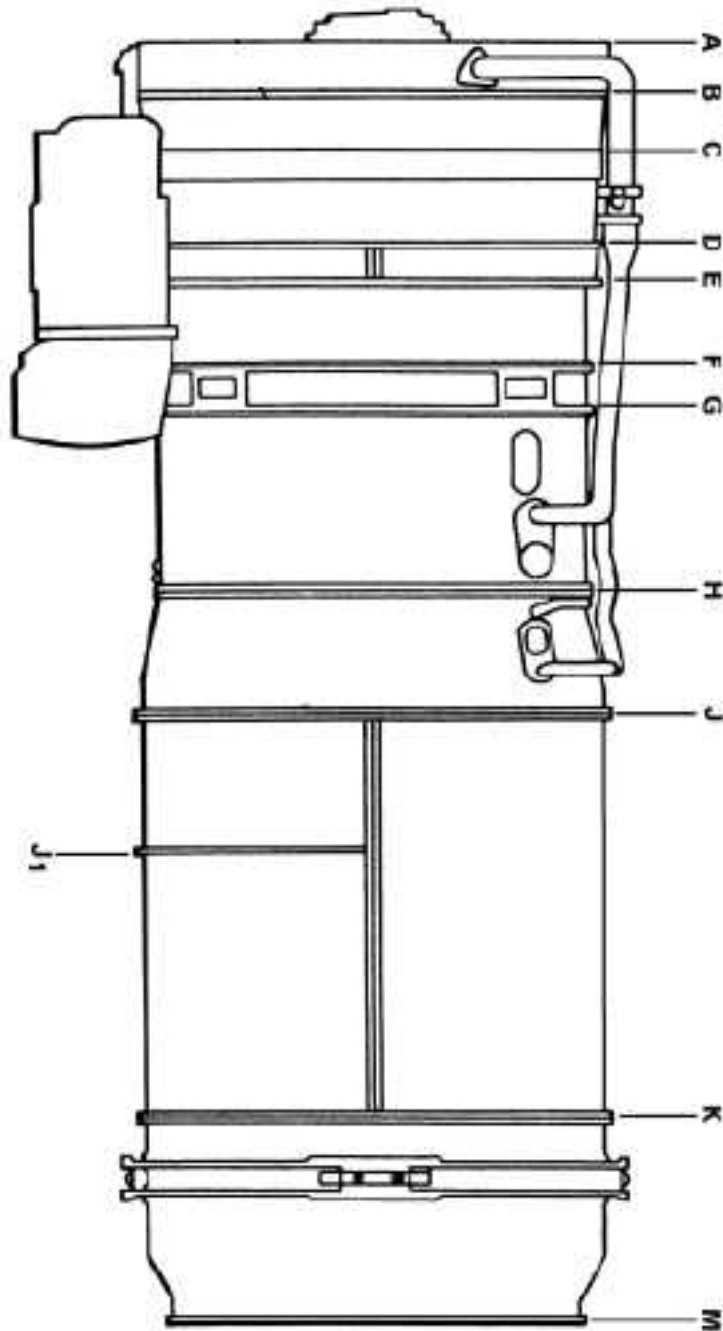


ENGINE RIGHT SIDE

(Fig I-4)

I-2-5/ Brides d'assemblage du moteur :

Le moteur comporte 12 brides d'assemblage. Pour faciliter l'identification de ces brides, elles sont désignées par des lettres. (Fig I-5)



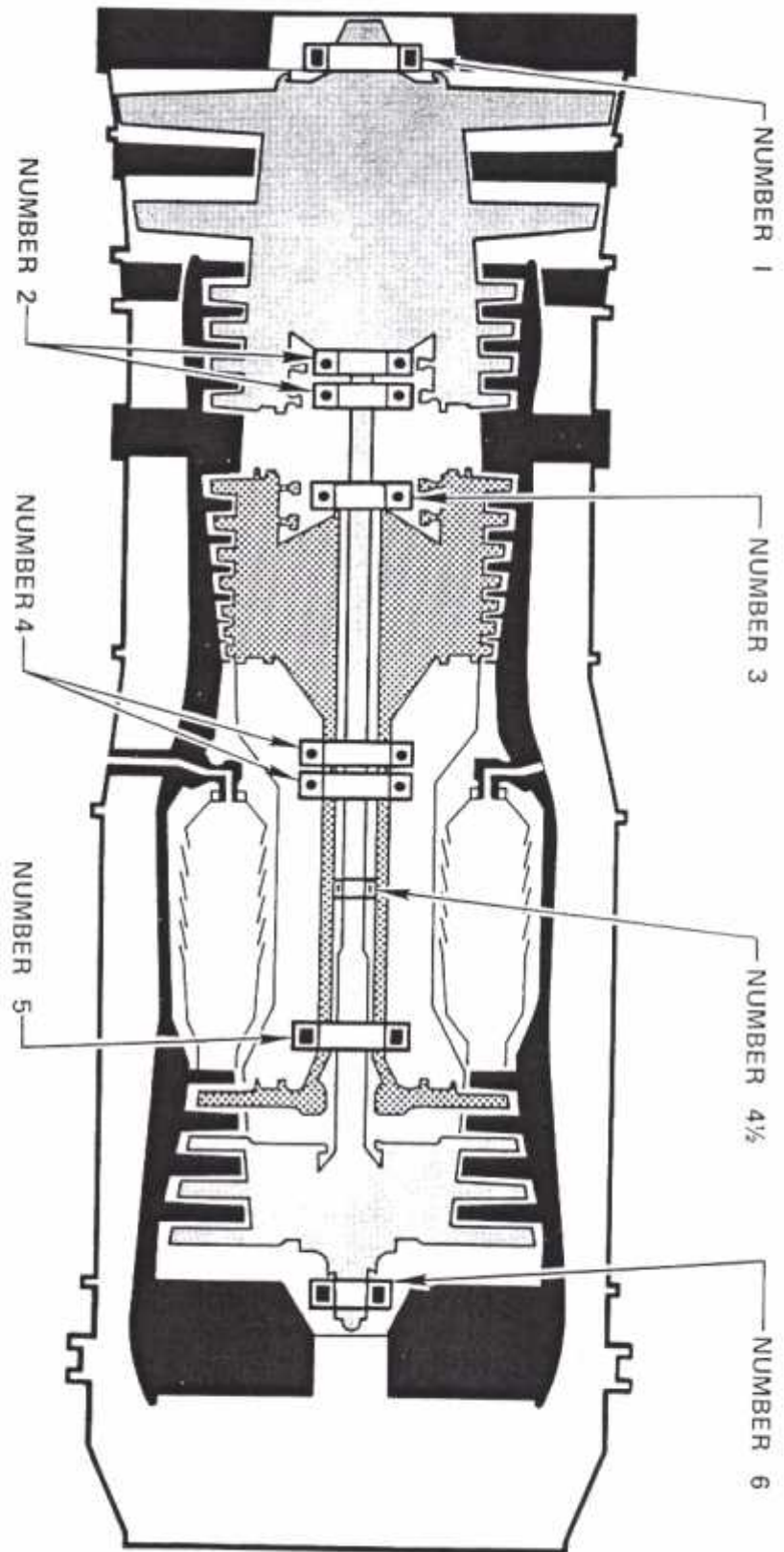
Engine Flange Designations (Fig I-5)

I-2-6/ Roulements du moteur :

Le moteur contient 7 roulements sur lesquels il est monté. (Fig I-6)

BEARING LOCATIONS

(Fig I-6)



- Roulement N° 1 :

C'est un roulement à galets, il supporte l'avant du LPC et lui permet de se dilater vers l'avant. Il est supporté par "fan inlet" ; il reprend les efforts radiaux.

- Roulement N° 2 :

Il est composé de deux roulements à billes « Thrust Bearing » qui supportent l'arrière du LPC. Ce roulement est supporté par le "compressor intermediate case" ; il reprend les efforts axiaux.

- Roulement N° 3 :

De type à bille, il supporte l'avant du HPC et lui permet de se dilater vers l'avant. Il est supporté par le "compressor intermediate case" ; il reprend les efforts radiaux.

- Roulement N° 4 :

Il est composé de deux roulements à billes qui supportent l'arrière du HPC. Il est supporté par le "diffuser case" ; il reprend les efforts axiaux.

- Roulement N° 4 1/2 :

C'est un roulement à galets, il est placé entre N1 et N2 pour empêcher leur flexion ; il reprend les efforts radiaux.

- Roulement N° 5 :

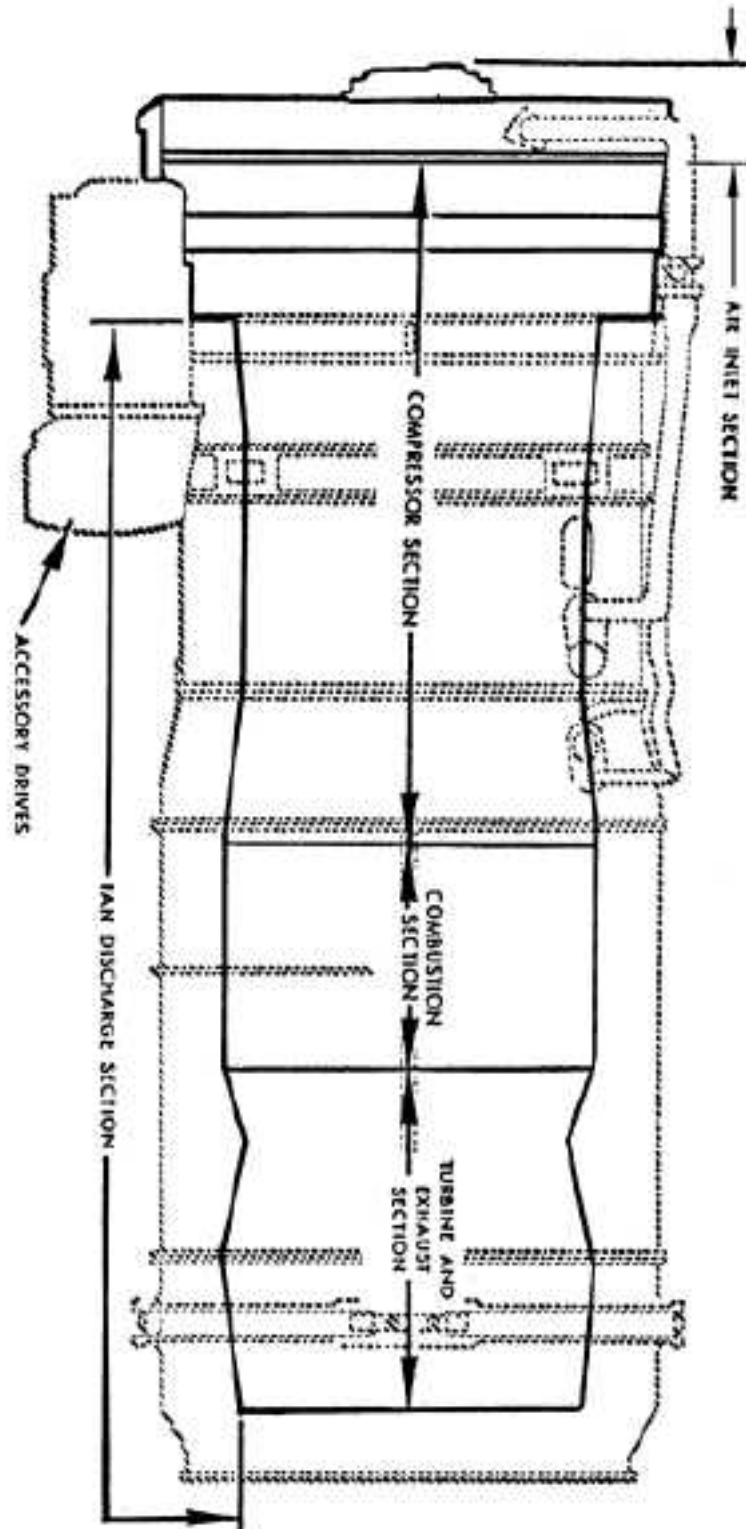
C'est un roulement à galets, il supporte l'avant de la HPT et lui permet de se dilater vers l'arrière. Il est supporté par la première rangée de NGV ainsi que par le "diffuser case" ; il reprend les efforts radiaux.

- Roulement N° 6 :

De type à galets, il supporte l'arrière de LPT et lui permet de se dilater vers l'arrière. Il est supporté par la "exhaust case" ; il reprend les efforts radiaux.

I-2-7/ Eléments constitutifs du moteur :

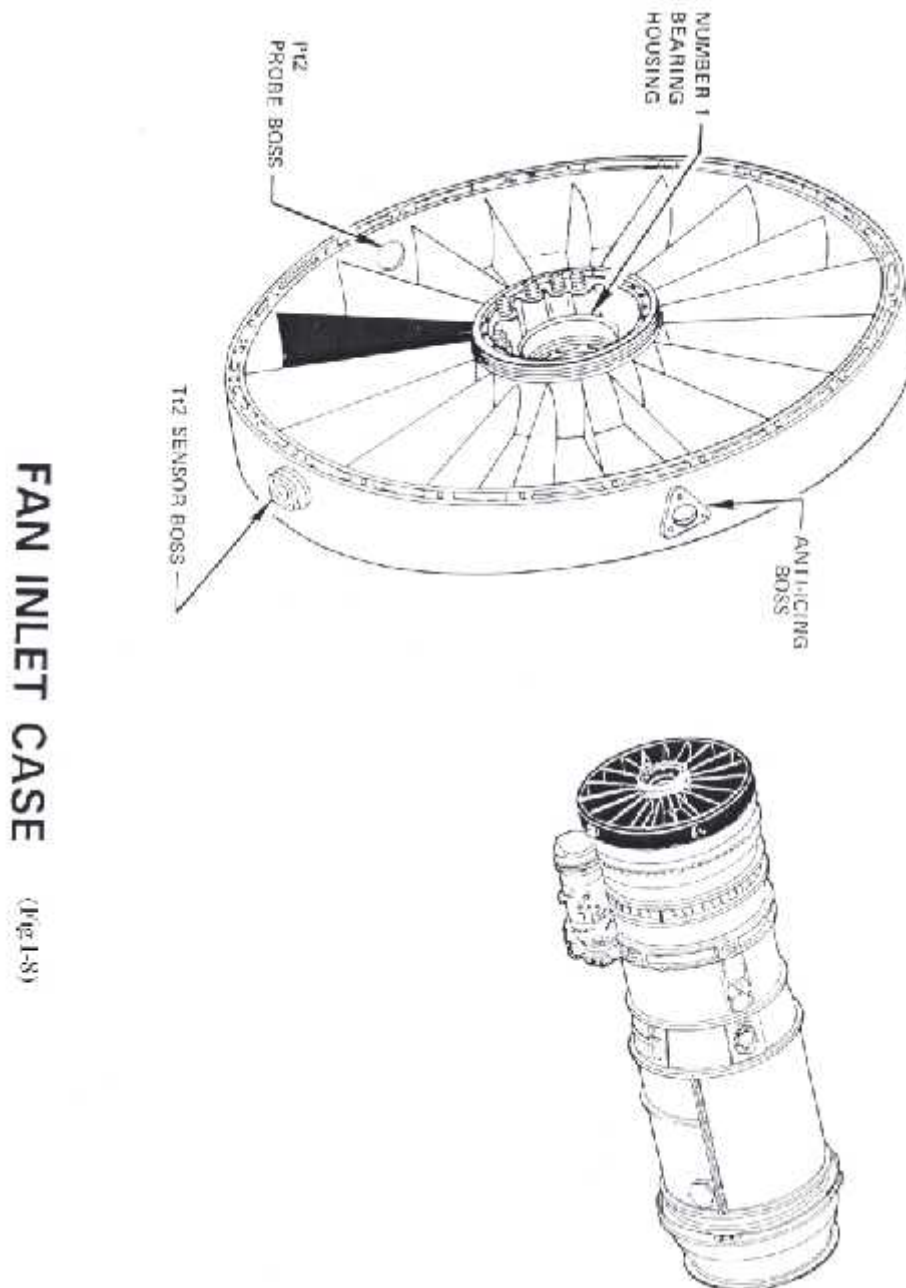
Le moteur comporte six (06) sections principales. (Fig I-7)



Identification of Engine Sections (Fig I-7)

Air inlet section : "section d'entrée d'air" (Fig I-8)

La section d'entrée d'air dirige l'air vers le premier étage du Fan, elle contient 19 aubes directrices équidistantes « IGV », le support du roulement N° 1 et le support de la génératrice tachymétrique N1.



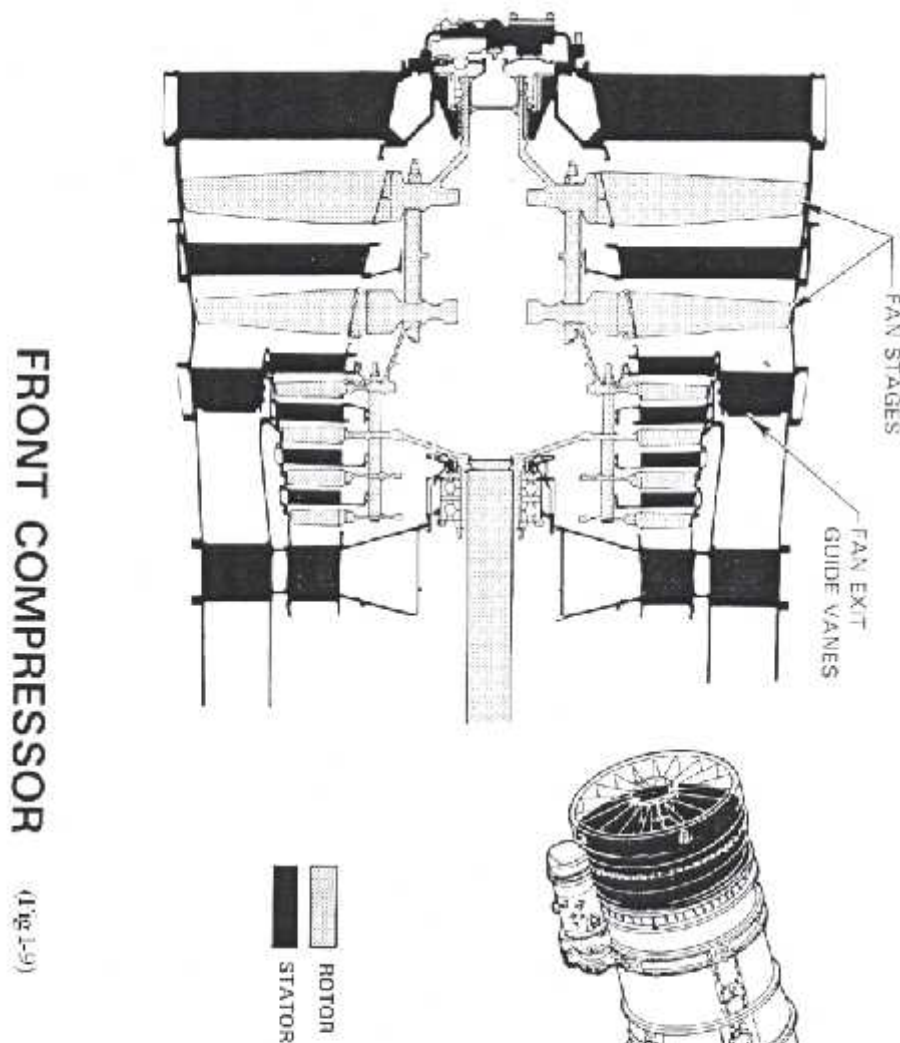
Deux "air bosses" sont installés sur cette section permettant son dégivrage, ils sont positionnés à 2 heures et à 10 heures. On trouve aussi une sonde de pression P_{12} positionnée à 5 heures, et une autre de température T_{12} positionnée à 7 heures.

Compressor section : "section du compresseur"

Le compresseur est de type axial et s'étend à 13 étages, il est constitué de deux corps ; corps basse pression et corps haute pression. Ces deux corps sont séparés par "intermediate case".

• **Corps basse pression** : (Fig I-9)

Il est composé de 6 étages dont les deux premiers constituent le Fan, les 4 derniers constituent le compresseur basse pression (LPC). Ce corps est porté sur l'arbre N1 à l'aide des roulements N° 1 et N° 2.

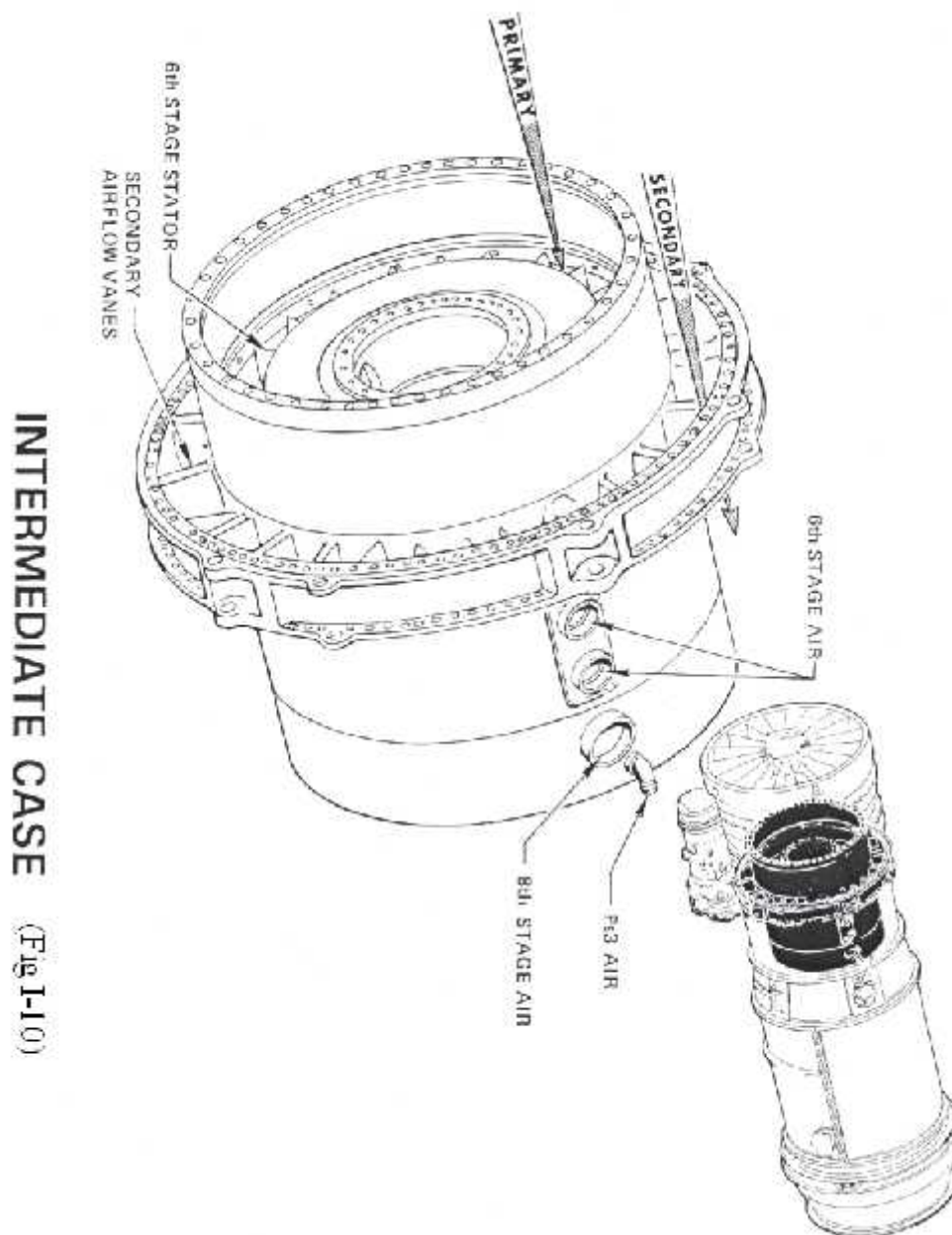


Les deux étages du Fan accélèrent le flux secondaire qui traverse les aubes du « fan discharge section » par le conduit annulaire.

Le LPC comprime partiellement l'air qui traverse le flux primaire, puis le livre au compresseur haute pression (HPC).

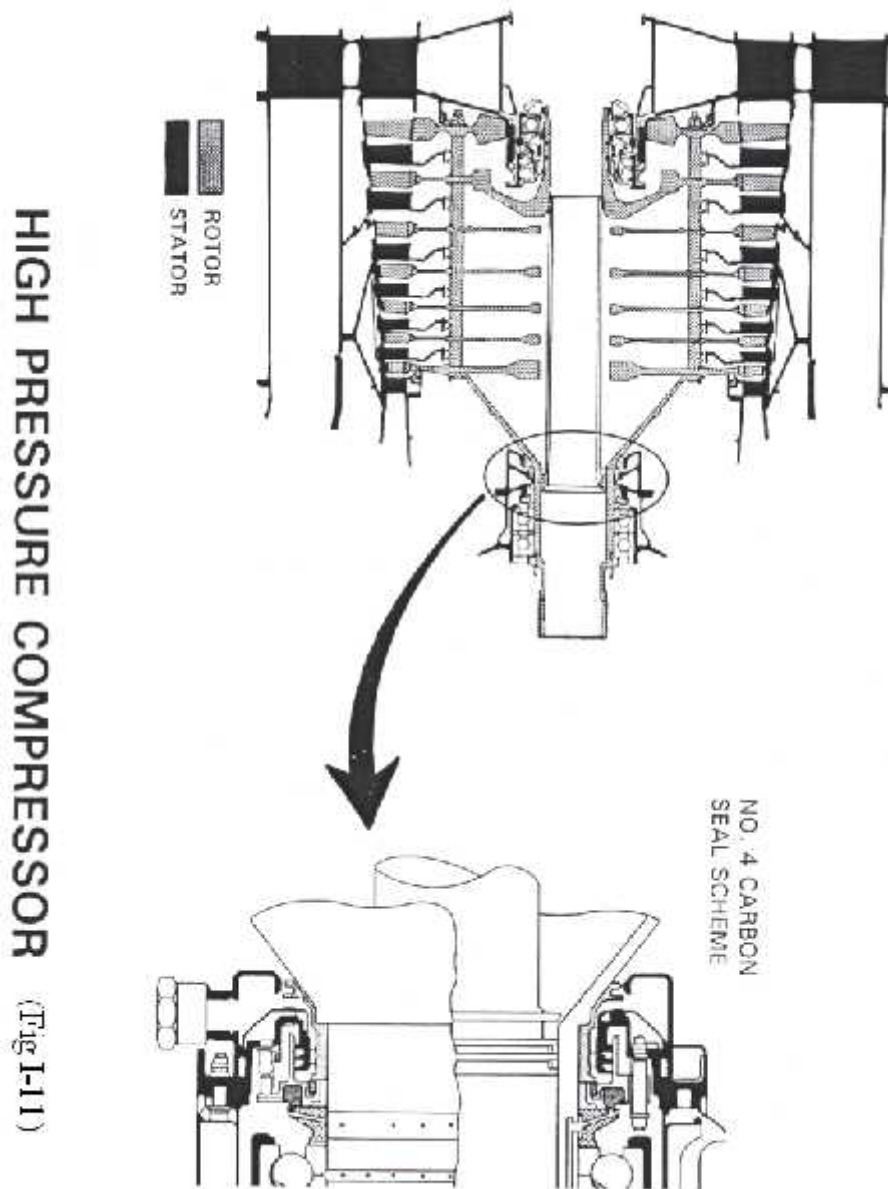
- **Intermediate case :** (Fig I-10)

C'est le carter qui contient les étages du compresseur de 4 à 12, il supporte le logement du roulement N° 2 et du N° 3. On s'aperçoit que le stator 6 est intégré à ce carter.



- Corps haute pression : (Fig I-11)

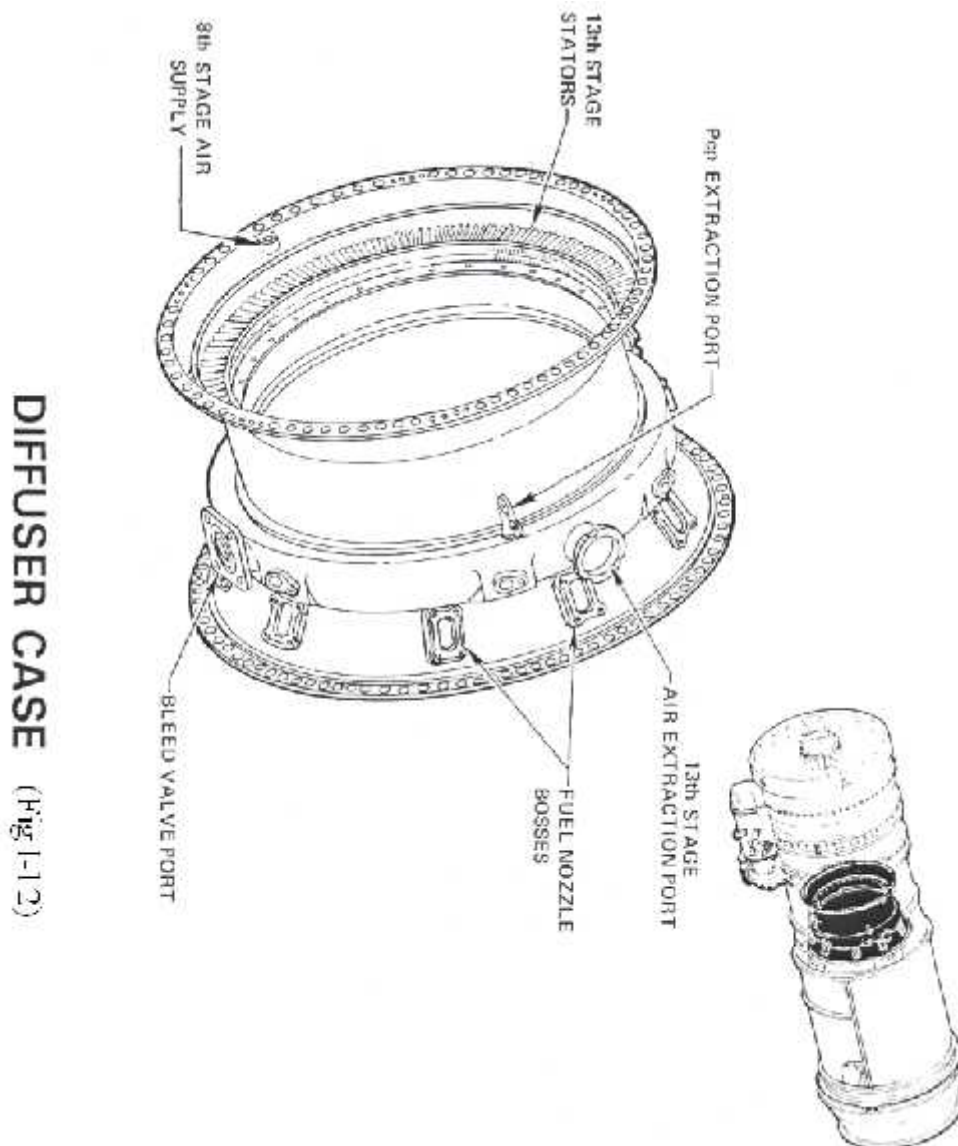
Il est composé de 7 étages ; ce corps est porté sur l'arbre N2 par les roulements N° 3 et N°4, et il est conduit par l'unique étage de turbine haute pression (HPT).



Le rôle du compresseur haute pression (HPC) est de comprimer l'air livré par le compresseur basse pression, et de l'introduire dans le « diffuser case » et la chambre de combustion.

- Diffuser case : (Fig I-12)

Le rôle du diffuser case est de redresser le flux d'air qui arrive du HPC, et de le répandre à une vitesse appropriée sur l'entrée de chambre de combustion. L'air traverse la dernière rangée des aubes du HPC à un rapport de vitesse élevé. Ce mouvement est vers l'arrière et circulaire.

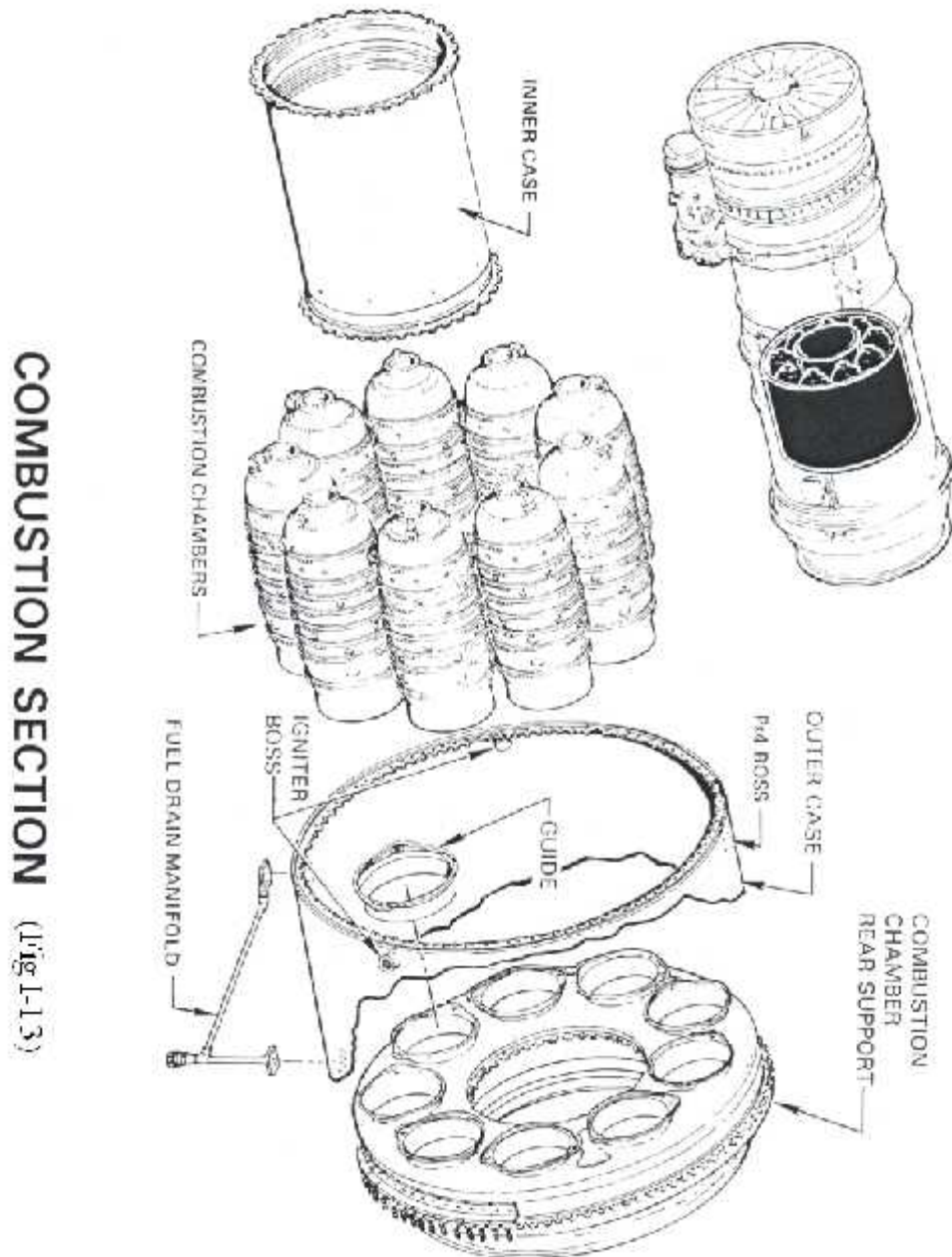


Deux rangées de redressement radial faites d'acier sont situées à l'entrée du diffuser case, ils ralentissent le mouvement circulaire et convertissent l'énergie de vitesse en énergie de pression. Après avoir passer par ces aubes directrices, l'air a toujours une vitesse élevée; cette vitesse est si élevée qu'il serait presque impossible de maintenir une flamme dans le jet d'air. Une coupe transversale graduellement croissante diminue la vitesse du flux d'air, et convertit en même temps l'énergie de vitesse en énergie de pression.

Combustion section : "section de combustion" (Fig I-13)

Dans la section de combustion, le carburant est mélangé avec de l'air chaud venant du compresseur, cela se passe à un rapport fuel/air approprié « Le dosage ».

La chambre de combustion est de type tubulaire, elle contient 9 chambres séparées. Ces chambres sont contenues dans deux carters internes ; "inner case" et "outer case".



Les 9 chambres sont connectées entre eux à l'aide de rampes d'intercommunication, pour permettre la propagation et le maintien de la flamme. Chaque chambre est équipée d'un injecteur, et l'allumage est assuré par deux allumeurs positionnés à 4 heures et 8 heures. Une sonde de pression est installée sur le "outer case" permettant la prise de pression statique P_{s4} à l'entrée des chambres.

La section de combustion fournit une enveloppe pour les chambres de combustion ; elle isole et protège l'arbre N2 ainsi que les roulements, de la haute température de combustion.

Turbine and exhaust section : "section de turbine et d'échappement"

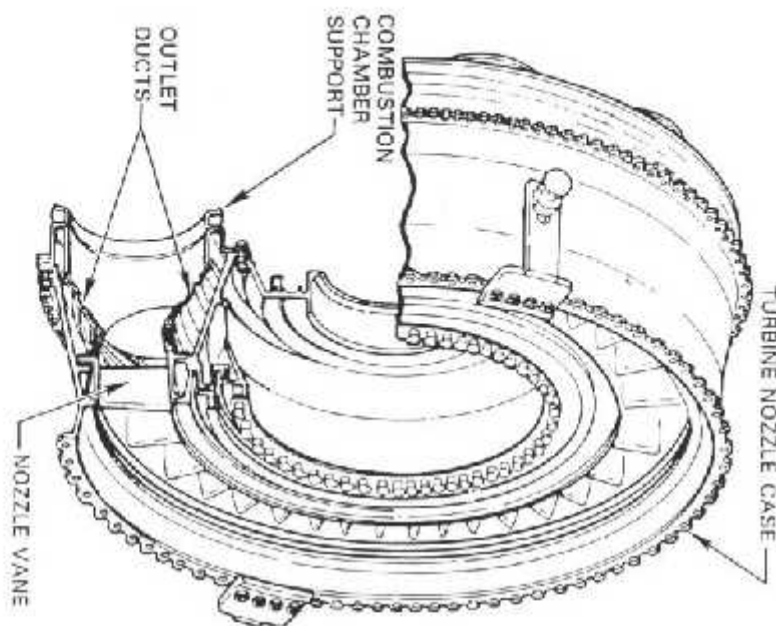
La section de turbine se constitue de la « turbine nozzle », la turbine haute pression, et la turbine basse pression.

- Turbine nozzle : "distributeur de turbine" (Fig I-14)

Il reçoit les gaz chauds de la chambre de combustion, et les dirige avec un angle et une vitesse appropriée vers le premier étage de turbine.

La direction et la régulation de la vitesse et du taux de pression des gaz chauds sont fonction des aubes directrices de la « turbine nozzle », appelées aussi les NGV.

TURBINE NOZZLE (Fig I-14)

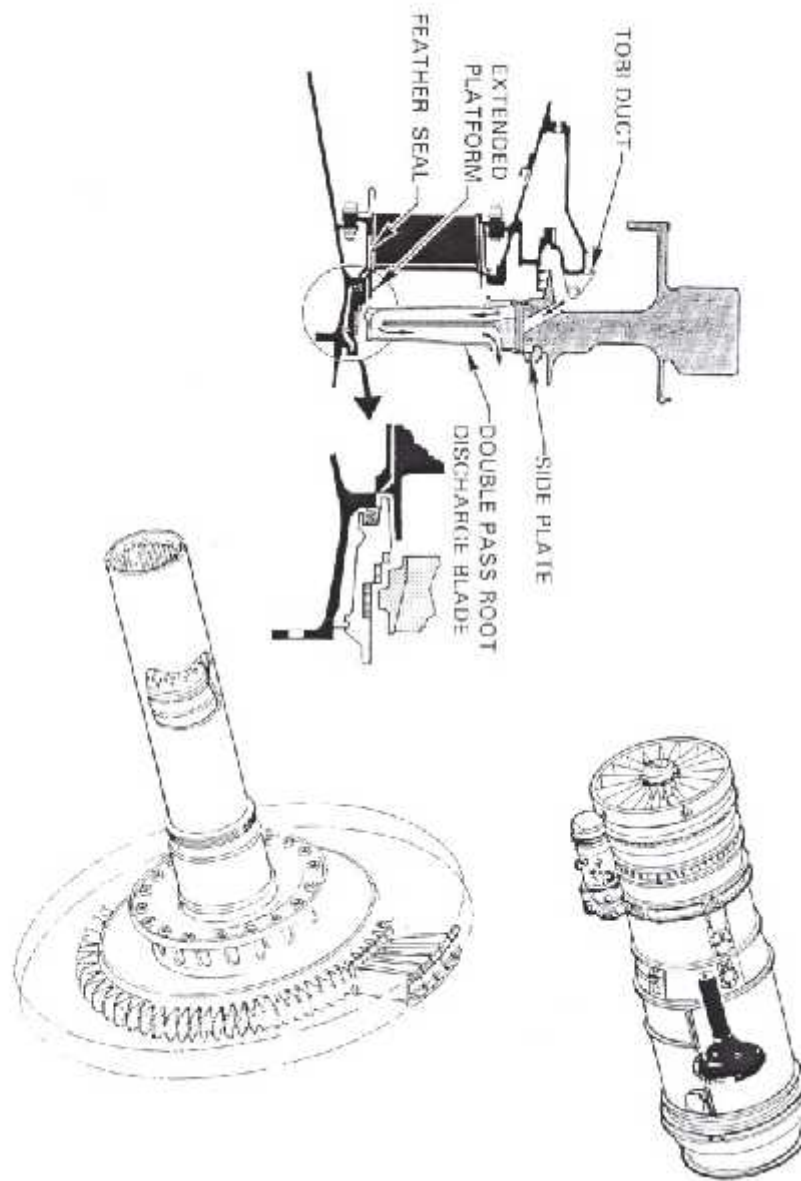


- Turbine haute pression (HPT) : (Fig I-15)

Elle est composée d'un seul étage qui est porté sur l'arbre N2, cet étage est supporté par les roulements N° 4 et N° 5.

Le rôle de la turbine haute pression (HPT) est de prélever une partie de l'énergie de pression qui se trouve dans les gaz de combustion, et de la convertir en énergie mécanique « couple sur l'arbre N2 » ; afin d'entraîner le compresseur haute pression (HPC).

REAR COMPRESSOR DRIVE TURBINE (Fig. T-15)



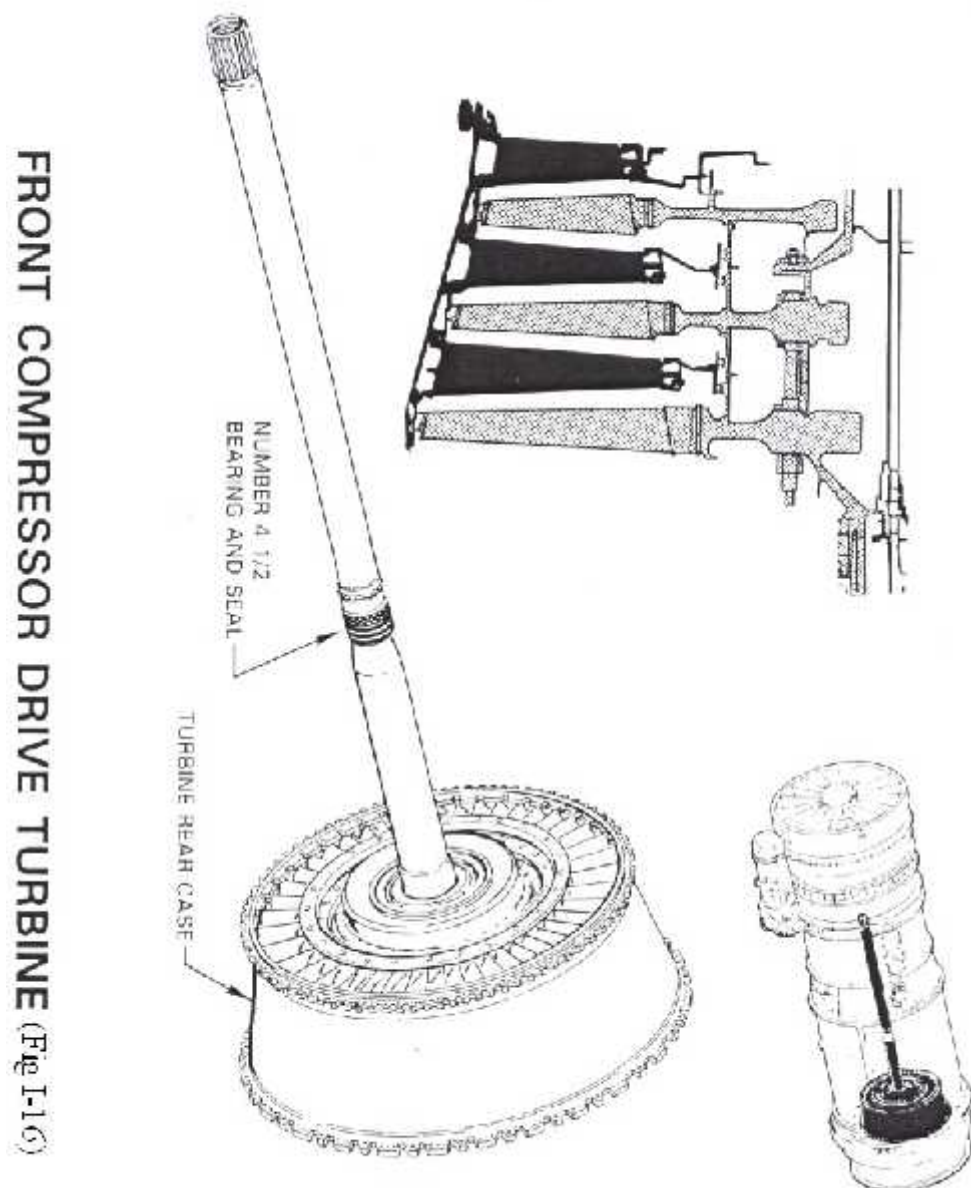
La turbine est soumise à des efforts thermiques et centrifuges d'autant plus élevés que le régime est grand.

Pour pouvoir supporter ces contraintes, la turbine est réalisée avec des matériaux spéciaux appelés « réfractaires », qui sont des aciers spéciaux fortement alliés en nickel, cobalt et chrome.

- Turbine basse pression (LPT) : (Fig I-16)

Elle est composée de trois étages qui sont portés sur l'arbre N1 par les roulements N° 2, N° 4 1/2 et N° 6.

Le rôle de la turbine basse pression est de convertir une partie du reste de l'énergie de pression qui se trouve dans les gaz de combustion, en énergie mécanique « couple sur l'arbre N1 » ; afin d'entraîner le compresseur basse pression (LPC).

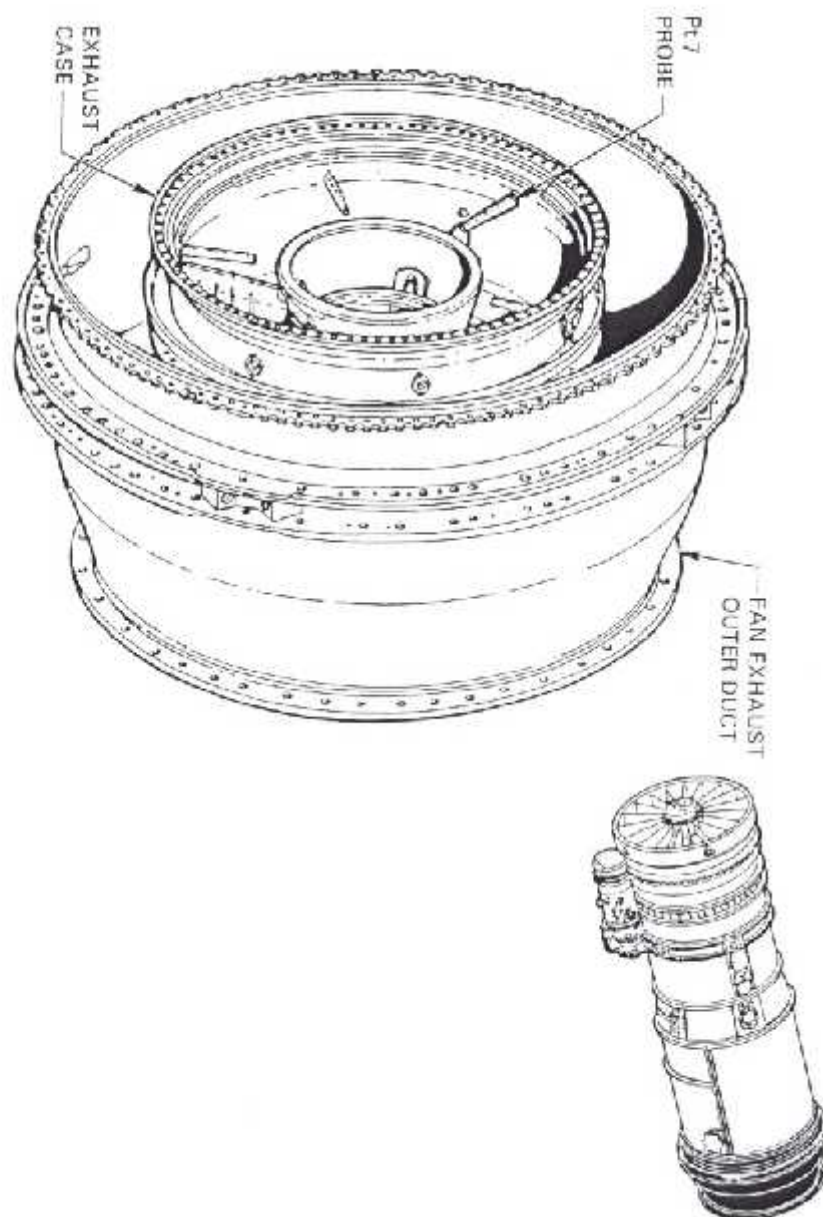


La section d'échappement : (Fig I-17)

C'est une section convergente, elle rassemble et redresse le flux des gaz qui vient de la turbine, et augmente sa vitesse avant d'être déchargé par l'arrière.

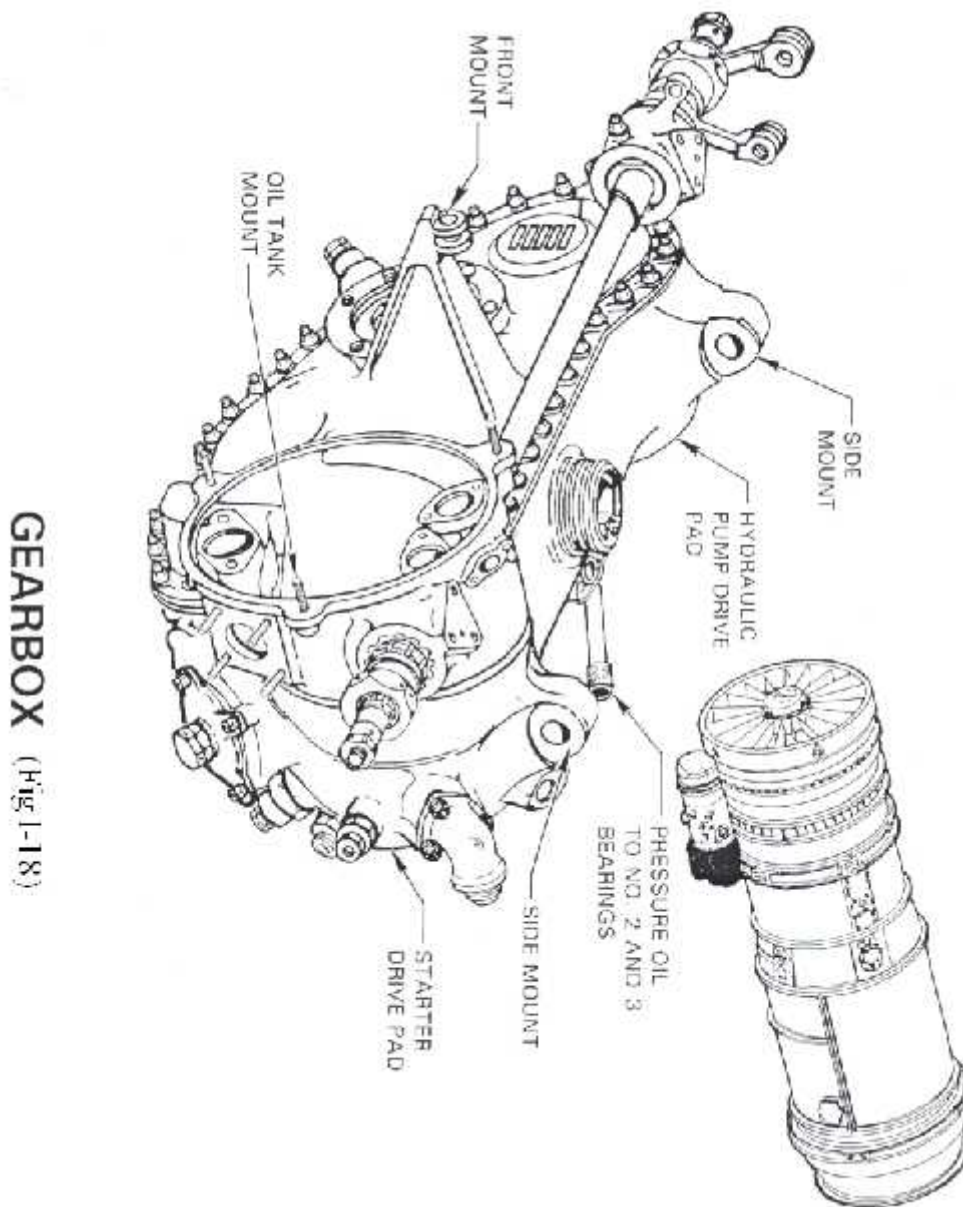
Elle est supportée par le roulement N° 6, et comporte huit (08) sondes de thermocouple T_{t7} , et six (06) sondes de pression P_{t7} .

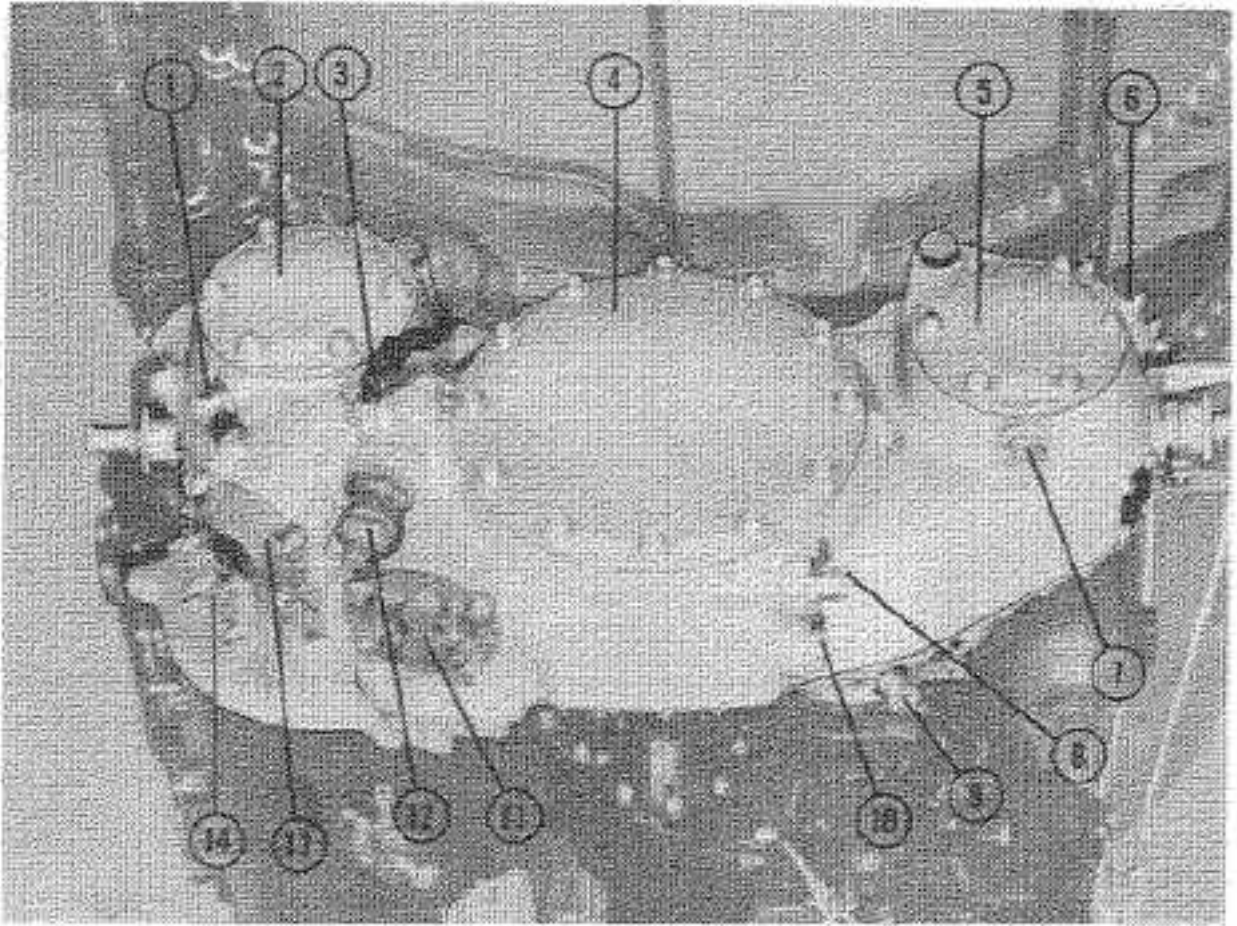
Dans la section d'échappement, le flux des gaz qui arrive de la turbine et l'air qui arrive du « fan discharge », sont mixés en un seul flux d'échappement.

ENGINE EXHAUST (Fig I-17)

Accessory drives : "entraînement des accessoires" (Fig I-18 & I-19)

L'entraînement des accessoires principaux du moteur se fait par la Gear Box « boîte d'entraînement des accessoires », qui est située en dessous du moteur. Elle prélève le mouvement à partir de l'arbre N2, et le fait transférer vers d'autres roues (engrenages et roulements), qui à leur tour entraînent les accessoires du moteur.





- | | |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Drain | 8. Drain |
| 2. Starter Drive Pad | 9. Drain |
| 3. Oil Cooler to Relief Valve
Tube (Oil Pressure Signal) | 10. Gearbox Main Oil Drain |
| 4. Constant Speed Drive
Alternator Mounting Pad | 11. Main Oil Pump |
| 5. Hydraulic Pump Mounting Pad | 12. Oil Pressure Regulating
Valve |
| 6. N2 Tachometer Drive Pad | 13. Oil Strainer |
| 7. Drain | 14. Overboard Breather
Mounting Pad |

Accessory and Component
Drives Gearbox

(Fig I-19)

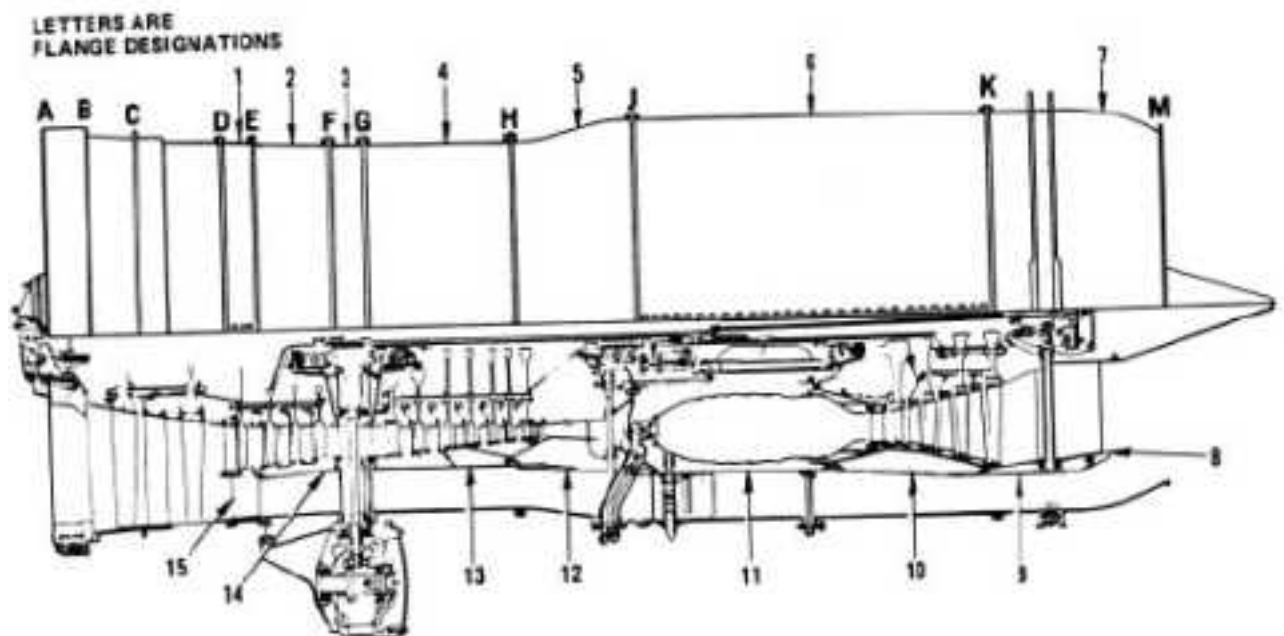
Parmi les accessoires entraînés par la gear box on trouve :

- la pompe carburant
- le régulateur carburant
- starter « démarreur pneumatique »

- CSD et l'alternateur
- tachymètre N2
- pompe hydraulique
- pompe principale d'huile 'refoulement'

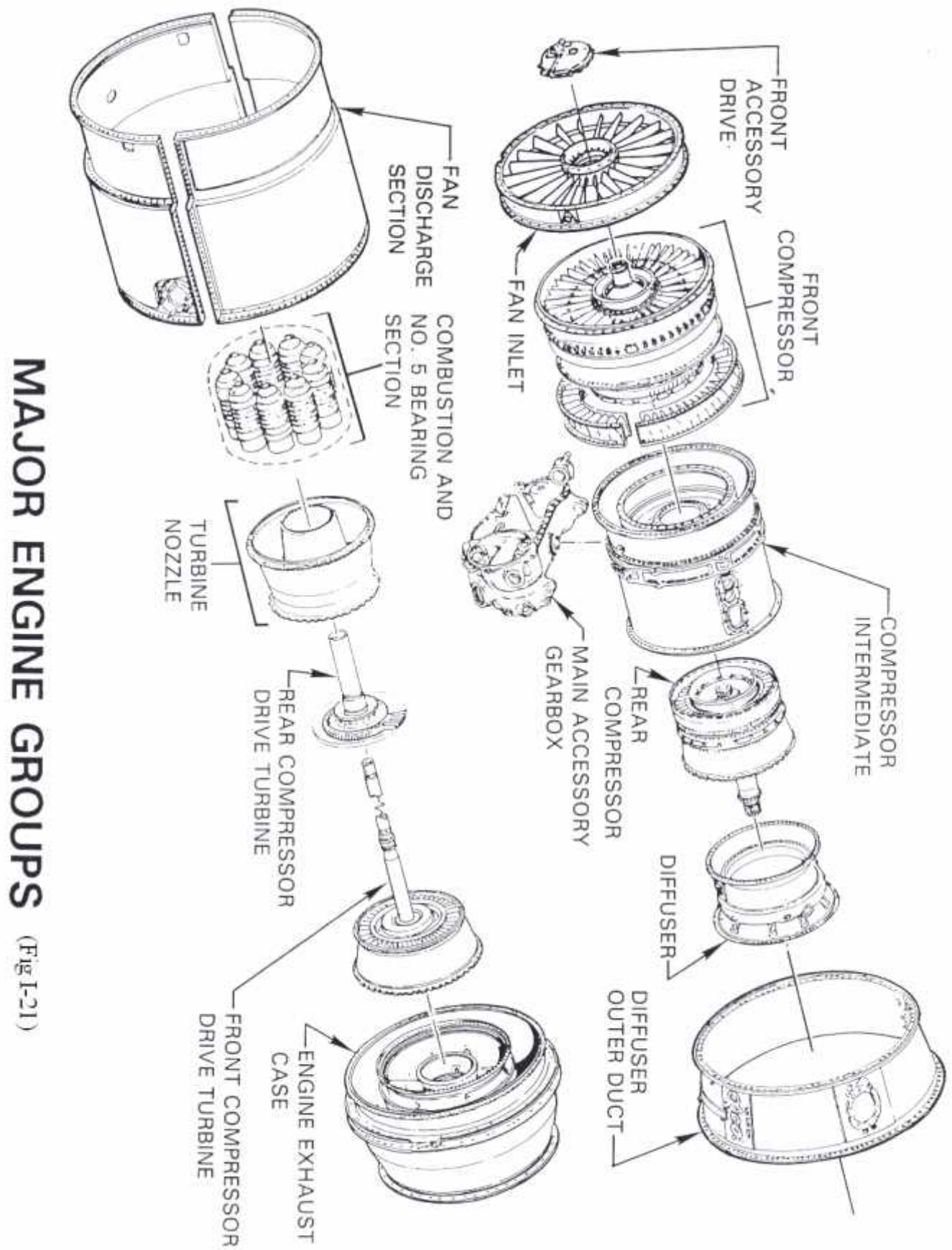
Fan discharge section : "section de décharge d'air" (Fig I-20)

Enfermant le moteur, une série de conduits externes cheminent l'air de décharge du Fan ; ces conduits externes et les surfaces externes des conduits internes et les carters internes du moteur, forment un conduit annulaire de passage d'air, pour que l'air de décharge du Fan s'écoule à l'arrière du moteur.



1. Fan Discharge Front Case
2. Fan Discharge Front Compressor Outer Duct
3. Fan Discharge Intermediate Case
4. Fan Discharge Rear Compressor Section Outer Duct
5. Fan Discharge Diffuser Section Outer Duct
6. Fan Discharge Combustion Section Outer Duct
7. Fan Discharge Turbine Exhaust Section Outer Duct
8. Fan Discharge Turbine Exhaust Inner Rear Duct
9. Fan Discharge Turbine Exhaust Inner Front Duct
10. Fan Discharge Turbine Section Inner Duct
11. Combustion Chamber Outer Case
12. Fan Discharge Diffuser Section Inner Duct
13. Fan Discharge Rear Compressor Section Inner Duct
14. Compressor Intermediate Case
15. Fan Discharge Vanes

Schéma récapitulatif des différents composants du moteur : (Fig I-21)



II-1/ Description du module HPC :

Le module HPC utilise un rotor ayant (07) sept étages de disques et d'ailettes qui sont séparées par des entretoises ; et (06) six étages d'aubes stator.

les étages sont numérotés de l'avant vers l'arrière.

Le stator :

Les (06) six étages du stator « de 7 à 12 » sont en acier inoxydable, la virole externe de chaque étage se prolonge en avant autour des aubes, la virole interne a un joint d'étanchéité à l'air qui assure une surface d'appui pour les joints d'étanchéité du prisme de suspension du rotor.

(03) trois brides de verrouillage maintiennent les viroles du 10^{ème}, 11^{ème} et 12^{ème} étage à leur diamètre extérieur. Les étages 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} sont maintenus solidement en position par des ergots à frein d'arrêt, et par un prolongement de la bride arrière sur la virole extérieure du 9^{ème} étage. Un tube et une cloison sur le 9^{ème} étage du stator, dirige l'air du 8^{ème} étage vers le joint d'étanchéité à l'air du roulement N° 4.

A la sortie du 13^{ème} étage du compresseur, des ailettes sont fixées sur la sortie du stator qui est monté sur la fin de l'avant du « diffuser case » ; ces ailettes sont aérodynamiquement une partie du HPC, mais en raison de leur emplacement, ils sont décrits avec le « diffuser case ».

Le rotor :

Les aubes du 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} étage du rotor sont en titane, tandis que celles du 10^{ème}, 11^{ème}, 12^{ème} et 13^{ème} étage du rotor sont en acier. Les disques du rotor sont en acier excepté le disque du 13^{ème} étage qui est en alliage de nickel.

(12) douze tirants « tierods » attachent axialement les disques, les entretoises et les moyeux d'avant et d'arrière.

L'attachement des aubes aux disques est accompli par un pied de fixation « hub » en queue d'aronde, excepté le 7^{ème} étage qui utilise une fixation en barre articulée « pin-joint ».

II-2/ Désassemblage du module HPC :

II-2-1/ Dépose du joint d'étanchéité avant du roulement N° 4 :

a) Conditions préalables :

Déposer le « diffuser case »

b) Outillage nécessaire :

pompe (PWA 3755)

extracteur (PWA 12074)

pompe (PWA 29389)

extracteur (PWA 45529)

c) Procédure :

Enlever le protecteur de joint d'étanchéité à l'air du roulement N° 4 (s'il est installé)

En utilisant l'extracteur, enlever le joint d'étanchéité à l'air du roulement N° 4 à partir du moyeu arrière du rotor.

Utilisation de l'extracteur (PWA 12074) :

1) installer les trois dents de l'extracteur derrière le bord « lip » du joint d'étanchéité du roulement N° 4.

2) verrouiller les dents en place en glissant le « circlip » à travers les dents.

3) actionner le vérin à vis de sorte que l'extracteur entre en contact avec le moyeu arrière. Continuer l'actionnement pour enlever le joint

Utilisation de l'extracteur (PWA 45529) :

1) positionner les dents de l'extracteur autour du joint, et engager les dents dans la cannelure d'extraction du joint. Fixer solidement les dents avec un anneau et un serrage à vis.

N.B : assurer vous que le vérin de l'extracteur est rétracté avant de commencer à installer l'outil.

2) actionner l'extracteur avec la pompe (PWA 29389), autrefois (PWA 3755), et engager solidement le galet de l'extracteur dans l'extrémité du moyeu.

3) appliquer une pression additionnelle avec la pompe pour tirer le joint depuis le moyeu.

II-2-2/ Désassemblage du compresseur :

a) Outils nécessaires :

- extracteur (PWA 1285)
- pompe (PWA 3755) remplacé par (PWA 29389)
- (02) extracteurs (PWA 6224)
- élingue (PWA 6580)
- chariot de manutention (PWA 7064)
- protecteurs (PWA 9145)
- poussoir (PWA 9557)
- poussoir (PWA 9558)
- poussoir (PWA 9604)
- (12) clés (PWA 9625)
- (02) extracteurs (PWA 9885)
- extracteur (PWA 10292)
- extracteur (PWA 11904)
- extracteur (PWA 12052)
- gabarit (PWA 12092) remplacé par (PWA 12731)
- pylône (PWA 12430)
- extracteur (PWA 12444)
- gabarit (PWA 12731) remplacé par (PWA 12092)
- pompe (PWA 29389) remplace (PWA 3755)
- (12) clés (PWA 32154)
- tige extensible (PWA 33182)
- extracteur (PWA 33256)
- extracteur (PWA 33263)
- anneau de levage (PWA 45473)
- anneau de levage (PWA 45474) remplacé par (PWA 47024)

extracteur (PWA 46003)
extracteur (PWA 46344)
anneau de levage (PWA 47024) remplace (PWA 45474)
extracteur (PWA 47026)
(06) tiges extensibles (PWA 47034)
(06) tiges extensibles (PWA 47757)
(06) tiges extensibles (PWA 47758)
(06) tiges extensibles (PWA 47759)
(06) tiges extensibles (PWA 47760)
crochet de sécurité (PWA 75135)
(02) adaptateurs (PWA 76154)

b) Procédure :

1)

Positionner et fixer solidement le gabarit (PWA 12731) au moyeu N° 4 en utilisant un écrou de fixation de la bague intérieure du roulement N°4.

Fixer en tenant les colliers du gabarit à la bride extérieure du 9^{ème} étage des aubages.

Attacher l'élingue (PWA 6580) au tiroirs de levage du gabarit, en utilisant les (02) adaptateurs (PWA 76154).

Avec un treuil d'en tête qui est équipé avec le crochet de sécurité (PWA 75135), soulever à une position verticale le moyeu arrière en bas.

Enlever l'écrou de fixation de la bague intérieure du roulement N° 4 depuis le moyeu arrière.

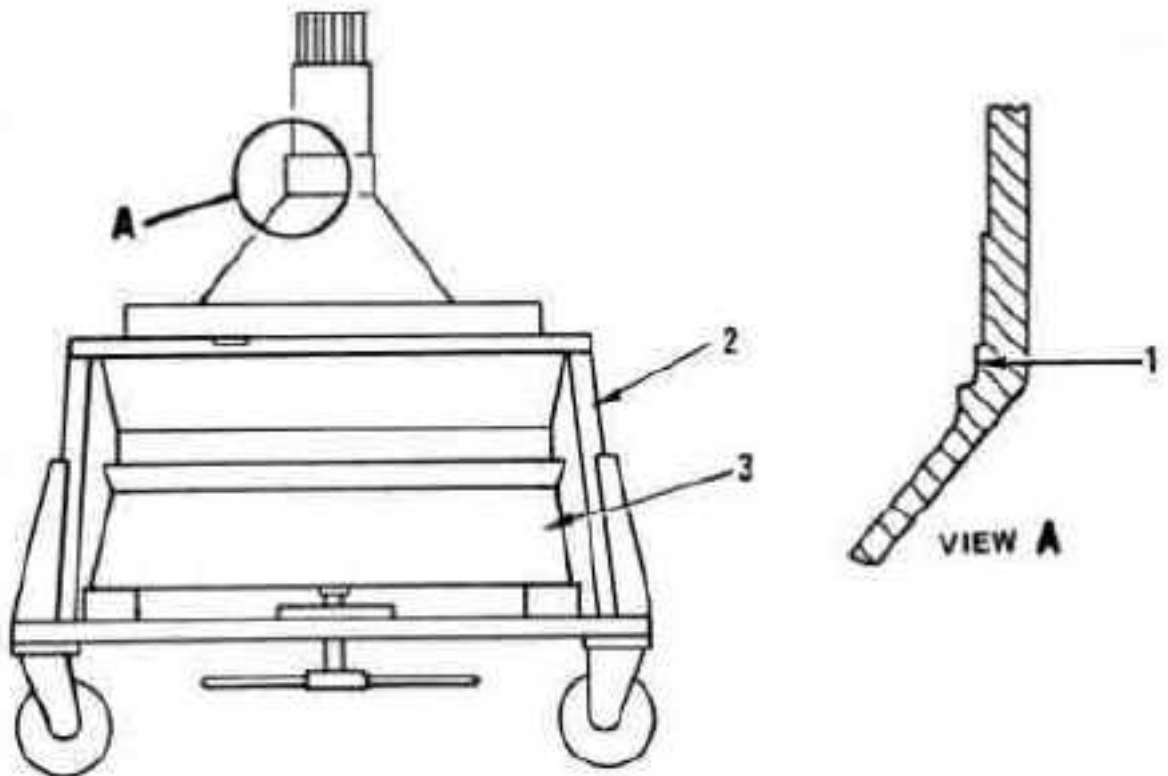
Abaisser l'ensemble vers le bas sur le sommet du pylône (PWA 12430), qui peut être fixé au plancher ou au chariot de manutention (PWA 7064).

Enlever l'élingue, puis soulever le vérin à vis du pylône et engager la cannelure du moyeu arrière avec l'appui du vérin à vis.

N.B : mesurer le diamètre le plus proche à l'épaulement sur le moyeu arrière, et comparer avec les valeurs nominales données sur (Fig II-1).

Le rotor de type 1 peut être démonté avec le (PWA 12092) ou bien avec (PWA 12731).

Le rotor de type 2 doit être démonté avec le gabarit (PWA 12731).



1. Type 1 Rotor: 4.968 Inches Diameter; Type 2 Rotor: 4.990 Inches Diameter
2. Build Stand
3. Rear Compressor Rotor And Stator

(Fig II-1)

2) Dépose des écrous des tirants :

Positionner (12) clés (PWA 32154) sur les écrous des tirants.

Débloquer diamétralement les écrous opposés, « 1/4 tour autour du disque jusqu'à ce que tous les écrous soient desserrés, et l'allongement soit allégé ».

Enlever les clés, les écrous et les freins à ergots.

3) Dépose des tirants :

en utilisant l'extracteur (PWA 1285), enlever tous les tirants.

4) positionner et fixer les dents de l'extracteur (PWA 12052) dans la cannelure sur la périphérie du joint avant. Utiliser un marteau coulissant pour dériver le joint du disque.

5) positionner et fixer les dents de l'extracteur (PWA 46003) sur le bord du support du contrepoids. Utiliser un marteau coulissant pour tirer le support du contrepoids depuis le 7^{ème} étage de disque.

6) Dépose du disque du 7^{ème} étage :

en utilisant les (02) extracteurs (PWA 6224), enlever le disque et l'ensemble des aubes du 7^{ème} étage. Engager l'anneau de levage (PWA 45473) dans le diamètre intérieur du disque, et soulever le disque et les aubes vers le haut.

7) Dépose d'aubages du 7^{ème} étage :

Couper le fil de freinage et enlever l'ensemble d'aubages du 7^{ème} étage.

N.B : utiliser l'extracteur (PWA 11904) ou bien (PWA 12092) avec la tige extensible (PWA 33182) pour enlever les entretoises du disque. Après dépose, installer les protecteurs (PWA 9145) pour protéger les joints d'étanchéité du prisme de suspension.

8) Dépose du moyeu du 8^{ème} étage :

a) utiliser les six tiges extensibles (PWA 47034) pour maintenir l'entretoise du 8^{ème} au 9^{ème} étage, attachée aux pièces restantes ; pendant que le moyeu et les pales du 8^{ème} étage sont déposés. Installer les tiges extensibles (PWA 47034) dans les trous des tirants du rotor (Fig II-2), comme suivant :

1- positionner la came de la tige de sorte que l'axe de poignée est en ligne avec l'axe de la tige. Insérer la tige dans le trou du tirant du rotor depuis l'arrière.

2- insérer la tige jusqu'à l'entretoise, à côté de la poignée, qui entre en contact avec la face arrière du moyeu arrière.

3- en tenant l'entretoise contre le moyeu, positionner la poignée de la came de sorte que l'axe de poignée est à un angle correct avec l'axe de la tige ; ceci va dilater le collier pour verrouiller la tige dans le trou du tirant. Insérer (en équidistance) les cinq autres tiges de la même manière, et verrouiller en position.

4- il peut être nécessaire d'ajuster une tension des colliers extensibles pour obtenir un serrage ferme sur l'entretoise du 8^{ème} au 9^{ème} étage.

b) séparer la tuyauterie de l'extracteur (PWA 47026) du cylindre hydraulique, et abaisser le tube dans le diamètre intérieur du rotor jusqu'à ce que le poussoir plat engage le moyeu arrière.

c) installer les pieds de l'extracteur et le cylindre hydraulique, avec les pieds de l'extracteur dans l'anneau externe sur le moyeu. Fermer les pieds avec un circlip.

d) connecter la pompe (PWA 29389) ou bien (PWA 3755) au cylindre hydraulique, et libérer le moyeu du rotor. Enlever l'extracteur et les tiges.

e) fixer l'anneau de levage (PWA 47024) autour de l'anneau du moyeu, et soulever le moyeu et les pales loin du rotor.

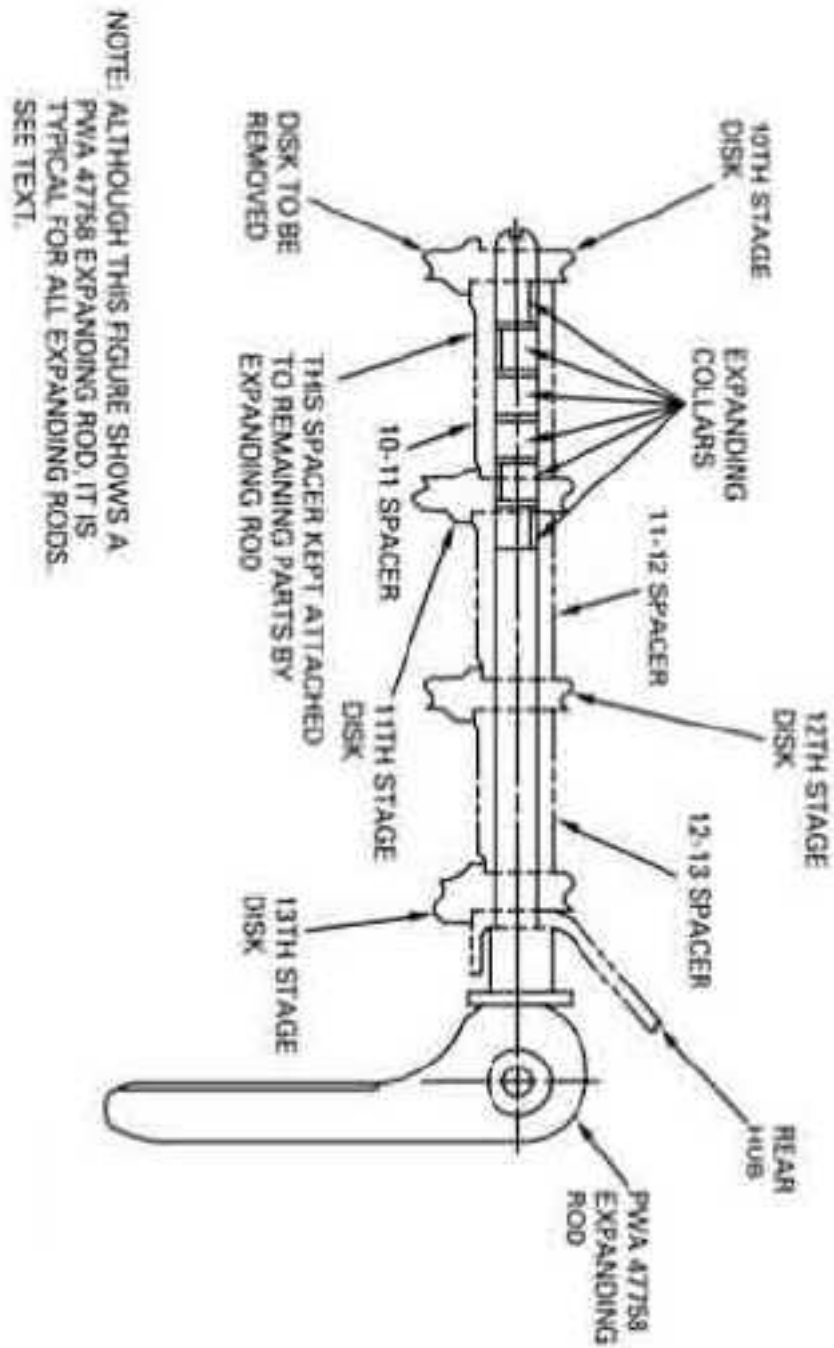
f) enlever les six (06) tiges extensibles (PWA 47034).

9) Dépose du stator du 8^{ème} étage et de l'entretoise du 8^{ème} au 9^{ème} étage :

Couper le fil de freinage et enlever le stator du 8^{ème} étage.

a) en utilisant l'extracteur (PWA 33263) et la tige (PWA 33182), enlever l'entretoise du 8^{ème} au 9^{ème} étage. Protéger les joints du prisme de

suspension avec le protecteur (PWA 9145).



(Fig II-2)

10) Dépose du tube de cachetage d'huile :

pour enlever le tube de cachetage d'huile depuis le moyeu, installer l'extracteur (PWA 46344) de sorte que les pieds de l'extracteur soient contre la face arrière du moyeu, et les mâchoires insérées dans l'anneau juste en avant du joint de tube. Serrez les vis pour verrouiller les mâchoires en position. Attacher la pompe (PWA 29389) autrefois (PWA 3755) au vérin hydraulique. Actionner à la main la pompe pour pousser le tube hors du moyeu.

11) Dépose du disque du 9^{ème} étage :

Enlever le disque et l'ensemble des aubes du 9^{ème} étage.

a) utiliser les (06) tiges extensibles (PWA 47757) pour maintenir l'entretoise du 9^{ème} au 10^{ème} étage attachée aux pièces restantes, pendant que le disque du 9^{ème} étage est déposé.

b) utiliser le poussoir (PWA 9557) pour enlever le disque et l'ensemble des aubes du 9^{ème} étage.

c) enlever les tiges extensibles (PWA 47757).

12) Dépose d'aubage du 9^{ème} étage :

Enlever en tenant les brides du gabarit (PWA 12092) depuis la bride extérieure d'aubages du 9^{ème} étage. Enlever trois (03) goupilles fendues depuis (03) trois bandes de verrouillage. Retirer l'aubage du 9^{ème} étage, puis enlever les courroies de verrouillage.

13) Dépose de l'entretoise du 9^{ème} au 10^{ème} étage :

Utiliser l'extracteur (PWA 33263) pour enlever l'entretoise du 9^{ème} au 10^{ème} étage. Installer les protecteurs (PWA 9145) sur les joints du prisme de suspension.

14) Dépose du disque du 10^{ème} étage :

Enlever le disque et l'ensemble des aubes du 10^{ème} étage.

a) utiliser les (06) tiges extensibles (PWA 47758) pour maintenir l'entretoise du 10^{ème} au 11^{ème} étage attachée aux pièces restantes, pendant que le disque du 10^{ème} étage est déposé.

b) utiliser le poussoir (PWA 9604) pour enlever le disque et l'ensemble des aubes du 10^{ème} étage.

c) enlever les (06) tiges extensibles (PWA 47758).

15) enlever l'aubage du 10^{ème} étage.

16) Dépose de l'entretoise du 10^{ème} au 11^{ème} étage :

Utiliser l'extracteur (PWA 33263) pour enlever l'entretoise du 10^{ème} au 11^{ème} étage. Installer les protecteurs (PWA 9145) sur les joints du prisme de suspension.

17) Dépose du disque du 11^{ème} étage :

Enlever le disque et l'ensemble des aubes du 11^{ème} étage.

a) utiliser (06) tiges extensibles (PWA 47759) pour maintenir l'entretoise du 11^{ème} au 12^{ème} étage, attachée aux pièces restantes pendant que le disque du 11^{ème} étage est déposé.

b) utiliser le poussoir (PWA 9558) pour enlever le disque et l'ensemble des aubes du 11^{ème} étage.

c) enlever les (06) tiges extensibles (PWA 47759).

18) enlever l'aubage du 11^{ème} étage.

19) Dépose de l'entretoise du 11^{ème} au 12^{ème} étage :

Utiliser l'extracteur (PWA 33263) pour enlever l'entretoise du 11^{ème} au 12^{ème} étage. Installer les protecteurs (PWA 9145) sur les joints du prisme de suspension.

20) Dépose du disque du 12^{ème} étage :

Enlever le disque et l'ensemble des aubes du 12^{ème} étage.

a) utiliser six tiges extensibles (PWA 47760) pour maintenir l'entretoise du 12^{ème} au 13^{ème} étage attachée aux pièces restantes, pendant que le disque du 12^{ème} étage est déposé.

b) utiliser le poussoir (PWA 9885) pour enlever le disque et l'ensemble des aubes du 12^{ème} étage.

c) enlever les six tiges extensibles (PWA 47760).

21) enlever l'aubage du 12^{ème} étage.**22) Dépose de l'entretoise du 12^{ème} au 13^{ème} étage :**

Utiliser l'extracteur (PWA 33263) pour enlever l'entretoise du 12^{ème} au 13^{ème} étage. Installer les protecteurs (PWA 9145) sur les joints du prisme de suspension.

23) Dépose du disque du 13^{ème} étage :

Enlever le disque et l'ensemble des aubes du 13^{ème} étage depuis le pylône (PWA 12430). Séparer le disque du 13^{ème} étage du moyeu sur un banc en utilisant l'extracteur (PWA 9885).

II-3/ Nettoyage chimique du module HPC :**II-3-1/ Nettoyage des pièces :****a) Outillage nécessaire :**

Matériaux consommables :

appuis (cales)

nylon

abrasif

outil de frottement (scrub)

b) Procédures de nettoyage :

Le tableau suivant est une liste des SPOPs qui sont applicables aux pièces du HPC.

La première entrée sur la colonne "Nettoyage par spop" montre les processus du nettoyage chimique disponibles pour nettoyer la pièce.

La deuxième entrée (sous la première), montre les SPOPs du nettoyage mécanique disponibles à l'utilisation quand il y a des matériaux restants (parasites) sur la pièce après que le nettoyage chimique soit fait.

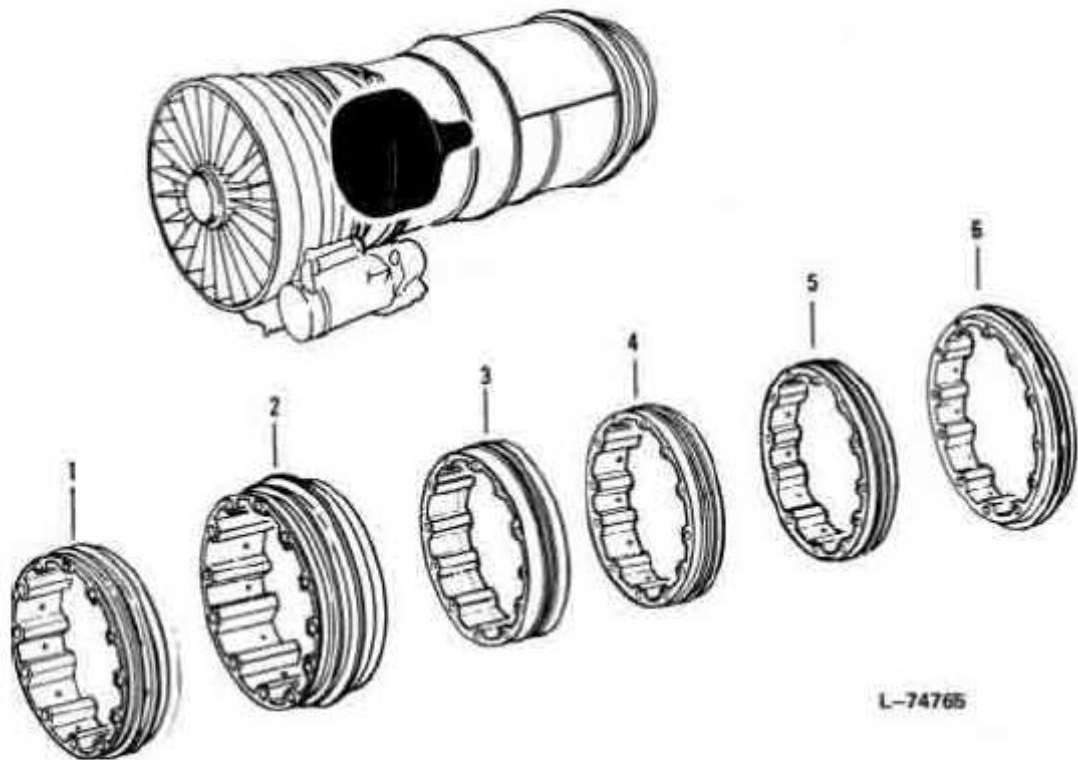
Pièce	Nettoyage par SPOP
Aubes du 7 ^{ème} étage (titane)	18, 209 19
Aubes du 8 ^{ème} étage (titane)	18, 209 19
Aubes du 9 ^{ème} étage (titane)	18, 209 19
Aubes du 10 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 10, 19
Aubes du 11 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Aubes du 12 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Aubes du 13 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 7 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 8 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 9 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 10 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 11 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 12 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Disque du 13 ^{ème} étage (alliage de nickel)	203, 209, 211, 213 19

Disque et ensemble d'aubes du 7 ^{ème} étage	209 19
Disque intégré au moyeu avant et l'ensemble d'aubes du 8 ^{ème} étage	209 19
Disque et l'ensemble d'aubes du 9 ^{ème} étage	209 19
Disque et l'ensemble d'aubes du 10 ^{ème} étage	209 19
Disque et l'ensemble d'aubes du 11 ^{ème} étage	209 19
Disque et l'ensemble d'aubes du 12 ^{ème} étage	209 19
Disque et l'ensemble d'aubes du 13 ^{ème} étage	209 19
Moyeu, l'arrière du compresseur (alliage de nickel)	203, 209, 211, 213 19
Ecrous, tirant du compresseur	203, 209, 211, 213 9, 10, 19, 218, 219
Goupilles, aube du 7 ^{ème} étage	203, 209
Anneau, joint d'air intérieur du stator du 7 ^{ème} étage (déposé depuis le stator)	203, 209
Anneau, joint d'air intérieur du stator du 8 ^{ème} étage (déposé depuis le stator)	203, 209
Anneau, joint d'air intérieur du stator du 9 ^{ème} étage (déposé depuis le stator)	203, 209
Anneau, joint d'air intérieur du stator du 10 ^{ème} étage (déposé depuis le stator)	203, 209
Anneau, joint d'air intérieur du stator du 11 ^{ème} étage (déposé depuis le stator)	203, 209

Anneau, joint d'air intérieur du stator du 12 ^{ème} étage (déposé depuis le stator)	203, 209
Joint d'étanchéité à l'air, labyrinthe du roulement N° 4	203, 209 19, 218, 219
Joint d'étanchéité à l'air, 7 ^{ème} étage du compresseur	209 258
Entretoise, 7 ^{ème} au 8 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209
Entretoise, 8 ^{ème} au 9 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209
Entretoise, 9 ^{ème} au 10 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209
Entretoise, 10 ^{ème} au 11 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209
Entretoise, 11 ^{ème} au 12 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209
Entretoise, 12 ^{ème} au 13 ^{ème} étage (alliage de nickel)	203, 209
Stator, 7 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Stator, 8 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Stator, 9 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Stator, 10 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Stator, 11 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Stator, 12 ^{ème} étage (nickel traité au cadmium)	203, 209 19
Bande, stator arrière	203, 209
Tirants	203, 209, 211, 213 9, 10, 19, 218, 219
Tube, rotor du compresseur	203, 209 19

III-1/ Inspection du module HPC :**III-1-1/ Inspection des entretoises :**

La figure suivante montre les (06) entretoises du compresseur. (Fig III-1)



1. 7th-to-8th Stage
2. 8th-to-9th Stage
3. 9th-to-10th Stage
4. 10th-to-11th Stage
5. 11th-to-12th Stage
6. 12th-to-13th Stage

Rear compressor spacers (Fig III-1)

a) Conditions préalables :

Faire une inspection au fluorescent et au particule magnétique, SPOP 115.

b) Outillage nécessaire :

pompe hydraulique (PWA 3755)

pompe hydraulique (PWA 29389)

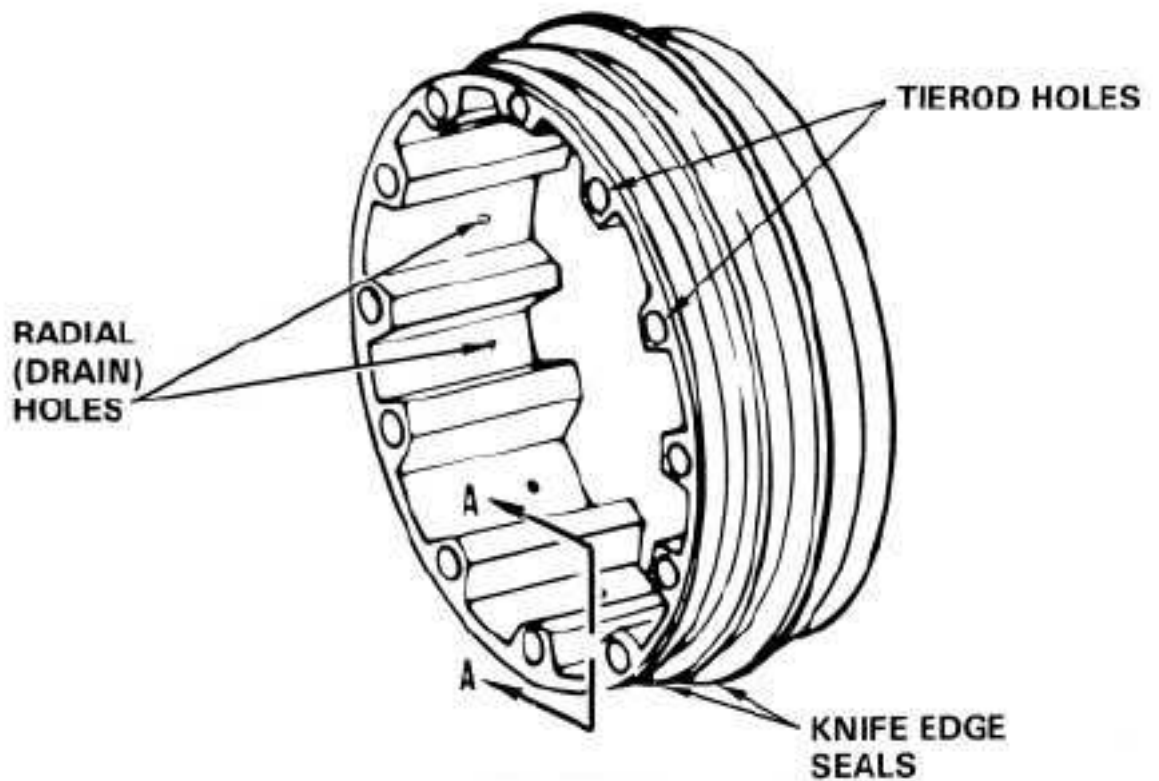
outil de mesure "indicateur" (PWA 32133)

étalon (PWA 32134)
étalon (PWA 32135)
indicateur (PWA 32136)
indicateur (PWA 32137)
gabarit (PWA 32347)
Diaphragme (PWA 32353)
Diaphragme (PWA 32354)
gabarit (PWA 33370)

c) Procédure :

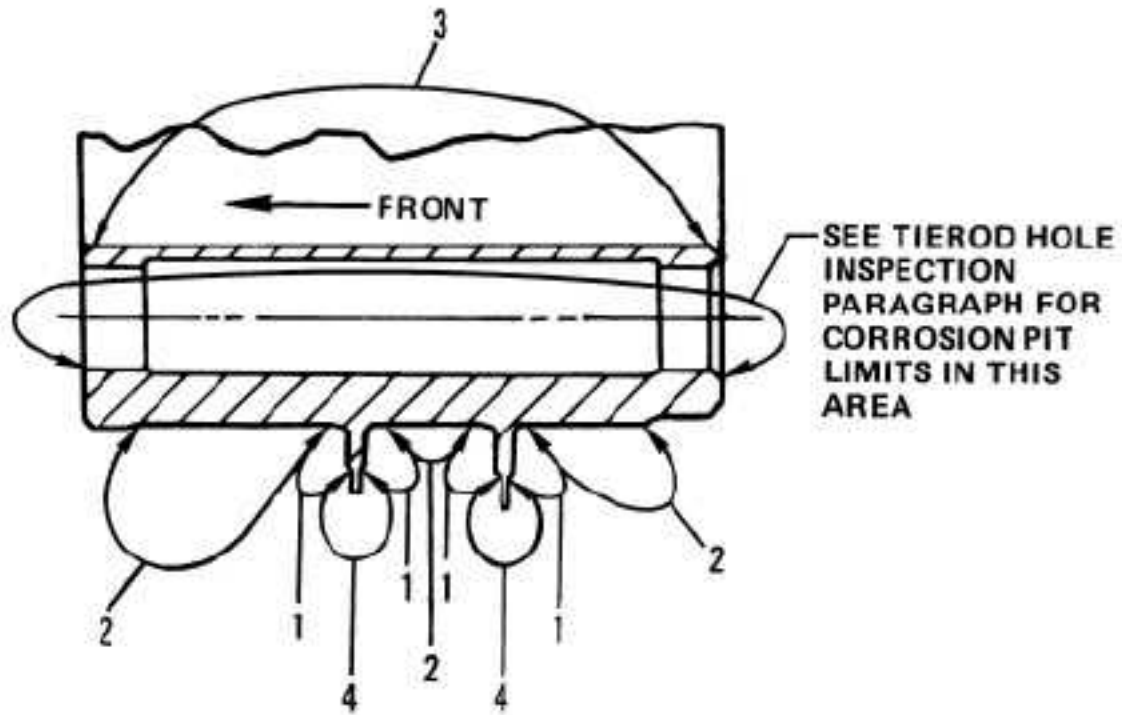
1) à chaque inspection d'entretoise, il faut examiner soigneusement les surfaces suivantes (Fig III-2) :

- joints du prisme de suspension
- trous du tirant
- trous radiaux (de drainage)



Important inspection areas for compressor spacer (Fig III-2)

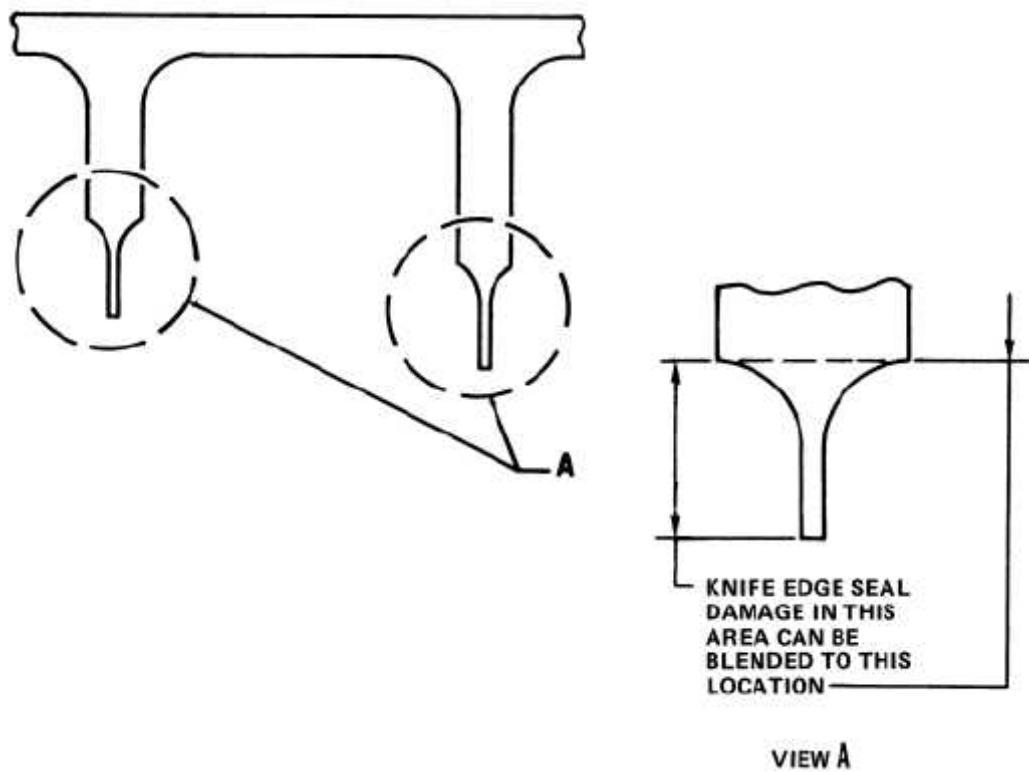
2) examiner les surfaces intérieures et extérieures de l'entretoise, pour des rainures ou des écorchures. (Fig III-3)



1. Maximum Permitted Unrepaired Pit Depth Is 0.003 Inch. Pits That Are More Than 0.003 Inch But Not More Than 0.005 Inch Deep Must Be Removed By Blending.
2. Maximum Permitted Unrepaired Pit Depth Is 0.003 Inch. Pits That Are More Than 0.003 Inch But Not More Than 0.010 Inch Deep Must Be Removed By Blending.
3. Maximum Permitted Unrepaired Pit Depth Is 0.003 Inch. Pits That Are More Than 0.003 Inch But Not More Than 0.010 Inch Deep Must Be Removed By Blending.
4. Maximum Permitted Unrepaired Pit Depth Is 0.002 Inch. If The Pit Depth Is More Than 0.002 Inch, Blend To Remove Them, Or Do A Major Knife-Edge Repair.

Spacer surface damage inspection limits (Fig III-3)

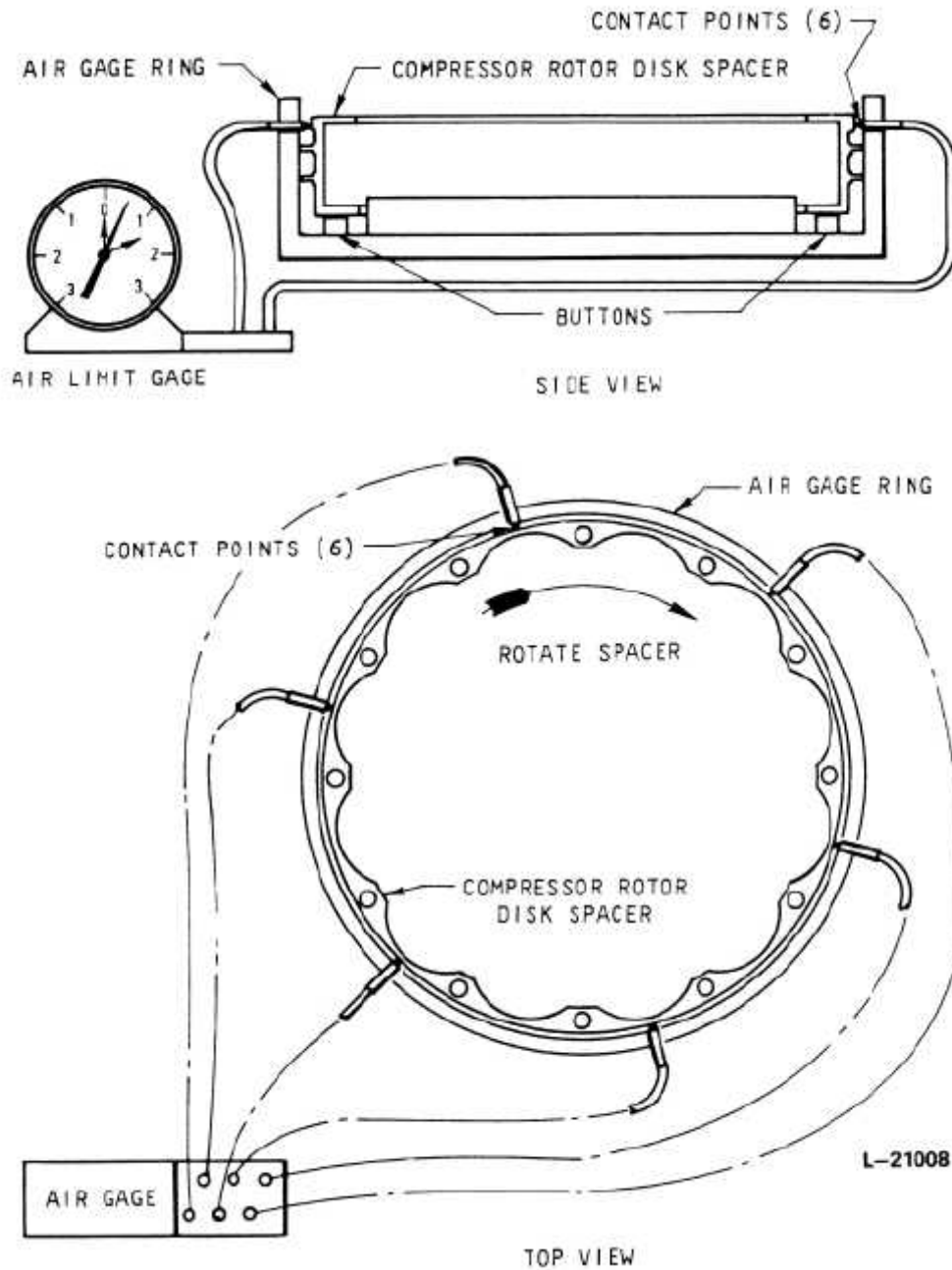
3) inspection du prisme de suspension, pour des joints endommagés ou fendus (Fig III-4)



Spacer knife-edge (Fig III-4)

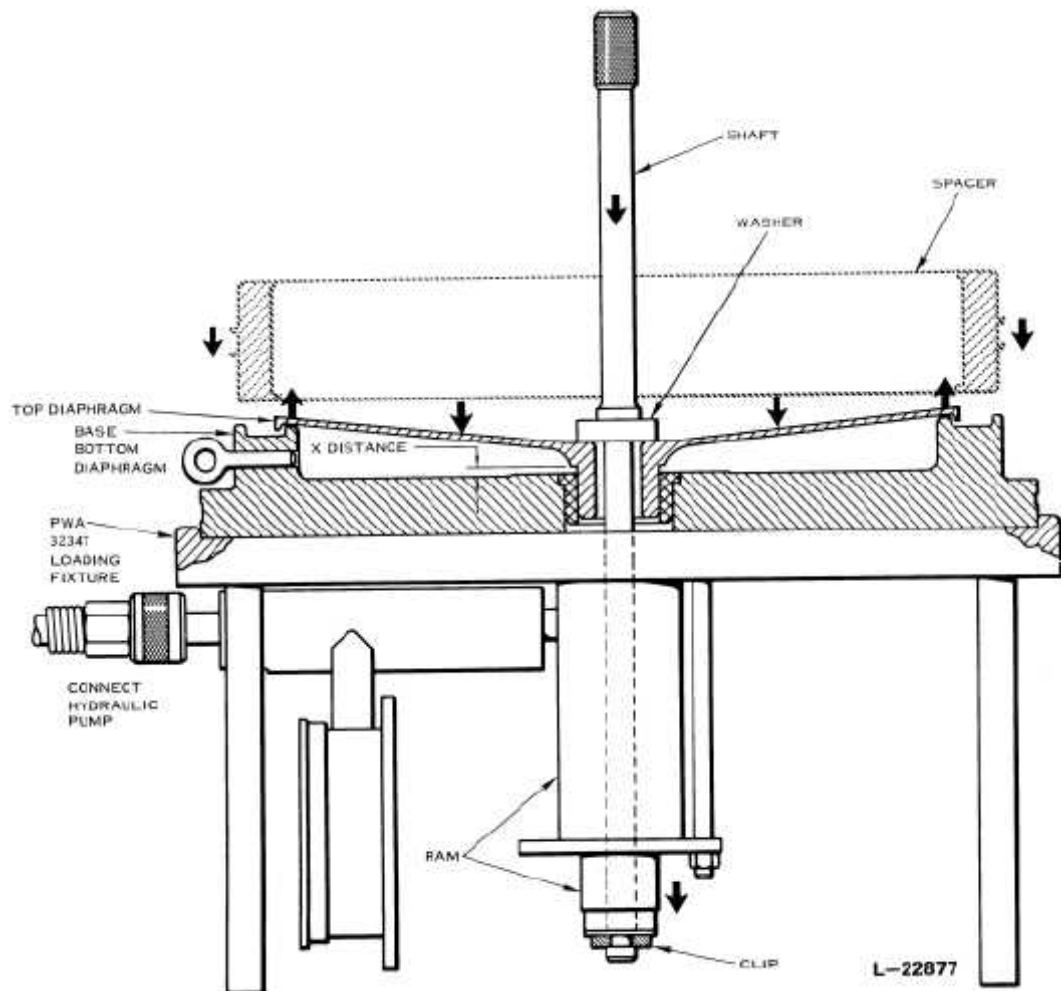
4) mesure "croissance" du diamètre extérieur de l'entretoise.

(Fig III-5)

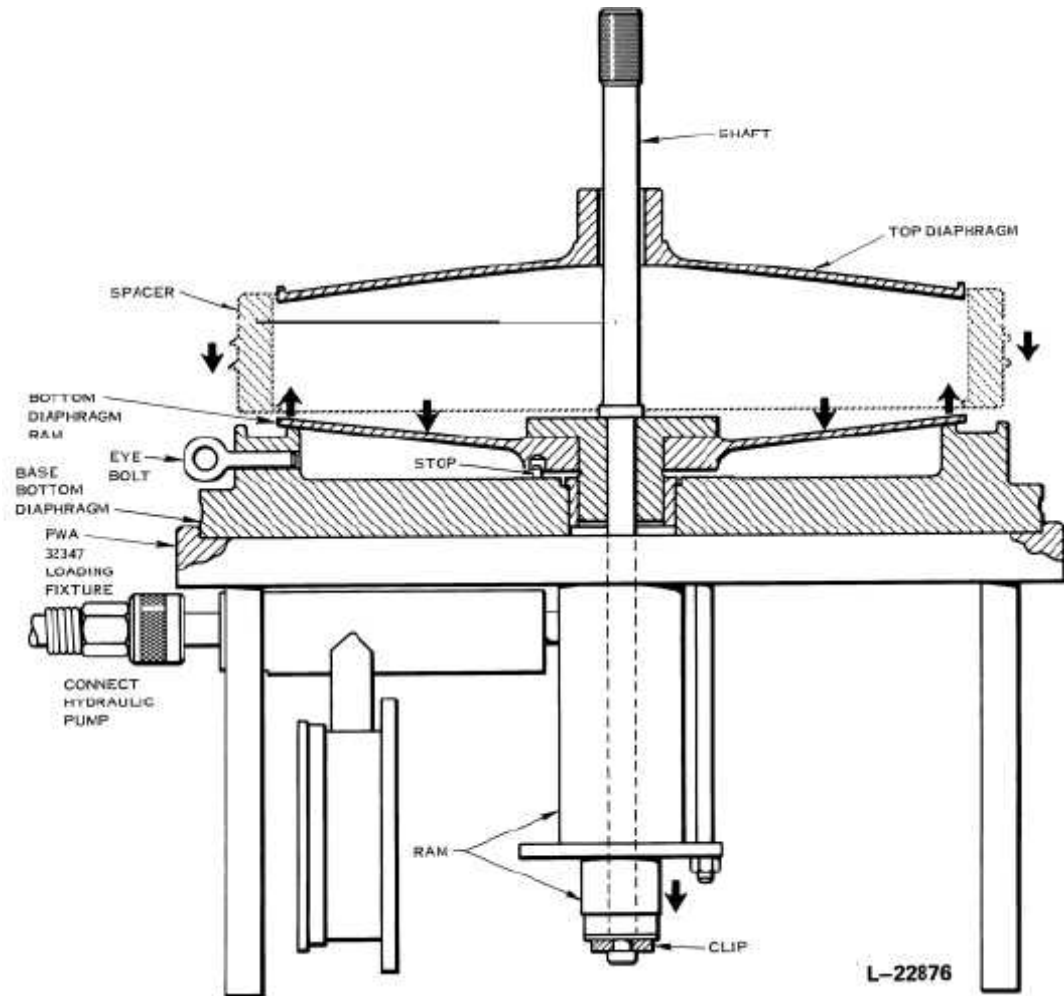


Rear compressor spacer air gage OD inspection (Fig III-5)

5) mesure du diamètre (Fig III-6), (Fig III-7)



Snap diameter concentricity checking tool (Fig III-6)



Snap diameter concentricity checking tool "Top diaphragm installed" (Fig III-7)

6) inspection visuelle et dimensionnelle du trou du tirant, pour usure et dommages.

III-1-2/ Inspection du moyeu arrière :

a) Conditions préalables :

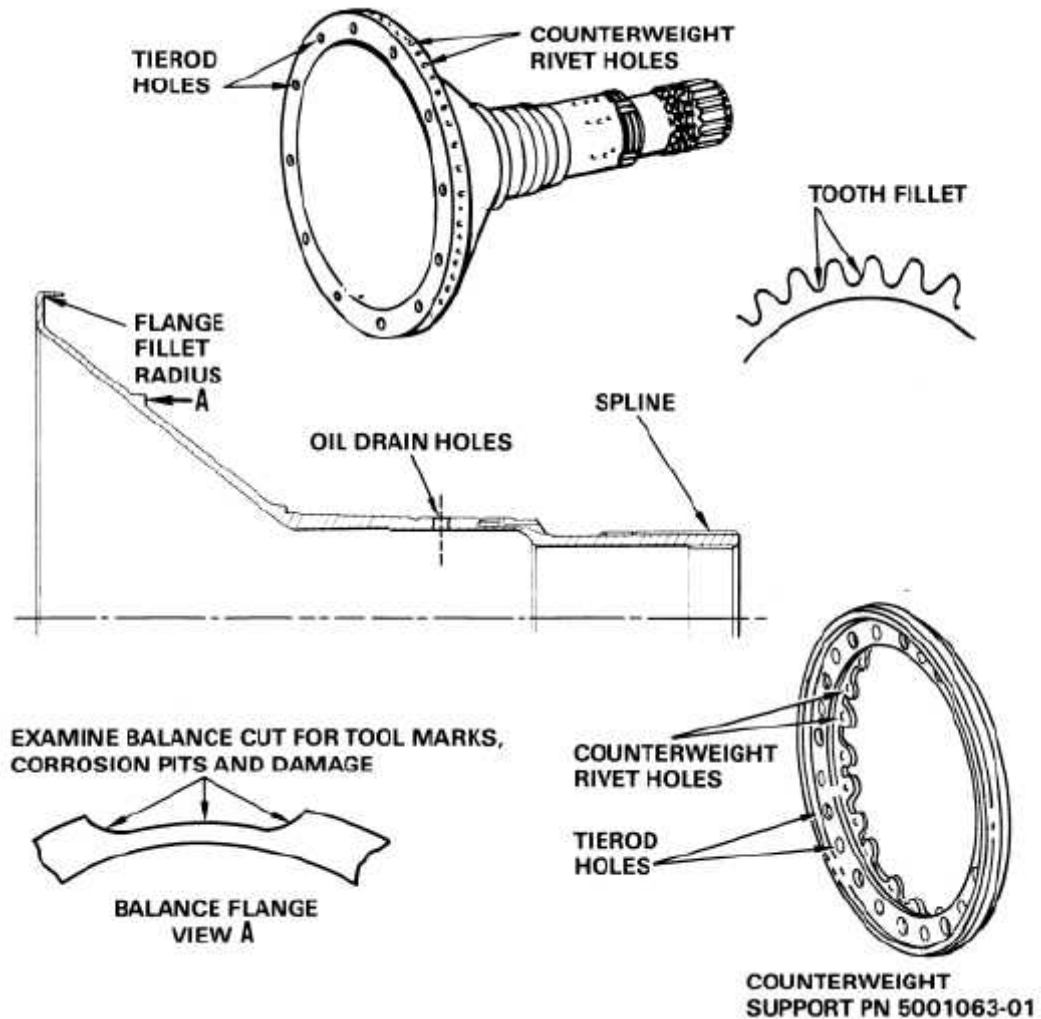
Examiner le moyeu avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

b) Procédure :

1) examiner visuellement le moyeu.

a) utiliser une lumière fluorescente (blanche) et une loupe 3X, pour chercher des dommages de surface tels que des entailles "rainures" ou des écorchures.

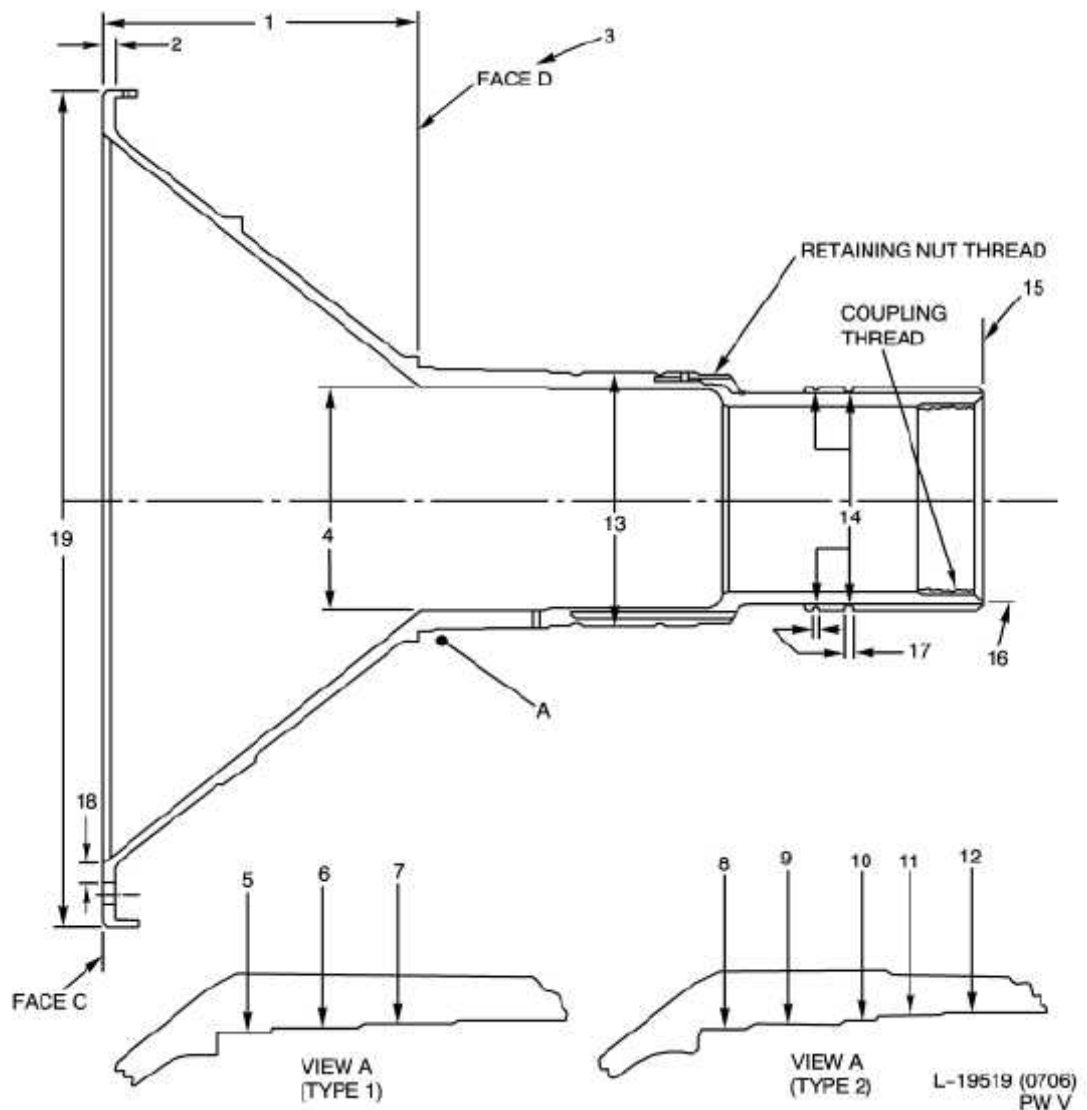
b) à chaque inspection de moyeu, il faut examiner soigneusement les surfaces suivantes (Fig III-8) :



Important areas for rear hub inspection (Fig III-8)

- filet de dent de cannelure
- trous du tirant et trous de passage
- trous de rivet de contrepoids
- filet de bride
- coupe d'équilibre
- trous de drainage d'huile

2) examiner la concentricité et la forme du moyeu. (Fig III-9)



Rear compressor rear hub (Fig III-9)

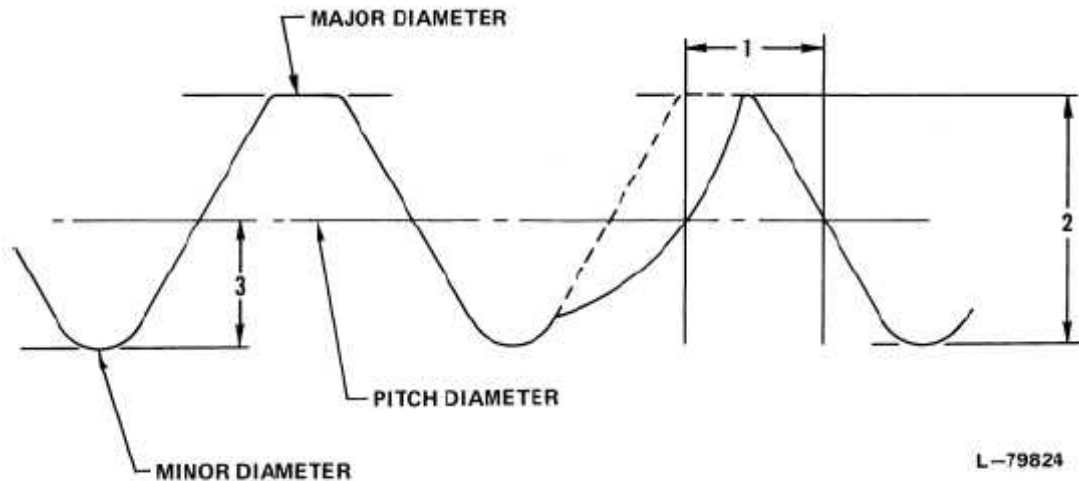
1. 5.778 - 5.781 Inches
2. 0.170 - 0.180 Inch. This Dimension May Vary Within Limits Shown But Must Be Uniform Within 0.003 Inch FIR. Face C Must Be Flat Within 0.002 Inch FIR.
3. This Surface Must Be Parallel With Face C Within 0.0005 Inch FIR.
4. 4.2015 - 4.2025 Inch Diameter
5. 4.968 - 4.969 Inch Diameter
6. 4.965 - 4.966 Inch Diameter
7. 4.962 - 4.963 Inch Diameter
8. 4.990 - 4.991 Inch Diameter
9. 4.942 - 4.962 Inch Diameter
10. 4.942 - 4.943 Inch Diameter
11. 4.937 - 4.938 Inch Diameter
12. 4.931 - 4.932 Inch Diameter
13. 4.9210 - 4.9217 Inch Diameter. This Diameter Must Be Square With Face D Within 0.0005 Inch FIR.
14. 3.933 - 3.940 Inch Diameter. Maximum Wear Shall Not Exceed 0.015 Inch Below Minimum Dimension.
15. This Surface Must Be Parallel With Face C In Area Covered By Index 18 Within 0.0005 Inch FIR.
16. Spline Pitch Diameter Must Be Square With Index 15 Surface Within 0.002 Inch FIR.
17. 0.073 Inch
18. 0.182 - 0.193 Inch
19. 15.589 - 15.591 Inch Diameter Reference

NOTE: Indexes 5, 6, 7, and 13 diameters must be within 0.001 inch FIR, Index 14 diameters must be within 0.005 inch FIR, Index 4 diameter must be within 0.002 inch FIR when part is mounted on Index 19 diameter.

NOTE: Type 1 hub (Reference PN 625071 and prior) is used with labyrinth-type No. 4 bearing seal. Type 2 hub (reference PN 772292) is used with carbon-type No. 4 bearing seal.

Suite de (Fig III-9)

- 3) inspection de la cannelure pour des criques "fissures" et usure.
- 4) examiner les trous de contrepoids sur la bride extérieure du moyeu, afin de trouver des criques.
- 5) examiner les trous du tirant pour des conditions de surdimensionnement, le maximum d'un trou de tirant ne doit pas dépasser 0.0045 in.
- 6) examiner le filetage du moyeu pour usure (Fig III-10), l'usure du filetage ne doit pas dépasser les limites représentées sur la figure.



1. 0.021 Inch Minimum, All Threads.
2. 0.034 Inch Minimum, All Threads.
3. 0.018 Inch

No ° 4 hub OD thread wear limits (Fig III-10)

7) faire une inspection complète du filetage d'écrou de fixation du moyeu. (Fig III-9)

Spécification de filetage : 4.875-UNJ-3A

Diamètre primitif : 4.8299 – 4.8344 in

8) faire une inspection complète du filetage intérieur du moyeu. (Fig III-9)

Spécification de filetage : 3.500-12UNJ-3B-LH

Diamètre primitif : 3.4459 – 3.4522 in

III-1-3/ [Inspection du tube du rotor](#) :

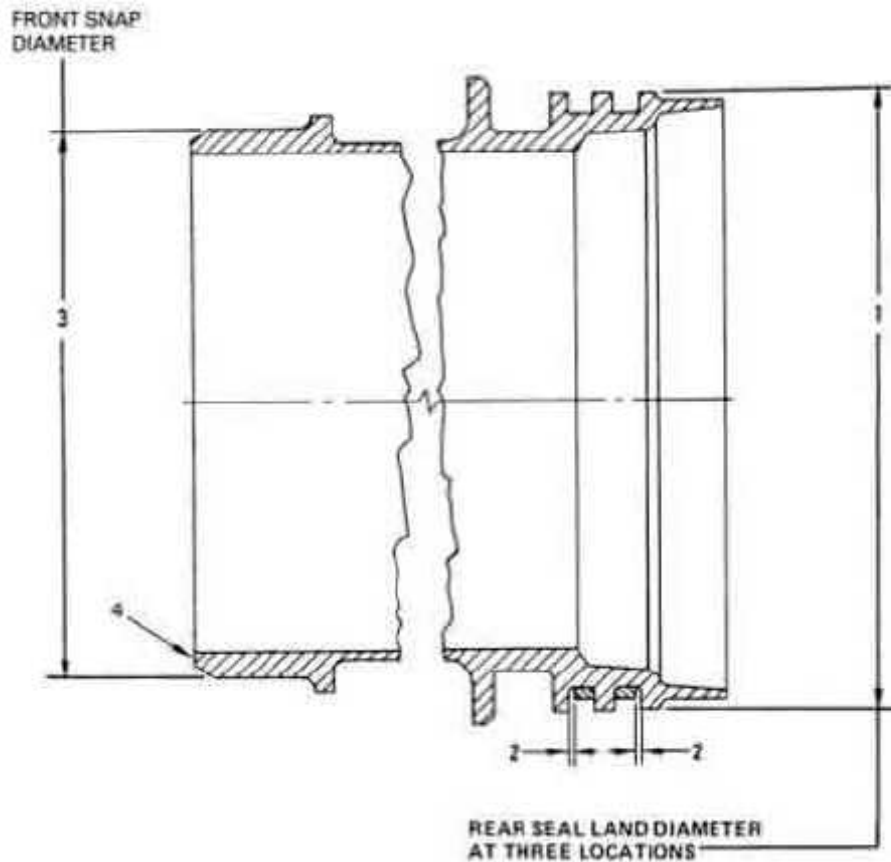
a) *Procédure* : (Fig III-11)

1) examiner l'état du diamètre avant (indice 3 sur la figure), pour en déceler la corrosion, dommage et usure.

2) examiner l'état du logement du joint annulaire (indice 2), et cela pour dommage ou usure.

3) faire une inspection du diamètre du joint arrière (indice 1).

4) faire une inspection de l'intérieur du diamètre avant.



Rotor tube dimensional inspection (Fig III-11)

III-1-4/ [Inspection des tirants](#) :

a) Procédure :

- 1) longueur maximale du tirant ne doit pas dépasser 15.895 in
- 2) inspecter visuellement les filetages du tirant qui sont exposés à la corrosion.

III-1-5/ Inspection des écrous du tirant :**a) Conditions préalables :**

Inspecter les écrous avec du pénétrant fluorescent, SPOP 82.

b) Procédure :

1) inspecter l'état physique général des écrous du tirant.

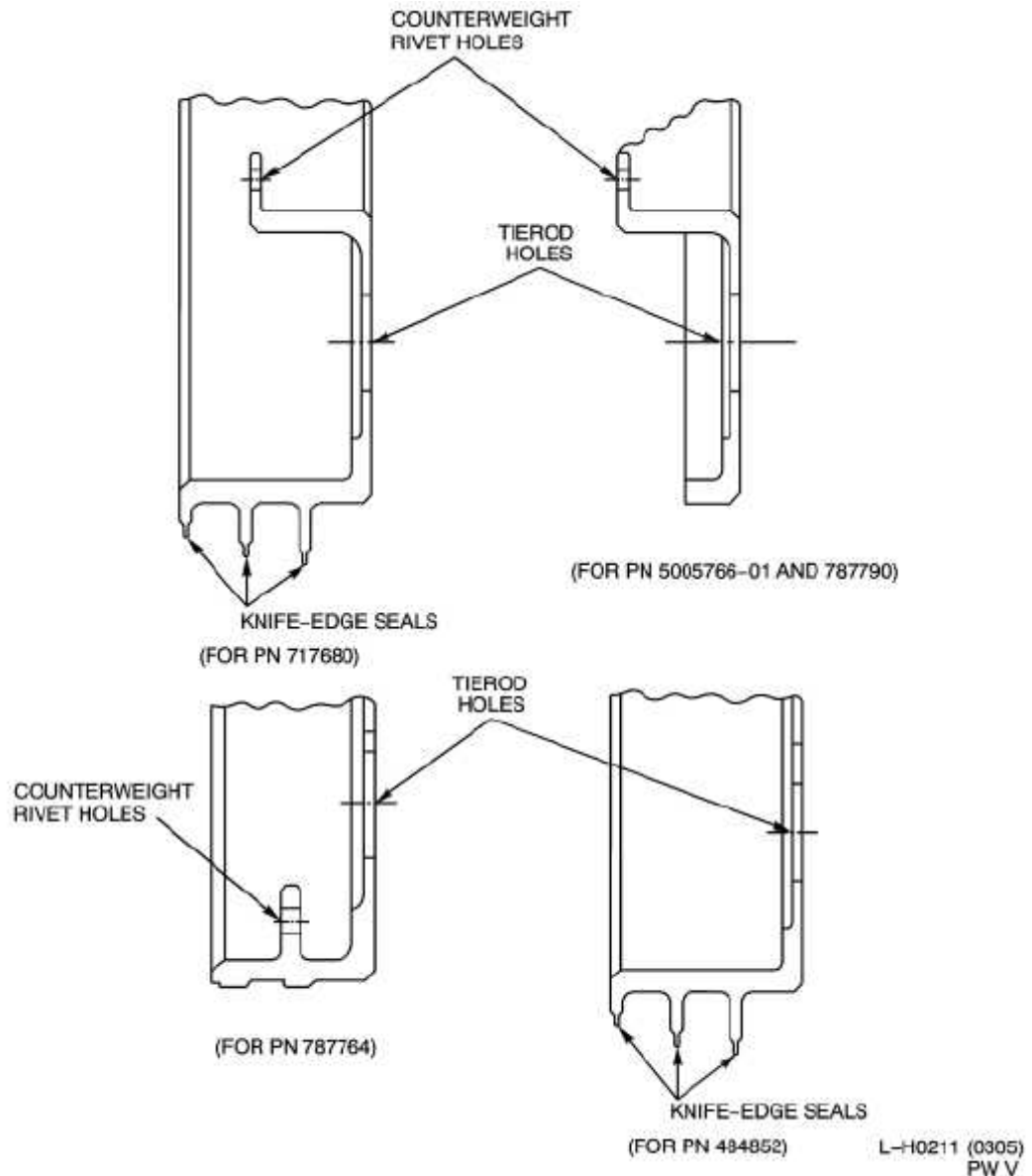
III-1-6/ Inspection du joint d'air du 7^{ème} étage :**a) Conditions préalables :**

Faire une inspection au fluorescent et au particule magnétique. SPOP 115.

b) Procédure :

1) à chaque inspection du joint d'air, il faut examiner soigneusement les surfaces suivantes (Fig III-12) :

- joints du prisme de suspension, pour des dommages "craques"
- trous du tirant, pour corrosion et usure
- corrosion autour des trous du tirant
- trous de rivet du contrepoids, pour usure



Important inspection areas for 7th stage air seal (Fig III-12)

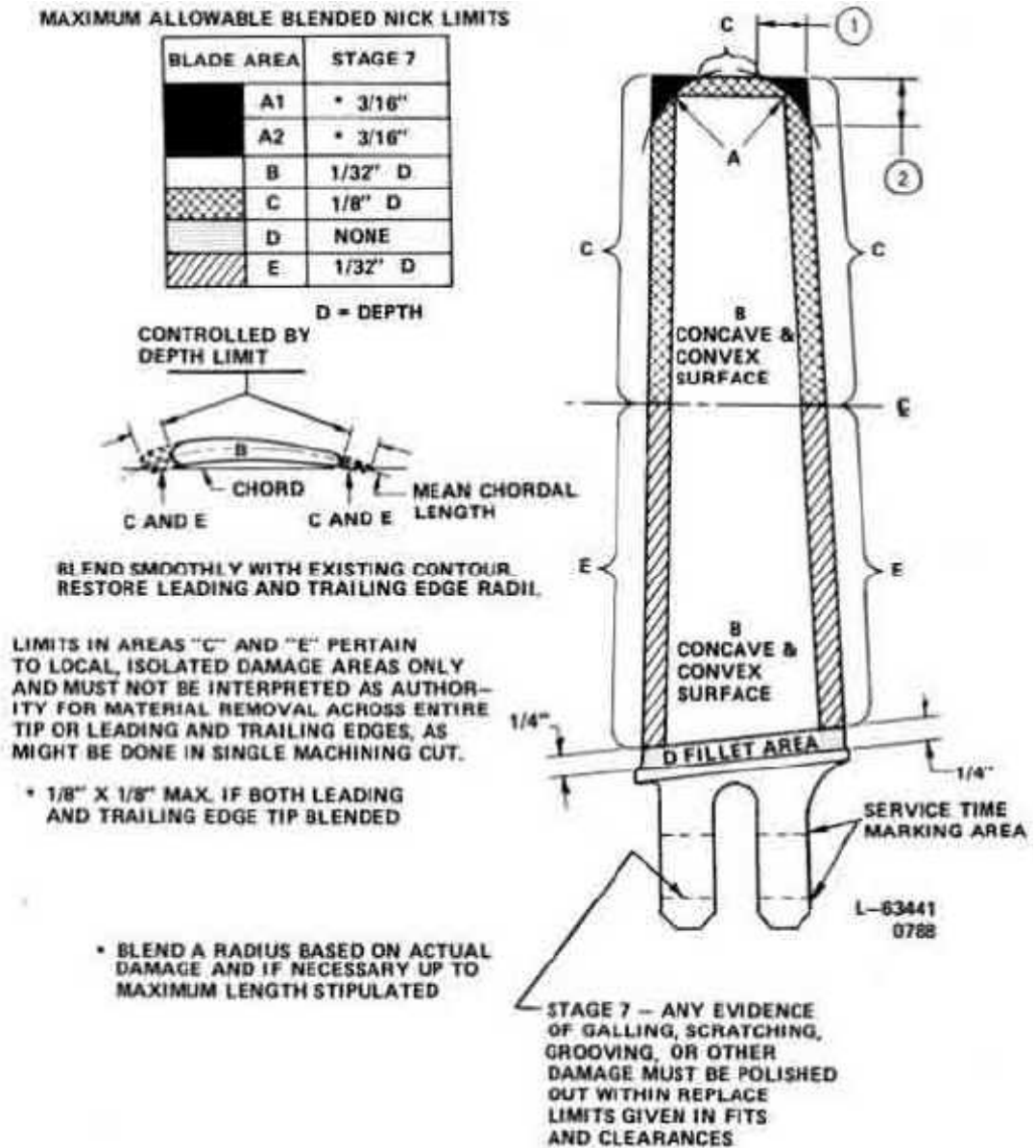
III-1-7/ [Inspection des aubes du 7^{ème} étage](#) :

a) Conditions préalables :

Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

b) Procédure :

1) inspecter le profil d'aube et son emplanture, afin de déceler des dommages "craques" et de la corrosion. (Fig III-13)



Blades inspection limits "7th stage" (Fig III-13)

2) utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour déceler l'érosion sur le bord d'attaque du profil d'aube.

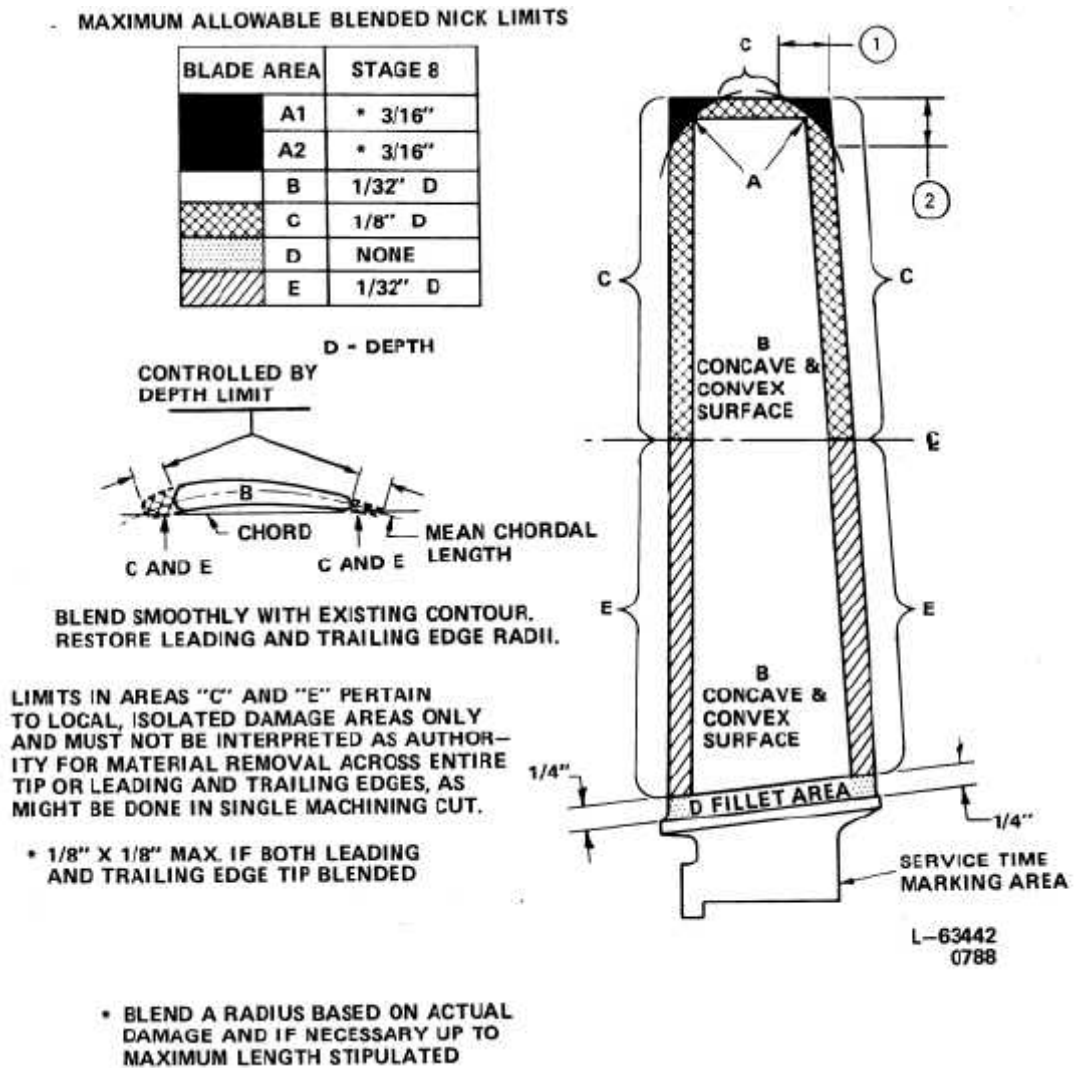
III-1-8/ Inspection des aubes du 8^{ème} étage :

a) Conditions préalables :

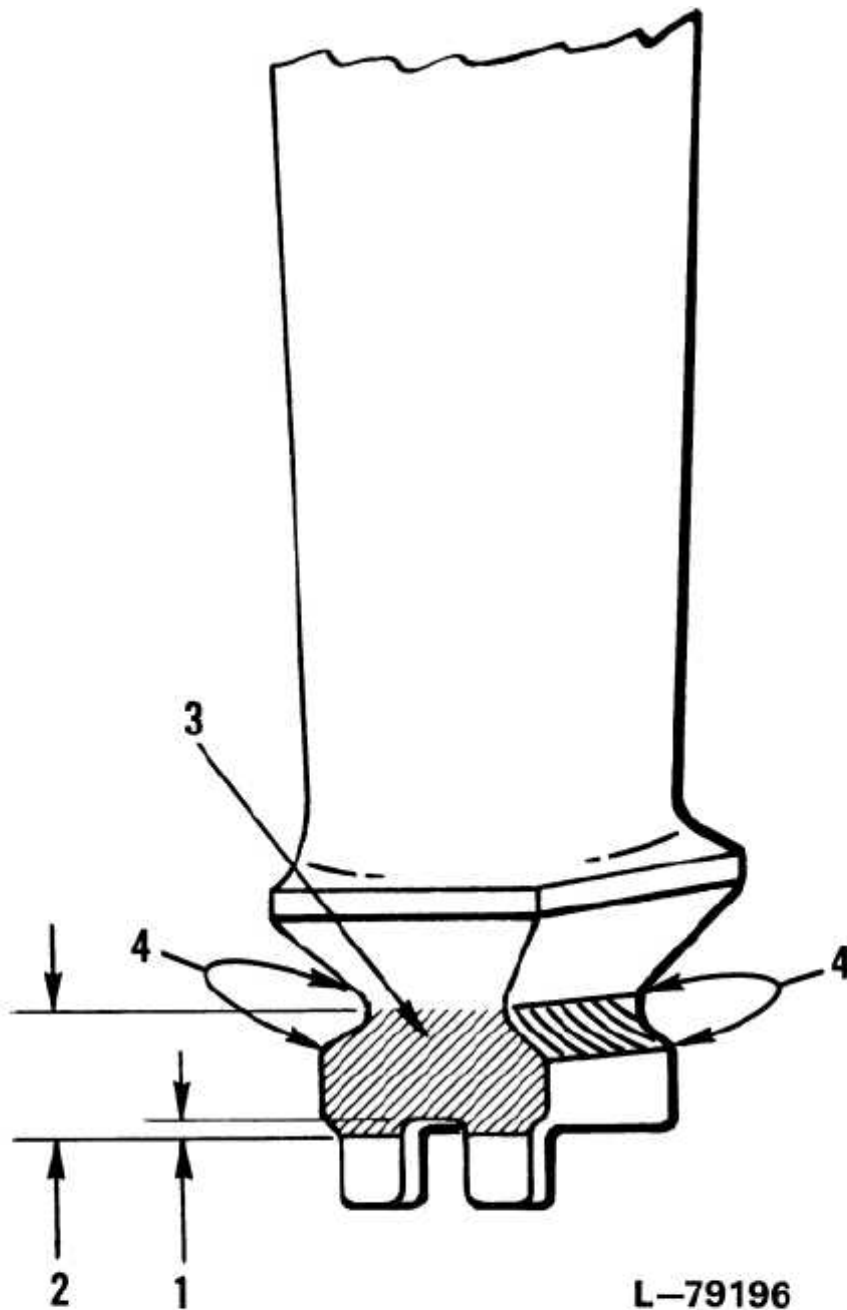
Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

b) Procédure :

1) inspecter le profil d'aube et son emplanture, afin de détecter des dommages "craques" et de la corrosion. (Fig III-14) et (Fig III-15)



Blades inspection limits "8th stage" (Fig III-14)



1. 0.030 - 0.040 Inch
2. 0.160 Inch
3. Locally Blend To Maximum Depth Of 0.020 Inch.
4. Local Surface Damage Up To 0.003 Inch Maximum May Be Repaired By Shotpeening. Shotpeening Must Remove Evidence Of Any Galling Up To 0.001 Inch Maximum. No Sharp Corners Are Permissible After Repair.

8th stage blade root wear limits (Fig III-15)

2) utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour déceler l'érosion sur le bord d'attaque du profil d'aube.

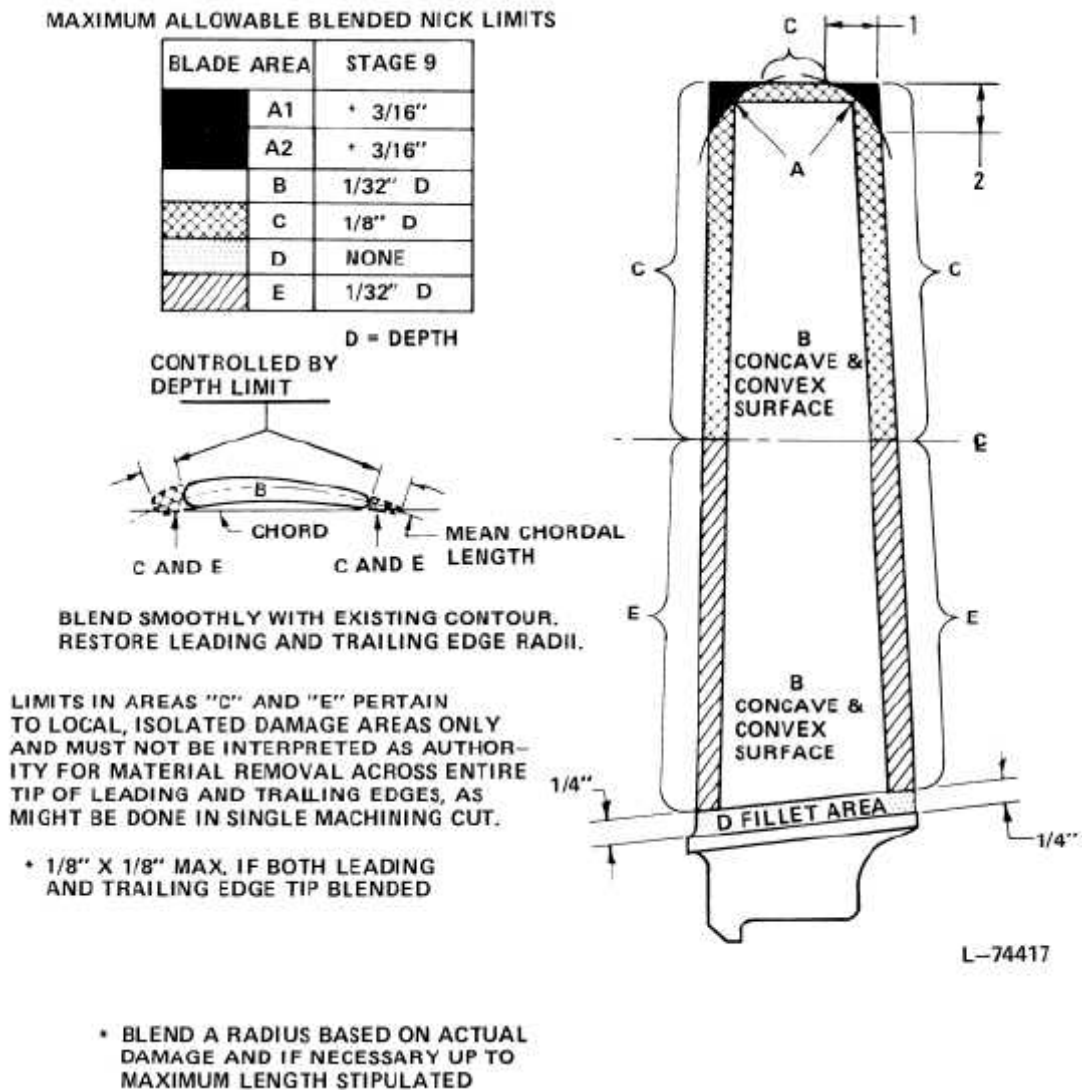
III-1-9/ Inspection des aubes du 9^{ème} étage :

a) Conditions préalables :

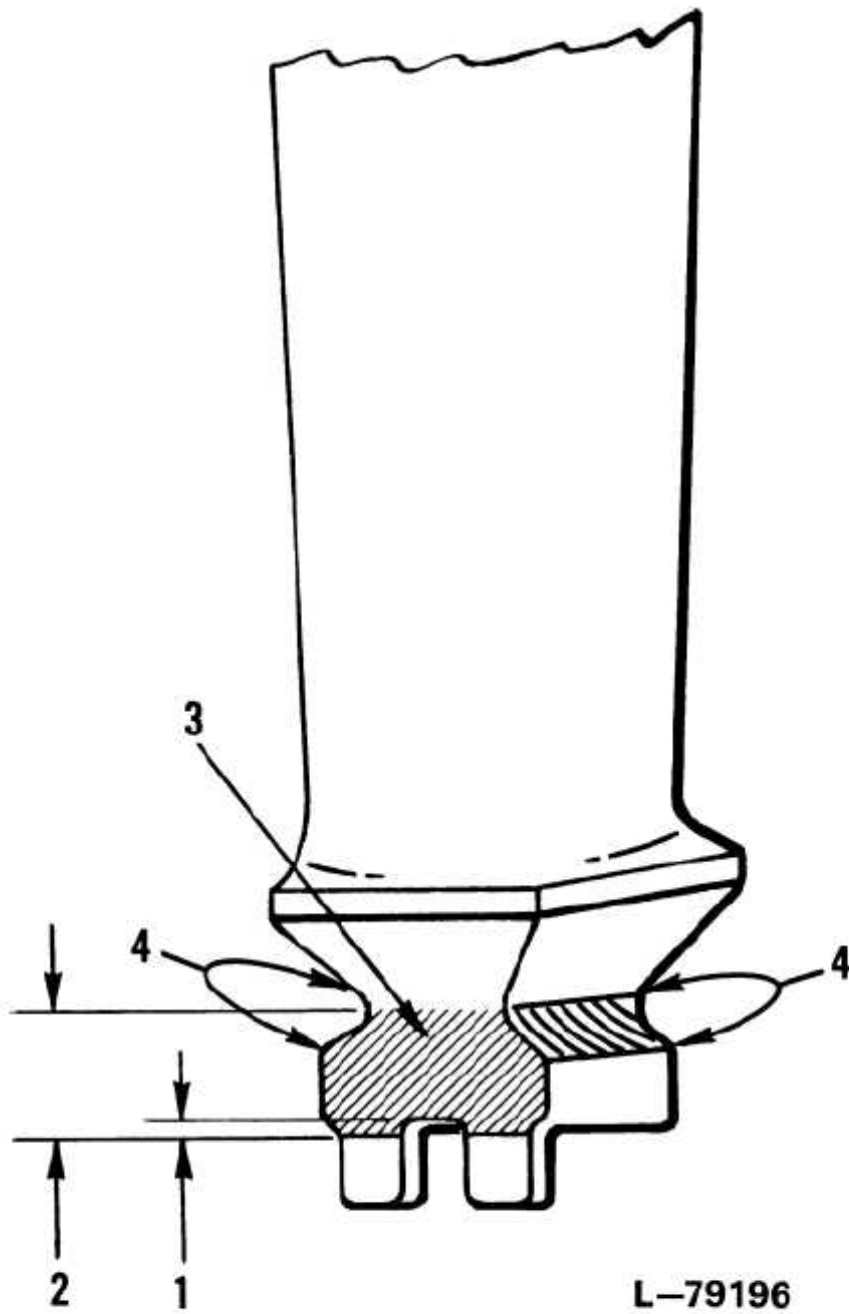
Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

b) Procédure :

1) inspecter le profil d'aube et son emplanture, afin de déceler des dommages "criques" et de la corrosion. (Fig III-16) et (Fig III-17)



Blades inspection limits "9th stage" (Fig III-16)



1. 0.030 - 0.040 Inch
2. 0.160 Inch
3. Locally Blend To Maximum Depth Of 0.020 Inch.
4. Local Surface Damage Up To 0.003 Inch Maximum May Be Repaired By Shotpeening. Shotpeening Must Remove Evidence Of Any Galling Up To 0.001 Inch Maximum. No Sharp Corners Are Permissible After Repair.

9th stage blade root wear limits (Fig III-17)

2) utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour déceler l'érosion sur le bord d'attaque du profil d'aube.

III-1-10/ Inspection des aubes du 10^{ème} étage :

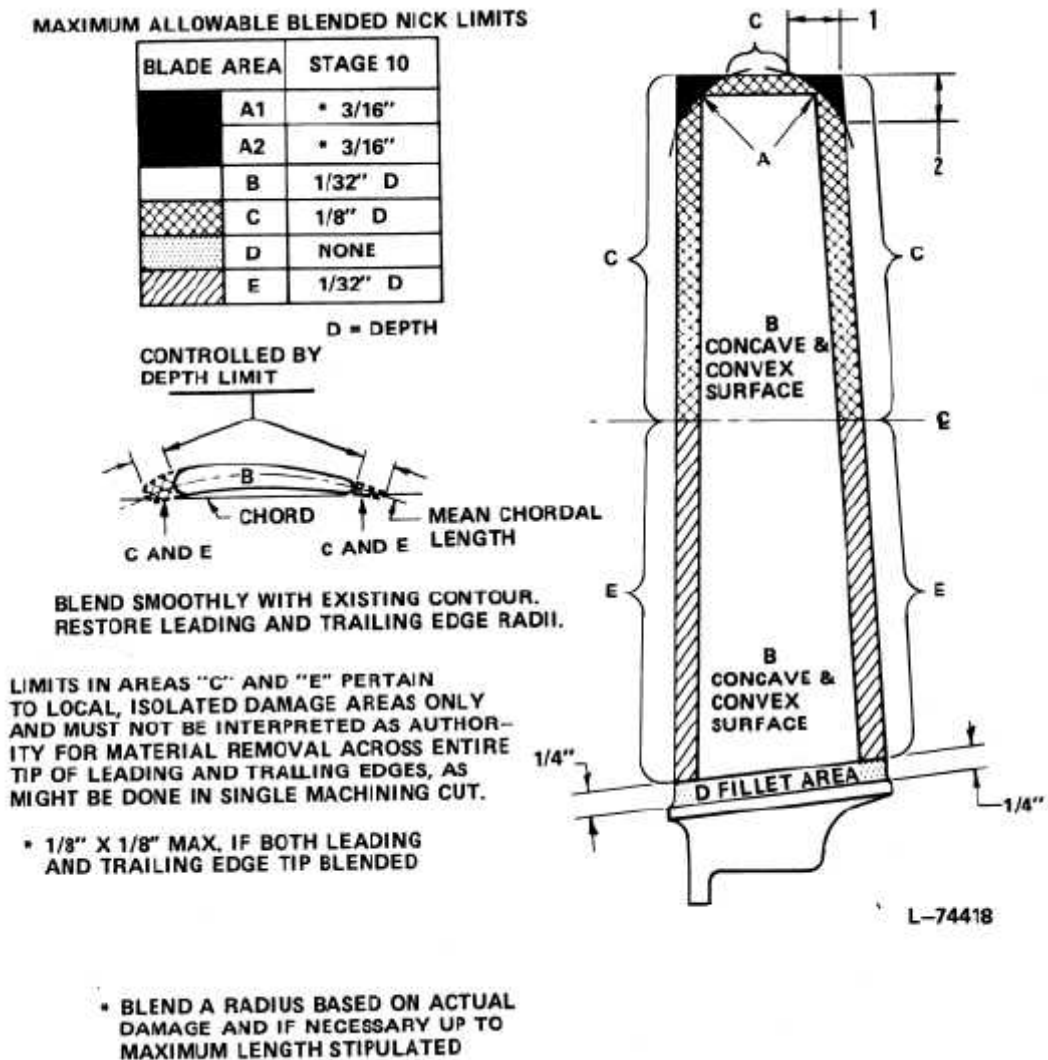
a) Conditions préalables :

Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

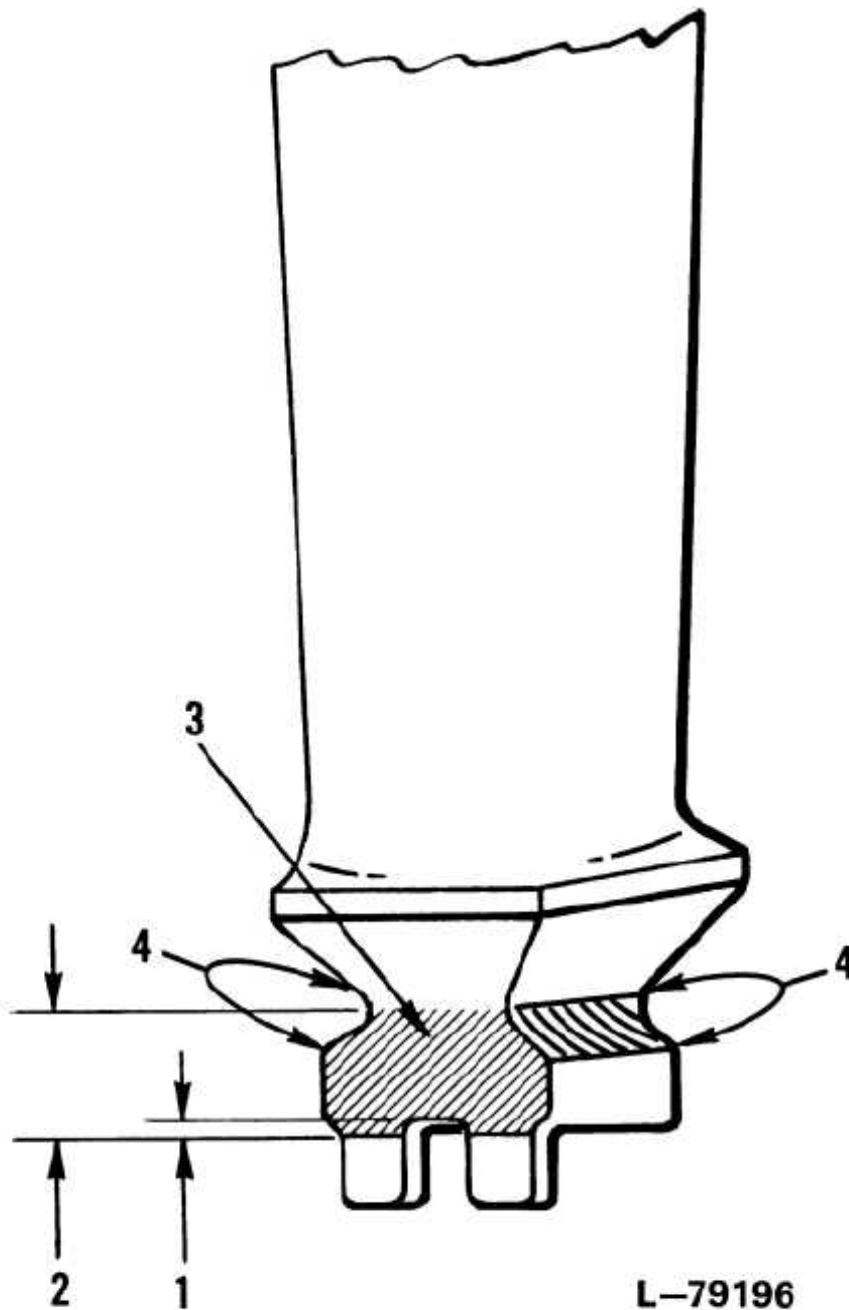
b) Procédure :

1) inspecter l'aube pour des traces de corrosion.

2) inspecter le profil d'aube et son emplanture, pour détecter des dommages "craques" et de la corrosion. (Fig III-18) et (Fig III-19)



Blades inspection limits "10th stage" (Fig III-18)



1. 0.030 - 0.040 Inch
2. 0.160 Inch
3. Locally Blend To Maximum Depth Of 0.020 Inch.
4. Local Surface Damage Up To 0.003 Inch Maximum May Be Repaired By Shotpeening. Shotpeening Must Remove Evidence Of Any Galling Up To 0.001 Inch Maximum. No Sharp Corners Are Permissible After Repair.

10th stage blade root wear limits (Fig III-19)

3) inspecter le bord d'attaque du profil d'aube pour des traces d'érosion, utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour cela.

III-1-11/ Inspection des aubes du 11^{ème} étage :

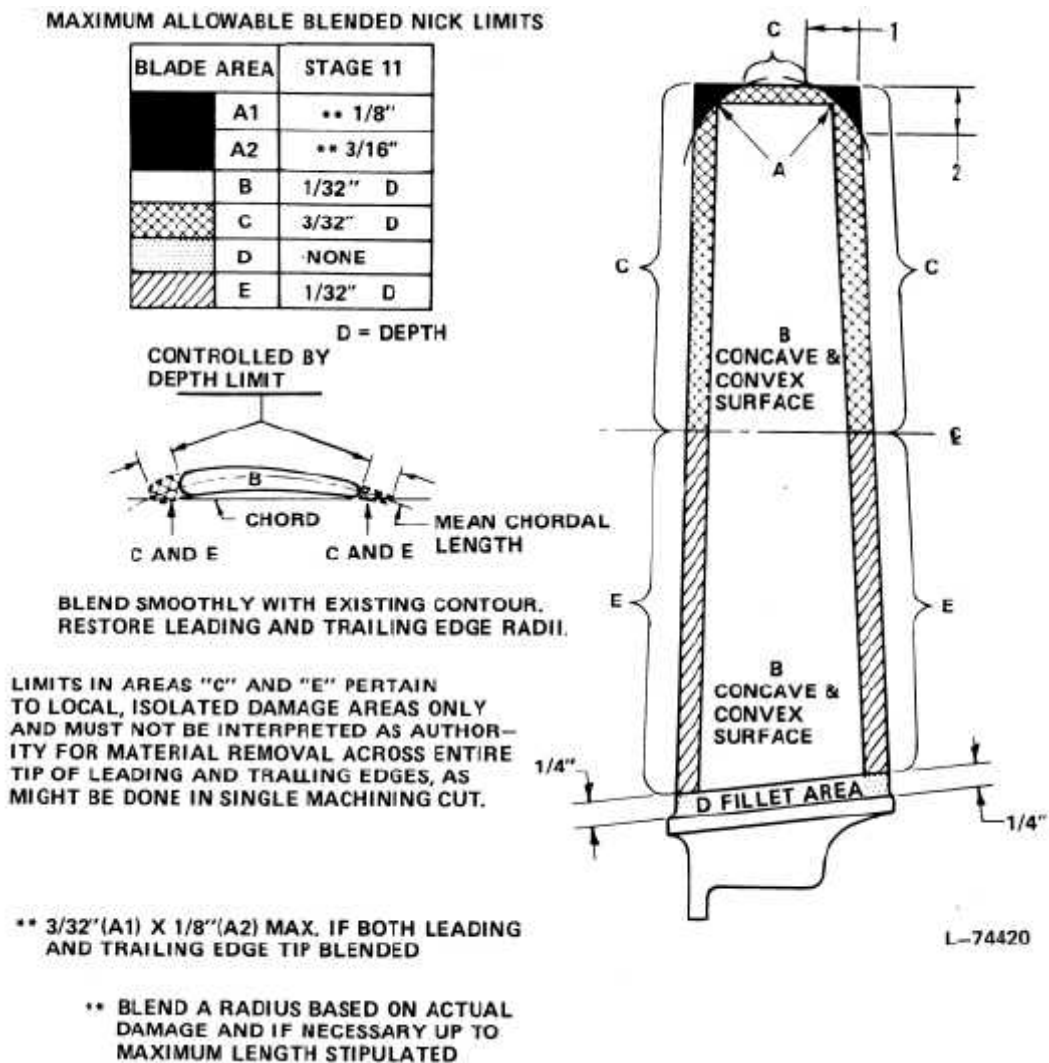
a) Conditions préalables :

Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

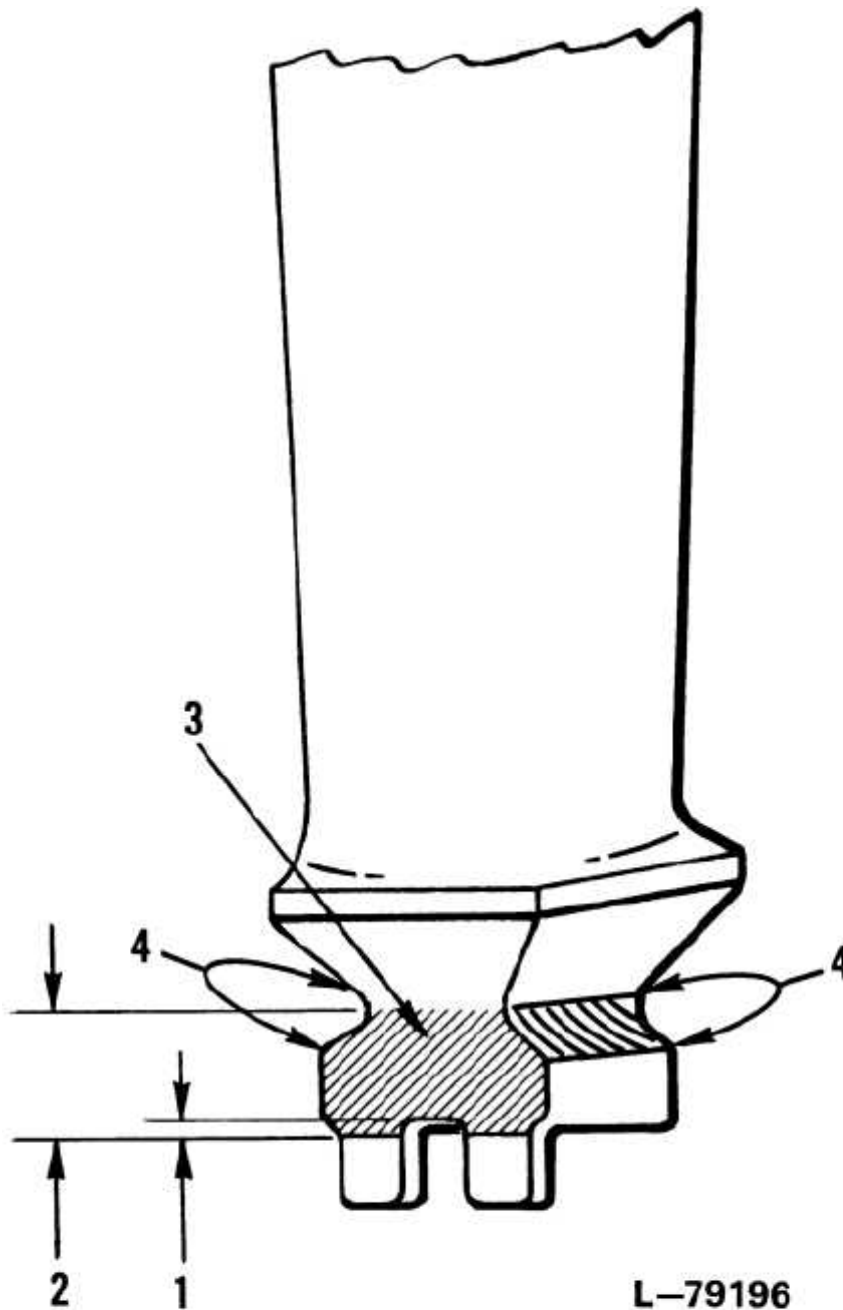
b) Procédure :

1) inspecter l'aube pour des traces de corrosion.

2) inspecter le profil d'aube et son emplanture, pour détecter des dommages "criques" et de la corrosion. (Fig III-20) et (Fig III-21)



Blades inspection limits "11th stage" (Fig III-20)



1. 0.030 - 0.040 Inch
2. 0.160 Inch
3. Locally Blend To Maximum Depth Of 0.020 Inch.
4. Local Surface Damage Up To 0.003 Inch Maximum May Be Repaired By Shotpeening. Shotpeening Must Remove Evidence Of Any Galling Up To 0.001 Inch Maximum. No Sharp Corners Are Permissible After Repair.

11th stage blade root wear limits (Fig III-21)

3) inspecter le bord d'attaque du profil d'aube pour des traces d'érosion, utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour cela.

III-1-12/ Inspection des aubes du 12^{ème} étage :

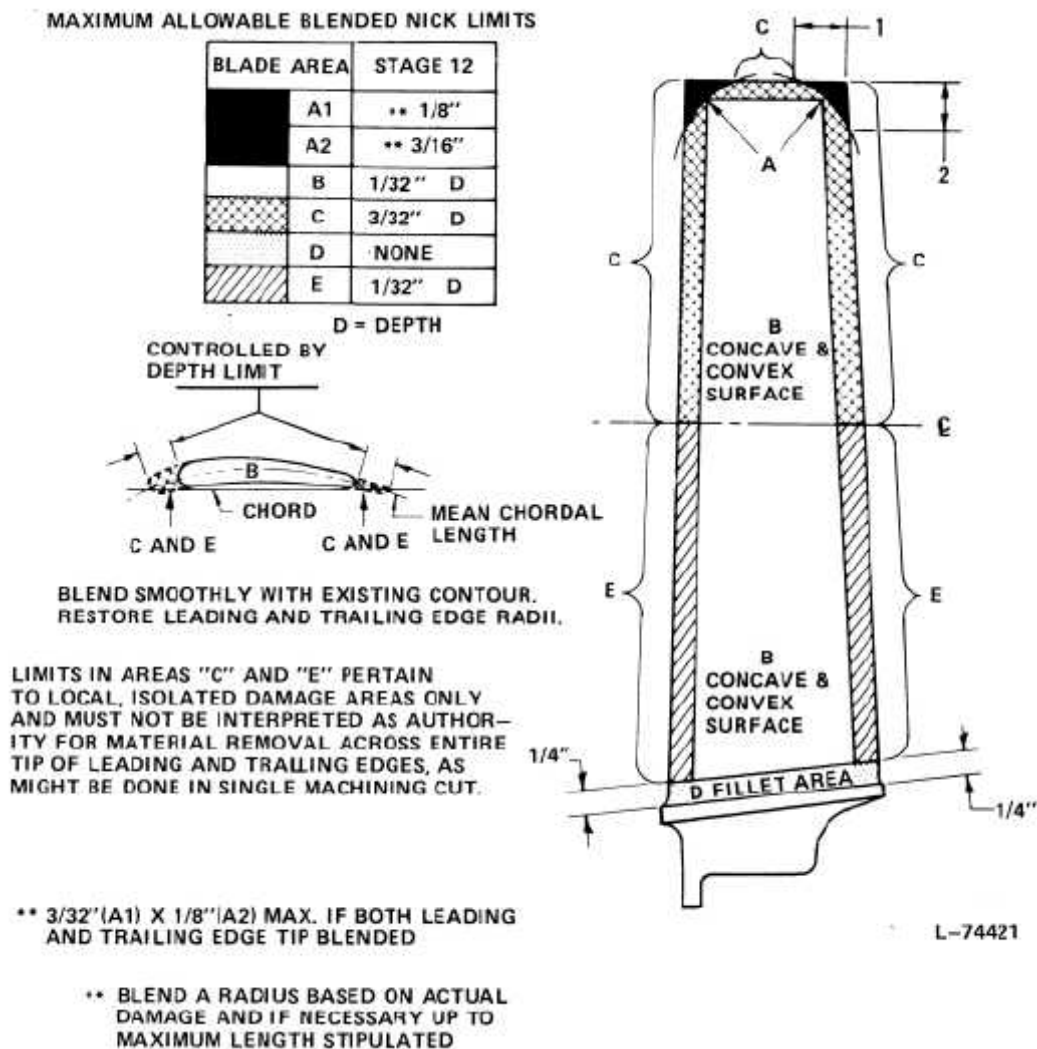
a) Conditions préalables :

Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

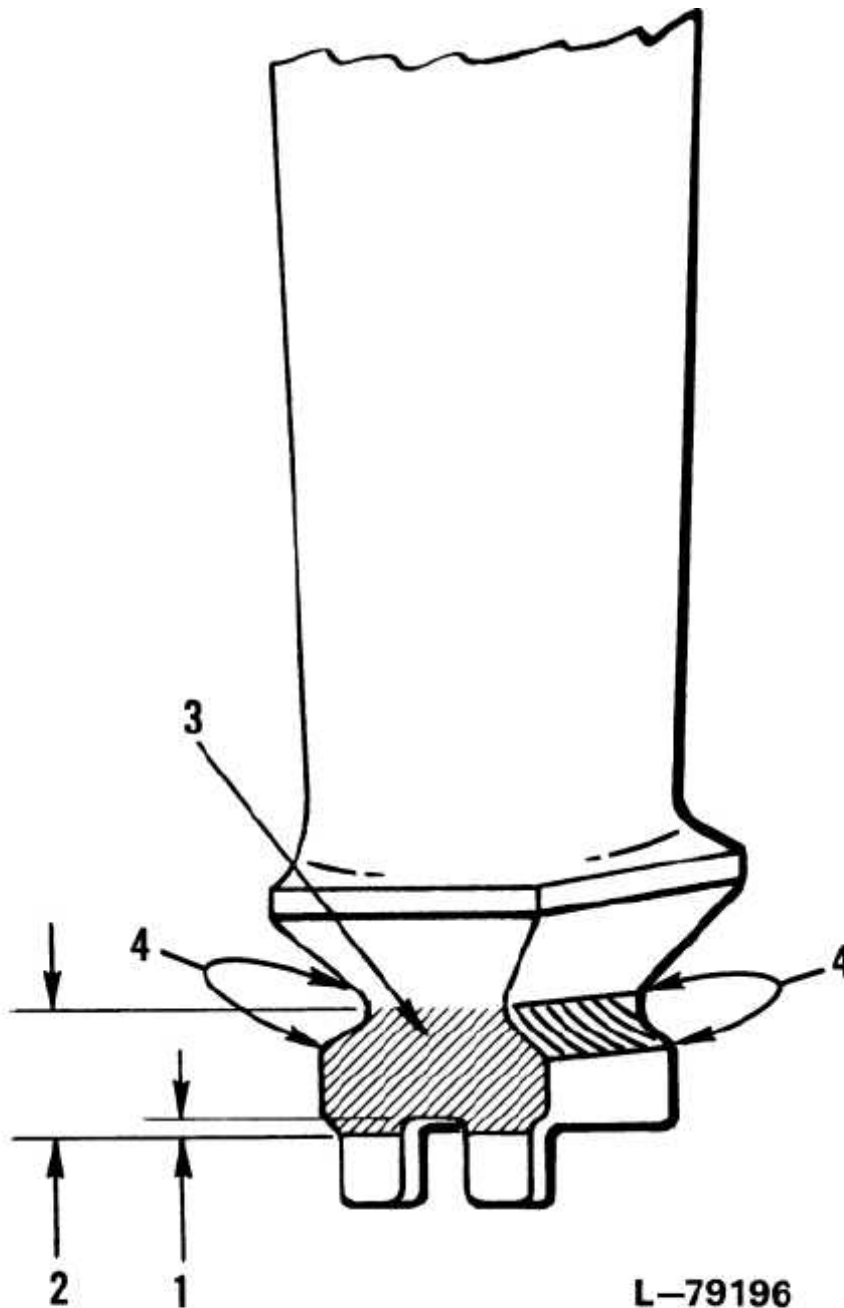
b) Procédure :

1) inspecter l'aube pour des traces de corrosion.

2) inspecter le profil d'aube et son emplanture, pour détecter des dommages "craques" et de la corrosion. (Fig III-22) et (Fig III-23)



Blades inspection limits "12th stage" (Fig III-22)



1. 0.030 - 0.040 Inch
2. 0.160 Inch
3. Locally Blend To Maximum Depth Of 0.020 Inch.
4. Local Surface Damage Up To 0.003 Inch Maximum May Be Repaired By Shotpeening. Shotpeening Must Remove Evidence Of Any Galling Up To 0.001 Inch Maximum. No Sharp Corners Are Permissible After Repair.

12th stage blade root wear limits (Fig III-23)

3) inspecter le bord d'attaque du profil d'aube pour des traces d'érosion, utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour cela.

III-1-13/ Inspection des aubes du 13^{ème} étage :

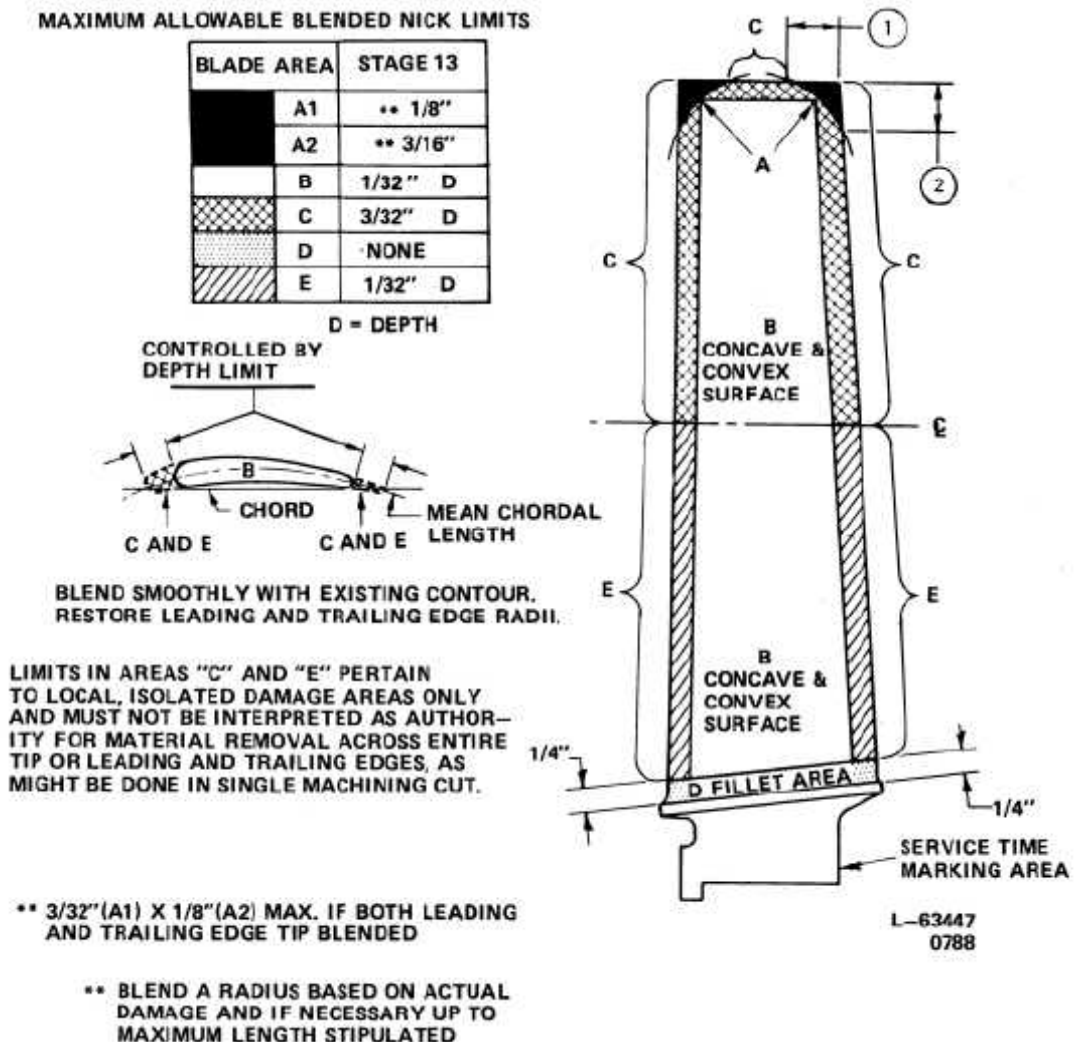
a) Conditions préalables :

Inspecter avec du pénétrant fluorescent. SPOP 84.

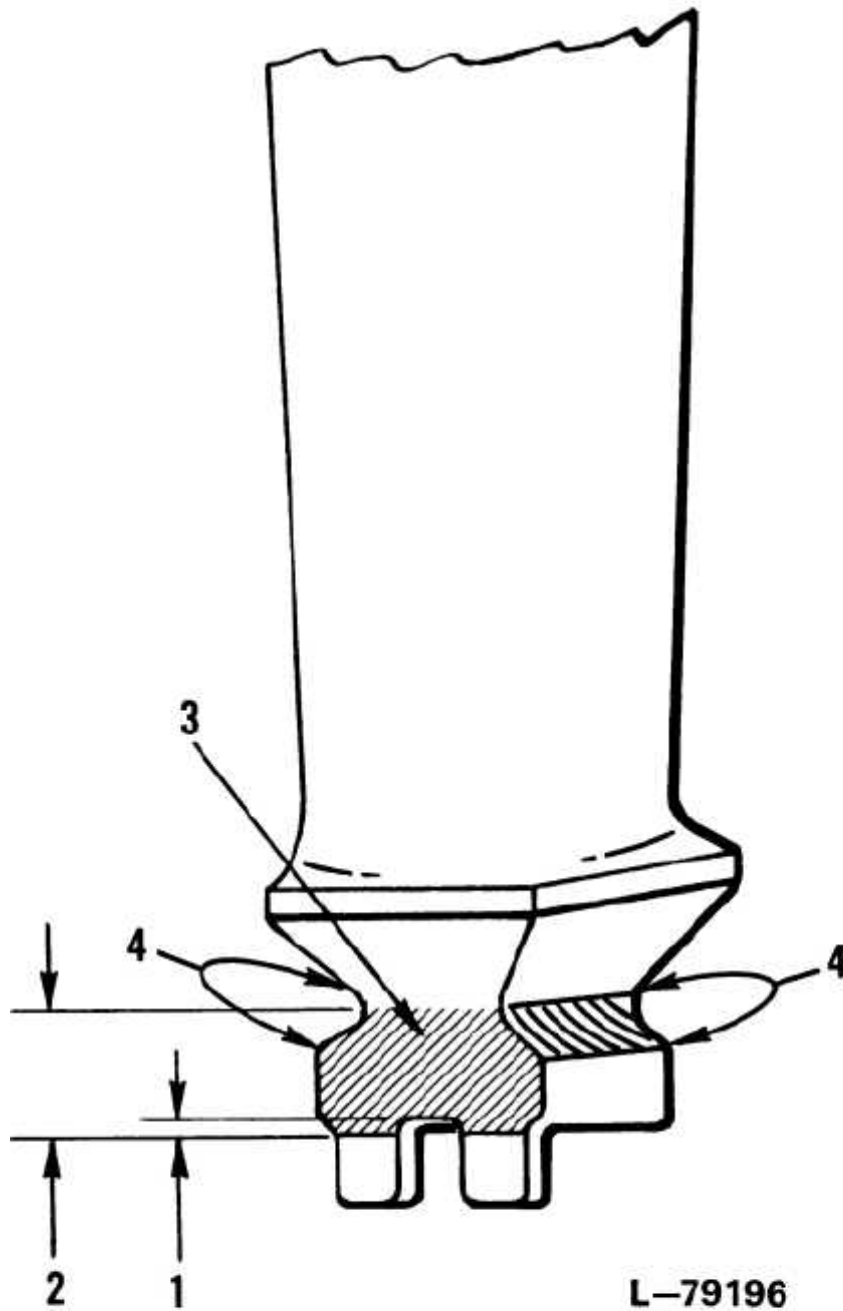
b) Procédure :

1) inspecter l'aube pour des traces de corrosion.

2) inspecter le profil d'aube et son emplanture, pour détecter des dommages "craques" et de la corrosion. (Fig III-24) et (Fig III-25)



Blades inspection limits "13th stage" (Fig III-24)



1. 0.030 - 0.040 Inch
2. 0.160 Inch
3. Locally Blend To Maximum Depth Of 0.020 Inch.
4. Local Surface Damage Up To 0.003 Inch Maximum May Be Repaired By Shotpeening. Shotpeening Must Remove Evidence Of Any Galling Up To 0.001 Inch Maximum. No Sharp Corners Are Permissible After Repair.

13th stage blade root wear limits (Fig III-25)

3) inspecter le bord d'attaque du profil d'aube pour des traces d'érosion, utiliser une loupe de (7X) à (10X) pour cela.

III-2/ Assemblage du module HPC :**a) Outillage nécessaire :**

pompe (PWA 3755)
gabarit de concentricité (PWA 6320)
élingue (PWA 6580)
chariot de manutention (PWA 7064)
(04) barres d'alignement (PWA 9503)
positionneur (PWA 9555)
dérive (PWA 9682)
extracteur (PWA 12049)
coussinet (PWA 12087)
extracteur (PWA 12098)
clé à molette (PWA 12197)
indicateur (PWA 12428)
tige (PWA 12429)
pylône "pupitre" (PWA 12430)
réchauffeur (PWA 12504)
riveteuse (PWA 12534)
indicateur (PWA 12557)
boîtier (12620)
écrou d'encastrement (PWA 12632)
vérin hydraulique (PWA 12633)
plaque (PWA 12637)
gabarit d'équilibrage (PWA 12705)
dérive (PWA 12737)
(12) unités de vérin (PWA 12744)
distributeur (PWA 12745)
(12) clés à molette (PWA 12842)
anneau (PWA 12979)
roulement d'équilibrage (PWA 21350-20)
roulement d'équilibrage (PWA 21350-21)

pompe (PWA 29389)
(12) clés à molette (PWA 32154)
gabarit d'équilibrage (PWA 32535)
réchauffeur (PWA 32562)
anneau (PWA 32564)
indicateur de concentricité (PWA 33458)
tige d'encastrement (PWA 33723)
coussinet (PWA 33769)
standard de construction (PWA 33926)
anneau de levage (PWA 45473)
anneau de levage (PWA 45474)
extracteur (PWA 45524)
roulement (PWA 45525)
réchauffeur (PWA 45527)
écrou (PWA 45528)
anneau de levage (PWA 47024)
crochet de sécurité (PWA 75135)
(02) adaptateurs (PWA 76154)

III-2-1/ [Procédure d'assemblage](#) : « éléments chauds superposés »

1) préparant le rotor et le stator à la verticale, et installant le moyeu arrière.

2) assemblage du disque du 13^{ème} étage.

a) en utilisant le réchauffeur (PWA 32562), chauffer l'ensemble du disque du 13^{ème} étage et installer le avec les joints du prisme de suspension vers le bas.

3) pendant que le disque est toujours chaud, installer l'entretoise du 12^{ème} au 13^{ème} étage.

- 4) installer le stator du 12^{ème} étage.
- 5) installer le disque et l'ensemble des aubes du 12^{ème} étage.
 - a) en utilisant le réchauffeur (PWA 32562), chauffer l'ensemble du disque du 12^{ème} étage et installer le avec les trous du tirant alignés vers l'entretoise du 12^{ème} au 13^{ème} étage.
- 6) pendant que le disque est toujours chaud, installer l'entretoise du 11^{ème} au 12^{ème} étage.
- 7) installer le stator du 11^{ème} étage.
- 8) installer le disque et l'ensemble des aubes du 11^{ème} étage.
 - a) en utilisant le réchauffeur (PWA 32562), chauffer l'ensemble du disque du 11^{ème} étage et installer le avec les trous du tirant alignés vers l'entretoise du 11^{ème} au 12^{ème} étage.
- 9) pendant que le disque est toujours chaud, installer l'entretoise du 10^{ème} au 11^{ème} étage.
- 10) installer le stator du 10^{ème} étage.
- 11) installer le disque et l'ensemble des aubes du 10^{ème} étage.
 - a) en utilisant le réchauffeur (PWA 32562), chauffer l'ensemble du disque du 10^{ème} étage et installer le avec les trous du tirant alignés vers l'entretoise du 10^{ème} au 11^{ème} étage.
- 12) pendant que le disque est toujours chaud, installer l'entretoise du 9^{ème} au 10^{ème} étage.

13) installer les trois bandes de verrouillage du stator.

14) placer le stator du 9^{ème} étage.

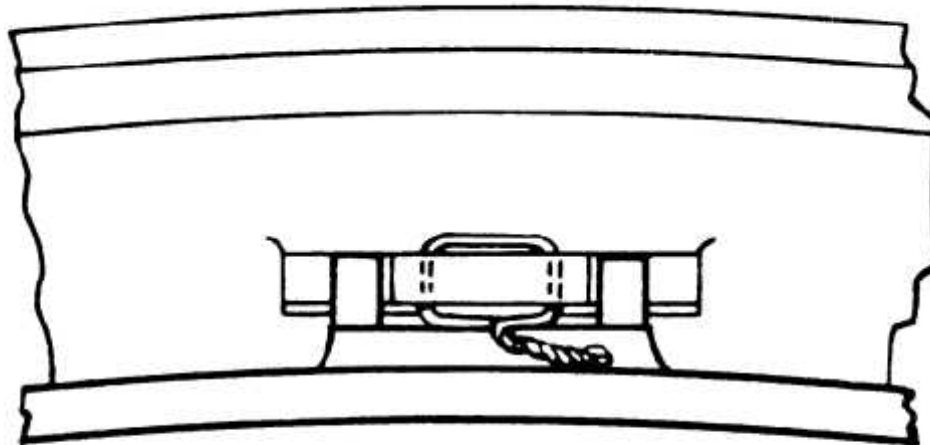
15) installer le disque et l'ensemble des aubes du 9^{ème} étage.

a) en utilisant le réchauffeur (PWA 32562), chauffer l'ensemble du disque du 9^{ème} étage et installer le avec les trous du tirant alignés vers l'entretoise du 9^{ème} au 10^{ème} étage.

16) pendant que le disque est toujours chaud, installer l'entretoise du 8^{ème} au 9^{ème} étage.

17) installer le stator du 8^{ème} étage.

a) fixer le stator du 8^{ème} étage au stator du 9^{ème} étage en utilisant un fil de freinage. (Fig III-26)



L-17906

Lockwire 8th and 9th stage stators (Fig III-26)

18) en utilisant le réchauffeur (PWA 32562), chauffer l'ensemble du « disque / moyeu » du 8^{ème} étage.

19) installer le moyeu et les aubes du 8^{ème} étage.

20) pendant que le « disque / moyeu » est toujours chaud, installer l'entretoise du 7^{ème} au 8^{ème} étage.

21) installer le stator du 7^{ème} étage.

a) fixer le stator du 7^{ème} étage au stator du 8^{ème} étage en utilisant un fil de freinage sur (04) endroits.

22) installer le disque et l'ensemble des aubes du 7^{ème} étage.

23) installer le joint d'air du 7^{ème} étage.

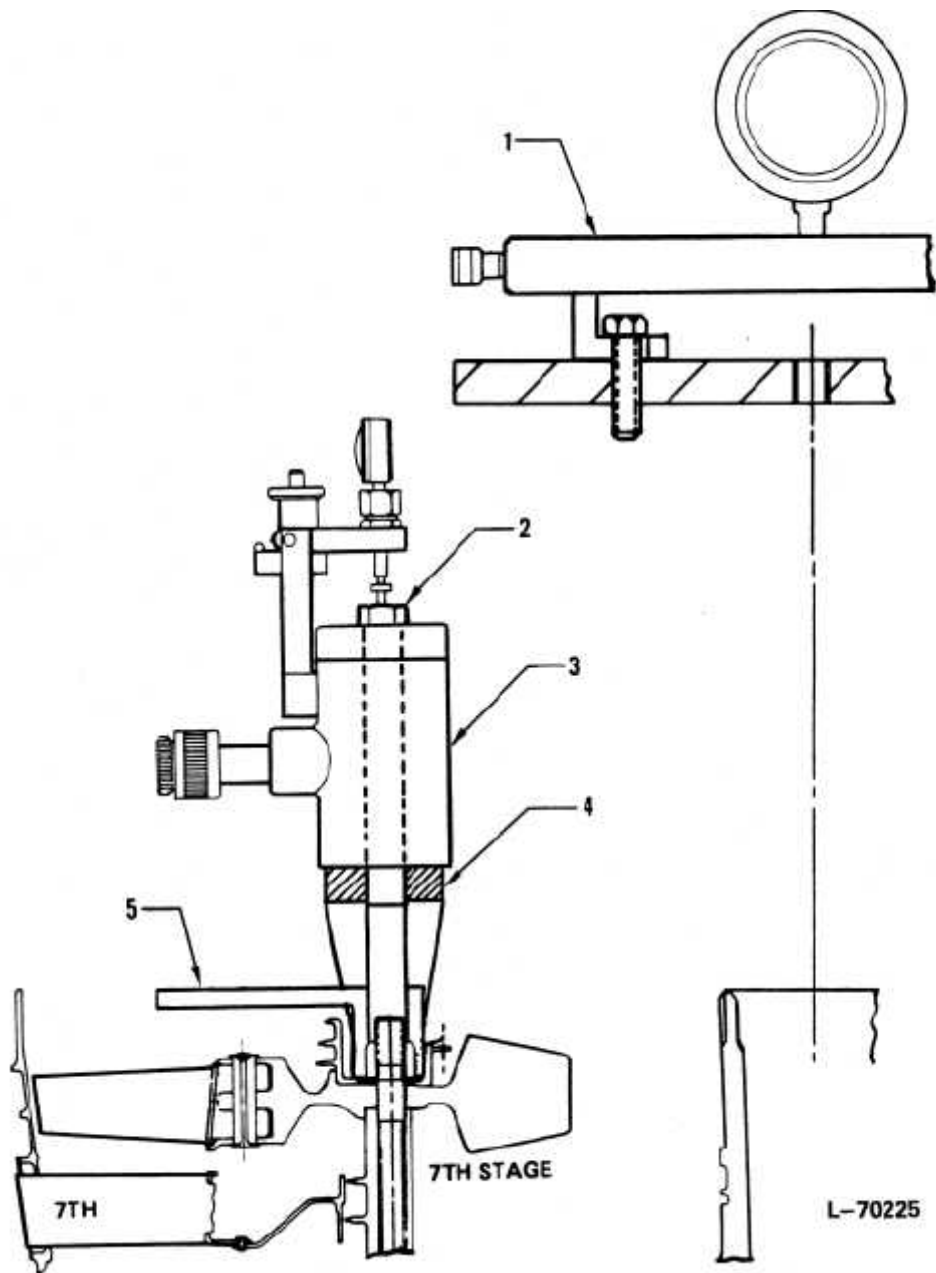
III-2-2/ Installation des tirants :

1) en utilisant une torche depuis le dessous du compresseur, diriger la lumière vers n'importe quel trou de tirant, et vérifier si le trou est bien aligné et bien clair.

2) installer les tirants à travers le rotor, lubrifier le plan de joint des écrous du tirant et les rondelles avec l'huile du moteur, puis installer les sur les tirants.

3) étirer les tirants hydrauliquement en utilisant (12) unités de vérin hydraulique (PWA 12744), (12) clés à molette (PWA 12842) et le distributeur (PWA 12745).

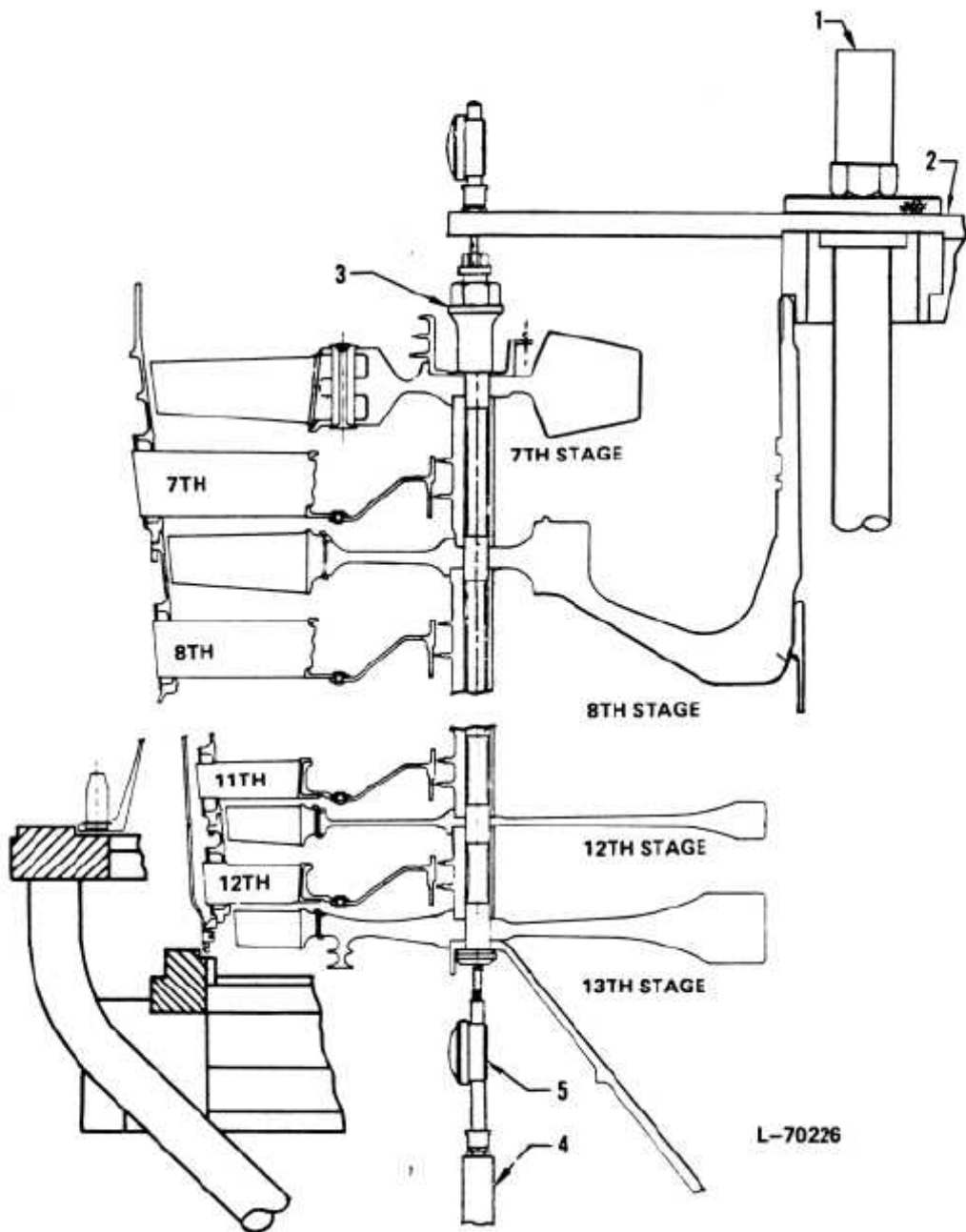
Connecter la pompe (PWA 29389) au distributeur. (Fig III-27)



1. PWA 12745 Distributor
2. PWA 12843 Thimble And Rod
3. PWA 12744 Ram
4. PWA 12841 Adapter
5. PWA 12842 Wrench

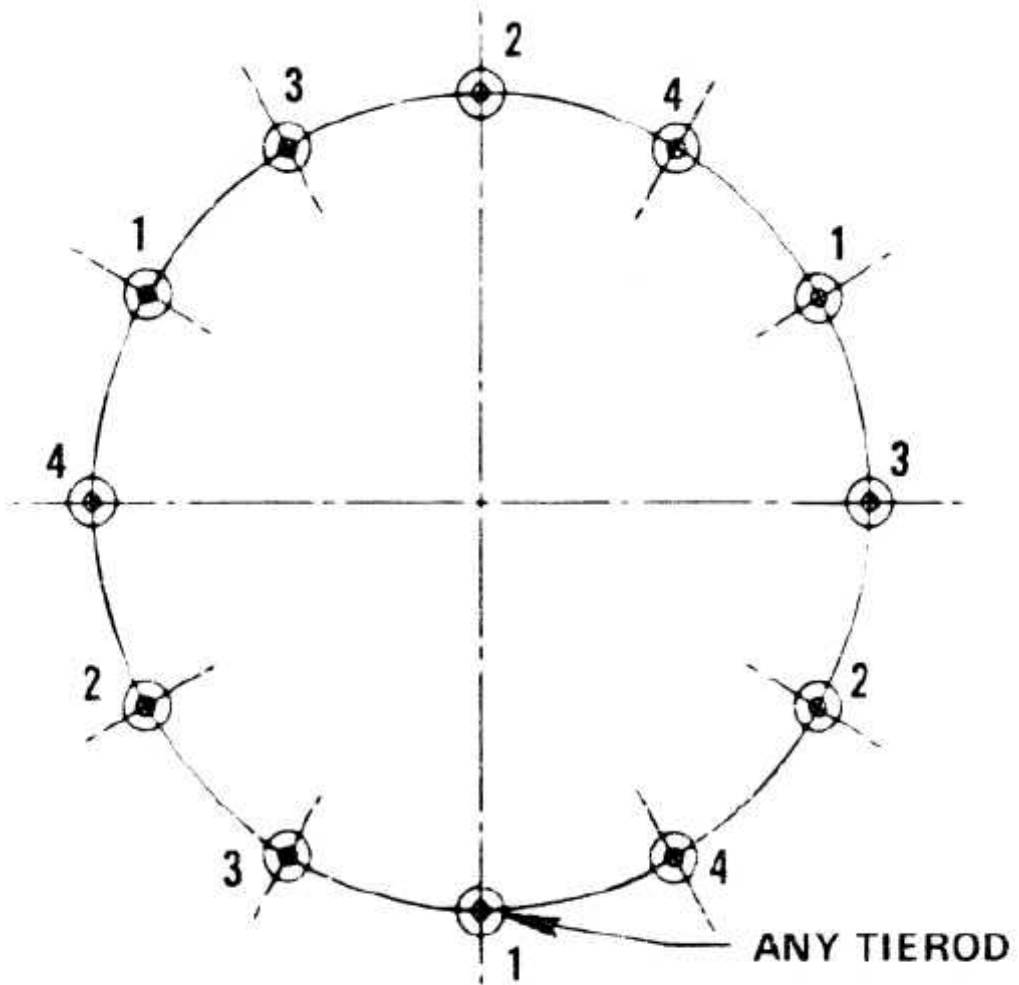
Tierod stretching "hydraulic" (Fig III-27)

4) Si l'équipement de l'allongement hydraulique n'est pas disponible, étirer les tirants manuellement. (Fig III-28) et (Fig III-29)



- 1. PWA 12429 Rod
- 2. PWA 12428 Gage
- 3. PWA 32154 Wrench
- 4. PWA 12557 Gage
- 5. Indicator Detail Of Gage

Tierod stretching "manual" (Fig III-28)

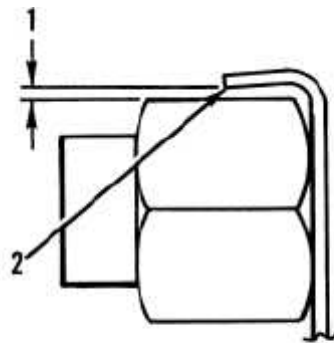


**SCHEMATIC VIEW OF
COMPRESSOR TIERODS
FRONT VIEW**

L-63613

Tierod schematic (Fig III-29)

5) caler toutes les rondelles aux écrous des tirants. (Fig III-30)



TYPICAL VIEW
OF
KEYWASHER INSTALLATION

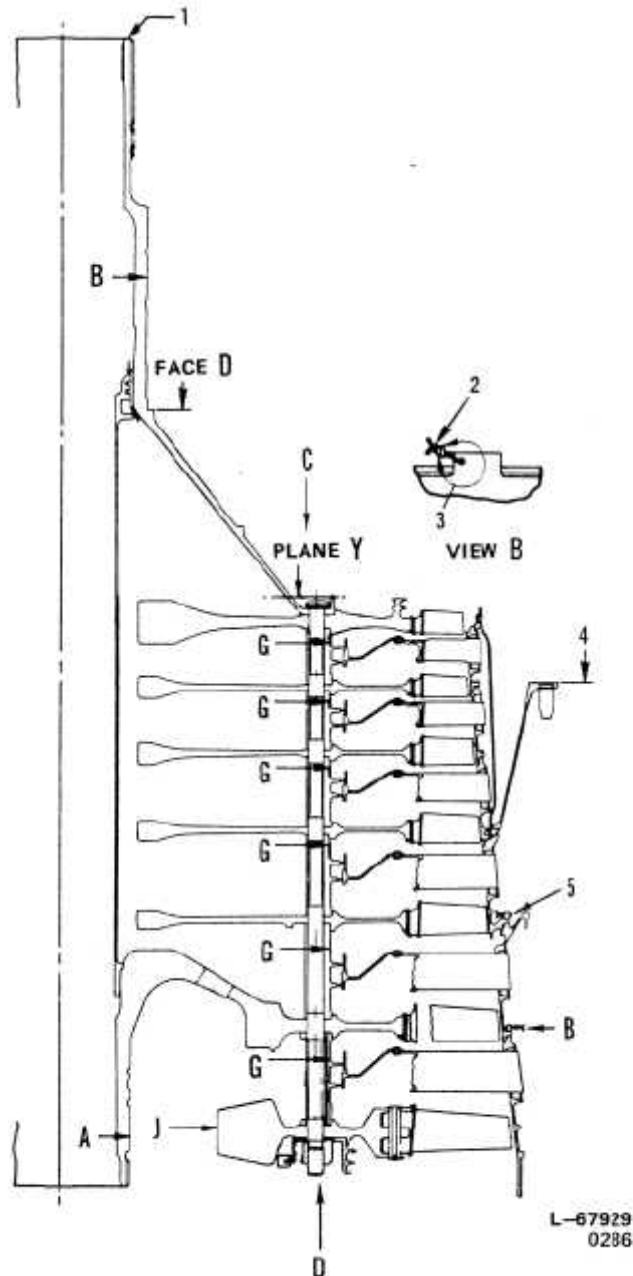
L-49425
6-76

1. 0.020 Inch Maximum
2. Index 1 Dimension At This Corner Only

Tierod nut keywasher bending (Fig III-30)

III-2-3/ Equilibrage :

1) inspecter le disque et l'ensemble des aubes du 7^{ème} étage pour la concentricité. (Fig III-31)



1. Squareness Runout Of This Surface Must Not Exceed 0.0005 Inch FIR When Assembly Is Mounted On Journals As A and B.
2. Lockwire As Shown (Four Places).
3. Apply PWA 36003 (RTV-159) Sealant, As Required (Four Places).
4. 7.700 Inches To Face D (Reference)
5. Lockwire

Rear compressor balance, squareness and concentricity (Fig III-31)

NOTE: As the stack is built, check the following:

NOTE: Diameter G (6 places) on spacers, must be concentric with Diameter B within 0.0025 inch FIR. Front faces of spacers which mate with disks (6 places) must be square with Diameter B within 0.0025 inch.

NOTE: After stack is built and tierods loaded, check the following:

NOTE: With a load of 3600 - 3700 lbs. applied to tierods in direction of airflow (front to rear), Diameters A and J must be concentric with Diameter B within 0.0025 inch FIR.

NOTE: Requirements may also be achieved by computer indexing method, except individual disk and spacer runout readings at assembly not required.

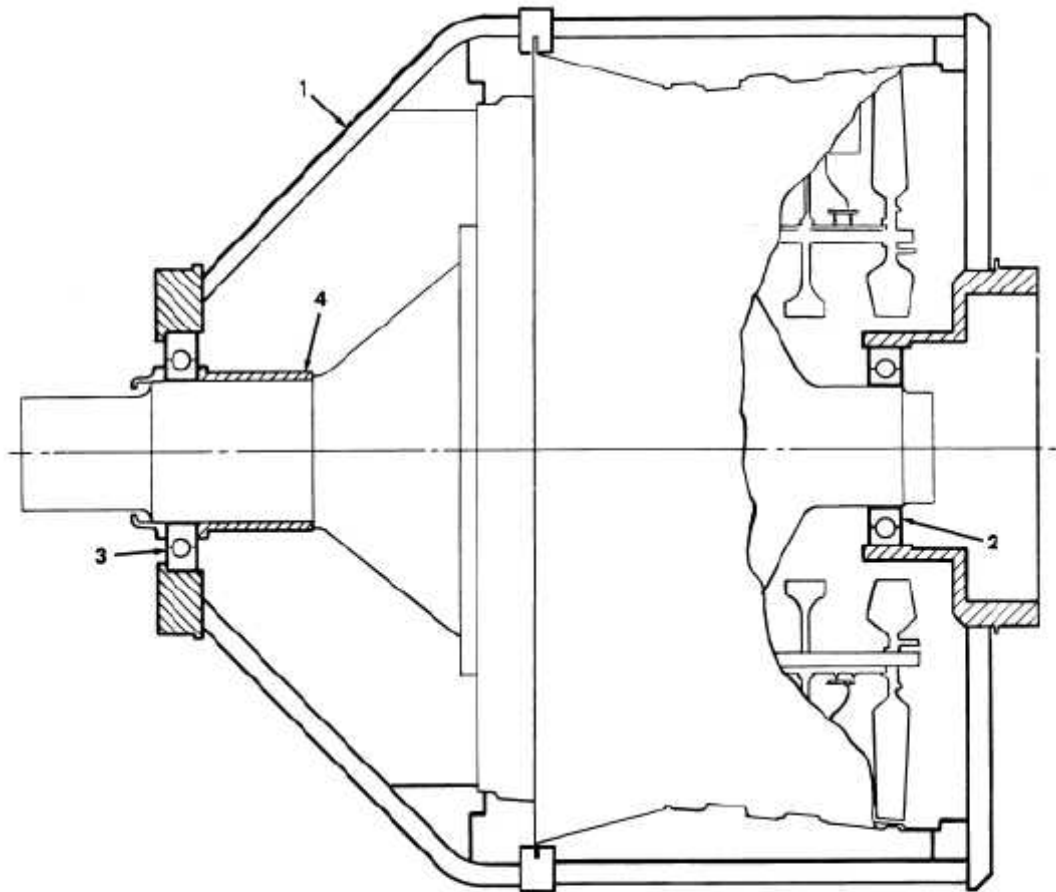
Suite de (Fig III-31)

2) installer le roulement d'équilibrage avant (PWA 21350-20), et la moitié d'avant du gabarit d'équilibrage (PWA 32535) ou bien (PWA 12705). (Fig III-32)

3) après faire tourner l'ensemble du rotor à une vitesse minimale de 900 rpm, mesurer le déséquilibre dynamique (initial) du rotor. Il ne doit pas dépasser 3.000 oz-in.

4) le déséquilibre dynamique résiduel mesuré ne doit pas dépasser 0.100 oz-in. Corriger en ajoutant des contrepoids.

5) enlever les roulements d'équilibrage.



L.14797

1. PWA 32535 Fixture
2. PWA 21350-20 Balance Bearing
3. PWA 21350-21 Balance Bearing
4. PWA 12087 Spacer

Balance fixtures (Fig III-32)

CONCLUSION

A l'issue de mon stage pratique effectué au sein de la direction technique d'air algerie, j'ai pu enrichir mes connaissances sur la maintenance des moteurs en générale, plus précisément l'entretien modulaire des moteurs.

J'ai eu la chance d'assister à quelques déposes du JT8D-15, ce qui m'a permis d'élargir ma vision sur ce moteur qui est classique mais qui reste un grand consommateur de carburant vu son taux de dilution faible.

Enfin, concernant le HPC de ce moteur, il faut dire que son entretien est faisable au niveau du H400, et que le coût d'entretien demeure abordable pour la compagnie au moment où il permet la prévention contre les criques et l'usure des pièces , et qu'il permet de restaurer les performances du moteur.

BIBLIOGRAPHIE

- JT8D heavy maintenace / propulsion system
- Magazine « Aviation week »
- JT8D-STD series engine Maintenance Planning Guide
- JT8D Eagle disc : Engine manual, Maintenance manual
- www.pw.utc.com