

09/02

008/2002

EXA

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère De L'enseignement Supérieur Et La Recherche Scientifique

UNIVERSITE DE BLIDA  
Institut D'aéronautique



# MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETUDE UNIVERSITAIRE  
APPLIQUEE EN AERONAUTIQUE  
OPTION : STRUCTURE



Suivi Par :

M<sup>r</sup> : KBAB HAKIM

M<sup>r</sup> : BOUTELDJA MUSTAPHA

Fait Par :

LIMANI M<sup>ed</sup> CHERIF

&  
MEKAOUI MOULOUD

Promotion : 2001/ 2002

# REMERCIEMENTS

On tient à présenter nos chaleureux  
Remerciements en guise de reconnaissance pour  
le bien fait afin d'élaborer ce petit ouvrage à :

Nos promoteurs : Mr. KBAB hakim

Mr. BOUTELDJA mustapha

Monsieur OULMI arezki.

Tout le personnel d'air Algérie, et surtout celui  
de l'atelier d'atterrisseurs.

Le sous-directeur technique d'air Algérie monsieur  
Bouchouchi.

Monsieur DJEMAH brahim.

Le sous-directeur de formation d'air Algérie

Mr. HADJ KALI sid ali.

A tous les enseignants de l'institut d'aéronautique  
de BLIDA

Monsieur ALIOUANE mouloud.

Monsieur ZABOT amar.

Monsieur MAMERI akli.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin  
A la réalisation de ce petit travail.



# DEDICACES

Je dédie ce présent travail à mes chers Parents qui par leur énorme sacrifices et Soutien m'ont offert toutes les conditions Favorables dont j'avais besoin tout au long de mon cursus, et qui, par leur présence à mes côtés m'ont rendu la vie heureuse.

A mes très chers frères et sœurs, et Leurs petites familles : SLIMANE - RABAH - ACHOUR - MOUHAMED - ABDENOUR - MISSA - ZAAZI - DJAMILA - SOFIANE - JUGURTA.

A mes oncles paternels et maternels ainsi que leurs familles et à toutes La famille « MEKAOUI »

A mes amis (es) de l'enfance à L'université de BLIDA avec lesquels j'ai Toujours partagé les meilleurs moments.

A toute personne que par mégarde J'aurais pu oublier, je leurs dédie ce Modeste travail.



M. MOULOUD

# DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à celle qui s'inquiétait toujours pour moi, et celui qui est mon fondateur par son exemple d'éducation, mes chères parents qui sont toujours présent à mes coté en toutes Circonstances.

A mes chères adorables frères et sœurs, Abd-el-kader, Ahcen, Saloua, Fatiha, Toufik et Malik.

A Malika que j'aime beaucoup.

A toute la famille LIMANI et mes oncles maternels.

A mes amis, qui connaissent le sens de l'amitié et tous les athlètes du club APT d'athlétisme avec qui je forme ma deuxième famille, et surtout djafour abd enour.

A l'ensemble de mes enseignants du primaire a l'université.

L. MOH CHERIF

# SOMMAIRE

## Chapitre I : généralités

|  |    |
|--|----|
| I.1 Historique .....                         | 01 |
| I.2 Objectif .....                           | 02 |
| I.3 Introduction .....                       | 03 |
| 3.1 Aérofrein .....                          | 03 |
| 3.2 Inverseurs de poussée .....              | 03 |
| 3.3 Parachute .....                          | 04 |
| 3.4 Frein de roue .....                      | 04 |
| I.4 Type de freinage .....                   | 04 |
| 4.1 Freinage de parking .....                | 04 |
| 4.2 Freinage de point fin normalisé .....    | 04 |
| 4.3 Freinage de taxi age .....               | 04 |
| 4.4 Freinage de service .....                | 05 |
| 4.5 Freinage normal d'atterrissage .....     | 05 |
| 4.6 Freinage de surcharge .....              | 05 |
| 4.7 Freinage barrière d'arrêt .....          | 05 |
| 4.8 Freinage brins d'arrêt .....             | 05 |
| I.5 Bloc frein et train d'atterrissage ..... | 05 |

## Chapitre II :Description et maintenance de bloc de frein B737-200

|   |    |
|---|----|
| II.1 Description .....                          | 07 |
| 1.1 Composantes principales de frein .....      | 07 |
| 1.2 Propriété du frein .....                    | 14 |
| 1.3 Fiche technique du frein .....              | 17 |
| 1.4 Illustration des pièces .....               | 20 |
| II.2 Alimentation hydraulique .....             | 21 |
| 2.1 Alimentation de frein .....                 | 21 |
| 2.2 Composition de circuit hydraulique .....    | 21 |
| 2.3 Fonctionnement de circuit hydraulique ..... | 21 |
| II.3 Fonctionnement de frein .....              | 24 |
| II.4 Maintenance de frein .....                 | 24 |
| 4.1 Type de maintenance .....                   | 25 |
| 1.a Maintenance curative .....                  | 25 |
| 1.b Maintenance préventive .....                | 25 |
| 4.2 Entretien de frein B737-200 .....           | 25 |
| 2.1 Démontage .....                             | 27 |
| 2.2 Nettoyage .....                             | 27 |
| 2.3 Inspection .....                            | 30 |
| 2.4 Réparation et peinture .....                | 36 |
| 2.5 Montage .....                               | 40 |
| 2.6 Test de fonctionnement .....                | 47 |

## Chapitre III : Description et maintenance de bloc de frein B767-300

|   |    |
|---|----|
| III.1 Description .....                         | 51 |
| 1.1 Eléments essentiels .....                   | 51 |
| 1.2 Elaboration du composite carbone/carbone .. | 57 |
| 1.3 Propriété de frein .....                    | 57 |
| 1.4 Fiche technique de frein.....               | 58 |
| 1.5 Illustration des pièces .....               | 61 |
| III.2 Fonctionnement .....                      | 62 |
| III.3 Entretien de frein .....                  | 62 |
| 3.1 Démontage.....                              | 63 |
| 3.2 Nettoyage .....                             | 64 |
| 3.3 Inspection .....                            | 67 |
| 3.4 Réparation .....                            | 87 |
| 3.5 Assemblage .....                            | 91 |
| 3.6 Test de fonctionnement .....                | 93 |

## Chapitre IV : Conclusion

|                          |    |
|--------------------------|----|
| IV.1 Comparaison .....   | 95 |
| 1.1 Ressemblances .....  | 95 |
| 1.2 Différences .....    | 95 |
| IV.2 Conclusion .....    | 97 |
| IV.3 Bibliographie ..... | 98 |

# *CHAPITRE I*

# *GENERALITES*

## I.1. HISTORIQUE :

Les freins à disques ont été connus par le grand public en mars 1953, ils étaient utilisés par JAGUAR.

Au début de l'automobile le frein à tambour a été utilisé, il permet de limiter l'effort de commande, mais la capacité d'échange thermique de ce frein est faible par rapport à celle du frein à disques, ce qui implique l'introduction de ce dernier avec l'augmentation de la vitesse des véhicules.

Pour les avions, l'utilisation de frein à disques est apparue durant la seconde guerre mondiale. Avec des vitesses et des appareils de plus en plus grandes, le frein à tambour arrive au-delà de ses possibilités. Alors il y a eu une extension vers le frein multidisque, ce modèle permet d'augmenter les surfaces d'échange. Ils sont utilisés pour le freinage des avions grands porteurs.

Actuellement, les freins à disques permettent d'absorber une forte énergie avec une masse raisonnable et des matériaux (acier, carbone ...) permettant des températures en fin de freinage de plus en plus élevée.

Dès 1968, MESSIER entreprend les premières études de frein avec des disques en carbone pour équiper les avions civils et militaires. Les homologations, essais et certifications des freins carbone se succèdent à partir de 1971.

DASSULT aviation choisit officiellement le frein carbone MESSIER BUGATTI pour le MIRAGE F1 en 1971, le MIRAGE 2000 en 1979, le FALCON 900 en 1991, le FALCON 2000 en 1993 et le RAFALE en 1994.

AIRBUS INDUSTRIE introduit le premier frein carbone MESSIER BUGATTI sur A310-300 et A300-600 dès 1985. Une société est née, carbone industrie, devenue une division de MESSIER BUGATTI. Cette nouvelle société est le leader fabricant mondial des disques carbone-carbone pour le freinage avion.

Depuis A-CARB une filiale MESSIER aux Etats-Unis, fabrique des disques carbone pour frein d'airbus et Boeing. Là aussi apparaît le frein carbone de BENDIX pour les avions BOEING (B 747, B 767 ).

En 1995, MESSIER crée DOWTY-AEROSPACE, qui est aujourd'hui le leader mondial dans les trains d'atterrissages. En 1996 il commercialise un frein carbone révolutionnaire, le SEPCAB 3, il permet une réduction significative des coûts de maintenance, tout en améliorant les performances techniques.

Les succès d'hier, comme ceux d'aujourd'hui, nécessitent une préparation minutieuse et intense où s'exprime le savoir-faire, professionnalisme et amour de métier.

## **I.2. OBJECTIF :**

Notre objectif est de mettre sous la lumière les différences entre un bloc de frein ancien génération, monté sur B737.200 et un de la nouvelle génération montée sur B767.300 en termes de constitution, fonctionnement et maintenance et pour cela on étudie les points suivants :

- Description de bloc frein B737.200,
- Fonctionnement ;
- Les différentes pannes ;
- La maintenance de frein B737.200,
- La Description du bloc frein B767.300,
- Fonctionnement ;
- Les différentes pannes ;
- La maintenance ;
- Comparaison entre les deux blocs B737 et B767.

Dans la description, on va donner une image bien détaillée des freins avec des figures et des schémas des éléments avec leur nom. La maintenance décrite de ces deux freins dans cette thèse, est conforme au manuel de révision.

A la fin de ce travail on va faire une comparaison des deux freins en terme de constitution, maintenance et fonctionnement.

### **I.3. INTRODUCTION :**

Les freins de roue qui sont les moyens principaux de ralentissement, sont différents de ceux que l'on peut trouver sur d'autres véhicules par leur capacité énergétique (jusqu'à 140 mj par roue), leur vitesse initiale de freinage (360 km /h et leur puissance instantanée maximale développée (plus de 10000 kW).

La masse doit être bien sûr la plus réduite possible, les matériaux utilisés très performants comme le composite carbone/carbone par exemple, et les températures de fin de freinage très élevées, de 1000°C et plus.

Mais ils ne peuvent bien fonctionner que s'ils sont associés aux moyens de ralentissement suivant :

#### **I.3.1. AEROFREIN :**

Les aérofreins sont constitués de panneaux qui sont actionnés par des vérins hydrauliques, viennent se positionner avec une très forte incidence dans l'écoulement d'air, soit sur l'extrados des ailes soit autour du fuselage. Lorsqu'ils existent, non seulement, ils sont utilisés à l'atterrissage, mais aussi en vol même à très grandes vitesses sur les avions militaires, pour faciliter les évolutions de l'avion.

Sur les avions civils récents c'est des volets placés sur le bord de fuite des ailes et qui sont actionnés vers le haut. Ils contribuent non seulement à augmenter la traînée  $C_x$  de l'avion mais surtout à dégrader la portance  $C_z$ , ce qui a pour effet de plaquer l'avion au sol et de permettre d'utiliser au mieux les freins de roue.

#### **I.3.2. INVERSEURS DE POUSSEE :**

Tous les avions du transport civil actuels ont des réacteurs équipés de reverses (coquilles et d'effecteurs).

Les inverseurs de poussée ont pour but de créer une force de freinage qui permettra de réduire la longueur de la piste lors d'atterrissage. Ce dispositif permet de ralentir l'avion dès l'impact au sol, alors que les freins sur roue ne sont pas encore très efficaces à cause de la vitesse importante de l'avion et de son poids faible.

Les reverses sont utilisées en principe lors des atterrissages. Il convient de remarquer que l'on ne peut pas utiliser les reverses dans toutes les conditions d'atterrissage, en effectuant un atterrissage avec un moteur en panne, la mise en fonction des reverse peut créer un couple de lacet dangereux pour la tenue en piste de l'avion.

Le principe de son fonctionnement est de dévier les gaz d'éjection (par l'intermédiaire de copuilles ou de pelles manœuvrées par des vérins hydrauliques ou pneumatiques) dans une direction oblique nous obtenons ainsi une poussée négative égale, approximativement, à 50% de la poussée totale.

### **I.3.3. LE PARACHUTE :**

Après l'atterrissage, le pilote déclenche la sortie d'un parachute situé dans un container sur la partie arrière de l'avion, le parachute est décroché en dehors de la piste avant l'arrêt complet, sur commande de pilote, et il en peut être utilisé aujourd'hui du fait de sa complexité d'emploi, seul les avions militaires l'utilisent lorsque la piste d'atterrissage est courte.

### **I.3.4. FREIN DE ROUES :**

Il est le principal dispositif de dégradation d'énergie cinétique. Il est similaire à celui placé dans les véhicules terrestres. Actuellement et avec les nouvelles technologies les freins à disque permettant d'absorber une forte énergie. Ils représentent le moyen principal de ralentissement, mais pour avoir le bon rendement ils sont associés aux moyens de ralentissement décrits ci-dessus.

## **I.4. TYPES DE FREINAGE :**

Les freinages d'avion peuvent être regroupés à différentes familles selon le niveau d'énergie à absorber.

### **I.4.1. Freinage de parking :**

Ils assurent le maintien de l'avion au sol à l'arrêt, moteurs arrêtés, de plus l'ensemble des freins doit assurer le maintien de l'avion pour la pleine vitesse poussé du moteur. Le freinage de parking n'est utilisé qu'une fois le frein refroidi après l'atterrissage, ceci pour éviter le blocage des rotors et stators.

### **I.4.2. Freinage de point fin normalisé :**

A l'arrêt et à la pression de freinage d'utilisation, les ensembles des freins doivent assurer une immobilisation de l'avion pendant que les moteurs tournent à une poussée maximale.

### **I.4.3. Freinage de taxiage :**

Il correspond aux coups de frein donnés à basses vitesses, lorsque l'avion parcourt les bretelles d'accès (l'aéroport et la piste (taxi-out) ou l'inverse (taxi-in).

**I.4.4. Freinage de servis :**

Il correspond au ralentissement de l'avion après un atterrissage courant.

**I.4.5. Freinage normal d'atterrissage :**

Il est défini par les normes en vitesse initiale, niveau d'énergie et d'accélération en fonction des paramètres d'avion. Au cours de l'homologation un ensemble roue, frein et pneu doivent subir cent freinages d'atterrissage sans dégradation excessive.

**I.4.6. Freinage de surcharge :**

Il correspond au cas du décollage interrompu d'un avion lourd, sur la piste à altitude maximale prévue et à la température maximale.

**I.4.7. Barrière d'arrêt :**

C'est un filet qui se dresse à travers la piste, en cas de détresse il accueille l'avion et l'immobilise avec un minimum d'endommagement.

**I.4.8. Brins d'arrêt :**

Certaines pistes d'atterrissage sont munies d'une crosse qui au moment de l'atterrissage accroche un câble déroulant sur des tombeurs et freine l'avion, ce procédé exige une grande précision du pilote lors d'atterrissage et on le trouve sur des pistes courtes comme celle des portes avions.

**I.5. BLOC DE FREIN ET TRAIN D'ATTERRISSAGE :**

Les trains d'atterrissage constituent la partie la plus complexe d'un avion. L'atterrissage est plus aisé à l'aide d'un train tricycle car ce dernier améliore le freinage et la maniabilité de l'appareil, par ailleurs, l'avion a ainsi de risque d'atterrir sur le nez.

Le train d'atterrissage a pour rôle d'assurer la prise de contact entre l'avion et le sol lors d'atterrissage et d'absorber l'énergie cinétique due à la vitesse verticale par les amortisseurs et horizontale par le freinage.

Il est équipé aussi d'un accumulateur permettant de maintenir les freins appliqués quand l'avion est parké.

Un système AUTOBRAKE (freinage automatique) appliqué automatiquement sur les freins lors d'atterrissage, de plus il règle la pression de freinage pour faire décélérer l'avion.

Un système ANTISKID (antipatinage) empêche les roues de patiner pendant le freinage, il permet d'arrêter l'avion dans le minimum de temps, il suffit que le pilote pousse à fond sur les pédales. Ce système module électriquement la pression de freinage pour maintenir les roues à la limite du patinage.

Le circuit de ce système comprend les éléments suivant :

- Deux électrovalves double, un par train principal dans le logement TP, c'est un robinet monté entre le répartiteur et le détenteur de frein.
- Deux bobines, une pour le défreinage de la roue intérieure, l'autre pour le défreinage de la roue extérieure.
- Un solénoïde de sécurité, il ouvre le circuit de retour lorsque l'antipatinage est utilisé.
- Une boîte de contrôle antipatinage, elle contient des cartes électroniques qui contrôlent les roues, chaque circuit reçoit l'information de vitesse d'une roue et en cas de patinage ou de blocage elle commande l'électrovalve correspondante.

# **CHAPITRE II**

## **DESCRIPTION ET MAINTENANCE DE BLOC DE FREIN 737-200**

PN : 260142-3/-4/-5

## **II.1. DESCRIPTION DE FREIN B737.200 :**

Le frein du BOEING 737.200 est réalisé pour répondre essentiellement à une contrainte qui est la limite d'échauffement du frein lors des freinages d'urgence pour ne pas atteindre les températures de fusion des matériaux du frein lui-même et de son entourage.

L'ensemble frein BENDIX des trains principaux B737.200 sont type multi-disques comprenant cinq éléments mobiles appelés rotors, cinq éléments fixes, quatre stators et une plaque de poussée, il contient aussi un torque tube et un carter ou logements des pistons. (figure 1)

### **II.1.1. Composantes principales de frein :**

#### **1. Torque tube :**

Il est constitué d'une contre plaque sur laquelle est riveter des patins et un cylindre qui possède douze rainures (voir figure 2 et 3).

Il y a deux sortes de torque tube, monobloc et démontable, la contre plaque est fixée sur le cylindre avec douze boulons. Mais ce dernier il n'est pas utilisé actuellement.

Le torque tube est en fonte, il est indéformable.

#### **2. Rotors :**

Les rotors son entraînés par la roue, ils possèdent des fentes araignée pour éliminer le problème de gauchissement, par élévation de température, ils sont en acier. (Voir figure 4).

Le poids d'un rotor nouveau est de 5.600 kg et de 5.200 kg au minimum pour un rotor récupéré (segment usé).

#### **3. Stators :**

Ils sont solidaires ou torque tube, coulissent verticalement. Sur chaque stator il est riveté 24 patins, 12 de chaque coté, ils sont en acier de faible épaisseur. (Voir figure 5).

#### **4. Plaque de poussée :**

C'est le dernier disque de puis de chaleurs, sur lequel sont riveter 12 patins.

Elle est solidaire avec le torque tube comme les stators. (Voir figure 6).

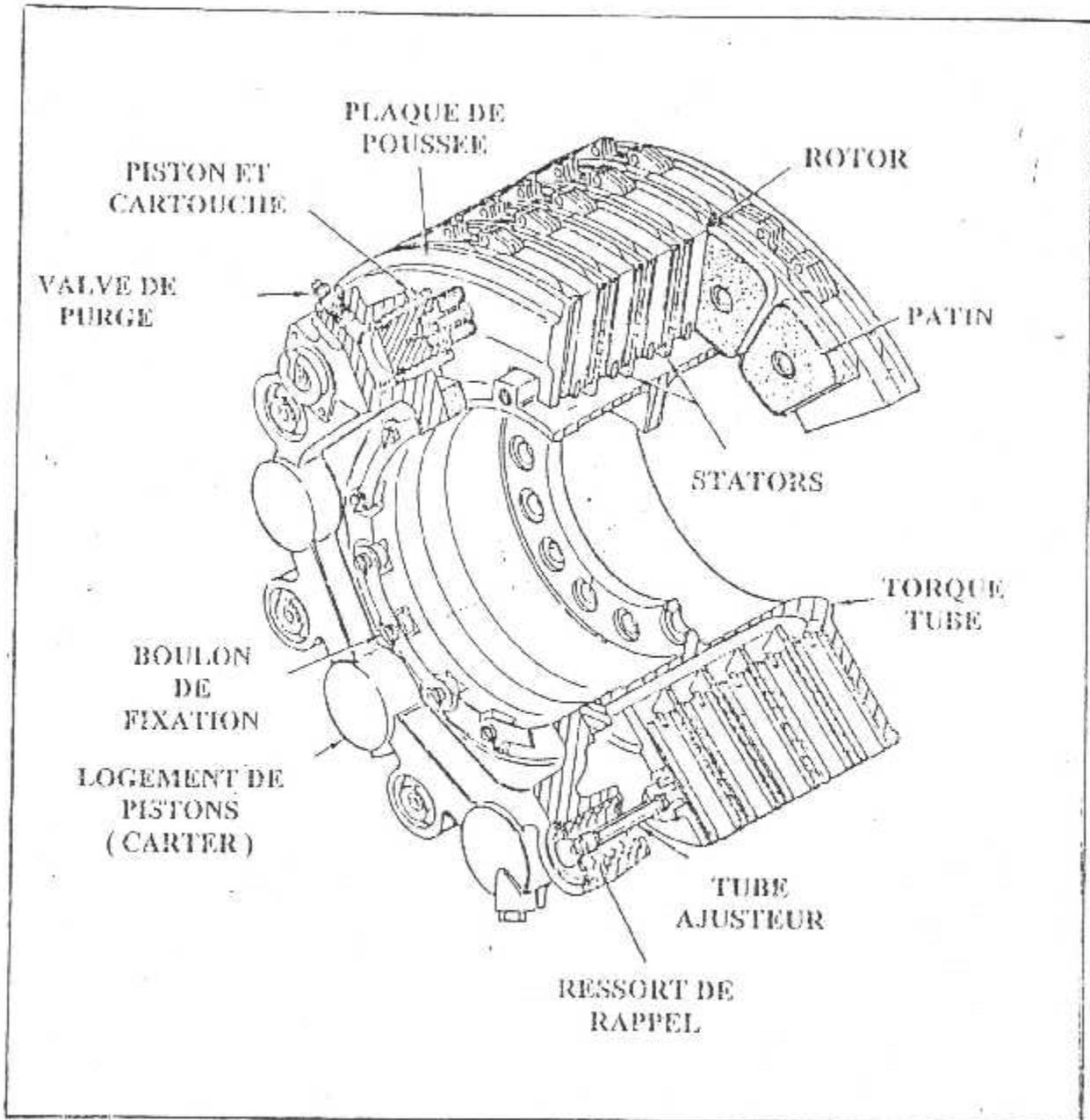
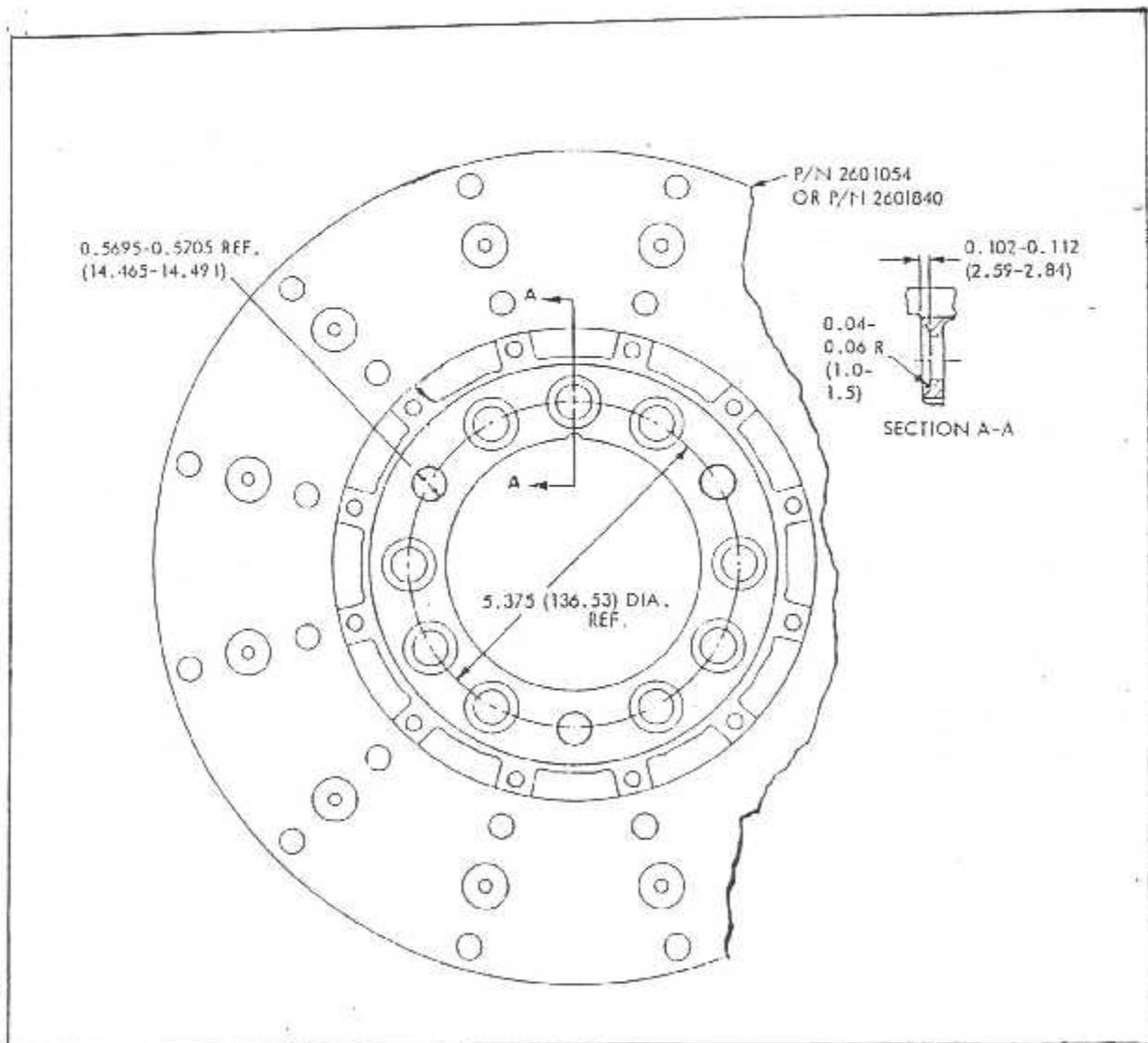
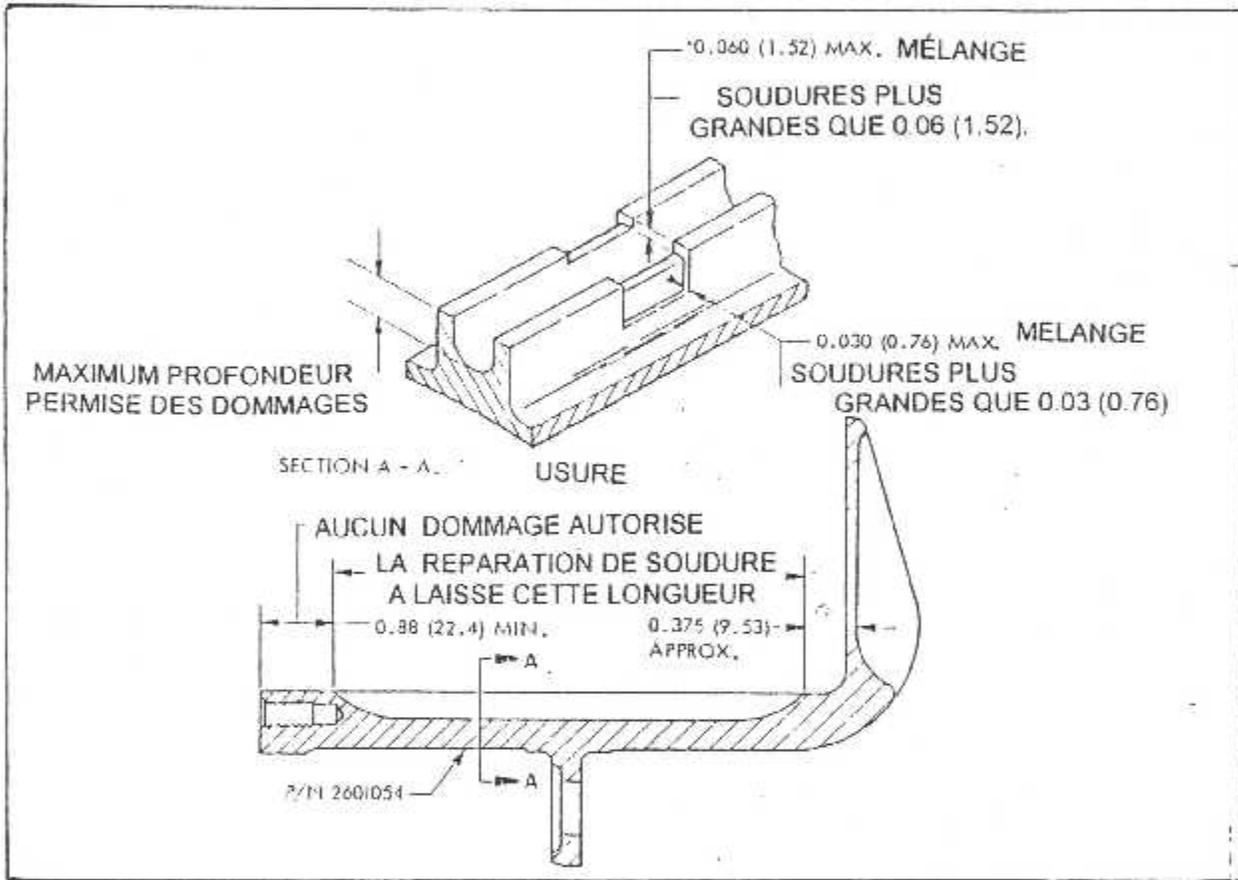


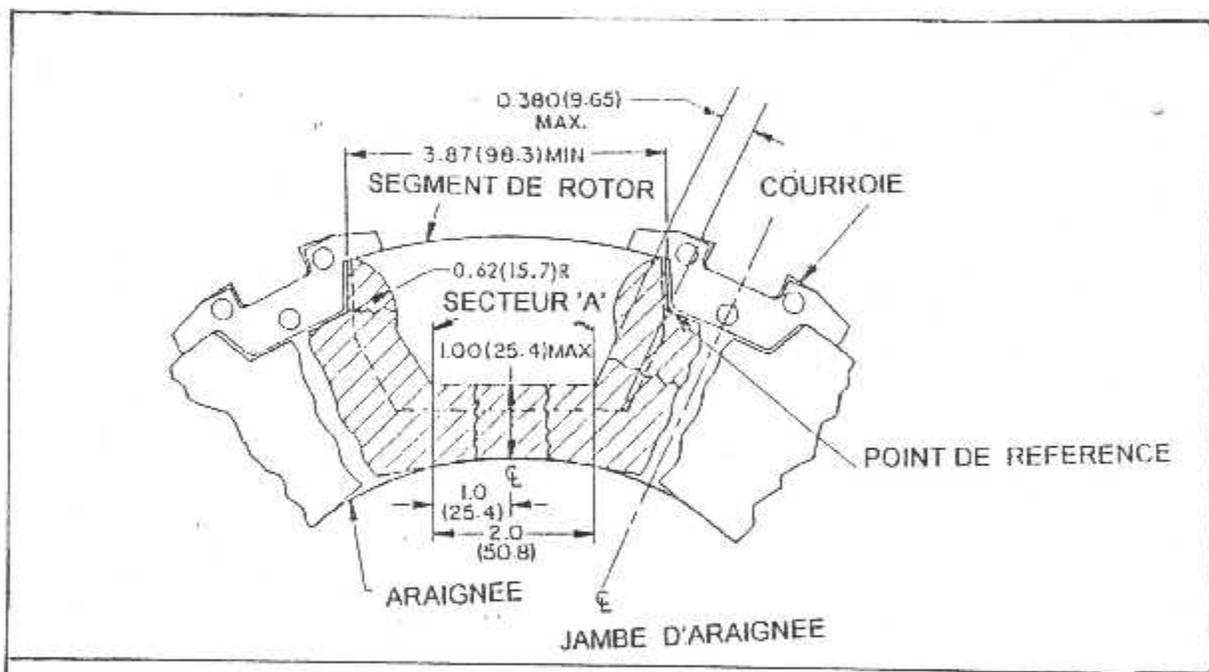
Figure 01, Bloc de frein Boeing 737 / 200



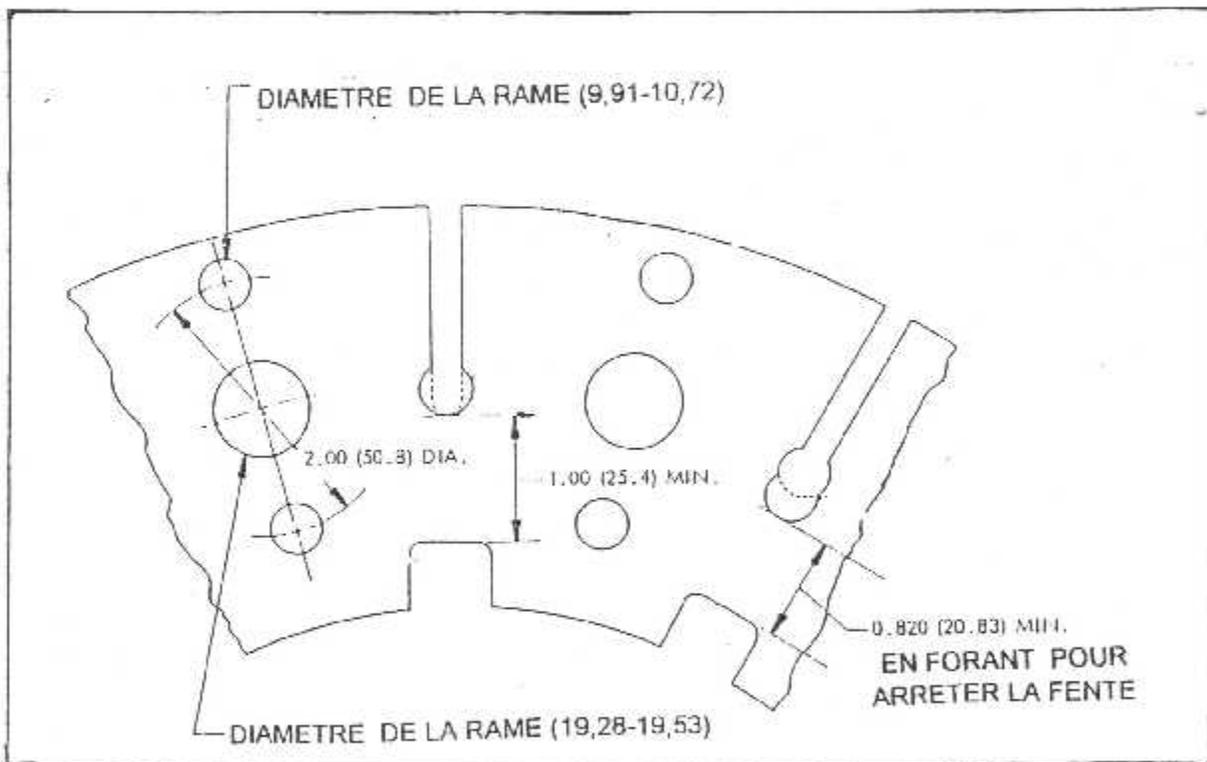
**FIGURE 2. TORQUE TUBE**



**FIGURE 3. LIMITES D'INSPECTION POUR LA REPARATION DE SOUDURE DU TORQUE TUBE**



**FIGURE 4. LIMITES DE FENTE D'ASSEMBLEE DE ROTOR**



**FIGURE 5. REPAIRE DES PLATS DE STATOR**



**5. Patins :**

C'est les pièces rivetées sur les stators, plaque de poussée et sur la contre plaque ; ils ont une forme trapézoïdale, ils sont en cérametallique cette matière est composée essentiellement d'acier, de céramique stable à la chaleur et d'ingrédient métallique composé pour garder leur rigidité d'origine et leurs propriétés de friction même aux températures d'incandescence. Aucune perte de propriété ne se produit même à la fin d'un décollage annulé quand le frein est en fonctionnement sous les plus sévères conditions. (Voir figu. 7)

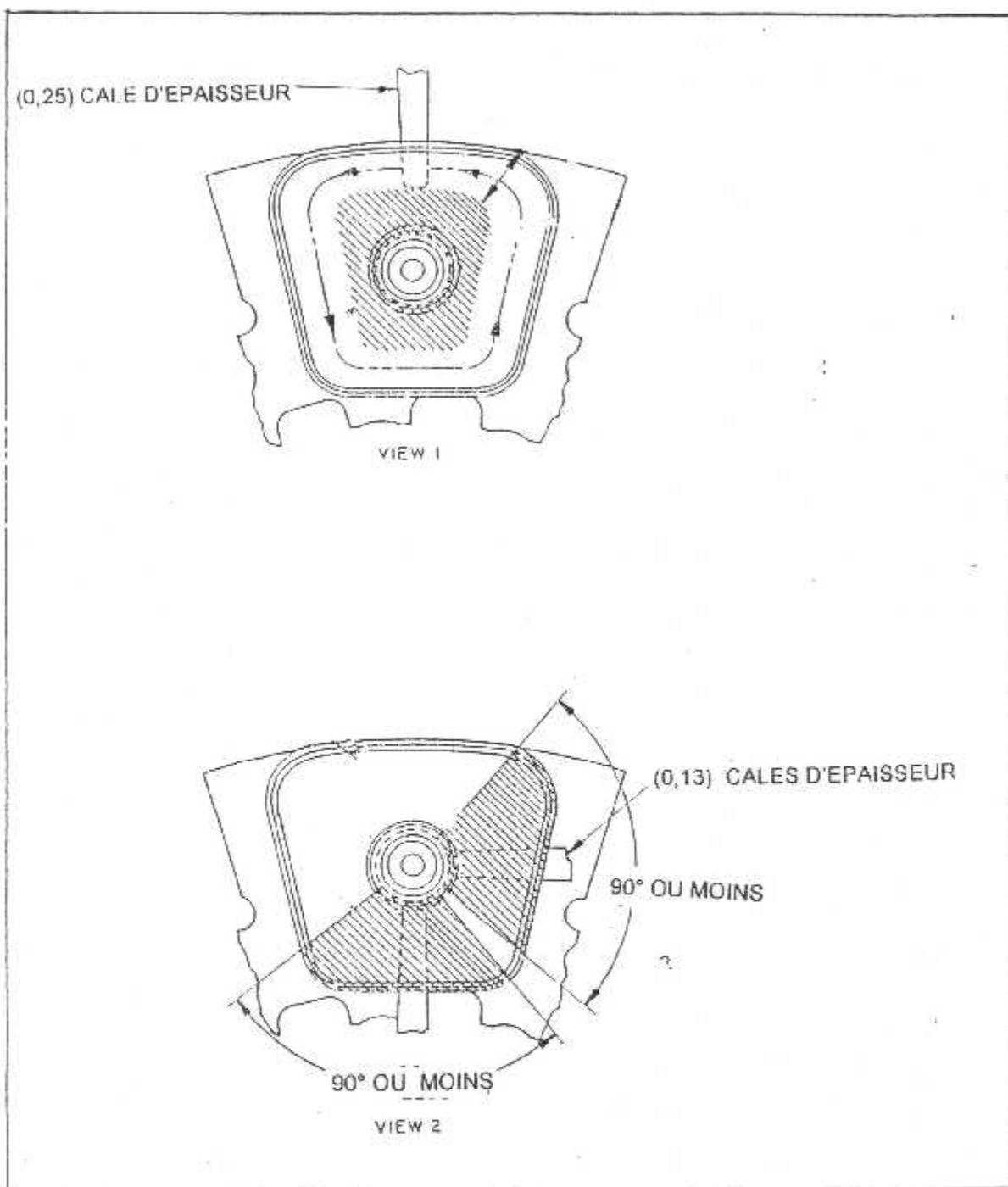
**6. Le carter :**

Le carter contient six pistons et six tiges de friction avec leurs chambres indépendantes, la valve de purge et celle d'alimentation qui est connecté à toutes les chambres a pistons par un circuit intérieur. (Voir figure 8)

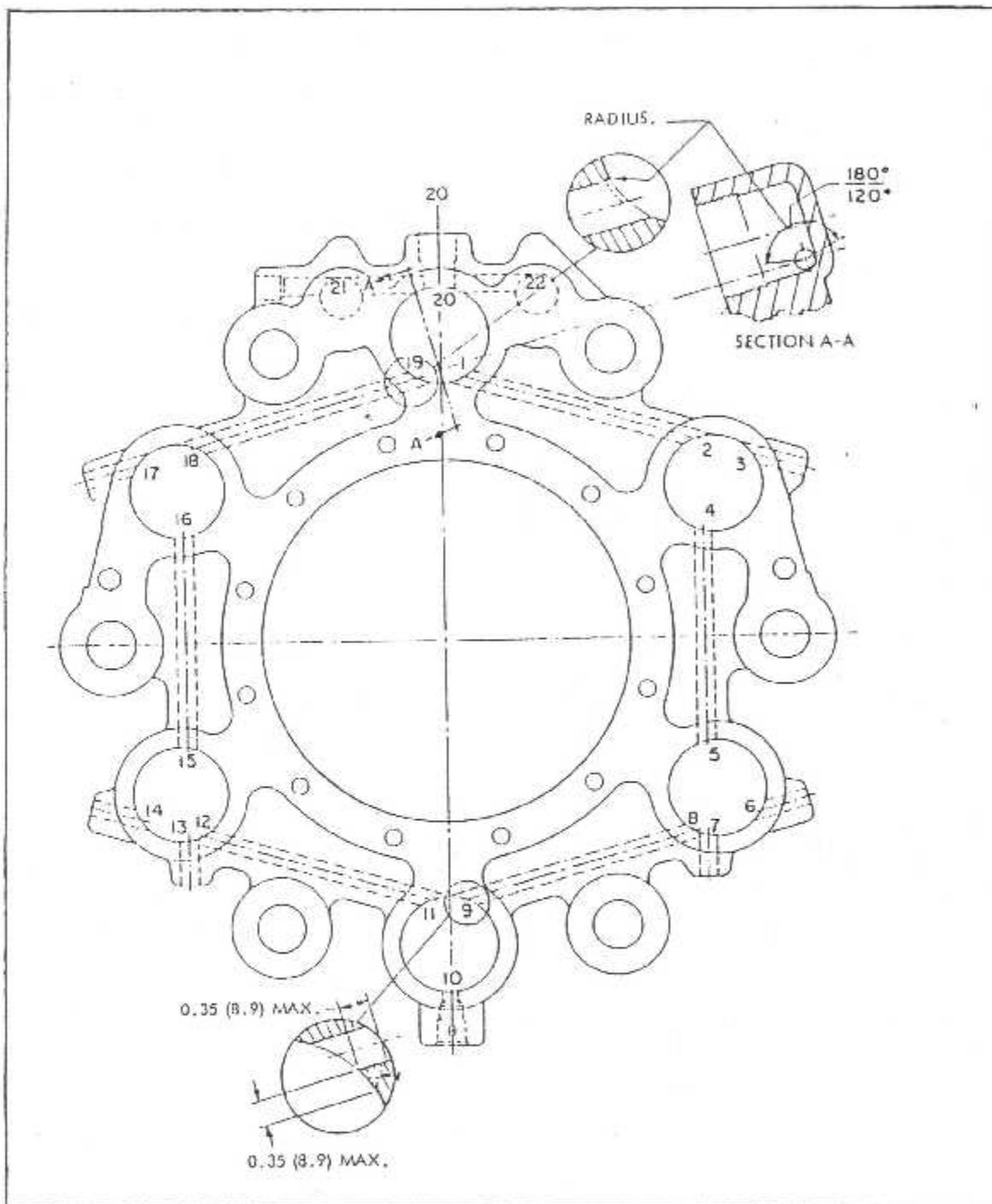
**II.1.2. Propriétés d'un frein en acier :**

L'acier présente des caractéristiques intéressantes par rapport à d'autres matériaux utilisés pour fabriquer des disques du frein telle que le cuivre ou le béryllium.

- La capacité thermique massique est de 0.52 kJ/kg °c.
- Le point de fusion 1450°C.
- Le coefficient de friction en freinage maximal est de 0.08 à 0.1.
- La conductivité thermique est de 36 w/m.°c.
- La sensibilité à l'humidité est quasiment nul.



**FIGURE 7. INSPECTION DE L'INSTALLATION DES PATINS**



**FIGURE 8. REPARATION DES FISSURES DANS LA CHAMBRE A PISTON**

**II.1.3. Fiche technique du frein :**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| aircraft application               | Boeing 737.100/200   |
| part number Boeing scd 10-61063-14 | bendix 260142-3  |
| poids de frein                     | PN 601042-3 et -4 est 74.4 kg<br>PN 2601042-5 est 74.8 kg  |
| cotes et type                      | 350.8 x 208.0 mm cinq rotors   |
| Nombre de frein                    | 2 par TP / 4 par avion   |
| Rotors                             | en acier   |
| Patins                             | Le nombre de patins rivetés sur les stators et la plaque de poussée est de 120 patins en cirmétalique. |
| Torque tube                        | Acier.   |
| Chambre a pistons (carter)         | Aluminium forgé  |
| Fluide hydraulique                 | skydrol 500B ou par spécification BOEING BMS 3.11.C  |
| Pression maximale de freinage      | 3000 psi(210 bars)   |
| Jeu de rotation                    | 1.02 mm min. et 4.57 mm max.   |

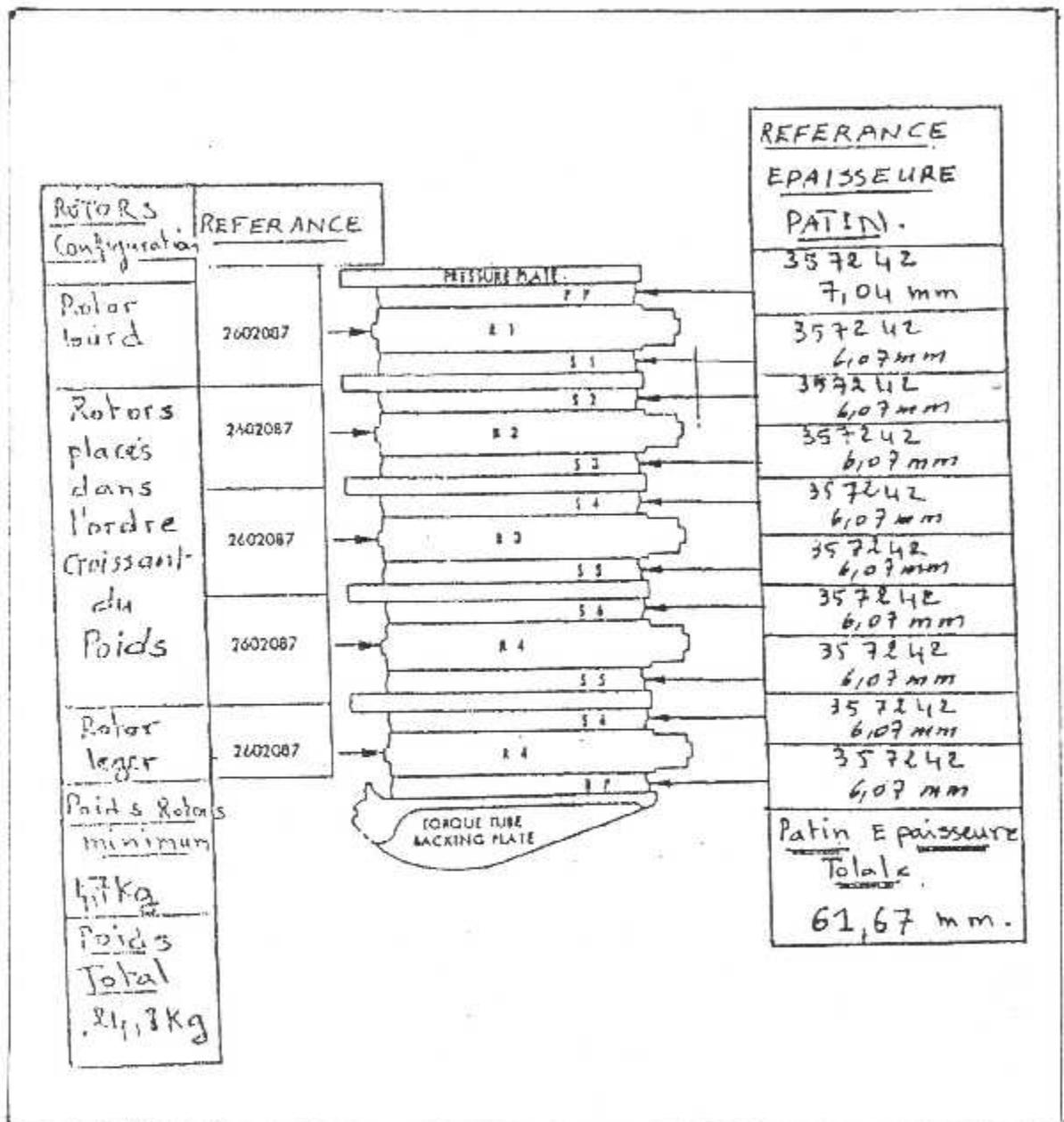
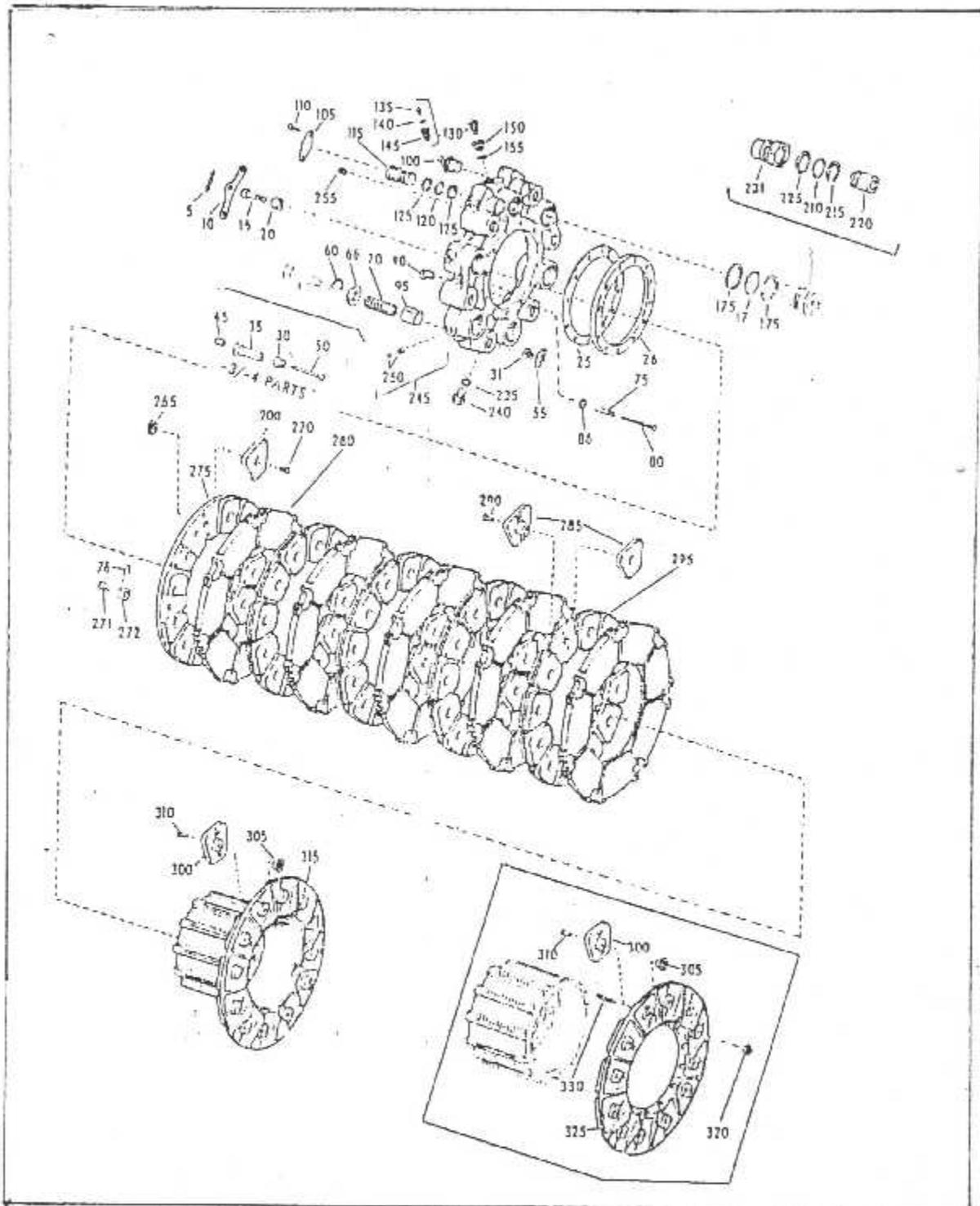


FIGURE 9.

Empilage des disques



**FIGURE 10.** *Eloc de Frein Boeing 737 / 200*  
*( Vue éclatée )*

**II.1.4. Illustration des pièces :**

( La figure 10)

|     |                            |
|-----|----------------------------|
| 05  | Goupille                   |
| 10  | Bielle de retenue          |
| 15  | Boulon de fixation         |
| 20  | Rondelle                   |
| 25  | Rondelle d'épaisseur       |
| 30  | Calotte a vis              |
| 35  | Axe de maintien            |
| 40  | Ajustement carter          |
| 45  | Bague de friction          |
| 50  | Axe fixe                   |
| 60  | Cerclips                   |
| 70  | Ressort de rappel          |
| 80  | Témoin d'usure             |
| 85  | Cerclips                   |
| 90  | Bague                      |
| 95  | Protection nylation        |
| 100 | Bouchon                    |
| 110 | Vis                        |
| 130 | Orifice d'admission        |
| 145 | Vis de remplissage         |
| 150 | Raccord vis de remplissage |
| 170 | Joint                      |
| 175 | Retrainer                  |
| 215 | Bague                      |
| 240 | Vis de purge               |
| 245 | Carter                     |
| 260 | Patin plaque de poussée    |

|     |                            |
|-----|----------------------------|
| 275 | Plaque de poussée          |
| 280 | Rotor                      |
| 285 | Patin stator               |
| 295 | Stator                     |
| 300 | Patin torque tube          |
| 305 | Rondelle de maintien rivet |
| 315 | Torque tube                |
| 325 | Plaque torque tube         |
| 330 | guide                      |

## II.2. Alimentation hydraulique :

- Le BOEING 737.200 possède trois circuits hydrauliques :(voir schéma)
  - Le circuit hydraulique « A » fonctionne avec deux pompes entraînées par les réacteurs (motopompe).
  - Le circuit hydraulique « B », fonctionne avec deux pompes entraînées par le moteur électrique (électro-pompe).
  - Le circuit hydraulique de secours, fonctionne à l'aide d'une pompe entraînée par un moteur électrique.
- Les circuits A et B fonctionnent en permanence contrairement au circuit de secours qui fonctionne qu'en cas de pannes des deux premiers circuits.

### II.2.1. Alimentation des freins :

On trouve deux freins sur chaque train gauche et droit, les freins 1 et 2 sur TPG et les freins 3 et 4 sur TPD. Pour des raisons de sécurité chaque coté est alimenté par les deux circuits A et B.

Le circuit A alimente les freins intérieurs 2 et 3.

Le circuit B alimente les freins extérieurs 1 et 4.

### II.2.2. composition du circuit hydraulique :

Le circuit A et B ayant approximativement les même éléments,  
Nous citerons les éléments composant un circuit :

#### II.2.2.1. Réservoir :

Reçoit la quantité d'hydraulique qui est utilisée dans le circuit.

### **II.2.2.2. Pompes hydraulique :**

#### **1. Pompe moteur :**

Se sont des pompes fixées sur les moteurs, entraînées mécaniquement, fournissant une pression de 3000psi.

#### **2. Pompe électrique B :**

Pompe entraînée par un moteur électrique alimenté en 115 volts alternatif.

#### **3. Module de pression :**

Accessoires recevant la pression totale des deux pompes A ou B, régulera la pression en cas de surpression fournissant la pression totale et la température par indication il filtre le liquide avant sa sortie vers les autres accessoires.

#### **4. Metering valve :**

Accessoire hydraulique possédant deux tiroirs qui lui permettent de fournir de l'hydraulique pour deux freins.

#### **5. Valve anti-skyd :**

Accessoire taré à la pression de 1600 psi, évite le blocage des freins.

#### **6. Accumulateur de pression :**

Réservoir hydraulique sous pression, c'est à dire qu'en cas de pression l'accumulateur comblera le vide pouvant exister dans le circuit.

#### **7. Clapet anti-retour :**

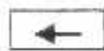
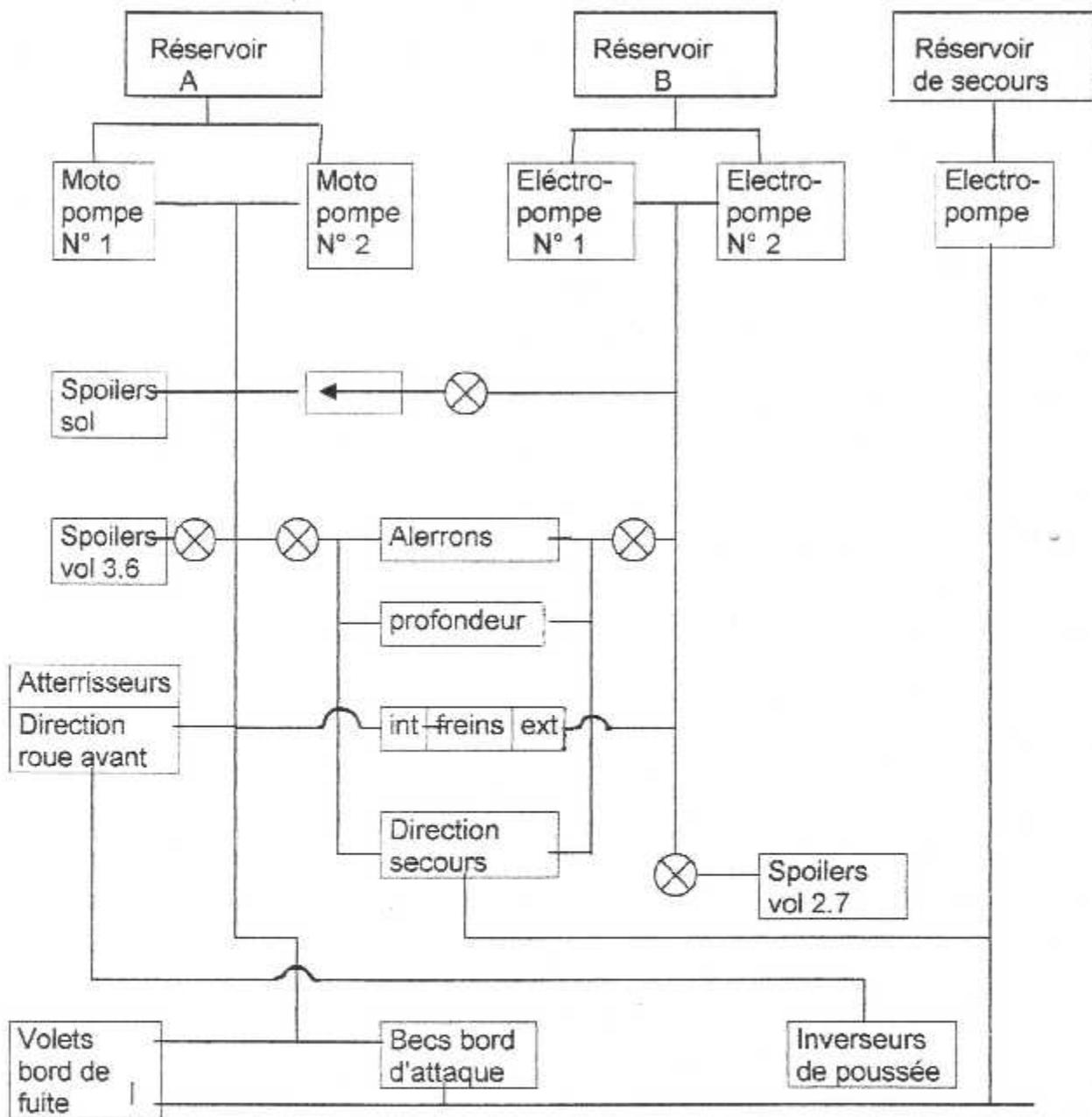
Élément hydraulique taré à 3000psi s'ouvre et met en retour le super hydraulique supérieur à 3000psi ou retour.

### **II.2.3. Fonctionnement du circuit :**

Les circuits hydrauliques A et B fonctionnent séparément, un robinet de communication permet le passage et l'alimentation hydraulique de circuit B vers le A.

A l'atterrissage, la pression fournie par les deux circuits alimente séparément les freins intérieurs et extérieurs à travers les accessoires.

Si l'avion en parking (moteur à l'arrêt), l'alimentation se fait par l'intermédiaire du circuit B après l'ouverture de robinet de communication qui permet le passage de l'hydraulique vers le circuit A.



Clapet anti-retour

valve inter connexion 

Circuits hydrauliques de l'avion B 737-200

### **II.3. Fonctionnement :**

Le frein fonctionne normalement par le circuit hydraulique principal qui utilise le skydrol 500 (BM 3.11).

Le fonctionnement des freins est commandé par des distributeurs, une tringlerie et des bielles de poussée quand les pédales sont appuyées, l'avion utilise aussi un système de secours pneumatique qui stop l'avion dans le cas d'une éventuelle défaillance du circuit hydraulique, le frein possède une vis de purge, pour purger effectivement le circuit de freinage de l'air introduit si le système secours (pneumatique) a été utilisé.

Quand les freins sont appliqués, l'huile hydraulique sous pression entre par l'orifice d'admission et il est distribué dans les six chambres à pistons, les chambres sont communicantes entre elles par des orifices sous la pression exercée (voir figure 8), les pistons se déplacent vers l'extérieur compriment la plaque de poussée qui à son tour comprime les stators et les rotors en freinant l'avion.

Les stators possèdent des encoches leur permettant de s'ajuster et se glisser axialement sur le torque tube. Quand la pression est relâchée, la plaque de poussée est ramenée par les ressorts de rappel, permettant ainsi aux rotors et à la roue de tourner librement. La pression du ressort de rappel est inférieure à celle exercée par la friction des bagues sur la tige de friction.

La plaque de poussée n'est remise seulement qu'à la position où est exercée une force de la bague de friction. Ceci maintient en rotation un jeu constant pendant la vie de frein, en commandant de cette manière le déplacement du piston. L'usure des éléments de frein peut être contrôlée par l'utilisation des tiges indicatrices (témoins d'usures).

L'usure de frein peut être vérifiée par l'application de la pression de freinage et en mesurant la côte de la tige indicatrice d'usure.

### **II.4. Maintenance du frein :**

La maintenance est nécessaire, car en plus de l'augmentation de durée de vie de l'élément, elle assure une sécurité des passagers et de l'appareil lui-même.

Les périodes de maintenance doivent être planifiées et les différentes interventions doivent être enregistrées.

#### **II.4.1. Types de maintenance :**

##### **II.4.1.1 : Maintenance curative :**

Cette maintenance est effectuée au frein après sa défaillance.

##### **II.4.1.2 : Maintenance préventive :**

C'est une maintenance programmée, elle est faite avant la défaillance du frein.

A des intervalles de temps maximal fixés, le frein et ses éléments sont inspectés selon des méthodes appropriées dans le manuel de maintenance.

Selon les résultats des inspections, un élément peut être révisé partiellement ou totalement ou bien réformé.

Ce type de maintenance a pour objectifs :

- Augmenter la durée de vie du bloc du frein.
- Diminuer le temps d'arrêt de l'avion lors des pannes.
- Faciliter la gestion du stock.

Cette maintenance comprend deux types :

##### **1. Maintenance conditionnelle :**

Elle est liée à quelques événements qui prédétermine l'état du frein (ex : usure).

##### **2. Maintenance systématique :**

C'est une maintenance programmée, elle dépend du cycle et des heures de fonctionnement.

#### **II.4.2. Entretien de bloc de frein B737/200 :**

Les cas de révision du bloc de frein B737/200 sont :

- 1 - Limite d'usure ;
- 2- Surchauffe ;
- 3- Visite périodique ;
- 4- Fuite hydraulique ;
- 5- Limite de stockage (2 ans).
- 6- Autres anomalies ;

**Remarque :**

La révision de frein dépend de la panne et pour cela chaque panne a ses procédures :

Dans le cas de la limite d'usure ou de surchauffe, les procédures sont :

- démontage ;
- nettoyage ;
- inspection ;
- réparation et peinture ;
- Montage ;
- Test ;

❖ dans notre étude, on abordera la révision la plus courant (limite d'usure )

❖ Dans le cas d'une fuite hydraulique :

- Démontage de carter ;
- Changement joint ;
- Montage ;
- Test ;

❖ Dans le cas d'une visite périodique :

- Démontage ;
- Inspection ;
- C'est les résultats d'inspection son bon ;
- Monter le frein sans changement des patins ;
- Test ;

❖ Le cas de la limite de stockage :

- Démontage ;
- Changement des patins et des joints ;
- Montage ;
- Test ;

### **II.4.2.1. LE DEMONTAGE :**

Pour désassembler le bloc frein 737-200 il faut procéder comme suit :

- Desserrer les calottes a vis (N°=30 ) figure 11.
- Desserrer les boulonnés de fixation du carter avec le torque tube, après avoir enlever les goupilles et les bielles de retenue.
- Soulever le carter, les rotors et stators.

#### **1. Démontages de carter :**

- placer le carter sur un support spécial fixés sur un étant.
- débloquer et dévisser les cartouches (N°=331).
- Déposer les pistons.
- Déposer les joints des pistons et cous des cartouches.
- Déposer la vis de purge.
- Déposer la clavette de pression.
- Démontez les ressorts de rappel comme suivant :
- Placer le carter sous une presse.
- Comprime les ressorts avec la presse. ( Figure 12).
- Déposer les Cerclips.
- Déposer les rondelles, les ressort et les protections en nylonation.

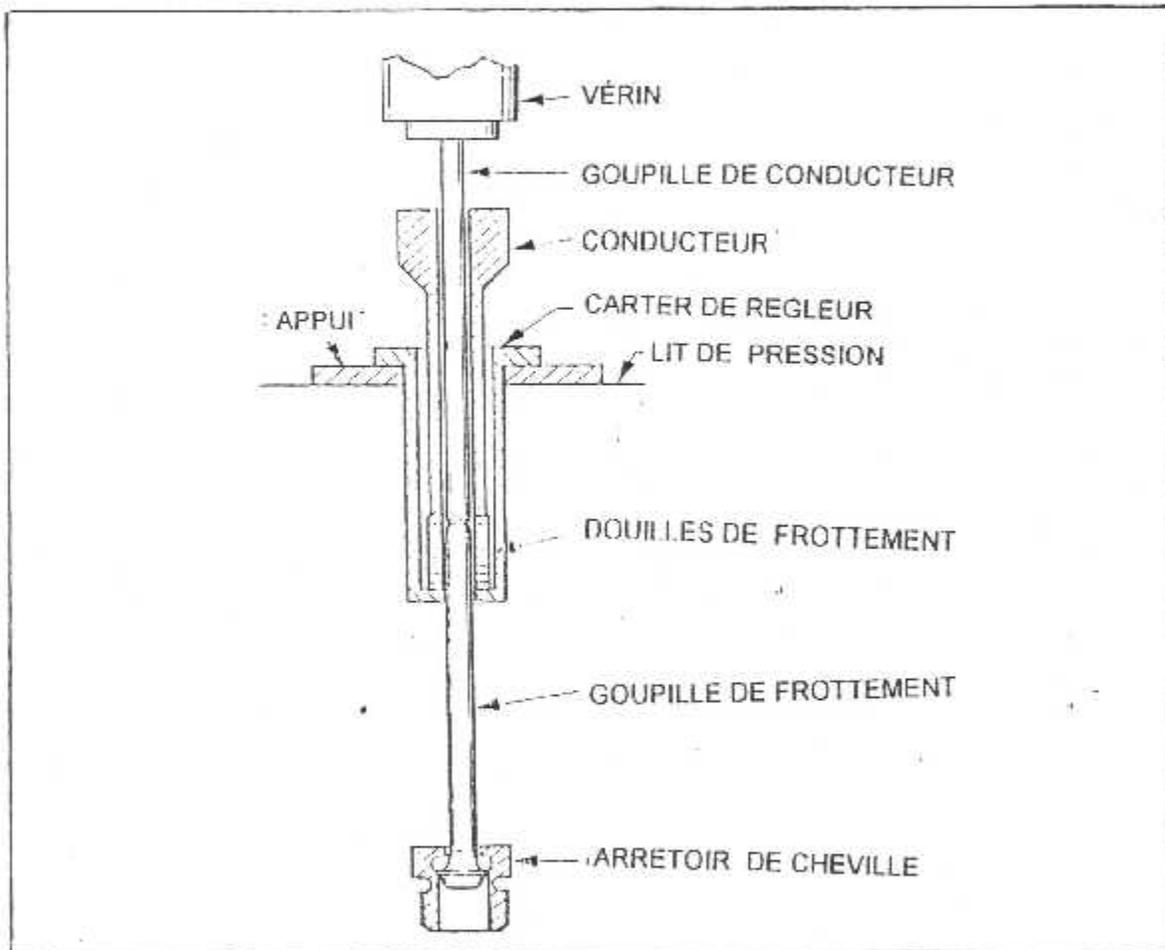
#### **2. Démontage des éléments superposés :**

- Démontez le témoin d'usure de la plaque de poussée.
- Enlever les rivets des patins de la plaque de poussée et les stators.
- Enlever les rivets des patins de torque tube.

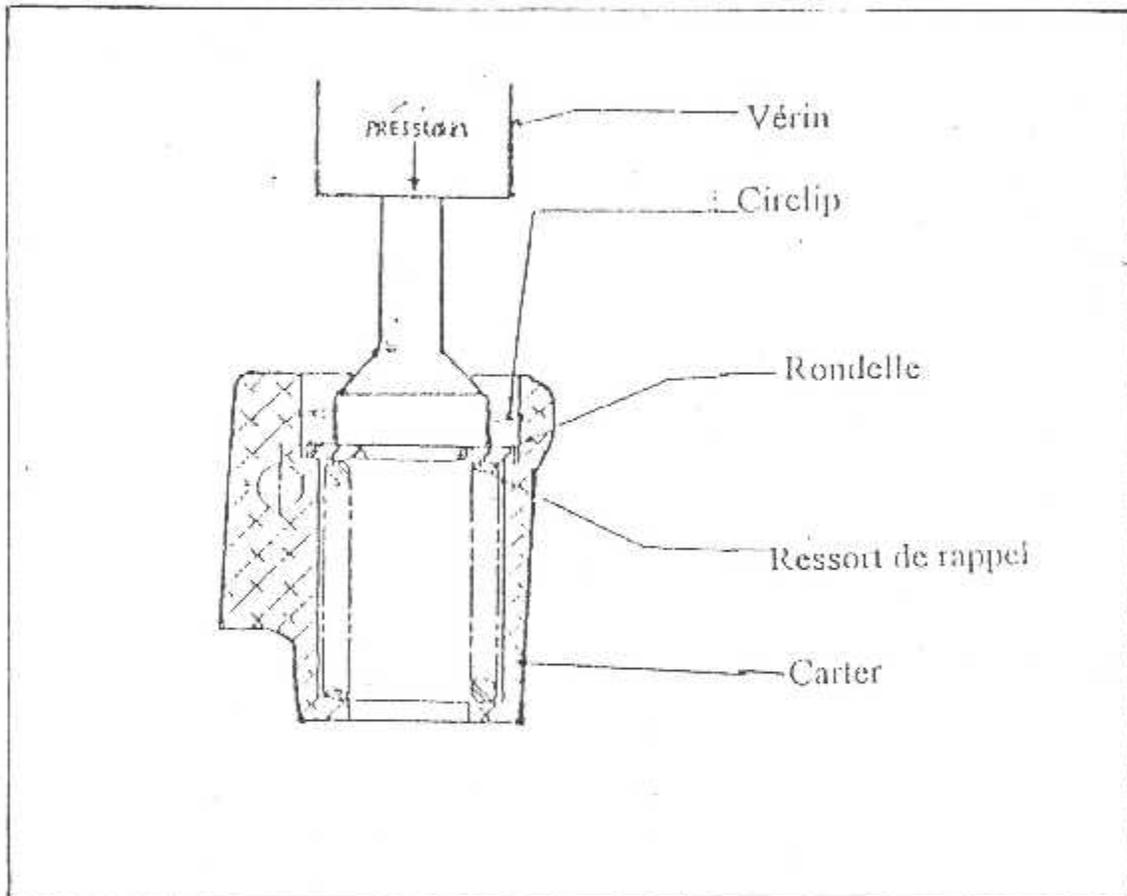
### **II.4.2.2. NETTOYAGE :**

Pour pouvoir contrôler les éléments de frein il est nécessaire de les nettoyer et les décaper.

- nettoyer tous les composants de frein avec décapant P-D-680 et une brosse.
- Laver les pièces avec de l'eau propre.
- Assécher les pièces avec de l'azote ou de l'air comprimé.



**FIGURE 11. DEPOSE DE LA TIGE DE FRICTION**



**FIGURE 12. DEPOSE DU CERCLIPS**

Pour les pièces calaminées, plonger les dans un détergent du carbone.

- décaper la peinture du carter, plonger le dans le décapant TTR 230 ou mil-r-R-8633. Utiliser deux bacs de décapant, le premier pour enlever la peinture et l'autre pour le rinçage. Les pièces doivent rester dans les bacs au moins 15 mn

- assécher les pièces en acier.

❖ Plonger les pièces en acier dans le décapant TTR-R-230.

- Laver les pièces avec de l'eau chaude.

- Assécher les pièces.

### **II.4.2.3. INSPECTION :**

Après le démontage et le nettoyage des éléments du frein, ils sont inspectés pour détecter les criques, la corrosion et les déformations.

Il existe deux types d'inspections :

#### **1. Inspection visuelle :**

Vérification visuelle de tous les composants du frein.

- Rechercher sur chaque pièce les traces de corrosion.

- Contrôler les cotes et vérifier les jeux. (Voir figure 13, 15, 16, 17, 2, 3, 4).

- Vérifier l'absence des rayures dans les logements des pistons.

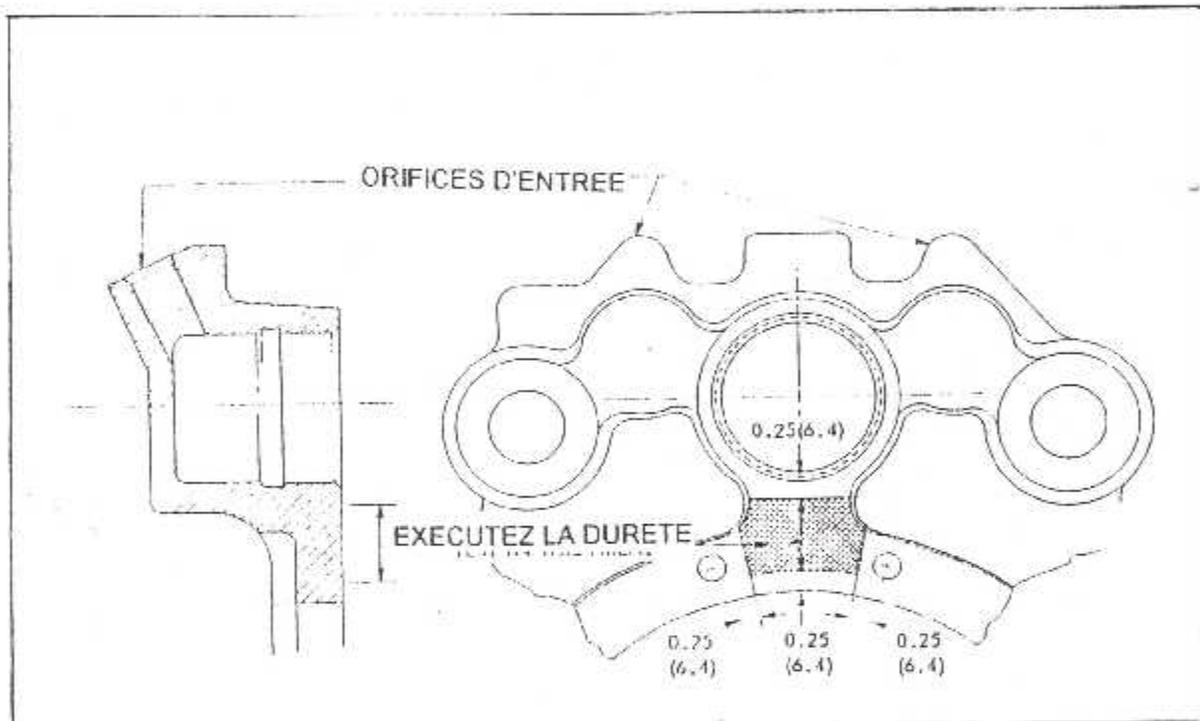
- Vérifier le filtrage et le taraudage.

#### **2. Inspection NDT:**

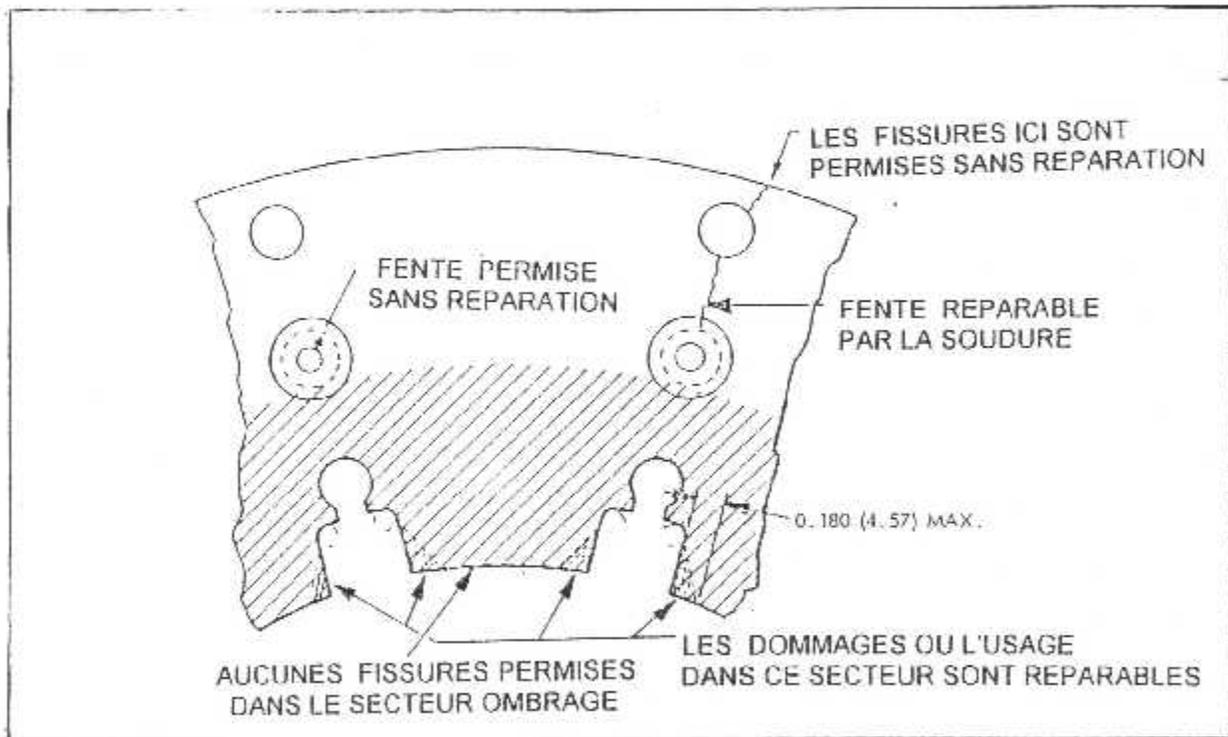
Les éléments jugés en inspection visuelle seront inspectés en NDT, afin de découvrir les petites criques et pour cela on a utilisé la magnétoscopie pour les éléments en acier et le zygo pour le carter (alliage léger).

##### **2.1. LA MAGNETOSCOPIE :**

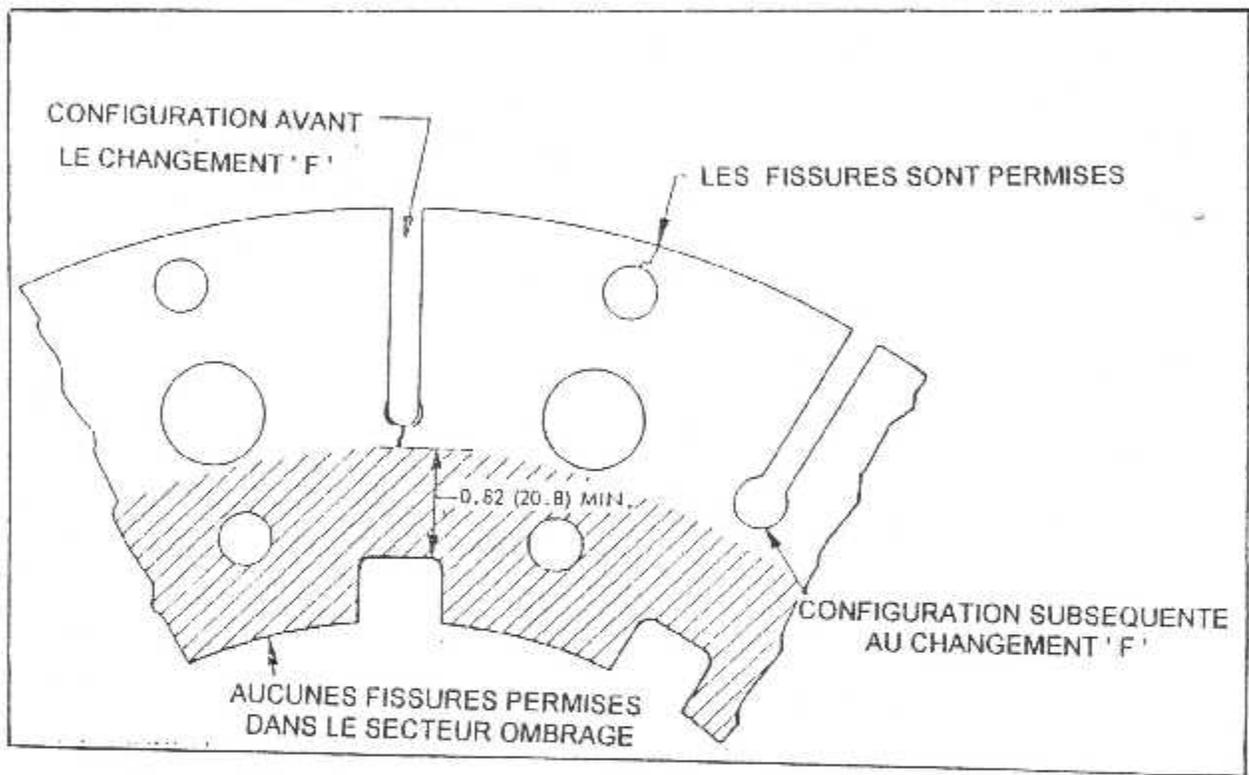
Pour les éléments en acier (torque tube, stator, piston, etc.), toutes les pièces qui font objet d'une inspection en magnétoscopie (magnaflux) seront magnétisées, donc une démagnétisation est nécessaire après chaque inspection pour ne pas contaminer les autres pièces qui lui seront assemblées.



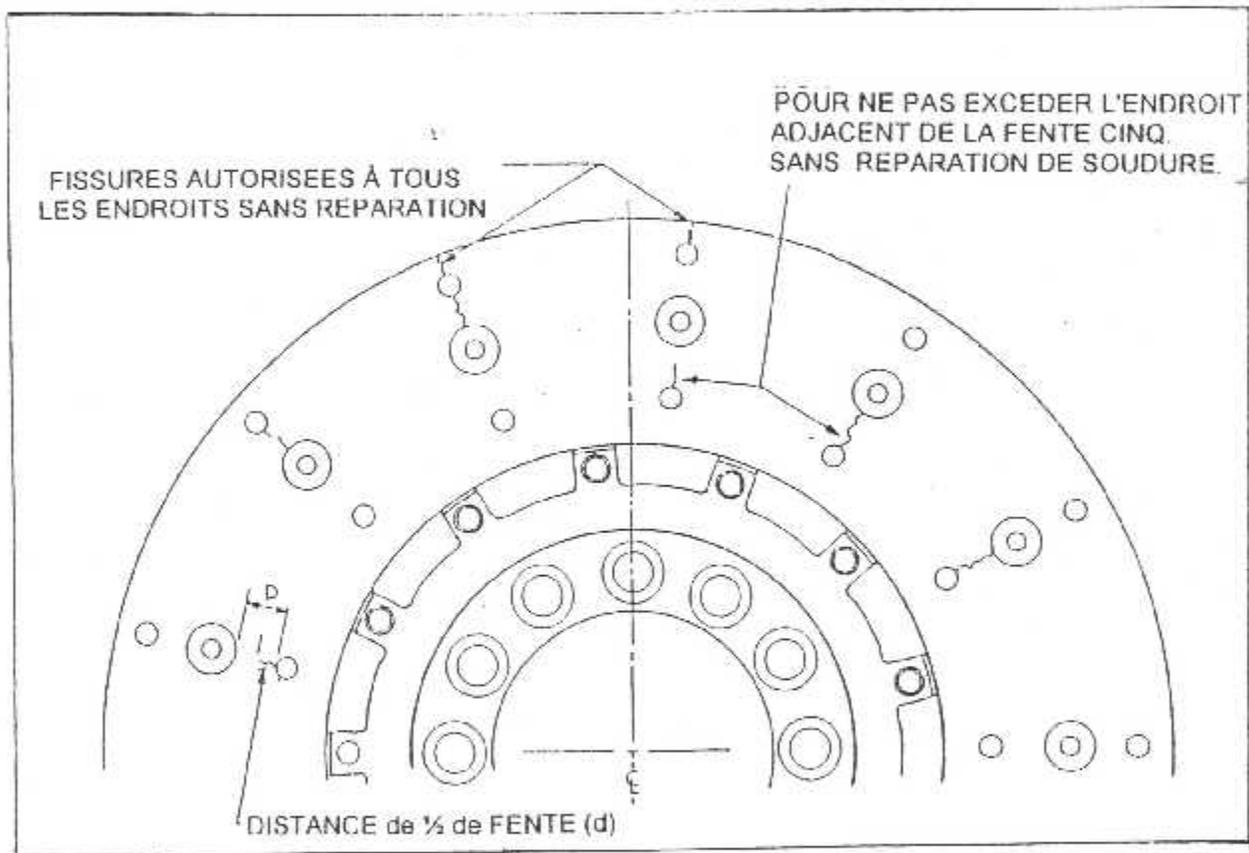
**FIGURE 13. ENDROITS D'ESSAI DE DURETE DE CARTER DE PISTON**



**FIGURE 15. LIMITES DE FENTE DE PLAQUE DE PUSSEE**



**FIGURE 16. LIMITES DE FENTE DE STATOR**



**FIGURE 17. LIMITES DE FENTE DE CONTRE PLAQUE**

### **Le banc de magnétoscopée:**

Si l'on veut obtenir à l'aide d'un banc de magnétoscopée, une magnétisation axiale et radiale, on peut procéder de deux manières suivantes :

- Magnétisation suivant la direction axiale puis radiale.
- Magnétisation combinée.

La magnétisation combinée consiste à générer dans la pièce un champ oscillant ou tournant.

### **Liquide d'utilisation :**

Le produit conducteur est constitué par une poudre magnétique à grains fins. Elles sont enrobées d'une pigmentation observable sous une lumière blanche ou sous rayonnement ultraviolet.

Les poudres sont en suspension dans un liquide porteur, l'ensemble s'appelle liqueur magnétique.

### **- type des défauts détectés :**

- Défauts de soudures.
- Pièces forgées.
- Pièces laminées étirées.
- Défauts d'usinage.
- Défauts en service.

### **Méthode d'inspection :**

- Placer les pièces entre deux pôles, effectuer l'arrosage de la pièce par le liquide.
- Presser sur le bouton magnétiseur, répondre le révélateur une deuxième fois.
- Sécher.
- Inspecter sous la lumière blanche.
- Démagnétiser.

### **Démagnétisation :**

La réduction du champ visuel résiduel est obtenue en faisant subir à la pièce des cycles d'hystérésis décroissants. on part d'un champ légèrement supérieur à celui utilisé durant le contrôle. C'est la méthode la plus pratique.

## 2.2. LE ZYGLO :

Les procédures d'inspection de carter sont les suivantes :

- chauffer les pièces à contrôler dans un four à une température de 150°C.
- Mettre les pièces chaudes dans le bac du pénétrant pendant une durée de 15 à 20 mn.
- Nettoyer bien la pièce.
- Inspecter sous la lumière ultraviolet.

## II.4.2.4. REPARATION ET PEINTURE :

### II.4.2.4.1. REPARATION DE TORQUE TUBE :

La réparation se fait selon l'endommagement détecté.

#### 1. Remise mineure :

Supprimer les traces décoration à l'aide de la pierre abrasive, à la brosse en fibres de verre ou chimiquement par un produit JONELITE RRN1, à condition que cette oxydation ne touche pas à la résistance mécanique de la pièce.

#### 2. Remise majeure :

- ❖ Réparation des cannelures par usinage.
  - Pour la réparation de premier de degré, détérioration d'une profondeur de 0.5 mm sur les flancs, reprendre par usinage toutes les cannelures sur les faces.
  - Pour la réparation de 2<sup>ème</sup> degré, on admet la présence d'empreinte circulaire provoquée par frottement des rotors sur les sommets des cannelures d'une profondeur de 1.5mm.

Vérifier les caractéristiques du métal par billage à proximité de la zone à retoucher, une résistance de 980 à 1180 MPA est acceptable.

Retoucher à la lime ou à la pierre abrasive les bavures sur les flancs de cannelure.

Préchauffer le torque tube à une température d'environ 250°C.

Effectuer le rechargement par soudage en atmosphère d'argon.

Mettre le torque tube a' l'étuve a' une température de 300°C pendant 2 heures, interrompre le chauffage de l'étuve et maintenir le torque tube dans celle-ci pour refroidissement lent.

- Effectuer le contrôle de soudage.
- Un contrôle magnétoscopé.
- Un contrôle de dureté.
- Effectuer une phosphatation épaisse.
- Un contrôle dimensionnel.

#### **II.4.2.4.2. REPARATION DU CARTER :**

- Eliminer la corrosion par ajustage de 0.15 mm de profondeur à l'aide d'une pierre abrasive ou d'un pinceau en fibre de verre polir la surface non retouchée, et adoucir les arêtes.
- Repasser les filetages dans des cavités des cartouches et traiter les avec l'aldine.

##### **1. La réparation de l'orifice d'admission :**

- Si l'alésage de l'orifice d'admission a un filetage endommagé, effacé ou bien corrodé, on peut le réparer de la façon suivante :
- Forer l'alésage jusqu'à l'obtention d'un diamètre compris entre 8.31 mm et 8.46 mm avec une profondeur comprise entre 14.8 mm et 15.5 mm.
- Abattre l'angle à  $(0.13, 0.64 \text{ mm}) * 45^\circ$ .
- Installer une bague tarauder, noyée à 1.52 mm de la surface.

Après avoir taraudé le trou, démonter la bague et traiter le trou avec l'aldine.

##### **2. La réparation de bouchon d'admission :**

- Si le filetage du bouchon d'admission est légèrement endommagé enlever le, et inspecter l'orifice d'entrée pour déterminer si la paroi interne est endommagée, dans le cas contraire en remplace le bouchon endommagé par un autre après avoir nettoyé et séché l'orifice.

### **3. La réparation des cavités de ressort de rappel :**

- Les dommages détectés dans les cavités des ressorts de rappels se situent dans la gorge réservée au Cerclips, pour le réparer on doit avoir recours à l'usinage, retoucher les chanfreins, ajuster et polir la reprise d'usinage.

### **4. La réparation de l'alésage du témoin d'usure :**

- Usiner l'alésage de la tige témoin d'usure jusqu'à l'obtention d'un diamètre compris entre 12.70 et 12.85 mm et une profondeur comprise entre 11.94 mm.
- Mesurer l'alésage et fabriquer la bague qui convient et qui doit être en alliage d'aluminium.
- Traiter l'alésage et la bague avec l'aldine.
- Insérer la bague à l'intérieur du carter dans l'alésage usiné.

#### **II.4.2.4.3. Le puits de chaleur:**

- Après le dévissage des stators et plaque de poussée on remarque qu'ils prennent une forme d'assisté et pour les redressés, utiliser une presse avec une gabare spéciale (voir figure 14) de manière suivante :

- Placer le moule intérieur sur le banc de la presse.
- Poser la plaque sur le moule.
- Attacher le moule supérieur au vérin de la presse.
- Appliquer la pression sur la plaque.

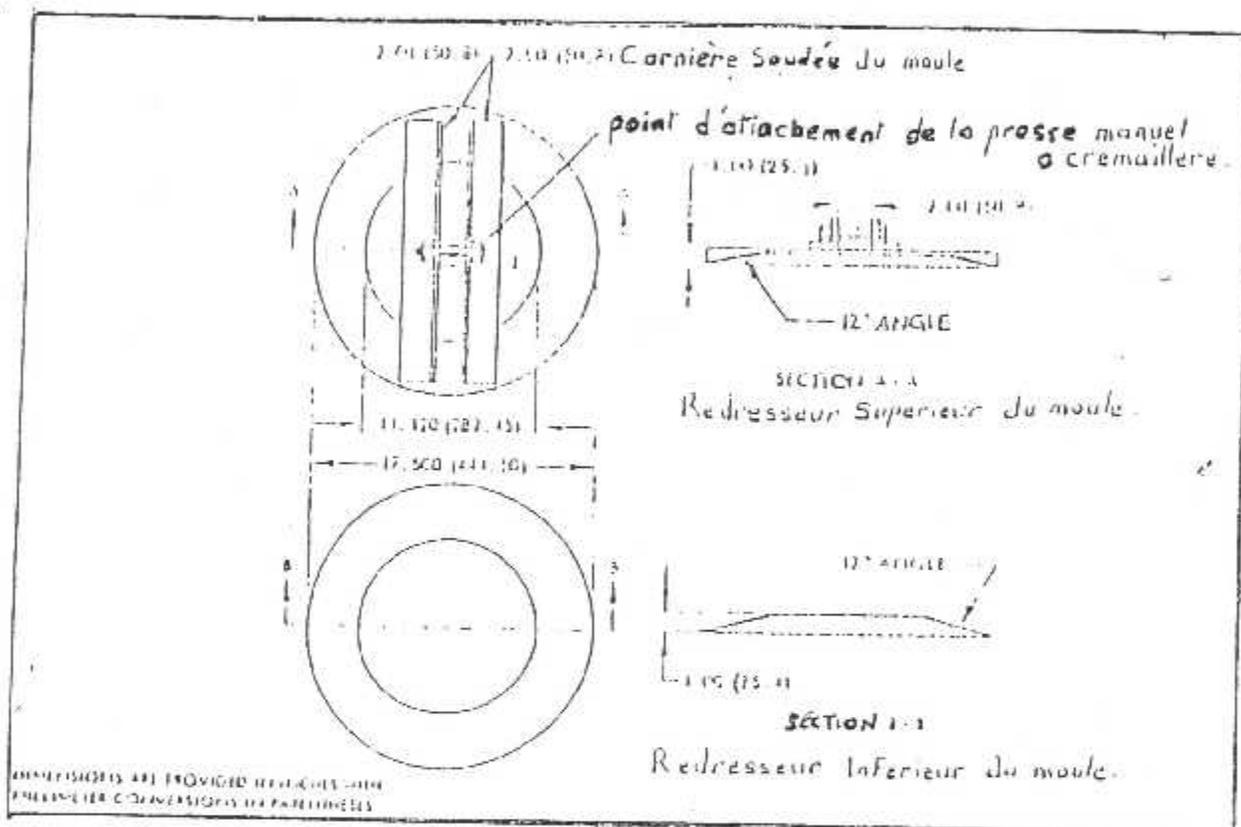
Après le redressement des éléments, placer les dans une étuve Pendant trois heures sous une Température entre 530°C et 560°C.

Les plaques criquets peuvent être remises par soudage (voir figures 16 et 17).

#### **II.4.2.4.4. Application de la peinture :**

- Si le résultat de l'inspection de carter est positif traitez-le avec un chromage anodique ou avec l'aldine 1200 appliquer une fine couche de peinture sur le carter, sécher pendant 15min à une température de 24°C puis à une température entre 80°C à 99°C pendant 55 min.

- Appliquer une deuxième couche, laisser sécher pendant 16 heures à l'air, puis à une température entre 80° et 99°C pendant 15 min.



**FIGURE 14 :**  
**REDRESSEMENT GABARIS**

### II.4.2.5. MONTAGE :

- Le montage du freine se fait selon le manuel de Maintenance 32-40-03 dans un atelier propre pour éviter que des impuretés s'introduisent à l'intérieur du frein.

#### II.4.2.5.1. Equipement de carter:

##### 1. Equipement des chambres a piston :

Les cartouches : ( voir figure 18)

- Placer un joint racleur dans la gorge à l'intérieur de la cartouche, il faut s'assurer qu'il tourne librement.
- Placer les deux retrainers sur la cartouche.
- Placer le joint entre les deux retrainers.

Les pistons : (voir figure 19 )

Le montage de piston ce fait selon la procédure suivante :

- Placer sur le piston deux bagues.
- Placer le joint entre les deux bagues.
- Lubrifier le joint de piston et entrez-le dans la cartouche (figure 18).
- Lubrifier le joint de la cartouche et visser le dans la chambre a piston.
- Freiner les cartouches avec de file à freiner.

##### 2. Equipement des chambres a ressorts:

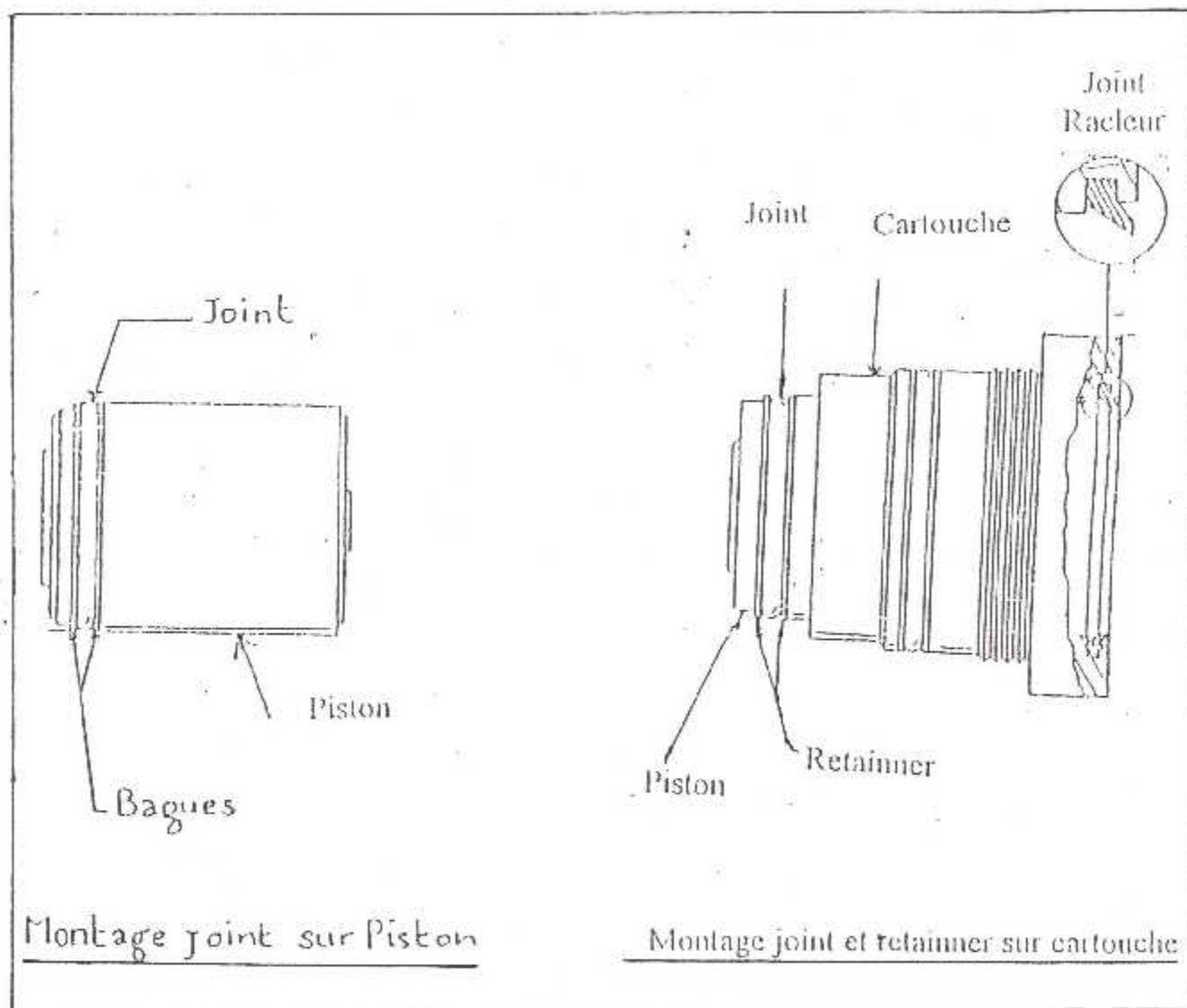
###### MONTAGE DES RESSORTS DE RAPPEL :

- Placer dans la chambre à ressort :
- La protection en nylation.
- Rondelle.

Comprimer le ressort de rappel à l'aide d'une presse, placer le cerclips dans sa gorge. Lorsque la pression est libérée le ressort sera maintenu à l'intérieur de logement garce au cerclips (fig. 20).

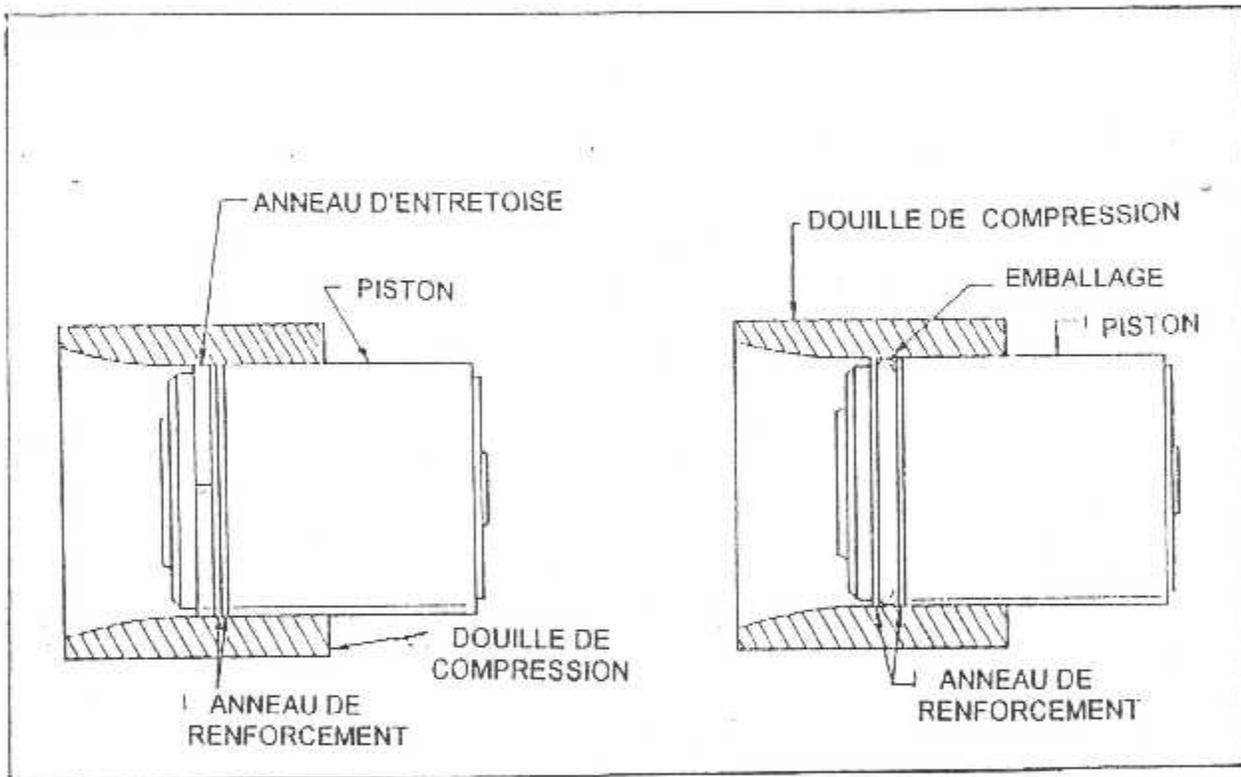
###### MONTAGE DE LA TIGE DE FRICTION :

A l'aide d'une presse et d'un appareil de mesure le montage, on peut effectuer le montage de la bague de friction et de test son bon fonctionnement en même temps, de la façon suivante :

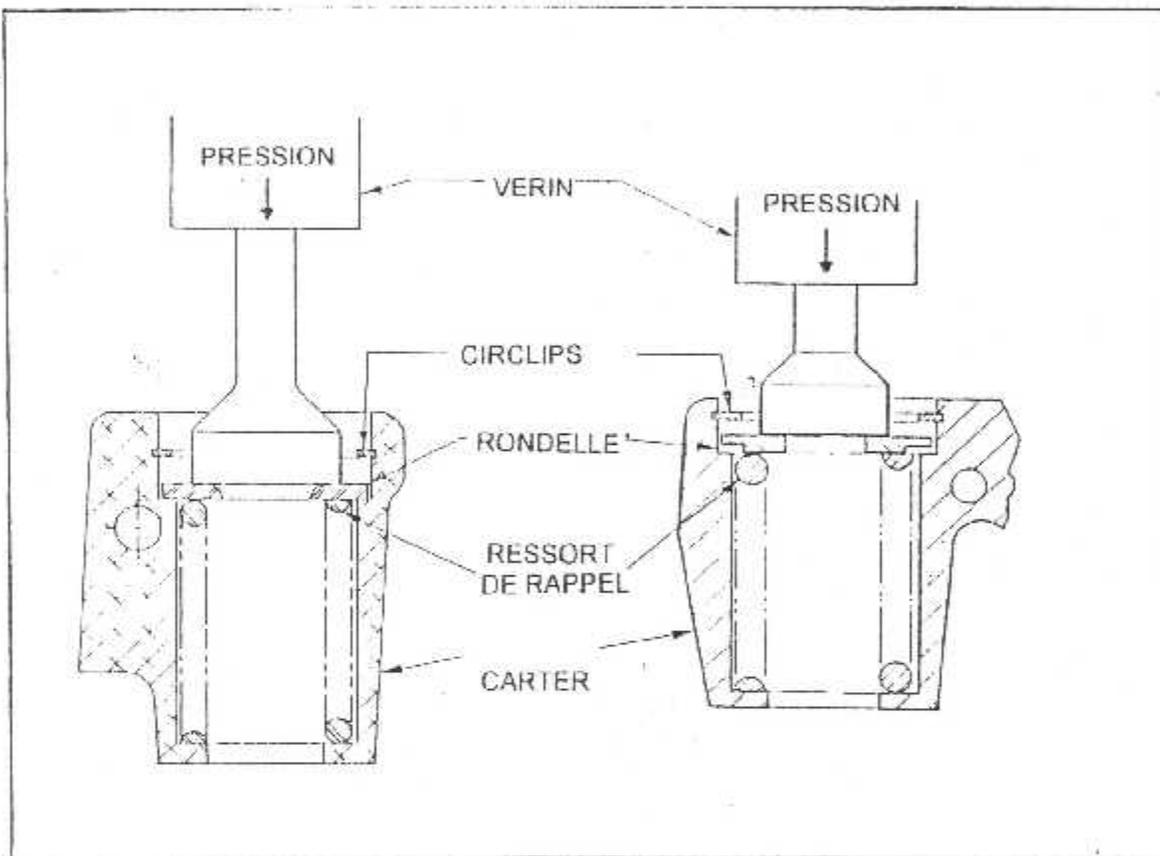


**FIGURE 18.**

**INSTALLATION DES ANNEAUX DE RENFORCEMENT  
ET DU PACKINGS SUR LE PISTON**



**FIGURE 19. INSTALLATION DES ANNEAUX DE RENFORCEMENT ET DU PACKINGS SUR LE PISTON À L'AIDE DES OUTILS D'INSTALLATION**



**FIGURE 20.    INSTALLATION DES RESSORTS DE REGLEUR**

- Déposer l'appareil de mesure sur le banc de la presse
- Placer la tige de friction à travers l'axe de maintien.
- Placer l'écrou de retenue sur la cale, en suite à l'axe de maintien.
- Serrer l'écrou de retenue de friction a rendre l'axe de maintien rigide.
- Poser l'ensemble de l'appareil de mesure.
- Graisser la rondelle en forme de « c » entre la cale et l'appareil (fig.21).
- Placer le logement ajusteur sur la tige de friction mettre la bague de friction sur la tige de friction.
- Baisser le vérin et presser la bague en déplaçant 1.59 mm de l'axe.
- Enlever la rondelle « c ».
- Presser la bague sur la tige de friction, la pression doit être entre 425 psi (30 bars) et 800 psi (55 bar).

#### **MONTAGE DE LA VALVE ET LES BOUCHONS :**

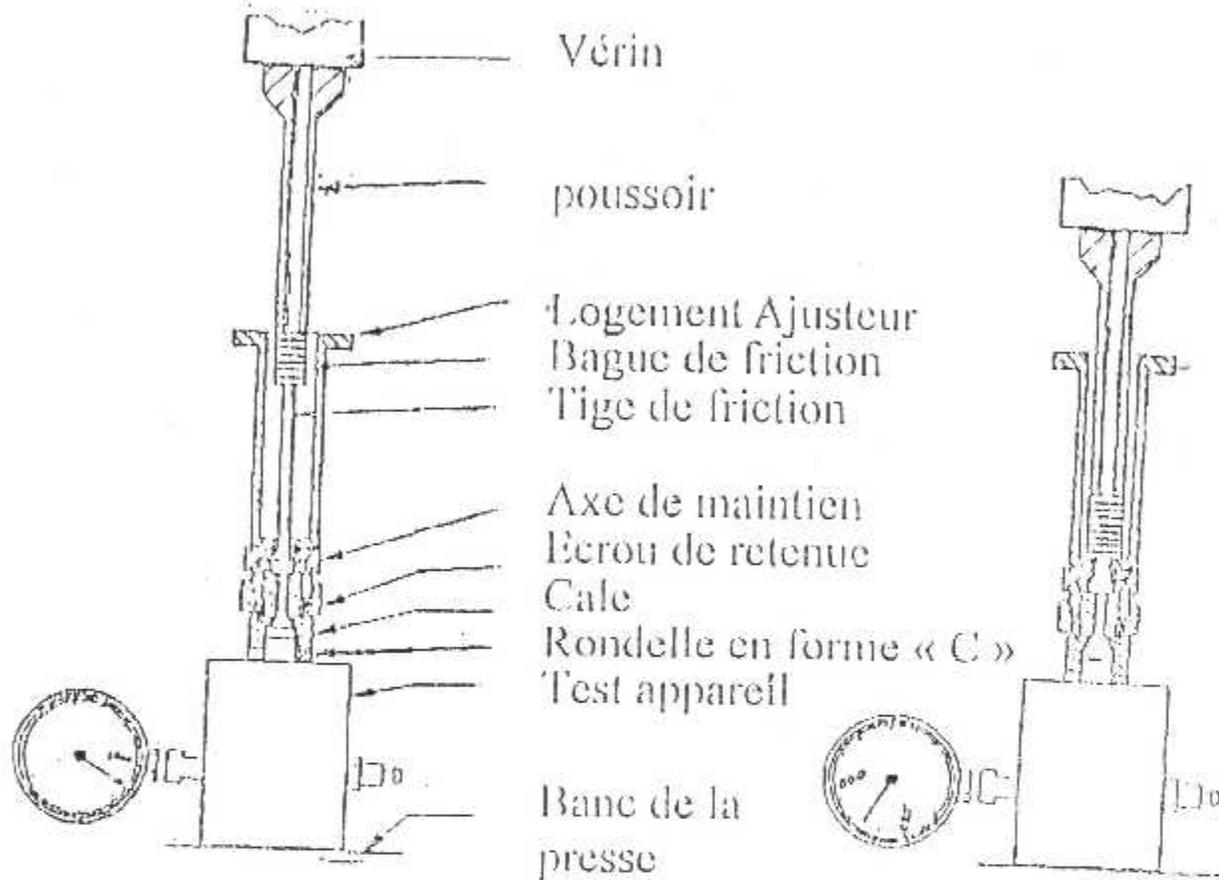
- Placer le joint sur la valve.
- Placer le raccord vis de remplissage a l'intérieur du carter.
- Assembler la valve à l'adaptateur.
- Placer les joints sur le bouchon (115).
- Placer le bouchon dans le carter.
- Placer sur le bouchon la plaque avec ces vis.

#### **II.4.2.5.2. Rivetage des patins:**

- Pour la contre plaque du torque tube et les quatre stators, riveter les patins d'épaisseur 6.07 mm (deux traits bleus) voir figure 22.
- Pour la plaque de poussée, riveter les patins d'épaisseur 7.04 mm (deux traits jaunes).
- On peut utiliser seul les patins d'épaisseur 6.07 mm pour tout l'ensemble.

#### **II.4.2.5.3. Montage de carter sur la plaque de poussée:**

- Après le placement des rotors et stators un par un dans le torque tube, placer la plaque de poussée.
- Placer la rondelle (ou les rondelles) d'ajustement.
- Placer le carter.
- Fixer les tiges de friction dans leurs écrous.
- Serrer les écrous.
- Placer et serrer les boulons de carter sur le torque tube.
- Freiner les boulons avec les plaques de freinage et les goupilles.



**FIGURE 21. MONTAGE DE LA TIGE DE FRICTION**

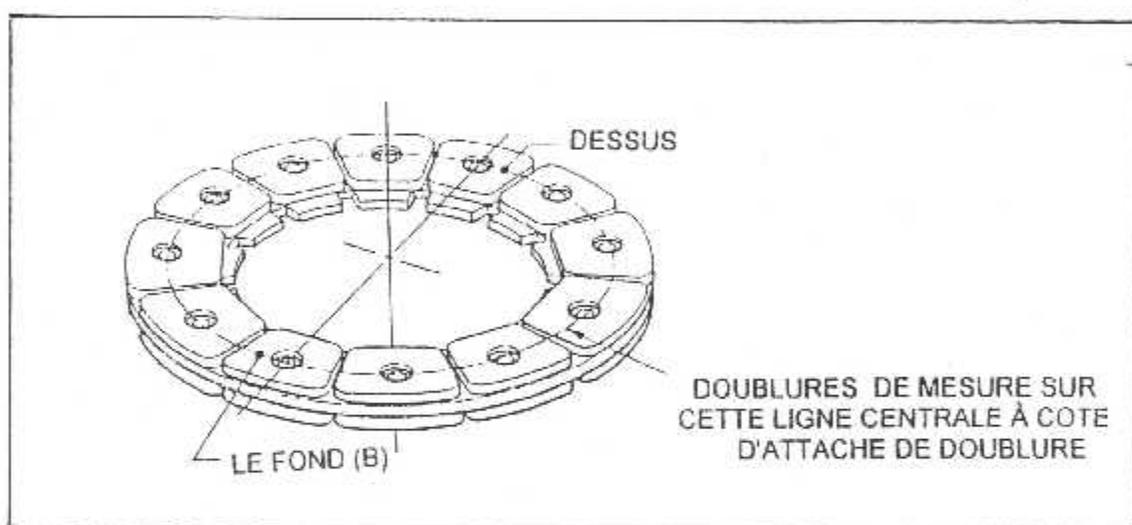


FIGURE 22.      STATOR EQUIPEE

### **NOMBRE DES RONDELLES D'AJUSTEMENT A UTILISER**

Pour que la roue tourne librement il faut laisser un jeu entre la plaque de poussée et les piston d'ordre de 1.02 mm ou minimum et 3.53mm au maximum.

Si on place les trois rondelles en même temps, et on obtient une distance supérieure à 3.53mm, il faut procéder aux changements suivant :

- Si le jeu est entre 3.56mm et 6.07 mm, mettre deux rondelles.
- Si le jeu est entre 6.1mm et 8.61mm, mettre une rondelle.
- Si le jeu est entre 8.64mm et 11mm, monter le bloc sous rondelle.

### **II.4.2.6. TEST DE FONCTIONNEMENT :**

Comme chaque élément d'un avion, l'ensemble frein n'est monté que lorsqu'on s'assure de son bon fonctionnement.

Pour cela on le teste sur un banc d'essai dans l'atelier.

#### **1- Banc d'essai :** voir figure 23

Ce banc d'essai est manuel, il est muni d'un réservoir hydraulique d'une capacité de 40 litres, d'une pompe manuelle capable de fournir une pression de 600 psi (412 bar), et d'un manomètre qui nous donne la pression exercée.

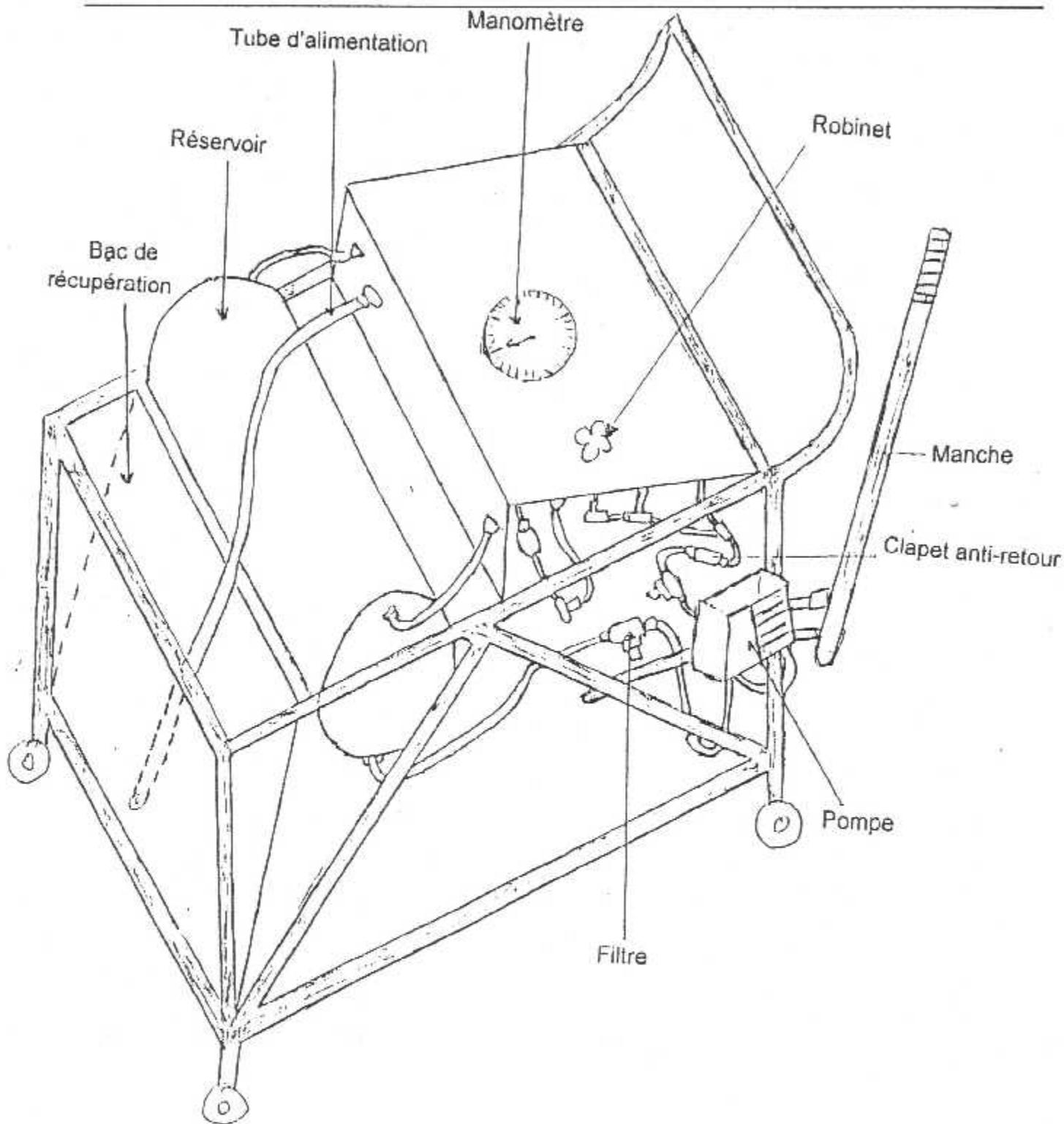
#### **Le test:**

pour tester le bloc frein procéder comme suite :

- Enlever le bouchon et la valve d'alimentation.
- Placer la tuyauterie de banc d'essai à la valve d'alimentation.
- Placer une autre tuyauterie à la valve de la purge orienter vers le bac de récupération de banc d'essai.

#### **La purge :**

- Commencer la purge du frein en envoyant de l'huile sous une pression de 150 à 250 PSI.
- Effectuer plusieurs opérations de purge jusqu'à l'élimination complète de l'air qui se trouve à l'intérieur des chambres à pistons.
- Maintenir la pression à 150 psi et vérifier les fuites.



**FIGURE 23.**

***BANC D'ESSAI***

## 2- TEST D'ETANCHEITE :

Pour vérifier l'étanchéité du bloc frein, élever la pression à 3000 psi pendant 5min, contrôler l'absence des fuites et la résistance des bouchonnes put relâcher la pression

- Si durant le test une fuite ou une anomalie est détectée procède selon l'organigramme suivant :
  
- Relâcher la pression et vérifier le jeu entre les pistons et plaque de poussée.
- Pour tester les ajusteurs de logement de piston faire plusieurs cycles de 0 à 1000 psi (remontée à 1000 psi et relâcher à 0).
- Elever la pression à 3000 psi (210 bar).
- Couper les tiges témoins d'usure à 34.5mm.
- Ajuster les témoins à l'aide d'une lime.
- Relâcher la pression et enlever les tuyauteries.
- Remettre le bouchon et la valve de la purge.
- Freiner la valve avec de fil à freiner.

AIR ALGERIE  
SD ENTRETIEN PLANIFIE  
SERVICE ATERRISSEURS

FICHE DE TEST FREIN BENDIX B.737-200  
P/N 2601042-4  
COMPONENT MAINTENANCE MANUEL 32.40.63 SN

| ESSAI   | PRESSION                | ORIFICE  | TEMPS   | FUITE             | OBSERVATIONS  |
|---|-------------------------|--|---|-------------------|---------------|
| PURGE   | 150 à 250 PSI           | PRESSION   |   |                   |               |
| FUITE   | 5 PSI 3000 PSI<br>0 PSI | PRESSION   | 5 MINUTES   | PAS DE FUITE      |               |
| FONCTIONNEMENT  | 3000 PSI                | JEU MINIMUM ENTRE PLAQUE DE POUSSEE<br>ET LE ROTOR N° 1 DOIT ETRE DE 1.02 MM<br>PRESSION | COURSE DU PISTON COMPRISE<br>ENTRE 1.02 MM ET 3.53 MM |                   |               |
| LONGUEUR DE LA TIGE<br>INDICATRICE D'USURE<br>L'EXECUTANT |                         | AD 91, NM 217 AD<br>A 3000 PSI COUPER LA TIGE A 34.5 MM                                  |   | LE CHIEF D'EQUIPE | LE CONTROLEUR |

*CHAPITRE III*

*DESCRIPTION ET MAINTENANCE  
DE BLOC DE FREIN 767-300*

PN : 2608812-7/-11

### **III. 1. Description :**

Le frein monté sur le BOEING 767-300 est un multi-disques en carbone de dimension 425 x 279.4 mm (figure 1). Il est composé d'un carter en aluminium forger qui loge six pistons et six tiges de friction, un torque tube en acier, un puis de chaleur en composite de carbone a cinq rotors, quatre stators et deux stators auxiliaire (plaque de poussée et la contre plaque), deux témoins d'usure attachés à la plaque de poussée.

#### **III.1.1. Les éléments essentiels de frein :**

##### **1. Torque tube :**

C'est le corps principal du frein, il est mono-bloc cylindrique en acier a plusieurs rainures, ça base est en forme d'étoile a neuf boucliers, sur les qu'elles on rivette les tapotements de couple (485) pour placer la contre plaque. La surface cylindrique est trouée pour riveter les chemises protectrices de chaleur. (Figure 2).

##### **2. Les rotors :**

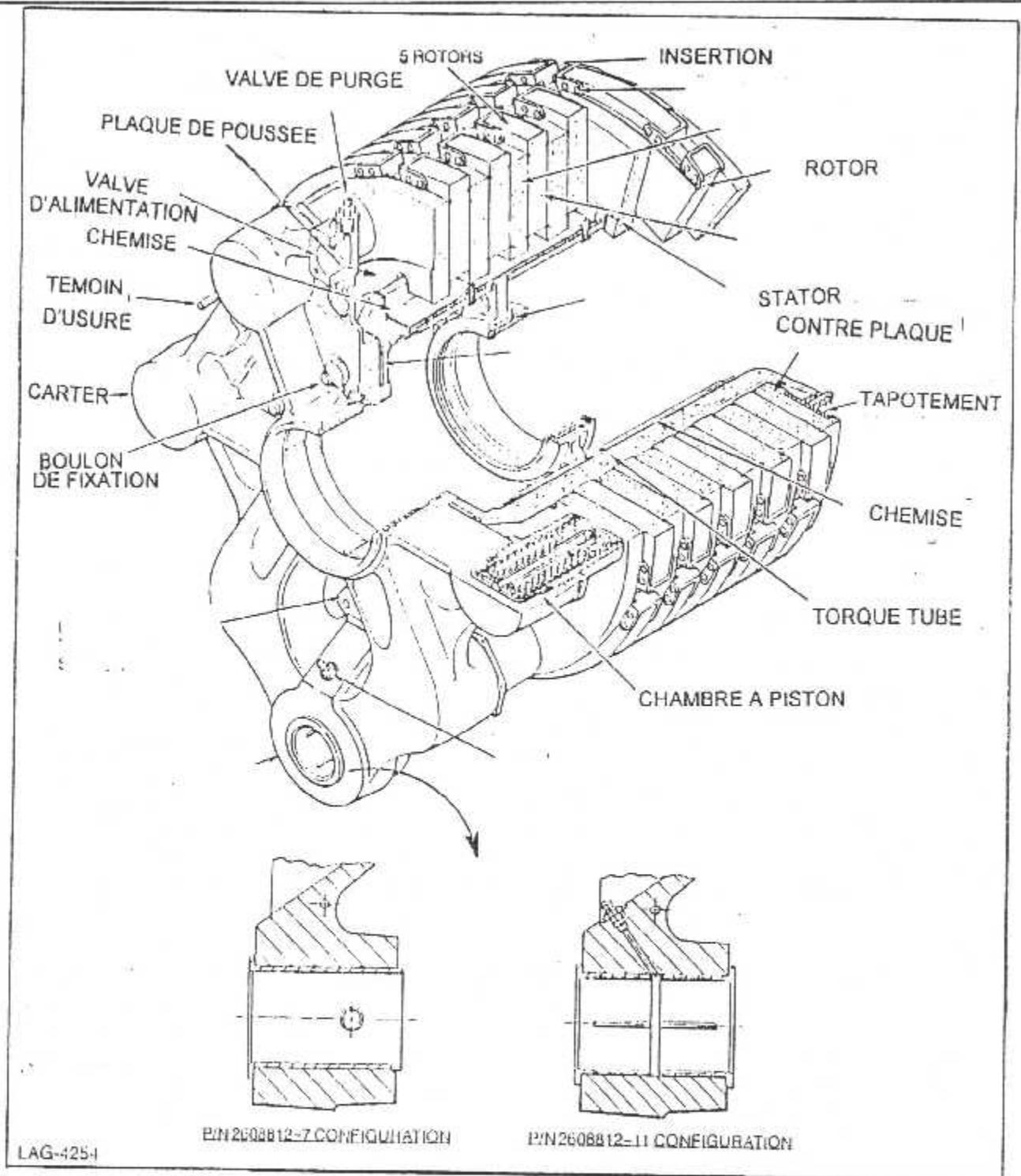
Ils sont mono-bloc en composite de carbone. Le rotor a des rainures au bord extérieur sur lequel sont rivetées des fontes (cavalière), c'est demières assurent l'accroche de la jante au frein. L'épaisseur de rotor est 20.65 mm, et il pèse 4.3 kg. (voir figure 3).

##### **3. Les stators :**

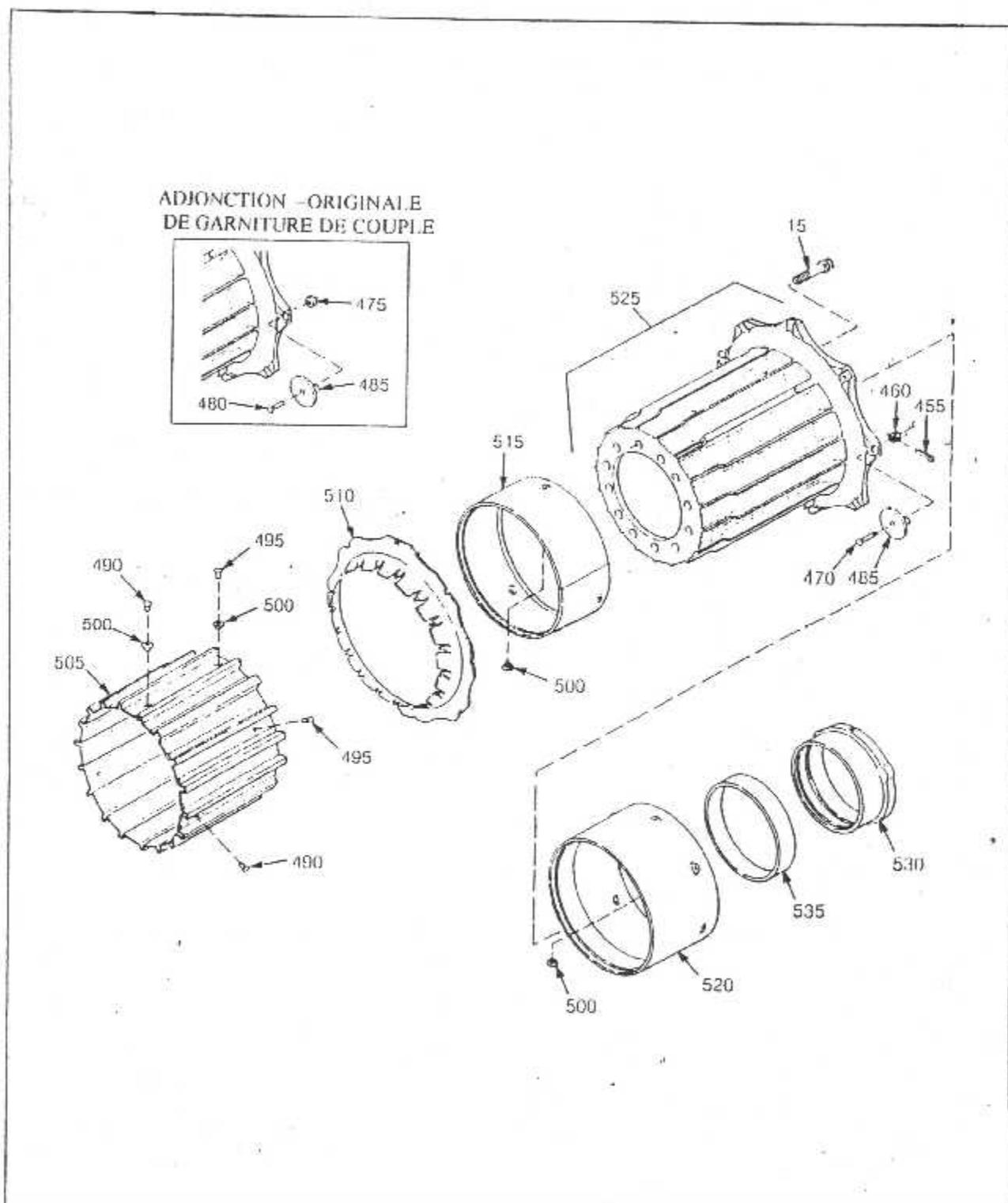
Ils sont mono-bloc en composite de carbone. Le stator possède des rainures au bord intérieur pour se fixer avec le torque tube. Les deux surfaces, haut et bas, travaillent en frottement. L'épaisseur d'un stator est 23.24 mm, et il pèse 3.5 kg (voir figure 4).

##### **4. plaque de poussée :**

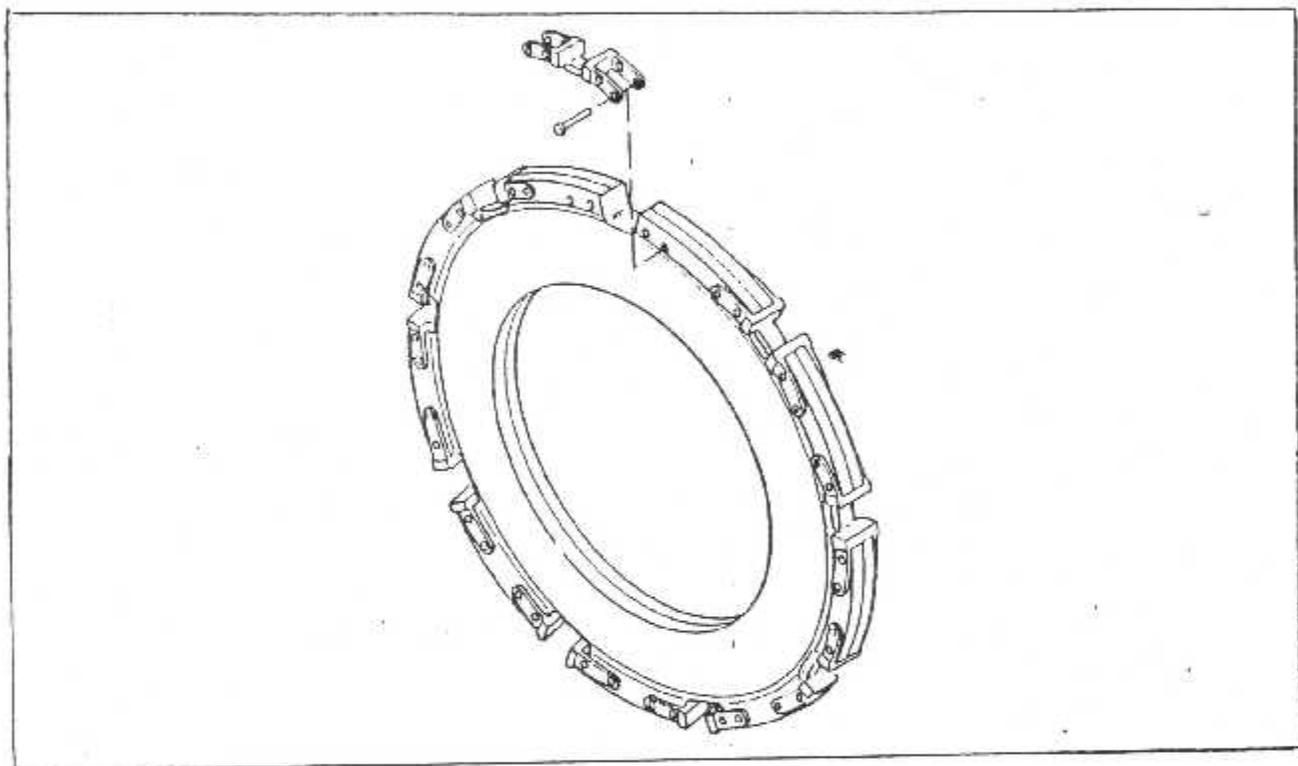
C'est un stator auxiliaire, il a une surface qui travaille en frottement, sur l'autre coté, on trouve les deux emplacements des témoins d'usure. L'épaisseur de la plaque de poussée est de 15.88 mm, elle pèse 2.6 kg (figure 5).



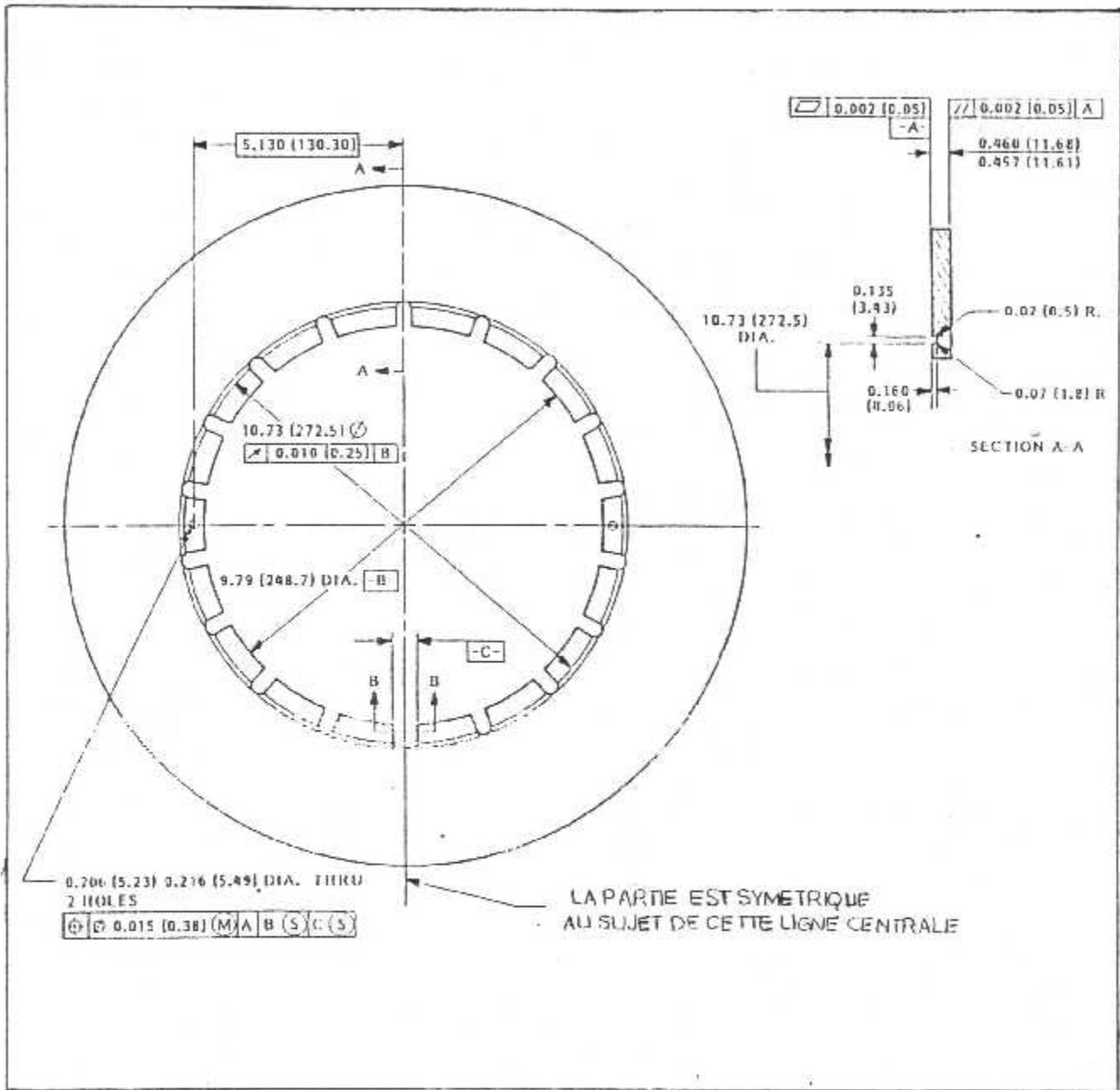
**FIGURE 01 : BLOC DE FREIN B767-300**



**FIGURE 2. VUE ECLATEE DE TORQUE TUB**



**FIGURE 3. DEMONTAGE DE ROTOR**



**FIGURE 4. DEMI DE DISQUE DE REDRESSEUR**

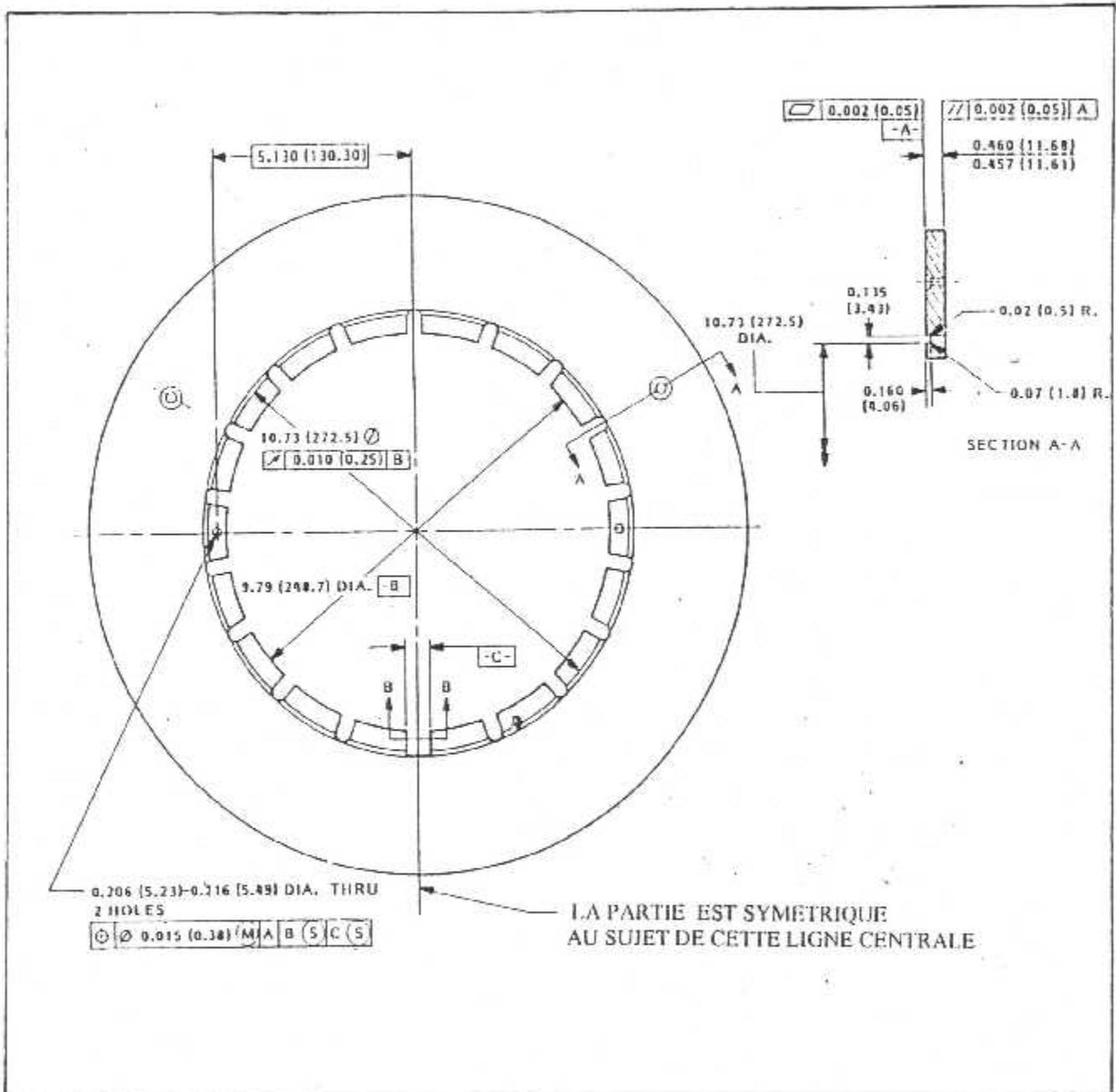


FIGURE 5. PLAQUE DE POUSSEE

### **5. La contre plaque :**

C'est un stator auxiliaire qui ne possède pas de rainures mais des encoches circulaires, qui lui permet de se placer sur les tapotements de couple du torque tube.

L'épaisseur de la contre plaque est de 19.94 mm, elle pèse 2.4 kg

### **6. Le carter : (190)**

C'est l'ensemble le plus complexe de frein, il possède une valve de purge et une valve d'alimentation qui relie les six pistons avec une canalisation. Les tiges de friction et les ressorts de rappel se trouvent dans les pistons.

### **III.1.2. Elaboration du composite carbone/carbone :**

Le carbone polycristallin tel qu'on le connaît n'est pas assez résistant pour être utilisé directement dans la fabrication des disques de frein.

Les disques actuellement utilisés sont toujours réalisés en composite carbone/carbone, c'est-à-dire avec une partie renfort en fibres de carbone pour donner la résistance, et une partie matrice de carbone déposé sur le carbone du renfort de façon à arriver à une densité convenable.

L'arrangement des fibres du renfort pour former la préforme est différent, on peut procéder par empilage de couches de fibres tissées, de fibres tricotées ou de fibres longues unidirectionnelles dans chaque couche, par enroulement puis mettes en forme de bandes tissées, pressage de fibres courtes aléatoires, etc.

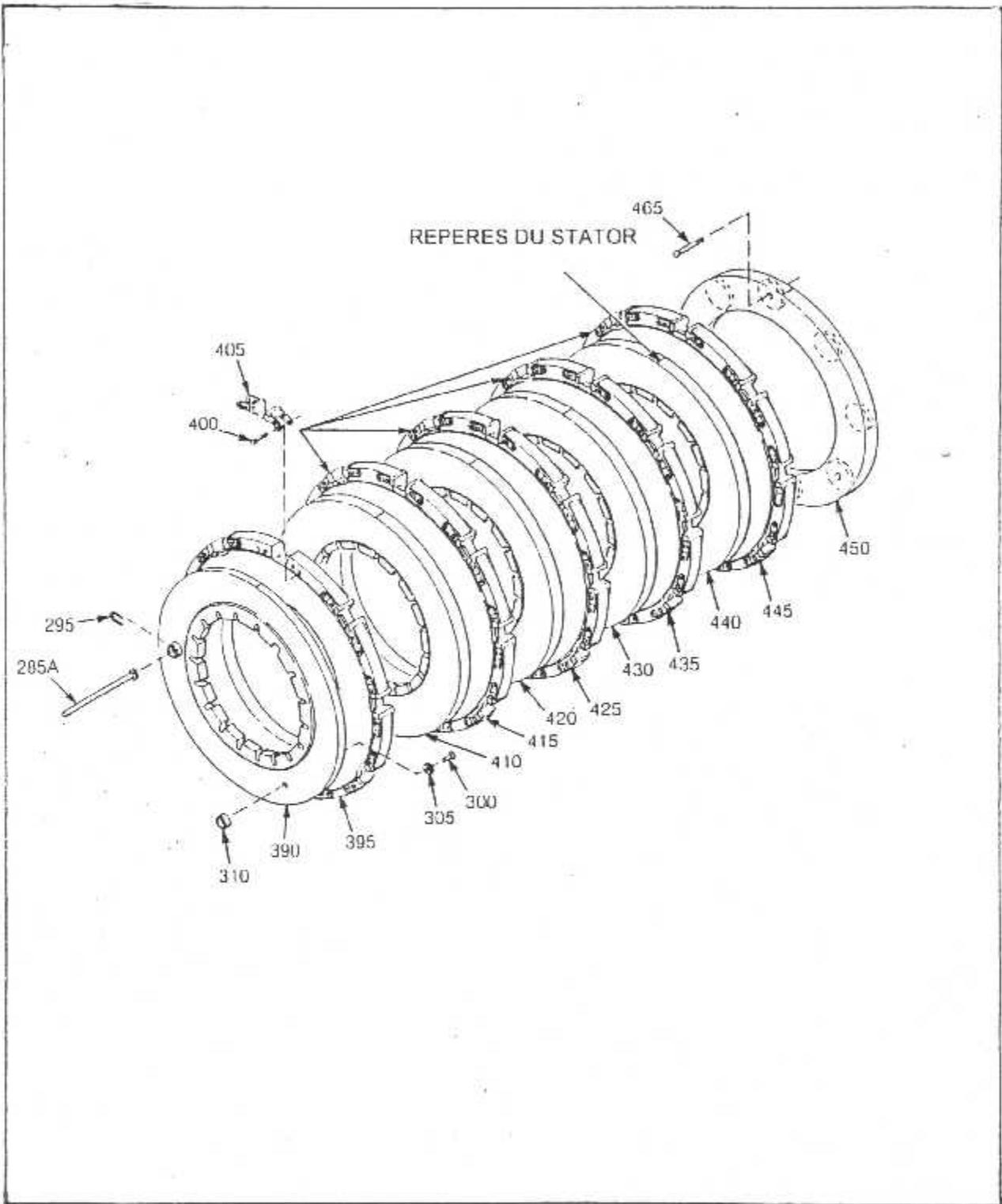
### **III.1.3. Propriétés d'un frein en carbone :**

- La capacité thermique massique est beaucoup élevée 1.35 kJ/kg.°c.
- Le point de fusion est beaucoup élevée au-delà de 3000°c.
- Puits de chaleur légers.
- Le coefficient de friction est plus élevé 0.14 à 0.18 en freinage maximal.
- La conductivité thermique est plus élevée 110 w/m.°c.
- Le carbone ne comporte pas de domaine plastique, il ne risque pas de déformer au cours des cycles thermique.
- La masse volumique du composite carbone/carbone est autour de 1.75 g/cm<sup>3</sup>.

**III.1.4. Fiche technique de frein :**

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| Application                        | BOEING 767-300    |
| N° d'immatriculation (part number) | 2608812-7/-11.    |
| Immatriculation de BOEING          | S160T300-15/-19.  |
| Dimension                          | 425.2 x 279.4 mm. |
| Type                               | Cinq rotors       |
| Nombre frein requis                | Huit par avion.   |
| Disque                             | Carbone.          |
| Carter                             | Aluminum forger   |
| Fluide hydraulique                 | BMS 3.11          |
| Tolérance minimale                 | 1.52 mm           |





**FIGURE 6-A. VUE ECLATE DE PUIXS CHALEUR**

III.1.5. Illustration des pièces : Voir les figures écarter. (figures 2,6 et 6.A)

Tableau de la nomenclature :

| N°  | NOM                  |
|-----|----------------------|
| 5   | Ecrous               |
| 10  | Rondelle             |
| 20  | Adapteur             |
| 25  | Joint                |
| 30  | Vis                  |
| 55  | Joint                |
| 60  | Racleur              |
| 80  | Cartouche            |
| 95  | Bague de friction    |
| 100 | Tube de friction     |
| 105 | Tige de friction     |
| 110 | Cheviller            |
| 135 | Carclips             |
| 145 | Ressors de rappel    |
| 155 | Piston               |
| 160 | Boulon               |
| 175 | Vis de graissage     |
| 185 | Bouchon              |
| 190 | Carter               |
| 235 | Palier               |
| 260 | Plaque d'identité    |
| 270 | Rondelle d'épaisseur |
| 285 | Témoin d'usure       |
| 310 | Retenir              |
| 390 | Plaque de poussée    |
| 400 | Rivet                |
| 405 | Fonte                |
| 410 | Stator               |
| 415 | Rotor                |
| 450 | Contre plaque        |
| 455 | Goupille             |
| 465 | Guide                |
| 485 | Tapotement de couple |
| 505 | Chemise extérieure   |
| 515 | Chemise intérieure   |
| 525 | Torque tube          |

### **III.2. Fonctionnement**

Le frein fonctionne par pression du liquide à partir du circuit hydraulique principal de l'avion.

Le fonctionnement de frein est contrôlé par les soupapes de dosage quand les pédales de freinage sont enfoncées, l'avion utilise également un système de contrôle de frein secondaire pour arrêter l'avion en cas de non-fonctionnement de système primaire.

Quand la pression est appliquée sur le frein, le fluide hydraulique sous pression de système entre dans l'orifice d'alimentation du frein, il est distribué aux pistons par les passages forés.

La pression du liquide enclenche les pistons et elle les déplace dehors contre la plaque de poussée.

Le mouvement de la plaque de poussée comprime le puis de chaleur, en parallèle, les ressorts de rappel se compriment.

Quand la pression est relâchée, les pistons reviennent à leur position à l'aide des ressorts de rappel, gardant ainsi la tolérance entre les disques et permettant la rotation libre de la roue.

### **III.3. Entretien du frein B767-300 :**

Les cas de révision du bloc de frein B767-300 sont :

- 1- Limite d'usure ;
- 2- Surchauffe ;
- 3- Visite périodique ;
- 4- Fuite hydraulique ;
- 5- Limite de stockage (2 ans) ;
- 6- Autres anomalies ;

#### **Remarque :**

La révision de frein dépend de la panne et pour cela chaque panne a ses procédures :

Dans le cas de la limite d'usure ou de surchauffe, les procédures sont :

- démontage ;
  - nettoyage ;
  - inspection ;
  - réparation et peinture ;
  - montage ;
  - test ;
- ❖ dans notre étude, on abordera la révision la plus courant (limite d'usure )
- **dans le cas d'une fuite hydraulique :**
    - Démontage de carter ;
    - Changement des joints ;
    - Montage ;
    - Test ;
  - **Dans le cas d'une visite périodique :**
    - Démontage ;
    - Inspection ;
    - C'est les résultats d'inspection son bon ;
    - Monter le frein sont le changement des rotors et stators ;
    - Test ;
  - **Le cas de la limite de stockage :**
    - Démontage ;
    - Changement des joints ;
    - Montage ;
    - Test ;

### III.3.1. Démontage de frein :

le démontage ce fait dans un secteur propre selon les instructions contenu dans le manuel de révision et suivant les étapes suivantes :

- Enlever les écrous (5), les rondelles (10) et les boulons (15).
- Séparer le carter de puis de chaleur.
- Démontez le carter comme suit :
  - (a) Enlever la valve de purge comme ensemble (20 à 40).
  - (b) Enlever l'adaptateur de la valve.
  - (c) Enlever la plaque d'identité (260), la plaque peut être réutilisée si la configuration de frein demeure la même.

- (d) Enlever les ensembles de piston (55 à 155) de leur cambres de carter.
- (e) Enlever le joint (55) de la douille de piston (cartouche)(80).
- (f) Enlever les pistons et les ensembles de friction comme ensemble de leur cartouche.
- (g) Enlever les réglers de leur piston, en enlevant la goupille (85) et l'écrou (90).
- (h) A l'aide d'une presse (figure 7), enlever le cerclips (135) et le ressort (145).
- (i) Enlever les boulons (160) et les rondelles (165).
- (j) Enlever la parenthèse de témoin d'usure (170).
- (k) Enlever les garnitures de graissage (175 et 180) du carter.
  - Enlever les témoins d'usure de la plaque de poussée.
  - Déposer les rotors et les stators.
  - Enlever les tapotements de couple (485).
  - Enlever les boucliers de chaleur (505, 515 et 520).
  - Enlever le bouclier de torque tube (510).
  - La dépose de palier manchon (530) et de l'anneau de l'isolateur (535) sera déterminé par l'inspection.

### III.3.2. Nettoyage des éléments de frein :

#### 1. Généralité :

Les procédures de nettoyage suivantes décrivent les méthodes et les produits de nettoyage les plus efficaces pour maintenir le frein.

- ❖ Nettoyer tous les éléments métalliques de l'ensemble de frein par la pulvérisation, le brossage ou le trempage. Utiliser les produits d'épuration. Après le rinçage des pièces dans l'eau propre, ce dernier doit complètement mouiller la pièce avec une couche continue. Si l'eau forme des gouttelettes sur la surface, il faut refaire le nettoyage de la pièce.
- ❖ L'azote sec est recommandé pour sécher les pièces après le nettoyage. Si l'azote sec n'est pas disponible l'air sec comprimé peut être utilisé.

#### 2. Enlèvement des gisements de carbone :

- Immerger les pièces dans le dissolvant de carbone, le temps de nettoyage dépend de la sévérité du gisement a enlevé
- Rincer les disques dans l'eau propre.
- Sécher avec l'azote sec ou l'aire compriimer sec.

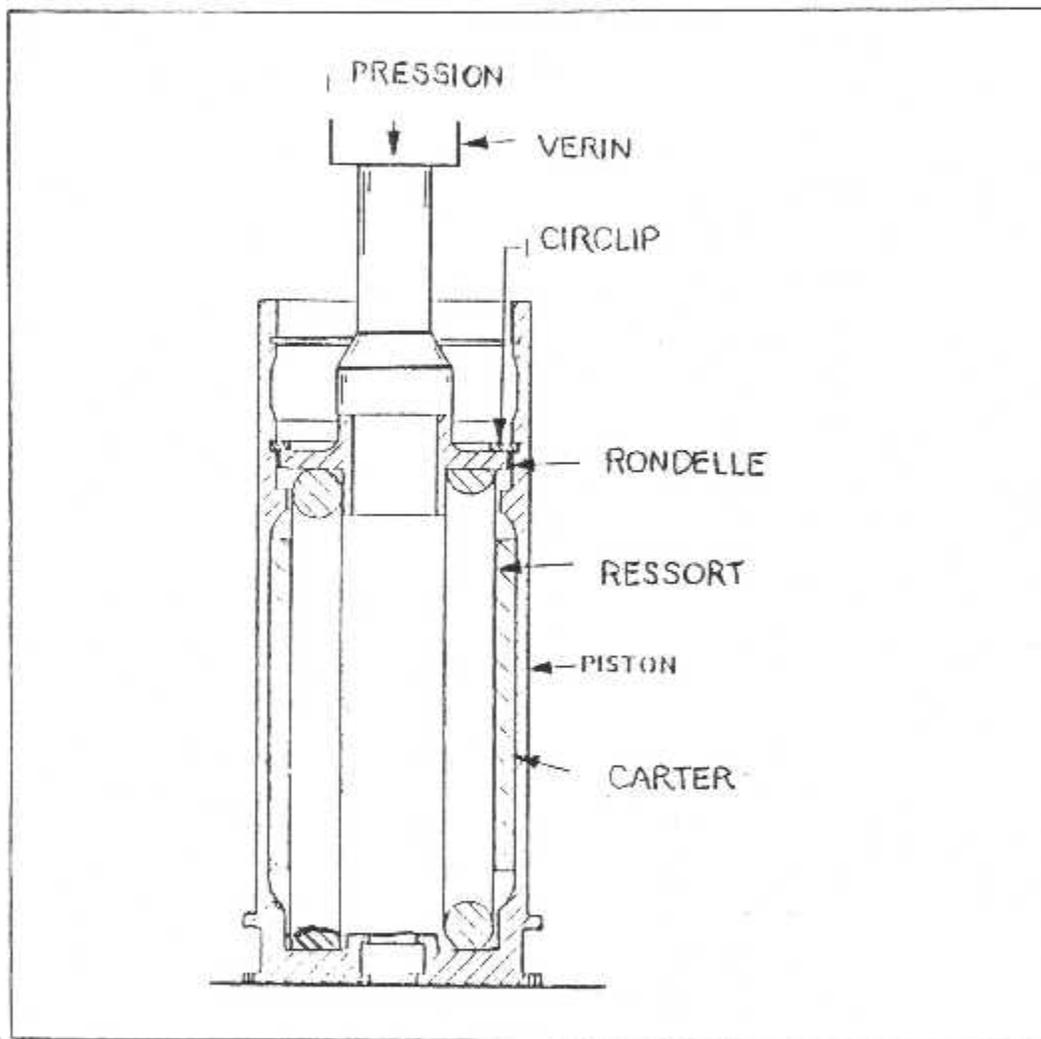


FIGURE 7: DEMONTAGE DE RESSORT DE RAPPEL

### 3. Enlèvement de la peinture des pièces en aluminium :

- Immerger les pièces dans un bain de décapant.  
Si les équipements sont disponibles, il est préférable d'utiliser deux réservoirs de solution dépouillante de peinture (décapant). Le premier réservoir devrait être employé pour enlever la majeure partie de la peinture, et le deuxième réservoir devrait être utilisé pour le rinçage.
- Si ce système est utilisé, les pièces devraient demeurer dans chaque réservoir approximativement 15 minutes.
- Rincer complètement les pièces dans un bain d'eau propre.
- Sécher les pièces avec de l'azote sec ou l'air comprimé sec.

### 4. Enlèvement de la peinture des pièces en acier :

- Submerger les pièces dans le décapant de la peinture.
- Employer une brosse molle de brin pour faciliter la dépose de la peinture.
- Rincer les pièces dans une eau chaude (82°C ou minimum).
- Sécher les pièces.

### 5. Elimination de la corrosion sur les pièces en aluminium :

Après le nettoyage, séparer les pièces non-aluminium des pièces en aluminium.

- ❖ Si les pièces ont seulement des petits domaines de corrosion, traitez-les comme suit :
  - Chauffer les pièces approximativement à 99°C, en utilisant un four ou un bain d'eau, maintenir la pièce à cette température.
  - Appliquer la solution acide phosphorique chromique aux secteurs corrodés pendant une à cinq minutes à (82°C – 99°C).
  - Enlever les pièces de décapant et les rincer dans l'eau courant froid suivi d'un rinçage en eau chaud.
  - Sécher les pièces complètement.

### **6. Elimination de la corrosion sur les pièces en acier :**

- Immerger les pièces dans le deruster pendant une période de cinq minutes à plusieurs minutes, à une température de 71°C à 82°C.
- Rincer les pièces complètement dans l'eau courant froid.
- Neutraliser les résidus d'alcali comme suit :
  - Immerger les pièces dans un réservoir de rinçage a l'eau chaude.
  - Maintenir la température de l'eau de 60°C à 71°C.
  - Rincer les pièces.
  - Immerger les pièces dans une solution acide chromique de 3 à 5%.
  - Rincer dans l'eau chaude 60°C à 71°C.
  - Sécher complètement les pièces.

### **III.3.3. INSPECTION :**

#### **III.3.3.1. Vérification des disques en carbone :**

Si un frein est enlevé de l'avion dans un état partiellement usé, le puis de chaleur devrait être globalement examinée visuellement. Ils sont considérés acceptables pour la réutilisation s'ils reperdant positivement à la conformité d'épaisseur de la surface de frottement et les dommages subis.

Les disques considérés incapables de les réutilisés, peuvent être rectifie superficiellement ou jeter si un quelconque des cas suivants existe :

- On suspect l'usage excessif en secteur de fente d'entraînement et trous de rivet.
- Les dommages d'objet étrange.
- Les vides, les défauts linéaire (fissures) ou les pièces qui semblent travailler excessivement.
- Un rotor a une insertion (fente) cassée, coudé ou manquant.
- Tous les disques de carbone sont rompus, cassés ou écrasés.
- On suspecte l'oxydation d'un/es disque en carbone.
- Autres problèmes potentiels.

**1. rotors :**

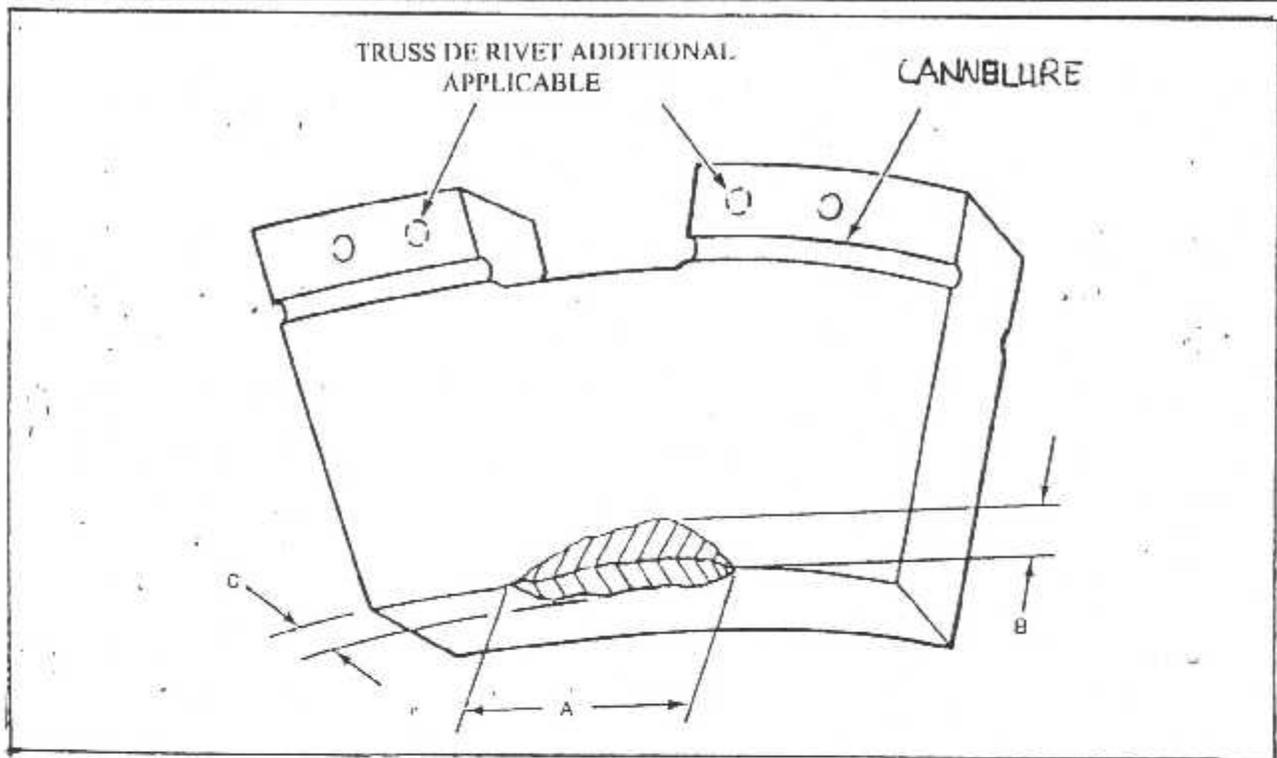
Les rotors doivent être inspectés pour déceler l'usage.

Les surfaces de frottement et les surfaces non-motrice doivent être examinées pour déceler les vides et les défauts linéaires. Les surfaces de bord d'entraînement doivent être examinées pour déceler les dommages des trous des rivets.

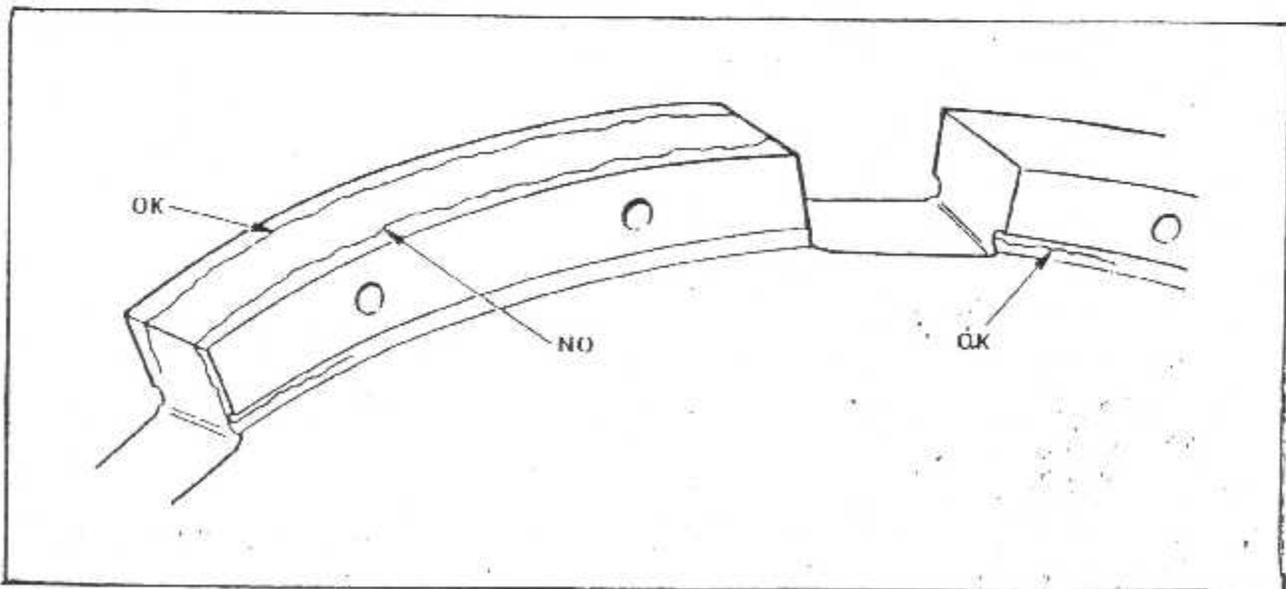
Contrôler la tolérance excessive et mesurer deux lacunes par rotor aux endroits vis-à-vis de l'un à l'autre.

❖ **enlever le disque du service et le stocker pour la rénovation possible si :**

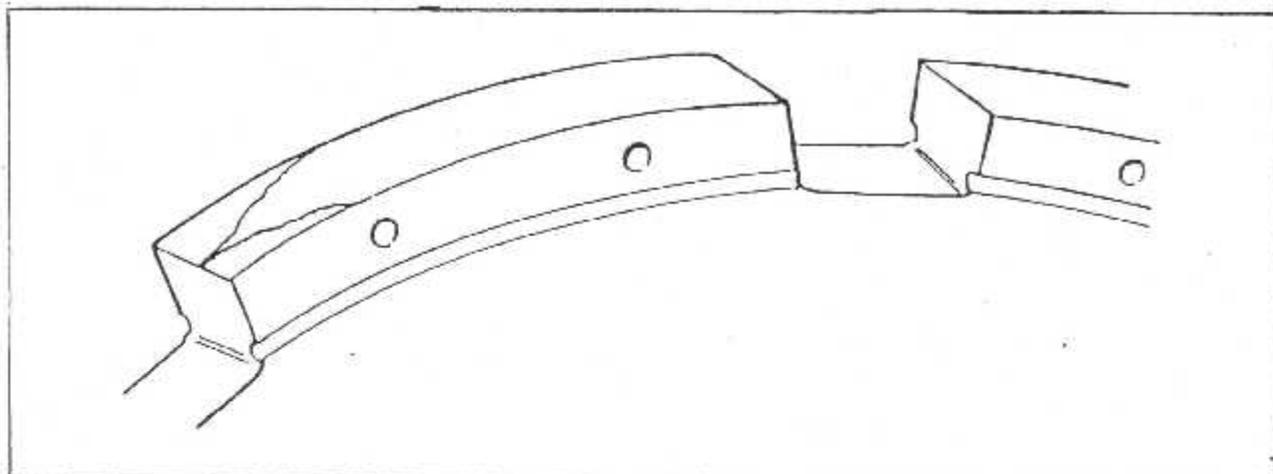
- Le rotor contient un élément cassé ou disparu.
- Un vide couvre plus de 10% de domaine ou il a plus de 1.59 mm de profondeur.
- Un défaut est de 25.4 mm de largeur (direction A), 6.35 mm en largeur (direction B) et 3.18 mm de hauteur (direction C). (figure 8)
- Les défauts linéaires avancent à travers l'épaisseur de disque. (figure 9).
  
- Des défauts apparaissent sur une surface de bord d'entraînement, commençant de visage de fente et se déployant vers le trou de rivet. (figure 10)
- Un morceau de bord est plus long que 25.4 mm. (figure 11)
- Il contient plus de cinq morceaux où bord d'entraînement.
- Un morceau existe tout autour d'un trou de rivet et il est plus large que  $\frac{1}{2}$  de diamètre de trou de rivet (figure 12).
- Un morceau est plus profond que  $\frac{1}{4}$  de diamètre de trou de rivet (figure 12).
- Il y a plus de six morceaux dans la région de trou de rivet de n'importe quel disque.
- Un défaut linéaire simple apparaît sur les surfaces de visage de fente.
- Les défauts linéaires apparaissent dans les secteurs ombragés sur la surface de bord d'entraînement (figure 13).
- Les arrêtes arrondis dans les encoches de fente sont plus grands que ceux représenté sur la figure 14.
- Les défauts linéaires déploient plus que  $\frac{1}{2}$  de diamètre de trou de rivet dans la région B (figure 15).
- Il y a plus d'un défaut linéaire par trou comprenant les deux cotés de disque.
- Les défauts linéaires sont présents sur plus de quatre trous différents par disque.



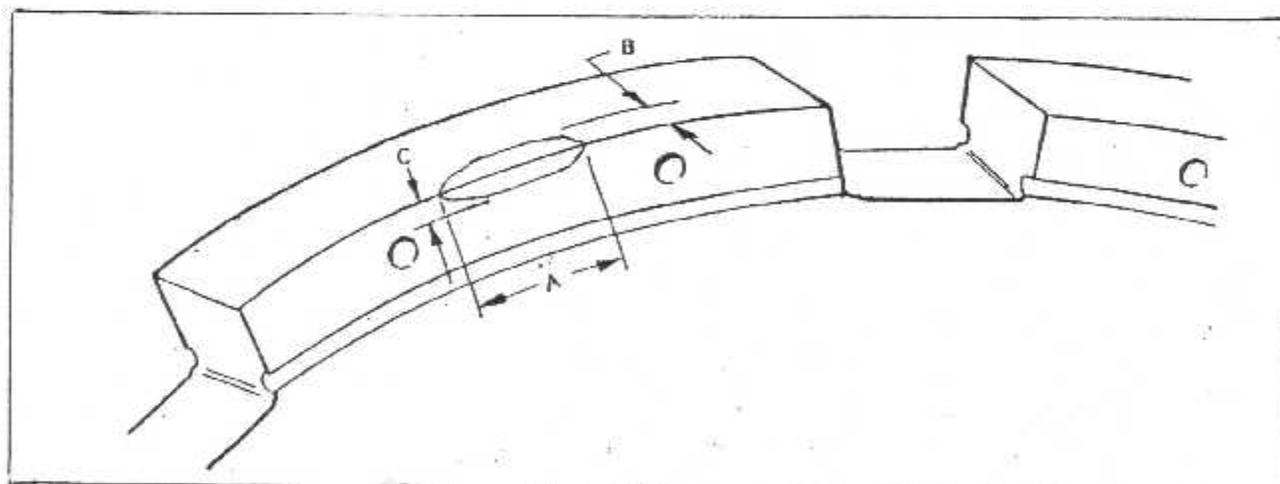
**FIGURE 8. CONDUISEZ NON LES MORCEAUX DE BORD**



**FIGURE 9. DEFAUTS LINAIRES**



**FIGURE 10. DEFANTS LINAIRES**



**FIGURE 11. MORCEAUX DE BORD**

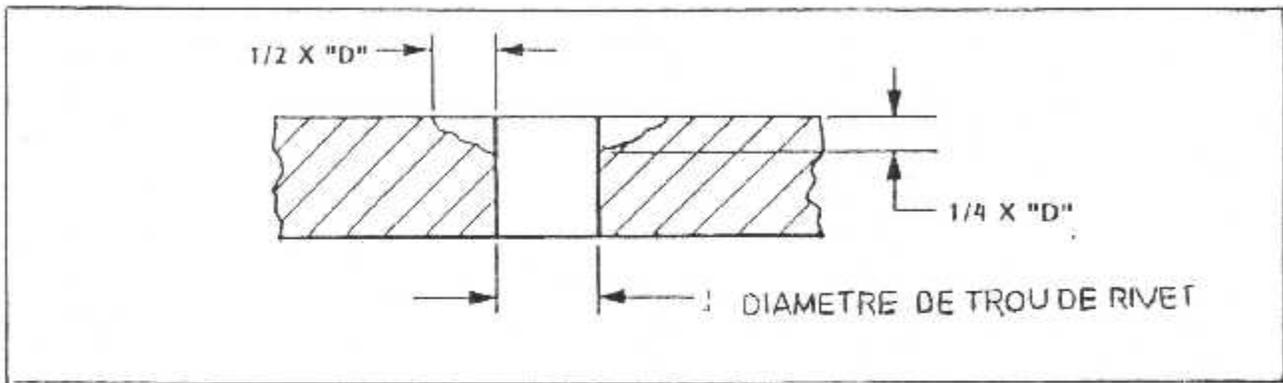


FIGURE 12.      MORCEAUX

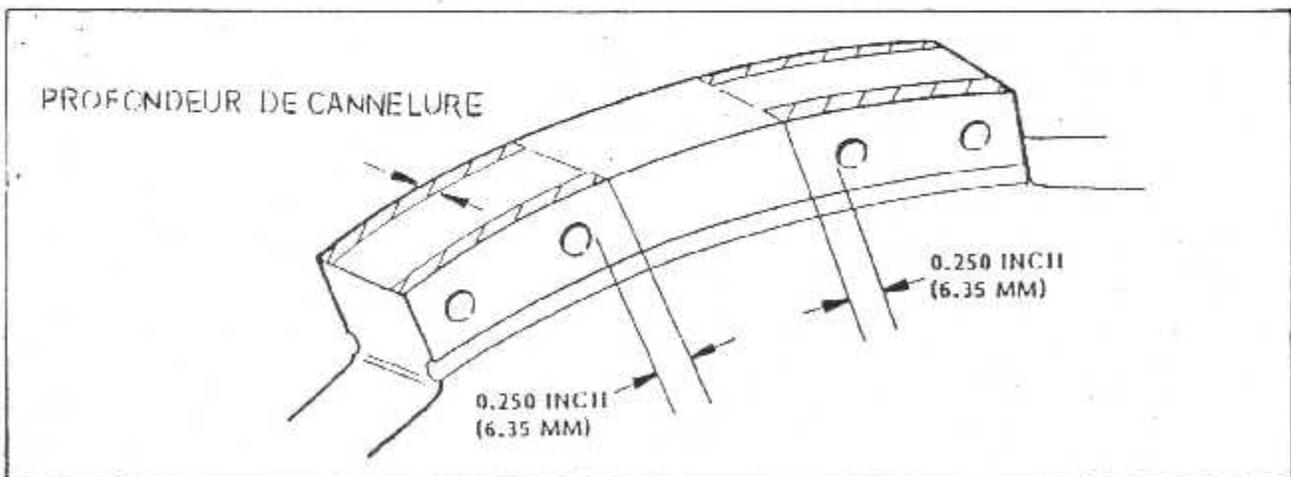
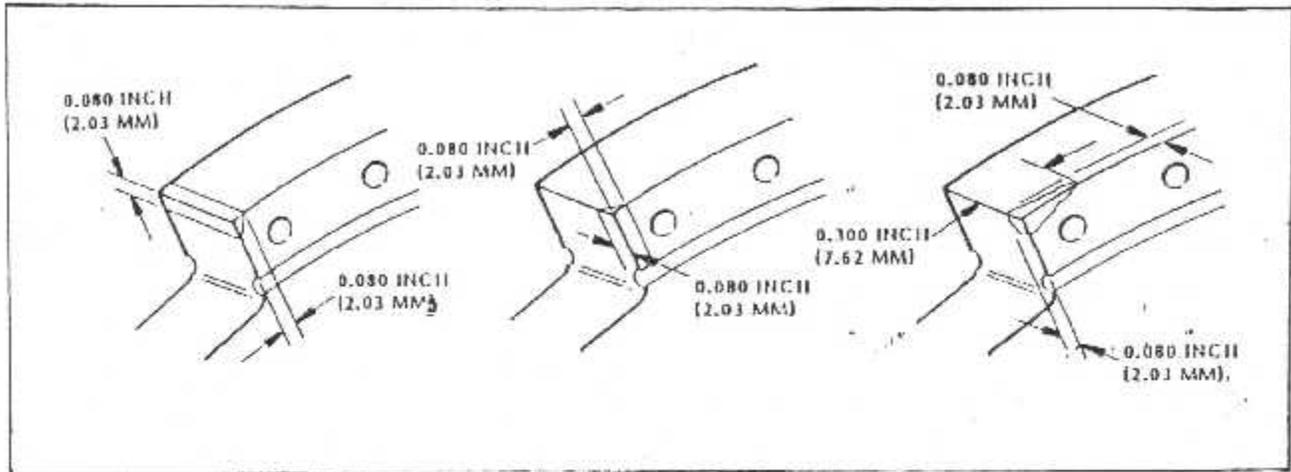
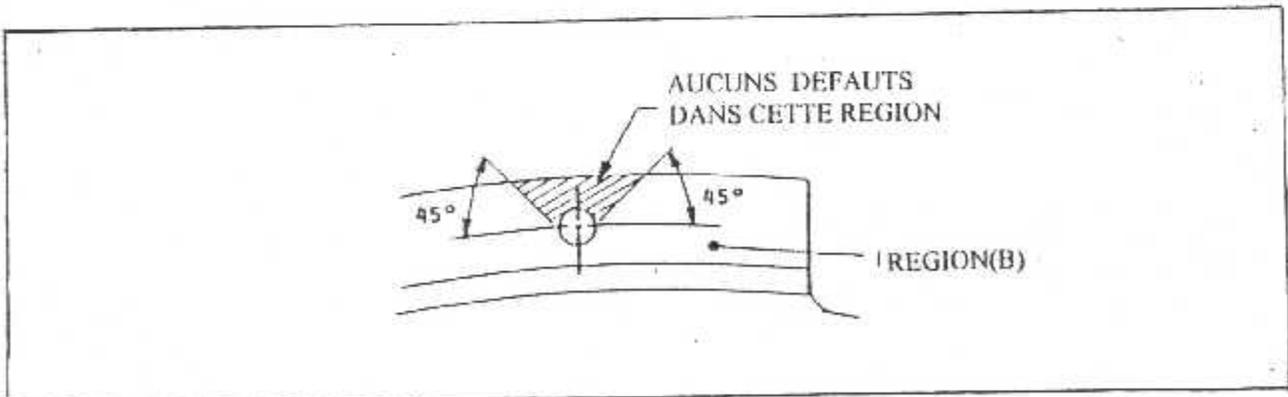


FIGURE 13.      DEFAUTS LINEAIRES DANS LES ROTORS



**FIGURE 14. MORCEAUX**



**FIGURE 15. DEFAUTS LINEAIRES**

❖ **Les défauts acceptables :**

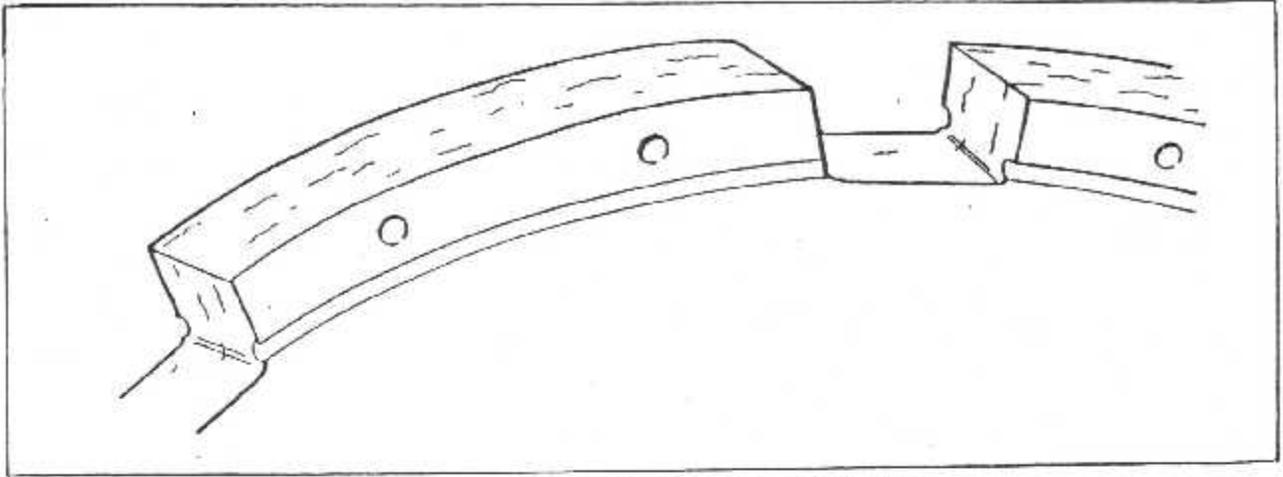
- Si seulement un espace (lacune) excède à 0.66 mm.
- Si la cote est moins de 0.66 mm pour les deux lacunes.
- Les fissures discontinues multiples sur le bord extérieur et/ou sur le visage de fente, qui n'excèdent pas les limites montrés sur la figure 16.
- Un défaut est autorisé s'il est à 6.4 mm de trou de rivet.
- On permet les défauts linaires dans les cannelures qui n'avancent pas où visage de fente comme représenté sur la figure 17.
- Les défauts linaires discontinus multiples dans le secteur ombragé.
- Un morceau, existant autour d'un trou de rivet, plus petit que  $\frac{1}{2}$  de diamètre de ce trou.

❖ **Un disque est ferrailé si :**

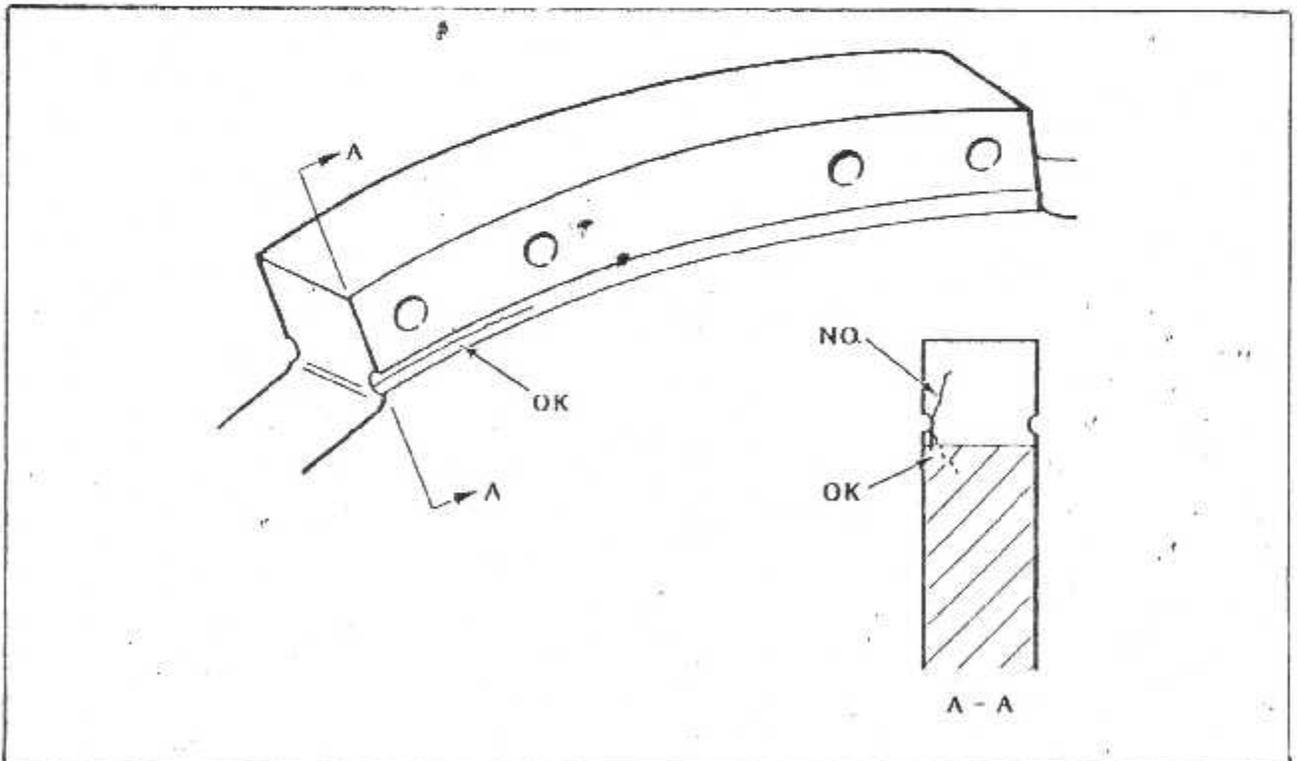
- Si n'importe quel espace excède à 1.93 mm des deux lacunes.
- Un défaut linaire est plus long que 50.8 mm.
- S'il existe sur la surface de frottement plus de quatre défauts linaires.
- Si la somme des longueurs des défauts linaires est une moitié grande que la circonférence de disque.
- Un défaut linaire avance à travers l'épaisseur du disque.
- Si des trous du rivet sont éclatés complètement.
- Si des défauts linaires s'avèrent pour avancer à travers l'épaisseur du disque.

**2. Stators et plaque de poussée :**

- Inspecter les emplacements des témoins d'usure sur la plaque de poussée.
- Si le trou de rivet est plus grand que 6.35 mm. Remplacer l'arrêt de cheville (310) et le rivet (300). Le rivetage doit être de type rotatif ou oscillatoire pour éviter d'écraser le carbone.
- Inspecter le secteur de fente d'entraînement peuvent être retournés ou service, cependant, ils doivent être installés dans le même endroit et la même direction lors de démontage de frein.
- La largeur des encoches doit être inspectée avec un outil ou un micromètre. (figures 18 et 19)



**FIGURE 16. DEFANTS LINEAIRES**



**FIGURE 17. DEFANTS LINEAIRES**

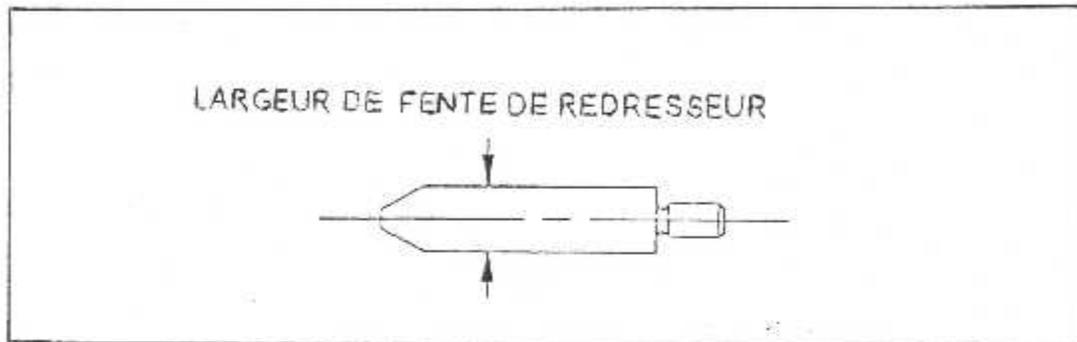


FIGURE 18: JAUGE D'INSPECTION DE FENTE

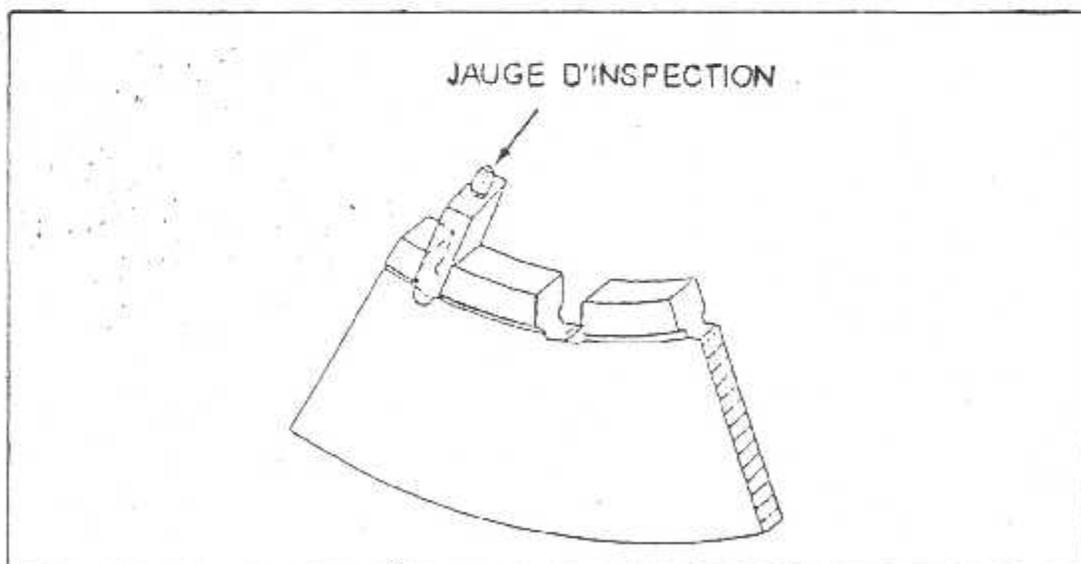


FIGURE 19: SCHEMA D'UTILISATION DE JAUGE D'INSPECTION DE  
DE DISQUE REDRESSEUR

❖ **Enlever le stator du service et le stocker pour la rénovation possible si :**

- Les défauts dans la zone (1) du schéma 20 ont plus de 1.588 mm de profondeur.
- Les vides dans la zone (2) du schéma 20 sont dans un cercle de 25.4 mm de diamètre.
- Dans la zone (2) du schéma 20, les défauts sont de 1.588 mm de profondeur et excédant à 10% de superficie.
- Un défaut linéaire est plus de 50.8 mm dans la longueur.
- S'il y a plus de quatre défauts linaires sur la surface de frottement.
- Tous les défauts linaires excèdent à la moitié de toute la longueur de la surface de bord.
- La longueur maximale de n'importe quel défaut linéaire excède à 101.6 mm.
- Largeur maximale d'un défaut est de 1.02 mm.
- Si un morceau a plus de 25.4 mm de longueur (direction A), 6.35mm dans la direction B et 3.18 mm dans la direction C. (figure 21)
- Un défaut linéaire avance à travers la surface adjacente où bord d'entraînement. (figure 22)
- S'il y a plus d'un défaut linéaire par visage de fente.
- Un morceau de bord qui a plus de 25.4 mm dans la longueur (direction A) ou 3.18 mm dans la largeur (direction B). (figure 23)
- Tous les morceaux où bords arrondis dépassent les limites montrer sur la figure 24.

❖ **Ferrailler le stator si :**

Si n'importe quel défaut linéaire avance à travers l'épaisseur de disque.

- Si les encoches sont écrasées.
- Si le disque est écrasé.

**3. la contre plaque (plaque de support) :**

**Ferrailler le disque si :**

- Un défaut linéaire excède à 50.8 mm dans la longueur.
- S'il y a plus de quatre défauts linaires sur la surface de frottement ou non-frottement.
- Un défaut linéaire dans la poche de couple (figure 25 et 26)

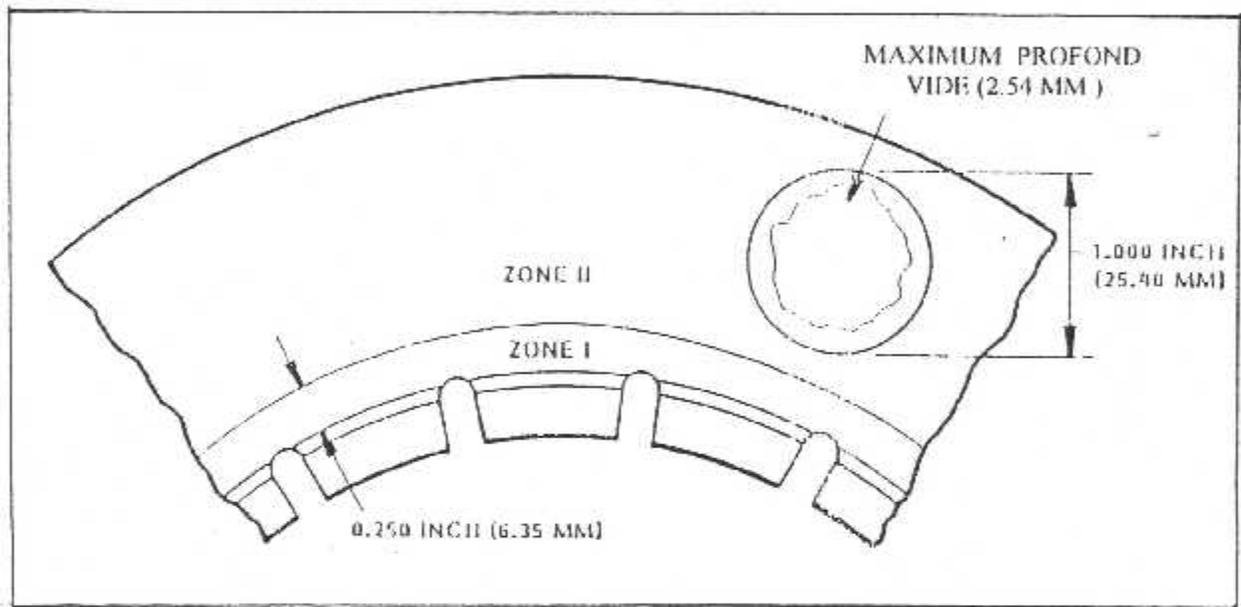


FIGURE 20. VIDES DANS LE REDRESSEUR

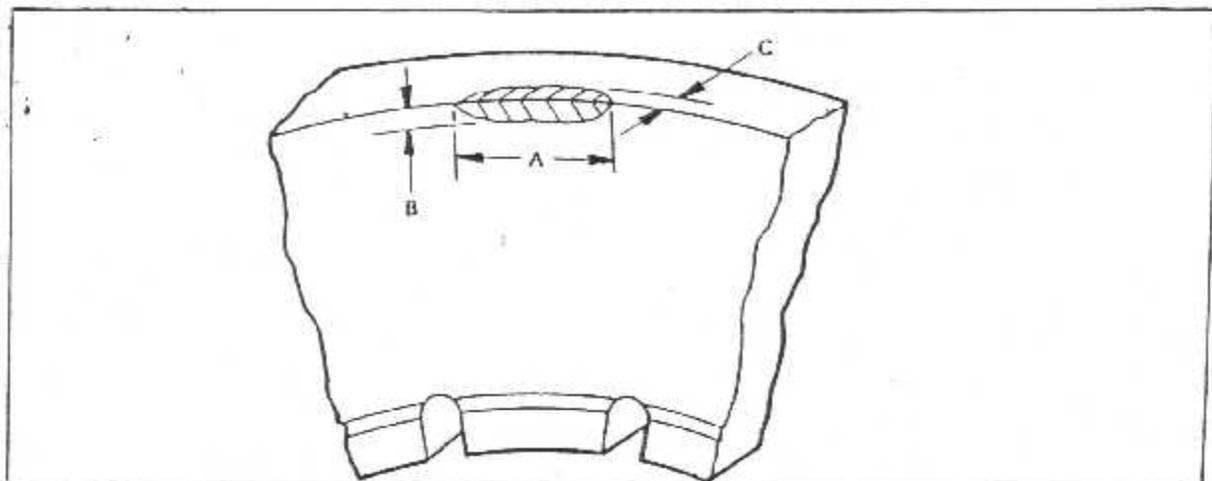


FIGURE 21.      MORCEAUX

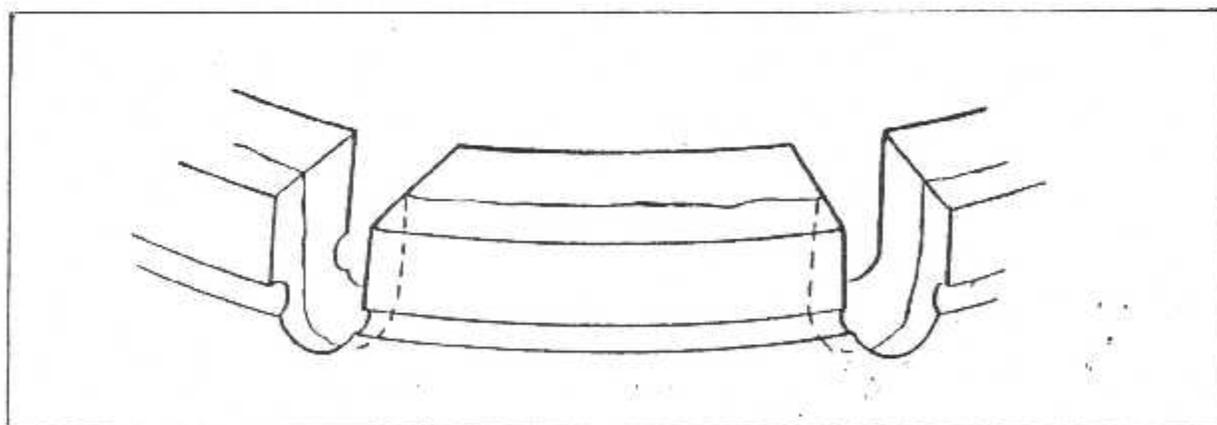
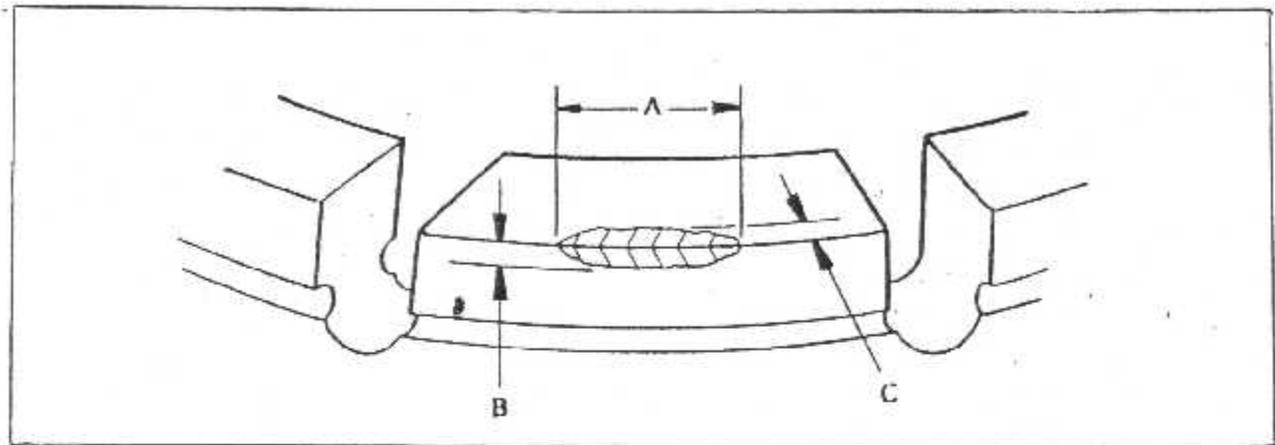
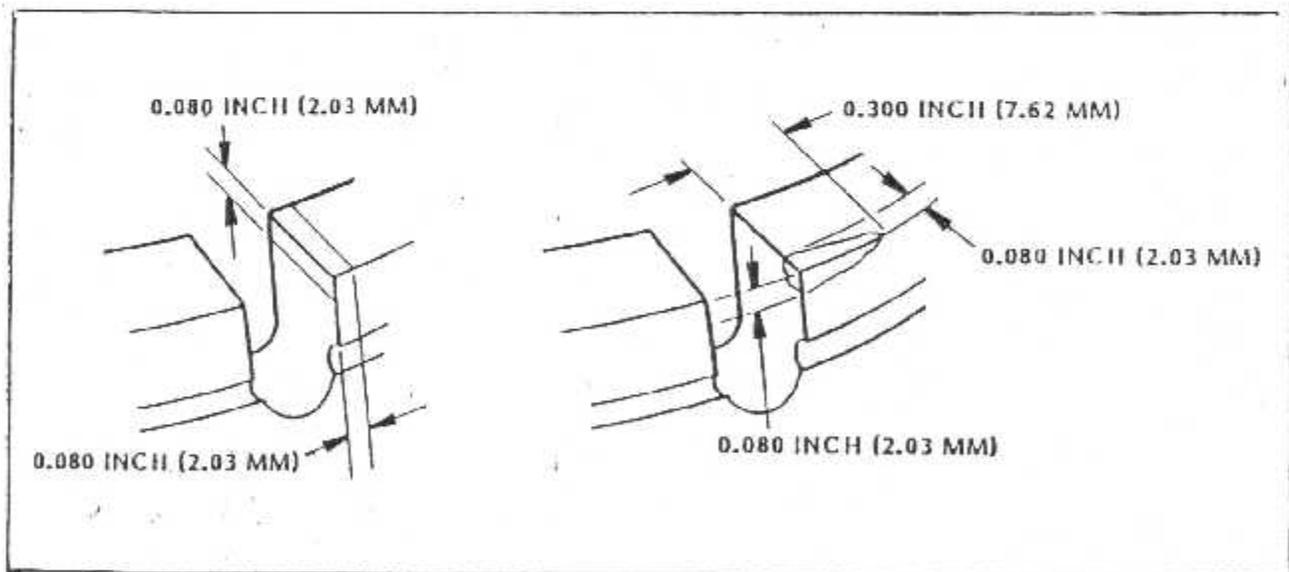


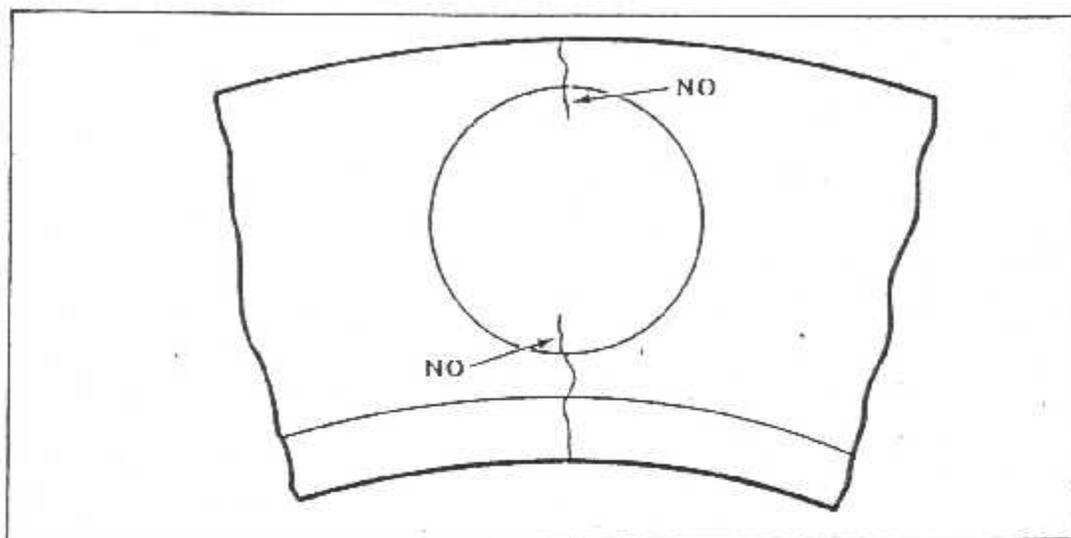
FIGURE 22.      DEFAUTS LINEAIRES



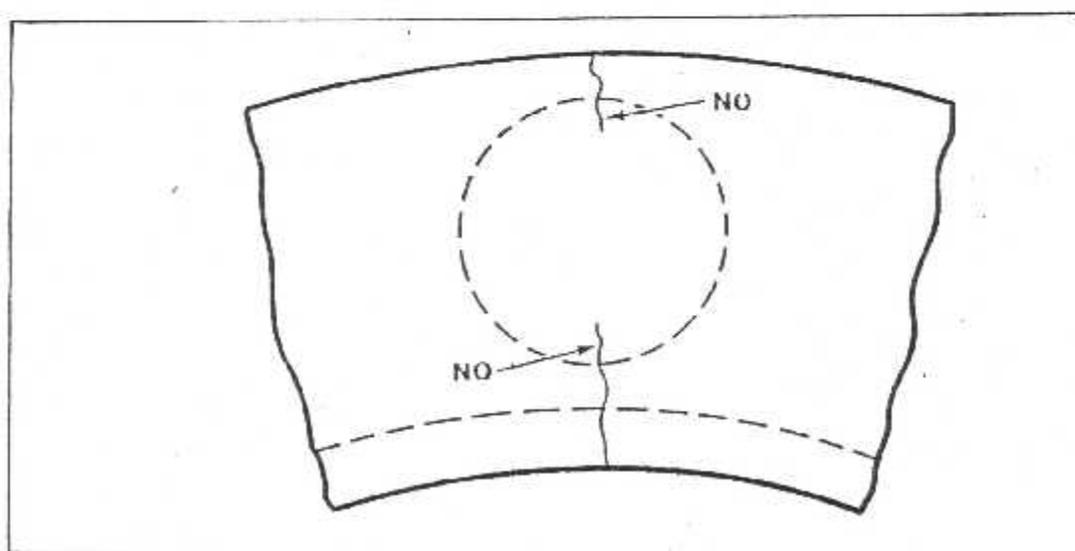
**FIGURE 23. MORCEAUX**



**FIGURE 24. MORCEAUX**



**FIGURE 25.      DEFAUTS LINEAIRES**



**FIGURE 26.      DEFAUTS LINEAIRES**

- Un défaut linéaire plus long que 25.4 mm qui fonctionne dans une direction radiale dans la poche de couple ou sur la surface de frottement ou dessus, comme représenté sur les figures 27 et 28.

#### **4. inspection d'insertion d'entraînement (fonte) de rotor :**

Les insertions doivent être inspectées visuellement et dimensionnellement pour déterminer la réutilisation. L'inspection visuelle sera pour les fissures, les crochets pliés ou d'autres défauts. L'inspection dimensionnelle inclut la largeur de font et de crochet d'entraînement. (figure b-1)

##### **Inspection visuelle :**

les insertions qui possèdent les défauts suivants ne seront pas réutilisées et elles devraient être ferrillées :

- Fissure dans la section U (figure b-2).
- Fissure dans les crochets (figure b-3).
- Fissure dans les trous de rivets (figure b-4).

##### **Inspection dimensionnelle :**

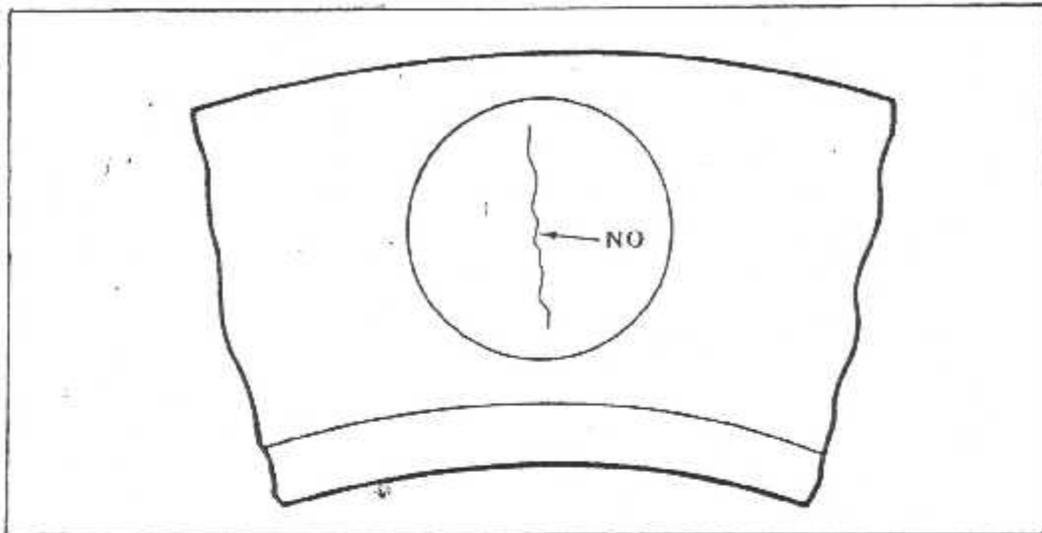
Vérifier la largeur de la clavette et la largeur entre les crochets, toutes les conditions dimensionnelles doivent être réunies pour que l'insertion soit acceptable pour la réutilisation.

A l'aide de la jauge P/N 2552655 de NO-GO, on vérifie la largeur de la section U en insérant le côté épais de la jauge (figure b-5). Si la jauge peut être insérée, l'insertion n'est pas appropriée à la réutilisation et elle devrait être ferrillée.

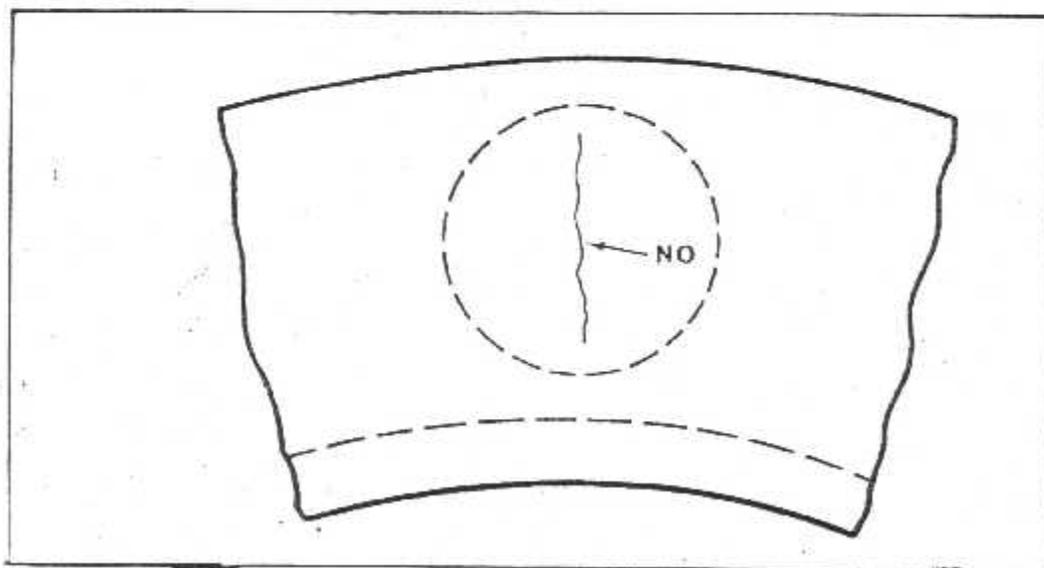
La largeur est contrôlée par les jauges P/N 2558658 et 2558813. (figure b-6)  
Vérifier la largeur entre les crochets par la jauge P/N 255658 ou 2558813.

#### **III.3.3.2. Inspection de torque tube (525) :**

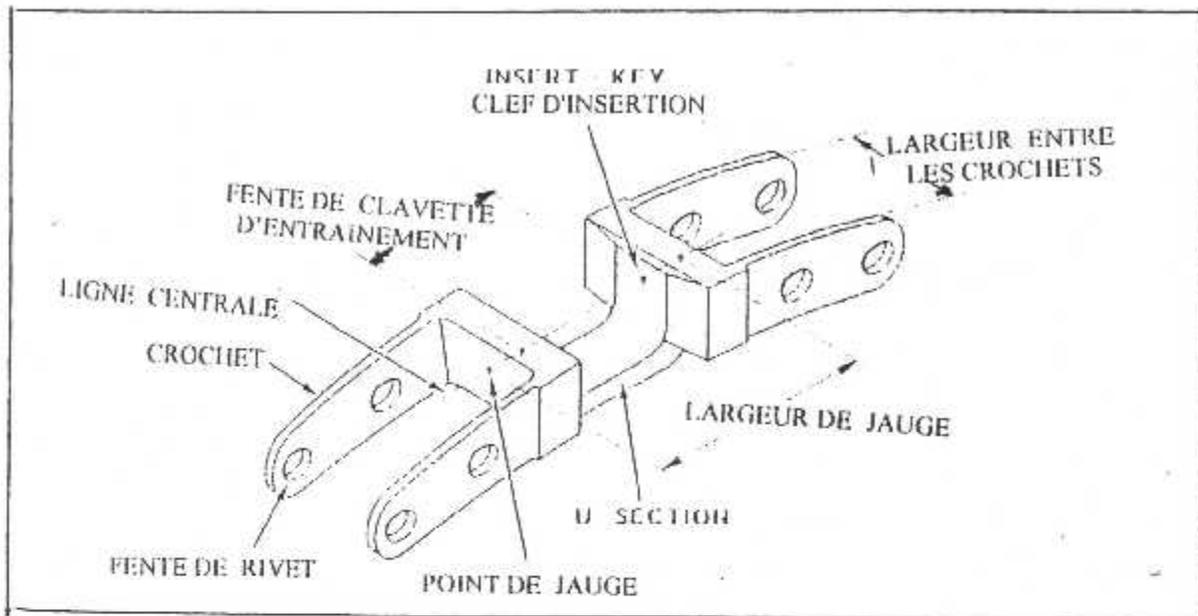
- Inspecter visuellement le torque tube (525) et les pièces de fixation pour détecter les dommages ou le capuchon de cannelure d'entraînement (505).
- Inspecter les garnitures de couple (485) pour détecter les dommages et la corrosion. Si les garnitures sont endommagées ou corrodées.
- Examiner le tube de couple pour assurer que la déformation est comme représenté sur la figure 29.
- Inspecter les trous des boulons de fixation de torque tube, le diamètre maximal des trous ne doit pas dépasser 14.99 mm.
- L'inspecter magnétoscopiquement (N.D.T.), elle est faite par la méthode suivante :



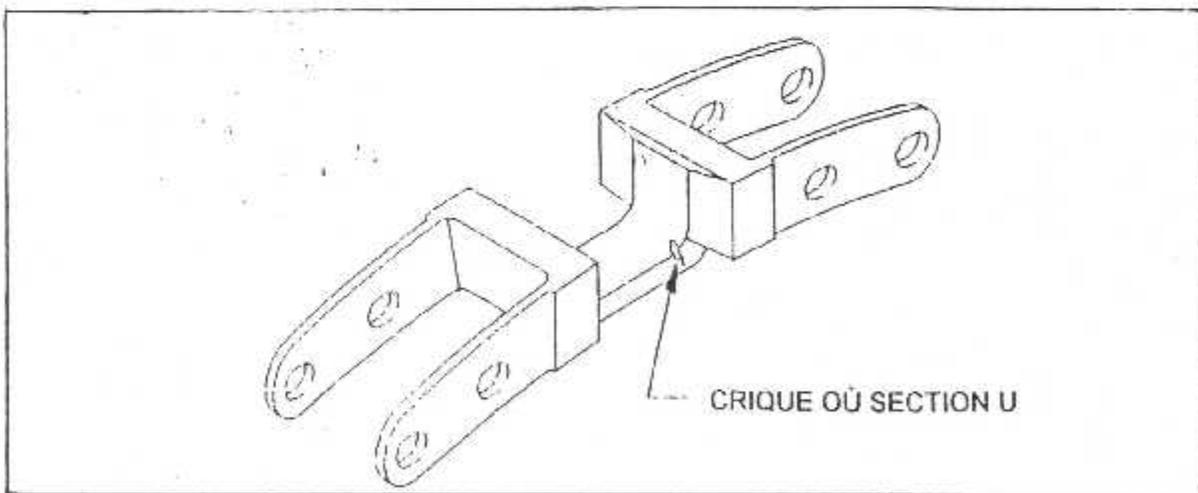
**FIGURE 27. DEFANTS LINEAIRES**



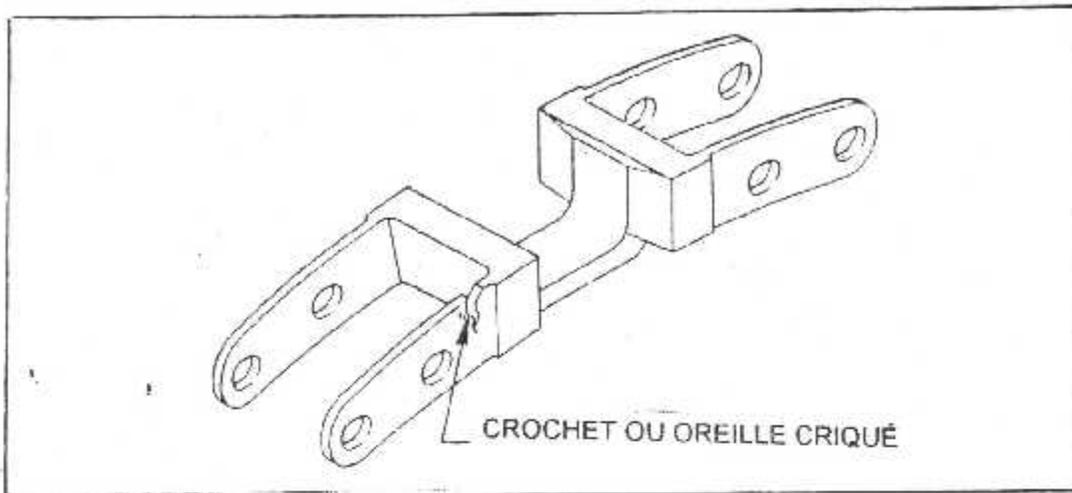
**FIGURE 28. DEFANTS LINEAIRES**



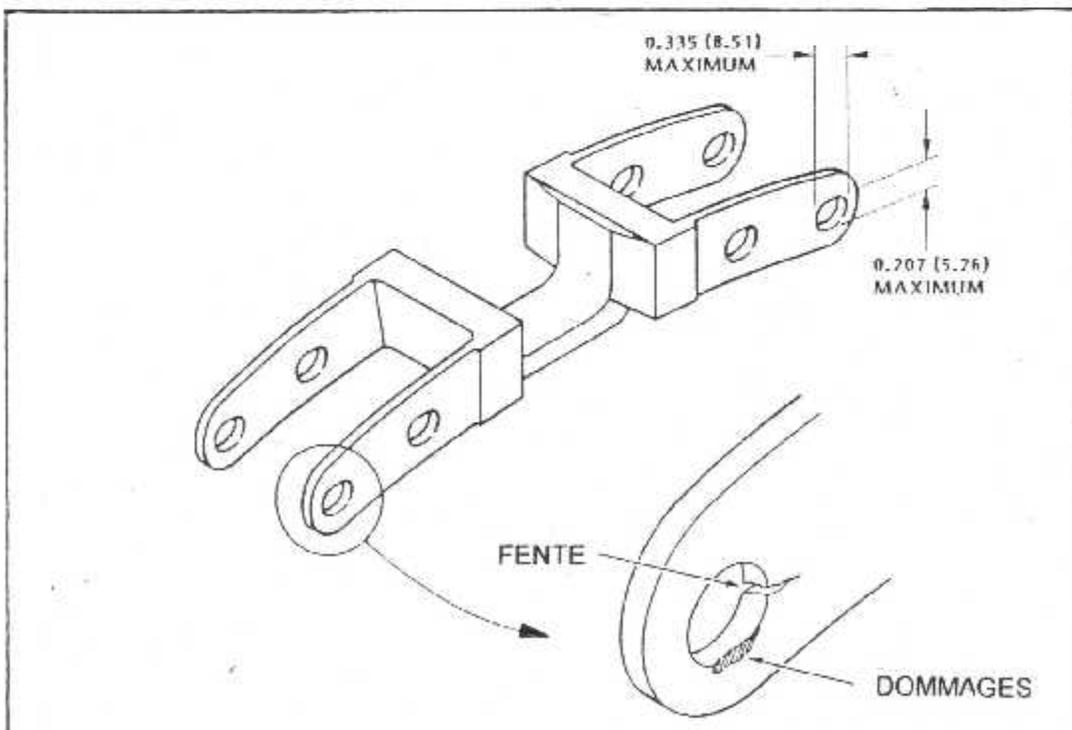
**FIGURE b-1 : INSERTION D'ENTRAÎNEMENT**



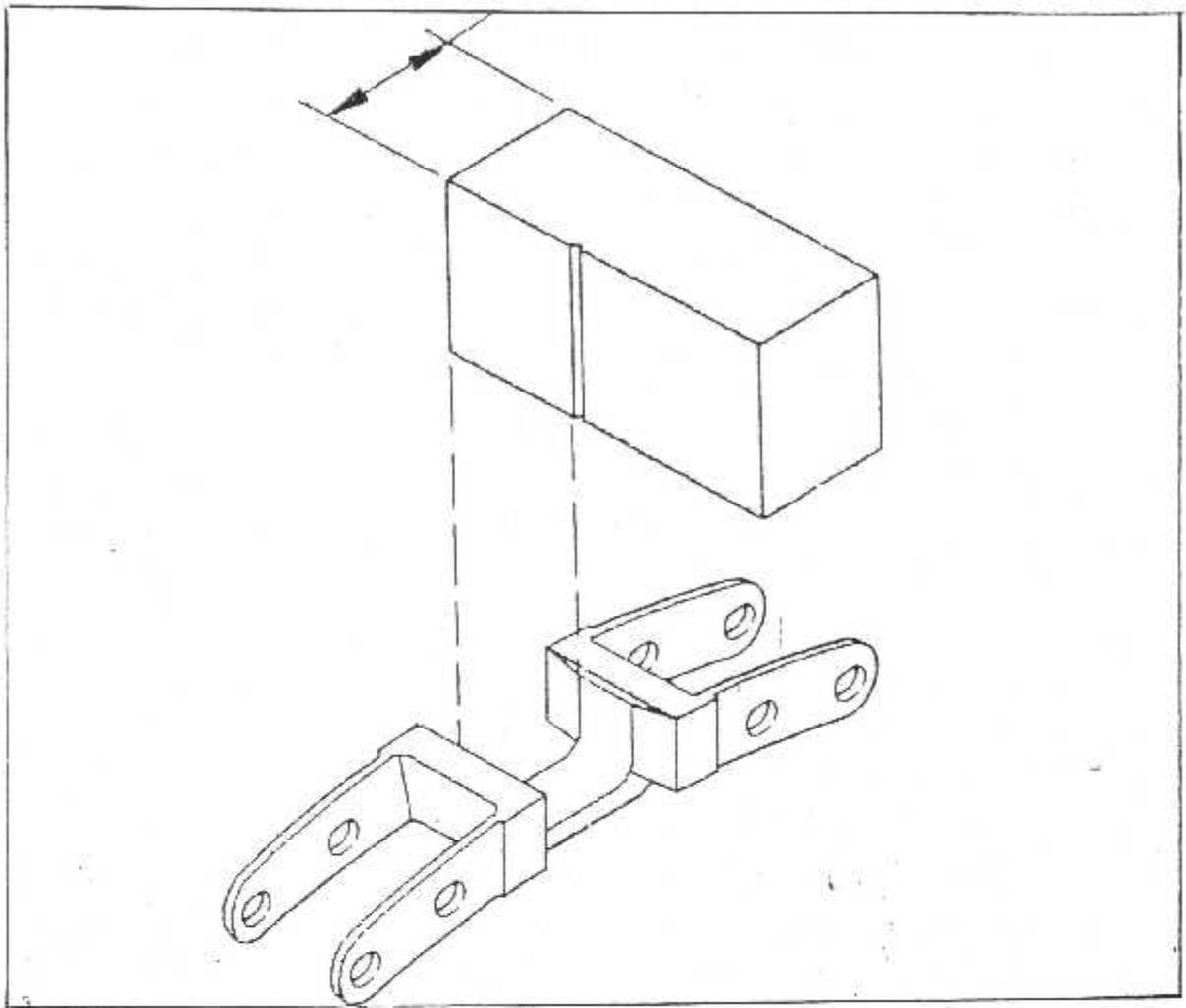
**FIGURE b-2 : CRIQUE DE LA SECTION U**



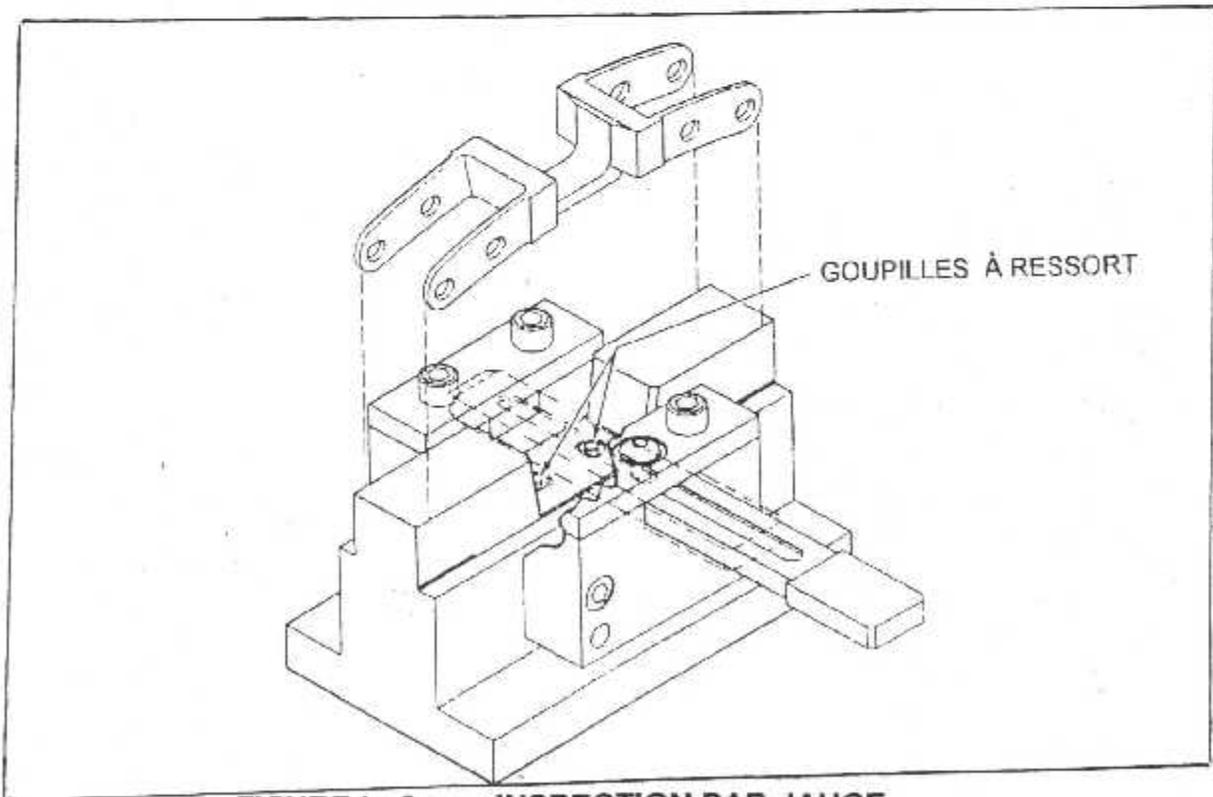
**FIGURE b-3 : CRIQUE DES CROCHETS**



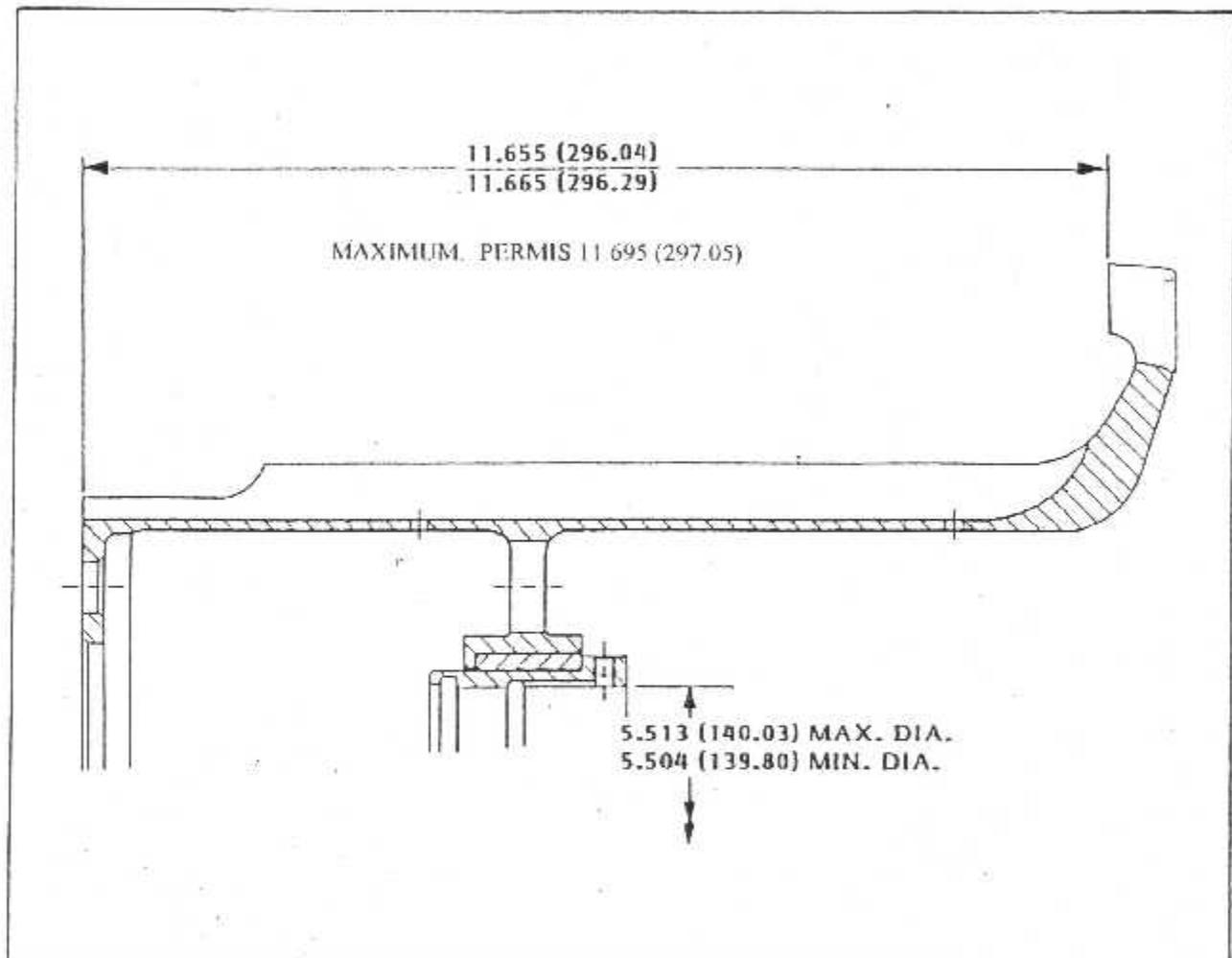
**FIGURE b-4 : FENTE PORTEE DE RIVET**



**FIGURE b- 5 : INSPECTION PAR JAUGE p/n 2558655**



**FIGURE b- 6 : INSPECTION PAR JAUGE  
p/n 2558658 OU p/n 2558813**



**FIGURE 29. DOIGTS DE COUPLE DE CONTROLE POUR DES LIMITES D'USAGE DE PALIER MANCHON DE DEFORMATION ET D'AXE**

- Placer le torque tube entre les deux pôles,
- Arroser le torque tube avec de liquide magnétique ;
- Magnétiser ;
- Sécher ;
- Inspecter sous lumière blanche ;
- Démagnétiser ;

#### **III.3.3.3. Inspection de carter :**

- Inspecter visuellement l'ensemble de carter.
- Inspecter visuellement les chambres a pistons.
- Vérifier les criques en NDT (zyglo).

#### **III.3.3.4. Réparation et peinture :**

##### **1. Réparation de carter :**

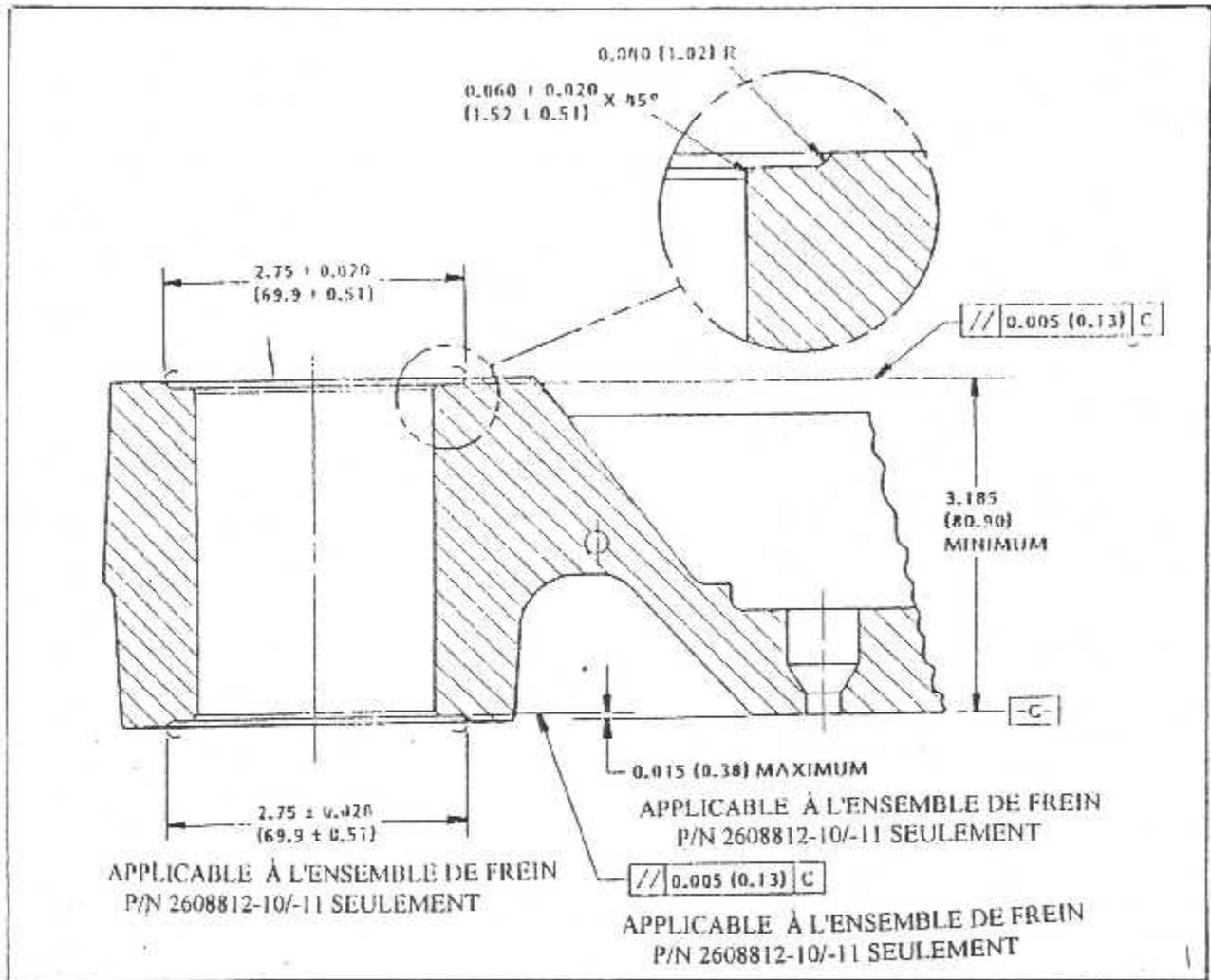
Réparer localement la corrosion et les dommages de profondeur maximale de 0.51 mm, on enlève la couche requis.

La réparation devrait être dans un secteur de rayon minimal de 12.7mm.  
Si un trou de support d'admission a un filetage foré ou corrodé, réparer le trou comme suit :

- Percer le trou endommagé à un diamètre de 8.31 à 8.4 mm et 14.5 à 15.4 mm de profondeur.
- Chanfreiner le trou à 0.13 – 0.64 mm par 45°.
- Usiner l'alésage de roulement dans le bras de couple de carte pour déceler les dommages et la corrosion. (figure30)
- Vérifier l'alésage de roulement (240), le diamètre maximal permis à l'alésage est de 147.75 mm,
- Si le roulement de rechange est sur-dimensionné, usiner le roulement.

##### **Remarque :**

Rien n'est indiqué sur la réparation des disques en carbone dans le manuel de révision (32-43-13), même dans les ateliers d'air Algérie cette réparation ne se fait pas.



**FIGURE 30. CARTER DE PISTON DE MACHINE POUR LE BRAS TORDU DE COUPLE**

### Réparation de piston (155) :

Avec le temps les dommages peuvent se produire à l'intérieur de la tête du piston due au mouvement de ressort de rappel. Le piston peut être réparé par l'usinage. (Voir figure 31).

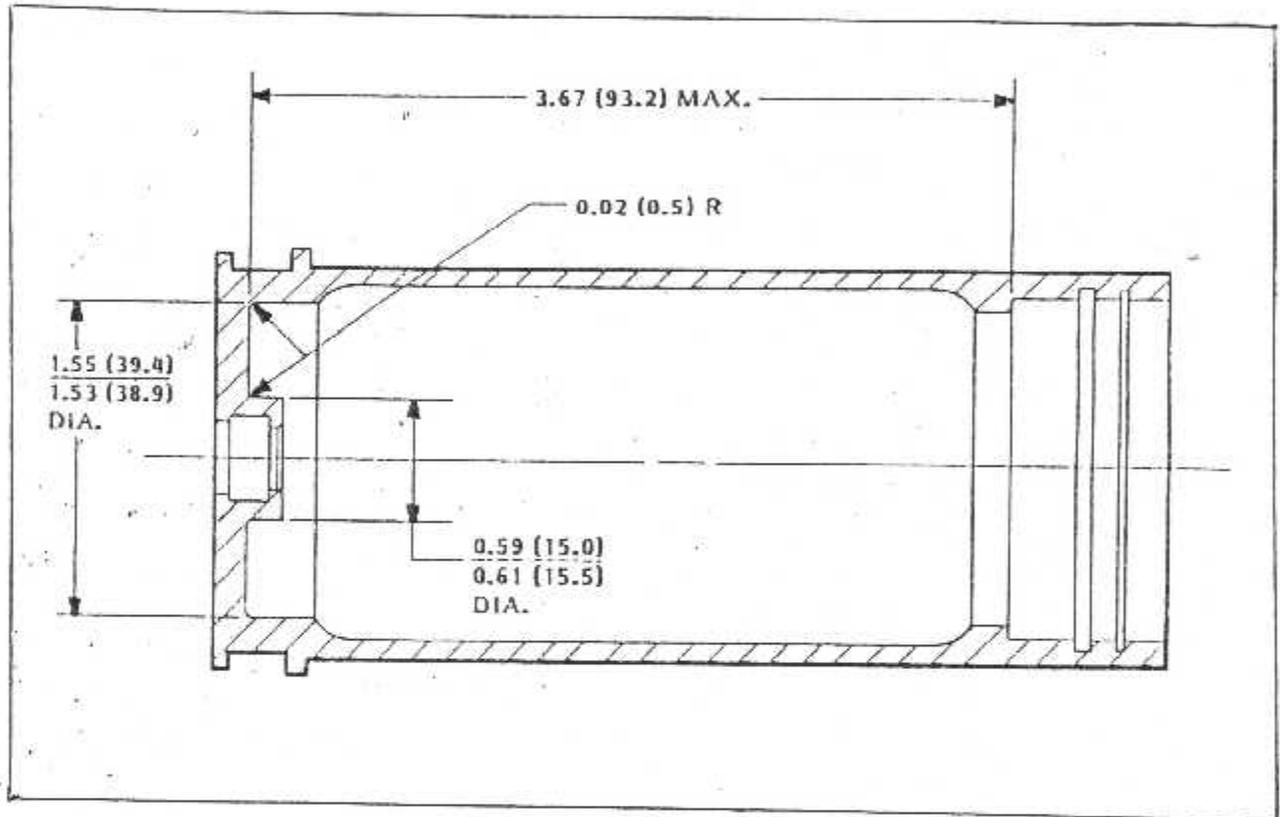
### 2. Réparation de torque tube :

- Supprimer la corrosion.
  - Réparer les dommages sur les cannelures avec l'usinage.
- Vérifier les caractéristiques du métal par billage à proximité de la zone à retoucher, une résistance de 980 à 1180 mpa est acceptable.
- Préchauffer le torque tube a une température de 250°C.
  - Recharger les dommages par soudage en atmosphère d'argon.
  - Mettez le torque tube dans l'étuve à une température de 300°C pendant 2 heures.
  - Interrompre le chauffage de l'étuve et maintenir le torque tube dans celle-ci pour refroidissement lent.
  - Effectuer le contrôle de soudage.
  - Un contrôle magnétoscopie ;
  - Un contrôle de dureté.
  - Effectuer une phosphatation épaisse ;
  - Un contrôle dimensionnel.

### 3. Application de la peinture :

Le carter doit être nettoyé et séché avant l'application de la peinture. Les procédures de l'application sont :

1. Appliquer une couche d'amorce d'épaisseur de 0.015 à 0.023 mm.
2. sécher la peinture comme suit :
  - Aérer à sec pendant 1.5 heures au minimum.
  - Aérer à sec pendant 15 minutes suivies de 20 minutes à 71°C – 82°C.
  - Laisser se refroidir en air immobile.
3. Appliquer deux couches de peinture pour rapporter une épaisseur de 0.025 à 0.038 mm, accordent 15 à 30 minutes entre les couches.
4. Permettez à la deuxième couche de sécher par un des méthodes suivantes :
  - Aérer pendant 8 heures au minimum à 25 – 32°C.
  - Aérer pendant 30 minutes à sec suivies de 20 minutes à 71 – 82°C.



**FIGURE 31. USINAGE DE PISTON**

### III.3.3.5. Assemblage :

Rassembler le frein dans un secteur propre, par les instructions contenues dans le manuel de révision (32-43-13), et l'illustration de vue écarté.

L'ensemble de frein est conçu pour fonctionner en utilisant le liquide hydraulique BMS 3-11 de BOEING.

Assembler le frein comme suit :

#### 1. Assemblage de carter :

- ❖ Placer les bearings (235 et 240) à l'aide d'une presse.
- ❖ Placer la plaque d'immatriculation (260) avec deux rivets.
- ❖ Placer la valve de purge, de joint (25) jusqu'à la vis (30).
- ❖ Placer la valve d'alimentation.
- ❖ Freiner la valve d'alimentation, et la valve de purge.
  
- ❖ Equipement des chambres à piston ;  
les pistons sont les ensembles les plus complexes, pour cela il faut faire attention lors de montage en suivant les instructions ci-dessous :
  - Placer les deux packings (60) et le joint (55) sur la cartouche (80).
  - Placer le protecteur en nylon (150) et le ressort de rappel (145) dans le piston.
  - Placer la rondelle (140) sur le ressort.
  - À l'aide d'une presse placer le cerclips (135). (figure 32)
  - Placer le tube de friction (100) dans le piston.
  - Placer la tige de friction dans la cheville (110) et dans le tube de friction (100).
  - Placer sur la tige le joint et deux packings.
  - Placer la bague de friction et l'écrou à la tête de tige (105).
  - Placer deux packings (130) et le joint sur le piston.
  - Lubrifier les joints de piston.
  - Rentrer l'ensemble piston dans la cartouche.
  - Placer la rondelle (75) et le bouchon (65), presser le bouchon jusqu'à l'entrer complètement.
  - Lubrifier les joints de la cartouche.
  - Visser la cartouche dans la chambre.

Refaites ces procédures aux cinq pistons qui restent.

- Freiner les cartouches avec un fil métallique. (figure 33)

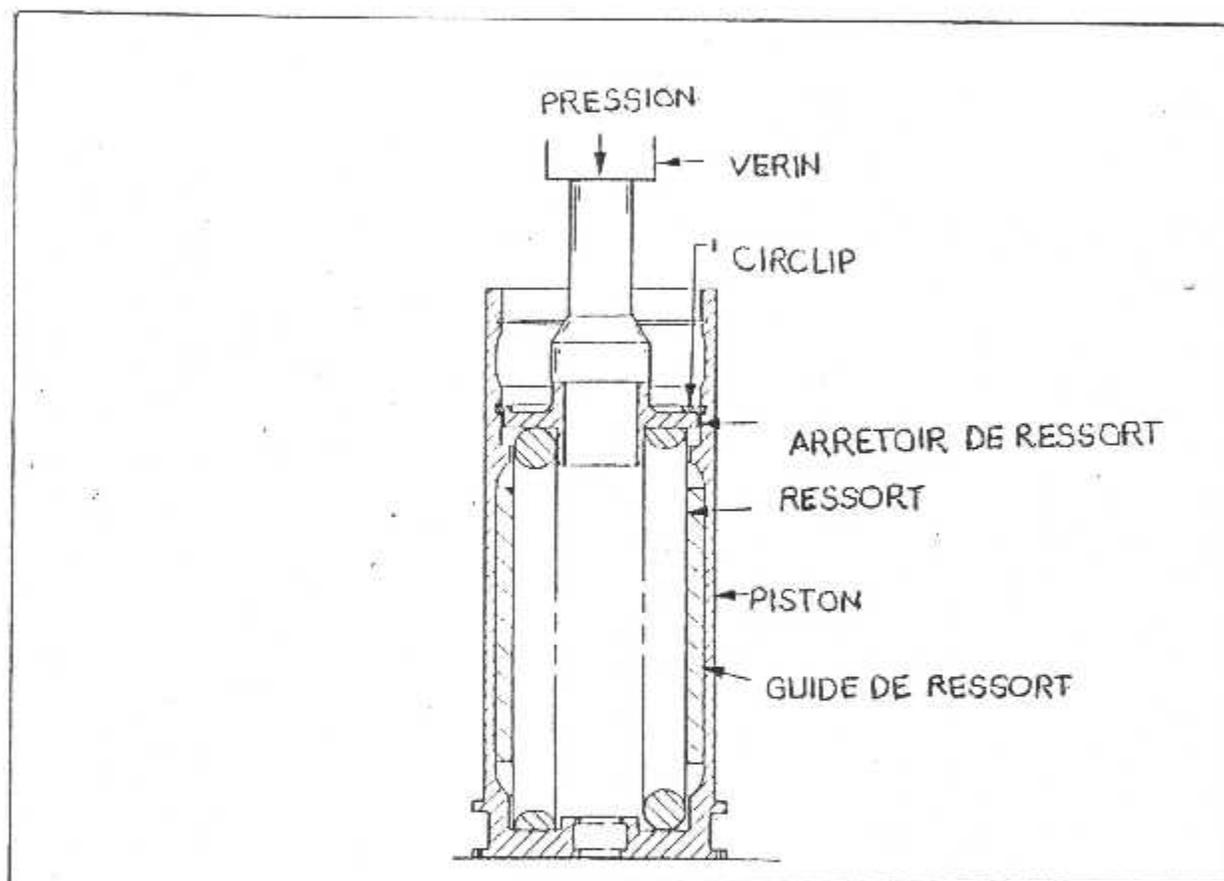
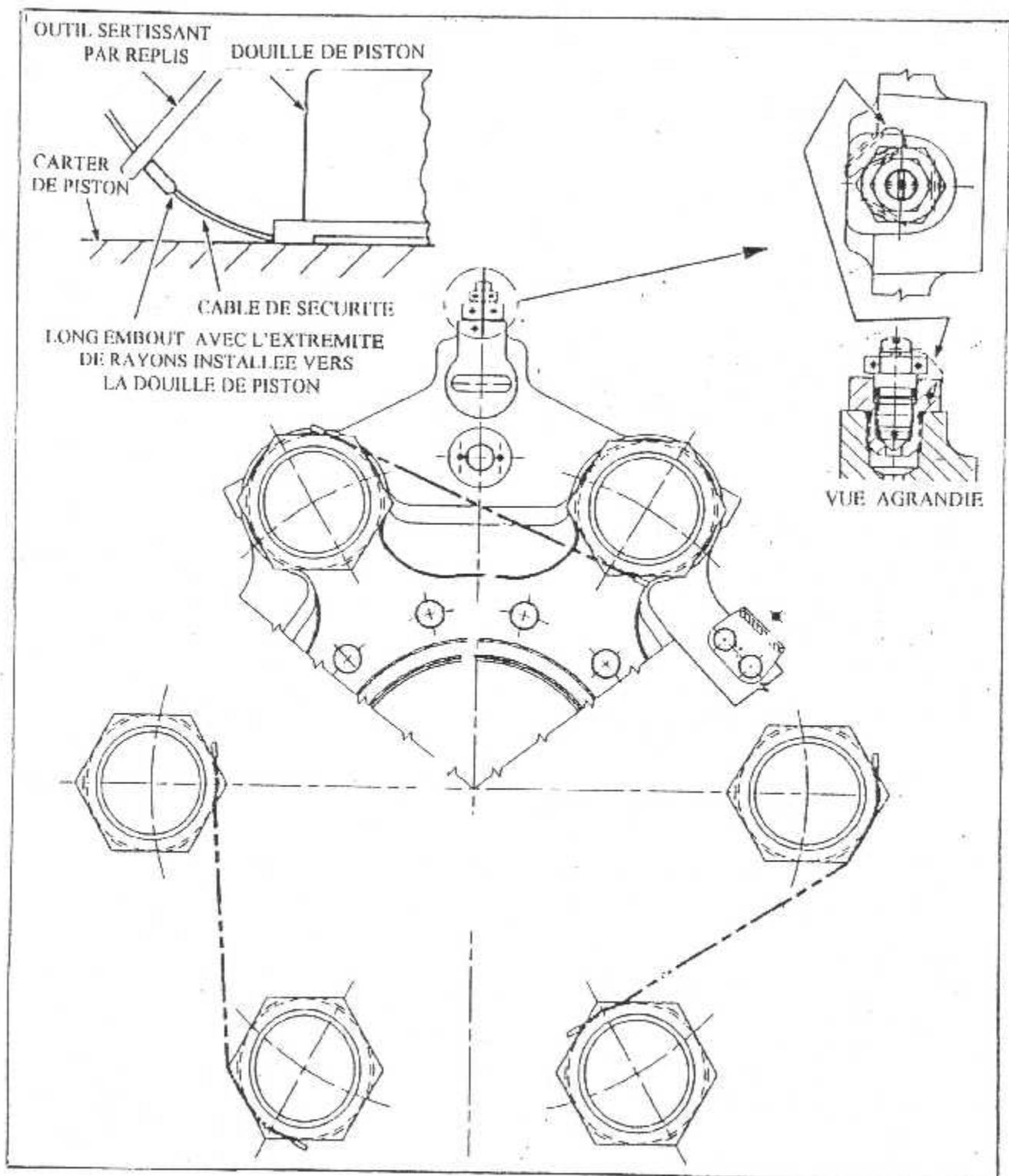


FIGURE 32. MONTAGE DE RESSORT DE RAPPEL



**FIGURE 33. FIL DE SÉCURITÉ DES DOUILLES DE PISTON, DE LA VIS DE RÉSISTANCE DE FUITE, DE L'ADAPTEUR DE RÉSISTANCE DE FUTÉ, ET DE BOULONS DE FIXATION DE PARENTHÈSE**

**Remarque :**

Le freinage des valves se fait après le test de fonctionnement.

- ❖ Montage de puis de chaleur ;
  - Placer les tapotements sur le support du torque tube.
  - Riveter la chemise (515) à l'intérieur de torque tube au coté supérieur.
  - Rentrer le capuchon (510) dans le torque tube.
  - Riveter les deux chemises (520 et 505) ensemble, la chemise (520) dans le torque tube au coté inférieur et (505) a l'extérieur.
  - Placer les rotors et les stators un par un jusqu'à la plaque de poussée.

**Remarque :**

La page suivante représente les numéros de série (PN) de tout le kit. (C'est la feuille originale).

- ❖ Montage de carter sur le torque tube ;
  - Placer la rondelle (270).
  - Placer le carter sur le torque tube en passant les témoins d'usure par leurs parenthèses.
  - Placer les boulons (15) avec leurs rondelles (5).
  - Serrer et torquer les boulons.

**Remarque :**

Il y a une position qu'il faut respecter lors de placement de carter sur le torque tube.

### III.3.3.6. Test de fonctionnement :

Le test de fonctionnement d'un frein B767-300 se fait selon les procédures suivantes et celles décrites dans le tableau de la page suivante.

- Placer la tuyauterie de banc d'essai, un à la valve d'alimentation et l'autre à la valve de purge.
- Purger le frein.
- Tester l'étanchéité à haute pression et basse pression.
- Tester le fonctionnement du frein.

**AIR ALGERIE  
SD ENTRETIEN PLANIFIE  
SERVICE ATERRISSEURS**

**FICHE DE TEST FREIN B.767-300  
P/N 2608812-7 CMM 32.43.08 SN**

| ESSAI   | PRESSION            | ORIFICE  | TEMPS     | FUITE        | OBSERVATIONS              |
|---|---------------------|--|-----------|--------------|---------------------------|
| PURGE   | 0 à 350 PSI         | PRESSION   |           |              |                           |
| FUITE   | 4500 PSI 3000 PSI   | PRESSION   | 5 MINUTES | PAS DE FUITE | AVEC PLAQUE DE PROTECTION |
| FUITE   | 165 PSI<br>5 PSI    | PRESSION   | 5 MINUTES | PAS DE FUITE |                           |
| FONCTIONNEMENT  | 3000 PSI<br>165 PSI | ABSENCE TOTALE D'ANOMALIES<br>LE JEU ENTRE PLAQUE DE POUSSEE ET LE PISTON<br>DOIT ETRE DE 1.52 MM MINIMUM<br>A 3000 + 50-50 PSI COUPER LA TIGE<br>D'USURE A 73.7 MM<br>LE CHIEF D'EQUIPE |           |              |                           |
| LONGUEUR DE LA TIGE<br>INDICATRICE D'USURE<br>L'EXECUTANT |                     |  |           |              | LE CONTROLEUR             |

767 CARBON KIT  
PN 2611734 KIT PARTS LIST

---

| <u>ITEM</u> | <u>BENDIX<br/>PART NO.</u> | <u>NOMENCLATURE</u> | <u>QUANTITY<br/>PER KIT</u> |
|-------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 01          | 2612446-630                | plate (pressure)    | 01                          |
| 02          | 2611529-818                | rotor               | 05                          |
| 03          | 2611385-920                | stator              | 04                          |
| 04          | 2611386-790                | plate (backing)     | 01                          |

---

Honeywell  
Aircraft Landing Systems  
South Bend, Indiana 46628

## *CHAPITRE IV*

# *COMPARAISON ET CONCLUSION*

**IV.1. COMPARAISON :**

**IV.1.1. Les ressemblances :**

- Ils sont de même constructeur « BENDIX ».
- Ils possèdent cinq rotors et quatre stators.
- Ils possèdent six pistons, six ressorts de rappel et deux témoins d'usure.
- Ils sont montés sur le train principal « TP ».
- Ils fonctionnent par pression hydraulique (3000 psi).
- Beaucoup de ressemblances au niveau de la maintenance.
- Même procédure de test.

**IV.1.2. Les différences :**

|                             | <b>Frein B737-200</b>   | <b>Frein B767-300</b>          |
|-----------------------------|---|--------------------------------|
| <b>dimensions</b>           | 350.8 x 208 mm  | 524.2 x 279.4 mm               |
| <b>Nombre par avion</b>     | 4 par avion   | 8 par avion                    |
| <b>Puits de chaleur</b>     | En acier  | composite de carbone           |
| <b>Disques</b>              | Des patins riveter sur les stator, contre plaque et plaque de poussée | Tous les disques sont monobloc |
| <b>Jeu de rotation</b>      | 1.02 à 4.57 mm  | 1.52 mm                        |
| <b>Torque tube</b>          | nu  | Possède des chemises           |
| <b>Contre plaque</b>        | Solidaire au torque tube  | Indépendante                   |
| <b>Ressort de rappel</b>    | Dans des chambres spécial   | Dans les pistons               |
| <b>Puits de chaleur usé</b> | Les rotors et les stators récupérés                                   | Patins jeter                   |
| <b>poids</b>                | 74.4 kg   | 92.5 kg                        |

**Différence de propriétés :**

- Le composite de carbone présente des caractéristique plus intéressantes que celles des aciers.
- La capacité thermique massique est beaucoup plus élevée 1.35 kj/kg.°c ou lieu de 0.52kj/kg.°c.
- Le point de fusion est beaucoup plus élevée, sublimation ou delà de 3000°c ou lieu de fusion à 1450°c.
- Puits de chaleur en carbone est plus léger qu'un puits en acier.
- Le coefficient de friction est plus élevé 0.14 à 0.18 en freinage maximal ou lieu de 0.08 à 0.1.

- Le carbone ne comporte pas de domaine plastique en température, ne risque pas des déformations ou cours des cycles thermique, contrairement a ceux d'acier.
  - ❖ En revanche, d'autres paramètres sont moins favorables tel que :
    - La masse volumique du composite carbone/carbone est autour de  $1.75 \text{ g/cm}^3$  conduit à un volume de puits de chaleur un peu plus grand que celui d'acier.
    - La sensibilité à l'humidité du carbone est gênante, alors qu'elle est quasiment nulle pour l'acier.
    - En cas de freinage humide à faible énergie et pression maximale, on peut obtenir une décélération de l'ordre de  $2 \text{ m/s}^2$  sur le ou les premiers coups de frein.

## **IV.2. Conclusion :**

Dans notre travail, on a essayé de montrer les différences et les ressemblances entre un frein en acier B737-200 et un frein en carbone B767-300, en terme de composition et de maintenance. Pour cela on a commencé par un aperçu historique sur le développement des freins, en suite, la description et la maintenance du frein B737-200 et la même chose pour le frein B767-300.

A ce jour, le frein B767-300 est celui qui donne le plus satisfaction, car il est beaucoup plus léger et offre plus de sécurité en cas de surcharge accidentelle. Mais toutefois, certaines améliorations sont nécessaires.

Dans les ateliers d'air Algérie, où on a passé six mois de stage pratique, les procédures de maintenance des freins sont semblables a celles décrites dans les manuels. Sauf pour les disques de carbone, un disque endommagé (insertion cassée ou perdue ...) est rejeté or que le manuel recommande une réparation.

Durant notre stage on a pu apprendre beaucoup de méthodes et moyens de réparation, on a participé aux opérations de montage et de démontage des freins et des trains d'atterrissage de toute qualité, on a même fait des réparations de structure sur avion.

Le frein B767-300 qu'on a traite est le P/N, il est un peu différent de celui utilisé actuellement à l'air Algérie, car ce frein a subit beaucoup de modifications, la première c'est de -6 et -10 à -7 et -11, dans cette amélioration ils ont changé les insertions des rotors qui possèdent deux rivets par d'autres insertions a quatre rivets. Le -7 et -11 a subit encore une modification au niveau des tiges de friction, et, c'est le frein utilisé actuellement à l'air Algérie.

Ce frein n'est pas encore parfait, car dernièrement, la maison BENDIX a demandé de toutes les compagnies aériennes qui utilisent ce frein de les envoyés pour une modification. Malheureusement notre stage est terminé avant de savoir le motif et le niveau de l'amélioration.

Enfin, espérant que les promotions à venir auront la chance d'éclaircir beaucoup plus les améliorations appliquées sur le frein B767-300 et les causes de ces modifications.

### IV.3. BIBLIOGRAPHIE

Internet [www.snecma.com](http://www.snecma.com)

Techniques d'ingénieur

**BOEING**

Manuel de maintenance 737-200

Chapitre 32-40-03 édition 1986.

**BOEING**

Manuel de maintenance 767-300

Chapitre 32-43-13 édition novembre 1999.