

082/06  
2  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique  
Université SAAD Dahleb De Blida  
Faculté Des Sciences De L'ingénieur  
Département D'AERONAUTIQUE  
Option : Structure



D A B

Mémoire De Fin D' Etudes  
Pour l'Obtention du Diplôme des Etudes Universitaires Appliquées en  
Aéronautique

Thème:

ETUDE TECHNOLOGIQUE  
ET STRUCTURALE DE  
L'ATTACHE MOTEUR CF6-80E1  
EQUIPANT L'AIRBUS A330-200

Réalisés par :

✦ M<sup>r</sup>: A/Karim Matallah  
✦ M<sup>r</sup>: Ali Touati

Dirigé par :

✦ Pro: M<sup>r</sup>: Guellati  
✦ Co-Pro: M<sup>r</sup>: Gherrous

Promotion 2005-2006

## ملخص العمل

المغزى من هنا العمل هو تعريف الطائرة A330-200 و القيام بدراسة وصفية حول تثبيت المحرك CF6-80E1 و توضيح خصائص أدوات التثبيت مع التفتيش و الصيانة

## Résumé de travail

*L'objective de notre travail est de faire une étude descriptive et d'expliqué des exemples d'inspection sur les attaches moteur de l'avion A330-200.*

*Grâce à une étude descriptive de fixation de turboréacteur CF6-80E1, on a pu comprendre et voir clairement leurs différents composants. Cependant, le but est aussi de comprendre le principe de démontages, inspections et finalement les problèmes de la maintenance.*

## The work resume

*The objective one of our work is to make a descriptive study and of explained examples of inspection on the fasteners engine of the A330-200 plane.*

*Thanks to a descriptive study of fixing of Cf6-80E1 turbojet, one could include/understand and see clearly their various components. However, the goal is also to include/understand the principle of disassemblings, inspections and finally the problems of maintenance.*

# REMERCIEMENTS

---

*Nous tenons à remercier le bon dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la capacité de mener ce travail à terme.*

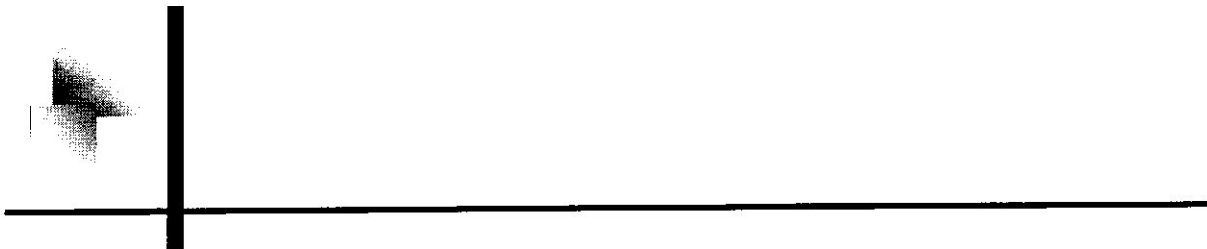

*Nous exprimons nos vifs remerciements à notre promoteur Monsieur Guellati et co-promoteur Monsieur Gherous de nous avoir encadré malgré la complexité du travail.*

*Nous voudrions aussi exprimer notre gratitude à Mr Gaci et Mr Ribah Fayçal pour leurs aides permanents.*

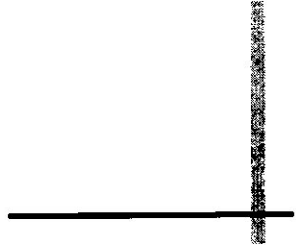
*Au membre de jury pour l'honneur qui nous ont accordé en acceptant de juger notre travail et à tous les enseignants de département qui nous ont encouragé durant notre formation.*

*Et à tout ceux qui nous ont soutenu de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

*Abd el-Krim et Ali*



# INTRODUCTION



*Le présent mémoire de fin d'étude se réfère au titre «ETUDE TECHNOLOGIQUE ET STRUCTURALE DES ATTACHES MOTEUR CF6-80E1 EQUIPANT AIRBUS A330-200» du programme officiel de l'option de structure, dont il traite la partie de description de l'avion et fixation du réacteur, et une partie de la maintenance et d'inspection.*

*L'avion A330-200 est un biréacteur gros porteur, moyen et long-courrier. Cet appareil bénéficie des technologies les plus modernes et notamment des commandes de vols électriques. Airbus a choisi de l'équiper de moteurs General Electric CF6-80E1 développé en coopération avec Snecma.*

*Le plan de cet mémoire fait ressortir les composants d'un avion suivant leur fonction :*

### **CHAPITRE 1 : Description générale d'avion.**

*On aperçoit dans ce chapitre la description de l'avion (dimension, structure...) le fuselage et le réacteur.*

### **CHAPITRE 2 : Etude de la voilure et pylône.**

*Pour atteindre notre cible d'étude (Les Attaches), on a commencé dans le chapitre 2 à décrire l'aile et le pylône, c'est-à-dire une petite étude sur leurs structures, architectures et emplacements sur l'aéronef.*

### **CHAPITRE 3 : Technologie des attaches.**

*Dans ce chapitre on apprend le fonctionnement des fixations (aile - pylône - moteur), avec la méthode de démontage des ferrures et description des attaches.*

***CHAPITRE 4 : Maintenance et inspection.***

*Ce chapitre comprend deux parties :*

- *La maintenance programmée et non programmée, les visites de la maintenance, les documentations utilisées donne de la maintenance préventive et maintenance curative.*
- *Des exemples d'inspection visuelle détaillée avec les différentes cartes d'inspection précisent les aires d'inspection.*

# *CHAPITRE - I*

---

## *GENERALITE DE L'AIRBUS A330-200*

**I-1. Historique :**

Le 27 janvier 1986, l'A330 est officiellement présenté et continue d'évoluer sur les planches à dessins. Il gagne en masse et en performance, intègre les commandes de vol numériques de l'A320 avec mini manches et les glass cockpits.

Quatorze mois plus tard, l'intérêt des compagnies aériennes dépasse largement les espoirs du constructeur qui s'était fixé un seuil de 40 exemplaires commandés par 5 transporteurs pour le lancement de la gamme. En fait, en mars 1987 le carnet de commandes affiche déjà 109 appareils pour 9 clients.

Airbus travaille sur l'A330 présenté au public en octobre 1992. Le biréacteur nécessite beaucoup de travail, puisqu'il faut que chaque motorisation soit approuvée et la campagne d'essais s'étale sur à peu près deux ans, malheureusement marquée le 30 juin 1994 par l'accident du prototype équipé de Pratt & Whitney.

La version 200 est plus petite que 300 d'environ 4m mais elle gagne 2000 km d'autonomie ce qui fait son charme et ce qui explique son succès auprès des compagnies aériennes.

En février 2005, il y a eut 287 airbus A300-200 commandés dont 179 livrés et 238 A330-300 commandés dont 156 livrés.



<b>Fiche technique de l'Airbus A330-200</b>	
Type d'avion : Avion de ligne	
Constructeur : Airbus	
Année du premier vol : 1992	
Pays : Europe	
Equipage:	2 Pilotes + équipage commercial.
Envergure:	60,304 m.
Longueur:	58,998 m.
Hauteur:	18,23 m.
Surface des ailes:	361,63 m <sup>2</sup> .
Masse à vide:	120 000 kg.
Masse maximale au décollage:	233 000 kg.
Distance franchissable:	6 642 nm (environ 12 300 km).
Vitesse de croisière:	480 Noeuds - Mach 0.82 (environ 888 km/h).
Vitesse maximale:	492 Noeuds - Mach 0.85 (environ 911 km/h).
Plafond opérationnel:	41 100 ft (environ 12 530 m).
Capacité:	253 à 406 passagers.
Motorisation:	2 Réacteurs générale électrique CF6-80E1, A3 de 32 700 kg de poussée.

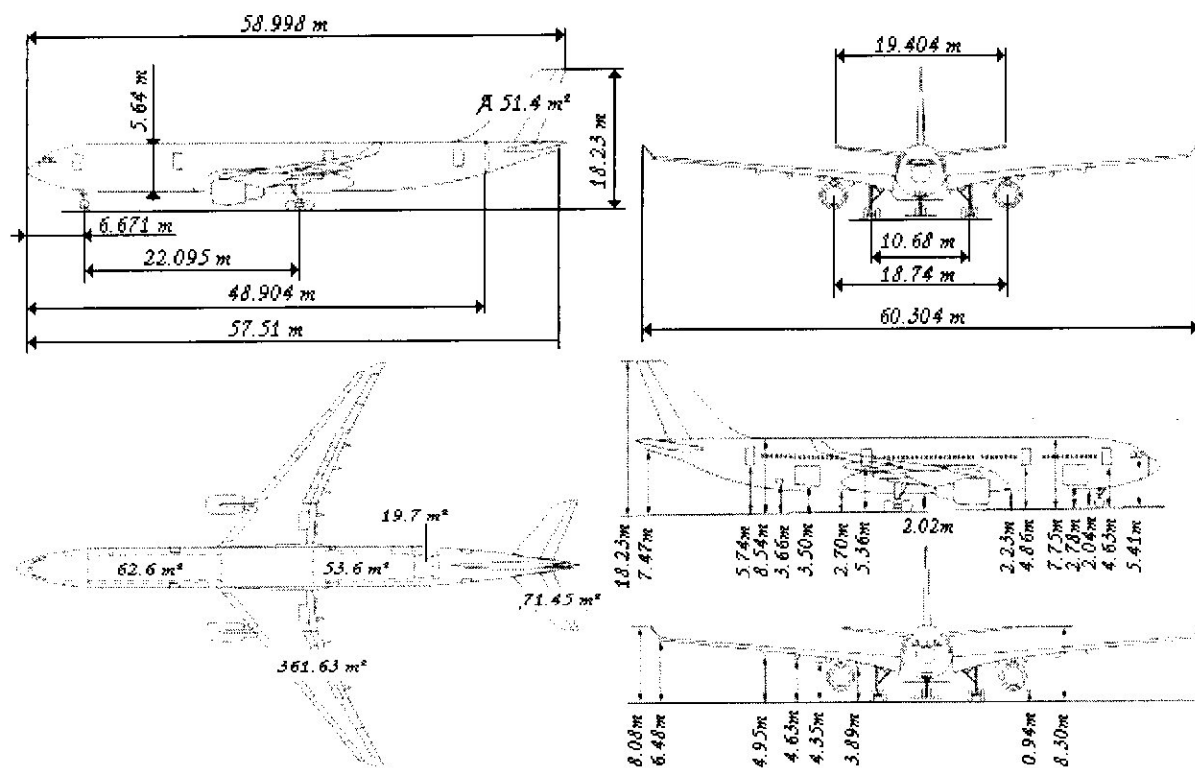


Figure (I.1) : Dimensions du airbus A330-200

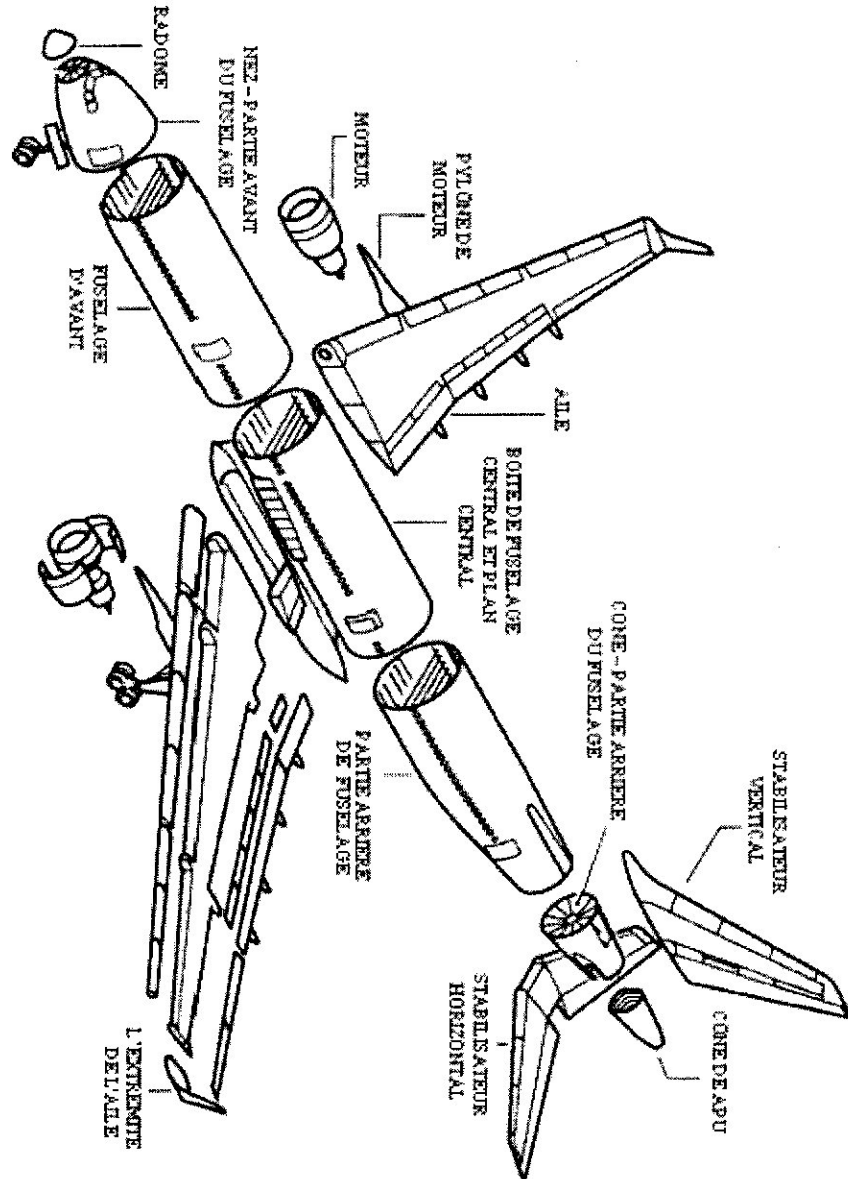


Figure (1.2) : Structure d'avion A330-200

## 1-2. Description de l'avion :

### 1-2.1. Fuselage :

La structure du fuselage est étudiée par les constructeurs de façon à répondre à de nombreuses exigences techniques. (Voir figure 1.3)

Le fuselage d'un avion est soumis au cours du vol à de multiples et nombreux efforts:

- ↳ Efforts de flexion. (Verticale et horizontale)
- ↳ Efforts de torsion.
- ↳ Efforts de résistance à la pressurisation.
- ↳ Efforts localisés. (Impact à l'atterrissage)

La structure est constituée de cadres soit usinés appelés cadres forts soit de cadres pliés ou cadres tollés reliés par des lisses et des pièces de renforts notamment dans les zones où les efforts sont importants comme par exemple l'accrochage du train atterrissage.

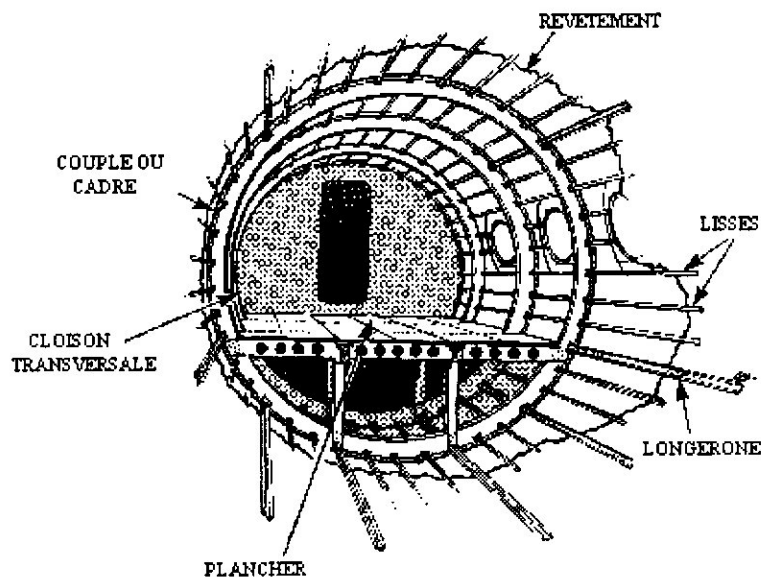


Figure (1.3) : Structure de fuselage

Sur le fuselage, l'alliage 2024 (aluminium cuivre) a longtemps été le seul matériau utilisé. Mais les exigences croissantes des avionneurs et le développement des composites organiques ont changé la structure.

Le fuselage, principal élément de la structure, en terme de masse et de volume, est aujourd'hui l'un des enjeux majeurs des évolutions matériaux procédés. En effet, les rivets, bien que le plus souvent en aluminium, représentent aujourd'hui la part la plus importante de la masse du fuselage. La suppression de ces rivets est donc un enjeu de taille pour les nouvelles générations d'appareils.

Le fuselage contient des parties de structure secondaire, qui ne sont pas utilisées sous des conditions particulièrement contraignantes. Pour ces parties, on essaye surtout de gagner du poids en utilisant des matériaux composites. Le plancher, par exemple, est souvent un panneau sandwich.

#### *A. Composants du fuselage :*

Les composants principaux du fuselage primaires sont: *(Voir figures I.4, I.5 et I.6)*

- ↳ Nez - partie avant du fuselage.
- ↳ Fuselage d'avant.
- ↳ Fuselage central.
- ↳ Partie arrière du fuselage.

Cône - partie arrière du fuselage. *(Voir figure I-2)*

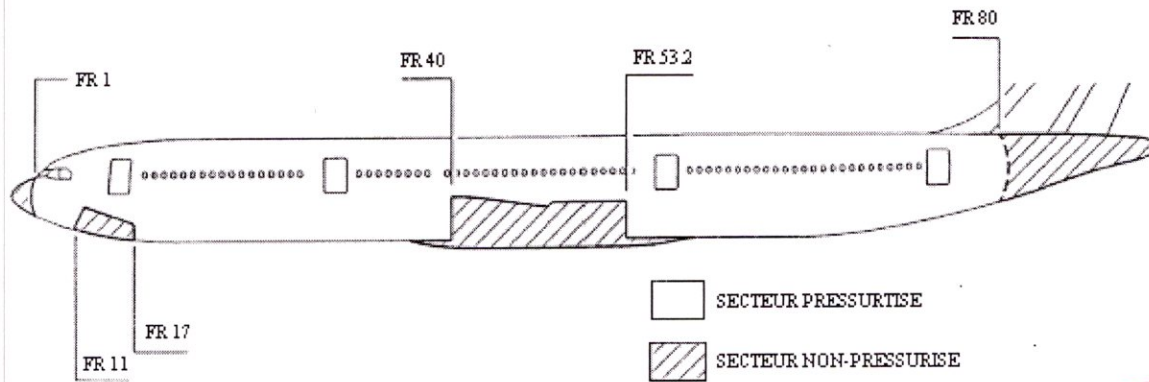


Figure (1.4) : Endroit des cloisons étanches

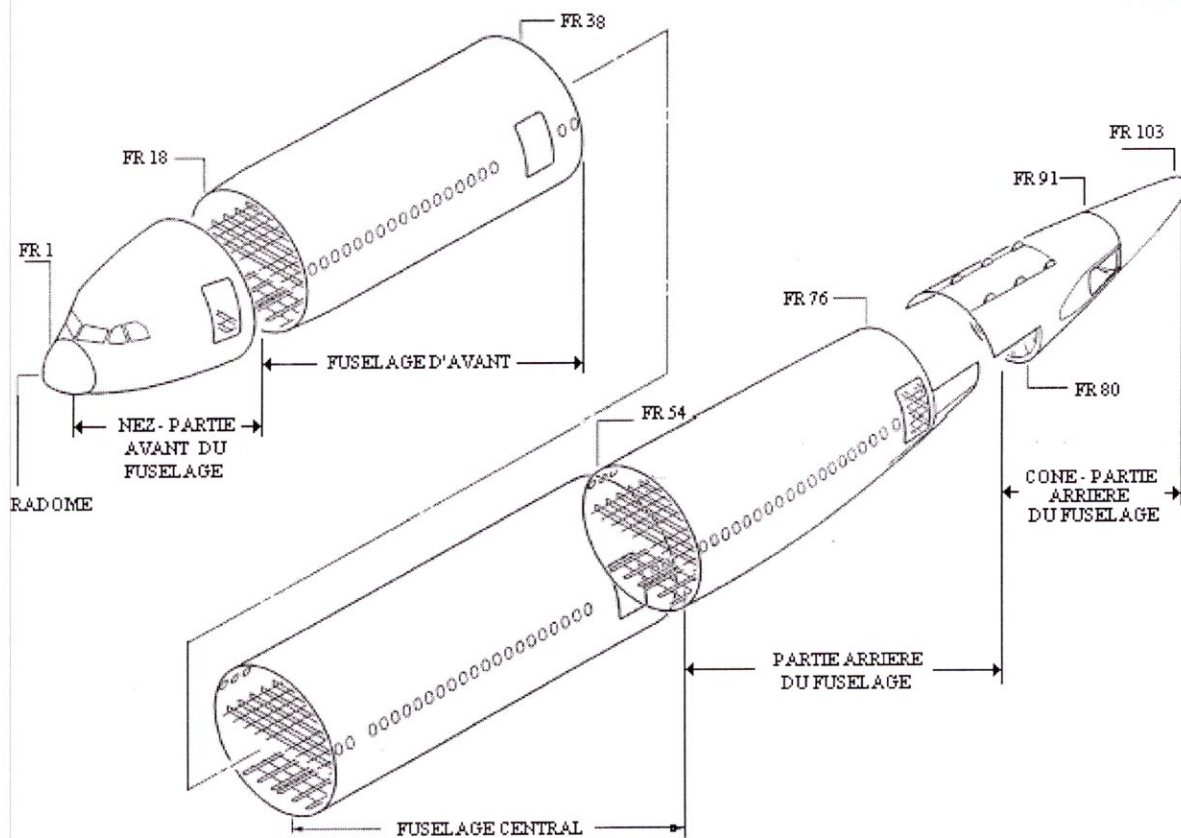


Figure (1.5) : Composants du fuselage

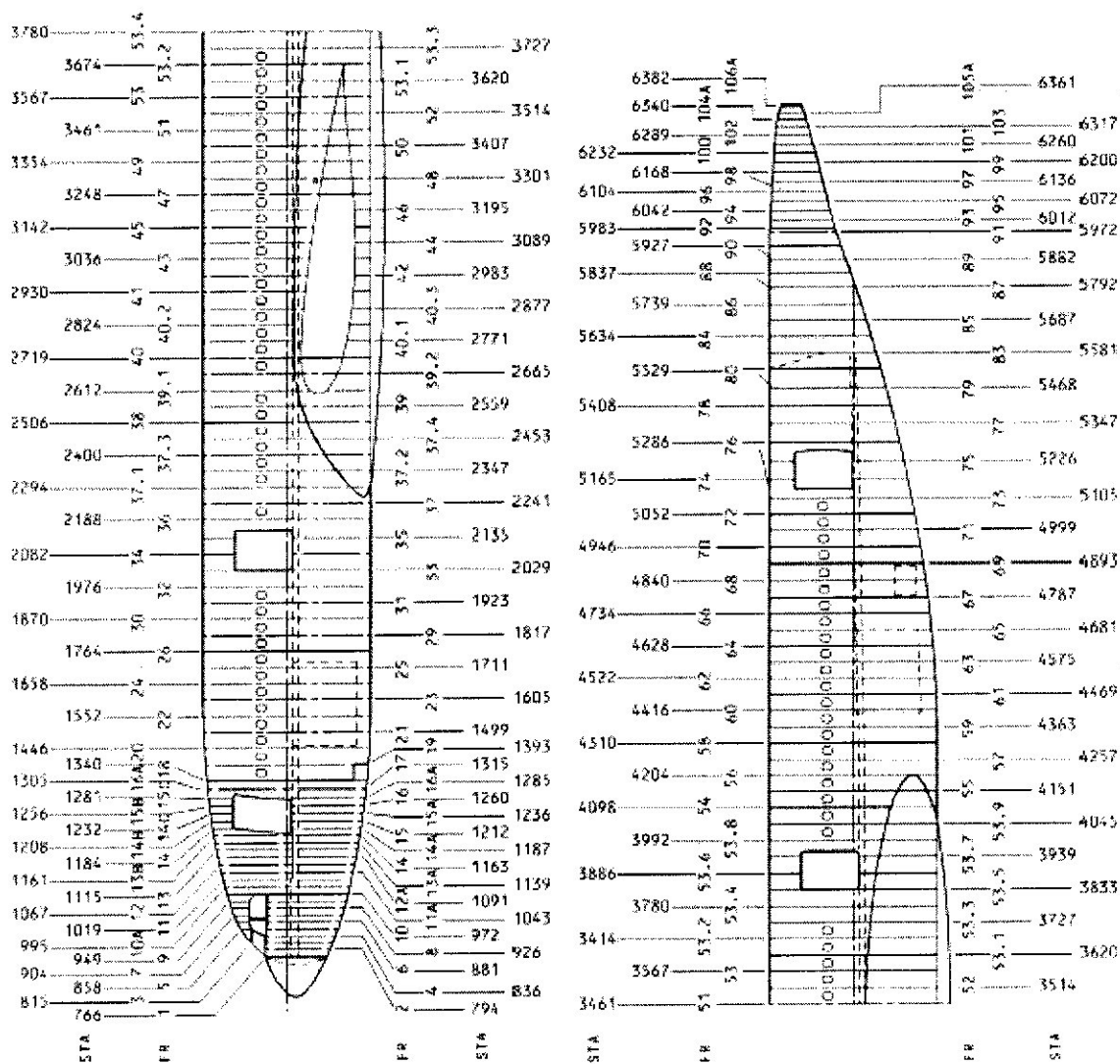


Figure (I.6) : Système d'armature

1- Nez - partie avant du fuselage :

La partie supérieure de l'ensemble inclut le cockpit et la cabine. La partie plus inférieure de l'ensemble inclut le compartiment de train d'atterrissage avant et la soute électronique. Le radôme est attaché sur la face avant de FR1.

Le cockpit, la cabine et la soute électronique sont dans la zone pressurisée. La pression de la cloison étanche vers l'avant, sépare le radôme de la zone pressurisée, est installée à FR1. Des cadres résistants de pression sont installés dans la partie inférieure du fuselage d'avant. Qui séparent le compartiment de train d'atterrissage avant de la zone pressurisée.

**2- Fuselage avant :**

La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine et une partie du compartiment centrale des passagers et la partie inférieure de l'ensemble contient la soute avant. Tout le fuselage avant est dans la zone pressurisée.

**3- Fuselage central:**

Le fuselage central s'étend de FR38 à FR54. La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine. La boîte de centre d'aile et le compartiment de train d'atterrissage principal, et le compartiment hydraulique, sont dans la partie inférieure de l'ensemble.

La boîte de centre d'aile est installée entre FR40 et FR47. La structure se prolonge à travers la largeur du fuselage inférieur. Le compartiment de train d'atterrissage principal est installé entre FR47 et FR53.2.

Une quille de faisceau est installé dans le fond du fuselage inférieur et s'étend de FR39 à FR53.5. Elle garde la résistance de la structure longitudinale du fuselage inférieur et absorbe les charges de recourbement de fuselage.

Le capot de carénage de ventre est installé du côté externe de la partie plus inférieure du fuselage central. La structure est une prolongation au fuselage inférieur et contient la climatisation et l'équipement de servitudes hydrauliques.

**4- Partie arrière du fuselage:**

La partie supérieure de l'ensemble contient une partie de la cabine arrière du passager et la partie inférieure de l'ensemble contient la soute arrière. Toute la partie arrière du fuselage est dans la zone pressurisée.

*5- Cône - partie arrière du fuselage :*

Le cône - partie arrière du fuselage s'étend de *FR80* à *FR103*. Les panneaux du revêtement supérieurs arrière de *FR76* sont également une partie du cône - partie arrière du fuselage. La cloison étanche arrière de pression est installée à *FR80*. La partie de cône arrière du fuselage fait partie du secteur du fuselage qui n'est pas pressurisé.

Le stabilisateur horizontal est installé entre *FR87* et *FR91*. Quatre ferrures de fixation de cône arrière sont installées au visage arrière de *FR91*.

Unité de puissance auxiliaire [Auxiliary Power Unit (*APU*)] est installé entre *FR95* et *FR101*. Le compartiment de (*APU*) est une zone indiquée du feu. Les renforts en métal séparent les murs à l'épreuve du feu de revêtement du cône, qui est fait en alliage d'aluminium. La partie supérieure du compartiment de (*APU*) a un plafond fort et deux longerons.

Les ferrures de fixation de (*APU*) sont installées aux deux longerons. L'entrée d'air de (*APU*) est installée entre *FR92* et *FR94*. L'extrémité arrière du cône de *FR103*, est un capot de carénage pour l'échappement de (*APU*). Le capot de carénage est d'une construction en métal de feuille.



## I-2.2. Réacteur CF6-80E1 :

Le réacteur CF6-80E1 de général électrique équipant l'airbus A330-200 est un moteur double corps, double flux. Ce moteur est caractérisé par un taux de dilution élevé par rapport aux autres moteurs. Une faible vitesse d'éjection. Il est équipé d'un système tels que le circuit de carburant qui est asservie et régulé à l'aide d'un calculateur numérique ECU (Unit électronique de contrôle moteur). Une des plus importante particularité du CF6-80E1 est qu'il est de conception modulaire permettant le changement d'un module sans le désassemblage général du moteur. Ainsi qu'une longue durée de vie et une grande rentabilité. (Voir figure I.7)

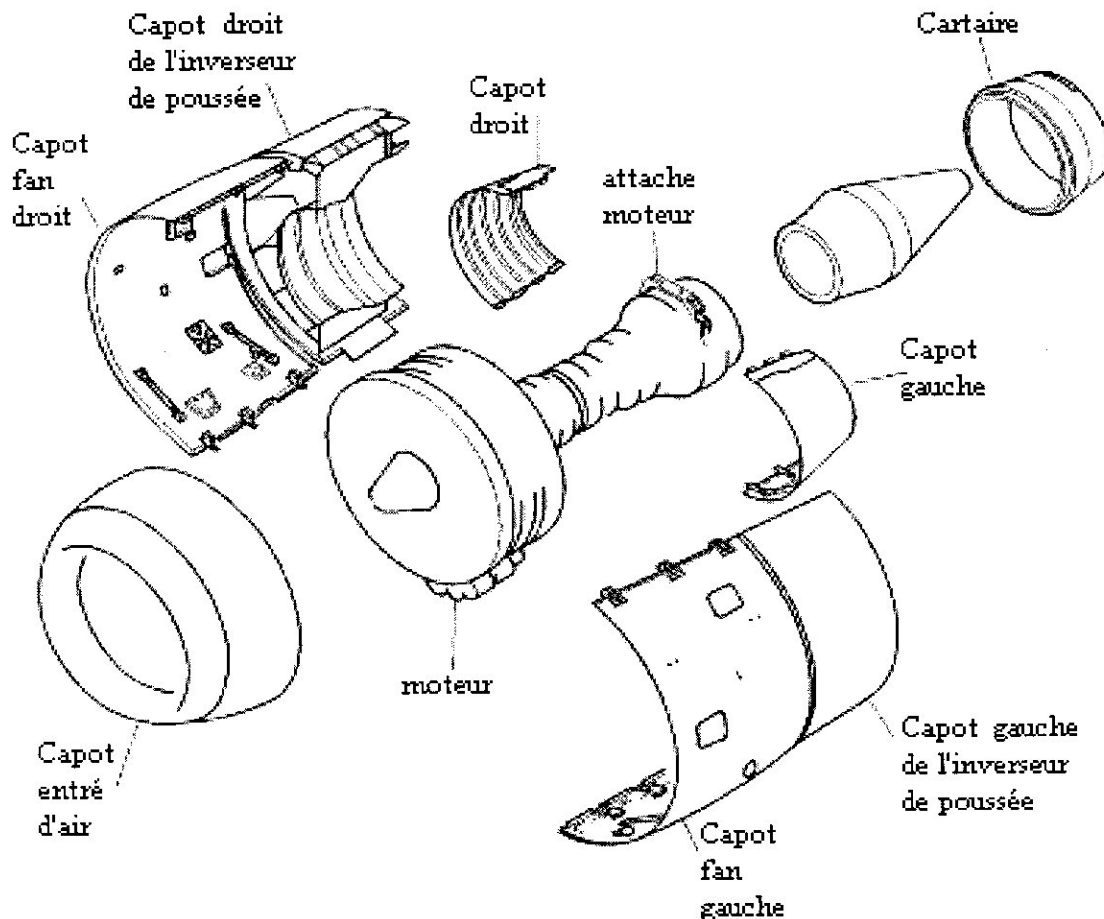
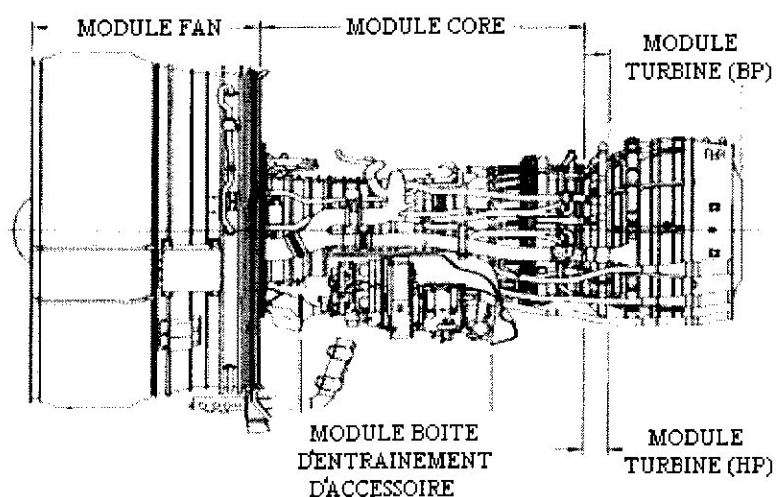


Figure (I.7) : Réacteur CF6-80 E1

Le réacteur *CF6-80E1* compose de cinq modules principaux : (Voir figure I.8)

- ✓ Module fan.
- ✓ Module core.
- ✓ Module turbine haute pression.
- ✓ Module turbine basse pression.
- ✓ Module boîte d'entraînement d'accessoire.



*Figure (I.8) : Les modules principaux de réacteur CF6-80E1*

La nacelle de réacteur *CF6-80E1* donne la forme aérodynamique au moteur, elle se compose de : (Voir figure : I.9)

- ✓ Le capot d'entrée d'air.
- ✓ Les capots de moteur.
- ✓ L'inverseur de poussée.
- ✓ Capots de core moteur.
- ✓ La tuyère d'éjection.

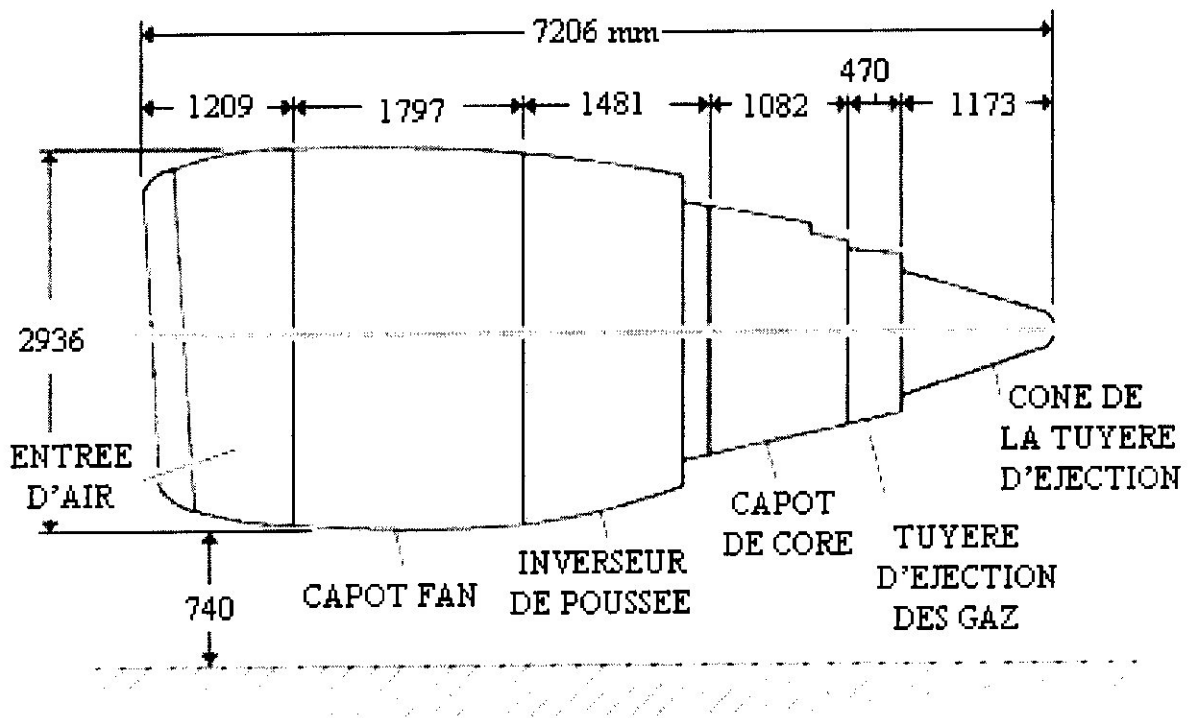


Figure (1.9) : Nacelle de réacteur

# CHAPITRE - II

## ETUDE DE LA VOILURE ET PYLONE

### II.1. Généralités :

Bien que de nombreux éléments et procédés de montage semblables se retrouvent à la fois dans la voilure et le pylône, il est utile d'analyser séparément la constitution de chaque section. Les différences proviennent de la prépondérance du rôle que la section à jouer dans les rôles mécanique ou aérodynamique.

### II.2. L'aile :

Les ailes sont les éléments de la cellule qui produisent la portance en vol, elles sont soumises à des contraintes en flexion et en torsion. (Voir figure II.1)

Elles contiennent :

- ↪ Les commandes de vol.
- ↪ Les dispositifs hypersustentateurs.
- ↪ Les aérofreins, les spoilers.

Elles permettent sur beaucoup d'appareils, la fixation du train d'atterrissage, des moteurs ainsi que le logement des réservoirs (*carburant*).

Les ailes supportent les forces qui permettent de maintenir l'avion en vol. Sous leurs effets, les ailes ont tendance à se courber vers le haut. Ainsi, l'extrados (partie supérieure de l'aile) est chargé en compression, tandis que l'intrados (partie inférieure) est chargé en traction. On utilise donc pour l'extrados un alliage d'aluminium de la série 7000 pour ses bonnes aptitudes en compression et en stabilité. On utilise pour l'intrados, un alliage d'aluminium de la série 2000. Les bords d'attaque, les bords de fuite et les volets des ailes, sont en matériaux composites.

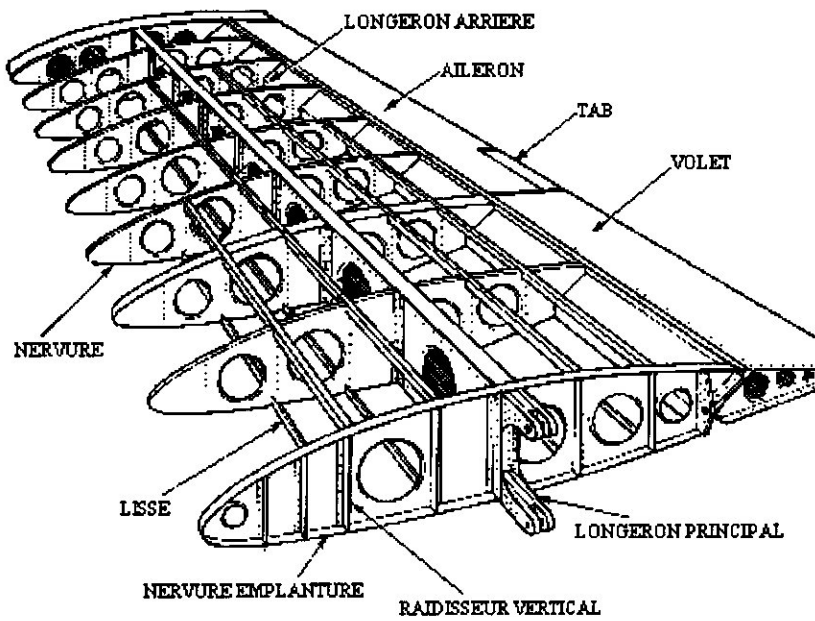


Figure (II.1) : Structure de l'aile

<i>Définitions relatives à la voilure</i>	
<i>Bord d'attaque :</i>	Partie avant de l'aile dans le sens de déplacement.
<i>Bord de fuite :</i>	Partie arrière de l'aile dans le sens de déplacement.
<i>Intrados :</i>	Face inférieure de l'aile.
<i>Extrados :</i>	Face supérieure de l'aile.
<i>Profil :</i>	Section de l'aile par un plan vertical parallèle à l'axe longitudinal du fuselage.
<i>Emplanture :</i>	Liaison aile fuselage.
<i>Saumon :</i>	Partie extrême de chaque demi aile.

### II.2.1. Description de l'aile :

L'aile de l'avion A330-200 est une structure continue qui passe par le fuselage entre les FR40 et FR47. (Voir figures II.2, II.3, II.4)

Il se compose de trois parties:

- ↳ Le plan central (Zone 140).
- ↳ L'aile externe gauche (Zone 500).
- ↳ L'aile externe droite (Zone 600).

#### A. Plan central :

Le plan central est installé dans le fuselage central entre les FR40 et FR47 est inclut :

- ↳ Longerons d'avant, centraux et arrière (Aux FR40, 42 et 47 respectivement).
- ↳ Panneau de revêtement supérieur et inférieur.
- ↳ Deux armatures principales. (Aux FR40 et 47).
- ↳ Un ensemble de 54 tiges intégrales de fibre de carbone.
- ↳ Nervure gauche 1 et nervure droite 1.

Le plan central a des attachements pour les ailes externes droits et gauches à la nervure gauche 1 et à la nervure droite 1.

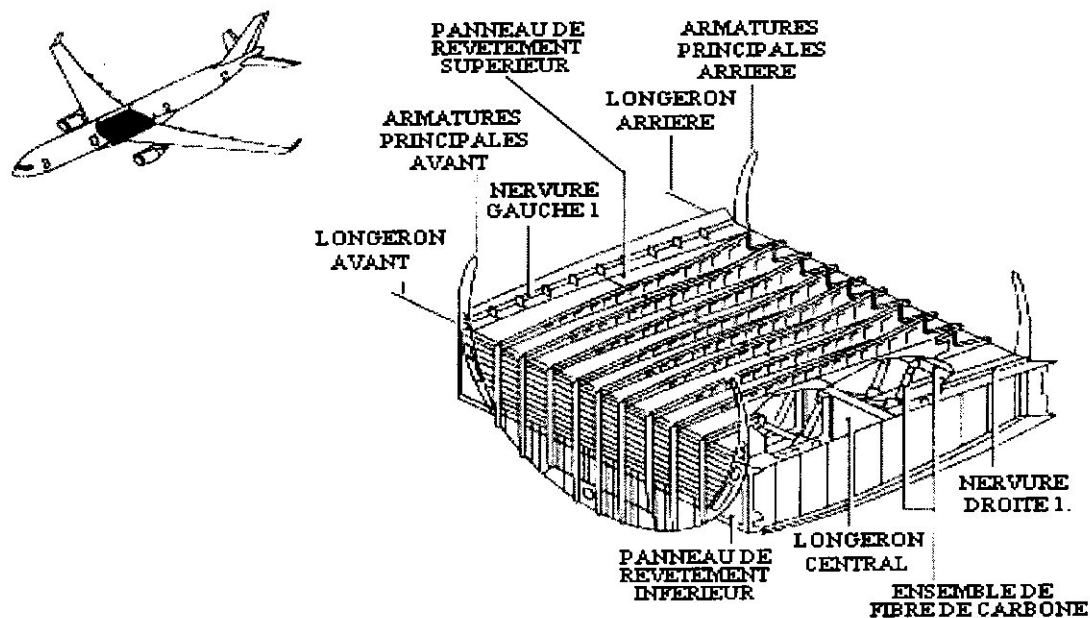


Figure (II.2): Plan central

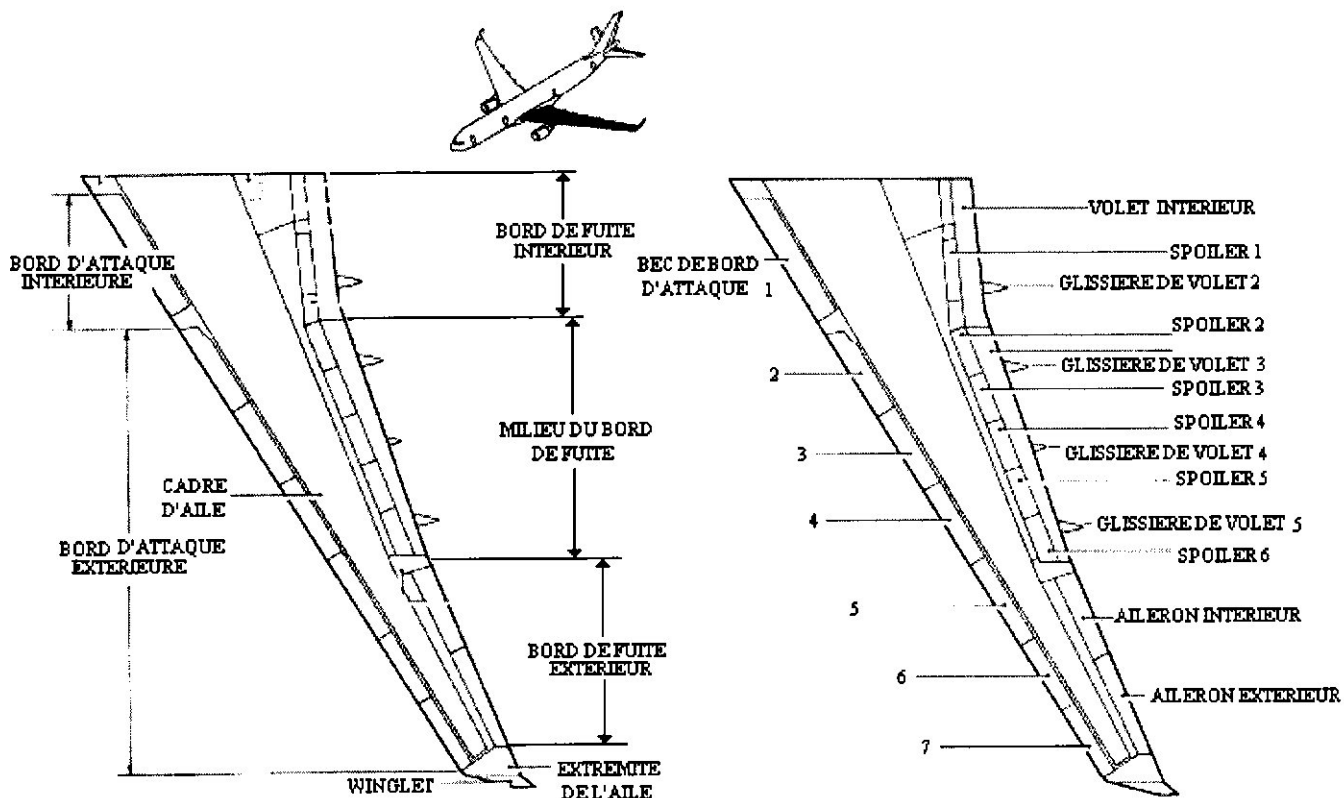


Figure (II.3) : Aile externe - arrangement général



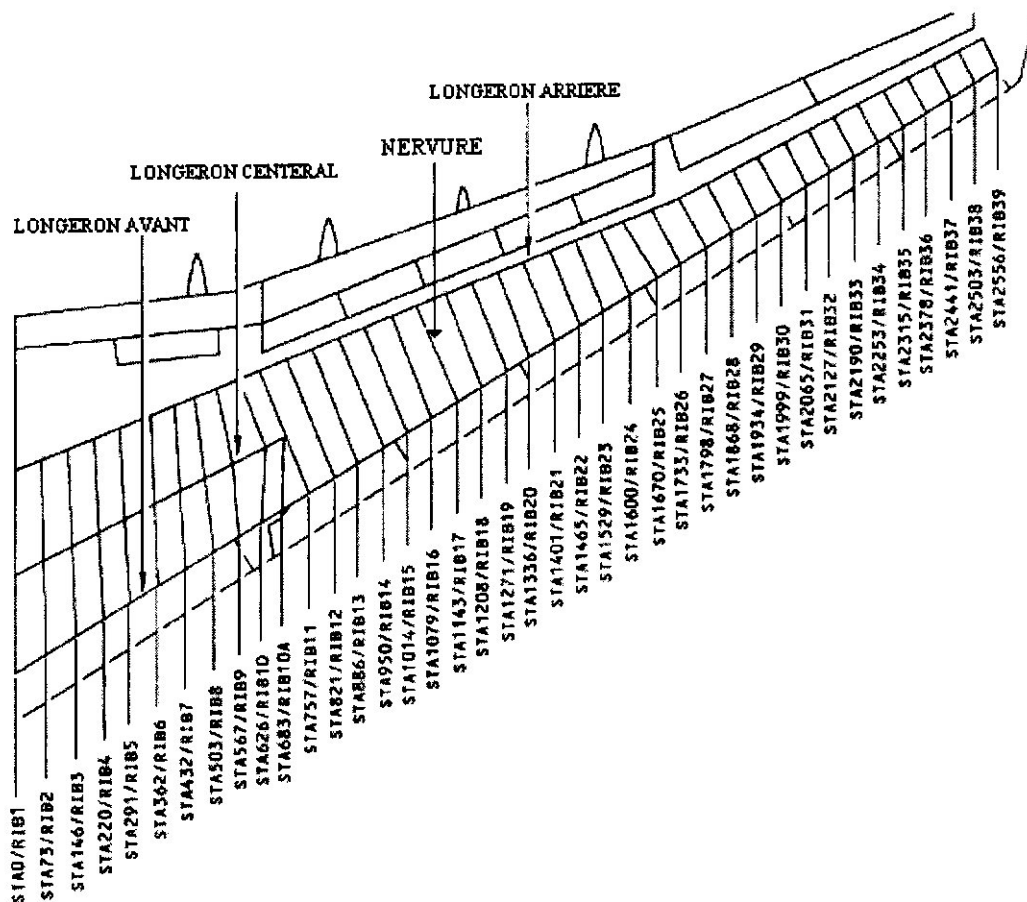


Figure (II.4) : Endroit des nervures et longerons

### B. Aile Externe :

Chaque aile externe inclut :

- ↳ Le Caisson de voilure.
- ↳ Saumon (L'extrémité d'aile).
- ↳ Bord d'attaque et dispositif de bord d'attaque.
- ↳ Bord de fuite et dispositif de bord de fuite.

### 1- Le Caisson de Voilure :

La structure principale de chaque aile externe est le Caisson de Voilure qui effile de la racine d'aile au saumon. Ses longerons avant et arrière s'étendent de *STA0* à *STA2556* et sont faits dans trois parts. Le longeron avant a des joints à *STA821* et *STA1798* et le longeron arrière a des joints à *STA568* et à *STA1798*. Le longeron central s'étend de *STA0* à *STA757*.

Le caisson de voilure a 39 nervures. Bien que les nervures soient continues entre les longerons, les nervures *RJB2* à *RJB11* sont faites en deux parts (pour permettre l'installation du longeron central). Chacun des fonds supérieurs de la boîte d'aile a quatre panneaux de revêtement qui se prolongent en avant du longeron avant et à l'arrière du longeron arrière. La structure du bord de fuite est attachée par ces projections aux longerons avant et arrière.

Les lisses donnent la force aux panneaux de revêtement de dessus et de bas. Le caisson de voilure a deux réservoirs de carburant intégraux et un réservoir de passage. Trente trois panneaux du revêtement inférieur donnent l'accès aux réservoirs.

Le caisson de voilure a également des fixation pour :

- ↳ Le bord d'attaque et le dispositif du bord d'attaque.
- ↳ Le saumon et la dérive.
- ↳ Le bord de fuite et le dispositif du bord de fuite.
- ↳ Le pylône du support moteur.
- ↳ Le train d'atterrissage principal.

### 2- Extrémité de l'aile:

L'extrémité de l'aile et le montage de la Winglet sont installés à la nervure *RJB39*. Il y a deux panneaux d'accès installés sous le joint d'aile incliner à Winglet.

### 3-. Bord d'attaque et dispositifs du bord d'attaque :

Le bord d'attaque est situé en avant du longeron avant et le caisson d'aile. Il inclut l'intérieur et l'extérieur du bord d'attaque et le sommet et le fond du panneau.

Les bords de bord d'attaque principale est installé sur l'aile comme suit :

- ↳ Le bec de bord d'attaque 1 est entre STA73/RIB2 et STA626/RIB10.
- ↳ Le bec de bord d'attaque 2 est entre STA626/RIB10 et STA1015/RIB15.
- ↳ Le bec de bord d'attaque 3 est entre STA1015/RIB15 et STA1337/RIB20.
- ↳ Le bec de bord d'attaque 4 est entre STA1337/RIB20 et STA1601/RIB24.
- ↳ Le bec de bord d'attaque 5 est entre STA1601/RIB24 et STA2000/RIB30.
- ↳ Le bec de bord d'attaque 6 est entre STA2000/RIB30 et STA2253/RIB34.
- ↳ Le bec de bord d'attaque 7 est entre STA2253/RIB34 et STA2557/RIB39.

### 4-. Bord de fuite et dispositifs du bord de fuite :

La structure du bord de fuite à l'arrière du longeron arrière de la boîte d'aile est inclut à l'intérieur, milieu et l'extérieur du longeron arrière du bord de fuite.

L'intérieur du longeron arrière du bord de fuite inclut :

- ↳ Le revêtement du caisson.
- ↳ Le panneau de l'extrados.
- ↳ La structure entre le revêtement intérieur fixe et le revêtement extérieur.
- ↳ Revêtement extérieur.
- ↳ Le panneau fixe inférieur de l'aile.

Le milieu et longeron arrière de bord de fuite incluent :

- ↳ Les nervures de charnière.
- ↳ Les nervures d'intermédiaire.
- ↳ Les supports de vérin commande.
- ↳ Les panneaux de haut et de bas.

Les dispositifs de bord de fuite sont :

- ↳ Les deux volets de bord de fuite.
- ↳ Les deux ailerons.
- ↳ Les six spoilers.

#### 5-. Volets de bord de fuite :

Les volets intérieurs et extérieurs sont installés sur le bord de fuite de l'aile. Le volet intérieur se trouve entre  $STA0/RJB1$  et  $STA757/RJB11$  et le volet extérieur entre  $STA757/RJB11$  et  $STA1798/RJB27$

#### 6-. Ailerons :

Les ailerons intérieurs et extérieurs sont installés sur le bord de fuite de l'aile. L'aileron intérieur se trouve entre  $STA1798/RJB27$  et  $STA2190/RJB33$  et l'aileron extérieur entre  $STA2190/RJB33$  et  $STA2557/RJB39$

#### 7-. Spoilers :

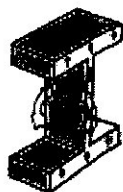
Il y a six spoilers installés sur l'extrados de chaque aile, vers l'avant des volets de bord de fuite. Le spoiler 1 est installé entre  $STA291/RJB5$  et  $STA568/RJB9$ . Les spoilers 2 à 6 sont installés entre  $STA757/RJB11$  et  $STA1734/RJB26$ .

### II.2.2. L'architecture de l'aile :

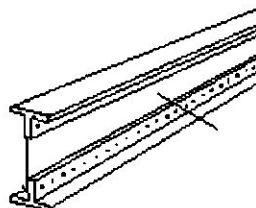
L'élément fort de l'aile est le longeron principal. Il supporte la majorité des contraintes en flexion. C'est une poutre placée dans le sens de l'envergure, qui va de l'emplanture au bout de l'aile. Il peut y avoir un ou plusieurs longerons dans une aile. Dans certaines ailes, les constructeurs placent un faux longeron. Semblable au longeron principal, il n'est pas rattaché à l'emplanture ; il assure la rigidité.

La résistance d'un longeron est proportionnelle au carré de son épaisseur ; cela explique pourquoi les longerons des ailes cantilevers vont en s'amincissant depuis l'emplanture, où la concentration des charges est la plus grande, jusqu'au bout d'aile, où les charges sont les moindres.

Les longerons en bois ou en métal ont des formes variées. Certains longerons composés de deux ou plusieurs sections maintenues ensemble peuvent être qualifiés de longerons à protection totale.



**Longerons d'ailes**



**Longeron à protection totale**

Les nervures, placées perpendiculairement aux longerons, servent à donner une forme à l'aile, à transmettre les efforts du revêtement aux longerons et à maintenir la séparation entre les longerons. Elles peuvent occuper la corde complète de l'aile ou seulement une portion. Dans ce cas, le bord d'attaque et le bord de fuite sont des entités différentes fixées sur la partie centrale et par conséquent amovibles.



**Bord d'attaque**

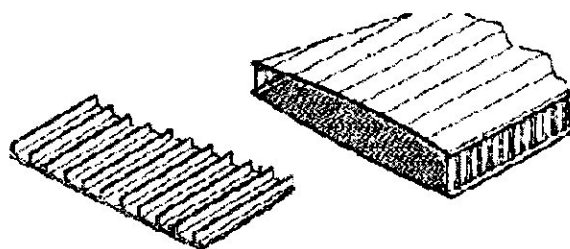
Sur les nervures, dans le même sens que le longeron, on trouve les lisses qui servent à répartir les charges et à fixer le revêtement.

Pour fins de comparaison, nous montrons à la figure (Bord d'attaque) une aile entoillée d'avion léger et à la figure une aile métallique. Le revêtement, selon le type de construction utilisé, est fait de toile, de contre-plaqué ou de métal.

L'entoilage est cousu sur les nervures puis recouvert d'un enduit servant à tendre la toile. Des bandes de toile plus résistante sont collées par-dessus l'entoilage, à l'emplacement des causés par les coutures.

Le revêtement rigide en contre-plaqué est vissé et collé. Le revêtement métallique est généralement riveté, parfois collé. Sur les avions modernes, le revêtement participe à la résistance générale de l'ensemble en tant que revêtement travaillant.

On rencontre très fréquemment à l'heure actuelle des revêtements constitués de panneaux usinés pour former des raidisseurs intégrés qui donnent rigidité et résistance.



**Raidisseurs intégrés**

L'espace intérieur compris entre le longeron avant et le longeron arrière d'une part et les nervures d'autre part est souvent rendu étanche par un enduit plastique pour servir de réservoir de carburant ; on appelle cette installation un réservoir structural.

On peut aussi placer aux mêmes endroits, et pour les mêmes raisons, des vessies de caoutchouc amovibles, facilitant ainsi l'entretien et les réparations.

Le longeron en caisson est une construction particulièrement rigide et résistante, et pourtant légère, dans laquelle les parties supérieures et inférieures du longeron, faites de panneaux à raidisseurs intégrés, servent aussi de revêtement. Il ne reste plus qu'à fixer sur ce caisson le bord d'attaque et le bord de fuite. On utilise le longeron en caisson sur les avions de transport qui évoluent à haute vitesse.



**Longeron en caisson**

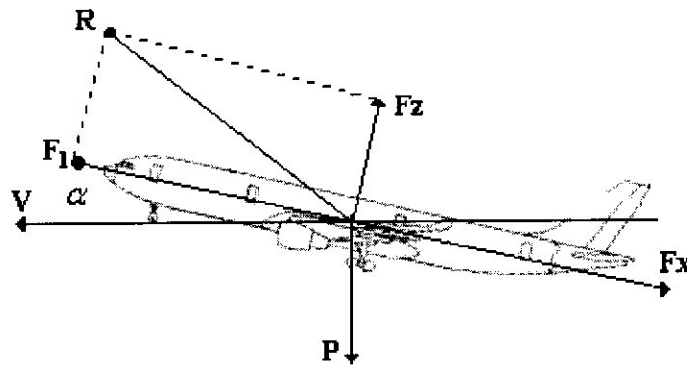


Le bout d'aile, appelé saumon d'aile, est habituellement un ensemble amovible boulonné sur le dernier panneau de l'aile. Il est amovible et de construction indépendante du reste de la structure afin d'éviter que les accrochages, dont il est fréquemment victime, n'imposent des réparations majeures à l'ensemble de l'aile. Il est fait de fibre de verre sur les avions légers et d'aluminium sur les avions plus lourds.

Les ailes des avions supersoniques doivent être très minces, ce qui pose des problèmes de construction. On utilise de préférence des panneaux à raidisseurs intégrés et des longerons caissons. Certains avions de chasse ont des ailes pleines, ultrafines. L'échauffement thermique impose l'utilisation d'alliages autres que ceux d'aluminium : alliages de titane ou d'acier inoxydable.

### II.2.3. Les forces (efforts) :

Il existe d'autres forces s'opposant au mouvement. En effet, en avançant dans l'atmosphère, le corps comprime l'air, devant lui ; il se produit en avant une zone de surpression ; puis l'air s'écarte du corps décolle à l'arrière, créant ainsi une zone de dépression ou peut se produire des phénomènes tourbillonnaires.

**A. Les forces agissant sur l'avion :**

Ses forces sont :

- ↳ P = Poids de l'avion.
- ↳ F1 = La force de traction.
- ↳ Fz = La force de portance.
- ↳ Fx = La force de traînée.
- ↳ R = La résistance de l'air.
- ↳  $\alpha$  = Angle d'attaque.

**B. Les forces agissant sur l'aile :****1- Au sol :**

Au sol il y a uniquement des efforts massiques verticaux (Voir figure II.5) :

- (1) Poids réparti de la structure.
- (2) Poids des concentrés du moteur.
- (3) Réaction de l'atterrisseur.
- (4) Poids réparti du carburant.

La voilure va vibrée autour de son axe élastique, comme les efforts répartis ponctuels ne sont pas situés dans cet axe en chaque section, le déport engendrera un couple de torsion ( $M_y$ ). Une section donné de cette voilure sera soumise a un moment de flexion ( $M_x$ ) et un effort tranchant ( $T_z$ ) et un moment de torsion ( $M_y$ ).



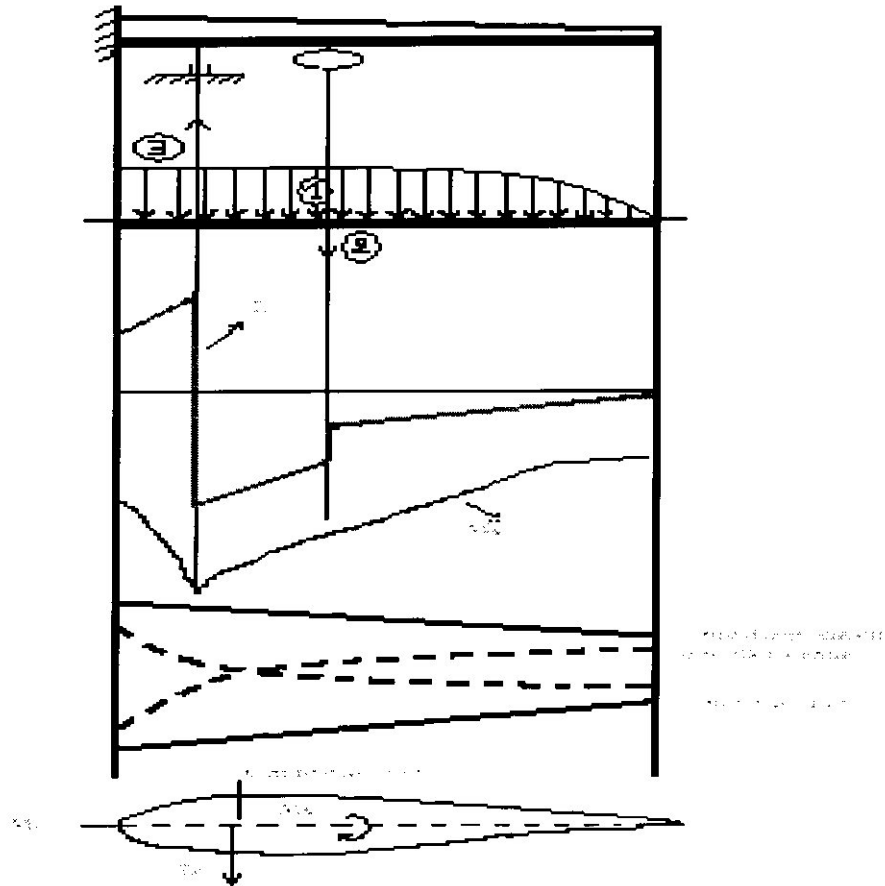


Figure (II.5): Les forces agissant sur l'aile au sol

## 2- Au vol symétrique :

### • Efforts verticaux :

Un effort réparti de portance étant supérieure au poids de l'aile, puisqu'il porte le fuselage aussi. L'effort tranchant ( $T_z$ ) est toujours vers le haut, le moment de flexion tend à monter l'aile on comprime l'extrados. Le déport par rapport à l'axe élastique donne comme précédemment un couple de torsion ( $M_y$ ). (Voir figure II.6)

### • Efforts longitudinaux :

La poussée étant supérieure, l'effort tranchant change de signe et est dirigé vers l'avant à partir du point d'attache du réacteur, le moment de flexion ( $M_z$ ) change de signe entre le réacteur et l'emplanture au niveau du point B. Le déport ( $h$ ) par rapport à l'axe élastique introduit un moment de torsion. (Voir figure II.7)

### II.3. Le pylône :

Les fonction du pylônes installé sous chaque demi d'aile sont : (Voir figure II.8 ; II9)

- ↳ Pour supporter le moteur.
- ↳ Permettre le cheminement et l'attachement de tous les systèmes reliés au moteur (câblages électriques, hydrauliques, prélèvement d'air et de carburant).
- ↳ Une nacelle donne au moteur une forme aérodynamique.

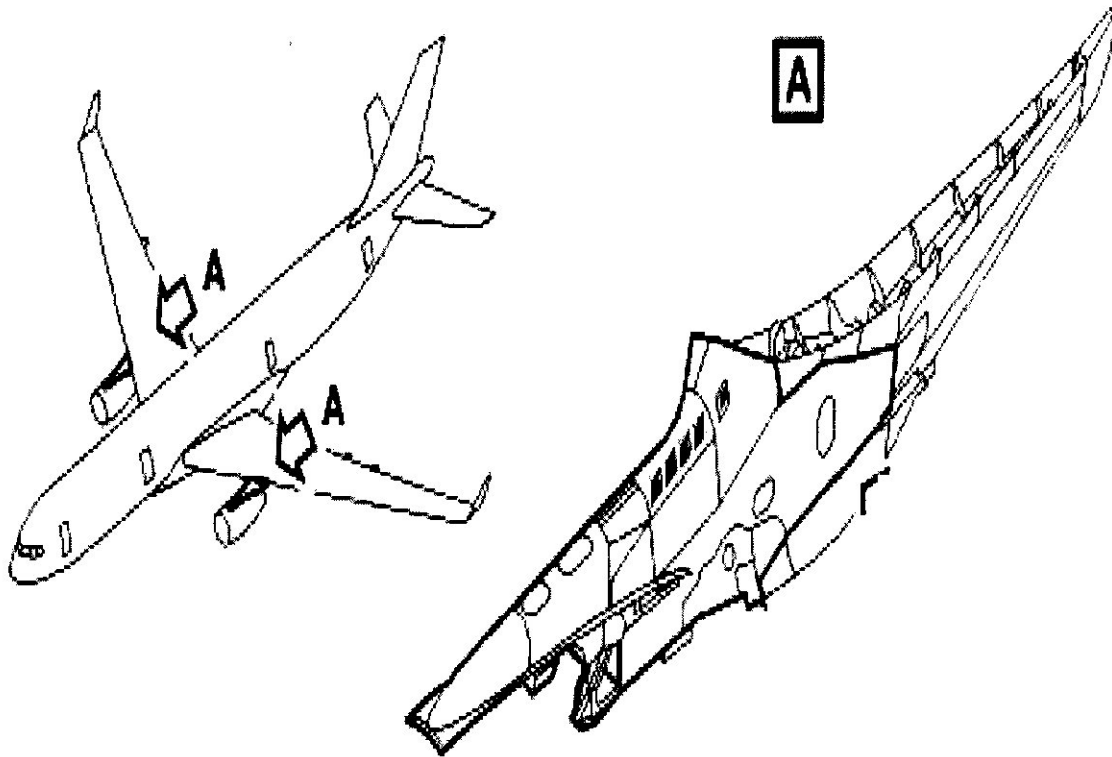


Figure (II.6) : Emplacement de pylône sur l'avion

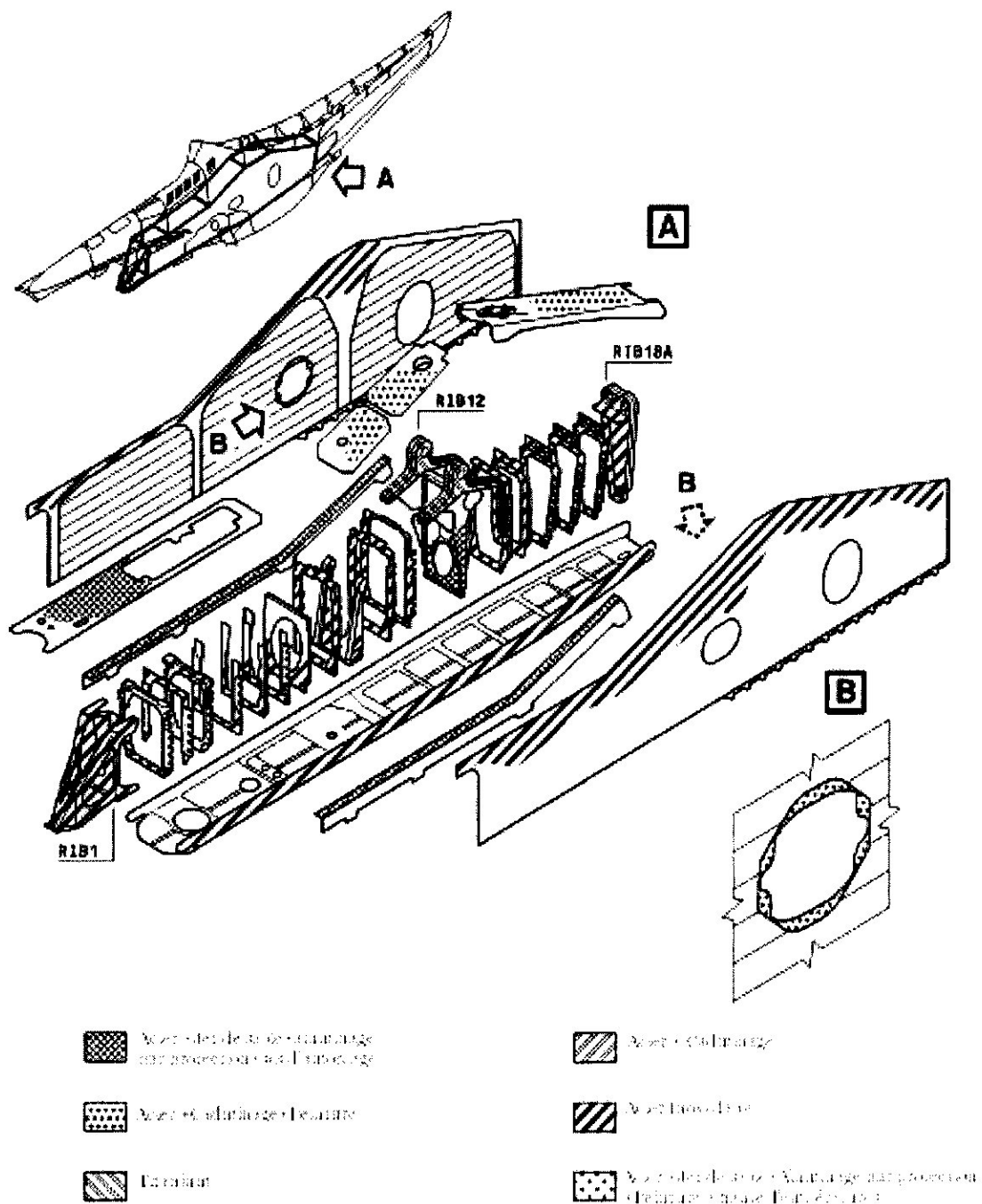


Figure (II.7) : Structure principale et matériaux

### II.3.1. Structure de pylône :

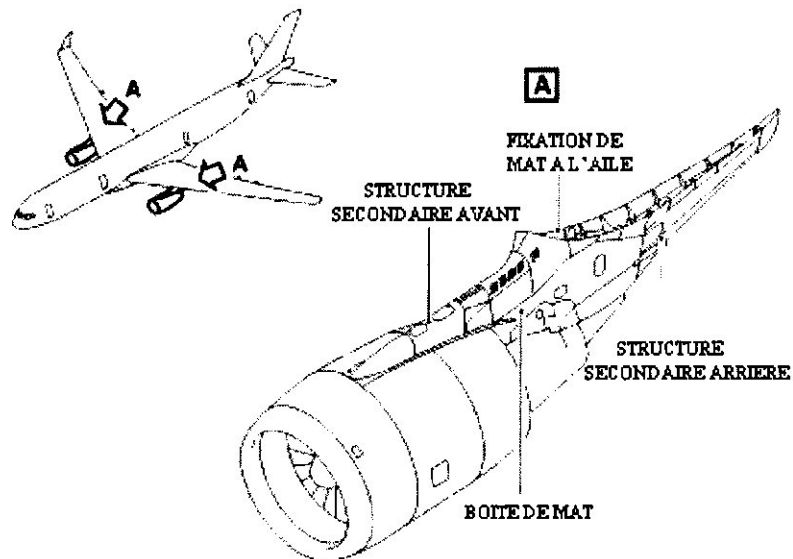


Figure (II.8) : Pylône de réacteur

#### A. Structure de boîte de pylône (Mat) :

Le mat du pylône est la structure primaire. Il supporte le moteur par deux points et attache dans deux points à demi d'aile

#### B. Structure secondaire avant :

Cette structure fournit un profil aérodynamique entre la section supérieure du capot d'entrée d'air de moteur et le bord d'attaque.

Sur cette structure sont installés :

- ↳ Deux portes de dépression pour empêcher des dommages si une cassure de pipe.
- ↳ Panneaux démontables qui donnent l'accès aux cheminements de système.

### C. Structure secondaire arrière :

La structure secondaire arrière est située à l'arrière de la structure primaire avant. Il est attaché à l'intrados d'aile et améliore le profil aérodynamique.

Un capot de carénage situé sous la boîte de pylône assure la continuité des profils aérodynamiques entre la boîte de mât et le bec de moteur.

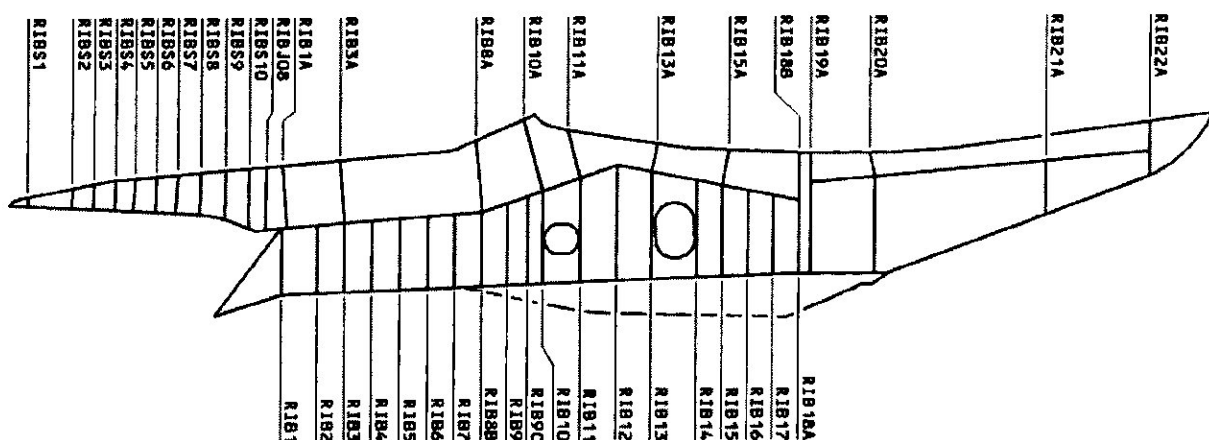


Figure (II.9) : Station du pylône

#### II.3.2. Compartiments de pylône :

Pour la sécurité du pylône, le moteur est divisé en six compartiments (A à F) (Voir figure. II. 12). Chaque compartiment a un type particulier d'équipement.

La disposition du compartiment de pylône et la circulation d'air de refroidissement sont conçues pour empêcher le contact du fluide hydraulique ou la fuite de fluide avec une source d'allumage.

Tous les panneaux placés sous le pylône et à côté de la nacelle sont des murs coupe-feu.

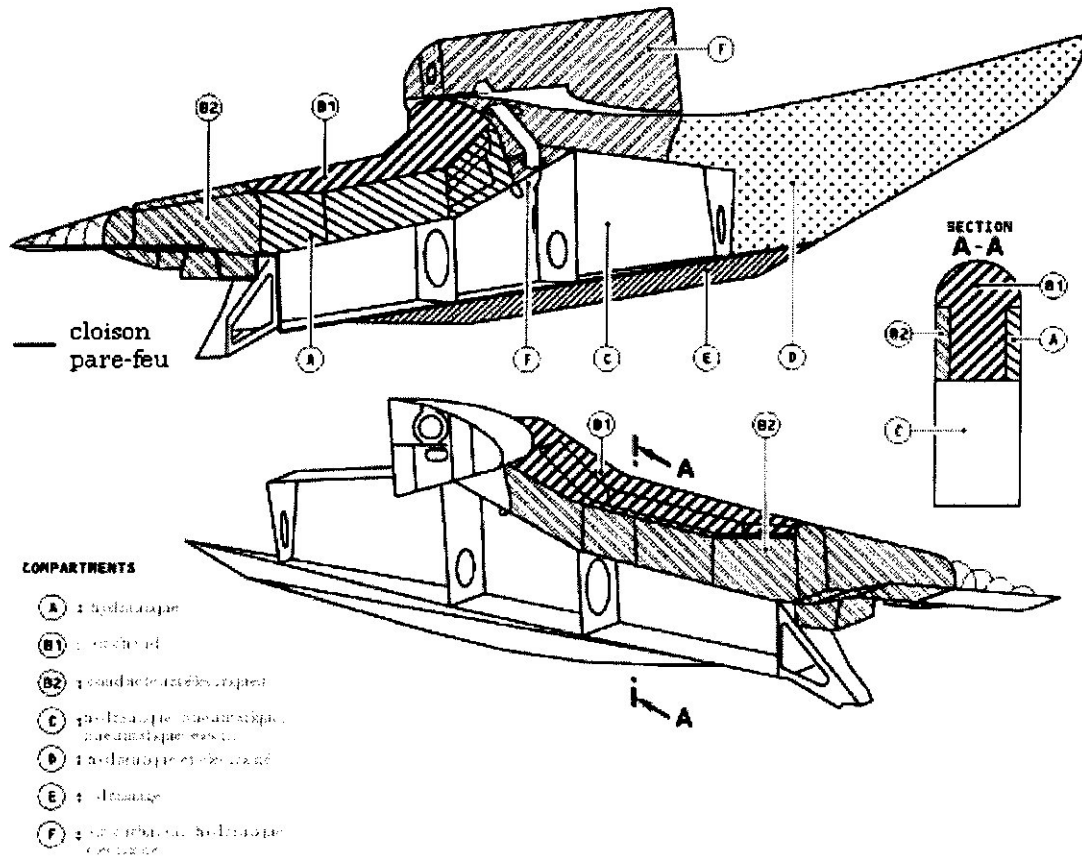


Figure (II.10) : Compartiments du pylône

**A. Compartiment A :**

Ce compartiment est situé dans la structure secondaire avant. Il inclut l'interface de (moteur - pylône) du circuit hydraulique. Il y a un mur étanche entre le compartiment A et le compartiment B1.

**B. Compartiment B :**

Le compartiment B est situé dans la structure secondaire avant entre RJB05 et RJB10A. Il se compose de deux compartiments séparés B1 et B2.

Le compartiment B1 inclut :

- ↳ Le pré réfrigérateur
- ↳ La tuyauterie prise d'air
- ↳ Le thermostat d'air détecté.

Le compartiment B2 est situé dans le côté droit du compartiment B. Il inclut le câblage conduit dans les boîtes de jonction électriques avant et central.

### C. Compartiment C :

Le compartiment C est situé dans le caisson du pylône, au-dessous des compartiments A et B.

Il inclut :

- ↳ Les pipes de carburant
- ↳ Le système d'extinction de feu
- ↳ Le système électrique
- ↳ Les pipes rigides hydrauliques sans raccordements
- ↳ Les tuyauteries prise d'air (situées à la ferrure d'attache avant (pylône - moteur).

#### (4) Compartiment D

Le compartiment D est situé dans la structure secondaire arrière.

Il inclut :

- les tuyaux flexibles hydrauliques et les câbles électriques.

#### (5) Compartiment E

Le compartiment E est situé dans le capot de carénage et installé sous le caisson du pylône.

Il inclut :

- les canalisations de vidange des compartiments A et C et F.

#### (6) Compartiment F

Le compartiment F sert de jonction entre la lamelle d'aile et le mat réacteur.

Il inclut :

- la tuyauterie prise d'air
- la boîte de jonction électrique (pylône – aile) pour les conducteurs de moteur
- les tuyaux flexibles hydrauliques
- les lignes de carburant reliées à l'aile
- la ferrure d'attache avant (pylône – aile).



CHAPITRE - III

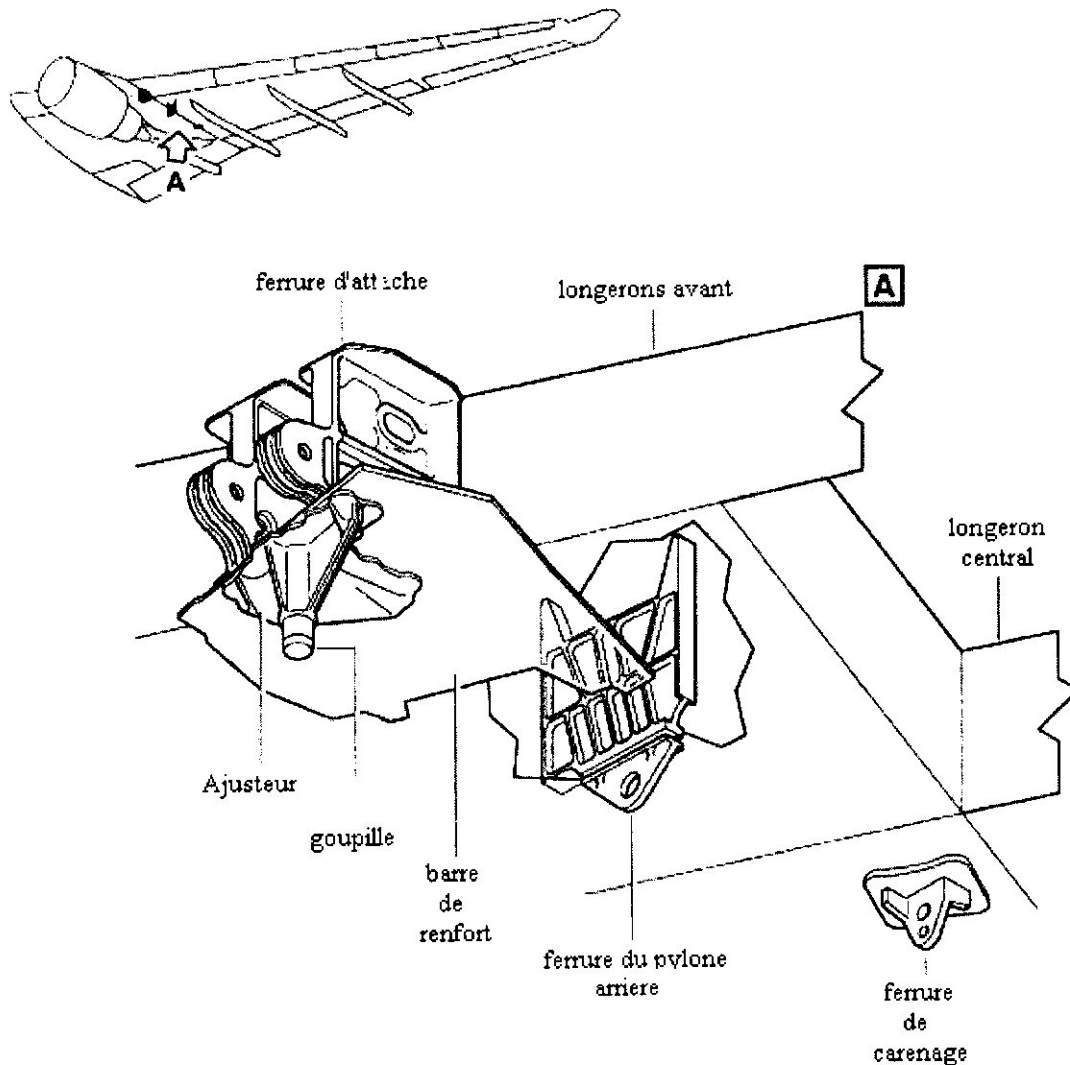
TECHNOLOGIE DE  
L'ATTACHE

**III-1. Généralité :**

Chaque moteur est monté dans une nacelle accrochée à un pylône fixé à l'intrados de l'aile.

**III-2. Fixation de pylône :****III-2.1. Attachement (Aile - pylône) côté aile :**

L'extrados et l'intrados sont faits de panneaux de revêtement usinés à partir de l'alliage d'aluminium. Il y a quatre panneaux sur chaque surface. Pour augmenter leur force, les panneaux ont des lisses usinées des extrusions d'alliage d'aluminium. Les joints des courroies d'attache communes, faites d'alliage d'aluminium, relient les panneaux. Les boulons d'interférence attachent les panneaux aux nervures et aux longerons. Voir figure (III.1)



**Figure (III.1) Attachement (pylône - l'aile) Partie Aile**

**III-2.2. Ferrures d'attache du pylône :**

Il y a des ferrures d'attache avant et arrière entre le caisson de voilure et le mat réacteur.

**A. Ferrure d'attache avant :**

La ferrure d'attache avant est au longeron avant entre les nervures 10 et 10A voir **Figure (III.2)**

L'attachement vers l'avant pour le pylône a :

- ↳ Un support qui absorbe les charges verticales
- ↳ Un ajustage de précision de poussée qui absorbe la poussée et les charges latérales du moteur.

Le support, fait d'alliage titanique, est une double conception fiable. La ferrure est attachée à :

- ↳ La face avant du longeron avant.
- ↳ L'extrados (il se prolonge en avant du longeron avant).
- ↳ Le renforcement et l'intrados (prolongent en avant du longeron avant).

L'ajustage de précision de poussée est fait de titane et à une goupille en acier d'une conception fiable. Les boulons attachent avec précision au dessous du support par le renforcement avec l'intrados.

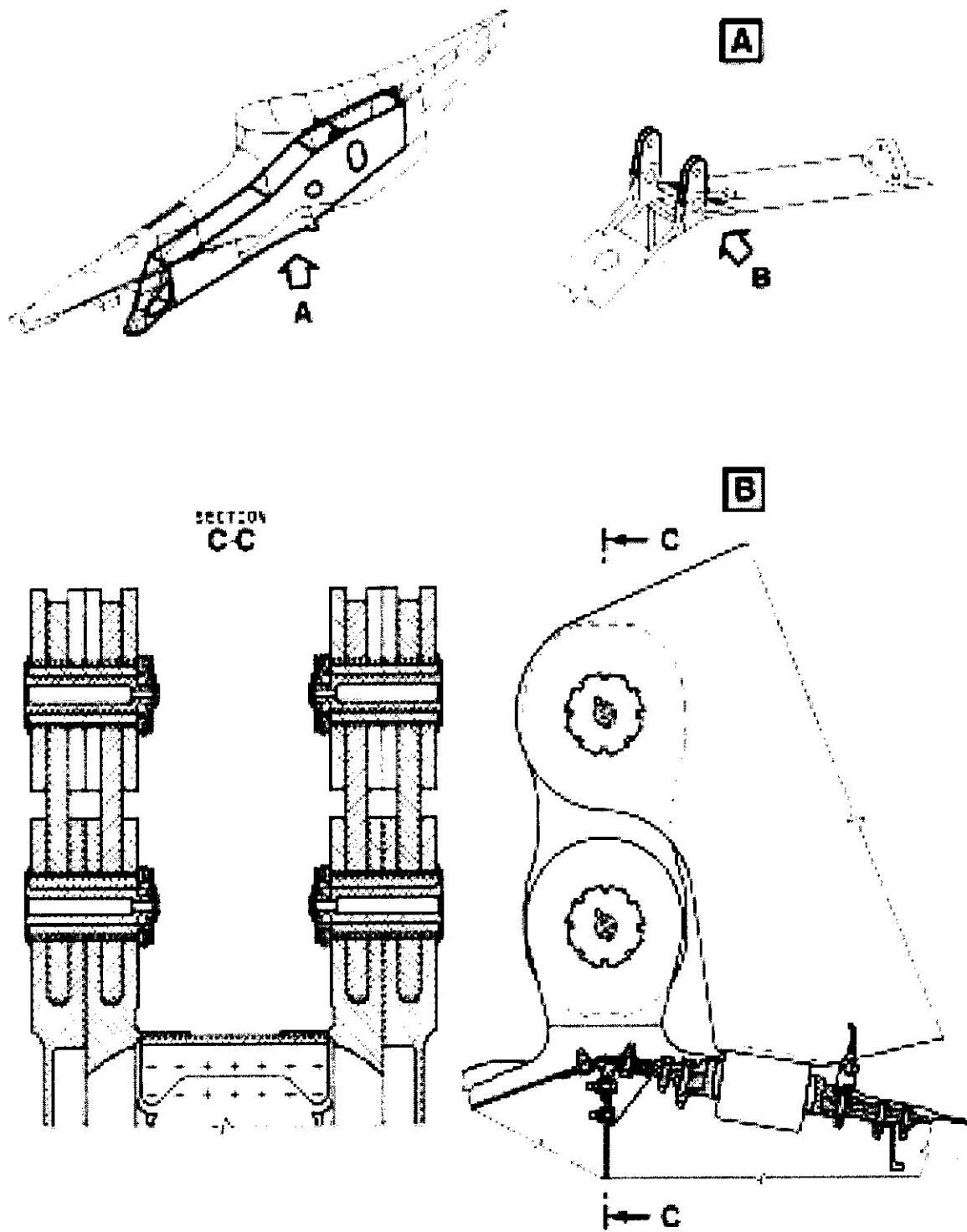


Figure (III.2) Ferrure d'attache avant

➤ *Démontage de la ferrure d'attache avant (pylône à aile) :*

Déplacement des dispositifs d'accrochage (manille) (8) de la ferrure d'attache de précision pylône - aile voir *figure (III.3)*

- Enlèvent la goupille fendue (15) et l'écartent.
- Retirent la borne fileté (10) avec les clés du pylône démonter
- Enlèvent l'écrou (16) avec la nervure 12 et 18 d'extracteur d'axe de pylône.
- Enlèvent la goupille fileté (10).
- Enlèvent la rondelle de freinage (17) de l'écrou (14).
- Retirent la douille (9) avec les clés du pylône démonter et enlever les écrous (14) avec la nervure 12 et 18 d'extracteur d'axe de pylône.
- Enlèvent la rondelle (17).
- Enlèvent les douilles (9) avec la nervure 12 et 18 d'extracteur d'axe de pylône
- Enlèvent le dispositif d'accrochage (8).
- Enlèvent la bande de liaison (13) :
  - Enlever l'écrou (12) et le boulon (11).
  - Enlever la bande de liaison (13).

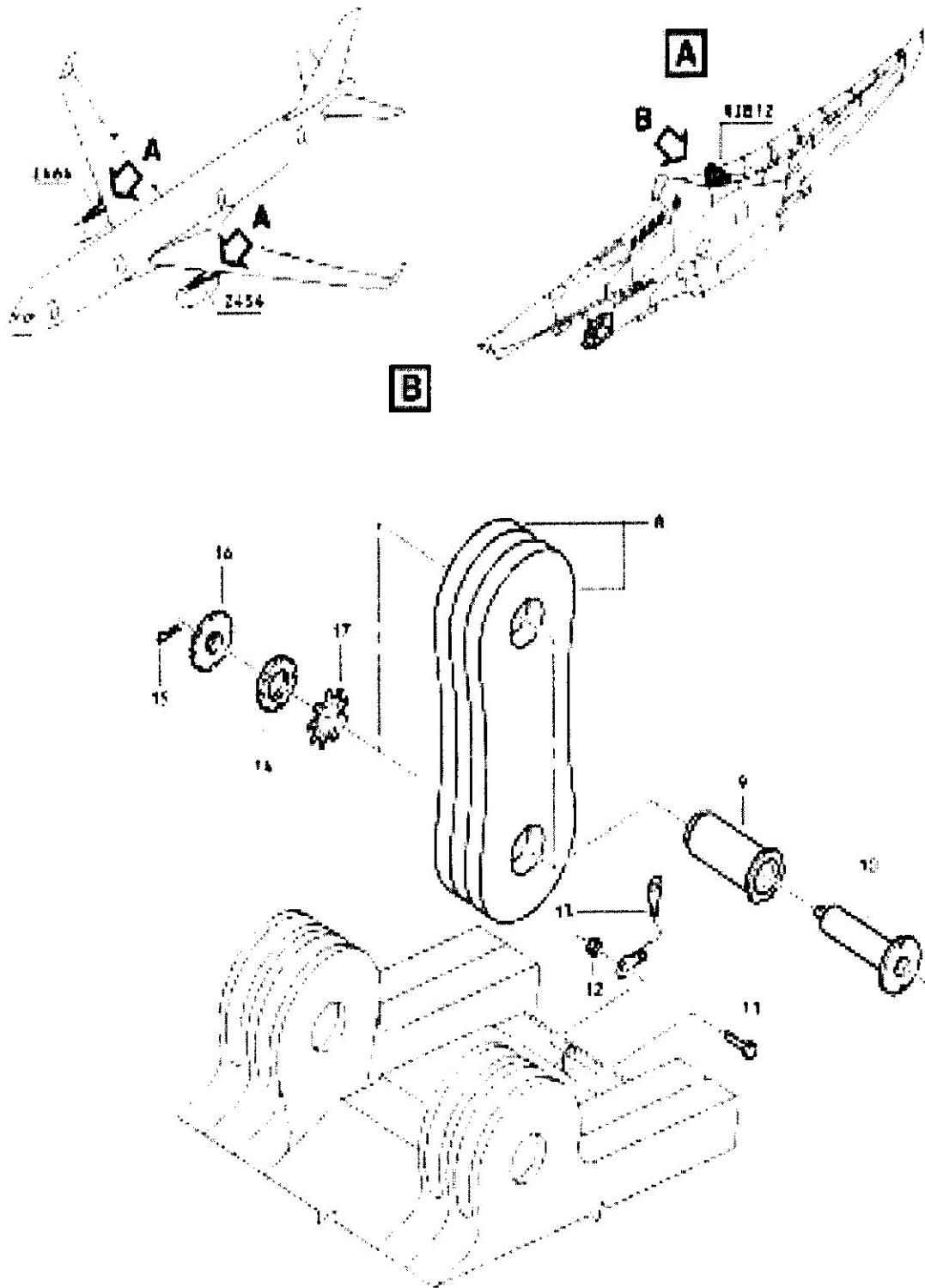


Figure (III.3) Démontage de la ferrure d'attache avant (Pylône à Aile)

**B. Ferrure d'attache arrière :**

Elle est entre les nervures 10 et 10A à la lisse 10. Elle est simple supportent la ferrure d'attache avec des boulons (par l'intrados) au diaphragme de pylône installé entre les nervures 10 et 10A. Le diaphragme et la ferrure sont faits à partir de l'alliage d'aluminium et transmettent les charges du pylône dans la structure d'aile. Voir figure (III.4).

L'ajustage de précision de poussée est fait de titane et à une goupille en acier d'une conception fiable. Les boulons attachent l'ajustage (l'assemblage) de précision au dessous du support par le renforcement et l'intrados.

La ferrure d'attache arrière est entre les nervures 10 et 10A à la lisse 10. Elle supporte la ferrure d'attache avec des boulons (par l'intrados) au diaphragme de pylône installé entre les nervures 10 et 10A. Le diaphragme et la ferrure sont faits à partir de l'alliage d'aluminium et transmettent les charges du pylône à la structure d'aile.

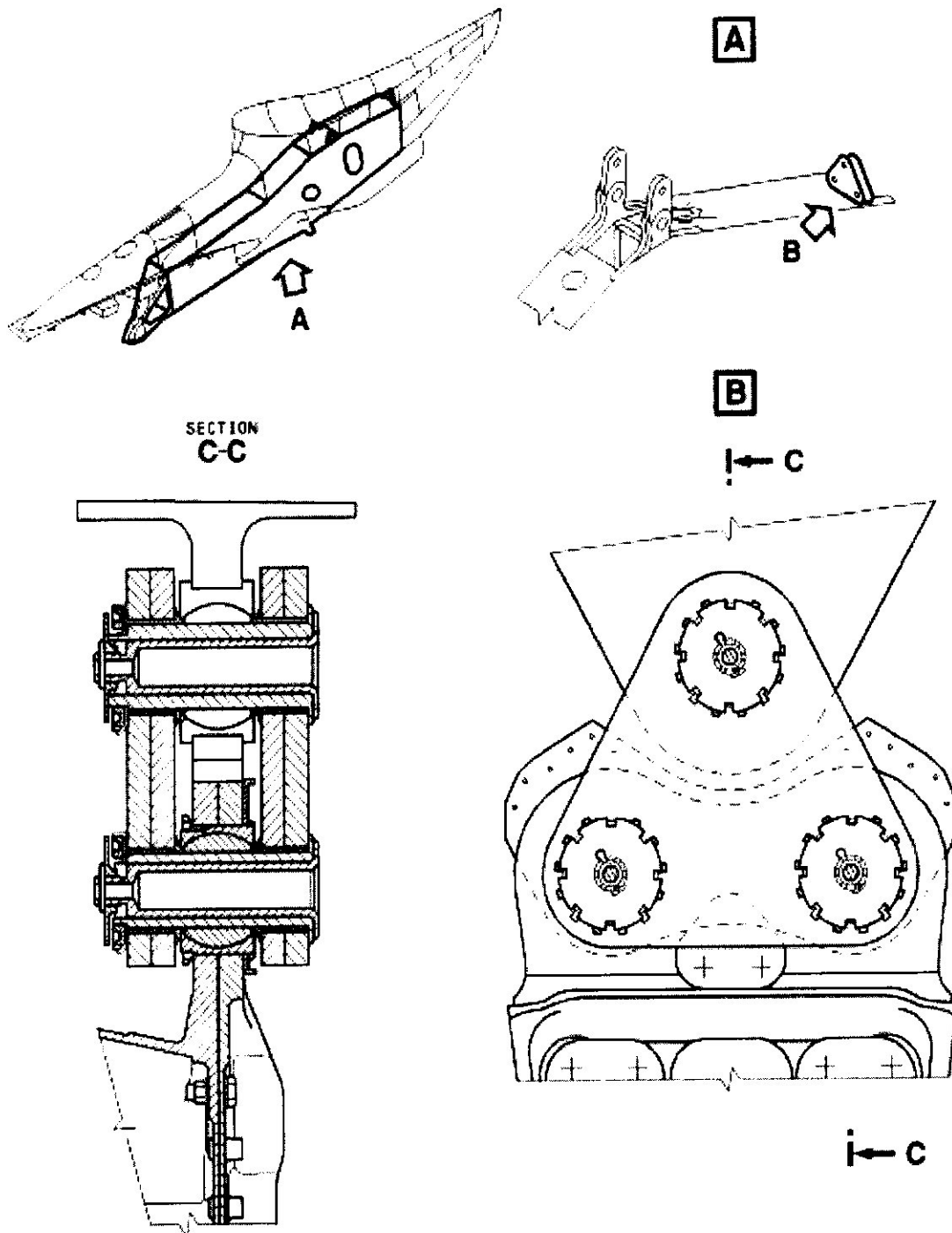


Figure (III.4) ferrure d'attache arrière



➤ *Démontage de la ferrure d'attache arrière (Pylône à Aile) :*

Déplacement de la manille (3) de la ferrure d'attache de précision Pylône-Aile voir figure (III.5).

- Enlèvent la goupille fendue (7) et l'écartent.
- Retirent la borne fileté (2) avec les clés du pylône démonter
- Enlèvent l'écrou (6) avec la nervure 12 et 18 d'extracteur d'axe de pylône.
- Enlèvent la borne fileté (2).
- Enlèvent le frein d'écrou (4) de l'écrou (5).
- Retirent la douille (1) avec les clés du pylône démonter et enlever l'écrou (5) avec la nervure 12 et 18 d'extracteur d'axe de pylône.
- Enlèvent la rondelle (4).
- Enlèvent la douille (1) avec la nervure 12 et 18 d'extracteur d'axe de pylône.
- Enlèvent le dispositif d'accrochage (3).

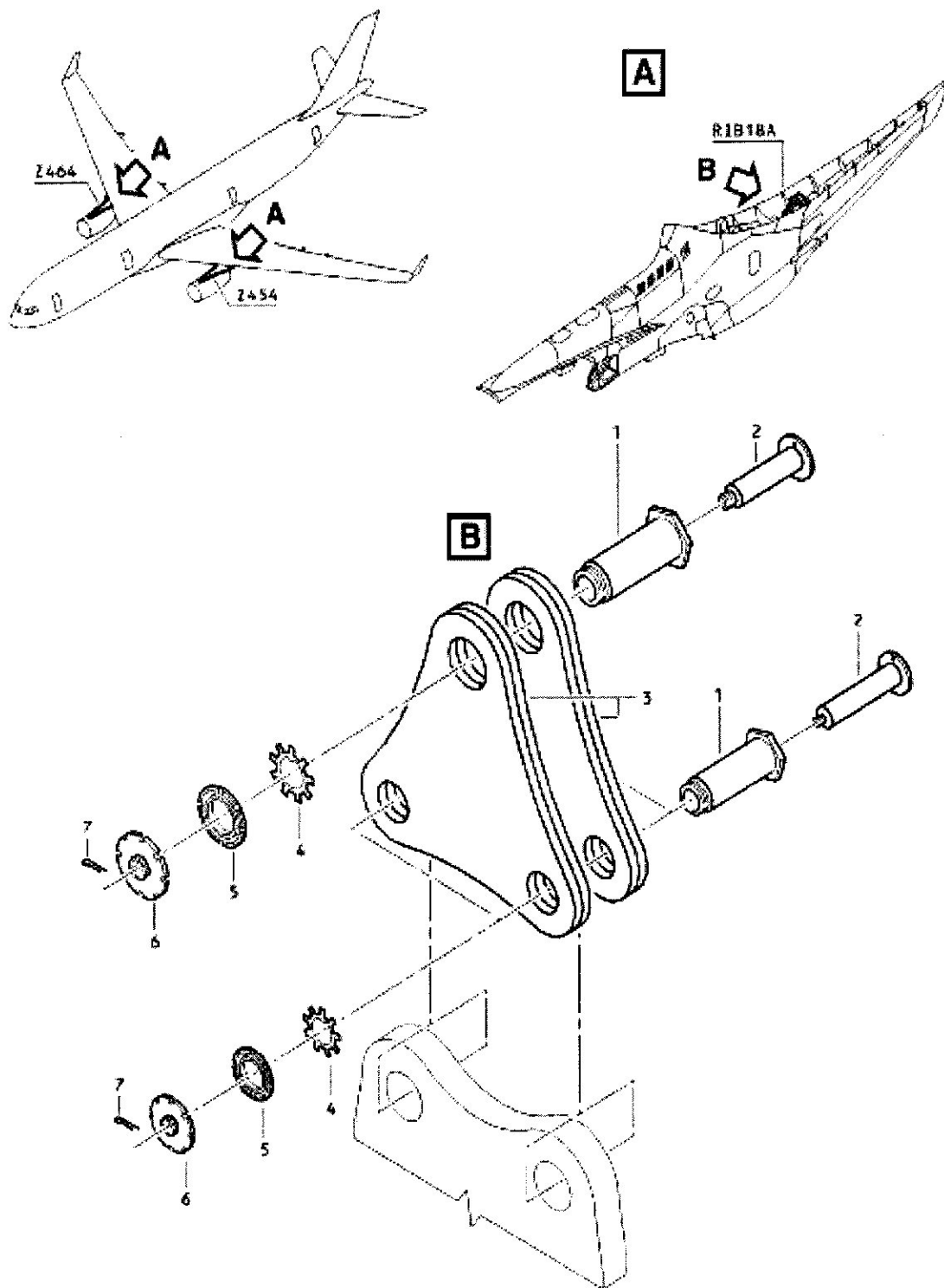


Figure (III.5) Démontage de la ferrure d'attache arrière (Pylône à Aile)

**C. Ferrures d'attache du capot de carénage du pylône :**

La ferrure est fais à partir de l'alliage d'aluminium, elle attache l'arrière du capot de carénage du pylône au panneau inférieur du caisson de voilure. Les ferrures sont sur le panneau de revêtement du numéro 2, vers l'avant du longeron arrière.

**III-3. Fixation du moteur:**

**III-3.1. Attaches (moteur – pylône) côté pylône :**

Le moteur est installé sur l'aile au moyen de :

- à *RJB9*, à quatre dispositifs d'accrochage faits en acier inoxydable de haute résistance a la température et à goupille ensembles de quatre douille fileté.
- un ajustage de précision de broche situé dans le longeron supérieur arrière entre *RJB9* et *RJB10*.
- à *RJB1A*, à quatre dispositifs d'accrochage arrière faits d'alliage de titane et à trois douilles/à goupille fileté ensembles.

La jonction (pylône moteur) est fournie par la ferrure d'attache avant située à l'embout avant à *RJB1*.

La ferrure d'attache arrière est placée à *RJB9C*. Voir figure (III.6)

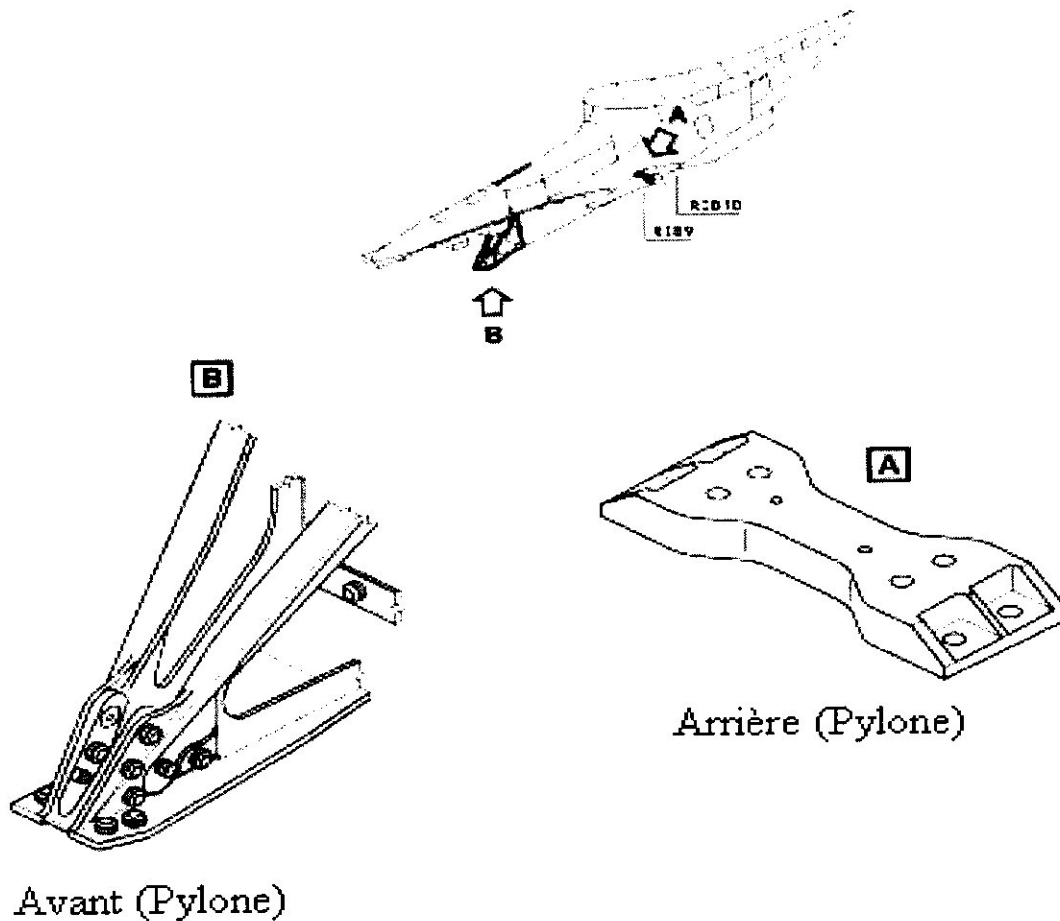


Figure (III.6) Ferrure d'Attache Avant et Arrière (côté Pylône)

### III-3.2. Attaches (moteur – pylône) côté moteur :

Le raccordement (moteur – pylône) est réalisé au moyen de deux emplacement :

- ↳ L'attache moteur avant.
- ↳ L'attache moteur arrière.

Le moteur est attaché au pylône par deux (2) endroits par les attaches avant et arrière. Toutes les charges axiales du moteur sont transférées au pylône par l'attache avant tandis que les deux attaches transfèrent les charges latérales et verticales. Des moments de tangage du moteur sont transmis principalement en tant que charges verticales à chaque attache. Des moments de lacet du moteur sont transmis principalement en tant que charges latérales à

chaque attache. Des moments autour de l'axe latéral du moteur sont transférés au pylône principalement par l'attache arrière. Voir figure (III.7)

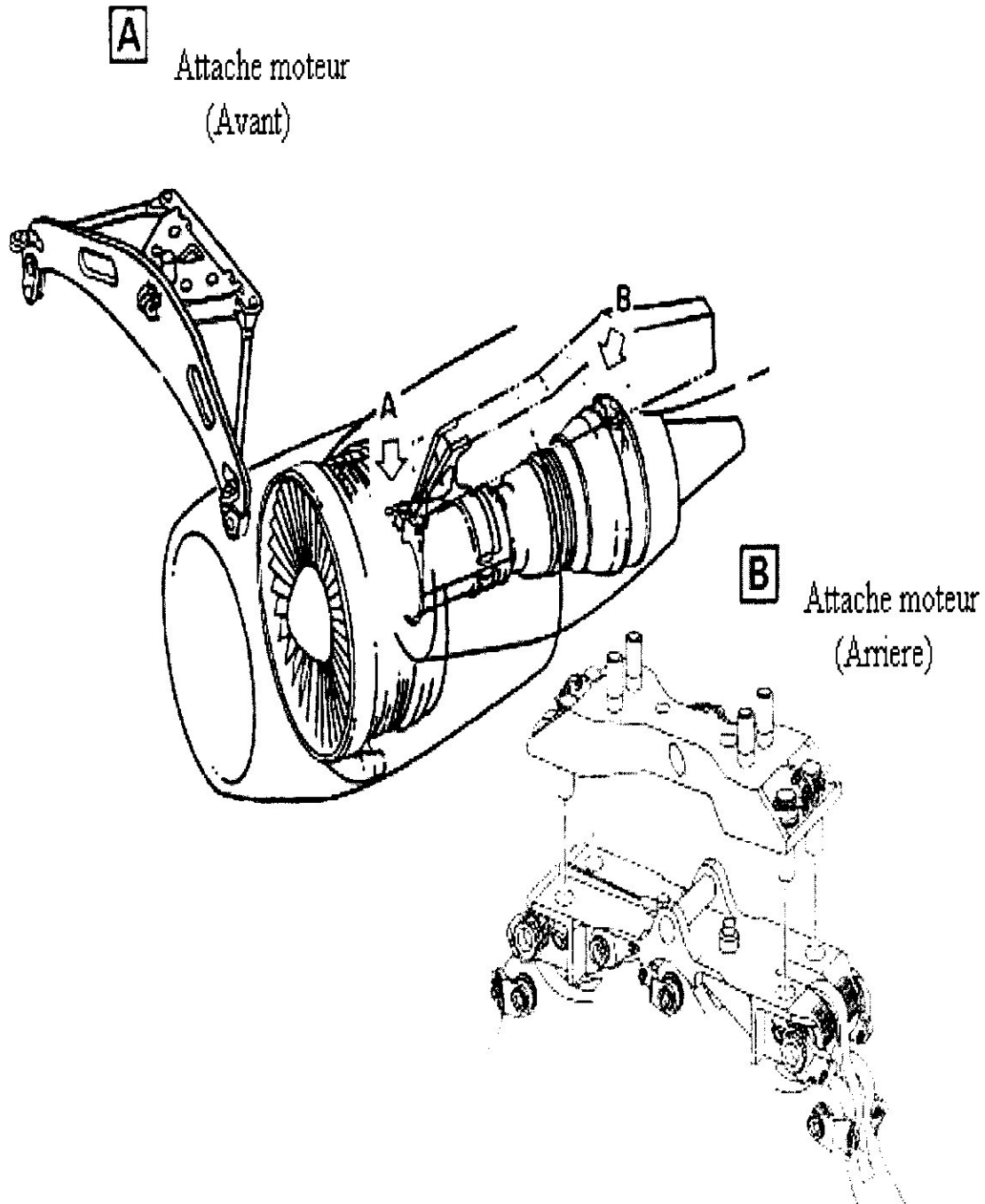


Figure (III.7) Attaches Moteur Avant et Arrière (côté Moteur)

**A. L'Attache Avant :**

L'attache moteur avant soutient le moteur en transmettant des charges à la structure de pylône. Voir figure (III.8)

**1-. Description et component:**

L'attache avant se compose de joug important qui est joint à l'armature fan avant et arrière, et à la semelle avant du compresseur par deux anneaux verticaux. La plateforme de l'attache est rigidement attachée à la pyramide du pylône par une goupille de poussée et cinq boulons (un pour chaque une). Un limiteur de fléchissement, qui fournit l'appui pour des charges de pression sur la bifurcation supérieure de porte du capot de l'inverseur de poussée, monté sur l'extrémité arrière de la plateforme.

**2-. Matériaux :**

COMPOSANT	MATERIAUX
Joug de l'attache avant	Titane Forgé 6-4
Plateforme de l'attache	Titane Forgé 6-4
Anneaux du plateforme	Inconel 718
Limiteur de déflexion	17-4 PH

**➤ Définition du métal Inconel 718 :**

Inconel 718 (IN 718) est un alliage d'austénite basé sur nickel chrome avec des additions allier plus loin de cobalt, molybdène, et aluminium. Il est devenu en premier commercialement disponible en 1970 et en particulier il est utile dans des applications qui exigent une haute et forte température et résistance a la corrosion.

IN 718 à une exceptionnelle résistance de rupture et aux températures au-dessus de 1600 Fahrenheit → 871.11°C, a rehaussé par solution qui fortifie du molybdène et additions du cobalt. Il a une bonne oxydation cyclique et une résistance à la carburation, données par le chrome et additions de l'aluminium.

L'alliage retient la dureté après une pose de longue durée a une température élevée; il ne forme pas de phases de fragilité tel que sigma, mu, chi, ou Laves. Il a aussi une bonne soudabilité et expansion thermique plus inférieure que l'austénite acier inoxydable.

IN 718 à été développé pour asphyxiez des applications de la turbine, chambre de combustion, gaine, et paquebots de la transition. C'est sous évaluation pour les composants du réacteur hélium refroidis.

Les autres applications incluent des supports de la grille du catalyseur pour production acide nitrique, paniers chaleur traitant, et la réduction dans l'affinage de molybdène.

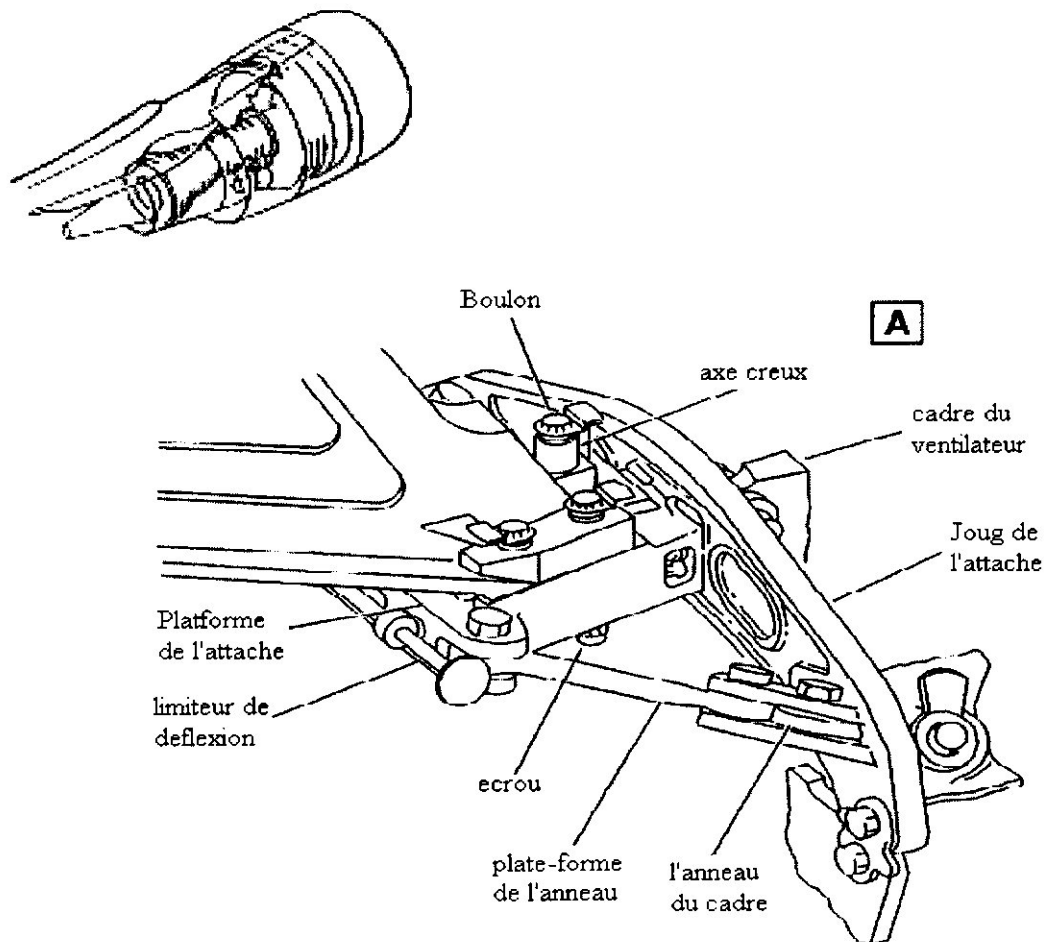


Figure (III.8) L'Attache Moteur Avant

➤ *Démontage de l'attache moteur avant : voir figure (III.9) (III.9-1) (III.9-2) (III.9-3) (III.9-4) (III.9-5).*

- Enlèvent les anneaux verticaux gauches (24) et (26) du joug de moteur (5) et l'armature de la soufflante comme suit :
- Enlever l'écrou (35) et la rondelle (34) qui attachent l'arrêt d'écrou (33) à la plaque de verrouillage (27).
- Enlever l'arrêt d'écrou (33).
- Enlever l'écrou (20), la rondelle (21) et la vis (25) qui attachent l'arrêt de boulon (22) à l'anneau vertical gauche (24).
- Enlever l'arrêt du boulon (22).
- Enlever les écrous (32) et (30), entretoises (31) et (29), la plaque de verrouillage (27), boulon (23) et douille (28) qui attachent les anneaux verticaux gauches (24) et (26) au joug de moteur (5) et à l'armature de la soufflante.
- Enlever les anneaux verticaux gauches (24) et (26).
- Enlèvent l'anneau du joug (40) et (42) du joug de moteur (5) et de l'armature de la soufflante comme suit :
- Enlever les deux écrous (43), les rondelles (44) et les boulons (49) qui attachent l'arrêt d'écrou (48) à la plaque de verrouillage (45).
- Enlever l'arrêt d'écrou (48).
- Enlever l'écrou (36), la rondelle (37) et la vis (41) l'attache l'arrêt de boulon (38) sur l'anneau de joug (40).
- Enlever l'arrêt de boulon (38).
- Enlever les deux écrous (47), les entretoises (46), la plaque de verrouillage (45) et les boulons (39) qui attachent les anneaux de joug (40) et (42) au joug de moteur (5) et au capot fan.
- Enlever les anneaux de joug (40) et (42).
- Démontent l'anneau avant (64) de l'armature de la soufflante comme suit :
- Enlever les écrous (53), les rondelles (54) et les entretoises (56) qui attachent les arrêts d'écrou (55) à l'armature de la soufflante.
- Enlever les arrêts d'écrou (55).



- Enlever les boulons (59), les rondelles (60), les cadres de l'anneau de joug (62) et les cales (61) de l'armature de la soufflante.
- Enlever les écrous (57), les boulons (63) et les douilles à flasque (58) qui attachent chacun des anneaux avant (64) à l'armature de la soufflante.
- Enlèvent l'écrou (9), la rondelle (8), la douille (7) et le boulon (6) qui attachent l'attache moteur avant à l'armature du fan.
- Enlever le pare-choc du limiteur de déflexion (114) comme suit :
- Enlever les deux écrous (113), les rondelles (112), les boulons (110) et les entretoises (111) le pare-choc du limiteur de déflexion (114) sur la plateforme (4).
- Enlever le pare-choc du limiteur de déflexion (114).
- Enlever l'anneau avant (64) du joug de moteur (5) comme suit :
- Enlever les écrous (51), les rondelles (68) et les boulons (69) qui attachent les arrêteurs de boulon (67) et des arrêteurs d'écrou (50) aux plats de serrure (65).
- Enlever les arrêteurs de boulon (67) et les arrêteurs d'écrou (50).
- Enlever les écrous (52), les boulons (66) et les plats de serrure (65) qui attachent les liens avant (64) au joug de moteur (5).
- Enlever l'anneau avant (64).
- Enlever les anneaux de la plateforme (87) et (99) du joug de moteur (5) comme suit :
- Enlever les écrous (86) et (101), rondelles (80) et (106) et boulons (79) et (107) les arrêteurs de boulon (81) et (105) et les arrêteurs d'écrou (85) et (102) sur les plats de serrure (83) et (103).
- Enlever les arrêteurs de boulon (81) et (105) et des arrêteurs d'écrou (85) et (102).
- Enlever les écrous (84) et (100), boulons (82) et (104) et les plats de serrure (83) et (103) les anneaux de plateforme (87) et (99) sur le joug de moteur (5).
- Enlever les anneaux de plateforme (87) et (99) du joug de moteur (5).
- Enlever les anneaux de plateforme (87) et (99) des chapes (75) et (95) de la plateforme (4) comme suit :
- Enlever les écrous (78) et (98), rondelles (71) et (91) et boulons (70) et (90) qui attachent les arrêteurs de boulon (72) et (92) et arrêteurs d'écrou (77) et (97) aux plats de serrure (74) et (94).
- Enlever les arrêteurs de boulon (72) et (92) et arrêteurs d'écrou (77) et (97).
- Enlever les écrous (76) et (96), boulons (73) et (93) et les plats de serrure (74) et (94).

- Enlever les anneaux de plateforme (87) et (99).
- Enlever les huit écrous (3), les rondelles (2) et les boulons (1) qui attachent la plateforme (4) au joug de moteur (5) et enlever la plateforme (4).

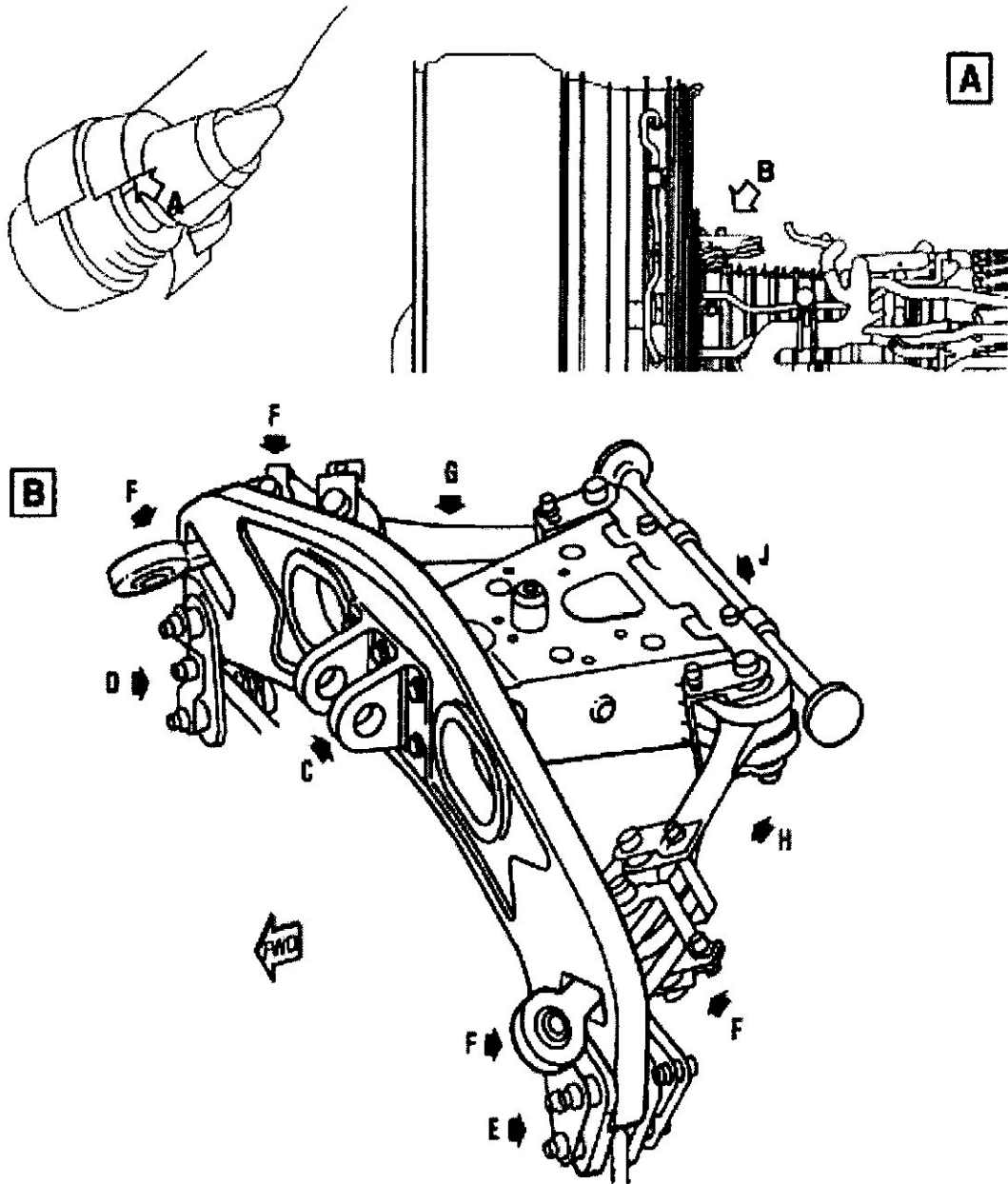


Figure (III.9) Démontage de l'attache moteur avant

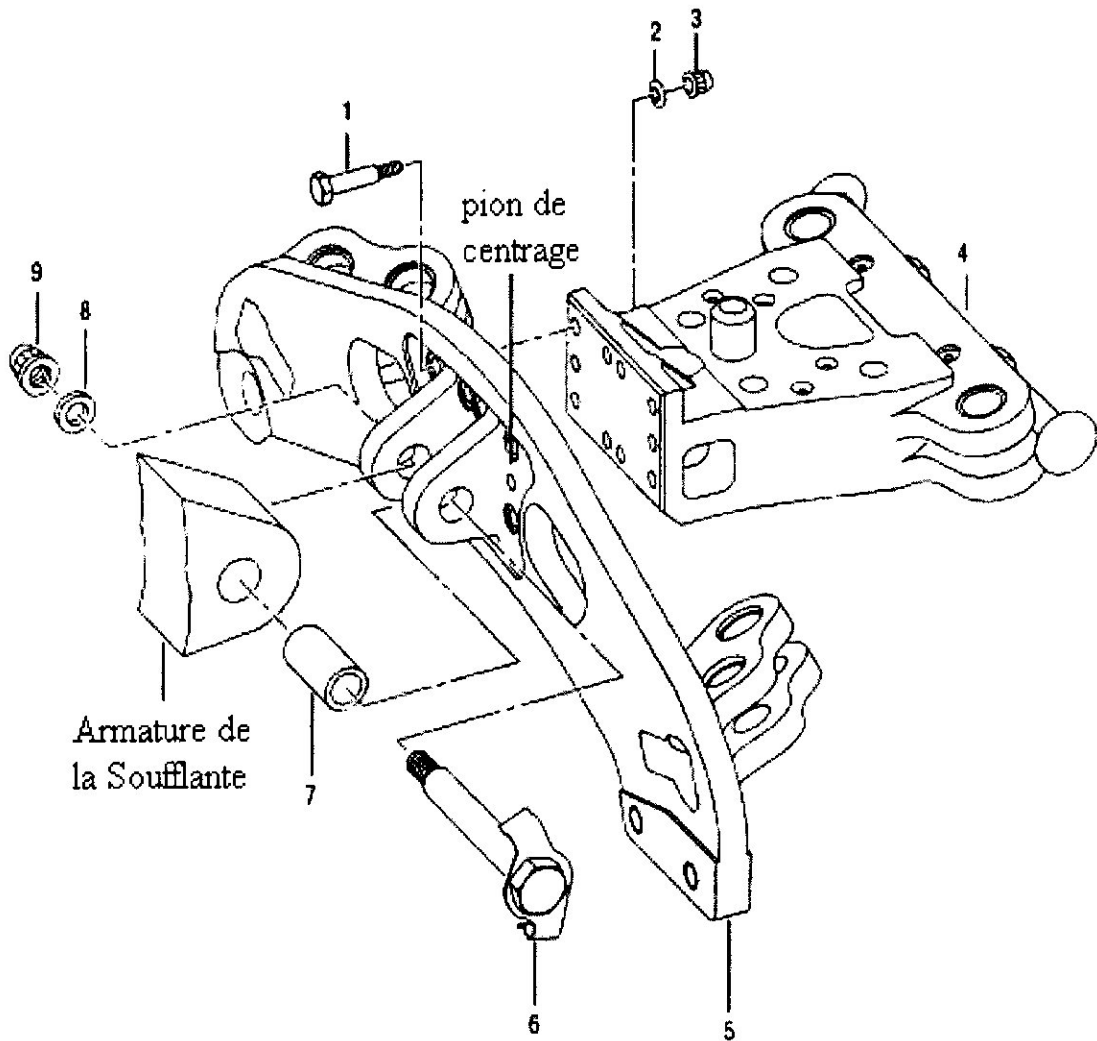


Figure (III.9-1) Démontage de l'attache moteur avant

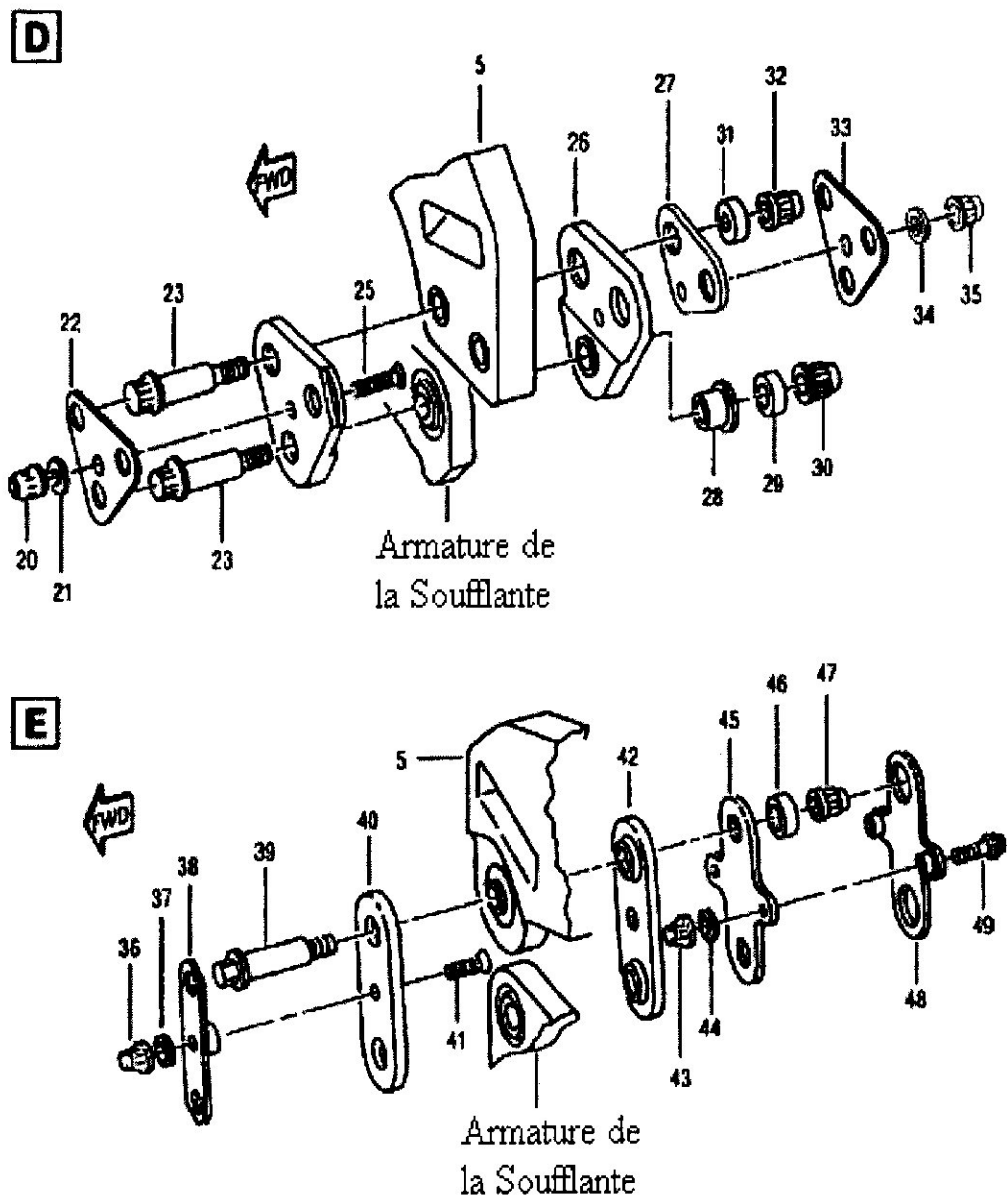


Figure (III.9-2) Démontage de l'attache moteur avant

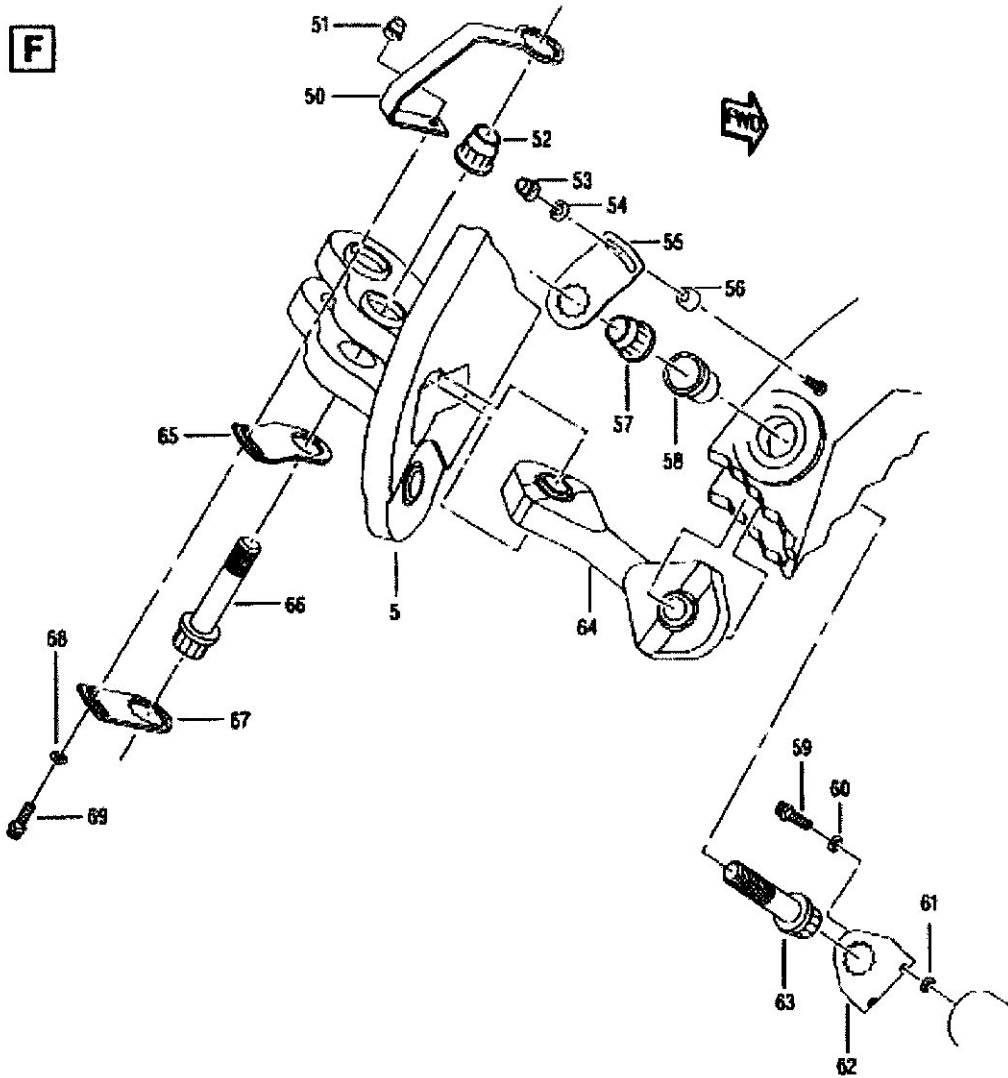


Figure (III.9-3) Démontage de l'attache moteur avant

G

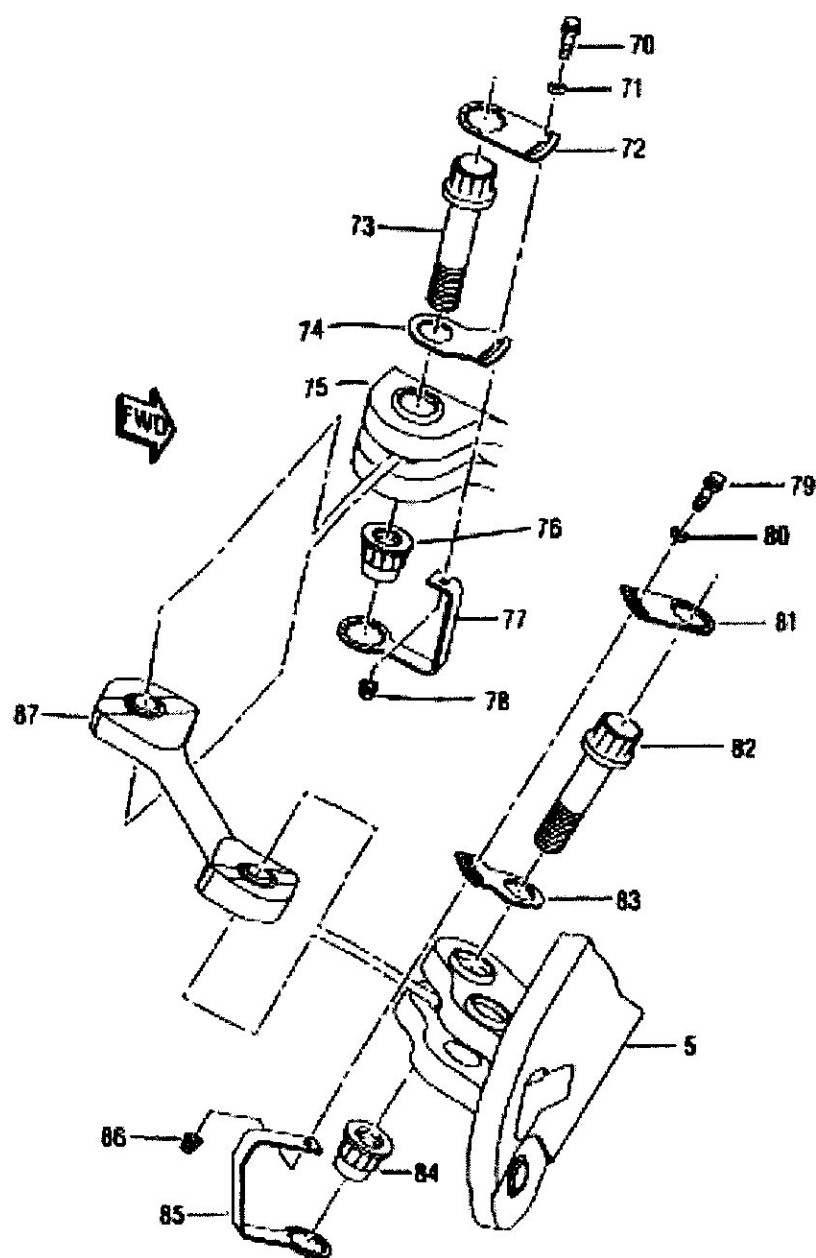


Figure (III.9-4) Démontage de l'attache moteur avant

J

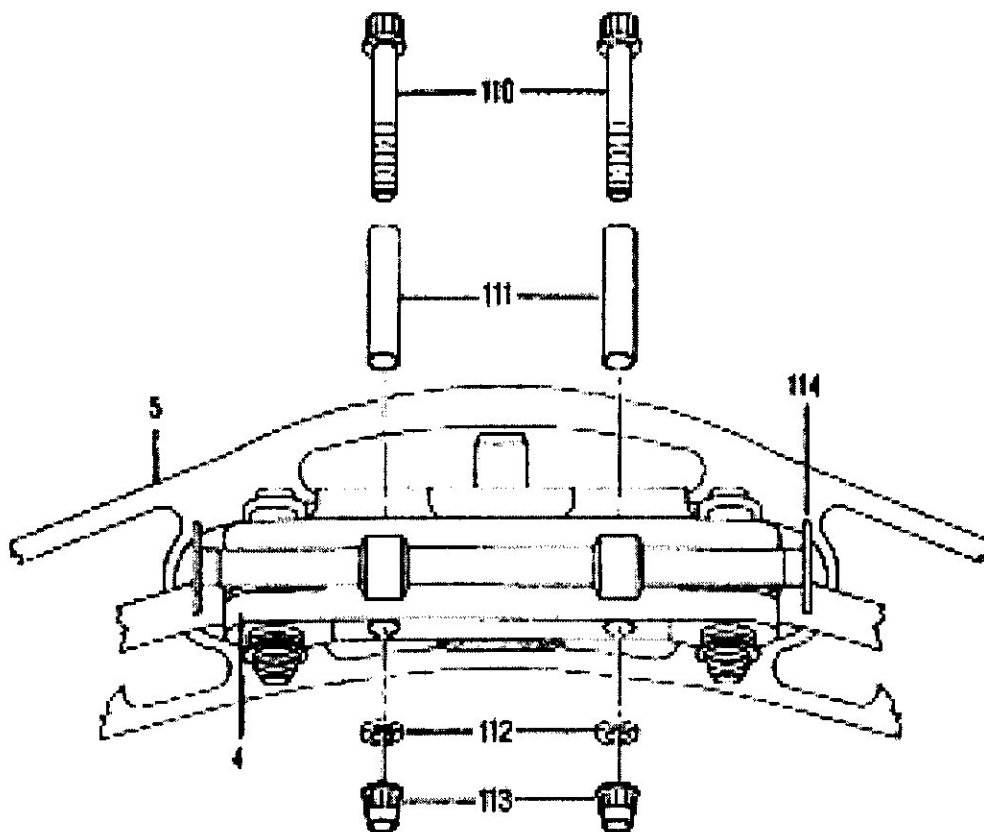


Figure (III.9-5) Démontage de l'Attache Moteur Avant

**B. L'Attache Arrière :**

*L'Attache arrière* soutient le moteur en transmettant des charges à la structure de pylône.

Voir figure (III.10)

**1- Description et Component :**

L'attache arrière se compose de poutres et des anneaux avec sertis dans des paliers sphériques sur les extrémités. La poutre inférieure de l'attache est relié à la bride de l'armature arrière de la turbine par deux anneaux fixés par des boulons, des rondelles et des écrous, et un crochet fiable central. La poutre inférieure de l'attache est reliée à la poutre supérieure de l'attache à quatre boulons, qui est attaché au pylône avec quatre autres boulons de fixation.

L'attache moteur arrière côté supérieure pèse approximativement 75 pounds (34 kilogramme) et l'attache moteur arrière côté inférieure pèse approximativement 136 pounds (62 kilogramme).

**2- Matériaux :**

<i>COMPONENT</i>	<i>MATERIAUX</i>
Joug de la poutre	Inconel 718
Poutre inférieure	Inconel 718
Goupille Fiable	MP 159
Anneaux côté droit et gauche	Inconel 718



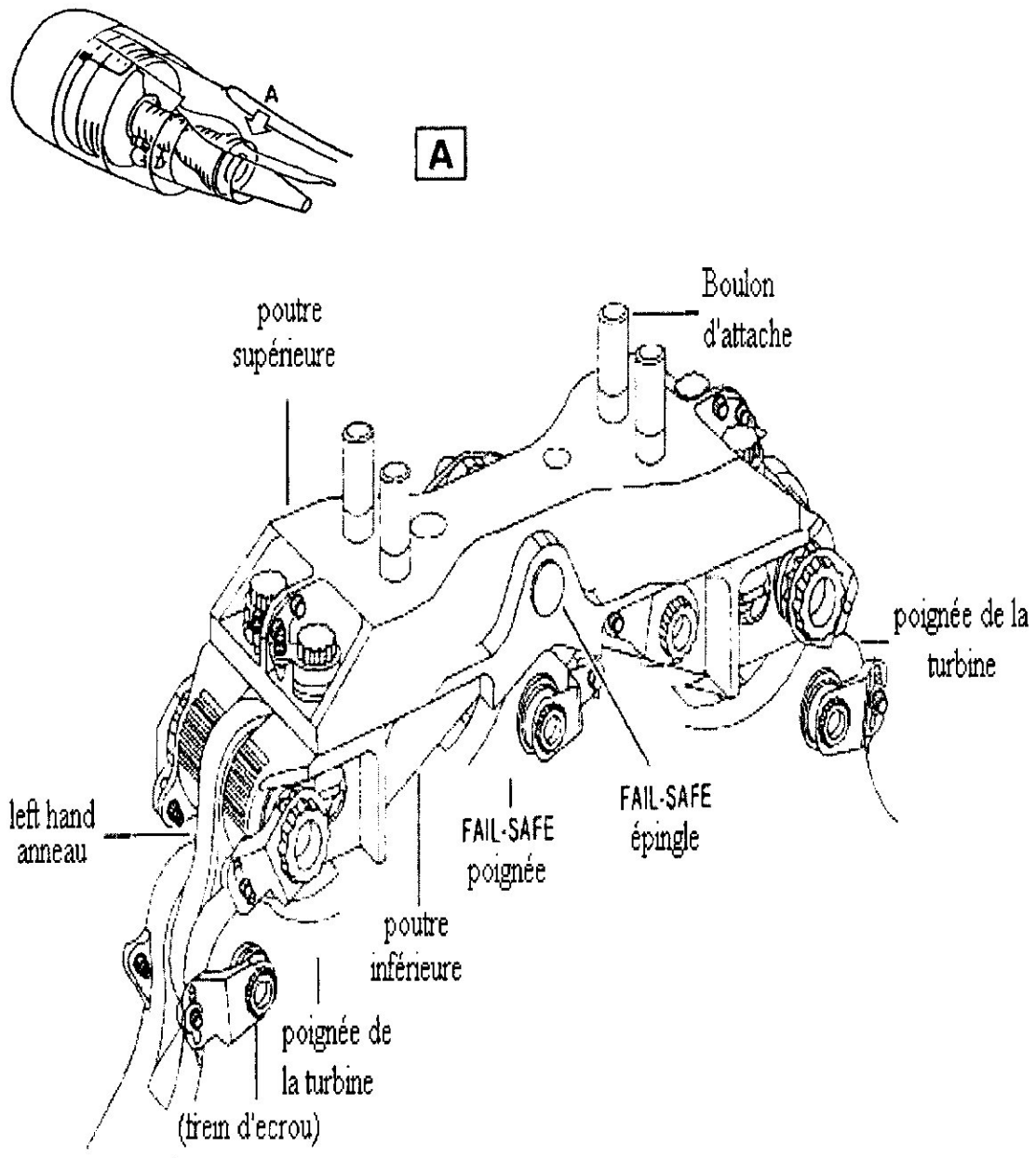


Figure (III.10) L'Attache Moteur Arrière

➤ **Démontage de l'attache moteur arrière : voir figure (III.10-1) (III.10-2)**

- Démontent l'anneau (21) du côté de la poutre inférieur de l'attache moteur arrière (1) aux crochets latéraux sur l'armature arrière de la turbine (TRF) comme suit :
- Enlever les écrous (15) et les boulons (14) qui attachent les arrêteurs d'écrou (13) au TRF (*turbine rear frame*).
- Enlever les arrêteurs d'écrou (13).
- Enlever les écrous (16), les rondelles (19), et les boulons (20) qui attachent les arrêteurs de boulon (18) au TRF.
- Enlever les arrêteurs de boulon (18).
- Enlever les écrous (12), les rondelles (11), et les boulons (17) qui attachent les anneaux (21) au TRF.
- Enlèvent la poutre inférieur de l'attache moteur arrière (1) du crochet central sur le TRF comme suit :
- Enlever l'écrou (6) et le boulon (5) qui attachent l'arrêteur d'écrou (4) au TRF.
- Enlever l'écrou (7) et le boulon (10) qui attachent l'arrêteur de boulon (9) au TRF.
- Enlever l'écrou (3), deux rondelles (2), et boulon (8).
- Enlever la poutre inférieure de l'attache moteur (1) arrière du TRF.
- Enlèvent la poutre supérieur arrière de l'attache moteur au pylône de l'avion comme suit :
- Enlever les quatre arrêteurs (24) de quatre boulons (22).
- Enlever les quatre boulons (22) et quatre rondelles (23).
- Enlever la poutre supérieure du pylône de l'avion.

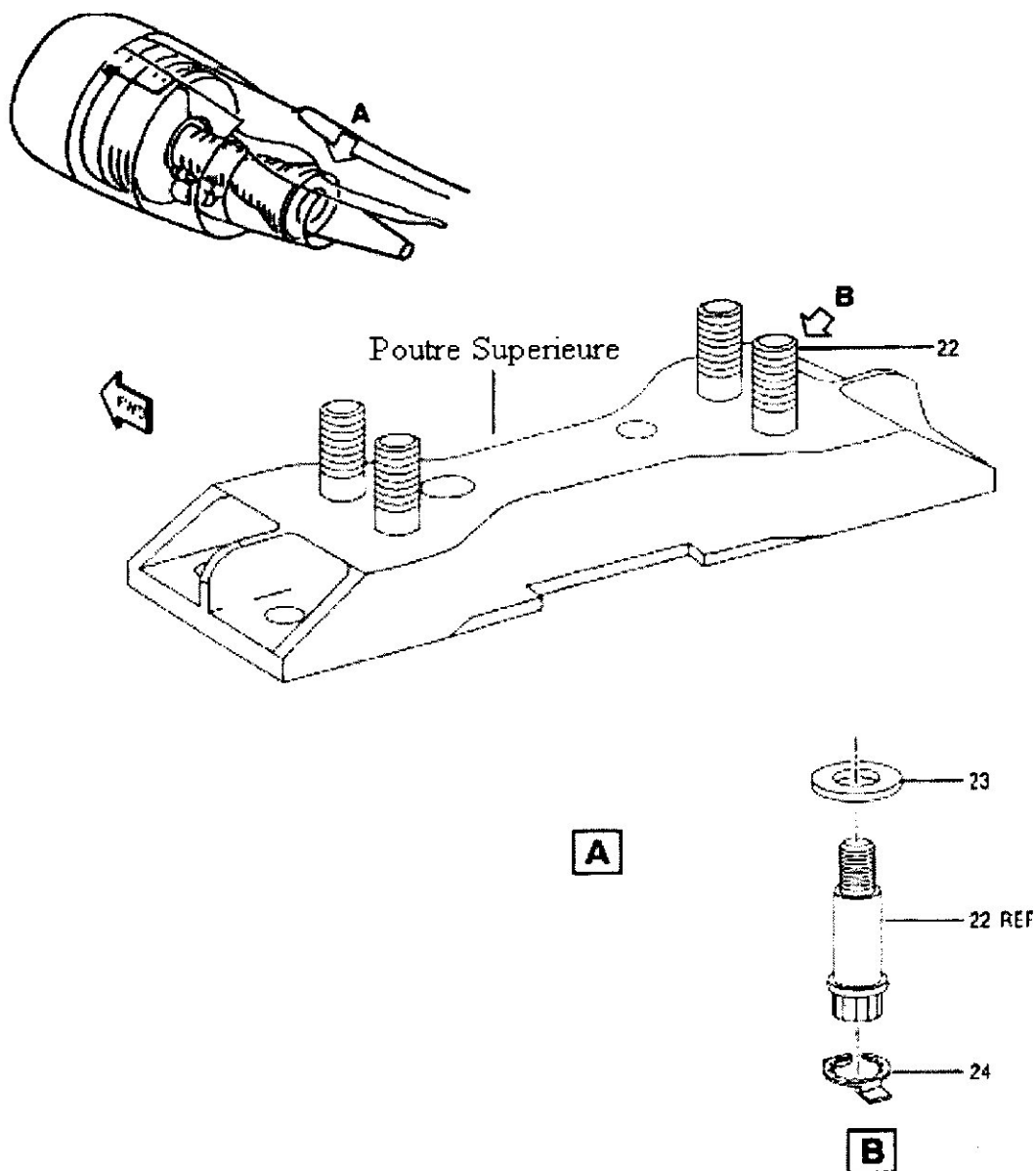


Figure (III.10-1) Démontage de l'attache moteur arrière

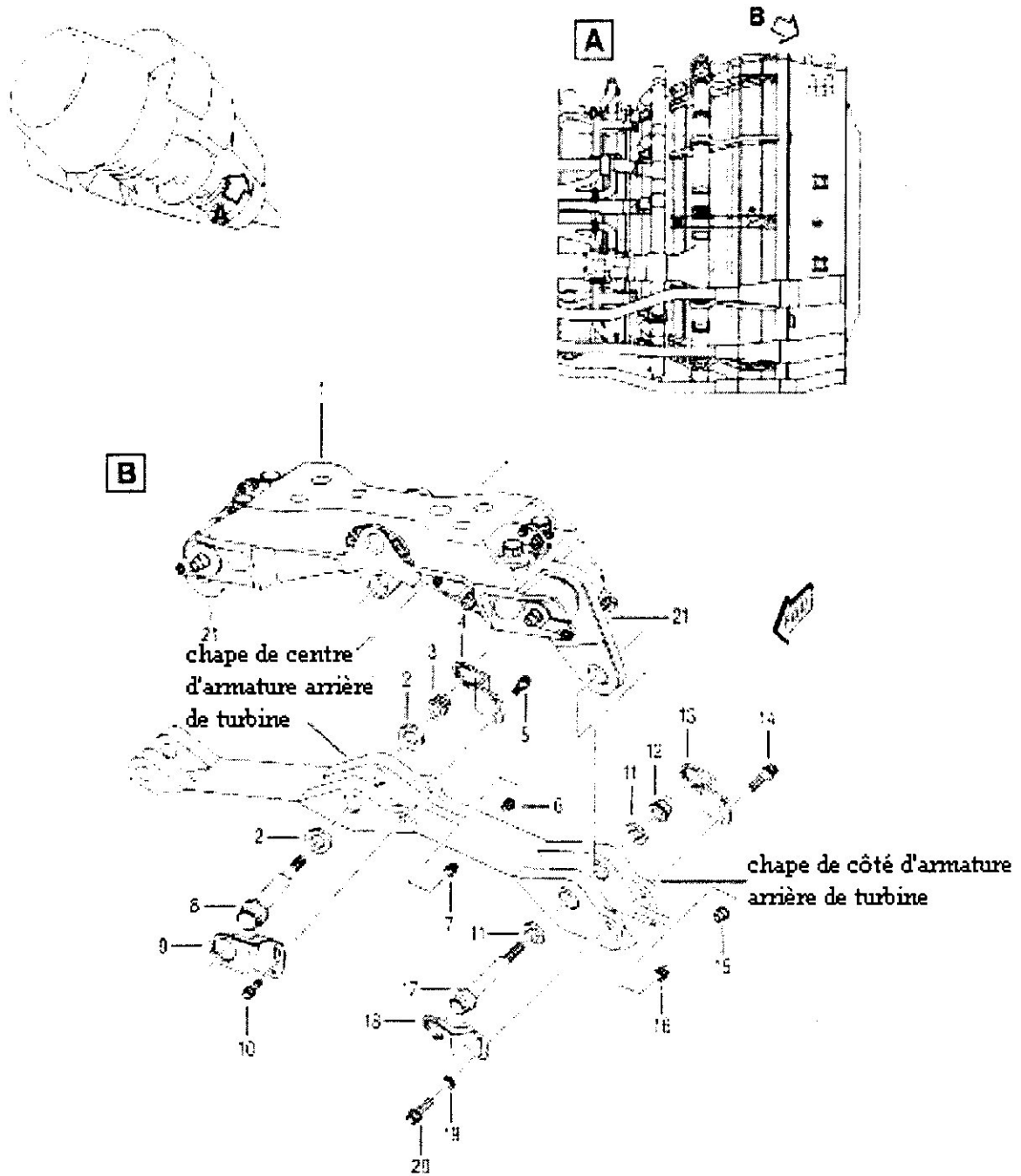


Figure (III.10-2) Démontage de l'attache moteur arrière

**III-4. Fixation de : (Jonction de Pylône – nacelle)**

La jonction Pylône - nacelle comporte :

Attechements de la trappe du capot fan : Voir figure (III.11)

Les ferrures d'articulation des trappes du capot fan situées à RIB01, à RIB05 et à RIB07. Ils sont faits de titane et installés sur la structure secondaire avant.

Attechements de la trappe de l'inverseur de pousser : Voir figure (III.12)

Les ferrures d'articulation des portes d'inverseur de poussée situées à RIB1, à RIB2 et à RIB4. Ils sont faits d'acier inoxydable et installés sur la structure primaire (Caisson du pylône).

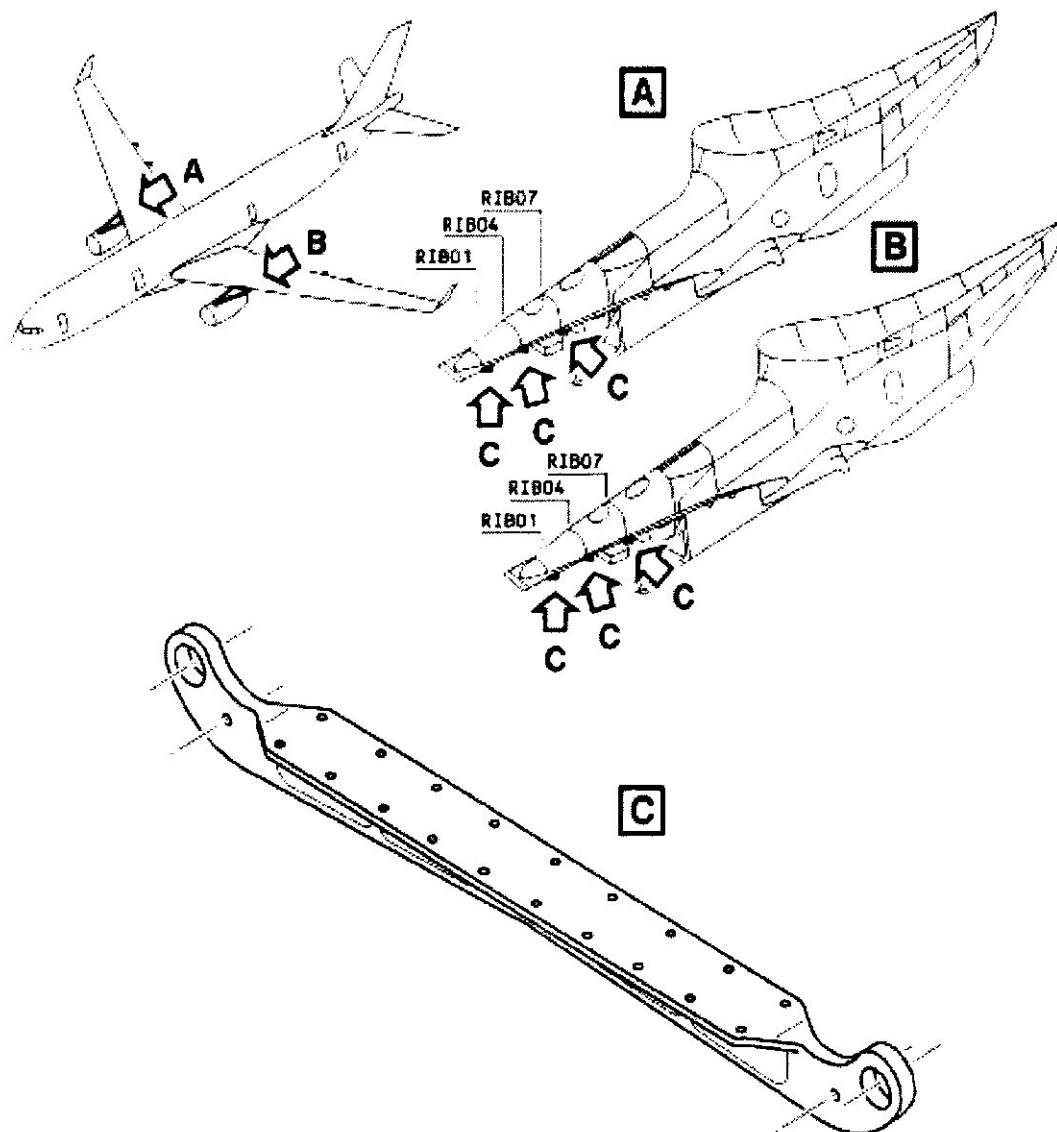


Figure (III.11) Attachements de la trappe du capot fan

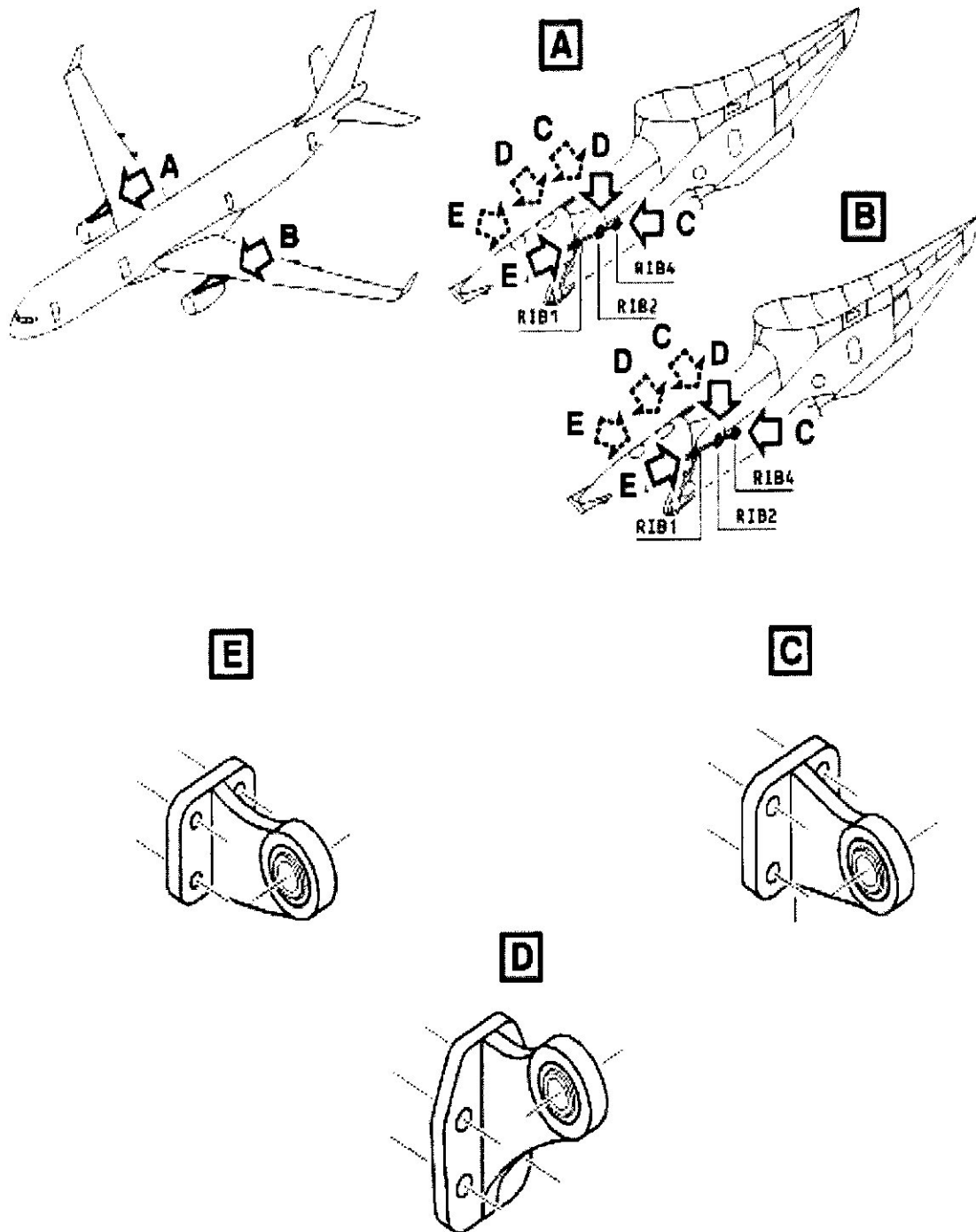
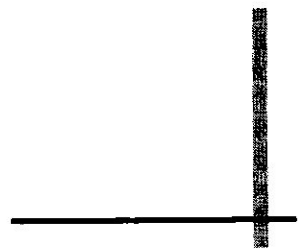


Figure (III.12) Attachements de la trappe de l'inverseur de pousser

# CHAPITRE - IV

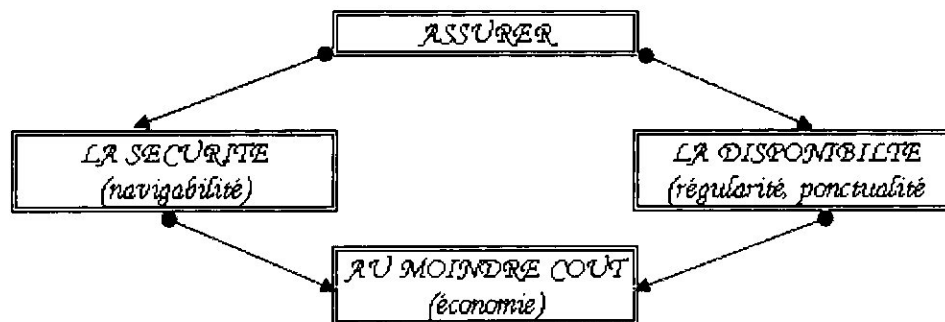
## MAINTENANCE ET INSPECTIONS



**IV.1- Généralités :**

La maintenance d'un aéronef peut être défini comme l'ensemble des actions destinées à maintenir ou à remettre l'aéronef ou certaines de ses éléments en état d'être exploités normalement :

- ✧ Vérifications.
- ✧ Réparations.
- ✧ Modifications.
- ✧ Révisions.
- ✧ Inspections.

**IV.2- Objectif de la maintenance aéronautique :**

**Figure (IV- 1) : Objectif de la maintenance aéronautique**

- ✧ Empêcher la défaillance (*maintenance préventive*).
- ✧ Réparer la défaillance (*maintenance curative*).



## IV.2.1- Modes de la maintenance aéronautique :

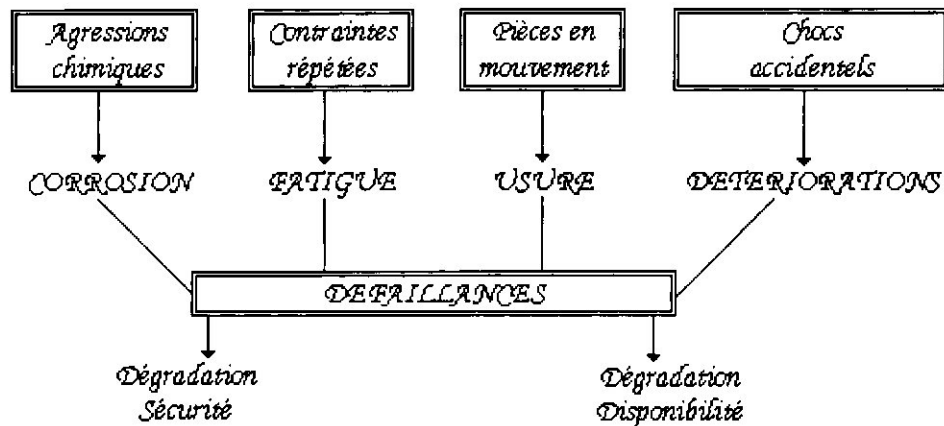


Figure (IV- 2) : Modes de la maintenance aéronautique

Un avion est un ensemble très complexe qui, de ce fait, nécessite une certaine maintenance. Il est en effet essentiel de minimiser les risques de pannes, à la fois pour trois raisons :

## A. La sécurité :

C'est une exigence réglementaire, et commerciale. L'aéronef doit, au cours du temps, conserver les caractéristiques de navigabilité définies et approuvées lors de sa certification (performances, domaine de vol, intégrité de la cellule et des propulseurs, sécurité et disponibilité des systèmes et équipement...).

## B. La disponibilité :

Un aéronef représente un investissement coût  $x$ . Une compagnie aérienne recherche donc des taux d'utilisation élevés. Pour cela, un aéronef de transport doit être en état d'accomplir sa mission au moment voulu. Le retard ou l'annulation d'un vol constituent non seulement une perte directe pour la compagnie, mais nuisent aussi à son image auprès du passager. Eviter, dans une certaine mesure, cet inconvénient par un volant important d'aéronefs de réserve ou par des affrètements auprès d'autres transporteurs n'est pas satisfaisant économiquement. La notion de régularité d'un service public intervient aussi.

C. L'économie :

Nous avons vu que la satisfaction des deux premiers objectifs est dictée, entre autres, par des impératifs économiques. Mais entretenir des aéronefs nécessite une organisation, des moyens matériels et humains qui coûtent cher. Le troisième objectif est de minimiser le coût d'entretien. Ainsi il faut trouver le meilleur compromis économique possible entre les deux premiers objectifs et le troisième.

IV.2.2- Politique de la maintenance aéronautique :

La politique de la maintenance et sa stratégie consiste à définir les objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge du matériel d'une entreprise par le service de maintenance (Voir figure IV- 3).

On a deux politiques distinctes :

- ↳ La maintenance préventive.
- ↳ La maintenance curative.

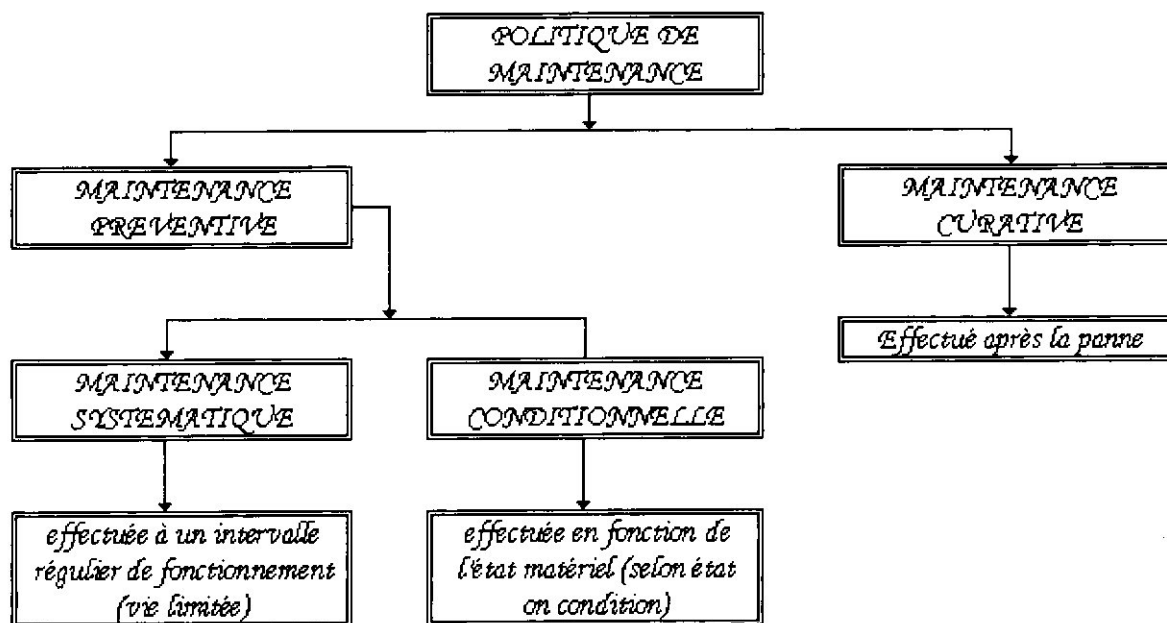


Figure (IV- 3) : Politique de la maintenance aéronautique

**IV.2.3- Evolution des modes de la maintenance aéronautique :**

**A. Temps limite :**

Les avions « primitifs » avaient une aérodynamique et des systèmes de propulsion médiocres. Dans ces conditions, toute redondance de système, entraînant une charge supplémentaire à soulever, était à exclure. Une défaillance, quelle qu'elle fût, pouvait avoir des conséquences graves. Il s'agissait donc de maintenir constamment en bon état tous les éléments de l'aéronef : pour cela, l'idée la plus immédiate consiste à réviser l'élément (ou à le remplacer par un élément neuf ou révisé) avant l'instant présumé de sa défaillance, en adoptant une certaine marge de sécurité. En de la loi d'usure (plus ou moins bien connue) de l'élément, on définit (un temps limite, appelé aussi potentiel) qui peut être soit une limite de vie, soit un intervalle maximal entre révision. Il est exprimé, suivant le cas, en heures de vol, en cycles de fonctionnement ou temps calendaire. Le concept de temps limite, qui a longtemps été le seul utilisé, s'applique encore à certaines parties de l'aéronef, nous verrons plus loin auxquelles.

**B. Maintenance selon état :**

La méthode des temps limites présentait l'inconvénient majeur de rejeter ou de soumettre à révision des éléments qui auraient pu rester utilisables un certain temps. Une meilleure connaissance des paramètres significatifs de l'usure (*ex.* : nombre et longueur de criques pour la structure, températures d'un moteur, etc.) et de leurs lois d'évolution, associées à la progression des possibilités de détection ou de mesure de ces paramètres de (bancs d'essais, moyens non destructifs, courants de Foucault..., meilleure accessibilité des éléments, etc.), a permis d'en venir à un mode d'entretien plus évolué, dit « selon vérification de l'état » (ou selon état) : à intervalles fixes, l'élément fait l'objet d'une vérification des paramètres significatifs de son état (cette vérification ne nécessite pas forcément le démontage de l'élément). Si la vérification conclut au bon état de l'élément, c'est-à-dire si les paramètres significatifs restent à l'intérieur d'un domaine prédéterminé, l'utilisation de l'élément peut se poursuivre jusqu'à la prochaine inspection programmée. Dans le cas contraire, l'élément est remis en bon état ou réformé. Par rapport à la méthode des temps limites, on économise donc des actions correctives inutiles. Comme les temps limites, les périodicités de vérification sont exprimées en heures, en cycles ou en temps calendaire.

**IV.3- Le manuel de la maintenance :**

Le manuel de la maintenance doit décrire le programme des opérations nécessaires pour maintenir l'aptitude d'un avion à être exploité en transport aérien commercial. Ce qui va plus loin que le simple maintien de l'aptitude au vol: les moyens de radiocommunications et de radionavigations et les équipements spéciaux exigées en transport public doivent être couverts. Le manuel de la maintenance doit être déposé par l'entreprise de transport aérien pour chaque type d'avion qu'elle exploite. Ce manuel doit être approuvé par le ministère chargé de l'aviation civile par l'intermédiaire du bureau verital.

Il doit inclure :

- ✧ La définition de la doctrine de maintenance et des concepts de maintenance adoptés.
- ✧ La liste des inspections spéciales et les cas dans lesquelles elles sont exigées.
- ✧ La liste des différentes opérations relatives à ces visites et inspections.
- ✧ L'identification des opérations devant faire l'objet d'un contrôle systématique.

Le manuel doit servir au personnel de la maintenance de transport aérien pour préparer, lancer, et dans une certaine mesure, conduire les opérations de maintenance du matériel volant. Il doit servir aussi au bureau verital pour s'assurer que l'entreprise effectue un suffisant pour maintenir l'aptitude des avions à être exploités en transport commercial.

L'entreprise doit s'assurer qu'il est connu et mis en application par le personnel de maintenance.

**IV.4- Contenu du manuel:**

Le manuel comprend les sections suivantes :

- ✧ Instructions générales.
- ✧ Périodicités des visites.
- ✧ Mode de maintenance, limites de l'utilisation et de stockage des composants ou ensembles.
- ✧ Inspections spéciales.
- ✧ Vols de contrôle.
- ✧ Tableau des opérations de maintenance.

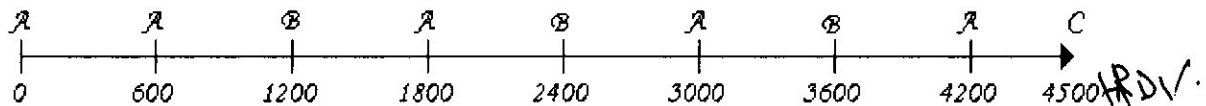
Le manuel indique ce qu'il doit être fait et n'indique pas comment on doit le faire. Les procédures d'exécution sont généralement définies dans les manuels établis par le constructeur du matériel (manuel de maintenance, manuel de révision générale...)

#### IV.5- Maintenance programmée :

##### IV.5.1- Les visites:

La maintenance des aéronefs doit être organisée en un tout cohérent de façon à minimiser les temps d'immobilisation. Il s'agit donc de grouper des opérations élémentaires de maintenance d'importance et de périodicité comparables. Ces groupes d'opérations sont appelés visites.

Le schéma classique de maintenance de l'airbus A330-200 (long-courrier) est le suivant:



##### A. Visite pré vol (où "transit") :

Qui peut éventuellement être faite par l'équipage: vérification des pleins d'huile, de l'état et du gonflage des pneumatiques, des freins et des amortisseurs, vérification visuelle de l'absence de fuites, etc.

##### B. Visite journalière (VJ) :

Elle comporte les opérations de la visite pré vol, d'autres vérifications portant par exemple sur l'état général du fuselage et de la voilure, des entrées d'air des moteurs, etc. la tendance est à espacer ce type de visite à 3 jours.

##### C. Visite A:

Toutes les 600 heures de vol, soit tous les mois environ, inspections visuelles plus détaillées des systèmes et composants de la structure, par exemple le train d'atterrissage, la surface des ailes, les moteurs et leur fixation, les prises d'air, le mécanisme des parties

mobiles de la voilure, les portes, l'oxygène, les systèmes de détection de fumées, etc.  
Durée : quelques heures.

**D. Visite B:**

Toutes les 1000 heures ou 3 mois environ, on ajoute à la visite (A) des inspections plus poussées pour vérifier le fonctionnement des systèmes. Durée : 2 - 3 jours.

**E. Visite C:**

Toutes les 4800 heures environ (1 an), des inspections supplémentaires entraînent des démontages pour vérifier des parties d'accès difficile. Durée : environ 1 semaine.

**F. Visite D : (où grandes visite (GV))**

Tous les 5 à 9 ans, une vérification complète de l'avion est effectuée, avec examen minutieux de tous les systèmes et de toute la structure. La cellule est pratiquement remise à neuf. Durée : environ 1 mois.

Remarque : La terminologie A, B, C, D et les périodicités ci-dessus sont données à titre d'exemple. Les périodicités de visites peuvent varier d'une compagnie à une autre pour un même type d'aéronef, en fonction de l'expérience et du type d'exploitation de la compagnie (utilisation quotidienne, durée moyenne du vol, trafic avec ou sans pointes saisonnières...). La terminologie peut également différer.

Afin d'éviter des temps d'immobilisation trop longs, on peut "découper en morceaux" les visites les plus importantes et associer ces morceaux aux visites de rang inférieur. C'est l'entretien fractionné (ou progressif).

**IV.5.2- Documentation de la maintenance préventive :**

Pour procéder à la maintenance préventive nous avons besoins des documents suivants :

- ↳ Maintenance Planning Document (*MPD*).
- ↳ Aircraft Maintenance Manuel (*AMM*).

D'autres documents sont utilisés en plus pour ce type de maintenance comme par exemple :

- ↳ System schematics Manuel (*SSM*).
- ↳ Wiring Diagram Manuel (*WDM*).
- ↳ Structural Repair Manuel (*SRM*).
- ↳ Illustrated Parts Catalogue (*IPC*).

Dans cette partie on va définir chaque document et ces fonctions.

**A. Nombre de tâche : (task number):**

Chaque tâche est identifiée par un nombre spécifique de (*MPD*) tâche. Quand une tâche s'applique aux zones principales spécifiques place symétriquement à l'un ou l'autre côté de la ligne centrale d'avion, la tâche est assignée un nombre simple de tâche.

Le manuel a un système de numération de chapitre suivant la norme *ATA* comme suit :

XX - YY - ZZ

XX : Chapitre *ATA*.

YY : Sub-système ou sous sub-système.

ZZ : Unité (composant)

**B. Maintenance Planning Document : (*MPD*)**

Le document de planification de la maintenance définit les tâches à accomplir pour chaque visite programmé, on utilise le (*MPD*) pour faire les cartes de travail que va utiliser le personnel de la maintenance pour effectuer les tâches demandées.

**C. Aircraft Maintenance Manuel : (AMM)**

Le manuel de maintenance de l'avion est constitué de deux parties, la première partie a pour rôle de d'écrire le système.

La deuxième partie contient les procédures à utiliser lors de la maintenance :

- ↳ Installation / désinstallation des différents composants.
- ↳ Position des composant.
- ↳ Réglage des système et les testes associer a ces systèmes.
- ↳ Inspection visuelle et générale des zones critique.
- ↳ Procédures de nettoyage et les procédures associer à la peinture.
- ↳ Méthodes de réparation des éléments.

**D. Illustrateted Parts Catalogue :(IPC)**

Ce document nous donne les informations nécessaires des composants d'un système, ces informations sont :

- ↳ Numéro d'identification des composants (part number).
- ↳ Schéma détaillé du composant et ses éléments (part illustration).
- ↳ Les services bulletin (SB) en exercices.
- ↳ Les Numéros d'identification (P/N) interchangeable des éléments et composants

**E. La maintenance planning data :**

Contient la taches a exécuté lors d'une maintenance mais il ne contient pas la façon de procéder. C'est pour cela qu'on se réfère au (AMM) qui a partir des taches déjà définie on peut (savoir la façon de procéder) connaître la tache à effectuer et pour obtenir aussi les moyens de travail tel que l'outillage les graisses et autre, mais pour pouvoir utilisé les produits consommable comme les joints, colliers, attaches ect ... on va se réfère au (IPC).

Cette configuration de ces trois documents qui vont ensemble va permettre au technicien de la maintenance d'effectuer sa tache préparant a l'avance tous les ingrédients nécessaires



consommable ainsi que l'outillage afin d'exécuter sa tâche dans les meilleures conditions et dans de bref délai.

Tous les documents cités ci-dessus sont soumis périodiquement à une mise à jour par le constructeur.

*IV.5.3- Les inspections programmées :*

Les éléments des différentes parties du circuit hydraulique ont des fonctions variées, ils sont soumis à des conditions très dures.

La sécurité ne peut être garantie, pour cela le service de planification effectué la prévention des pannes avec comme objectifs supplémentaires, la détection des points faibles et l'obtention d'un parfait fonctionnement en effectuant des visites périodiques et inspection intervenant à des potentiels déterminés à l'avance par le constructeur et réalisés suivant un planning confectionnée sur la base de leurs et cycles de fonctionnement des éléments de circuits hydraulique dans une période déterminée le service de planification a également pour rôle d'étudier la disponibilité de l'avion et les travaux à effectuer, ainsi la diminution des frais d'exploitation de la flotte ce qui permet une meilleure exploitation.

C'est à dire d'arriver à mettre à la disposition de la flotte pour éviter au maximum les retards des avions et leur immobilisations.

**IV.6- Maintenance non programme :**

**IV.6.1- Navigabilité individuelle :**

Tout incident ou anomalie constaté en vol par l'équipage fait l'objet d'un compte rendu circonstancié (*COMPTE RENDU MATERIEL - CRM*) dont l'analyse, faite à chaque escale, permet de déterminer les actions correctives adaptées (action immédiate, reporté jusqu'au retour à la base principale d'entretien, reporté à la prochaine visite programmée) .le compte rendu matériel, instrument du dialogue entre les navigants et le service d'entretien, est un élément essentiel pour le maintien de la sécurité

Toute anomalie constatée au sol, qu'elle soit liée ou non aux travaux en cours, fait l'objet d'une analyse similaire. Certains incidents importants sont obligatoirement suivis d'un ensemble de vérification systématique (vol en turbulence forte, atterrissage dur, foudroiement...)

**IV.6.2- Navigabilité de type :**

Le constructeur peut recommander certains travaux grâce à la connaissance qu'il acquiert des problèmes rencontrés en service sur ses produits, étant régulièrement informé par les utilisateurs.

Des modifications, des vérifications ou des révisions sont ainsi recommandées par le constructeur, avec l'approbation des services officiels, dans des documents appelés bulletins service (en anglais : service bulletins - *SB*) répertoriés par chapitre *ATA*. Certaines de ces recommandations, en réparations ou changements de pièces douteuses, à effectuer dans des délais variables, parfois immédiatement. Si la consigne n'est pas appliquée dans le délai requis, l'aéronef est interdit de vol. Un bulletin service peut recommander une tâche à effectuer une seule fois, ou à intervalles réguliers. Dans ce cas, elle est incorporée au programme de maintenance.

**IV.6.3- Documentation de la maintenance curative :**

**A. Le compte rendu du matériel : (CRM)**

Le (CRM) est le seul document relatif au matériel qui suit en permanence l'avion et qui permet de tenir informés les services d'entretien sur le fonctionnement des équipements et circuits avions.

Tout incident ou anomalie constaté en vol par l'équipage fait l'objet d'un compte rendu circonstancié, dont l'analyse faite à chaque escale, permet de déterminer les actions correctives adaptées (action immédiate, report jusqu'au retour à la base principale d'entretien, report à la prochaine visite programmée). Le CRM est un instrument de dialogue entre l'équipage et le personnel de maintenance au sol et aussi un élément essentiel pour le maintien de la sécurité. Toute anomalie constatée au sol, qu'elle soit liée ou non aux travaux en cours, fait l'objet d'une analyse similaire. Certains incidents importants sont obligatoirement suivis d'un ensemble de vérification systématique (atterrissage dur, foudroiement, vol en atmosphère turbulente forte...)

**B. La fiche de travaux supplémentaires : (FTS)**

Ce sont des travaux d'application occasionnelle enregistrés sur la (FTS) pour corriger les anomalies signalées ou constatées.

Chaque feuille de (FTS) doit porter les renseignements suivants :

- ✉ Immatriculation et type de l'avion.
- ✉ Type de visite.
- ✉ Date.
- ✉ Heures cellule.
- ✉ Nature des travaux à exécuter.
- ✉ Description des anomalies et origines des travaux avec son code ATA 100.
- ✉ Détails des travaux effectués avec relevés éventuels (P/N, S/N monté, S/N déposé, etc.).
- ✉ Signatures (technicien exécutant, chef d'équipe, contrôleurs).

**IV.7- Inspections :**

**a) Inspection de la ferrure d'attache (Pylône Aile) côté pylône.**

(1) font une inspection détaillée de la ferrure d'attache du (pylône – aile) côté pylône à RIB1 Å. Cette inspection inclut les alésages convenables. Voir **figure (IV.4)**

(2) s'assurent qu'il y a non :

(a) Dommages de corrosion :

- si tu trouves des dommages de corrosion, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 512200 P.Block 001) pour des types de protection de corrosion, d'inspection, de déplacement et de corrosion.

(b) D'autres dommages (les fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, frappe...) :

- si on trouve ce type de dommages, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 511100 P.Block 001) pour la classification de dommages et la modalité de reprise.

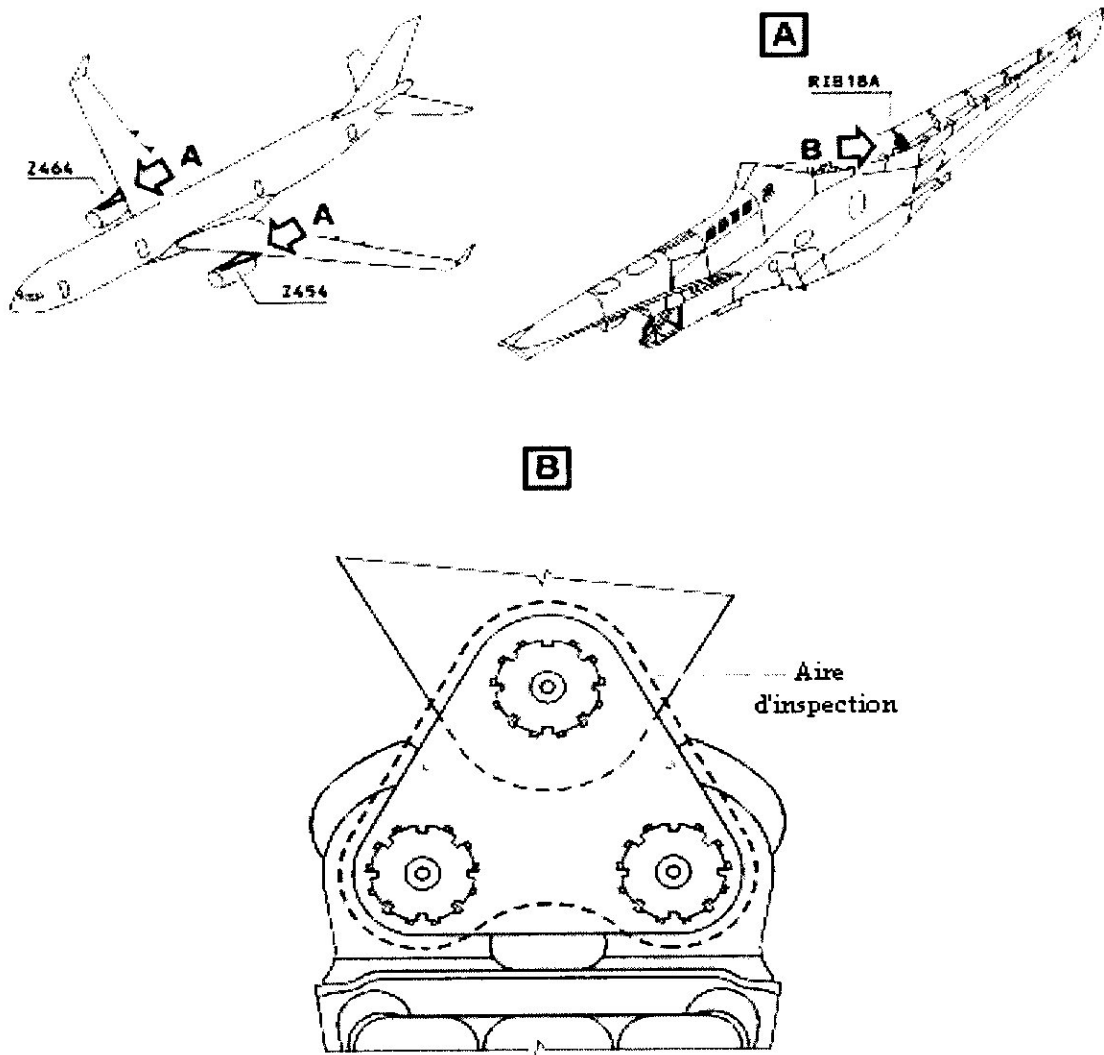


Figure (IV.4) Ferrure d'attache (Pylône Aile) côté pylône.

**6) Inspection de la Douille filetée (Pylône Aile) :**

(1) font une inspection détaillée des douilles, des goupilles filetées, des coussinets de roulements de la ferrure de fixation du pylône à aile à RJB12. Voir *figure (IV.5)*

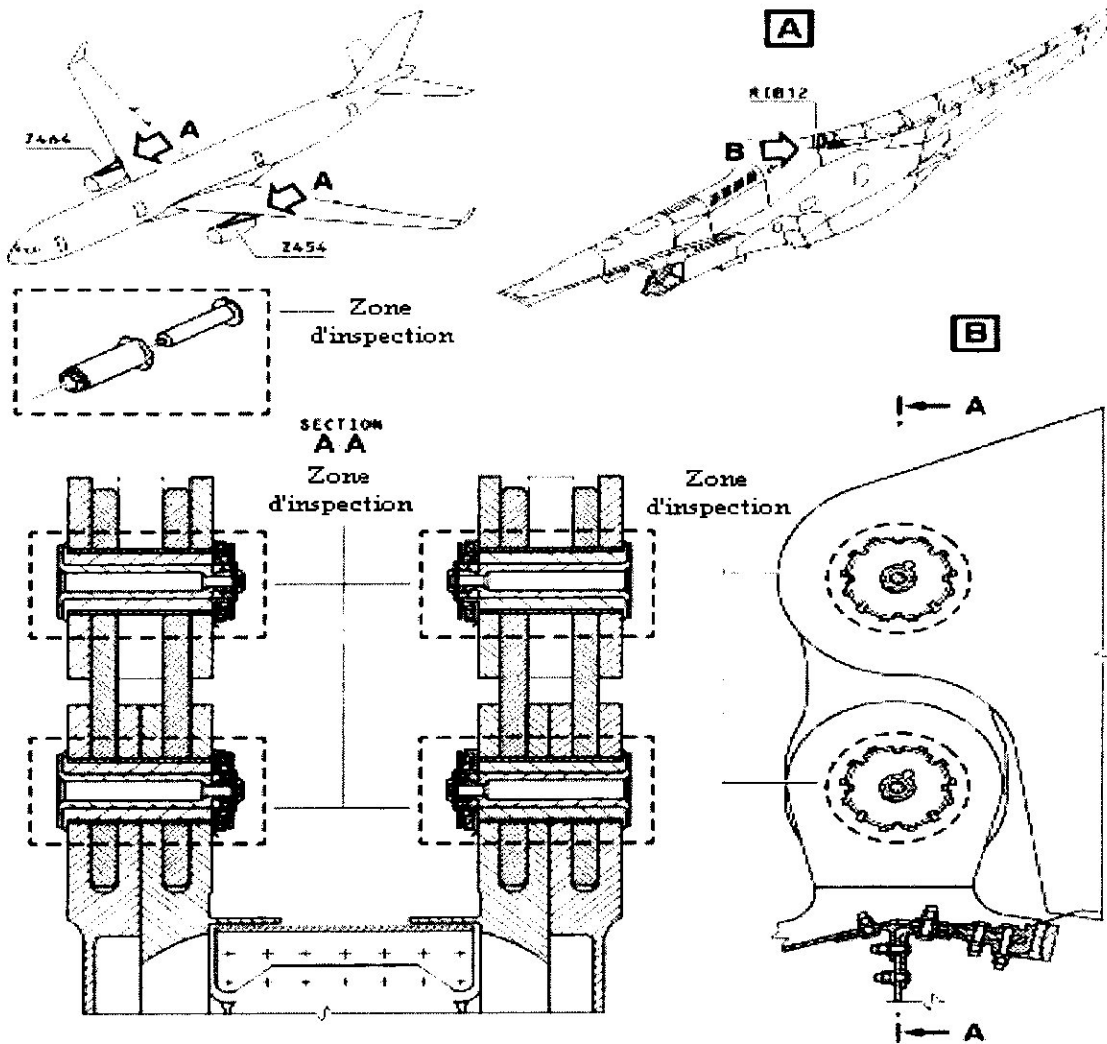
(2) s'assurent qu'il y a non :

(a) Dommages de corrosion :

- si tu trouves des dommages de corrosion, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 512200 P.Block 001) pour la protection de types, d'inspection, de déplacement et de corrosion.

(b) D'autres dommages (les fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, frappe,...) :

- si tu trouves ce type de dommages, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 511100 P.Block 001) pour la classification de dommages et la modalité de reprise.



*Figure (IV.5) Douille filetée (Pylône Aile)*

c) *Inspection Ferrure d'attache de précision du (pylône - aile) :*

(1) font une inspection détaillée de la ferrure d'attache de précision du (pylône - aile) à *RIB12* (4 positions). Voir *figure (IV.6)*

(2) s'assurent qu'il y a non :

(a) Dommages de corrosion :

- si on trouve des dommages de corrosion, se référer au manuel de réparation structurale (Réf. SRM 512200 P.Block 001) pour la protection de types, d'inspection, de déplacement et de corrosion.

(b) D'autres dommages (fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, bosses...) :

- si tu trouves ce type de dommages, se référer au manuel de réparation structurale (Réf. SRM 511100 P.Block 001) pour la classification de dommages et la modalité de reprise.

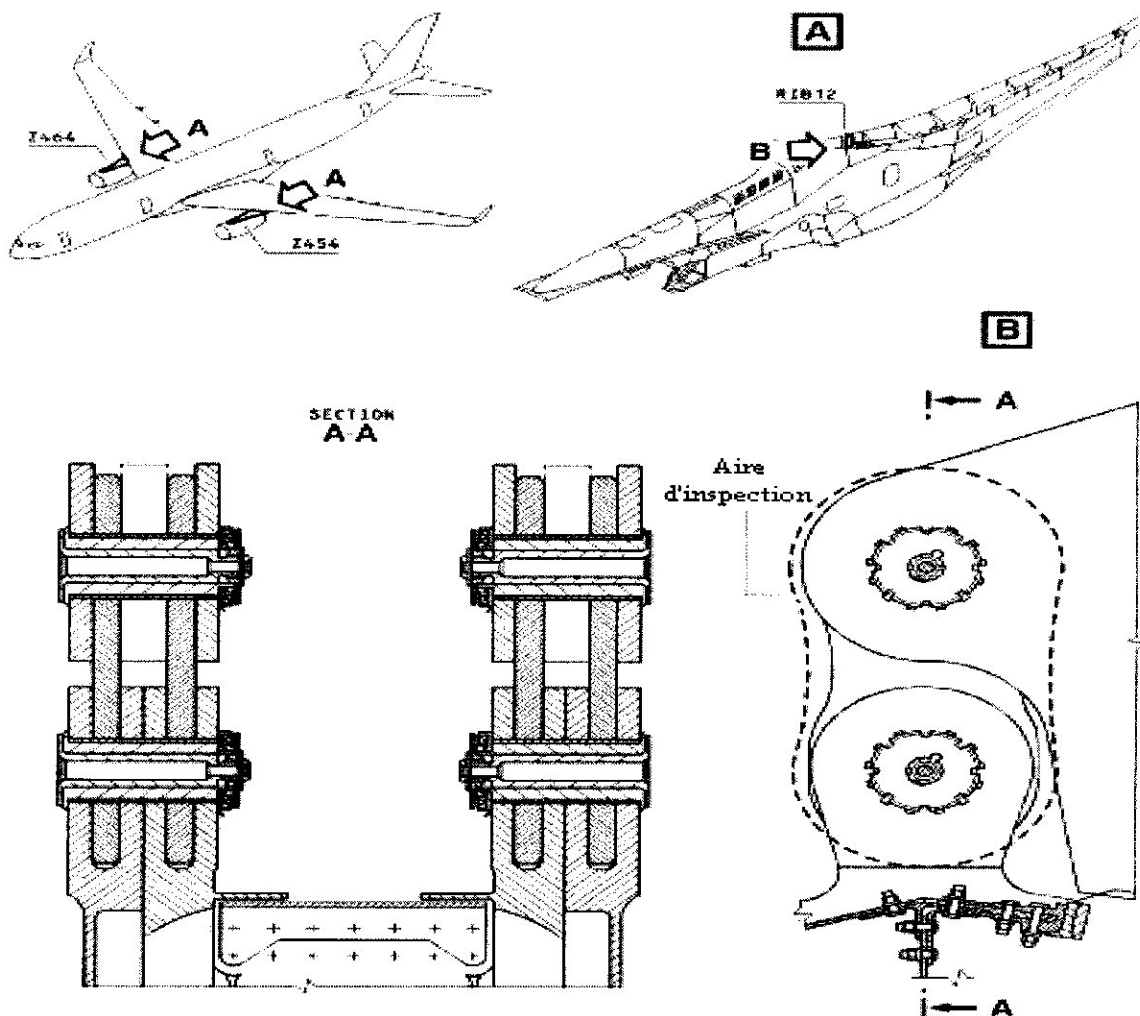


Figure (IV.6) Ferrure d'attache de précision du (pylône - aile)

**d) Inspection Ferrures d'attache (Pylône – Aile) côté Pylône :**

(1) font une inspection détaillée des ferrures d'attache (Pylône – Aile) à RIB12.

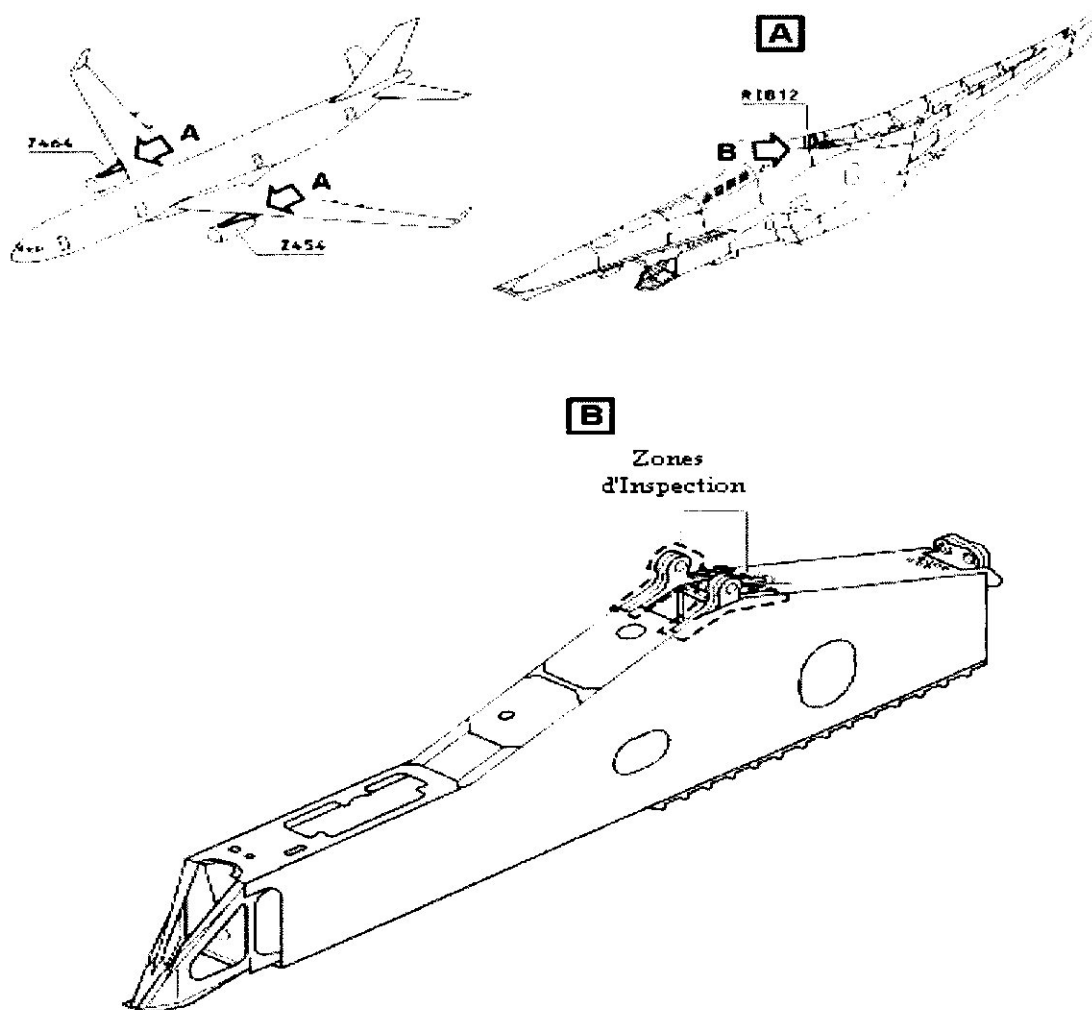
(2) s'assurent qu'il y a non :

(a) Dommages de corrosion :

- si tu trouves des dommages de corrosion, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 512200 P.Block 001) pour la protection de types, d'inspection, de déplacement et de corrosion. Voir *figure (IV.7)*

(b) D'autres dommages (fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, bosses...) :

- si tu trouves ce type de dommages, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 511100 P.Block 001) pour la classification de dommages et la modalité de reprise.



**Figure (IV.7) Ferrures d'attache (Pylône – Aile) côté Pylône**



**e) Inspection Plan de joint Avant :**

(1) font une inspection détaillée du plan de joint avec l'attache moteur avant.

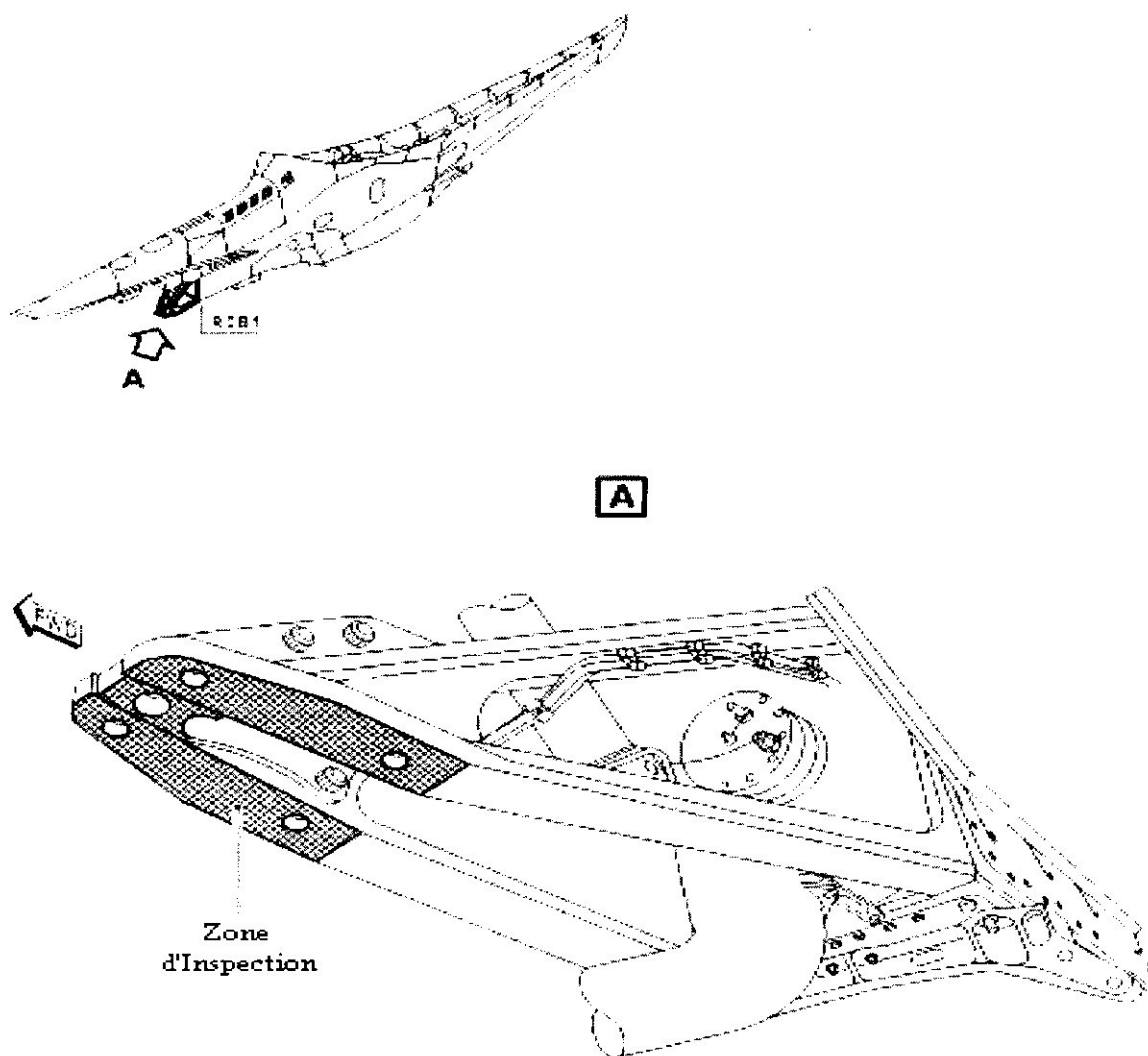
(2) s'assurent qu'il y a non :

(a) Dommages de corrosion :

- si tu trouves des dommages de corrosion, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 512200 P.Block 001) pour la protection de types, d'inspection, de déplacement et de corrosion. Voir *figue (IV.8)*

(b) D'autres dommages (fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, bosses...) :

- si tu trouves ce type de dommages, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 511100 P.Block 001) pour la classification de dommages et la modalité de reprise.



*Figure (IV.8) Plan de joint Avant*

*f) Inspection de l'extrémité des bras de précision de l'attache avant côté pylône :*

(1) on fait une inspection détaillée spéciale de l'extrémité des bras de précision de l'attache avant côté pylône. Voir **figue (IV.9)**

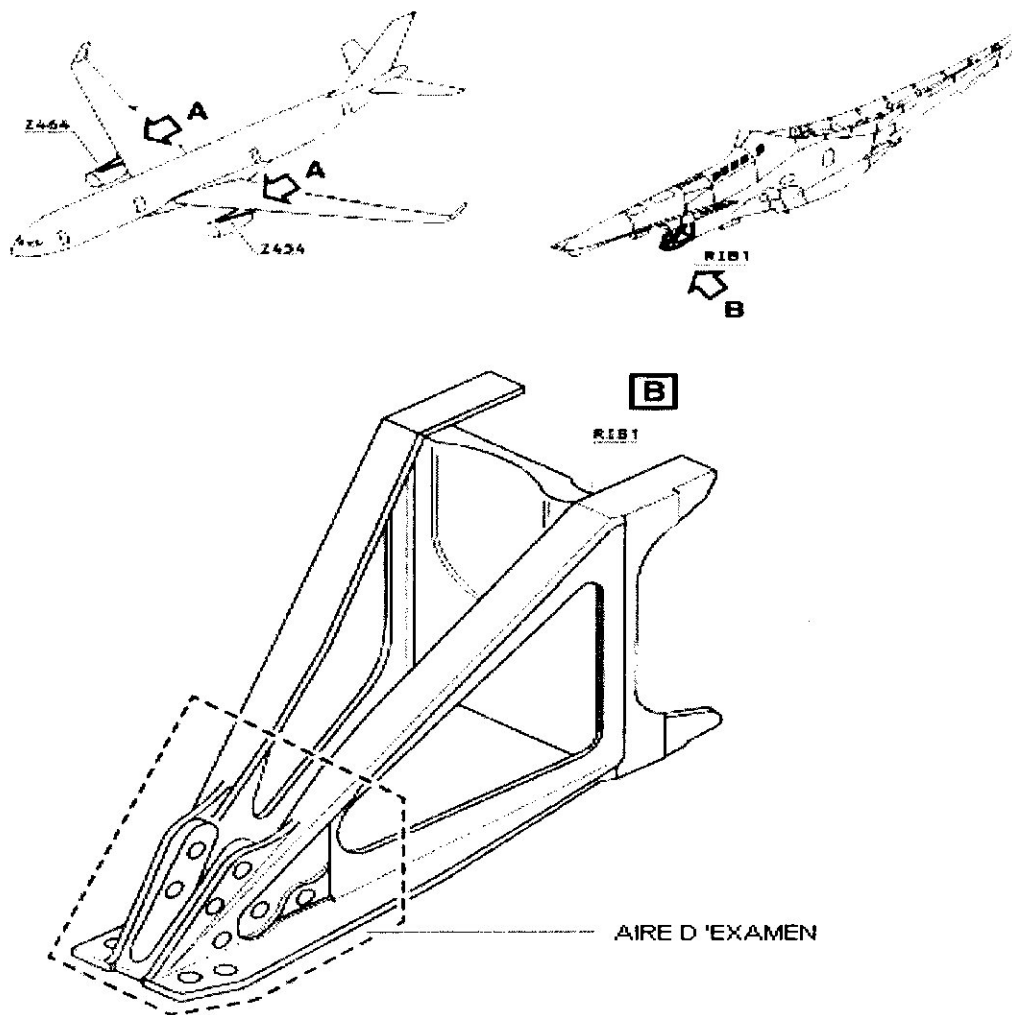
(2) on fait un rapport des dommages après l'inspection par *CND* (contrôle non destructif) :

(a) Dommages de corrosion :

- si on trouve des dommages de corrosion, se référer au *SRM* (Structurale Repair Manuel) pour la protection de types d'inspection, de déplacement et de corrosion (PB 001 De Réf. SRM 512200).

(b) D'autres dommages (fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, bosses...) :

- si on trouve ce type de dommage, se référer au SRM pour la classification de dommage et la modalité de reprise (réf. PB 001 DE SRM 511100).



**Figure (IV.9) L'extrémité des bras de précision de l'attache avant côté pylône**

## g) Inspection de Attache Moteur Avant :

Utilisant un luminaire, la lumière blanche et un miroir tenu dans la main, font une inspection visuelle de l'attache avant de moteur pour : voir **figure (IV.10)**

Inspection/Vérification	Maximum limites utiles	Remarque
1. Fissure, Pièces cassées.	Hors service	Enlever et remplacer l'attache avant De Réf (71-21-41-000-801) et (71-21-41-400-801).
2. déplacement des roulements	Hors service	Enlever et remplacer l'attache avant De Réf (71-21-41-000-801) et (71-21-41-400-801).
3. Écrou ou boulon cassé Arrêteoirs	Hors service	Enlever et remplacer l'attache avant De Réf (71-21-41-000-801) et (71-21-41-400-801).
1. l'attache moteur avant coté pylône boulonne le pénétrant fluorescent inspectent pour :		
a. Fissure.	Hors service	Remplacer le boulon
b. Indications transversales.	Hors service	Remplacer le boulon
c. Recouvrements seuls ou de multiple à la racine de fil.	Hors service	Remplacer le boulon
d. Indications longitudinales interprétées comme inclusions.	Laissé, s'ils ne se cassent pas à travers des coins filet	
e. Enroule pas plus profondément que 0.006 dans (0.15 millimètre).	Permis sur la crête de fil et sur le visage de non pressure du fil en dehors du diamètre de lancement	
2. Le pénétrant fluorescent de l'attache moteur de rondelles avant côté pylône inspecte pour :		
a. Indications moins de 0.030 in(0.76 millimètre) de longueur.	Laissé, si pas plus étroitement que 0.050 dans (1.27 millimètre)	
b. Indications entre 0.030 et 0.060 dans (0.76 et 1.52mm) longueur	Laissé, si pas fissures	

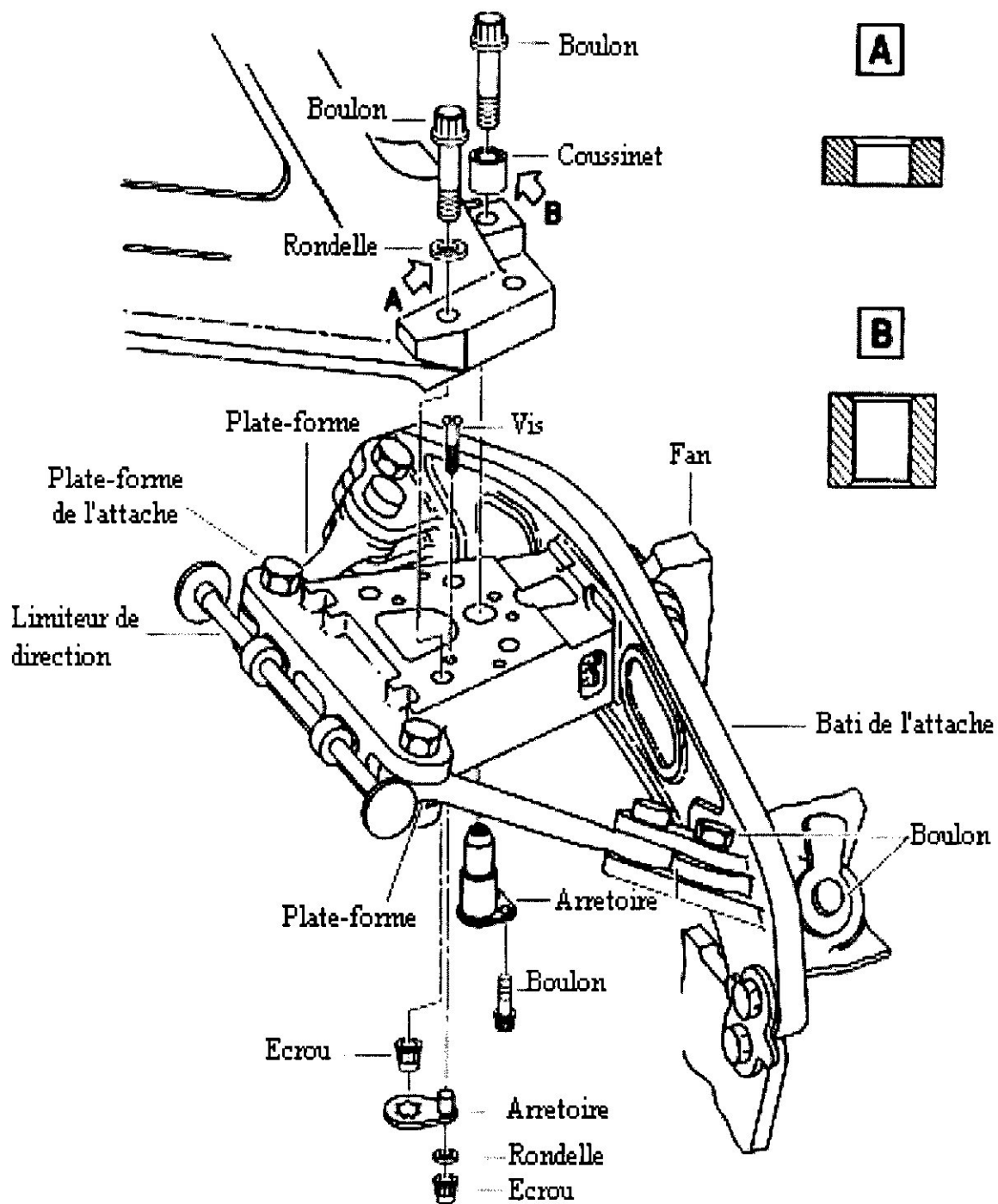


Figure (IV.10) Attache Moteur Avant

## h) Inspection visuelle de l'attache moteur arrière : voir figure (IV.11)

Inspection/Vérification	Maximum limites utiles	Remarque
1. Graisse rassemblée, huile, fluides hydrauliques.	Hors service	Nettoyer les surfaces à l'aide d'une serviette de magasin ou d'une garniture écossaise de BRITE (numéro C10-010 de matériel) humidifiée.
2. Fissures et pièces cassées.	Hors service	Enlever et remplacer l'attache moteur arrière de réf (71-22-41-000-801) et (71-22-41-400-801).
3. Déplacement de roulement	Hors service	Enlever et remplacer l'attache moteur arrière de réf (71-22-41-000-801) et (71-22-41-400-801).
4. Écrou ou boulon cassé Arrêteurs	Hors service	Remplacer les arrêteurs

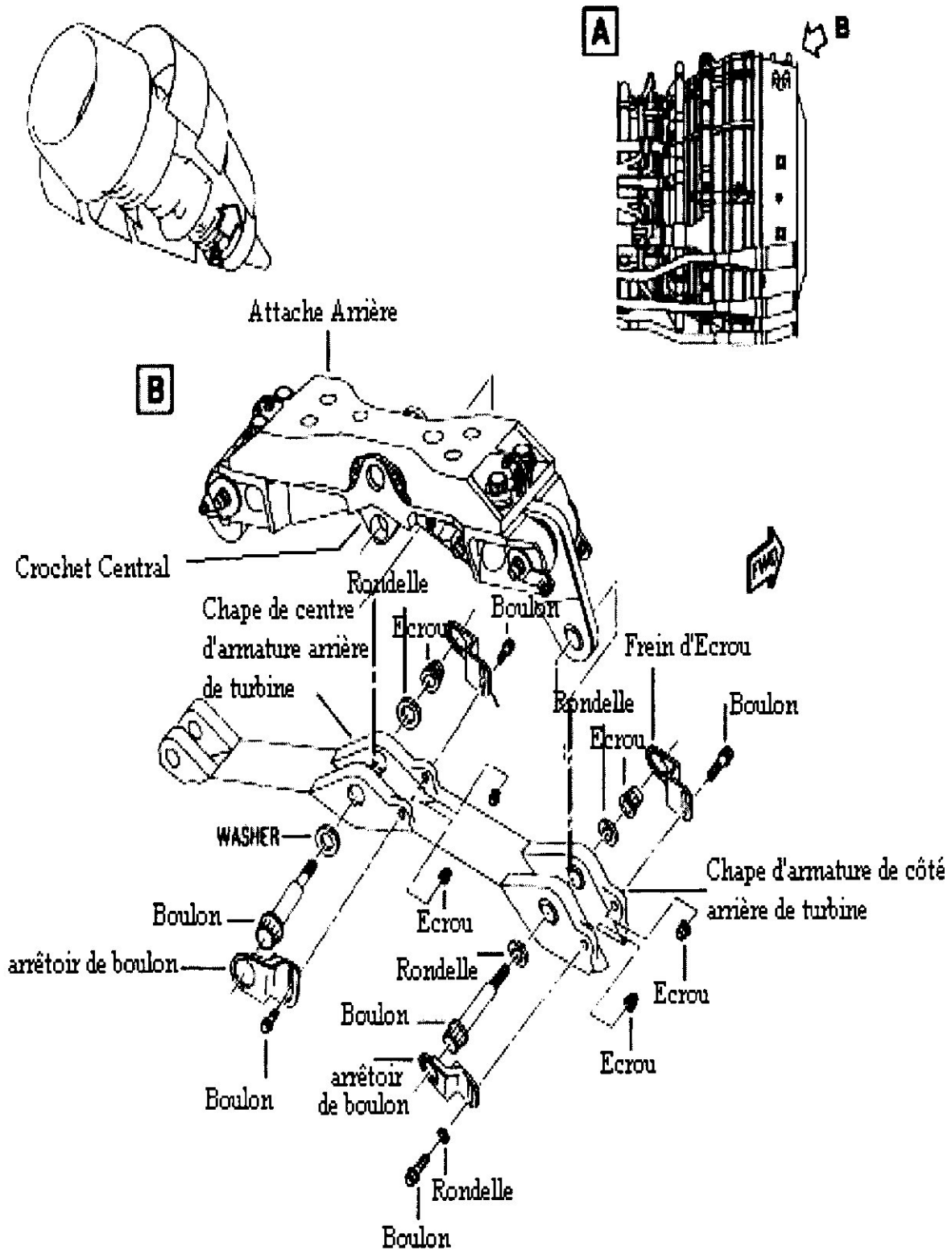


Figure (IV.11) Attache Moteur Arrière

*i) Inspection Plan de joint arrière :*

(1) font une inspection détaillée du plan de joint avec l'attache monter arrière à *RJB9C*.

(2) s'assurent qu'il y a non :

(a) Dommages de corrosion :

- si tu trouves des dommages de corrosion, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 512200 P.Block 001) pour la protection de types, d'inspection, de déplacement et de corrosion. Voir *figure (IV.12)*

(b) D'autres dommages (fissures, éraflures, effort, marques, bosselures, bosses...) :

- si tu trouves ce type de dommages, se référer au manuel de réparation structurale (réf. SRM 511100 P.Block 001) pour la classification de dommages et la modalité de reprise.

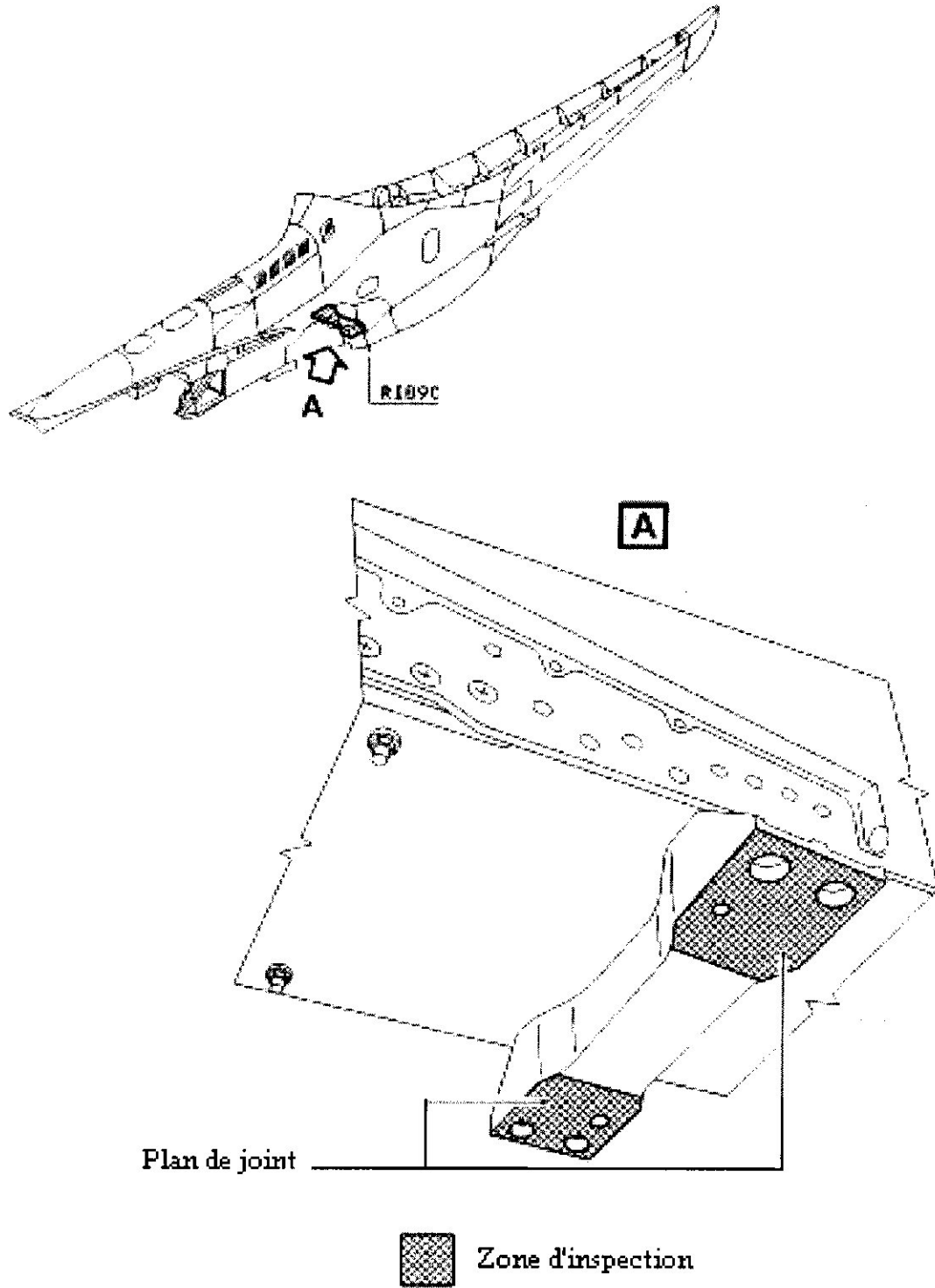


Figure (IV.12) Plan de joint arrière



CONCLUSION

## CONCLUSION

---

*Au terme de cette étude qui nous a été soumise dans le cadre du memoire de fin d'études, nous avons concentré tous nos efforts sur la partie description et la partie inspection.*

*De ce modeste travail nous avons pris connaissance de:*

- o La description et les caractéristiques de l'avion A330-200.*
- o Différentes fixations (aile - pylône), (pylône - moteur) et méthode de démontage.*
- o Connaître les différentes méthodes de maintenance et d'inspection.*

*Nous avons également appris l'utilisation des différents documents de maintenance qui gèrent la maintenance programmée et non programmée.*

*La maintenance de ce système est une nouvelle génération de conception. Sa facilité de maintenance en piste est due à sa haute technologie et à sa fiabilité de réparation.*

*Malgré quelques difficultés et les moyens qui sont limités, c'est à dire le manque des documents et des personnes qualifiés dans le domaine, nos efforts ont été fait à l'élaboration d'un mémoire fructueux.*

*Nous espérons que nous avons atteint notre but " inch'allah".*

# SOMMAIRE

<i>Titres</i>	<i>Pages</i>
<i>INTRODUCTION</i> .....	<i>01</i>
 <i>CHAPITRE I : GENERALE DE L'AIRBUS A330-200.</i>	
<i>I.1- Historique</i> .....	<i>03</i>
<i>I.2- Description de l'avion</i> .....	<i>06</i>
<i>I.2.1-Fuselage</i> .....	<i>06</i>
<i>I.2.2- Réacteur CF6-80E1</i> .....	<i>12</i>
 <i>CHAPITRE II : ETUDE DE VOILURE ET PYLONE</i>	
<i>II.1- Généralités</i> .....	<i>15</i>
<i>II.2- L'aile</i> .....	<i>15</i>
<i>II.2.1- Description de l'aile</i> .....	<i>17</i>
<i>II.2.2- L'architecture de l'aile</i> .....	<i>23</i>
<i>II.2.3- Les efforts</i> .....	<i>25</i>
<i>II.3- Le pylône</i> .....	<i>28</i>
<i>II.3.1- Structure de pylône</i> .....	<i>30</i>
<i>II.3.2- Compartiments de pylône</i> .....	<i>31</i>

### CHAPITRE III : TECHNOLOGIE DES ATTACHES.

III.1 Généralité .....	35
III.2 Fixation de pylône.....	35
III.2.1 Attachement (Aile - pylône) côté aile.....	35
III.2.2 Ferrures d'attache du pylône.....	36
A. Ferrures d'attache avant.....	36
B. Ferrures d'attache arrière.....	40
C. Ferrures d'attache du capot de carénage du pylône.....	44
III.3 Fixation du moteur.....	44
III.3.1 Attaches (moteur - pylône) côté pylône .....	44
III.3.2 Attaches (moteur - pylône) côté moteur.....	45
A. L'attache avant.....	47
B. L'attache arrière.....	57
III.4 Fixation de : (Jonction de Pylône - nacelle).....	62

### CHAPITRE III : MAINTENANCE ET INSPECTIONS

IV.1- Généralités.....	64
IV.2- Objectif de la maintenance aéronautique.....	64
IV.2.1- Modes de la maintenance aéronautique.....	65
IV.2.2- Politique de la maintenance aéronautique.....	66
IV.2.3- Evolution des modes de la maintenance aéronautique .....	67
IV.3- Le manuel de la maintenance.....	68
IV.4- Contenu du manuel.....	68
IV.5- Maintenance programmée.....	69
IV.5.1- Les visites.....	69
IV.5.2- Documentation de la maintenance préventive.....	71
IV.5.3- Les inspection programmées.....	73
IV.6- Maintenance non programme.....	74

<i>IV.6.1-</i> Navigabilité individuelle.....	74
<i>IV.6.2-</i> Navigabilité de type.....	74
<i>IV.6.3-</i> Documentation de la maintenance curative.....	75
<i>IV.7- I</i> Inspections .....	76
<i>CONCLUSION GENERALE</i> .....	88

# LISTE DES FIGURES

FIGURE	PAGE
Figure (I.1) : Dimensions du airbus A330-200.....	04
Figure (I.2) : Structure d'avion A330-200.....	05
Figure (I.3) : Structure de fuselage.....	06
Figure (I.4) : Endroit des cloisons étanches.....	08
Figure (I.5) : Composants du fuselage.....	08
Figure (I.6) : Système d'armature.....	09
Figure (I.7) : Réacteur CF6-80 E1.....	12
Figure (I.8) : Les modules principaux de réacteur CF6-80E1.....	13
Figure (I.9) : Nacelle de réacteur.....	14
Figure (II.1) : Structure de l'aile.....	16
Figure (II.2) : Plan central.....	18
Figure (II.3) : Aile externe - arrangement général.....	18
Figure (II.4) : Endroit des nervures et longerons.....	19
Figure (II.5) : Les forces agissant sur l'aile au sol.....	27
Figure (II.6) : Emplacement de pylône sur l'avion.....	28
Figure (II.7) : <b>Structure principale et matériaux</b> .....	29
Figure (II.8) : Pylône de réacteur.....	30
Figure (II.9) : Station de pylône de moteur.....	31
Figure (II.10) : Compartiments de pylône.....	32
Figure (III.1) <b>Attachement (pylône - l'aile) Partie Aile</b> .....	35
Figure (III.2) <b>Ferrure d'attache avant</b> .....	37
Figure (III.3) <b>Démontage de la ferrure d'attache avant (Pylône à Aile)</b> .....	39
Figure (III.4) <b>ferrure d'attache arrière</b> .....	41
Figure (III.5) <b>Démontage de la ferrure d'attache arrière (Pylône à Aile)</b> .....	43

Figure (III.6) Ferrure d'Attache Avant et Arrière (côté Pylône) .....	45
Figure (III.7) Attaches Moteur Avant et Arrière (côté Moteur) .....	46
Figure (III.8) L'Attache Moteur Avant .....	48
<b>Figure (III.9) Démontage de l'attache moteur.....</b>	<b>51</b>
Figure (III.9-1) Démontage de l'attache moteur.....	52
Figure (III.9-2) Démontage de l'attache moteur.....	53
Figure (III.9-3) Démontage de l'attache moteur.....	54
Figure (III.9-4) Démontage de l'attache moteur.....	55
Figure (III.9-5) Démontage de l'Attache Moteur Avant.....	56
Figure (III.10) L'Attache Moteur Arrière .....	58
<b>Figure (III.10-1) Démontage de l'attache moteur arrière.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure (III.10-2) Démontage de l'attache moteur arrière.....</b>	<b>61</b>
Figure (III.11) Attachements de la trappe du capot fan.....	62
Figure (III.12) Attachements de la trappe de l'inverseur de pousser.....	63
<b>Figure (IV- 1) : Objectif de la maintenance aéronautique.....</b>	<b>64</b>
<b>Figure (IV- 2) : Modes de la maintenance aéronautique.....</b>	<b>65</b>
<b>Figure (IV- 3) : Politique de la maintenance aéronautique.....</b>	<b>66</b>
Figure (IV.4) Ferrure d'attache (Pylône Aile) côté pylône.....	77
Figure (IV.5) Douille filetée (Pylône Aile).....	78
Figure (IV.6) Ferrure d'attache de précision du (pylône - aile).....	79
Figure (IV.7) Ferrures d'attache (Pylône – Aile) côté Pylône.....	80
Figure (IV.8) Plan de joint Avant.....	81
Figure (IV.9) L'extrémité des bras de précision de l'attache avant côté pylône .....	82
Figure (IV.10) Attache Moteur Avant.....	84
Figure (IV.11) Attache Moteur Arrière.....	86
Figure (IV.12) Plan de joint arrière.....	88

# ABBREVIATION

<b>AMM</b>	Aircraft maintenance manual
<b>APU</b>	Auxiliary Power Unit
<b>CND</b>	Contrôle Non Destructif
<b>CRM</b>	Compte Rendu Manuel
<b>EDU</b>	Unité Electronique de Contrôle Moteur
<b>FTS</b>	Fiche de Travaux Supplémentaires
<b>IPC</b>	Illustrated Parts Catalogue
<b>MPD</b>	Maintenance Planning Document
<b>SB</b>	Service Bulletin
<b>SRM</b>	Structural Repair Manuel
<b>SSM</b>	System Schematics Manuel
<b>TRM</b>	Turbine Rear Frame
<b>WDM</b>	Wiring Diagram Manuel





# BIBLIOGRAPHIES

- 1- Mr: Didier Féminier « Direction Du Transport Aérien » [CELLULES ET SYSTEMES D'AERONEFS].
- 2- Mr: Zmit Hamoud et Melle: Otmane Doudja « PFE » [ENTRETIEN ET SUIVI D'UN MOTEUR CF6-80E1 EQUIPANT AIRBUS 330-200].  
Université De Blida Département D'aéronautique. Année 2005.  
- Dirigés par : Mr Benhamissi et Mr: Bentrads.
- 3- Henri Goursau [Dictionnaire d'Aéronautique et de l'Espace]. Année 2000.
- 4- CD-ROM: AMM A330-200/300 [Aircraft Maintenance Manual] Année 2005.
- 5- CD-ROM: TSM A330-200/300 [Trouble Shooting Manual] Année 2005.