

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahlab Blida

Faculté des Sciences de l'Ingénieur

*Département d'Aéronautique*

*En vue de l'Obtention du Diplôme des Etudes Appliquées en  
Aéronautique*

*Option : STRUCTURE*

***THEME :***

***SUIVIE D'UN TRAITEMENT D'UNE CORROSION SUR L'AME  
LONGERON AVANT VOILURE DROITE BOEING 737 800***



*Présentée par :*

***Melle BEN OMAR NESRINE***

*Encadré par :*

***GUERBI AMAR  
BENAMIA ISMAIL***

*Promotion 2008*

# REMERCIEMENT

# REMERCIEMENT

*Je remercie dieu en premier lieu de m'avoir donner le courage et la patience  
pour finir mes études.*

*Je remercie très chaleureusement mes parents que j'aime énormément  
pour leurs soutient morale.*

*Ma très sœur AMINA pour son aide financier.*

*Je tiens a remercie tout particulièrement LE DIRECTEUR DES ETUDES  
Mr AZZAZEN MOHAMED et Mlle BENKHEDA AMINA que je garderai  
toujours le souvenir ému de leurs bienveillance et que grâce a eux me voici en  
mesure de finir mes études.*

*Mr TSABIT ALI pour son encadrement*

*J'adresse également mes remerciement a : Mr GHERBI AMAR, BEN AMIA  
ISMAIL et OMAR le Chimiste pour leurs aide pratique et théorique.*

*Je tiens aussi a remercie Mr AICHI et Mr HIRTSY.*

***NESRINE***

# Dedicace Dedicace

*Je dédis ce modeste travail de fin d'étude aux êtres qui me sent trop chers au monde :*

*A ma très mère a qui je dois ce que je suis maintenant et que les mots ne suffisent pas pour la remercier de tout ce qu'elle a fait pour moi.*

*A mon très cher papa que j'aime beaucoup.*

*A ma très chère inoubliable tante Hamida Laouedj que j'ai perdue il y a 4 ans et qui existe toujours dans mon cœur.*

*A mes très chères sœurs : Nassima, Amina et Nawel.*

*A Hakim, Yacine et Abdrahim.*

*A mon papy Yaya.*

*A mon oncle Ismet.*

*A mes adorables neveux: Rayane, Mohamed, Reda, Louaye et Houada que j'aime un peu plus.*

*A mes tantes : Nadja, Ghania, Salima, Nacera et très chère Alia.*

*A mes cousines : Wafia, Samira, Baya et Hanane.*

*A mes meilleurs copains d'enfance : Merieme Temmar, Nassima et Nawel laouedj.*

*A mes meilleurs amis de musique : fella violoniste.*

*Lyessa pianiste et Mounia violoniste.*

*A tata Zoubida, tante Faiza et maman Salima .*

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

## CHAPITRE I : GENERALITE DUR L'AVION BOIENG 737-800

|              |  |   |
|--------------|--|---|
| <b>I.1</b>   | Historique.....                          | 1 |
| <b>I.2</b>   | Présentation de Boeing737-800.....       | 1 |
| <b>I.2.2</b> | Dimension générale de fuselage.....      | 1 |
| <b>I.2.2</b> | Dimension de référence de fuselage ..... | 1 |
| <b>I.3</b>   | VITESSE ET ALTITUDE.....                 | 3 |
| <b>I.3.1</b> | La vitesse.....                          | 3 |
| <b>I.3.2</b> | L'altitude.....                          | 3 |
| <b>I.4</b>   | DISTANCE FRANCHISSABLE .....             | 3 |
| <b>I.5</b>   | LE TOURE DE REFERENCE.....               | 3 |
| <b>I.6</b>   | LE CARBURANT.....                        | 4 |
| <b>I.6.1</b> | Le réservoir principal N1 .....          | 4 |
| <b>I.6.2</b> | Le réservoir principal N2.....           | 4 |
| <b>I.6.3</b> | Le réservoir central.....                | 4 |
| <b>I.7</b>   | CIRCUITS HYDRAULIQUES.....               | 5 |
| <b>I.7.1</b> | Système A.....                           | 5 |
| <b>I.7.2</b> | Système B.....                           | 6 |
| <b>I.7.3</b> | Unité de transfert de puissance.....     | 6 |
| <b>I.8</b>   | MOTEURS.....                             | 7 |
| <b>1.9</b>   | FUSELAGE.....                            | 8 |
| <b>I.9.1</b> | Description du fuselage.....             | 8 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I.10 AILES.....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>I.10.1 Description de l'aile.....</b>       | <b>9</b>  |
| <b>I.11 SYSTEME D'AVITAILLEMENT.....</b>       | <b>9</b>  |
| <b>I.11.1 Les réservoirs.....</b>              | <b>10</b> |
| <b>I.11.2 Les pompes de refoulement .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>I.11.3 Les soupape.....</b>                 | <b>11</b> |
| <b>I.11.4 Robinet de déviation.....</b>        | <b>11</b> |
| <b>I.11.5 Intercommunication.....</b>          | <b>12</b> |
| <b>I.11.6 Robinet d'arrêts carburant .....</b> | <b>12</b> |
| <b>I.11.7 Jaugeur.....</b>                     | <b>13</b> |
| <b>I.11.8 Capacité.....</b>                    | <b>13</b> |

## **CHAPITRE II : PROTECTION CONTRE LA CORROSION**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>II.1 INTRODUCTION.....</b>                          | <b>14</b> |
| <b>II.2 DIFFERNT TYPES DECORROSION.....</b>            | <b>14</b> |
| <b>II.3 PROCEDES UTILISES EN AERONAUTIQUE.....</b>     | <b>20</b> |
| <b>II.3.1 .1 Nettoyage des zones corrodés.....</b>     | <b>20</b> |
| <b>II.3.1.2 Elimination des revêtements .....</b>      | <b>20</b> |
| <b>II.3.2 TRAITEENT PAR LA METHODE MECANIQUE .....</b> | <b>21</b> |
| <b>II.3.2.1 Ponçage manuelle.....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>II.3.2.2 Grattage et meulage .....</b>              | <b>21</b> |
| <b>II.3.2.3 Polissage.....</b>                         | <b>22</b> |
| <b>II.3.2.4 Décapage par injection abrasif.....</b>    | <b>22</b> |
| <b>II.3.3 TRAITEMENT PAR LA METHODE CHIMIQUE.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>II.3.3.1 Introduction.....</b>                      | <b>23</b> |
| <b>II.3.3.2Oxydation chimique.....</b>                 | <b>23</b> |

**II.3.3.3** Peinture primaire.....24

## **CHAPITRE III : DETECTION ET REPARATION D'UNE CORROSION**

### **III.1** différents types de maintenance

#### **III.1.6** bureau technique

### **III.2** inspection visuel

#### **III.2.1** définition du dommage

##### **III.2.1.1** corrosion

##### **III.2.1.2** différent types de corrosion

##### **III.2.1.3** corrosion galvanique

#### **III.2.2** fiche de travaux supplémentaires

### **III.3** TRAITEMENT DE LA CORROSION

#### **III.3.1** préparation des travaux

##### **III.3.1.1** transfert carburant

##### **III.3.1.2** ventilation

#### **III.3.2** dégagement de zones adjacente

##### **III.2.1** dépose de braquet

##### **III.2.2** Hilock

##### **III.2.2** procédure de démontage

### **III.4** ELIMINATION DE LA CORROSION

## LISTES DES FIGURE

### CHAPITRE I :

|  |    |
|--|----|
| Figure I.1 : Dimension générale du Boeing 737 800..... | 4  |
| Figure I.2 : Dimension générale du Boeing 737 800..... | 5  |
| Figure I.3 : Circuit carburant.....                    | 10 |
| Figure I.4 : La pompe de refoulement .....             | 12 |

### CHAPITRE II :

|   |    |
|---|----|
| Figure III.1 : Inspection visuel .....  | 30 |
| Figure III.2 : Localisation de la pompe droite du réservoir .....             | 31 |
| Figure III.3 : Pompe carburant du réservoir centrale cote droit.....          | 34 |
| Figure III.4 : Corrosion au niveau de la fixation du fil de masse.....        | 34 |
| Figure III.5 : Panneau de commande du remplissage carburant.....              | 37 |
| Figure III.6 : Ventilation du réservoir.....                                  | 38 |
| Figure III.7 : Les éléments d'un Hilock.....                                  | 39 |
| Figure III.8 : Les étapes du démontage d'un Hilock.....                       | 39 |
| Figure III.9 : Chignole pneumatique.....                                      | 41 |
| Figure III.10 : Des lamelles.....   | 41 |
| Figure III.11 : Grattage manuelle.....  | 41 |
| Figure III.12 : Polissage.....  | 42 |
| Figure III.13 : Photo prise lors de grattage.....                             | 43 |
| Figure III.14 : Mesureur d'épaisseur.....                                     | 46 |
| Figure III.15 : Des palpeurs.....   | 46 |
| Figure III.16 : Le traçage des carres pour prendre les relevés.....           | 47 |
| Figure III.17 : Photo prise après le lamage autour des trous de fixation..... | 50 |
| Figure III.18 : Manomètre.....  | 52 |
| Figure III.19 : Une chignole avec papillon a bille d'acier.....               | 52 |
| Figure III.20 : Ecrouissage de l'éprouvette .....                             | 52 |

### **CHAPITRE III :**

|  |    |
|--|----|
| Figure IV.1 : Bain d'Alodine.....                      | 59 |
| Figure IV.2 : Serrage de la bague.....                 | 61 |
| Figure IV.3 : Instruction du mélange du mastic.....    | 63 |
| Figure IV.4 : Application du PR sur les rivets.....    | 64 |
| Figure IV.5 : Application du PR sur les jointures..... | 65 |



# INTRODUCTION

La corrosion d'un métal commence à l'instant où le processus de fabrication est terminé, elle occasionne au plan mondiale, la perte d'environ 300000 tonnes de matériaux par an, aussi depuis de nombreuses années, des recherches ont été entreprises afin de comprendre les processus d'initiation et de propagation de la corrosion ce qui permet de définir des moyens de prévention et de lutte.

Notre étude s'intitule en **Suivie d'un traitement d'une corrosion sur l'âme longeron avant cote droit de l'avion Boeing 737 800** le sujet de façon à donner les notions de base indispensables à la compréhension du phénomène, et de sorte à ce que le lecteur puisse trouver les méthodes de traitement les plus utilisées en aéronautique.

Nous avons résumés le côté théorique en deux chapitres, le premier s'intitule :  
**Généralité sur l'avion Boeing 737 800**

Le deuxième chapitre :

**Prévention contre la corrosion**

Le troisième :

**Détection et traitement d'une corrosion**

Finalement :

**Mise en configuration de l'avion.**

# Chapitre I :

## *GENERALITE SUR L'AVION BOEING 737 800*



## CHAPITRE I :

### GENERALITES SUR L'AVION BOEING 737-800

#### I.1. Historique:

Le Boeing 737 est un avion de ligne court ou moyen courrier :  
Construit par la société américaine Boeing. C'était le 09 Avril 1967 que l'avion a effectué son premier vol .En 2004, c'était l'avion le plus vendu au monde .voici quelque chiffres pour illustrer son succès a travers le monde : plus de 1200 b-737 sont en air en même temps actuellement et que chaque 5.3 seconde décolle un avion pour que le flotte totale enregistre 124million d'heures de vol et quelque 90 milliard de Kilomètre.

Il existe trois générations du Boeing 737 :

- **737-100et 200** : première génération motorisée par des réacteurs PRATT &WHITNEY (1144 unités produites)
- **737-300,400 et 500** : deuxième génération (classique) équipée de réacteurs CFM56-3 plus moderne et économique (1990 exemplaire construits)
- **737-600, 700,800 et 900** : nouvelle génération équipée de réacteurs CFM56-7B et d'un cockpit ultramoderne entièrement digital. déjà plus de 1200 appareils produits.

## **I.2 Dimensions générale de fuselage:**

### **I.2.1 Dimensions de référence de fuselage :**

Les dimensions de référence de fuselage sont utilisées pour travail des corps aux composants sur le fuselage : couple fuselage, ligne de flottaison de corps et section longitudinale de corps.

### **I.2.2 Station couple fuselage :**

La station couple fuselage donne l'horizontale .elle commence a partir d'un plan de référence vertical en avant de l'avion ceci montre une partie des stations de corps et de distance vraie équivalente de la référence zéro.

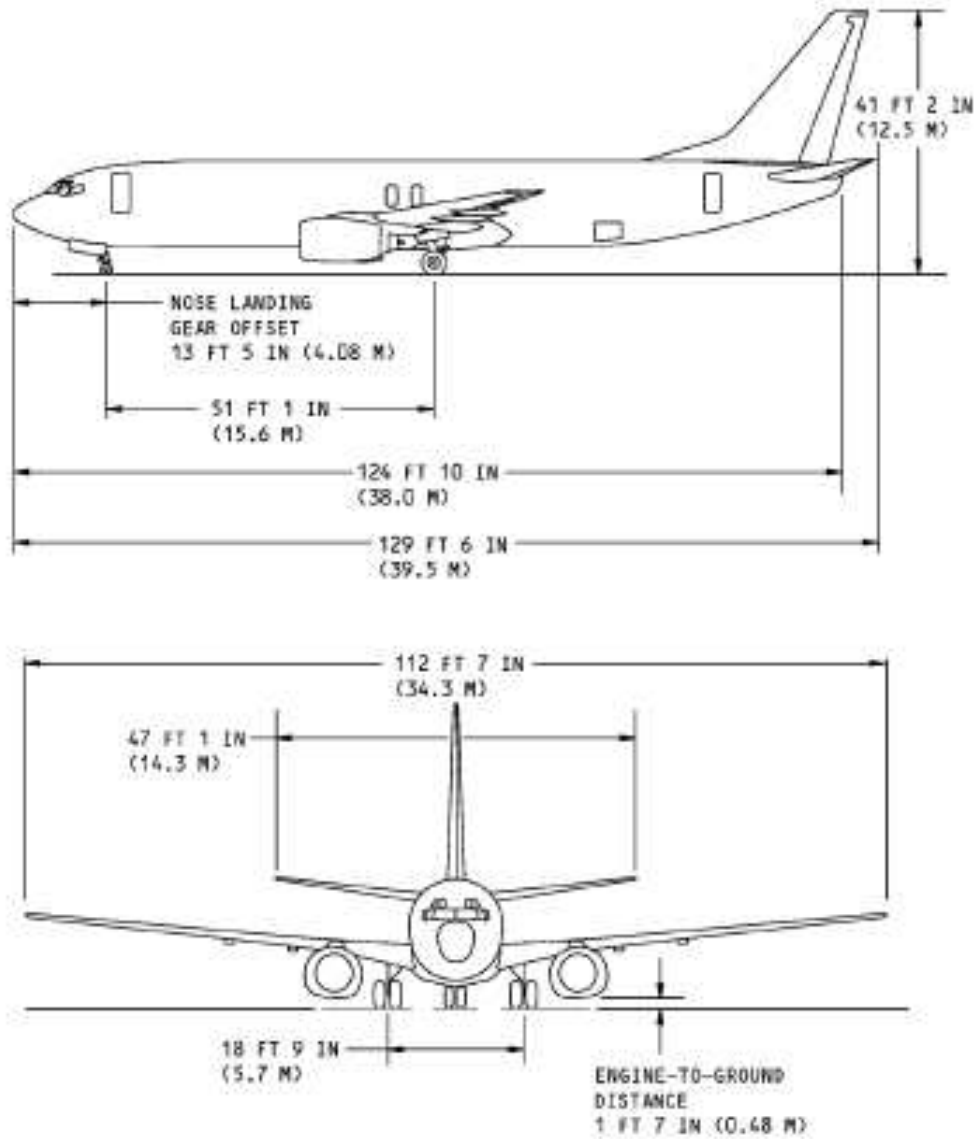
Le train d'atterrissage avant du B 737-800 par exemple se trouve entre la station couple fuselage 24.3 et 294.5.

### **I.2.3 Ligne flottaison de corps :**

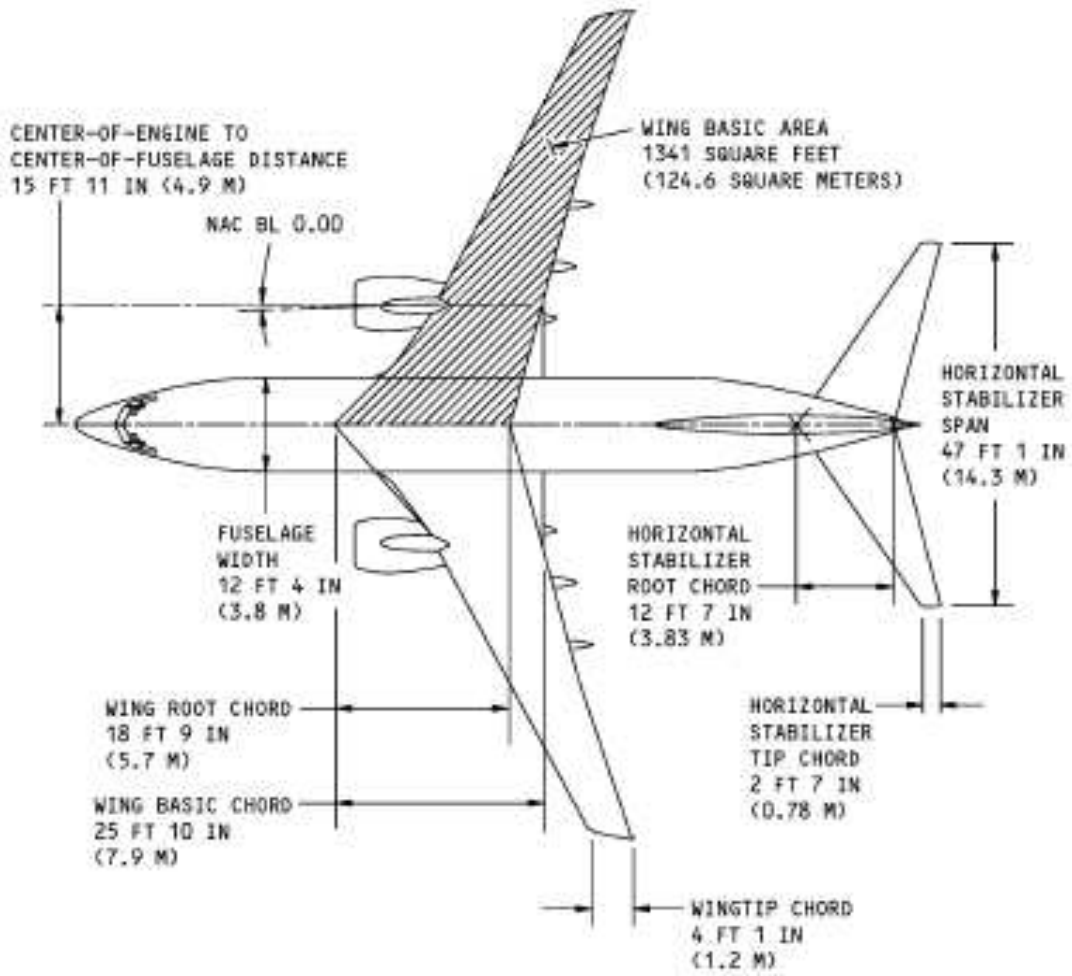
La ligne de flottaison de corps est une dimension de taille .elle commence a partir d'un plan de référence horizontal au dessous de l'avion .comme référence, le plancher est au plan horizontale 208.1.

### **I.2.2.3 Section longitudinale de corps :**

La section longitudinale de corps est une dimension latérale. Comme référence, la fenêtre gauche de passagers la référence 500, les portes droites et gauches sont à la référence 74.0.



**Figure (I.1) :** Dimension générale du Boeing 737 800



**Figure (I.2):** Dimension générale du Boeing 737 800

### **I.3 Vitesse et altitude :**

#### **I.3.1 La vitesse :**

La vitesse d'utilisation maximale du **BOEING737-NG** est de 0.82 Mach.

#### **I.3.2 L'altitude :**

L'altitude maximale de l'avion est de 41 000pieds (12.497m).

### **I.4 Distance franchissable :**

Les avions **BOING 737-NG** sont pour les courtes distances franchissable .ils peuvent voler de 1600 jusqu'a 2900 milles marins avec une pleine charge de passagers.

### **I.5 Le tour minimum :**

Le tour minimum de **BOEING737-800** est de 77pieds, les palonniers font tourner les roues avant maximum 7degres a gauche ou a droite pour l'usage pendant le roulage .lors de décollage et l'atterrissage le pilote emploie les palonniers pour faire des petits changements de la direction.

Le volant d'orientation commande la direction si on place les deux commandes.

**a) Caractéristique du Boeing 737-800 :**

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Envergure de l'aile</b>             | <b>35.8m</b>    |
| <b>Longueur</b>                        | <b>39.459m</b>  |
| <b>Hauteur</b>                         | <b>12.459m</b>  |
| <b>Largeur maximale de la cabine</b>   | <b>3.56m</b>    |
| <b>Masse maximale au décollage</b>     | <b>70.530Kg</b> |
| <b>Masse maximale a l'atterrissage</b> | <b>65.320Kg</b> |
| <b>Charge maximal utile</b>            | <b>20.270Kg</b> |
| <b>Volume de soute</b>                 | <b>45m</b>      |
| <b>Poids a vide</b>                    | <b>41.480Kg</b> |
| <b>Capacité maximale</b>               | <b>22.137Kg</b> |

**Tableau (I.1)**

**b) Les performances du Boeing 737-800 :**

|   |                    |
|---|--------------------|
| <b>Pousse maximum</b>                   | <b>2x24.000Ib</b>  |
| <b>Vitesse de croisière moyenne</b>     | <b>848km/h</b>     |
| <b>Vitesse de décollage</b>             | <b>290km/h</b>     |
| <b>Vitesse d'atterrissage</b>           | <b>205-283km/h</b> |
| <b>Vitesse de croisière maximale</b>    | <b>880km/h</b>     |
| <b>Altitude maximum de la croisière</b> | <b>12.497m</b>     |
| <b>Consommation</b>                     | <b>2.600kg/h</b>   |
| <b>Distance franchissable</b>           | <b>5420km</b>      |
| <b>Distance de décollage</b>            | <b>2800m</b>       |

**Tableau (I.2)**



## **I.6 Les moteurs :**

Le moteur du BOING 737-800 est motorisé par deux turbofans le CFM57-7B est un turbo fan, double corps a flux axial a haut taux de dilution, court et léger et d'une conception entièrement modulaire pour facilite sa maintenance. Il délivre une poussée a l'avion et assure la puissance des circuit de bord.

|   |                    |
|---|--------------------|
| <b>Pousse</b>                             | <b>24000 Ib</b>    |
| <b>Diamètre du fan</b>                    | <b>1.55 m</b>      |
| <b>Poids du moteur a vide</b>             | <b>2358 Kg</b>     |
| <b>Masse de nacelle avec moteur</b>       | <b>3300Kg</b>      |
| <b>Longueur</b>                           | <b>2.629m</b>      |
| <b>Taux de compression</b>                | <b>32</b>          |
| <b>Taux de dilution</b>                   | <b>5.3</b>         |
| <b>Mach</b>                               | <b>0.8</b>         |
| <b>Débit d'air</b>                        | <b>385Kg/h</b>     |
| <b>N1 max</b>                             | <b>5380tr/mn</b>   |
| <b>N2 MAX</b>                             | <b>15183tr/mn</b>  |
| <b>Vitesse moyenne d'éjection des gaz</b> | <b>295m/s</b>      |
| <b>Consommation spécifique</b>            | <b>0.59 Kg/h/n</b> |
| <b>Générateur électrique</b>              | <b>90Kva</b>       |
| <b>EGT max</b>                            | <b>950c</b>        |

**Tableau (I.3)**

## **I.7 Ailes :**

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.

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 chargée en compression, tant dis 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 bord d'attaque, les bords de fuite et les volets des ailes sont en matériaux composites.

## **I.8 Les carburant d'aviation :**

Les carburants d'aviation doivent répondre à des normes strictes à la fois des performances élevées et une grande sécurité d'utilisation. selon qu'il s'agissent d'essence pour les moteurs à pistons. ou de kérosène pur les moteurs à réaction, les carburants doivent répondre à des normes spécifiques différentes.

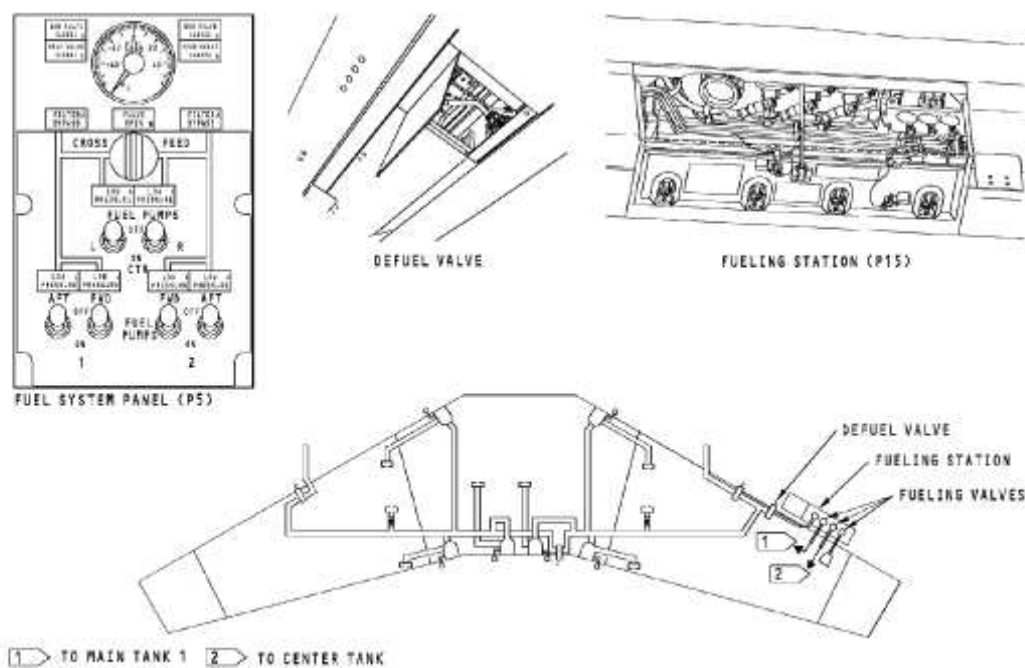
### **I.8.1 Présentation générale du circuit carburant du Boeing 737-800 :**

Le circuit carburant comprend trois réservoirs des robinets de purge, des puissards, les vannes d'arrêt, des conduites et de nombreux autres éléments pour assurer une alimentation adéquate.

La portion de la structure interne de l'aile comprise entre les longerons est scellée pour former des réservoirs structuraux. chacun des trois réservoirs renferme des pompes d'appoint identiques à moteurs électriques fonctionnant au courant alternatif.

Chaque réservoir peut être alimenté par n'importe quel réservoir. les pompes d'appoint des réservoirs 1 et 2 sont équipées de clapet de déviation. En cas de panne électrique, les pompes mécaniques entraînées par les réacteurs aspirent le carburant à travers les clapets de déviation.

Les pompes d'appoints sont situées de façon à fournir la plus grande quantité possible de carburant utilisable et à éviter l'ingestion d'air, quelque soit l'assiette de vol, de plus, les clapet de retenue situés dans les nervures assure le maintien de l'alimentation des pompes lors des assiettes très cabrées et des grandes inclinaisons.



**Figure (I.3) : Circuit carburant**

### **I.8.2 Les différents fonctions du système :**

Le système carburant du B737-800 présente les sous systèmes suivant :

1. le stockage de carburant.
2. l'avitaillement en carburant
3. alimentation des moteurs
4. alimentation de l'APU.
5. Vidange de carburant.
6. indication du système carburant.

### **I.8.3 Les réservoirs :**

Le carburant est contenu dans trois réservoirs : 2 réservoirs structuraux un dans chaque aile dans la capacité de chaque un est de 3915 avec prise de remplissage par gravite et un réservoir centrale de cellule situé dans le fuselage et qui s'étend aux emplantures des ailes dont la capacité est de 13066.

A chaque extrémité l'aile se trouve un réservoir de récupération (SEARCH TANK t) avec mise a l'aire libre, pour virage, drainage et trop plein.

Au dessus et en arrière de chaque GTR se trouve un espace vide appelé (bec sèche) ou l'en trouve des connections de conduits de carburant.

### **I.8.4 Les pompes de refoulement :**

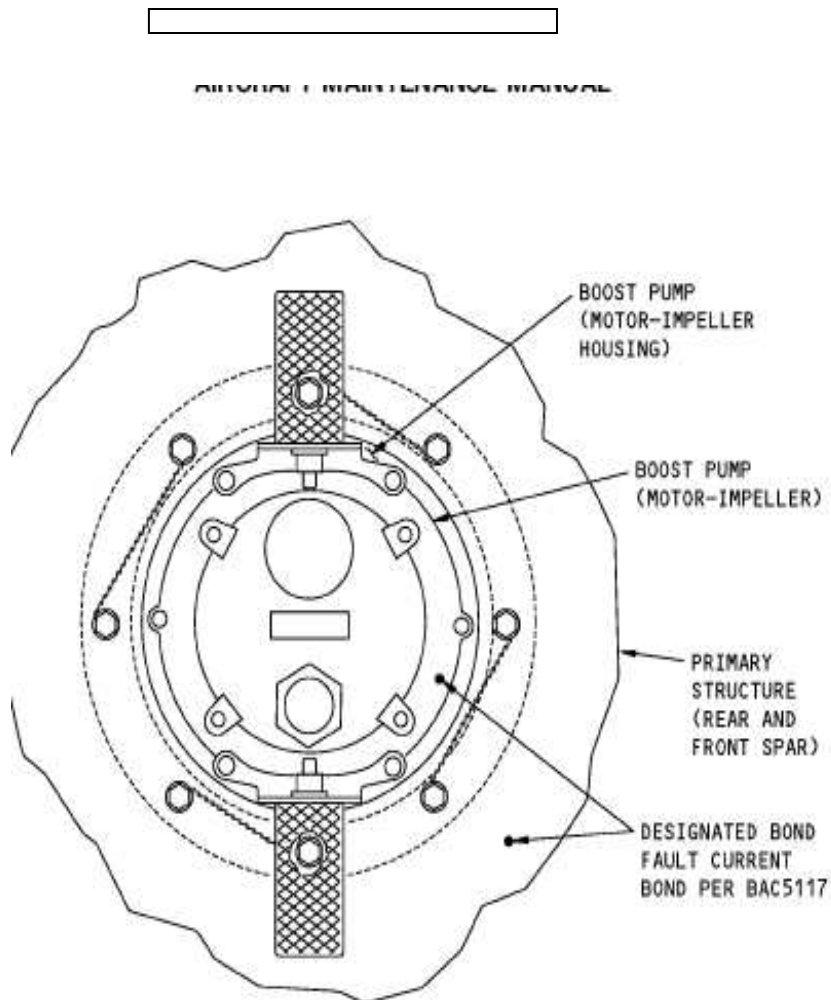
-Chaque réservoir possède 2 pompes de refoulement carburant travaillant à la même pression, elles sont interchangeable.

Une seule suffit pour alimenter normalement un GTR à toutes les altitudes.

- Chaque pompe est alimentée par une 115V AC BUS différente.

-L'allumage des 2 voyant provoque l'allumage du MASTER CAUTION et du pavé.

-l'allumage d'un seule voyant LOW PRESSUR ne provoque pas l'allumage du M/C et du pavé sauf on appuie dessus RECALL et ceci est valable pour tous les réservoirs.



**Figure (I.4) :** La pompe de refoulement

### **I.8.5 Soupape:**

Des soupapes situées dans chaque réservoir assurent une alimentation orientée vers les moteurs et proviennent le transfert du carburant entre les réservoirs.

Les C/V du réservoir central sont terrés à une pression plus faible que celles des réservoirs d'ailes, donc, avec toutes les pompes en fonctionnement .les C/V du réservoir central s'ouvrent les premières.

-C/V des réservoirs d'ailes terrés a 12,7 PSI.

-C/V du réservoir central terré a 1,55 PSI.

Quand le réservoir central est vide, l'alimentation en carburant se fait automatiquement a partir des réservoirs d'ailes.

### **I.8.6 Robinet de déviation :**

Le robinet de dérivation avec sa C/V est installé dans chaque réservoir d'aile cela permet a chaque GTR de priser du carburant de son aile respective en cas de panne des 2 pompes de refoulement.

Le réservoir central n'a pas de robinet de dérivation ses 2 pompes doivent fonctionner pour utiliser le carburant.

### **I.8.7 La vanne d'intercommunication :**

La vanne d'intercommunication permet la liaison entre la rompe d'alimentation du moteur gauche et droite pour permettre :

-d'utiliser le carburant de n'importe quel réservoir pour alimenter n'importe quel réacteur.

Pour rétablir l'équilibre de poids entre les réservoirs.

### **I.8.8 Localisation :**

La vanne d'intercommunication se situe sur le longeron arrière de l'aile droite : l'accès à cette vanne se fait a travers la soute du train d'atterrissage principal.

# CHAPITRE II :

## *PROTECTION CONTRE LA CORROSION*



## **CHAPITRE II :**

### **PROTECTION CONTRE LA CORROSION**

#### **II.1 Introduction :**

Malgré toutes les précautions prises avant et après la fabrication ou au niveau de l'exploitation, les métaux subissent les effets de la corrosion et ceci pour des raisons déjà citées.

Donc des procédés curatifs sont généralement utilisées pour le traitement de la corrosion en générale sont deux types : la méthode mécanique et la méthode chimique.

#### **II.2 Différents types de corrosion :**

Presque tous les métaux en aéronautiques sont sujets à la corrosion. Celle-ci peut apparaître sur toute une surface métallique ou bien se développer dans la masse et former des piqûres profondes. Elle peut attaquer une surface métallique en suivant les joints des grains ou en progressant de façon aléatoire. Elle peut être accentuée par des efforts extérieurs imposés à la structure métallique ou par des contraintes internes dues à un manque d'homogénéité ou à un mauvais traitement thermique. Elle est favorisée par le contact des métaux avec des matériaux qui absorbent l'eau.

Voici les différents types de corrosion qu'on peut rencontrer :



## **A .Corrosion directe en surface:**

Le type le plus courant de corrosion généralisée en surface est dû à la réaction du métal avec l'oxygène contenu dans l'air. Sauf s'ils sont correctement protégés, l'aluminium et le magnésium forment des produits de corrosion, et l'acier rouille. L'attaque corrosive peut être accélérée par des embruns ou l'air marin, par les fumées industrielles de même que par les gaz d'échappement du moteur de l'avion.

## **B .Corrosion galvanique :**

Lorsque deux métaux sont en contact et sont reliés par un électrolyte (liquide ou gazeux –tel qu'embruns, gaz d'échappement ou condensation d'eau), l'attaque corrosive peut être progressée plus rapidement sur l'un des deux métaux .En effet, la surface la plus facilement oxydable devient l'anode et se corrode ; quant à l'autre, elle devient la cathode de la pile galvanique ainsi formée. L'importance de la corrosion dépend de la réactivité relative des deux surfaces ; plus la différence est grande plus la corrosion est importante. Les matériaux appartenant au groupe I sont assez actifs et ils se corrodent facilement. Ils requièrent donc une protection maximale. Les matériaux du groupe IV sont les moins actifs et ils ne requièrent qu'un minimum de protection. Afin de prévenir la corrosion galvanique, une protection spéciale est nécessaire lorsque deux métaux de groupes différents sont en contact, sauf précision contraire ci-après. Bien que les alliages d'aluminium et d'étain appartiennent tous deux à un groupe différent de celui du magnésium, l'étain et les alliages d'aluminium des séries 5000 et 6000 peuvent être utilisés en contact avec le magnésium sans protection particulière .Cela est également possible entre l'étain et tous les alliages d'aluminium.

**1) Groupe I** Magnésium et ses alliages.

**2) Groupe II** Les alliages d'aluminium.

\_ Sous-groupe A séries 1100, 3003, 5052, 6061, 220, 356. Tous les alliages plaqués.

\_ Sous-groupe B séries 2014, 2017, 2024, 7075, 195.

Dans des conditions particulières favorables à la corrosion, on doit considérer que ces sous-groupes sont différents pour ce qui est de la protection contre la corrosion, surtout lorsqu'une grande surface d'un alliage du sous-groupe B avec une petite surface d'un alliage du sous-groupe A. Le cas échéant, on peut s'attendre à une corrosion importante de la surface en alliage du dernier sous-groupe.

**3) Groupe III** fer, plomb, étain, et leurs alliages sauf les aciers inoxydables

**4) Groupe IV** aciers inoxydables, titane chrome, nickel, cuivre et, leur alliages, graphite (y compris les films lubrifiants à sec contenant du graphite).

### **C. Corrosion par Piqûre :**

La corrosion par piqûre peut apparaître sur n'importe quel métal, elle est néanmoins plus caractéristique des matériaux non actifs comme les alliages d'aluminium, de nickel ou de chrome. À l'origine, il s'agit généralement d'un défaut local de la protection qui peut provenir d'un manque d'homogénéité de l'alliage lui-même dû à un effort mécanique ou à un mauvais traitement thermique. Cette forme de corrosion peut également être due à des inclusions, à des aspérités dans la surface ou à une contamination locale qui détruit la protection en surface. Les piqûres apparaissent ici et là, suivent forcément les joints des grains. Les zones attaquées deviennent anodiques par rapport au reste de la surface. De plus, comme les produits formés accentuent les caractéristiques anodiques de la zone entourant une piqûre, la corrosion se développe en profondeur plutôt qu'en surface (corrosion générale).

#### **D. Corrosion inter granulaire :**

On parle de corrosion inter granulaire pour décrire une corrosion sélective ou préférentielle qui se développe le long des joints du grain d'un alliage. Celle-ci est causée par un manque d'uniformité dans la structure de alliages. Elle est surtout caractéristique des alliages d'aluminium durcis par trempe et revenu ou maturation et de certains aciers inoxydables. Les alliages d'aluminium des séries 2024 et 7075, contenant des quantités appréciable de cuivre pour le premier et de zinc pour le second, sont très vulnérables a ce type de corrosion s'ils ne sont pas trempés rapidement pendant leur traitement thermique ou s'ils ne reçoivent pas un autre traitement spéciale tel que celui nécessaire pour obtenir l'état métallurgique t73 dans le cas des alliages de la séries 7075. Les pièces en aluminium extrudées, et de façon générale, toutes les pièces de forge comportent des zones non homogènes dont la présence risque de favoriser une corrosion galvanique le long des joints du grain. Ce type de corrosion est difficile a détecter a son stade initial, même si on recourt aux contrôles par ultrasons ou par induction (courant de Foucault) a un stade avancé de la corrosion. Le métal peut se cloquer ou se délaminer ; on parle alors de desquamation.

#### **E. Corrosion sous tension :**

Ce type de corrosion est du a l'effet des contraintes de traction statique appliquées a une surface pendant un certain temps dans un milieu corrosif .en règle générale la propension a la fissuration augmente avec les contraintes ,en particuliers si celle-ci approchent la limite d'élasticités de même qu'avec la température le temps d'exposition et la teneur en agents corrosif du milieu ambiant .les renvois en alliages d'aluminium utilisant des goupilles conique emmanchées a la presse les jambes d'amortisseurs de train d'atterrissage équipées de graisseur a filtrage spéciale pour tuyauterie, les joints a chapes et les ajustage a chaud sont des exemples de pièces susceptible de se craquer sous l'effet d'une telle corrosion.

## **F. Corrosion sous fatigue :**

La corrosion sous fatigue du métal est due à l'effet des contraintes cycliques appliquées dans un milieu corrosif. Elle peut prendre naissance au fond d'une petite cavité dans la zone travaillante. Une fois le métal attaqué les mouvements continus en flexion empêchent toute réparation du revêtement de protection ou de pellicule d'oxyde et permettent à la corrosion de se développer dans la zone travaillante. Il est difficile de détecter une corrosion de ce genre; on ne peut que la constater avec l'apparition des criques qui la caractérisent.

## **G. Corrosion de contact :**

Il s'agit là d'un cas particulier de corrosion qui apparaît quand des mouvements relatifs de faible amplitude causent un frottement entre les composants étroitement ajustés. Le frottement détruit toute pellicule de protection pouvant recouvrir les surfaces de métal et va jusqu'à arracher de fines particules de métal vierge. Ces particules agissent comme abrasif, empêchant la formation de toute pellicule d'oxyde de protection et exposant de métal nu à l'air. Si les zones de contact sont petites et nettes, de profondes rainures ressemblant aux marques laissées par les essais de dureté Brinell ou à des dentelures formées sous pression peuvent apparaître sur la surface de frottement. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on a aussi baptisé ce type de corrosion fausse brinellisation lorsqu'il se développe sur des surfaces des paliers.

## **II.2 Prévention :**

### **II.2.1 Généralités :**

Le traitement le plus efficace de la corrosion est de la prévenir. De nombreux facteurs qui sont susceptibles de l'influencer sont terminés au stade de la conception. Cependant pour faciliter la compréhension de son contrôle, ces facteurs sont cités brièvement ici, en même temps que les aspects

qui sont sous le contrôle direct de l'exploitant .la résistance a la corrosion est influencées par les facteurs suivant :

### **II.2.2 Type de métal :**

La section de la plupart des métaux utilisés en construction aéronautique, est un compromis entre leur grande résistance, légèreté, facilité de fabrication et résistance a la corrosion.

En considérant la résistance à la corrosion, il faut aussi penser à l'utilisation du métal en liaison avec d'autres métaux et a la possibilité d'effets électrochimique.

L'aluminium est un métal léger, abondant, au prix de revient modéré et résistant a la corrosion quand son entretien, sa protection, son traitement électrolytique, son traitement technique et ses alliages sont adéquats.

D'autre part, les alliages de magnésium sont très légers mais ont tendance a se corroder et sont susceptibles surtout a la corrosion inter granulaire et au pitting .c'est pour ça que l'utilisation du magnésium est évitée dans la mesure du possible par la compagnie de fabrication aéronautique.

Quand a la résistance a la corrosion d'une pièce d'avion est considérée, celle-ci est classée suivant son fini extérieur par exemple ,de l'acier couvert d'une couche de zinc, de cadmium ou de chrome , est considéré comme du zinc, du cadmium ou de chrome ,plutôt que de l'acier .

### **II.2.3 Traitement thermique :**

La résistance d'un métal n'est pas la seule chose altérée par un traitement thermique, sa résistance a la corrosion est aussi affectée.

Aussi pour prévenir une perte de résistance structurale et de résistance a la corrosion, il est très important de d'usiner la pièce avant son traitement thermique, cependant l'usinage, de la chaleur est produite.

Pour s'assurer de la qualité, une sévère inspection des procédés de traitement thermique, et des équipements est essentielle.

#### **II.2.4 Surface de section :**

Comme pour le choix de matériaux, les dimensions, surfaces de section et la forme d'une pièce sont au delà du contrôle de l'exploitant, il est cependant important de noter que les sections épaisses ont plus tendance à se corroder que les plus minces. Cela est dû au fait que les sections épaisses ont un taux de refroidissement plus faible pendant la trempe.

### **II.3 Différents moyens de protection :**

#### **II.3.1 Généralités :**

La protection contre la corrosion des alliages les plus utilisés est réalisée en recouvrant les surfaces exposées d'une mince couche inaltérable, imperméable, isolant le métal du milieu corrosif.

L'élément protecteur peut être :

- déposer sur la surface : un revêtement non métallique ou revêtement métallique différent du métal de base.
- Former à partir du métal lui-même : par réaction chimique convenable.

Les surfaces protégées doivent être préparées avec soin. Elles doivent être exemptes de toute matière grasse ou oxyde.

Le décapage peut être effectué mécaniquement, chimiquement ou par électrolyse. Le dégraissage est obtenu par immersion des pièces dans un bain chaud de soude caustiques étendue d'eau ou de trichloréthylène. L'utilisation des ultrasons au cours de dégraissage chimique permet de réaliser une économie substantielle (main d'œuvre et solvant) car, provoquant des alternances de pression et de dépression, ils créent un véritable martelage microscopique décollant les salissures adhérentes au métal.

L'identification d'un procédé de protection doit comporter la mesure précise de l'épaisseur totale de la couche protectrice ainsi que les tolérances admissibles. Sans cette précaution, des pièces bien que soigneusement tracées, risquent de ne plus s'ajuster lorsqu'elles ont été recouvertes du revêtement.

## **II.3.2 Protection des alliages ferreux :**

### **II.3.2.1 Protection par peinture :**

Avant de procéder à l'opération de protection, les surfaces doivent, pour une meilleure adhésion des peintures, être soigneusement nettoyées.

Ces peintures doivent répondre à certaines exigences pour protéger efficacement les métaux.

Ces exigences sont utilisées comme suit :

- Être épaisse et souple.
- Avoir un coefficient d'adhérence important.
- Être dures après séchage afin de résister aux frottements et aux chocs.
- Être insensibles à l'action des agents atmosphériques, aux huiles moteur et aux huiles hydrauliques.
- Être résistantes au rayonnement ultraviolet et aux variations de température (sol altitude).

### **II.3.2.2 Protection par procédé électrolytique :**

La surface du métal est recouverte par l'électrolyse d'une couche d'oxyde protecteur ou par galvanoplastie d'une mince couche de métal insensible à l'action oxydante. Les dépôts électrolytiques sont du domaine de l'électrochimie. C'est-à-dire qu'ils trouvent leur explication dans les lois de l'électrolyse d'une part et celle de la chimie d'autre part ces procédés, dont les coûts d'installation et d'entretien sont assez élevés, sont ceux qui donnent les meilleurs résultats pour une protection complète contre les oxydes alcalins, l'eau de mer.....

Les dépôts les plus communs sont :

#### **II.3.2.2.1 Cuivrage :**

Les bains dont les compositions sont complètes et variées comprennent soit du sulfate de cuivre et de l'acide sulfurique, soit un mélange de cyanure de potassium, de sulfate de soude et de sulfate de cuivre. Les anodes sont en cuivre pur.

#### **II.3.2.2.2 Nickelage :**

Le nickelage se fait soit directement sur pièce préparée très soigneusement, soit sur cuivrage intermédiaire. Les bains contiennent du sulfate de nickel, du sulfate double de nickel, d'ammonium et de chlorure de sodium. Les anodes sont en nickel pur.

#### **II.3.2.2.3 Chromage :**

Il a certains avantages sur le nickelage. Il ne ternit pas, résiste à la chaleur et donne une surface dure d'un très bel aspect blanc bleuté. Les bains sont à base d'acide chromique et d'acide sulfurique étendu. Il est recommandé de déposer le chrome sur un dépôt intermédiaire de cuivre au lieu de nickel.

**Remarque :** la chromatisation est également un moyen de protection contre la corrosion, d'augmenter la résistance à l'usure par FRETTEMENT dans les assemblages par vibration.

#### **II.3.2.2.4 Le cadmiage :**

Le dépôt de cadmium est imperméable et a une inaltérabilité supérieure à celle du nickel. Un procédé de cadmiage vous évite la fragilisation des pièces par l'hydrogène dans les procédés ordinaires. Un procédé utilisé pour la protection des disques de compresseur des réacteurs, consiste à faire diffuser une couche de cadmium dans une couche de nickel préalablement déposée sur l'acier de base.



### **II.3.2.3 Protection par procédé chimique :**

La surface extérieure de la pièce est soumise à une attaque chimique qui transforme la couche superficielle du métal en une pellicule inattaquable par la plus part des produits connus. Ce procédé connu sous le nom de phosphatation ou de parkérisation, transforme la surface métallique en un phosphate insoluble et inoxydable à l'aide de parkosels. L'opération dure trente à cinquante minutes et se fait dans des bains de sels chauffés à 100 c. les pièces prennent un aspect gris noir cristallin.

La bondérisation est une parkérisation effectuée avec un sel accélérateur oxydant réduisant l'opération à quelques minutes. Le nickelage chimique est utilisées pour déposer un alliage nickel phosphore.

### **II.3.2.4 Protection par plaquage métallique :**

On distingue la métallisation à chaud, le plaquage galvanique, la métallisation par projection, les feuilles ou tôles bi métallique.

Les feuilles bi métalliques, peuvent être laminées à partir des lingots eux même bi métallique. On peut encore pratiquer le placage ou plattage, en soudant la couche de placage sur le métal de base par laminage à chaud, cette technique, développée en vue de protéger les alliages légers, a été étendue aux tôles en fer et en acier.

Le plattage peut être pratiqué au laminoir avec tous les métaux dont le point de fusion est supérieur à 750-800 c. on utilise comme recouvrement protecteur, les acier inoxydable, le nickel, le cuivre, l'argent et leur alliages.

### **II.3.3 Protection des alliages légers :**

Les surface doivent être dégraissée et décapée très sérieusement afin d'assurer une bonne adhérence.

Les principaux revêtements utilise sont :

- Peinture ordinaire et matière plastique de bonne qualité.
- Peinture vernis a aspect brillant.
- Peinture a base de brai et de poudre d'aluminium pur.
- Peinture glycérophtalique.
- Laques nitrocellulosiques a séchage rapide.
- Résines vinyliques, phénoliques.
- Emaux vitrifiées spéciaux cuits vers 540c.
- Caoutchouc colle sur l'alliage léger.

**Exemple :** procéder de recouvrement par projection de fibres.

Ce procède consiste en la projection simultanée ou alternative d'un adhésif et une fibre .les buts poursuivis sont :

- l'isolation phonique.
- L'isolation thermique.
- L'étanchéité.
- La résistance a la corrosion.

### **II.3.3.2 Protection par recouvrement métallique :**

#### **II.3.3.2.1 Projection de métal (shoopage) :**

C'est une métallisation par projection violente a l'air comprimer de fine gouttelettes obtenue par vaporisation après fusion au chalumeau d'un fil de zinc ou d'aluminium .les pièces soumises a ce traitement doivent être préalablement sablées afin d'augmenter l'adhérence du métal d'apport . Ont peut également utiliser le cadmium. Les progrès réalisé dans l'outillage vont permettre la projection des métaux très durs. Ont peut également projeter des résines pour assurer la protection des pièces.

### **II.3.3.2 Procéder par placage :**

Il s'effectue avec des feuilles d'aluminium pur ou légèrement allié appliqué sur la billette, et laminées en même temps que celle-ci. Ce procédé est principalement utilisé pour la protection des tôles en duralumin.

### **II.3.3.3 Procéder par cadmiage, nickelage ou chromage électrolytique :**

La réussite des fonctions des qualités d'homogénéités du métal de base.

Le cadmiage, présente un double avantage :

- Le cadmium est peu attaqué.
- Il est auto protecteur pour les alliages légers et au alliage ferreux.
- Toutes fois cet avantage disparaît quand il s'agit de protéger l'aluminium, car si c'est deux métaux voisins, c'est l'aluminium qui tendra à se déposer sur le cadmium.

Ce point est important car on peut être tenté d'assembler des tôles en alliage léger déjà protégé par un revêtement en aluminium avec des rivets cadmiés. En pareil cas, mieux vaut employer des rivets zingués.

## **II.4 Protection par traitement chimique :**

On provoque la formation de mince couche superficielle d'oxyde imperméable et inaltérable. Ce mode de protection s'appelle la passivation. Le traitement consiste en un séjour d'une dizaine de minutes des alliages d'aluminium. Préalablement dégraissés, dans un bain inoxydable, suivi d'un rinçage à l'eau courante. La surface d'une surface traitée, prend teinte variant du jaune vert selon la composition de l'alliage. Alors que la surface métallique naturelle se laisse difficilement mouiller.

La couche ainsi formée à la surface des alliages possède des propriétés protectrices. Cette couche permet une meilleure adhérence des peintures à condition bien entendu de peindre les surfaces parfaitement sèches.

#### **II.4.1 L'anodisation en milieu sulfurique :**

C'est le procédé le plus utilisé. Il crée la surface de l'alliage d'une couche d'alumine de 5 à 30 microns. Cette couche est poreuse (ce qui permet de la colorer) ; on la rend ensuite compacte par calmatage, cette couche colorée ou non est très dure, continue, transparente et isolante du point de vue électrique.

L'oxydation anodique ne peut être pratiquée qu'avec des électrolytes doit en outre attaquer dans une certaine mesure le métal traité et être capable de dissoudre la pellicule protectrice oxydée, sans quoi l'oxydation s'arrête dès que la pellicule a une épaisseur infime. Un procédé spécial permet d'obtenir des couches très épaisses et très dures résistant à l'abrasion.

#### **II.4.2 Anodisation en milieu chromique :**

Le bain est constitué par une solution aqueuse d'acide chromique ou de chromate. Ce procédé est particulièrement utilisé pour la protection des assemblages.

# CHAPITRE III :

## *DETECTION ET TRAITEMENT D'UNE CORROSION*



## **CHAPITRE III :**

### **DETECTION ET TRAITEMENT D'UNE CORROSION**

#### **III-1 Différent types de maintenance :**

##### **III.1.1 Maintenance préventive :**

C'est l'ensemble des opérations destinées à maintenir ou à remettre l'aéronef ou certain de ses éléments en état d'être exploités normalement

Elle est effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intensité de réduire la probabilité de défaillance d'un bien.

##### **III.1.2 Maintenance Corrective (Curative) :**

La maintenance corrective est l'ensemble des opérations non programmées ayant pour but de remédier aux avaries survenues durant le fonctionnement ou après détection de défaillance

Ces opérations sont :

- S'informer et analyser la situation.
- Etablir le diagnostique (les causes probables).
- Vérifier la cause.
- Dépose et repose.
- Vérifier le résultat de réparation.
- Rédiger le rapport d'intervention.

##### **III-1-3 Maintenance programmée et nom programmée :**

L'avion suit une maintenance préventive décrite en détail par son constructeur. Le service des procédures (département méthode)

assure la mise à jour des plannings qui définissent les périodicités d'entretien (fin potentiel / seuil de l'appareil en général)

Le personnel du département utilise des cartes de travail qu'utilise le technicien durant le contrôle de maintenance. Le contrôle est effectué lors de l'immobilisation de l'avion qui est exigé par son constructeur. Cette maintenance s'effectue en deux méthodes utilisées régulièrement :

Entretien en ligne, Entretien en base de maintenance (travaux planifiés) ces opérations sont effectuées selon des cartes.

#### **III.1.4 Maintenance non programmée :**

C'est l'ensemble des opérations ayant pour objectifs de remédier aux avaries ou aux anomalies survenus en fonctionnement.

#### **III.1.5 Maintenance selon la carte Boeing :**

Cette carte fournit les informations nécessaires pour accomplir des tâches programmées d'entretien cette tâche se fait au niveau des hangars elle est donnée par le bureau technique. Ces cartes sont classées selon les chapitres ATA 100 exemples :-chapitre 57 : la voilure

#### **III.1.6 Bureau technique :**

Ce bureau est appelé aussi bureau d'engineering ou département mère de tous les ateliers, ces derniers suivent les instructions données par ce bureau afin de les exécuter, il est chargé de constater les dégâts lorsque l'avion rentre en hangar et établit des gammes de travail qui seront envoyées dans les ateliers concernés. (C'est un axe d'échange d'informations entre l'atelier de maintenance et le constructeur).

### III.2 Inspection visuel :

C'est l'opération de vérifier d'une manière visuelle les anomalies sur l'avion, décrire les défauts rencontrés lors de cette inspection et signalés par le corps technique pour recevoir les actions correctives mise en œuvre par le BT.



**Figure (III.1) :** Inspection visuel

Durant l'inspection visuelle prévue pour le fil de masse le 16.04.2008 situé dans le longeron avant au niveau de la pompe carburant du réservoir central coté droit une détérioration superficielle de la paroi au niveau de la fixation du fil de masse a été découverte. Il s'agissait d'une corrosion. Elle s'est infiltré au dessous de la cornière adjacente elle est principalement due à l'assemblage de deux métaux différents. Donc c'est une différence de potentiel qui a conditionnée la corrosion comme le montre la photo.





**Figure (III.2) :** Localisation de la pompe droite du réservoir

### **III.2.1 Définition du dommage :**

#### **III.2.1.1 Corrosion :**

La corrosion est un phénomène général, qui se traduit par la détérioration d'une paroi métallique sous l'effet d'un ou plusieurs facteurs. Elle peut être définie comme étant l'altération d'un matériau et de ces alliages par transformation chimique ou physicochimique. Cela témoigne sa tendance à revenir à son état initial.

#### **III.2.1.2 Différents types de corrosion :**

Nous avons vu précédemment les différents types de corrosion

- a-** La corrosion directe en surface.
- b-** Corrosion par piquuration.
- c-** Corrosion inter granulaire.
- d-** Corrosion sous fatigue.
- e-** Corrosion de contact.
- f-** La corrosion galvanique.

#### **III.2.1.3 Corrosion galvanique :**

La corrosion galvanique intervient cette fois-ci : à cause d'assemblage de deux métaux différents qui sont l'alliage d'aluminium et le cuivre recouvert d'acier du fil de masse, l'attaque corrosive progresse plus rapidement sur l'alliage d'aluminium. Car l'importance de la corrosion dépend de la réactivité relative des deux surfaces ; plus la différence est grande plus la corrosion est importante. Ils requièrent donc une protection maximale. Afin de prévenir la corrosion en générale, une protection spéciale est nécessaire lorsque deux métaux de groupes différents sont en contact. C'est le cas qu'on va traiter.

Après la constatation et la définition du dommage on ouvre une fiche de travaux supplémentaire qui sera envoyée au bureau d'étude.

### **III.2.2 Fiche de travaux supplémentaires :**

Elle contient tous les renseignements nécessaires sur l'avion et le dommage exemple : le type d'avion, l'immatriculation, types de visite, motif de dépose, localisation suivant ATA100, description de l'anomalie avec sa position et les étapes nécessaires à l'élimination de l'anomalie (l'accès, remise en état, essai, remise en configuration) pour accéder au travail.



**Figure (III.3) :** Pompe carburant du réservoir centrale cote droit



**Figure (III.4) :** Corrosion au niveau de la fixation du fil de masse

### **III.3 Traitement de la corrosion constatée :**

Le traitement de la corrosion comprend l'élimination mécanique de la corrosion plus un renouvellement de la couche de protection définitive de la surface.

Les tâches du traitement sont ordonnées par le BT sur FTS.

#### **III.3.1 Préparation des travaux**

Elles consistent en : des opérations de dépose, transfert carburant, dégagement de zone adjacente, séparation câblage.....etc afin d'assurer la facilité et la sécurité pour les intervenants.

#### **Procédure :**

1. Vider le réservoir central suivant AMM 38.26.00.
2. Déposer la bracket.
3. Eliminer la corrosion par la méthode mécanique.
4. Prendre par NDT les épaisseurs restantes pour chaque 1 in.
5. réparer suivant procédure Boeing.

#### **III.3.1.1 Le système du vidange carburant :**

#### **Localisation :**

L'accès a la valve de vidange se fait a travers une porte de visite située sous le bord d'attaque de l'aile droite .elle est fixée sur le longeron avant.

#### **III.3.1.2 Transfert carburant :**

Pour transférer le carburant d'un réservoir à l'autre, on utilise les éléments suivants :

- système de vidange.
- système d'approvisionnement en carburant.
- système d'alimentation du moteur.

- Pour une opération de transfert il faut suivre la recommandation suivante :

-mettre le levier de la valve de vidange en position open

-Mettre en marche les pompes des réservoirs auxquelles on veut vidanger le carburant.

-ouvrir la vanne d'intercommunication des réservoirs auxquelles on veut transférer de carburant

- A la fin du transfert, éteindre les pompes d'appoint.

- Fermer la valve d'intercommunication.

- Mettre le levier de la valve de vidange en position close.

**NB :** pour faire la vidange la poignée est toujours en position indicator car on ne peut pas fermer la porte d'accès et la poigné de la vidange en position open.



**Figure (III.5) :** Panneau de commande du remplissage carburant

### III.3.1.3 Ventilation :

La ventilation sert à ventiler le réservoir pour évacuer tout le gaz restant après la vidange afin que les techniciens travaillent sans risques.



**Figure (III.6) :** La ventilation du réservoir

### III.3.2 Dégagement de zone adjacente :

#### III.3.2.1 La dépose de braquet :

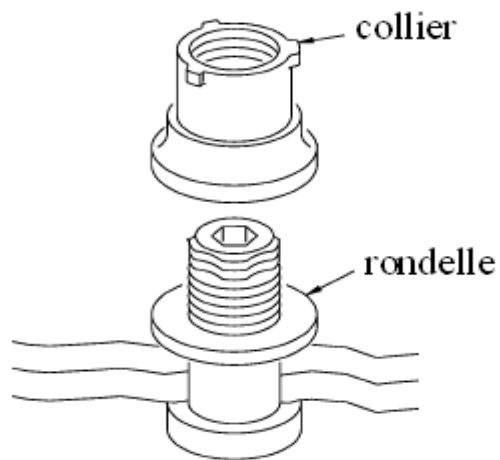
Cette braquet est fixée à l'aide de Hi locks ces derniers sont déposés selon procédure Boeing.

#### III 3.2.2 Hilock (haut verrouillage) :

Se sont des rivets de très haute résistance qu'on utilise dans des endroits sensibles à la vibration : jonction aile fuselage et dans les couples principaux de la structure. Ils sont utilisés à cause de leurs qualités de résistance à la corrosion et au cisaillement.

Les fixations utilisées sont composées de trois parties :

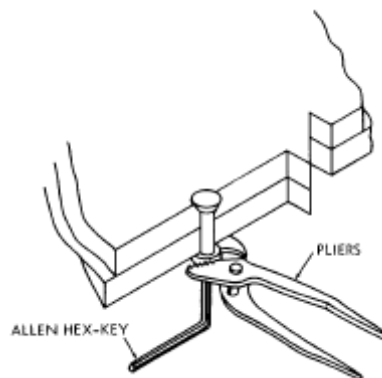
- Bolt en titane de haute résistance.
- Collar : une bague en titane.
- Les washer : les rondelles frein.



**Figure (III.7) :** Les éléments d'un Hilock

### **III.3.2.3 La procédure de démontage des hilock (voire figure III.8) :**

- Utiliser une clé Allen pour éviter que le bolt de tourner.
- A l'aide d'un pince enlevé le collar.
- Chasser le boulon hors le trou.



**Figure (III.8) :** Les étapes du démontage d'un Hilock



### **III.4 Traitement de la corrosion :**

Les méthodes utilisées généralement pour le traitement de la corrosion sont en générale deux types

- la méthode mécanique
- la méthode chimique

Il faut être extrêmement prudent avec les outils mécaniques leurs utilisations sur l'aluminium et ces alliages entraînent une tendance à la corrosion et pourrais l'étendre sur les régions avoisinantes.

#### **III.4.1 Elimination de la corrosion :**

Lorsque une corrosion est détectée, elle doit être éliminer le plus rapidement possible et la surface doit être protéger pour éviter qu'elle ne réapparaisse. Dans le cas ou la corrosion a progressé de manière importante, la résistance de la pièce peut être compromise et elle doit être remplacé. On procède à une élimination par la méthode mécanique. Cette méthode consiste à élimination toute la corrosion. C'est celle qu'il faut utiliser le plus souvent possible en raison de la haute corrodabilité des produits chimique, car le choix de la méthode dépend de plusieurs facteurs (type de matériau, degré de la corrosion, accessibilité à la zone).

#### **III.4.2 Opération préliminaire de corrosion :**

Les opérations effectuées sont :

Grattage.

Polissage.

##### **III.4.2.1 Grattage :**

Destiner à éliminer la corrosion sur un matériau plus lourd qu'on ne peut pas déplacer cela veut dire que cette opération se fait sur place.

**Procédure :**

- placer la fraise dans la chignole pneumatique.
- Faire le grattage sur la surface corrodée.



**Figure (III.9) :** Chignole pneumatique  
lamelles

**Figure (III.10) :** Des



**Figure (III.11) : Le grattage manuelle**

#### **III.4.2.2 Polissage :**

Ce procédé sert à façonner et lisser les surfaces au moyen d'abrasif, ces abrasifs sont généralement incrustés dans des disques. Ces opérations permettent de déterminer l'étendue de la partie corrodée et obtenir un meilleur traitement de la corrosion.

#### **Procédure :**

- placer le papier abrasif N 80 sur la chignole pneumatique.
- Polir la surface à l'aide d'une.
- Enlever le papier abrasif N 80 et le remplacer avec le papier abrasif N 200.
- Enlever une couche supplémentaire de matériau de 0.002 in pour assurer une complète disparition de la corrosion.

En augmentant le nombre de grains à chaque fois jusqu'à l'obtention d'une surface lisse



**Figure (III.12) : Le Polissage**

Au fur et à mesure que le travail avance une loupe de grossissement (10 fois) peut être utilisée pour déterminer que toute la corrosion est enlevée.



**Figure (III.13) :** Photo prise lors de grattage

Après avoir éliminé la corrosion, un relevé des épaisseurs doit être pratiqué en raison de la perte de surface (déformation) engendrer par le traitement mécanique et aussi pour s'assurer que les limites de cette profondeur n'ont pas été dépassées.

### **III.5 Relevé des épaisseurs :**

Parmi les méthodes utilisées en aéronautique pour relever les épaisseurs, il y'a le contrôle non destructif, plus précisément par ultrasons. Ce dernier présente plusieurs avantages qui sont :

- Les sensibilités aux petits défauts.
- Résultats immédiats.
- Préparation simple de la pièce.
- Offre des inspections fiables et pratiques.

#### **III.5.1 Définition :**

La technique aux ultrasons sert à détecter les défauts et mesurer les épaisseurs.

Les ondes ultrasonores sont des vibrations de même nature que le son, mais de fréquence audible pour l'homme. Elles se propagent à l'intérieur des matériaux avec des vitesses relatives à la nature du matériau.

#### **III.5.2 Principe de la méthode :**

Le principe du contrôle par ultrason est simple il est basé sur la transmission et la réflexion avec un ou plusieurs transducteurs, de l'onde sur une solution de continuité. L'amplitude relative et la position des indicateurs ultrasonores sont prises en compte

Les contrôles par réflexion sur l'anomalie peuvent être directs ou indirecte avec l'émission et la réception confondues ou séparées. Les principaux types d'ondes utilisées appartiennent aux modes :

- longitudinale
- transversale

Leurs propagations se fait perpendiculairement ou obliquement par rapport à la surface de contrôle. Le contrôle peut être manuel, automatique ou semi automatique.

### **III.5.3 Définition d'un palpeur :**

Il est constitué autour d'une pastille piézoélectrique (circulaire ou rectangulaire en céramique) dont les faces sont métallisées de façon à réaliser deux électrodes auxquelles sont soudés les fils de connections. Pour limiter les vibrations vers l'arrière du palpeur et leur durer la pastille est posée sur un bloc amortisseur réalisé en matériau dense et très absorbant. Cette face avant joue un rôle de protection contre les chocs mécaniques et d'étanchéité.

Dans le contrôle le traducteur est directement placé sur la pièce, la liaison acoustique est assurée par un film d'agent de couplage qui est généralement des gels spéciaux

Prendre par ultrasons les épaisseurs restantes après l'élimination de la corrosion pour chaque carre de 1 in carre comme le montre la figure (III.14).

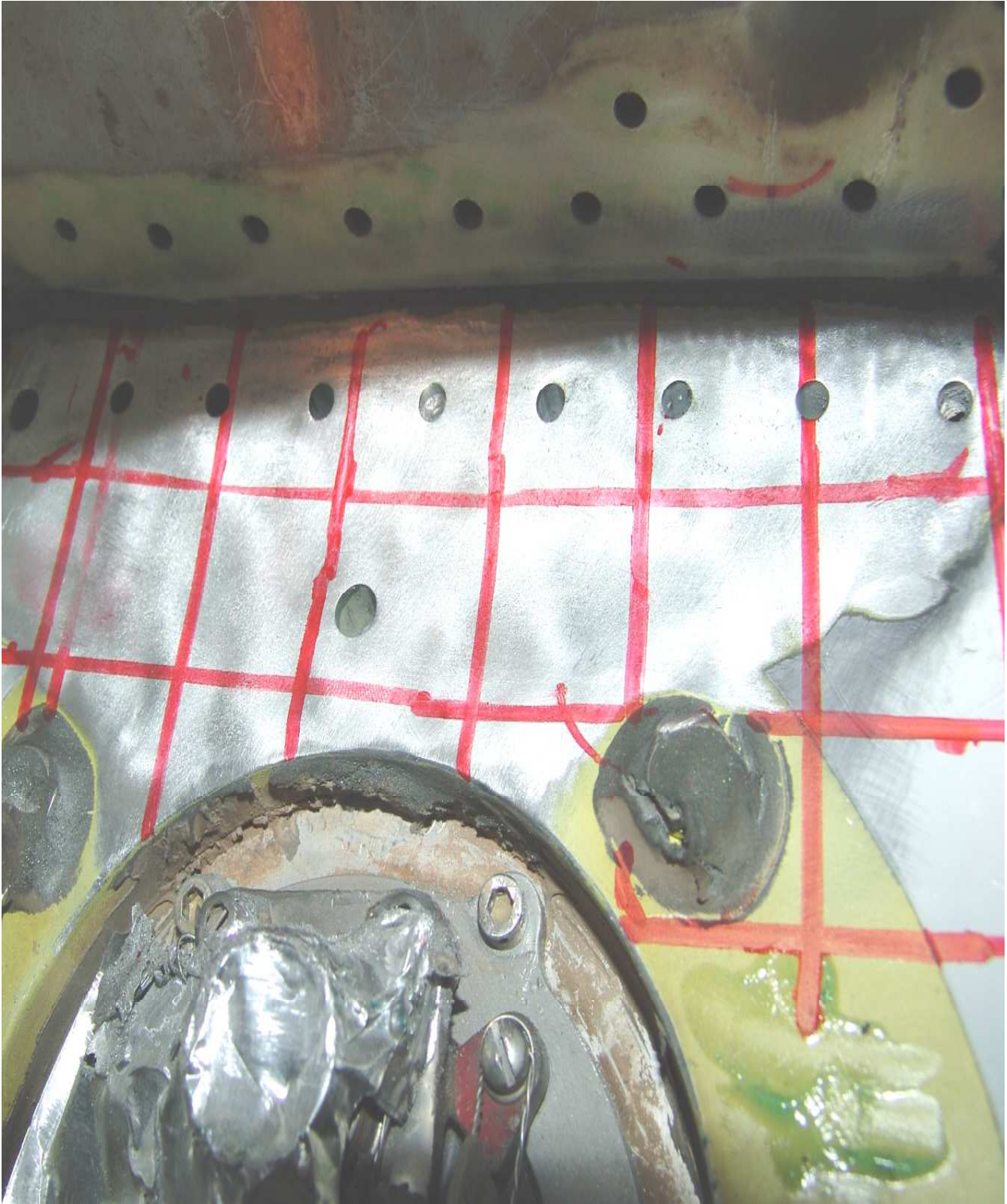


**Figure (III.14) :** Mesureur d'épaisseur



**Figure (III.15) :** Des palpeurs





**Figure (III.16) :** Le traçage des carrés pour prendre le relevé des épaisseurs

Le test à donné les résultats suivants :

Épaisseur restante min est de  $x = 8.4$  mm les résultats

Les résultats sont or tolérance donc on doit envoyer le rapport de résultat avec des photos au constructeur pour nous donner la procédure de travail.

Voilà le retour de l'FTS dont la procédure est mentionne selon Boeing.

**Procédure :**

1. Faire le lamage au tour des trous de fixation.
2. En fonction des résultats obtenus faite un écrouissage d'une surface de  $20.x$ .
3. Appliquer une couche d'Alodine et une couche de primer.
4. Fabriquer des rondelles en fonction de l'épaisseur perdue.
5. Appliquer la protection chimique pour les rondelles.
6. Remonter la braquet.
7. Contrôler le travail.

III.6.1 Lamage :

Un lamage est un perçage à fond plat, servant à assurer la portée de la tête de vis, d'un écrou ou d'une rondelle.

On réalise un lamage à l'aide d'une fraise à lamer, sur une perceuse ou une aléseuse.

Le lamage a pour but d'aplanir une surface pour assoir la tête de vis, l'écrou ou la rondelle. Le chambrage vise à noyer la tête de vis ou l'écrou dans la matière de manière à ce qu'ils ne dépassent pas du plan de la matière. La différence est donc la profondeur de perçage: superficielle pour le lamage et profonde pour le chambrage.

**La procédure:**

-Faire un lamage autour des trous de fixation de la cornière avec un diamètre de 0.5in

-Faire un lamage autour de fixation de fil de masse de 1.25 in

-On place le pilote (le guide) dans le trou.

-On commence à faire le lamage en poussant jusqu'à avoir un contact direct de la fraise à lamer avec la surface.

Après avoir fait le lamage un écrouissage doit être nécessaire afin d'augmenter les caractéristiques mécaniques.



**Figure (III.17) :** Photo prise après le lamage autour des trous de fixation

### **III.6.2 Ecouissage :**

L'écrouissage d'un métal correspond aux modifications qu'il subit lorsque les contraintes qui lui sont appliquées sont suffisamment fortes pour provoquer des déformations plastiques, permanentes et qui ont généralement une influence sur ses propriétés mécaniques.

L'écrouissage se caractérise par une augmentation de la dureté au niveau de la surface. Suivant les métaux considérés les propriétés mécaniques peuvent évoluer vers une augmentation de la résistance jusqu'à un certain point (seuil de rupture) Donc l'écrouissage est le durcissement par déformation plastique.

#### **Procédure :**

- placer le papillon a bille d'acier sur la chignole pneumatique.
- fixer l'éprouvette plane sur un support normalisée, et la soumettre aux mêmes conditions que la pièce a traité.
- au moyen d'un comparateur spécifique mesurer la déformation de l'éprouvette appelée (flèche almen) le taux de recouvrement est le second paramètre jusqu'a saturation.
- voir le temps écoulé pendant cette opération.
- en fonction du temps calculer la vitesse et l'intensité de la déformation.
- Faire l'écrouissage sur la surface a traité.



**Figure (III.18) :** Manomètre papillon.



**Figure (III.19) :** Une chignole avec papillon.



**Figure (III.20) : Ecroissage de l'éprouvette**

### **III.7 Traitement de la corrosion par la méthode chimique :**

On soumet la pièce a une attaque chimique qui transforme la couche superficielle en une pellicule inattaquante par la plus part des produit connues.

Lorsque la quantité de matériau à enlever pendant l'écroissage doit être minimum, la méthode de traitement chimique de corrosion est avantageuse mais exige des précautions spéciales

Il faut éviter de laisser couler les différents produits de nettoyage dans le trou de fixation du fil de masse pour assurer une bonne conductivité. Il existe de nombreux produits commerciaux pouvant servir a protéger le métal de base contre la corrosion parmi les produit utiliser et qu'on a utilisé pendant notre traitement et sans oublier aussi que le genre de traitement chimique dépend de la surface (peinte ou non).

Nous avons utilisées :

- L'Alodine
- primer

### **III.7.1 Préparation des surfaces :**

Elle comprend une opération importante

#### **III.7.1.1 Dégraissage :**

Le dégraissage a uniquement pour but de dissoudre les graisses se trouvant à la surface du métal de la manière à lui donner un plus bel aspect et à faciliter les opérations que celui-ci peut avoir à subir.

Les produits les plus couramment employés sont les solvants organiques : essence, benzol ou dérivés, trichlorethylène.

#### **III.7.1.2 Préparation de la surface à traiter :**

- a. masquer les surfaces à ne pas traiter.
- b. nettoyer la surface suivant **IT** de nettoyage N20-01AHT
- c. sécher la surface à l'air chaud traité ou avec un chiffon absorbant

### **III.7.2 Alodine :**

#### **Alodine (acide chromique $H_2CrO_4$ ) :**

##### **III.7.2.1 But :**

La protection chimique est utilisée sur l'aluminium pour

- Augmenter sa résistance à la corrosion
- Avoir une base d'accrochage pour la peinture : primer anticorrosion peinture de finition.

##### **III.7.2.2 Définition :**

C'est une couche d'oxyde de chrome qui forme une protection anticorrosive pour l'aluminium et de ses alliages

La couleur de protection doit être de couleur :

Jaune or à marron pour Alodine 600 et 1200

Incolore pour l'Alodine 1000



**NB :**

- 1- Alodine 1000 s'applique sur les surfaces qui restent sans peinture telles que les bords d'attaque –les capots moteurs
- 2- l'Alodine 600 s'applique comme base d'accrochage au primer 10-20 uniquement des surfaces spécifique telles que les réservoirs carburant

### **III.7.2.3 Préparation de la solution :**

- a- peser la quantité de poudre nécessaire et la broyer pour la rendre plus soluble
- b- dissoudre la poudre dans la quantité d'eau prévue -tester le PH-
- c- laisser reposer une heure avant application

### **III.7.2.4 Application :**

- a- appliquer l'Alodine sur la surface a traiter.
- b- laisser agir pendant 2 a 5mn
- c- rincer à l'eau froide ou avec un chiffon ou une éponge humide plusieurs fois
- d- sécher a l'air chaud ou avec un chiffon absorbant (lors de l'utilisation absorbant agir légèrement sur la couche d'Alodine pour ne pas l'endommager)

## **III.3Protection par primer :**

### **III.3.1Définition :**

Le primer adhère chimiquement au métal .c'est une couche d'impression phosphatante au chromate de zinc de couleur jaune a jaune or .elle assure une protection contre la corrosion et surtout de base d'accrochage a la peinture (primer finition).

### **III.3.2 Préparation du primer :**

- a. respecter les taux de mélange : base et réactif.
- b. Ne jamais utiliser d'autre diluant que ceux indiqués dans la fiche technique.
- c. Bien agiter la base et le réactif avant de procéder au mélange (base réactif).
- d. Ajouter doucement le réactif a la base tout en agitant et nom l'inverse.
- e. Diluer le mélange pour le ramener a la viscosité prescrite par le fournisseur, a laide des solvant appropriés (éthanol, buthanol).
- f. Mesurer la viscosité a laide de la coupe AFNOR N 4- Noter la viscosité-la température).
- g. Noter la date e l'heure de fabrication du mélange la durée de vie du mélange est de 4 heure a moins de 32.2°c et de 2 heure a plus de 32.2°c.
- h. Laisser mûrir le mélange 15 mn avant application.

### **III.3.3 Outils :**

- Pistolet pneumatique.
- Pinceau.
- Rouleau.

### **III.3.4 Application :**

- 1- Nettoyer le matériel d'application (pistolet, pinceau, rouleaux) à l'alcool.
- 2- Dans le cas d'application au pistolet respecter les consignes données par le fournisseur : diamètre de la buse – pression de l'aire comprimé.
- 3- Appliquer une couche uniforme de 8 à 10 um.
- 4- Laisser sécher a l'aire ambiant entre 45mn et 4 heures maximum

**Conclusion :**

Le chapitre que nous venons de voir

nous a donné un bref aperçu sur les différentes étapes de traitement de la corrosion dès le dépistage de l'anomalie, par la suite nous allons nous intéresser à la remise en configuration qui est dans le chapitre VI.

# CHAPITRE IV :

## *REMISE EN CONFIGURATION*



## **CHAPITRE IV:**

### **REMISE EN CONFIGURATION**

#### **IV.1 Introduction :**

Ce chapitre est consacré à la remise en configuration

La remise en configuration consiste en le remontage de la bracket application du PR et test de fuite.

Pour faire le remontage il est nécessaire de fabriquer des rondelles car la surface à subit des transformations (perte de surface).

#### **IV.1 But :**

##### **IV.1.1 La rondelle sacrificielle :**

C'est une rondelle en titane elle est dite sacrificielle car elle se sacrifie en se corrodant en laissant le métal de base intact elle a pour but aussi d'augmenter la surface de contact. Cette rondelle est laissée nue pour assurer une bonne conductivité.

##### **IV.1.2 Les rondelles de compensations : (pièces de remplissage)**

Ces rondelle servent a compenser la surface perdue par le traitement mécanique pour qui n'y ait pas de jeu entre la fixation et la surface.

#### **IV.2 Fabrication des rondelles de compensations:**

Elles sont fabriquées au niveau des ateliers de mécanique générale ou se trouve plusieurs machines outils comme fraiseuses, tour manuel, perceuse et appareil de mesure. Elle est destinée pour la fabrication des pièces d'avion boulon rondelles .....Etc

Après avoir usiné les rondelles on fait une protection contre la corrosion qui est l'application d'une couche d'Alodine et une couche de BMS.

#### **IV.2.1 Alodinage des rondelles de compensations :**

##### **Procédure :**

L'Alodinage des rondelles se fait par immersion

- a- dégraissage avec du solvant pour enlevées les huiles et les graisses pour ne pas contaminer le bain.
- b- rinçage a l'eau claire.
- c- trempage des rondelles dans l'Alodine 1200 pendant 3 mn max.
- c. laisser égoutter les rondelles aux dessus du bain pendant 1 mn.
- d- rinçage a l'eau courante.
- e- séchage a l'air chaud où a l'aide du papier absorbant pour rendre la pièce plus résistante.



**Figure (IV.1) : Bain d'Alodine**

**NB :** lors de l'utilisation d'un chiffon absorbant agir légèrement sur la couche d'Alodine pour ne pas l'endommager.

## **VI.2.2 Protection par primer :**

### **Définition :**

Le primer adhère chimiquement au métal .c'est une couche impression phosphatante au chromate de zinc de couleur jaune a jaune or .elle assure une protection contre la corrosion et surtout de base d'accrochage au système peinture (primer + finition).

### **VI.2.2.1 Préparation du primer :**

- a.** respecter les taux de mélange : base et réactif.
- b.** Ne jamais utiliser d'autre diluant que ceux indiqués dans la fiche technique
- c.** Bien agiter la base et le réactif avant de procéder au mélange (base réactif)
- d.** Ajouter doucement le réactif a la base tout en agitant et nom l'inverse
- e.** Diluer le mélange pour le ramener a la viscosité prescrite par le fournisseur,a laide des solvant approprie (ethanol, buthanol)
- f.** Mesurer la viscosité a laide de la coupe AFNOR N°4 Noter la viscosité-la température)
- g.** Noter la date et l'heure de fabrication du mélange : la durée de vie du mélange est de 4 heure a moins de 32°c et de 2 heure a plus de 32°c
- h.** Laisser mûrir le mélange 15 mn avant application.

### **VI.2.2.2 Outils :**

- Pistolet pneumatique.
- Pinceau.
- Rouleau.

### **VI.2.2.3 Application :**

- 1- Nettoyer le matériel d'application (pistolet, pinceau, rouleaux) a l'alcool.

- 2- Dans le cas d'application au pistolet respecter des consignes données par le fournisseur : diamètre de la buse – pression de l'air comprimé.
- 3- Appliquer une couche uniforme de 8 à 10 um.
- 4- Laisser sécher a l'aire ambiant entre 45mn et 4 heures maximum.

#### **IV.3 Montage des hi lock :**

##### **Procédure :**

- 1-tremper le rivet dans du PR.
- 2-Mettre la rondelle sous le rivet.
- 3-Presser le rivet avec un pistolet pneumatique jusqu a blocage avec la structure supporté
- 4-Instaler la bague.
- 5- Serrer manuellement le collar avec un cliquet et une clé Allen jusqu'à cisaillement du collar.
- 6- Nettoyer le mastic
- 7- Soyez sûr de la bonne installation du rivet (contact de la tête du rivet avec la structure).



**Figure (IV.2) : Serrage de la bague**



## **IV.4 Application du PR :**

### **IV.4.1 Emploi :**

Le PR est un produit de revêtement pour les surfaces internes en aluminium des réservoirs structuraux de carburant.

### **IV.4.2 Description :**

Le PR est un produit en deux parties à base polyuréthane. Il peut être appliquée avant ou après assemblage des éléments, il assure la protection contre la corrosion des réservoirs structuraux et l'étanchéité.

Le PR a une excellente résistance aux carburants. Il a une adhérence sur les surfaces d'aluminium traitées par les procédés chimiques classiques de protection.

### **IV.4.3 Propriété en service :**

-couleur : vert

-flexibilité à basse température : -55°C

### **IV.4.4 Préparation des surfaces :**

Le PR ne doit pas être appliqué sur l'aluminium non traité. Pour obtenir l'adhérence maximum et une bonne résistance à la corrosion, l'aluminium doit subir un traitement chimique de surface tel que l'Alodine et primer.

Avant l'application du PR nettoyez la surface avec un solvant non gras.

Procéder par petites surfaces en essuyant avec un chiffon propre avant que le solvant ne s'évapore.

### **IV.4.5 Instruction du mélange :**

Un mélange parfait, dans les proportions spécifiées est nécessaire pour obtenir les meilleures caractéristiques finales. Il est recommandé que le mélange soit fait par un personnel expérimenté dans le poste central.

Une fois ouverts, les récipients entamés contenant l'accélérateur ne peuvent être gardés plus d'une semaine. Après un contact prolongé avec l'air la base s'épaissit et peut gélifier.

Homogénéiser la partie A à la spatule à l'aide d'un mélangeur à peinture.



**Figure (IV.3) :** Instruction du mélange du mastic



**Figure (IV.4) :** Application du PR sur les rivets

#### **IV.4.6 Application :**

Avec pistolet a pulvérisation standard

-Utilisé un pistolet a pulvérisation avec une pression sur le pot d'alimentation de 0.35 bar environ et une pression d'atomisation de 2.5 bars environ.

-Prendre toutes les précautions pour que l'air d'alimentation soit parfaitement sec.

-Les pots d'alimentation doivent être équipés d'agitateur mécanique assurant une suspension convenable du pigment.

-Pulvériser avec un double passe légère pour éviter les films d'une épaisseur supérieur a0.025mm.



**Figure (IV.5) :** Application du PR sur les jointures

#### **IV.4.7 Polymérisation :**

Le produit dans les conditions standard de température et d'humidité, séchera en 15 mm et durcira après 1 heure supplémentaire. Lorsque le film sèche, il durcit progressivement. La résistance au solvant continuera à s'améliorer durant plus d'une semaine.

Finalement on ait arrivée a la phase final qui est le contrôle du travail.

#### **IV.4.8Verification des fuites carburant :**

La détection des fuites dans le réservoir est une opération technique qui a pour but de déterminer les sources et les points des fuites après le remontage des attaches parce que généralement les fuites se trouvent dans les points renforcés.

## **Procédure :**

- Utiliser un pinceau tremper dans une solution savonneuse et appliquer au secteur suspect.
- Injecter une pression a l'intérieur du réservoir suivant SRM.
- Voir s'il existe des bulles d'air autour des fixations.

NB : -s'il n'y a pas de bulle le test est concluant.

-s'il y'a des bulles refaire la procédure d'étanchéité.

# conclusion

Nous concluons ce travail en rappelant l'importance de la corrosion en aéronautique. En effet elle représente la plus grande partie des dépenses due à la maintenance, ceci nous fait dire que le meilleur traitement contre la corrosion est sa prévention, les moyens de son élimination, très coûteux, ne permettant pas de résultats absolument parfaits.

Facteur influant :

- les conditions de travail doivent être évaluées afin d'établir un programme de prévention. Par exemple, les techniciens doivent travailler dans des zones où toutes les conditions d'un bon entretien sont réunies (propreté, sécurité, matériel, équipement.....)
- les travaux d'entretien doivent être répartis suivant l'expérience et le niveau du personnel disponible.
- 

Les facteurs cités ci-dessus donnent un aperçu sur la manière d'aborder l'élaboration d'un programme de maintenance qui devra en outre prévoir la fréquence des inspections, les méthodes de prévention.

Enfin la technologie fait des progrès tous les jours, et si un jour elle permettait d'éliminer totalement la corrosion, l'aéronautique, ferait un formidable pas en avant. La préoccupation actuelle des constructeurs, est d'ailleurs la recherche de matériaux solides, légers et non corrodables.