

## ***Module 07-18a***

### ***Procédures d'entretien***

***Techniques de Démontage, Inspection, Réparation et Montage***

***Types de Défectuosités et Techniques d'Inspection Visuelle***

07A - 18 x 1

**AeroGATES**

All rights reserved - Reproduction prohibited



## Table des matières

<b>I. TYPES DE DEFECTUOSITES ET TECHNIQUES D'INSPECTION VISUELLE .....</b>	<b>4</b>
<b>1. TYPES DE DEFAUTS: .....</b>	<b>4</b>
1.1. Défauts inhérents: .....	4
1.2. Défauts de transformation primaire: .....	4
1.3. La transformation secondaire ou des défauts de finition: .....	6
1.4. Défauts d'usure: .....	6
1.5. Défauts de corrosion: .....	7
<b>2. L'EMPLACEMENT DES DEFAUTS: .....</b>	<b>7</b>
<b>3. TECHNIQUES D'INSPECTION VISUELLE: .....</b>	<b>17</b>
3.1. Simple inspection visuelle: .....	17
3.2. Endoscope: .....	20
3.3. Videoboscope: .....	25
<b>4. PROCÉDURES D'INSPECTION VISUELLES: .....</b>	<b>26</b>
<b>II. SUPPRESSION DE LA CORROSION, EVALUATION ET NOUVELLE PROTECTION .....</b>	<b>27</b>
<b>1. NETTOYAGE ET PEINTURE: .....</b>	<b>27</b>
1.1. Matériaux de nettoyage: .....	27
1.3. Procédé d'extraction: .....	30
<b>2. CORROSION DES MÉTAUX FERREUX: .....</b>	<b>30</b>
2.1. L'élimination mécanique de la rouille: .....	32
2.2. Élimination chimique de la rouille de fer: .....	35
2.3. Traitement chimique de surface de l'acier: .....	35
2.4. Élimination de la corrosion des pièces en acier fortement sollicitées: .....	36
<b>3. CORROSION DE L'ALUMINIUM ET ALLIAGES D'ALUMINIUM: .....</b>	<b>36</b>
3.1. Traitement de surfaces d'aluminium non peintes: .....	37
3.2. Le traitement de surfaces anodisés: .....	38
<b>4. CORROSION DES ALLIAGES DE MAGNESIUM: .....</b>	<b>39</b>
4.1. Traitement de feuilles de magnésium forgées: .....	40
4.2. Traitement de pièces moulées en magnésium: .....	40
<b>5. TRAITEMENT DU TITANE ET DES ALLIAGES DE TITANE: .....</b>	<b>41</b>
<b>6. PROTECTION DES CONTACTS ENTRE METAUX DIFFERENTS: .....</b>	<b>41</b>

07A - 18 x 2



6.1. Contacts n'impliquant pas de magnésium:.....	41
6.2. Contacts impliquant magnésium:.....	41
<b>7. LIMITES DE CORROSION:.....</b>	<b>42</b>
<b>8. REPROTECTION:.....</b>	<b>43</b>
8.1. Finition:.....	43
8.2. Les traitements chimiques:.....	44
8.3. Protection par finitions de peinture: .....	47
<b>9. NETTOYAGE DES AVIONS:.....</b>	<b>47</b>
9.1. Nettoyage extérieur:.....	48
9.2. Nettoyage intérieur:.....	49



## I. TYPES DE DEFECTUOSITES ET TECHNIQUES D'INSPECTION VISUELLE

### 1. TYPES DE DEFAULTS:

#### 1.1. Défauts inhérents:

Ce groupe de défauts est présent dans le métal à la suite de sa solidification initiale depuis l'état fondu, avant que les opérations de forge ou de mise en forme utiles ait commencées. Voici une brève description de certains défauts inhérents.

- 1) Creux de rétraction qui se forme à la partie supérieure d'un lingot en cours de solidification du métal, qui peut s'étendre profondément dans le lingot.
- 2) Trous secondaires dans le métal qui peuvent se produire lorsque des bulles de gaz sont piégées sous le métal en fusion, lorsqu'il se solidifie en un lingot.
- 3) La ségrégation est une distribution non uniforme des différents constituants chimiques qui peuvent se produire dans un métal quand un lingot se solidifie. La séparation peut se produire n'importe où dans le métal et est normalement de forme irrégulière. Cependant, il existe une tendance pour certains constituants dans le métal de se concentrer dans le liquide qui se solidifie le dernier.
- 4) La porosité est composée de trous dans la surface d'un matériau ou dispersés dans le matériau, provoquée par les gaz libérés et piégés lors de la solidification du matériau.
- 5) Les inclusions sont impuretés, telles que des scories, oxydes, sulfures, etc., qui se produisent dans des lingots et des pièces moulées. Les inclusions sont souvent causés par un raffinage incomplet du minerai de métal ou le mélange incomplet des matériaux ajoutés au métal fondu dans le four de désoxydation.
- 6) Les fissures de retrait peuvent se produire dans les pièces moulées en raison de contraintes provoquées par le puissance de métal comme il se refroidit et se contracte.

#### 1.2. Défauts de transformation primaire:

Les défauts qui se produisent tout en travaillant le métal par déformation à chaud ou à froid dans des formes utiles telles que barres, tiges, fils, et de formes forgées sont des défauts de transformation primaire. Le soudage est également considéré comme un processus primaire même s'il implique du métal en fusion, car il conduit à un produit semi-fini. Voici une brève description de certains défauts de transformation primaire:

- (1) Des défauts de surface, généralement longs, droits et parallèles à l'axe longitudinal du matériau, qui peuvent provenir des fissures, ou être introduits par étirage lors du processus de laminage.

07A - 18 x 4



- (2) La ventouse est une rupture du métal interne créée lorsque le métal intérieur ne s'écoule pas aussi rapidement que le métal de surface lors de l'étrépage ou du processus d'extrusion. La ségrégation dans le centre d'une barre contribue généralement à l'événement.
- (3) Fissures de refroidissement peuvent se produire dans la coulée en raison de contraintes résultant au refroidissement, et sont souvent associés à des changements dans les sections transversales de la partie. Les fissures de refroidissement peuvent également se produire lorsque les barres en alliage d'acier sont roulées et ensuite refroidies. En outre, les contraintes peuvent se produire par un refroidissement inégal qui peut être assez sévère pour casser les barres. Les fissures sont généralement longitudinales, mais pas nécessairement linéaire. Elles peuvent être très longues, et généralement varier en profondeur sur leur longueur.
- (4) L'écaillage est un phénomène qui se traduit par des ruptures internes qui peuvent se produire dans le métal du fait d'un refroidissement trop rapide. L'écaillage se produit généralement au fond d'une forte section de métal. Certains alliages sont plus sensibles à l'écaillage que les autres.
- (5) Les défauts de formage sont le résultat de métal replié et mal travaillé. Ils peuvent être causés par des matrices défectueuses surdimensionnées, ou une mauvaise manipulation du métal dans la matrice. Ils peuvent se produire sur n'importe quelle zone de la forge.
- (6) Les rafales sont des ruptures internes ou externes qui se produisent lorsque opérations de forgeage sont démarrés avant que le matériau à forger ait atteint la bonne température. Les sections les plus chaudes de l'ébauche de forgeage ont tendance à s'écouler autour des sections les plus froides provoquant des éclats ou des fissures sur la surface interne.
- (7) Un tirant en dehors du métal peut se produire dans les pièces moulées lorsque le métal se contracte en se solidifiant.
- (8) Un arrêt à froid est un défaut de métal à fondre. Il peut se produire dans les pièces moulées quand une partie du métal est coulée dans le moule refroidi et ne fusionne pas avec le reste du métal dans la masse de la pièce.
- (9) Une mauvaise pénétration de la soudure est un défaut du métal fondu à pénétrer complètement dans une partie de la pièce avant de se solidifier.
- (10) La fusion incomplète de la soudure se produit lorsque la température n'a pas été suffisamment élevée pour faire fondre le métal adjacent à la soudure.
- (11) La faiblesse de soudure est une diminution de l'épaisseur du matériau de base au bord de la soudure causée par soudage à une température trop élevée.
- (12) Des fissures dans le métal de soudure peuvent être causées par la contraction d'une section mince du métal de refroidissement plus rapide qu'une section plus épaisse. Elles sont l'un des types les plus courants de défauts trouvés dans les soudures.
- (13) Les cratère de soudure sont des fissures en forme d'étoile qui peuvent se produire à la fin d'un cycle de soudure.
- (14) Des fissures dans la zone affectée par la chaleur de soudage peuvent se produire en raison des contraintes induites dans le matériau adjacent à la soudure par sa dilatation et la contraction thermique de son environnement.
- (15) Une inclusion de laitier est un matériau solide non métallique qui est emprisonné dans le métal de soudure ou entre le métal fondu et le métal de base.



(16) La corrosion qui correspond à un oxyde formé sur le métal par l'action chimique de la surface métallique avec de l'oxygène de l'air.

### **1.3. La transformation secondaire ou des défauts de finition:**

Cette catégorie comprend les défauts associés aux diverses opérations de finition qui sont entreprises après le laminage, le forgeage, le moulage ou le soudage. Les défauts peuvent être introduits par traitement thermique, le broyage, et des procédés similaires. Voici une brève description de certains cas de défauts de finition.

- (1) Des larmes d'usinage peuvent se produire lorsque l'on travaille une pièce avec un outil de coupe mal aiguisé ou en coupant à une profondeur qui est trop grande pour le matériau à travailler. Le métal ne se travaille pas proprement, et l'outil laisse une surface rugueuse, déchirée qui contient de nombreuses discontinuités qui peuvent être classées comme des fissures.
- (2) Les fissures thermiques sont causées par des contraintes de chauffage ou de refroidissement inégales sur la surface du métal.
- (3) Des fissures thermiques similaires pour peuvent se produire lorsque des surfaces dures sont broyées par meulage. La surchauffe créée par le broyage peut être causée par l'outil de coupe qui utilisant trop peu liquide de refroidissement ou qui fait une coupe trop lourde. En règle générale, les fentes sont perpendiculaires à la direction de meulage et dans les cas graves un réseau complet de fissures peut apparaître. Les fissures de broyage sont généralement profondes, ce qui les rend sources potentielles de rupture par fatigue.
- (4) Les fissures de gravure peut se produire lorsque des surfaces dures contenant contraintes résiduelles internes sont gravés dans l'acide.
- (5) Les fissures de placage peuvent se produire lorsque des surfaces dures sont galvanisées. Généralement, elles se trouvent dans des zones où les contraintes résiduelles élevées existent.

### **1.4. Défauts d'usure:**

Ces défauts sont formés après toute les opération consécutives à la fabrication. Ces défauts sont imputables à des effets de vieillissement causés soit par le temps, les cycles de vol, les conditions d'exploitation du service, ou des combinaisons de ces effets. Voici une brève description de certains défauts en service.

- (1) Les fissures de corrosion sous contrainte peuvent se développer sur la surface des pièces qui sont sous contrainte de traction en service et sont également exposés à un environnement corrosif, comme les ailes de turbine, les zones entre deux parties métalliques de surfaces affleurantes.
- (2) Les fissures par contraintes excessives peuvent se produire lorsque une partie est chargée au-delà du niveau pour lequel elle a été conçue. Cette sollicitation excessive peut se produire à la suite d'un atterrissage brutal, de turbulences, d'un accident, ou de dommages liés raison d'urgence non prévue par le concepteur.
- (3) Les fissures de fatigue peuvent se produire dans les régions qui ont été soumises à des charges répétées ou changeantes tout au long du service, tels que les joints de recouvrement rivés dans le fuselage des avions. La fissure commence habituellement à une zone à fort stress et

**07A - 18 x 6**



se propage à travers la section jusqu'à la rupture. Une fissure de fatigue démarrera plus facilement là où la surface offre un point de concentration de contraintes.

- (4) Les décollements, où des défauts d'adhésif concernent des défauts sur un assemblage d'adhésif collé. Ils peuvent être le résultat d'écrasements, de ruptures, de corrosion dans les structures adhésives.
- (5) Le délaminage est le terme utilisé pour définir la séparation des couches de matériau composite dans une structure monolithique. Ultrasons est la principale méthode utilisée pour la détection de ce défaut dans des structures composites.

### 1.5. Défauts de corrosion:

Tout type de corrosion peut **affecter la force ou la résistance** de la structure de l'aéronef. Ainsi, l'un des rôle le plus important d'un technicien d'entretien d'aéronef, lors d'une inspection annuelle, est **de vérifier l'ensemble de la structure de l'aéronef afin d'identifier les signes de corrosion**. Pratiquement toutes les pièces de l'avion sont sujettes à la corrosion, mais elle se forme préférentiellement à certains endroits précis.

## 2. L'EMPLACEMENT DES DEFAUTS:

### 2.1. Localisation de défauts majeurs:

Les défauts majeurs sont généralement détectés dans les parties suivantes:

- les ailes.
- les surfaces de queue.
- le fuselage.
- les supports de moteur.
- le système de contrôle.
- le train d'atterrissage.
- Éléments d'une cellule comprenant les longerons, les nervures, les raccords, les amortisseurs, les capots, les carénages et les masses d'équilibrage.
- Les système d'actionnement hydraulique et électrique des composants.
- les pales du rotor.
- Les modifications apportées à la conception de base des systèmes de carburant, d'huile, de refroidissement, de chauffage, de pressurisation de la cabine, électrique, hydraulique, de dégivrage, ou d'échappement.

07A - 18 x 7





- Les modifications apportées à l'aile ou à des surfaces de contrôle fixes ou mobiles qui affectent les caractéristiques de flottement et de vibrations.

## 2.2. Exemples:

### → Zone extérieure de la peau:

L'un des premiers endroits où la corrosion apparaît sur la surface est le long des raccords et les joints. C'est là que la "cellule de corrosion de concentration" peut être trouvée.



07A - 18 x 8



→ **Les supports de structure moteur:**

Tout le courant utilisé par le starter doit retourner à la batterie à travers les supports de moteur. Ce courant circule dans les joints dans un alliage d'aluminium de montage créant ainsi la différence de potentiel nécessaire requise pour provoquer la corrosion.

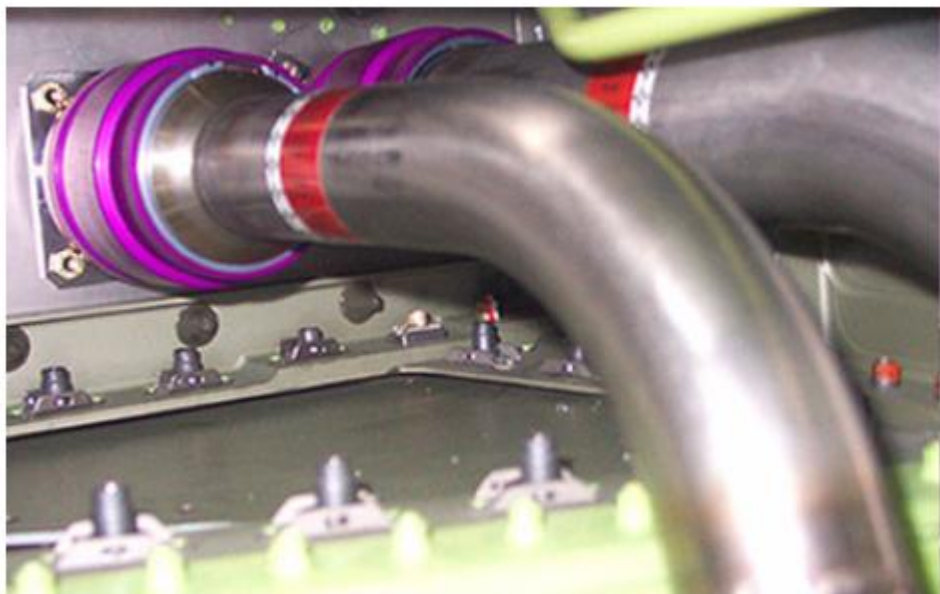


→ **Zone d'échappement moteur:**

07A - 18 x 9



Les **gaz d'échappement** des moteurs à pistons ou à turbine contiennent tous les produits nécessaires à la création d'un électrolyte potentiel pour la formation de la corrosion. En raison de la température élevée des gaz, la corrosion peut se former très rapidement.



Les dépôts d'échappement des turbines et de moteurs à pistons sont très corrosifs et endommagent, les charnières et les carénages situés en aval des tuyaux ou buses d'échappement.

Les dépôts peuvent être piégés par des méthodes normales de nettoyage. Portez une attention particulière aux zones autour des têtes de rivets et la peau joints de recouvrement et autres crevasses. Enlever et inspecter carénages et plaques d'accès dans les zones d'échappement.

Ne négligez pas le dépôt d'échappement dans les zones reculées, telles que les surfaces d'empennage.

→ **Toilettes:**

Les matériaux organiques tels que les déchets humains sont très corrosif pour les surfaces en aluminium et les zones où ces types de déchets peuvent être déversés. Ces zones doivent être inspectées avec un soin extrême.



**AeroGATES: PART 66 Courseware**  
Catégorie ☐ A ☒ B1 ☒ B2 ☐ B3  
Niveau ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3

**07A - Procédures d'entretien**  
**18 - Techniques de démontage, inspection, réparation et montage**  
**a- Défectuosités et techniques d'inspection visuelle**



07A - 18 x 11

**AeroGATES**

All rights reserved - Reproduction prohibited





→ Les câbles de commande:

Certains câbles utilisés dans les dispositifs de commande de l'appareil sont constitués d'acier au carbone. Si l'eau s'y infiltre, ils seront corrodés et la corrosion est très difficile à être à détectée.



→ Trous d'inspection:

Dans la plupart des avions modernes, certaines fonctions sont attachées à la structure par un boîtier en alliage d'aluminium solide. Cette structure se trouve au-dessous du plancher de la cabine où l'inspection n'est possible que par des trous d'accès de petites dimensions.

L'eau peut s'accumuler dans ces parties et attaquer par corrosion certains de ses éléments.



→ Les roues du train d'atterrissage:

07A - 18 x 13



Il n'y a probablement aucun autre endroit sur un avion, où la corrosion est plus susceptible de se produire que **sur la roue du train d'atterrissage**. Lors du décollage et de l'atterrissage, les débris de piste, les produits chimiques divers sont autant de facteurs propices à la corrosion.



07A - 18 x 14



→ **Les réservoirs de carburant:**

Le carburant de l'avion à réaction contient de l'eau soit liquide dans le carburant lui-même, soit en suspension. Lorsque la température du carburant diminue, la majeure partie de l'eau se condense et la corrosion galvanique peut commencer. Les bactéries et microbes trouvent dans l'alimentation en eau dans l'hydrocarbure de poursuivre le travail de destruction par corrosion microbienne.



07A - 18 x 15

→ Batterie compartiments:

Les batteries au plomb doivent avoir leurs boîtes protégées par certains types de matériaux résistants aux vapeurs d'acide sulfurique. Les piles au nickel-cadmium doivent avoir la zone de batterie protégée avec une finition résistante aux alcalins.

Ces zones sont protégées par une peinture résistante aux acides et aux alcalins.



Malgré des améliorations dans les finitions de peinture de protection et dans les méthodes d'étanchéité et la ventilation, des compartiments de batterie continuent d'être les zones les plus sujettes à la corrosion.

07A - 18 x 16



Les émanations de l'électrolyte sont difficiles à contenir et se propagent dans des cavités adjacentes pour provoquer une attaque corrosive rapide sur toutes les surfaces métalliques non protégées.

Les ouvertures de ventilation des batteries sur la peau de l'avion doivent être incluses dans la procédure d'inspection et d'entretien. Un nettoyage régulier et la neutralisation des dépôts acides sauront minimiser la corrosion due à cette cause.

### **3. TECHNIQUES D'INSPECTION VISUELLE:**

La personne responsable de la détection et de l'interprétation des indications doit être qualifiée et certifiée selon la norme MIL-STD-41.

Le personnel doit être familiarisé avec la détection de défauts tels que: la corrosion, les défauts inhérents, défauts de transformation primaire, le traitement secondaire ou défauts de finition et de défauts de service.

Les paragraphes suivants classent et discutent des types de défauts ou anomalies qui peuvent être détectées par des techniques visuelles.

L'inspection visuelle est la forme la plus ancienne et la plus commune de l'inspection pour les avions.

Environ 80% de toutes les procédures d'inspection sont accomplies par les méthodes visuelles directes. Cette procédure d'inspection peut être grandement améliorée par l'utilisation d'instruments appropriés: loupes, endoscopes, des sources lumineuses, scanners vidéo, et autres appareils.

L'inspection visuelle fournit un moyen de détecter une grande variété de discontinuités sur les surface du matériau, telles que des fissures, la corrosion, la contamination, la finition de surface, les joints de soudure, les connexions de soudure, et les décollements adhésives.

L'inspection visuelle est largement utilisée pour détecter et examiner les fissures de surface d'avions, qui sont particulièrement importantes en raison de leur relation avec des défaillances structurelles.

L'inspection visuelle est fréquemment utilisée pour fournir une vérification lorsque les défauts sont trouvés d'abord en utilisant d'autres techniques.

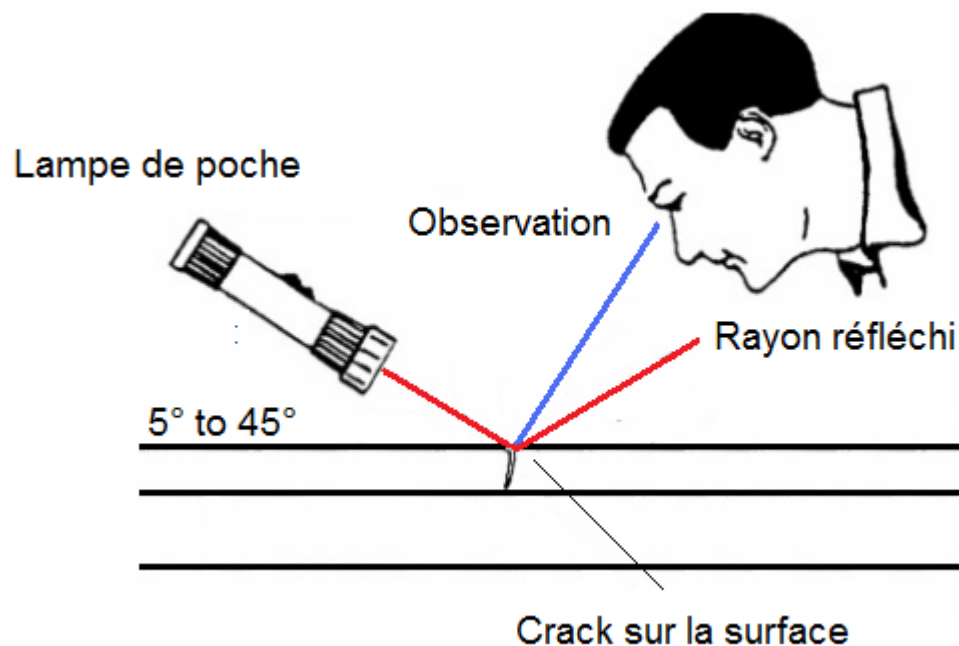
L'utilisation d'aides optiques pour inspection visuelle est bénéfique et recommandée. Les aides optiques magnifient les défauts qui ne peuvent être vus à l'œil nu et permettent également une inspection visuelle dans des zones inaccessibles.

#### **3.1. Simple inspection visuelle:**

La structure de l'aéronef et les composants qui doivent être inspectés régulièrement sont souvent situés sous la peau; il s'agit des câbles, des tubes, des barres de commande, des pompes, des actionneurs, etc. Les aides d'inspection visuelle simples telles qu'une lampe de poche puissante, un miroir avec une articulation à rotule de 2 à 10 de grossissement sont essentiels dans le processus d'inspection.

- ➔ **Lampes de poche.** Lampes de poche utilisées pour l'inspection de l'avion doivent être adaptées pour une utilisation industrielle et, le cas échéant, la sécurité pour une utilisation dans des atmosphères dangereuses telles que les réservoirs de carburant d'aéronefs.





### Techniques de lampe de poche

La spécification militaire MIL-F-3747E, définit les exigences pour les lampes de poche appropriées pour une utilisation dans l'inspection de l'avion.

A l'heure actuelle, les lampes de poche couvertes par cette spécification utilisent des lampes à incandescence standard et il n'y a pas de tests de performance pour lampes de poche avec les ampoules lumineuses: krypton, halogène et xénon.

Chaque fabricant de lampe de poche développe actuellement ses propres tests et fournit des informations sur ses produits dans des documents publicitaires. Par conséquent, lors de la sélection une lampe de poche pour une utilisation dans l'inspection visuelle, il est parfois difficile de comparer directement les produits.



- **b. miroirs d'inspection.** Un miroir d'inspection est utilisé pour visualiser une zone qui n'est pas dans la ligne de vision normale. Le miroir doit être de taille appropriée pour voir facilement le composant, avec une surface réfléchissante exempte de saleté, de fissures, etc., et une rotule assez serrée pour maintenir son réglage.



Miroir

- **Loupes simples.** Une lentille convergente unique, la forme la plus simple d'un microscope, est souvent désignée comme une loupe simple. Le grossissement d'une seule lentille est déterminée par l'équation  $M = 10 / f$ .
- Dans cette équation, "M" est le grossissement, "f" est la longueur focale de la lentille en pouces, et «10» est une constante qui représente la distance moyenne minimale au cours de laquelle des objets peuvent être nettement visibles à l'œil nu.
- En utilisant l'équation, une lentille avec une longueur focale de 5 pouces a un grossissement de 2, ou est dit être une lentille de puissance deux.







Simple loupe

▪ **Autres techniques visuelles:**

La liste suivante comprend les aides optiques les plus utilisées:

- Microscopes (optique et électronique),
- Endoscopes,
- Video borescopes.

**3.2. Endoscope:**

Ces instruments sont des instruments optiques de précision composés d'un tube long avec éclairage intégré, conçu pour permettre une inspection visuelle à distance des surfaces internes ou des zones inaccessibles.

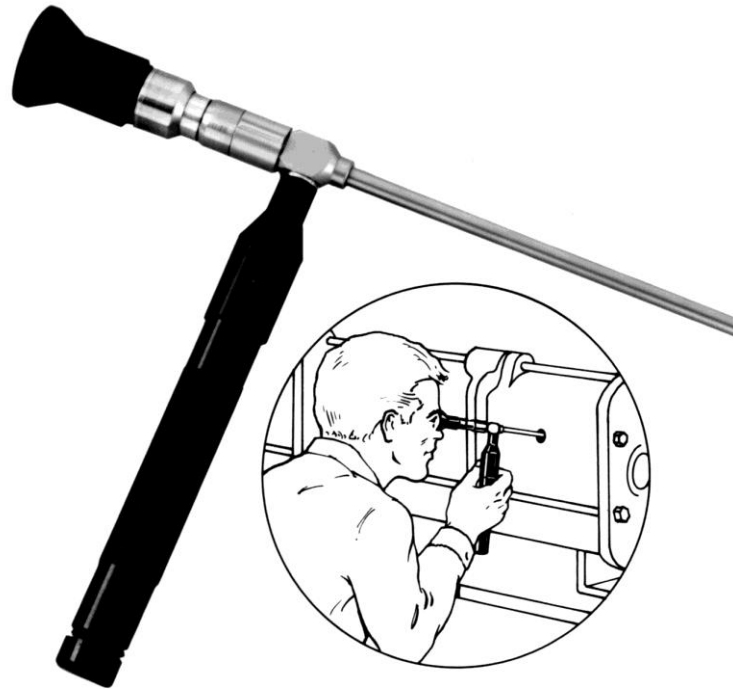
Le tube, qui peut être rigide ou flexible avec une grande variété de longueurs et de diamètres, assure la liaison optique nécessaire entre l'extrémité de visualisation et une lentille d'objectif à l'extrémité éloignée ou distale de l'endoscope.

07A - 18 x 20





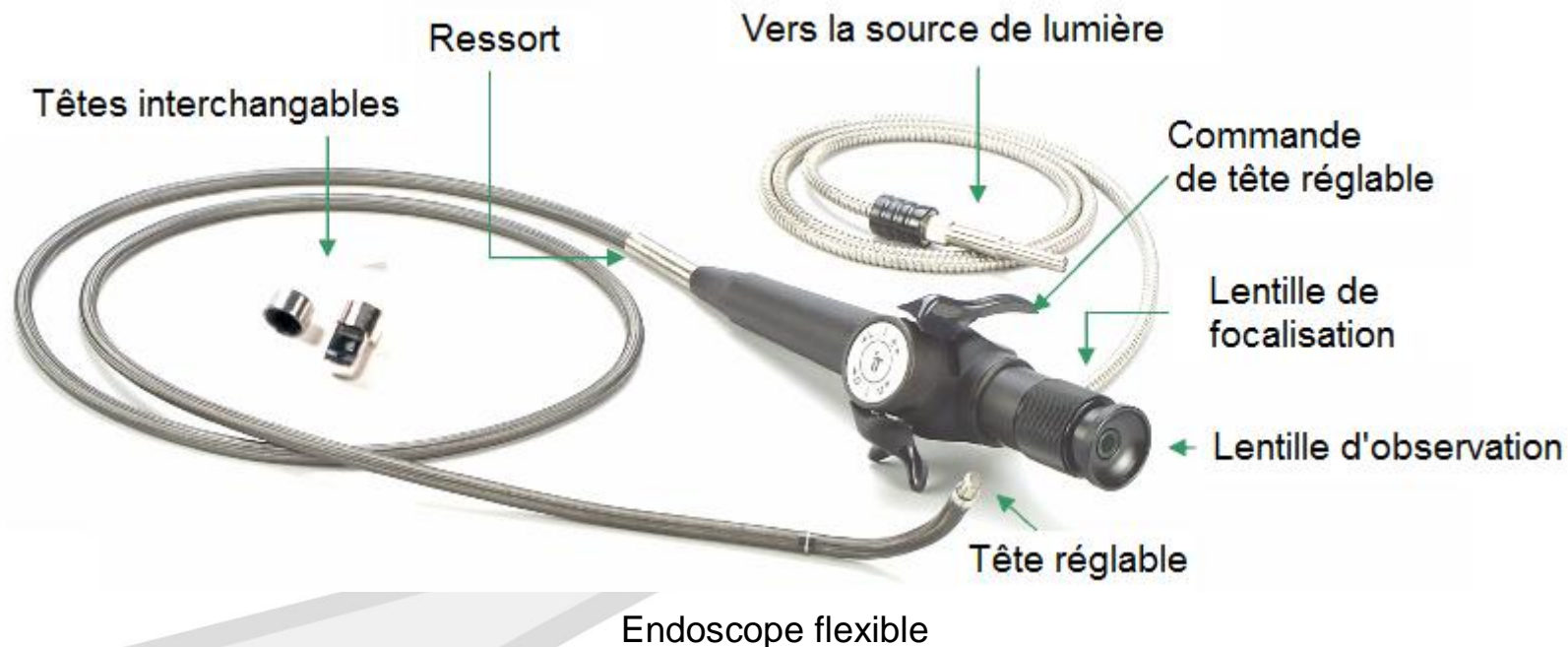
Les endoscopes rigides et flexibles sont disponibles en différents modèles pour une variété d'applications standard; les fabricants fournissent également des dessins personnalisés pour des applications spécialisées. La figure montre la conceptions typiques des endoscopes.



Endoscope rigide

07A - 18 x 21





→ **Utilisation des endoscopes:** les endoscopes sont utilisés dans les programmes d'avions et d'entretien du moteur pour réduire ou éliminer la nécessité de démontages coûteux.

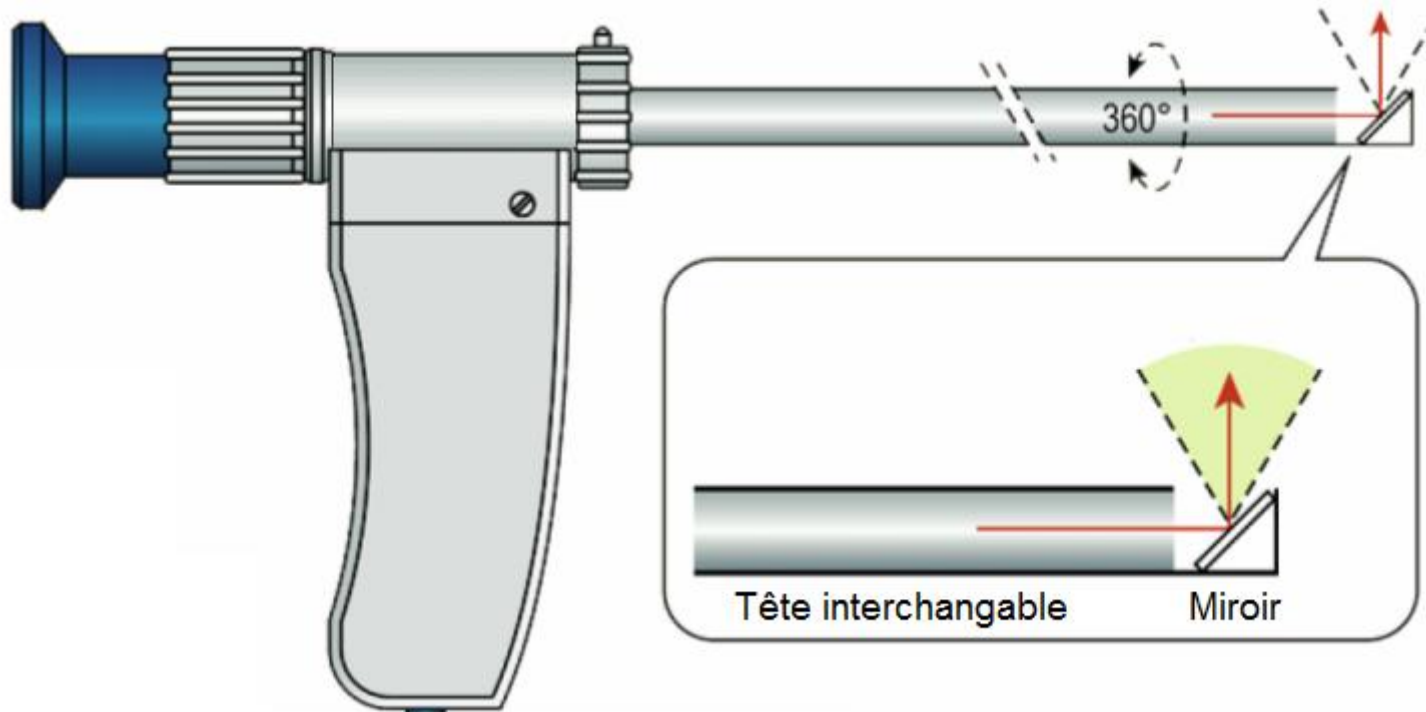
Les moteurs à turbine d'aéronefs ont des ports d'accès qui sont spécifiquement conçus pour les endoscopes.

Ils permettent d'inspecter les cylindres fissurés dans des moteurs d'avions à pistons, d'inspecter les turboréacteurs, les aubes de turbine du moteur et les chambres de combustion, de vérifier la mise en place correcte et l'ajustement des joints et des sous-ensembles de zones difficiles à atteindre.

Les endoscopes sont également utilisés pour inspecter l'intérieur de cylindres hydrauliques et vannes pour rechercher des piqûres, de la porosité et des marques d'outils.



Les objet étrangers (FOD) dans les avions, la cellule, et de la motorisation peuvent être localisés grâce aux endoscopes dans les moteurs et cellules.

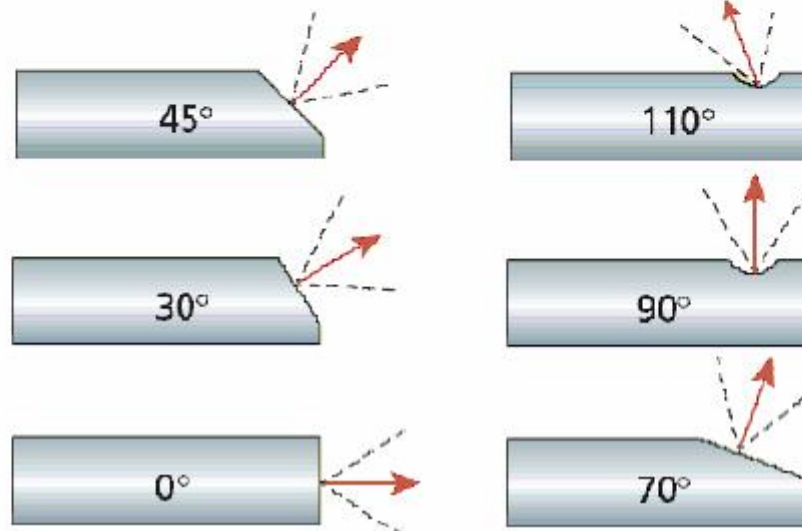
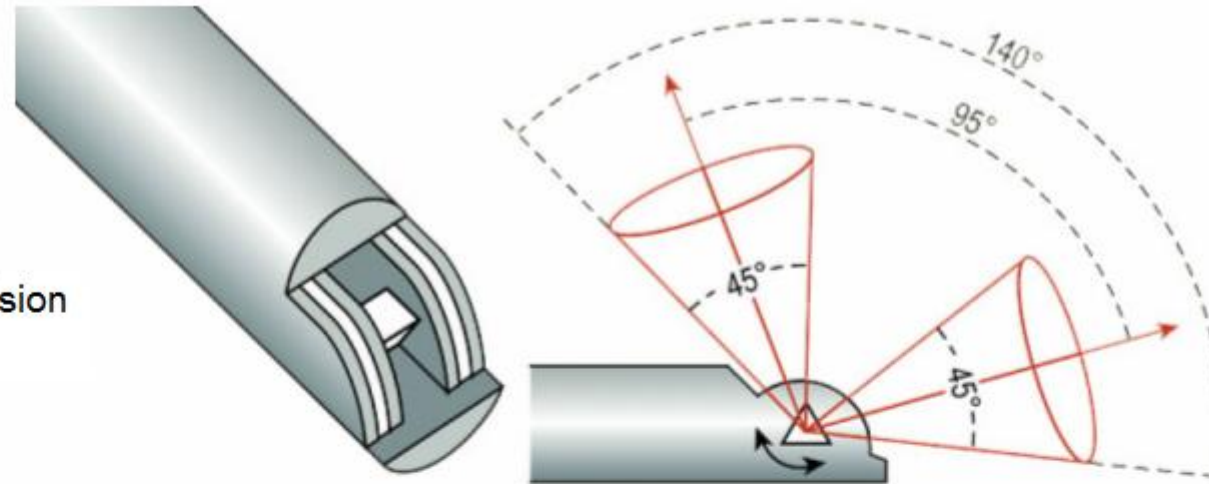


07A - 18 x 23



Axe de vision  
réglable

Têtes à différents  
angles de vision



07A - 18 x 24

**AeroGATES**

All rights reserved - Reproduction prohibited



→ **Conceptions optiques.** Conceptions typiques pour la liaison optique entre la tête de visualisation de l'endoscope et l'extrémité visuelle sont:

- (1) un tube rigide avec une série de lentilles relais réglables;
- (2) Un tube souple ou semi-rigide avec un faisceau de fibres optiques; et
- (3) Un tube souple ou rigide avec un câblage qui transporte le signal d'image d'un capteur d'imagerie à l'extrémité visuelle.

L'extrémité visuelle peut également avoir des prismes et des miroirs qui définissent le sens et le champ de vue.

Un guide de lumière à fibre optique avec de la lumière blanche est généralement utilisé dans le système d'éclairage; la lumière ultraviolette peut également être utilisée pour inspecter les surfaces traitées avec un liquide pénétrant fluorescent ou pour inspecter pour les contaminants qui entrent en fluorescence.

### 3.3. Videoboscope:



07A - 18 x 25

#### **4. PROCÉDURES D'INSPECTION VISUELLES:**

La corrosion peut être un défaut extrêmement critique.

Par conséquent, le personnel d'inspection visuelle doivent se familiariser avec l'apparence des types courants de corrosion et avoir une formation et de l'expérience sur la détection de la corrosion sur les matériaux de structure de l'avion et du moteur.

**a. Inspection préliminaire.** Effectuer une inspection préliminaire de la zone générale globale pour la propreté, la présence de corps étrangers, fixations déformées ou manquantes, la sécurité des pièces, la corrosion et les dommages. Si la configuration ou l'emplacement de la partie la zone à inspecter est cachée, utiliser des aides visuelles telles que un miroir ou un endoscope.

**b. traitement à la corrosion.** Traiter toute corrosion trouvée lors de l'inspection préliminaire après avoir terminé l'inspection visuelle de la zone sélectionnée.





## II. SUPPRESSION DE LA CORROSION, EVALUATION ET NOUVELLE PROTECTION

En général, un traitement contre la corrosion complet comprend les opérations suivantes:

- nettoyage et décapage de la zone corrodée,
- élimination des produits de corrosion le mieux possible,
- neutralisation des matières résiduelles restant dans les trous et les crevasses,
- la restauration des films de protection de surface, et
- l'application de revêtements temporaires ou permanents ou des finitions de peinture.

Les paragraphes qui suivent traitent de la suppression de la corrosion sur la surface ou le composants d'aéronef lorsque la détérioration n'a pas progressé au point de nécessiter une réparation structurelle de la partie concernée.

### 1. NETTOYAGE ET PEINTURE:

L'élimination de la corrosion inclut nécessairement le retrait de finitions de surface couvrant la zone attaquée ou soupçonnée. Pour assurer une efficacité maximale du composé de décapage, la zone doit être nettoyée de la graisse, de l'huile et des autres saletés.

Cette opération de nettoyage préliminaire est également une aide dans la détermination de l'étendue de la propagation de la corrosion, puisque l'opération de décapage s'effectuera sur les dommages causés par la corrosion.

Une corrosion détectée sur n'importe quel panneau doit être corrigée.

#### 1.1. Matériaux de nettoyage:

Le choix du type de matériaux à utiliser dans le nettoyage dépendra de la nature de la matière à enlever.

Les normes environnementales modernes encouragent l'utilisation de composés de nettoyage non toxiques à base d'eau chaque fois que possible. Parfois, les lois locales ou nationales peuvent interdire l'utilisation de solvants qui contiennent des composés organiques volatils.

Lorsque cela est permis, le solvant de nettoyage à sec (PD-680) peut être utilisé pour enlever l'huile, la graisse, ou composés mous. Pour l'enlèvement robuste des contaminants épais ou secs, d'autres composés du solvant de type émulsion sont disponibles.

L'utilisation en usage général, de l'eau rinçable suffit pour la plupart des applications. Il y a d'autres méthodes pour l'enlèvement de la peinture qui ont un impact minime sur la structure de l'avion, et sont considérées comme "respectueuses de l'environnement."





Autant que possible, le décapage de peinture chimique de toute grande surface devrait être accompli en plein air et de préférence dans les zones ombragées. Si le retrait est nécessaire à l'intérieur, une ventilation adéquate doit être assurée. Les surfaces en caoutchouc synthétique, y compris les pneus d'avions, tissu, et acryliques, doivent être soigneusement protégées contre contact possible avec le décapant.



#### **1.2. Attention:**

Il faut être prudent dans l'utilisation du décapant.

Masquez toute ouverture qui permettrait au produit de décapage d'entrer dans l'intérieur des avions ou dans des cavités critiques.

Le décapant est toxique et contient des ingrédients nocifs pour la peau et les yeux. Par conséquent, porter des gants de caoutchouc, tabliers de matière répulsive l'acide et des lunettes.





07A - 18 x 29

**AeroGATES**

All rights reserved - Reproduction prohibited



### **1.3. Procédé d'extraction:**

Ce qui suit est une procédure de décapage classique:

- Badigeonner toute la surface à décaper avec une reprise de décapant avec un pinceau (ou une brosse) avec une couche suffisante; utiliser un pinceau en bon état sans poils relâchés; le pinceau ( la brosse) ne doit pas être utilisé à d'autres fins après avoir été exposé au décapant.
- Laisser le décapant sur la surface pendant une durée suffisante de temps pour soulever la peinture. Cela peut être 10 minutes à plusieurs heures, selon la température et l'humidité, et la condition de la couche de peinture à enlever. Frotter la surface avec une brosse à poils durs pour assouplir encore la finition et enlever encore ce qui adhère encore au métal.
- Réappliquer le décapant autant que nécessaire dans les zones où la peinture reste bien collée ou lorsque le décapant a séché, et répétez le processus ci-dessus.
- Seuls les racleurs non métalliques doivent être utilisés pour aider à éliminer les finitions de peinture persistants. Les tampons abrasifs non tissés destinés au décapage de peinture peuvent également s'avérer utiles pour éliminer la peinture.
- Si l'eau pulvérisée est disponible, utiliser un flux faible à moyenne pression d'eau directement sur la zone à nettoyer.
- Si un équipement de nettoyage à la vapeur est disponible et la zone est suffisamment grande, le nettoyage peut être accompli en utilisant cet équipement avec une solution du composé de nettoyage à la vapeur.
- Sur de petites surfaces, toute méthode peut être utilisée qui assurera un rinçage complet de la zone nettoyée. Prenez soin de disposer du résidu dépouillé conformément aux lois environnementales.

### **2. CORROSION DES MÉTAUX FERREUX:**

Un des types les plus courants de corrosion est de l'oxyde de fer (rouille), généralement résultant de l'oxydation atmosphérique des surfaces en acier. Certains oxydes métalliques protègent le métal de base sous-jacente, comme l'oxyde d'aluminium, mais la rouille n'est pas un revêtement de protection.

Sa présence favorise réellement une attaque supplémentaire en attirant l'humidité de l'air et en agissant comme un catalyseur de corrosion supplémentaire.

Si le contrôle complet de l'attaque corrosive est réalisé, la rouille a complètement disparu de la surface en acier.

La rouille apparaît en premier sur les têtes de boulons, les écrous de fixation ou tout autre matériel d'aéronef non protégé. Sa présence dans ces zones n'est généralement pas dangereuse et n'a pas d'effet immédiat sur la résistance de la structure et de tous ses composants principaux.







**Rouille**

Le résidu de la rouille peut également contaminer d'autres composants ferreux, et favoriser la corrosion de ces parties. La rouille est indicatrice d'un besoin de maintenance et d'une éventuelle attaque corrosive dans les zones les plus critiques.

C'est également un facteur dans l'aspect général de l'équipement. Lorsque des défauts de peinture se produisent, la rouille apparaît. Même la plus petite quantité de rouille est potentiellement dangereuse et doit être retirée et contrôlée.

L'enlèvement de la rouille sur les composants structurels, suivis par une évaluation d'inspection et de dommages, doit être faite dès que possible.





Rouille sur des composants structuraux

### 2.1. L'élimination mécanique de la rouille:

Le moyen le plus pratique de contrôler la corrosion de l'acier est la suppression complète de produits de corrosion par des moyens mécaniques anticorrosion.

Sauf sur les surfaces en acier fortement sollicitées, l'utilisation de papiers abrasifs, petits tampons de polissage, brosse métallique à la main, ou de la laine d'acier sont des procédures de nettoyage acceptables. Cependant, il faut reconnaître que, dans une telle utilisation d'abrasifs, la rouille résiduelle reste généralement dans le fond de petits trous et autres crevasses.

07A - 18 x 32





Il est pratiquement impossible d'éliminer tous les produits de corrosion par les seules méthodes abrasifs ou à polir. Par conséquent, une fois une partie nettoyée de cette manière, elle corrode généralement encore plus facilement que la première fois.

L'introduction du tampon abrasif non tissé a également augmenté les options disponibles pour l'élimination de la rouille. Roues à lamelles, tampons destinés à être utilisés avec des outils électriques rotatifs ou oscillants et tampons abrasifs non tissés à main tous peuvent être utilisés seuls ou avec des huiles légères pour éliminer la corrosion des composants ferreux.



→ **Corrosion légère:**

Ce type de dommage est défini comme un revêtement protecteur qui est marqué ou gravé par la corrosion légère. caractérisé par des piqûres et à une profondeur d'environ 0,001 pouce au maximum. Ce type de dommage peut normalement être éliminé par ponçage léger à la main.





### Brosses métalliques

#### Approbations de produits nettoyants pour d'avions:

- MIL-C-22550 et MIL-C-43616 composé pour les surfaces de nettoyage des avions,
- MIL-C-87936 composé pour le nettoyage extérieur des avions.

#### → Corrosion modérée:

Cela ressemble à la corrosion légère sauf qu'il peut y avoir quelques cloques et de desquamation du revêtement ou de la peinture. Les profondeurs de piqûres peuvent être aussi profonde que 10 millièmes de pouce (0,010 pouce).

Ce type de dommage est normalement éliminé par une vaste ponçage à la main ou le sablage mécanique légère.



### Brosses rotatives

#### → Corrosion sévère:

07A - 18 x 34



Ce type de corrosion a un aspect général qui pourrait être similaire à de la corrosion intergranulaire, avec des cloques d'exfoliation, ou d'écaillage. Les profondeurs de piqûres sont plus profondes que 0,010 pouces. Ce dommage doit être enlevé par une vaste ponçage mécanique et broyage.



### **2.2. Élimination chimique de la rouille de fer:**

Comme les préoccupations environnementales ont été abordées, l'intérêt pour l'enlèvement de la rouille non caustique chimique a augmenté. Une variété de produits commerciaux, qui éliminent activement l'oxyde de fer sans attaquer chimiquement le métal de base, sont disponibles et doit être considérée pour l'emploi.

D'une manière générale, si possible, la pièce en acier devrait être retiré de la cellule pour le traitement, sinon il sera presque impossible d'éliminer tous les résidus. L'utilisation de tout produit antirouille caustique nécessite l'isolement de la partie à partir de métaux non ferreux pendant le traitement, et probablement exigera l'inspection après traitement.

### **2.3. Traitement chimique de surface de l'acier:**

Il existe des méthodes approuvées pour convertir la rouille active, les phosphates et autres revêtements protecteurs.

Les autres préparations commerciales sont des convertisseurs de rouille efficaces où les tolérances ne sont pas critiques et où un rinçage complet et neutralisation de l'acide résiduelle est possible.



Ces situations ne sont généralement pas applicables aux aéronefs assemblés, et l'utilisation d'inhibiteurs chimiques sur des pièces en acier non démontées n'est pas seulement indésirable, mais aussi très dangereux.

Le danger de piégeage des solutions corrosives et l'attaque incontrôlée résultant, qui pourrait se produire lorsque ces matériaux sont utilisés dans des conditions de terrain, l'emportent sur les avantages à tirer de leur utilisation.

#### **2.4. Élimination de la corrosion des pièces en acier fortement sollicitées:**

Toute la corrosion sur la surface d'une pièce en acier fortement sollicitée est potentiellement dangereuse, et l'élimination soignée des produits de corrosion est nécessaire. Les rayures de surface ou changement dans la structure de surface de la surchauffe peuvent aussi causer une défaillance soudaine de ces pièces.

Les produits de corrosion doivent être éliminés par un traitement soigné, en utilisant des papiers abrasifs doux et à grain fin, ou des composés de polissage fins en tissu. Les tampons abrasifs non tissés peuvent également être utilisés. Il est essentiel que les surfaces en acier ne soient pas surchauffées par le meulage. Après l'élimination minutieuse de la corrosion de surface, réappliquer immédiatement les finitions de peinture.

### **3. CORROSION DE L'ALUMINIUM ET ALLIAGES D'ALUMINIUM:**

La corrosion sur des surfaces d'aluminium est habituellement tout à fait visible, étant donné que les produits de corrosion sont généralement blancs et plus volumineux que le métal de base. Même à ses débuts, la corrosion de l'aluminium est évidente: piqûres, ou la rugosité des surfaces en aluminium.

**NOTE:** Les alliages d'aluminium forment généralement une oxydation de surface lisse qui est de 0,001 à 0,0025 pouce d'épaisseur. Ce n'est pas considéré comme nuisible; le revêtement offre une barrière protectrice imperméable s'opposant à l'introduction de nouveaux éléments corrosifs.

L'attaque de surface sur l'aluminium pénètre généralement relativement lentement, mais est accélérée en présence de sels dissous. Alors une attaque considérable peut avoir lieu avec la perte grave de résistance structurelle.

Au moins trois formes d'attaques sur les alliages d'aluminium sont particulièrement graves:

- ➔ la pénétration de type points de corrosion travers les parois des tubes d'aluminium,
- ➔ la fissuration par corrosion des matériaux soumis à un stress soutenu, et
- ➔ la corrosion intergranulaire qui est caractéristique de certains alliages d'aluminium mal traités à chaud.

En général, la corrosion de l'aluminium peut être traitée plus efficacement sur place par rapport à la corrosion se produisant sur d'autres matériaux structurels utilisés dans les aéronefs.

Le traitement comprend l'élimination mécanique des produits de corrosion, et l'inhibition de matières résiduelles par des moyens chimiques, suivie par la restauration de revêtements de surface permanents.



### **3.1. Traitement de surfaces d'aluminium non peintes:**

L'aluminium pur a beaucoup plus de résistance à la corrosion que les alliages d'aluminium. Pour profiter de cette caractéristique, un revêtement mince d'aluminium relativement pur est appliqué sur l'alliage à base d'aluminium.

La protection obtenue est bonne, et la surface pure aluminium peut être maintenue dans un état poli.

Dans le nettoyage de telles surface, il faut prendre soin pour prévenir les taches en volant de l'aluminium exposé et, le plus important du point de vue de la protection, pour éviter l'élimination mécanique inutile de la couche de protection d'aluminium pur.

#### **→ Procédure:**

Une séquence de traitement à la corrosion de l'aluminium typique est la suivante:

- Retirez la graisse et la saleté de surface de la surface de l'aluminium utilisant un détergent doux approprié. Faites preuve de prudence lors du choix d'un produit de nettoyage; de nombreux produits de consommation commerciales sont en fait assez caustique pour induire la corrosion s'il pénètre entre les joints en aluminium. Choisissez un produit à pH neutre (7).
- Polir à la main les zones corrodées avec des abrasifs fins.
- Si une surface est particulièrement difficile à nettoyer, un composé de nettoyage et de blanchiment pour l'aluminium peut être utilisé avant le polissage afin de raccourcir le temps et de réduire l'effort nécessaire pour obtenir une surface propre.
- Traiter toute la corrosion superficielle présente, en utilisant un matériau inhibiteur. Un traitement alternatif peut être une solution de dichromate de sodium et trioxyde de chrome.
- Laisser ces solutions sur la zone corrodée pendant 5 à 20 minutes, puis retirez l'excédent par un rinçage et sécher la surface avec un chiffon propre.
- Etendre sur les surfaces polies de la cire imperméable.
- Si nécessaire, les surfaces d'aluminium suivre des procédés de nettoyage plus importants et peuvent également être traitées de manière plus poussée avant peinture. Procéder comme suit:

La séquence suivante est généralement utilisée:

- Nettoyer soigneusement les surfaces touchées de tous les résidus de saleté et de graisse avant le traitement. Tout produit de nettoyage peut être utilisé.
- Si les films de peinture résiduelles restent, les enlever la zone à traiter. Utiliser des décapants pour peinture et les suivre les précautions mentionnés précédemment.





- Traiter les zones corrodées superficiellement avec une solution à 10 % d'acide chromique et d'acide sulfurique. Appliquer la solution à l'aide d'un pinceau. Frotter la zone corrodée avec une brosse métallique alors qu'elle est encore humide.

Bien que l'acide chromique soit un bon inhibiteur pour les alliages d'aluminium, même lorsque les produits de corrosion n'ont pas été complètement enlevés, il est important que la solution pénètre au fond de tous les trous où de la corrosion pourrait être présente.

- Le brossage avec une brosse en fibres dures devrait enlever la corrosion et assurer une pénétration complète de l'inhibiteur dans les crevasses et les trous.

Laisser l'acide chromique en place pendant au moins cinq minutes, puis retirez l'excès par rinçage avec de l'eau et essuyer avec un chiffon.

- Il existe plusieurs composés commerciaux de traitement de surface chimique, similaire à celui décrit ci-dessus, qui peuvent également être utilisés.
- Séchez la surface traitée et restaurer les revêtements protecteurs permanents en conformité avec les procédures de l'avionneur.

La restauration de revêtements de peinture doit suivre immédiatement le traitement de surface réalisé. Dans tous les cas, assurez-vous que le traitement de la corrosion est réalisé avant que la peinture de finition soit posée.

### **3.2. Le traitement de surfaces anodisées:**

Comme indiqué précédemment, l'anodisation est un traitement de surface des alliages d'aluminium.

Lorsque ce revêtement est endommagé en service, il peut être partiellement rétabli par un traitement chimique de surface.

Les tampons abrasifs ou la laine d'aluminium, les brosses métalliques d'aluminium, sont utilisés pour le nettoyage des surfaces anodisées corrodées.

#### **Attention:**

Ne pas utiliser de la laine d'acier ou des brosses en fil d'acier. Ne pas utiliser de matériaux abrasifs sévères.

Il faut être prudent dans tout processus de nettoyage pour éviter de casser inutilement le film protecteur.

Prendre toutes les précautions pour maintenir autant de revêtement protecteur que possible. L'acide chromique et d'autres traitements inhibiteurs peuvent être utilisés pour restaurer le film d'oxyde.



#### **4. CORROSION DES ALLIAGES DE MAGNESIUM:**

Le magnésium est le plus actif chimiquement des métaux utilisés dans la construction aéronautique et est le plus difficile à protéger.



Quand un défaut dans le revêtement protecteur se produit, la correction rapide et complète du défaut est impérative sinon de graves dommages structuraux se produiront. L'attaque de magnésium est probablement le type le plus simple de la corrosion à détecter à un stade précoce, car les produits de corrosion de magnésium occupent plusieurs fois le volume du métal de magnésium d'origine détruit.

Le début de l'attaque montre que des ruptures des films de peinture et des taches blanches sur la surface de magnésium. Ils se développent rapidement avec des monticules de neige ou des "moustaches blanches".

La reprotection implique l'élimination des produits de corrosion, la restauration partielle de revêtements de surface par un traitement chimique, et une nouvelle application de revêtements de protection.



#### **4.1. Traitement de feuilles de magnésium forgées:**

La corrosion de la peau de magnésium se produit habituellement autour des bords de panneaux de métal, au dessous des rondelles, ou dans des zones physiquement endommagés par cisaillement, perçage, abrasion, ou impact. Si la section de la peau peut être facilement enlevée, cela doit être fait pour assurer l'inhibition et le traitement complet.

Si rondelles isolantes sont impliqués, les vis doivent au moins être démontées, pour permettre un traitement par brosse du magnésium sous la rondelle isolante. L'élimination mécanique complète de produits de corrosion doit être l'objectif.

Comme pour l'aluminium, en aucun cas n'utiliser des brosses en acier.

Tout emprisonnement des particules de brosses en acier peut causer plus de mal que l'attaque corrosive initiale.

##### **→ Le magnésium corrodé peut généralement être traité comme suit:**

- Nettoyer et dépouiller la peinture de la zone à traiter.
- Grâce à une brosse ou un tampon abrasif non tissé, détacher et enlever autant que possible les produits de corrosion. Les brosses en acier ou des outils de coupe en acier ne doivent jamais être utilisés.
- Traiter la zone corrodée avec une solution d'acide chromique, à laquelle a été ajouté de l'acide sulfurique, faire pénétrer cette solution dans les fissures par brossage en utilisant une brosse non métallique.
- Laisser l'acide chromique en place pendant 5 à 20 minutes avant d'essuyer l'excédent avec un chiffon propre et humide. Ne laissez pas l'excès de solution sécher et de rester à la surface.
- Dès que les surfaces sont sèches, de restaurer la peinture de protection d'origine.

#### **4.2. Traitement de pièces moulées en magnésium:**

Les pièces moulées en magnésium, en général, sont plus poreuses et plus enclines aux corrosions que les feuilles de magnésium forgé. Pour des raisons pratiques, cependant, le traitement est le même pour toutes les parties en magnésium, les raccords et les poignées sont les pièces moulées de magnésium les plus courantes.

Lorsque l'attaque a lieu sur une pièce moulée, le traitement est nécessaire le plus tôt possible pour éviter une pénétration du corrosif.

La même séquence de traitement général à l'alinéa précédent pour la peau de magnésium devrait être suivie.

Si l'élimination des produits de corrosion concerne une pièce structurelle moulée, une décision du fabricant peut être nécessaire pour évaluer la conformité de la solidité structurelle restante.

Les manuels de réparation structurelles (SRM) comprennent habituellement des limites de tolérance dimensionnelle pour les parties critiques de la structure et doivent être changées lorsqu'une question de sécurité est en jeu.



## **5. TRAITEMENT DU TITANE ET DES ALLIAGES DE TITANE:**

Les attaques sur les surfaces en titane sont généralement difficiles à détecter. Le titane est, par nature, très résistant à la corrosion, mais il peut montrer une détérioration par la présence de dépôts de sel et d'impuretés métalliques, en particulier à des températures élevées. Par conséquent, l'utilisation de la laine d'acier, de racloirs ou brosses en acier pour le nettoyage ou pour l'élimination de la corrosion sur des pièces en titane est interdite.

Si les surfaces de titane nécessitent un nettoyage, le polissage à la main avec du vernis à l'aluminium ou un abrasif doux est conseillé. Une solution adaptée de dichromate de sodium sera utilisée pour supprimer la corrosion. Essuyez la surface traitée avec des chiffons secs pour enlever l'excès de solution, mais ne pas utiliser un rinçage à l'eau.

## **6. PROTECTION DES CONTACTS ENTRE METAUX DIFFERENTS:**

Certains métaux sont sujets à la corrosion lorsqu'ils sont placés en contact avec d'autres métaux. Ceci est la corrosion galvanique due au niveaux d'électropositivité des métaux. Le contact de deux métaux nus crée une action électrolytique en présence d'humidité.

Si cette humidité est de l'eau salée, l'action électrolytique est accélérée.

Le résultat du contact métallique dissemblable est l'oxydation (décomposition) d'un ou de deux métaux.

Le graphique montre la figure ci-dessous répertorie les combinaisons métalliques nécessitant un séparateur de protection. Les matériaux de séparation peuvent être un ruban d'aluminium, une rondelles, de la graisse ou une étanchéité, selon les métaux concernés.

### **6.1. Contacts n'impliquant pas de magnésium:**

Tous les assemblages hétérogènes ne comportant pas de magnésium sont protégés par l'application d'un minimum de deux couches de chromate de zinc avec en préférence une couche primaire en époxy.

Cette couche est appliquée au pinceau ou au pistolet; laisser sécher à l'air 6 heures entre les couches.

### **6.2. Contacts impliquant magnésium:**

Pour éviter la corrosion entre les joints métalliques dissemblables dans lequel alliage de magnésium est impliqué, chaque surface est isolée comme suit:

Au moins deux couches de chromate de zinc avec en préférence une couche primaire en époxy.

Ensuite, un ruban de vinyle de 0,003 pouce d'épaisseur est appliquée en douceur et en évitant les bulles d'air et les rides. Pour éviter son fluage, la bande n'est pas tendue pendant l'application. Lorsque l'épaisseur de la bande interfère avec l'assemblage de pièces, où avec le mouvement relatif entre les pièces, ou lorsque la température de service est supérieure à 250 ° F, l'utilisation de la bande est à proscrire et des couches supplémentaires (trois au minimum) d'apprêt sont appliquées.



MÉTAUX DE CONTACT	ALLIAGE D'ALUMINIUM	CALCIUM	ZINC PLAQUE	ACIERS	FER	ÉTAMAGE	CUivre ET ALLIAGES	NICKEL ET ALLIAGES	TITANE ET ALLIAGES	CHROME	CORROSION ACIER RESISTANT	ALLIAGES DE MAGNESIUM
ALLIAGES DE MAGNESIUM	Pas de métaux de contact											
ALLIAGE D'ALUMINIUM												
CALCIUM												
ZINC												
ACIERS				Pas de métaux de contact								
FER												
ÉTAMAGE												
CUivre ET ALLIAGES												
NICKEL ET ALLIAGES												
TITANE ET ALLIAGES									Pas de métaux de contact			
CHROME												

## 7. LIMITES DE CORROSION:

La corrosion, même légère, est dommage. Par conséquent, ces dommages sont classés dans les quatre niveaux suivants:

07A - 18 x 42





- (1) les dommages négligeables,
- (2) les dommages réparables par rapiéçage,
- (3) les dommages réparables par insertion, et
- (4) les dommages nécessitant le remplacement des pièces.

- ➔ Le terme «négligeable», comme utilisé ici, n'implique pas que peu ou rien ne doit être fait. La surface corrodée doit être nettoyée, traitée, et peinte le cas échéant.  
Dommages négligeables, en général, concerne la corrosion qui a marqué ou rongé les couches de protection de surface et a commencé à attaquer le métal.
- ➔ Les dégâts de corrosion correspondants à la classification de «réparables par rapiéçage» et «réparables par insertion» doivent être réparés en conformité avec le manuel de réparation structurale applicable.
- ➔ Lorsque des dommages à la corrosion dépasse les limites de dommages tolérées, le composant ou la structure doivent être remplacés.

## **8. REPROTECTION:**

### **8.1. Finition:**

Les pièces d'aéronefs sont presque toujours données, par le fabricant, avec un certain type de finition de surface. L'objectif principal est de fournir la résistance à la corrosion; toutefois, des finitions de surface peuvent également être appliqués pour augmenter la résistance à l'usure ou pour fournir une base appropriée pour la peinture.

Une compréhension des différents types de finitions en métal est nécessaire si elles doivent être utilisées pour prémunir efficacement le métal de la corrosion.

#### **➔ Préparation de la surface:**

Les traitements de surface pour les pièces en acier comprennent généralement un traitement de nettoyage pour enlever toute trace de saleté, huile, graisse, oxydes, et d'humidité. Cela est nécessaire pour assurer une liaison efficace entre la surface métallique et la finition.

Le processus de nettoyage peut être soit mécanique ou chimique. Dans le nettoyage mécanique, les méthodes suivantes sont utilisées: brosse métallique, la laine d'acier, toile émeri, sablage, grenailage ou vapeur.

Le nettoyage chimique est préféré par rapport mécanique car aucun de métal de base n'est éliminé. Il existe divers procédés chimiques actuellement utilisés, dont le choix dépendra de la matière en cours de nettoyage et du type de matière étrangère à enlever.



Les pièces en acier sont décapées pour éliminer le tartre, la rouille ou autre corps étranger. La solution de décapage peut être soit à base d'acide chlorhydrique ou sulfurique. L'acide sulfurique est souvent préférable, mais l'acide chlorhydrique est plus efficace pour éliminer certains types de corrosions dures.

La solution de décapage est maintenue dans un réservoir de grès et est habituellement chauffée au moyen d'un serpentin à vapeur. Les pièces, après décapage, sont immergées dans un bain de chaux pour neutraliser l'acide de la solution de décapage.

L'électrolyse est un autre type de nettoyage chimique utilisé pour enlever la graisse, l'huile ou la matière organique. Dans ce processus de nettoyage, le métal est mis en suspension dans une solution alcaline chaude contenant des agents spéciaux mouillants, des inhibiteurs, des matériaux et pour fournir la conductivité électrique nécessaire.

Un courant électrique est alors passé à travers la solution d'une manière similaire à celle utilisée dans l'électrodéposition.

Les pièces en aluminium et de magnésium sont également nettoyées à l'aide de certains des procédés précédents. Les décapage abrasifs ne sont pas applicable aux feuilles minces d'aluminium.

Le polissage et la coloration des surfaces métalliques jouent un rôle très important dans la finition des surfaces métalliques.

Les opérations de polissage sont parfois utilisées lors de la préparation d'une surface métallique pour la galvanoplastie, et sont utilisées lorsque la surface du métal nécessite une finition de haute brillance.

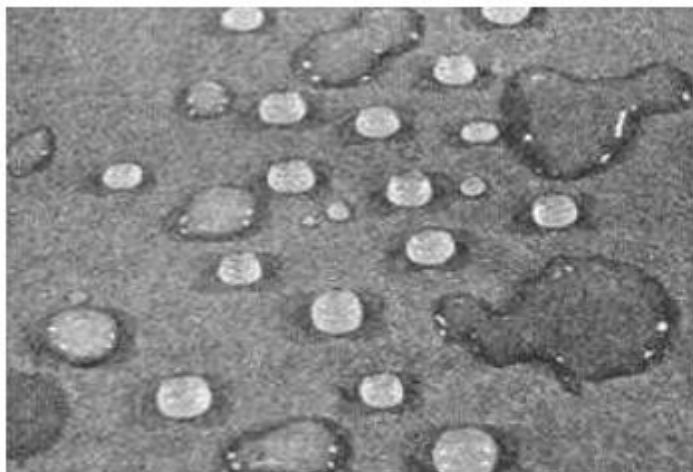
## **8.2. Les traitements chimiques:**

Certains revêtements chimiques augmentent la résistance à la corrosion et améliorent l'efficacité de la peinture sur la surface.

Les surfaces métalliques peuvent être nettoyées avec une solution conforme à la norme MIL-C-43616 ou MIL-C-25769. Les surfaces cirées, en particulier avec de la cire de silicone, peuvent nécessiter un nettoyage spécial.

Après le nettoyage et l'élimination des oxydes, les surfaces en aluminium doivent être traitées selon la norme MIL-C-81706 et celles en magnésium selon la norme MIL-M 3171.





Surface non mouillable



Surface mouillable

Effet de surface vis à vis de l'eau

→ **Anodisation:**

L'anodisation est un traitement de surface commun aux feuilles d'alliage d'aluminium plaquées. Il est généralement effectué dans des installations spécialisées. La feuille ou le moulage d'alliage d'aluminium est le pôle positif dans un bain électrolytique, dans lequel l'acide chromique produit un film d'oxyde d'aluminium sur la surface du métal.

L'oxyde d'aluminium est naturellement protecteur, et l'anodisation augmente simplement l'épaisseur et la densité du film d'oxyde naturel. Lorsque ce revêtement est endommagé en service, il ne peut pas être partiellement restauré par des traitements de surface chimiques. Par conséquent, quand une surface anodisée est nettoyée y compris par la suppression de la corrosion, le technicien doit éviter la destruction inutile du film d'oxyde.

Le revêtement anodisé offre une excellente résistance à la corrosion. Le revêtement est doux et se raye facilement, ce qui rend nécessaire l'utilisation d'une extrême prudence lors de la manipulation de ce type de revêtement.

La laine d'aluminium, une sangle en nylon imprégné d'oxyde d'aluminium, les tampons abrasifs à fines brosses sont les outils approuvés pour le nettoyage des surfaces anodisées. L'utilisation de la laine d'acier, de brosses en fil d'acier, ou des matériaux abrasifs sur les surfaces d'aluminium est interdite.

07A - 18 x 45



Sinon, les surfaces anodisées sont traitées de la même manière que les autres finitions en aluminium.

Outre ses qualités de résistance à la corrosion, le revêtement anodique est également une excellente adhérence de la peinture.

Dans la plupart des cas, les pièces sont peintes dès que possible après l'anodisation.

→ **Alodisation:**

L'alodisation est un simple traitement chimique pour tous les alliages d'aluminium pour augmenter leur résistance à la corrosion et pour améliorer leurs qualités de liaison avec la peinture.

En raison de sa simplicité, elle remplace souvent l'anodisation dans le travail de l'avion.

Le procédé consiste à pré-nettoyage avec un nettoyant acide ou alcalin qui est appliqué soit par immersion ou pulvérisation. Les pièces sont ensuite rincées à l'eau fraîche sous pression pendant 10 à 15 secondes. Après rinçage soigneux, Alodine® est appliqué par immersion, pulvérisation, ou brossage.

→ **Traitement chimique et les inhibiteurs de la surface:**

Comme décrit précédemment, les alliages d'aluminium et de magnésium, en particulier, sont protégés initialement par une variété de traitements de surface. Les aciers peuvent avoir subi des traitements de surface lors de leur fabrication.

Les étiquettes sur les contenants de produits chimiques de traitement de surface fourniront des avertissements si une substance est toxique ou inflammable. Toutefois, l'étiquette pourrait ne pas être assez grande pour accueillir la liste de tous les dangers possibles qui peuvent en résulter si les matières sont mélangées avec des substances incompatibles.

La fiche de données de sécurité (FDS) devrait également être consultée pour plus d'informations. Par exemple, certains produits chimiques utilisés dans les traitements de surface vont réagir violemment s'ils sont mélangés par inadvertance avec les diluants à peinture.

Les produits de traitement de surface chimiques doivent être manipulés avec un soin extrême et mélangés exactement selon les directives.

→ **Inhibiteur de l'acide chromique:**

Une solution à 10 pour cent en poids d'acide chromique, activé par une petite quantité d'acide sulfurique, est particulièrement efficace dans le traitement de surfaces d'aluminium ou de corrosion apparentes. Il peut également être utilisé pour traiter le magnésium corrodé.

Ce traitement a tendance à restaurer le revêtement d'oxyde protecteur sur la surface métallique.

Ce traitement doit être suivi par des finitions de peinture dès que possible, et pas plus tard que le jour même du dernier traitement de l'acide chromique. Le trioxyde de chrome est un puissant agent oxydant et un acide assez fort.



Il doit être stocké loin de solvants organiques et d'autres combustibles. Penser à bien rincer les surfaces métalliques traitées et à jeter les chiffons d'essuyage utilisés.

➔ **Solution de dichromate de sodium:**

Un mélange de produits chimiques moins actif pour le traitement de surface d'aluminium est une solution de bichromate de sodium et d'acide chromique. Ces solutions sont moins susceptibles de corroder les surfaces métalliques que les solutions d'inhibiteur d'acide chromique.

➔ **Traitement de surface chimique:**

Plusieurs mélanges actifs d'acides commerciaux sont disponibles sous la Specification MIL-C-5541 pour le traitement des surfaces d'aluminium endommagées ou corrodées.

Prendre des précautions pour s'assurer que des éponges ou des chiffons utilisés sont soigneusement rincés afin d'éviter un risque d'incendie après séchage.

**8.3. Protection par finitions de peinture:**

Une bonne couche de peinture intacte est la barrière la plus efficace entre les surfaces métalliques et des milieux corrosifs. Les finitions les plus courantes comprennent l'émail de polyuréthane et de la peinture époxy.

Comme de nouvelles réglementations concernant les émissions de composés organiques volatils (COV) sont mises en œuvre, l'utilisation de systèmes de peintures à base d'eau ont augmenté en popularité.

Il peut aussi y avoir érosion sur les revêtements résistants sur les bords d'attaque métalliques, et plusieurs différentes finitions en émail cuit sont disponibles.

**9. NETTOYAGE DES AVIONS:**

Le nettoyage d'un avion et le garder propre sont extrêmement importants. Du point de vue d'un technicien d'entretien d'aéronefs, il doit être considéré comme une partie régulière de la maintenance des aéronefs. Garder l'aéronef propre peut signifier des résultats d'inspection plus précis, et peut même permettre à un membre d'équipage à repérer une défaillance imminente d'un composant.

Par exemple, le montage d'un train d'atterrissage fissuré couvert de boue et de graisse peut être négligemment réalisé. La saleté peut cacher des fissures. La poussière et la cause de l'usure excessive des charnières.





L'eau salée a un effet de corrosion grave sur les parties métalliques exposées de l'avion, et doit être enlevée immédiatement.

Il existe de nombreux types de produits de nettoyage approuvés pour une utilisation de nettoyage des avions.

En général, les types d'agents de nettoyage utilisés sur les avions sont des solvants, des produits de nettoyage d'émulsion, de savons et des détergents synthétiques.

Leur utilisation doit être en conformité avec le manuel d'entretien applicable. Les types d'agents de nettoyage nommés ci-dessus sont également classés comme nettoyeurs légers ou lourds. Les nettoyeurs de type détergent synthétique et savon sont utilisés pour des nettoyages légers, tandis que les solvants et émulsifiants sont utilisés pour gros travaux de nettoyage.

Les nettoyeurs légers, qui sont non toxiques et ininflammables, devraient être utilisés autant que possible. Comme mentionné précédemment, nettoyeurs qui peuvent être efficacement neutralisés rincé et doivent être utilisés, ou un nettoyeur alcalin peuvent provoquer de la corrosion dans les joints de recouvrement de composants en tôle rivetées ou soudées par points.

### **9.1. Nettoyage extérieur:**

Il existe trois méthodes de nettoyage de l'extérieur de l'avion:

- lavage humide,
  - lavage à sec, et
  - polissage.
- Lavage humide élimine les dépôts d'huile, de graisse, ou de carbone, à l'exception de la corrosion et des films d'oxyde. Les produits de nettoyage utilisés sont généralement appliqués par pulvérisation, après quoi la haute pression de l'eau courante est utilisée comme solution de rinçage. Les nettoyeurs alcalins ou à émulsion peuvent être utilisés dans le procédé de lavage par voie humide.
- Lavage à sec est utilisé pour retirer le film de poussière à l'aéroport, et les petites accumulations de saleté. Cette méthode ne convient pas pour éliminer les dépôts lourds de carbone, de graisse ou huile, en particulier dans les zones d'échappement du moteur.
- Les matériaux de lavage à sec sont appliqués par pulvérisation, pinceaux, chiffons en essuyant avec un chiffon propre et sec.
- Le polissage peut être décomposé en polissage à la main et le polissage mécanique. Le type et le degré de salissure et de l'aspect final désiré déterminent la méthode de nettoyage à utiliser.

Polissage restaure l'éclat aux surfaces peintes et non peintes de l'avion, et est habituellement effectué après que les surfaces ont été nettoyées. Le polissage est également utilisé pour supprimer l'oxydation et la corrosion.

Les polisseurs de matériaux sont disponibles en différentes formes et degrés d'abrasivité. Il est important que les instructions du constructeur de l'aéronef soient utilisées dans des applications spécifiques.



**Remarque:**

Le lavage des avions doit être effectuée à l'ombre autant que possible car les composés de nettoyage ont tendance à stries la surface s'ils sont appliquée sur un métal chaud, ou vont sécher sur place.

Installer des housses sur toutes les ouvertures où l'eau ou de nettoyeurs pourraient entrer et causer des dommages. Portez une attention particulière aux composants des systèmes d'instruments tels que les ports Pitot.

Divers équipements avions, tels que le radar ne doivent pas être nettoyés plus que nécessaire et ne doivent jamais être lavés avec des brosses dures. Une éponge ou gaze avec un minimum de frottement manuel est conseillé. N'importe quelle huile ou taches d'échappement doit d'abord être enlevée avec un solvant tel que le kérosène ou à base de pétrole.

Rincer les surfaces immédiatement après le nettoyage pour éviter le séchage du composé à la surface.

Avant d'appliquer de l'eau et du savon sur les surfaces en plastique, rincer les surfaces en plastique avec de l'eau fraîche pour dissoudre les dépôts de sel et laver les particules de poussière. Les surfaces en plastique doivent être lavés avec de l'eau et du savon, et de préférence à la main.

Ne pas utiliser d'acétone, de benzène, de tétrachlorure de carbone, des diluants à laque, sprays de nettoyage de vitres, de l'essence sur les matières plastiques parce qu'elles vont se ramollir et le plastique va craqueler.

Terminer le nettoyage des matières plastiques par revêtement d'un vernis plastique pour les vitres et pare-brise de l'avion. Ces vernis peuvent minimiser les petites rayures de surface et seront également utiles contre les charges statiques qui ont tendance de s'accumuler sur la surface des fenêtres.

Les huiles de surface, le fluide hydraulique, la graisse ou de carburant peuvent être retirés des pneus d'avions par lavage avec une solution de savon doux.

Après le nettoyage, lubrifier tous les graisseurs, charnières, etc.

**9.2. Nettoyage intérieur:**

Garder l'intérieur de l'aéronef propre est tout aussi important que le maintien d'une surface extérieure propre.

La corrosion peut s'établir sur les structures intérieures car il est difficile d'atteindre certaines zones pour le nettoyage. Les écrous, boulons, bouts de fil ou d'autres objets métalliques négligemment abandonnés et négligés, combinée avec l'humidité et le contact de métal différent, peuvent provoquer la corrosion électrolytique.

Lors de travaux de structure à l'intérieur de l'avion, nettoyer toutes les particules métalliques et autres débris. Pour faciliter le nettoyage et éviter que les particules métalliques et les débris de pénétrer dans des zones inaccessibles, utiliser une toile de protection dans la zone de travail.

Un aspirateur peut être utilisé pour ramasser la poussière et la saleté de l'intérieur du cockpit et de la cabine.



→ **Types d'opérations de nettoyage:**

Les principaux domaines qui peuvent nécessiter un nettoyage périodique sont:

- les zones d'aéronefs de la cabine des passagers (sièges, tapis, panneaux latéraux, garnitures, porte-bagages, rideaux, cendriers, fenêtres, portes, panneaux décoratifs en plastique, en bois ou matériaux similaires).
- les zones de stations de vol des aéronefs (matériaux semblables à ceux trouvés dans les zones des cabines des passagers ainsi que des tableaux de bord, des socles de contrôle, l'éblouissement des boucliers, des revêtements de sol, les surfaces métalliques des instruments et de l'équipement de commande de vol, des câbles électriques et des contacts, etc.).
- Toilettes et des buffets (matériaux semblables à ceux trouvés dans les zones des cabines des passagers des salles de toilette, fixations métalliques et les garnitures, les poubelles, les armoires, laver et évier bassins, miroirs, fours, etc.).

→ **Agents et solvants non-inflammables de nettoyage de la cabine de l'avion:**

▪ **Savons et détergents:**

Ils ont pour la plupart une application généralisée dans les opérations de nettoyage des avions impliquant des tissus, des tapis, des fenêtres et des surfaces similaires qui ne sont pas dommageables par des solutions d'eau car elles sont grand teint.

Certains soins sont souvent nécessaire pour éviter le lessivage de sels ignifuges solubles dans l'eau qui peuvent avoir été utilisés pour traiter ces matériaux (afin de réduire leurs caractéristiques de propagation des flammes).

Veillez à ce que la quantité d'eau nécessaire soit appliquée sur les matériaux de siège lors du nettoyage.

▪ **Nettoyants alcalins:**

La plupart de ces agents sont solubles dans l'eau et n'ont donc pas de propriétés de danger d'incendie.

Ils peuvent être utilisés sur les tissus, les tapis et les surfaces similaires de la même manière que des solutions détergentes et de savon avec des limitations supplémentaires mineures résultant de leur caractère caustique inhérent.

Cela peut accroître leur efficacité comme agents de nettoyage, mais aussi de grandes détériorations causées sur certains tissus et matières plastiques.

▪ **Solutions acides.**

Un certain nombre de solutions acides sont disponibles pour une utilisation comme agent de nettoyage.

Ce sont normalement des solutions douces conçues principalement pour éliminer le carbone ou des taches corrosives. Comme solutions à base d'eau, ils n'ont aucun point d'éclair mais peuvent nécessiter une utilisation plus prudente et judicieuse non seulement

07A - 18 x 50



pour éviter d'endommager les tissus, les plastiques, ou d'autres surfaces, mais aussi pour protéger la peau et les vêtements de ceux qui utilisent ces matériaux.

- **Agents désodorisants ou désinfectants:**

Un certain nombre d'agents exclusifs utiles pour la désodorisation de cabine d'aéronef ou la désinfection sont ininflammables. La plupart d'entre eux sont conçus pour l'application par pulvérisation (de type aérosol); toujours vérifier attentivement que certains de ces agents peuvent contenir un gaz comprimé inflammable.

- **Abrasifs:**

Certains matériaux abrasifs doux ininflammables sont disponibles pour rajeunir les surfaces peintes ou polies. Ils ne présentent pas de risque d'incendie.

- **Agents de nettoyage à sec:**

Les perchloroéthylène et trichloroéthylène comme utilisé à des températures ambiantes sont des exemples d'agents de nettoyage à sec ininflammable.

Ces matériaux ont un risque de toxicité nécessitant des soins dans leur utilisation, et dans certains endroits, en raison de lois sur l'environnement; leur utilisation peut être interdite ou sévèrement restreinte.

→ **Agents inflammables et combustible:**

- **Solvants à point éclair élevé:**

Issus des produits pétroliers raffinés, d'abord développés comme solvant de base, ils sont maintenant vendus sous une variété de noms commerciaux de différentes entreprises, ont des propriétés de solvant se rapprochant de l'essence, mais avoir danger propriétés d'incendie similaires à celles de kérosène couramment utilisé.

La plupart d'entre eux sont des produits stables ayant un point éclair à 140 ° F avec un degré de toxicité relativement faible.

- **Des solvants à faible point éclair:**

Ceux de la classe I (point d'éclair au-dessous de 100 ° F) sont des liquides inflammables qui ne doivent pas être utilisés pour le nettoyage de l'avion ou sa rénovation.

Les matériaux courants entrant dans cette «classe» sont l'acétone, l'essence d'aviation, éthyl cétone de méthyle, le naphta, le toluène etc.

→ **Contrôles de conteneurs:**

Les liquides inflammables doivent être manipulés uniquement dans des contenants approuvés ou des bidons de sécurité correctement étiquetés.

