Les Cahiers du RSA
Le magazine des Aviateurs Constructeurs et Restaurateurs d'Aéronefs

Secrets de constructeurs

AC 43.13-1B - Méthodes, techniques et pratiques acceptables. Inspection et réparation des aéronefs. Version française.

FÉDÉRATION RSA
La passion de l'aviation

Chapitre 6. CORROSION, INSPECTION ET PROTECTION

Hors Série web diffusé sur www.rsafrance.com - Février 2023

FÉDÉRATION

RSA

La passion de l'aviation

« L'aviation nous rapproche, mais l'amitié nous unit. »
Paul Poberezny

Innovation
Responsabilité
Grandes amitiés
Aventures humaines
Nouvelles compétences
Passion accessible à toutes et tous
Défis techniques et environnementaux
Sauvegarde du patrimoine aéronautique

La Fédération RSA regroupe 2400 passionnés, aviateurs constructeurs, restaurateurs et propriétaires d'aéronefs de tous types et pour tous les budgets.

Venez nous rencontrer dans les Clubs RSA, lors des rassemblements et en webinaires.

Quel sera votre prochain défi aéro ?

Fédération française des constructeurs et restaurateurs d'aéronefs
Association Reconnue d'Utilité Publique

46, rue Sauffroy - 75017 Paris
+33 (0)1 42 28 25 54 - info@rsafrance.com

www.rsafrance.com

Conception & réalisation Fédération RSA, PC. Photos collection RSA. © 2023-02

FÉDÉRATION RSA
La passion de l'aviation

Les Cahiers du RSA
Revue trimestrielle éditée par la Fédération française des constructeurs et des collectionneurs d'aéronefs.

Fondateur
Sylvain Badez
Directeur de la publication
Dominique Simon
Réalisation des Dossiers Secrets de Constructeurs
Patrick Cottereau

Ont participé à ce numéro :
Pascal Teil, Michel Suire et Jacky Souillard pour la relecture de la traduction réalisée par Patrick Cottereau

Photo de couverture : Fixation d'un longeron métallique... Très corrodé ! Photo DR.

et les photographes bénévoles.
Mis en page par la rédaction.

Fédération RSA
(Réseau du Sport de l'Air)
46, rue Sauffroy, 75017 Paris

Tél. : 01 42 28 25 54
www.rsafrance.com
info@rsafrance.com

Publicité & articles
cahiers@rsafrance.com

Informations sur
www.rsafrance.com

Revue fédérale envoyée à tous les membres de la Fédération RSA.

Commission paritaire
62631
ISSN : 0295-9003

Dépot légal
A parution

Hors série web
Diffusion février 2023

Toutes les marques citées sont la propriété de leurs détenteurs respectifs. La Fédération RSA ne peut en aucun cas être tenue pour responsable de l'application des pratiques citées dans Les Cahiers du RSA.

Présentation

Le document AC43.13-1B est édité gratuitement par l'administration américaine (FAA), depuis la fin des années 80, afin de diffuser les bonnes pratiques d'inspection et de réparation des aéronefs.

Cette circulaire consultative (AC pour Advisory Circular) contient des méthodes, techniques et pratiques acceptables pour l'inspection et la réparation des zones non pressurisées des aéronefs civils, uniquement lorsqu'il n'existe pas d'instructions de réparation ou d'entretien du constructeur. Ces informations concernent généralement les réparations mineures. Les réparations identifiées dans cette circulaire ne peuvent être utilisées que comme base pour l'approbation des réparations majeures. Les informations relatives aux réparations peuvent également être utilisées comme référentiel, et le chapitre, la page et le paragraphe de l'AC cités dans vos dossiers d'intervention lorsque :

a. vous avez déterminé qu'elles sont appropriées pour le matériel à réparer ;

b. elles sont directement applicables à la réparation effectuée ; et

c. elles ne sont pas contraires aux recommandations du constructeur.

Notez que l'AC 43.13-1B annule et remplace l'AC 43.13-1A de 1988. Notez également l'existence de l'AC 43.13-2B qui traite de la modification des aéronefs.

Constatant qu'il n'existe pas d'équivalent en Europe, et ce document étant incontournable dans le milieu de la maintenance aéronautique, la Fédération RSA vous propose ici une version traduite en Français, gardant en page gauche la version anglaise pour référence.

Afin de ne pas attendre la traduction des 646 pages du document original, nous vous proposons une mise à disposition par Chapitre, le Chapitre 1 sur les structures en bois, le 2 concernant l'entoilage et le 3 sur les composites et plexiglas ayant été traduits en 2020, le chapitre 4 sur les structures en métal en 2021 et le 5 sur l'inspection non destructive en janvier dernier, voici le Chapitre 6 sur la corrosion sa détection et sa protection. Les suivants concerneront l'accastillage - câbles de contrôle et tendeurs (7), le groupe motopropulseur (8), les composants et systèmes (9), la pesée et le centrage (10), les systèmes électriques (11) pour terminer avec les facteurs humains (13).

Nous remercions ici tous les contributeurs qui, outre atlantique, ont permis la compilation de dizaines d'années de savoir-faire, et l'équipe RSA qui m'a aidé pour la relecture.

Entretenez et réparez sérieusement !

Patrick Cottereau

CONTENTS (CONTINUED)

Paragraph Page

CHAPTER 6. CORROSION, INSPECTION & PROTECTION

SECTION 1. GENERAL

6-1. General....6-1
Figure 6-1. Simplified Corrosion Cell Showing Conditions which Must Exist for Electrochemical Corrosion....6-2
Figure 6-2. Elimination of Corrosion by Application of an Organic Film to Metal Surface....6-2
6-2. Factors Influencing Corrosion....6-1
6-3. Common Corrosive Agents....6-3
6-4. Micro-Organisms....6-3
6-5.—6-10. [RESERVED.]....6-4

SECTION 2. TYPES OF CORROSION

6-11. General....6-5
Figure 6-3. Corrosion Attack....6-5
6-12. General Surface Corrosion....6-5
Figure 6-4. General Surface Corrosion....6-5
6-13. Pitting Corrosion....6-5
Figure 6-5(a). Pitting Corrosion (External View)....6-5
Figure 6-5(b). Pitting Corrosion (Magnified Cross Section)....6-5

Sommaire du Chapitre 6

Page	Rubrique
	SECTION 1. GÉNÉRALITÉS
13	6-1. GÉNÉRALITÉS.
13	6-2. FACTEURS INFLUENÇANT LA CORROSION.
17	6-3. AGENTS CORROSIFS COMMUNS.
17	6-4. MICRO-ORGANISMES.
19	6-5. - 6-10. [RÉSERVÉ.]
	SECTION 2. LES TYPES DE CORROSION
21	6-11. GÉNÉRALITÉS.
21	6-12. CORROSION DE SURFACE.
21	6-13. CORROSION PAR PIQÛRE.

CONTENTS (CONTINUED)

Paragraph Page

6-14. Concentration Cell Corrosion....6-6
Figure 6-6. Concentration Cell Corrosion....6-6
6-15. Active-Passive Cells....6-6
Figure 6-7. Active-Passive Cell....6-7
6-16. Filiform Corrosion....6-7
Figure 6-8. Filiform Corrosion....6-7
6-17. Intergranular Corrosion....6-7
Figure 6-9. Intergranular Corrosion of 7050-T6 Aluminum Adjacent to Steel Fastener....6-8
6-18. Exfoliation Corrosion....6-7
Figure 6-10. Exfoliation Corrosion....6-8
6-19. Galvanic Corrosion....6-8
Figure 6-11. Galvanic Corrosion of Magnesium Adjacent to Steel Fastener....6-9
6-20. Stress Corrosion Cracking....6-8
Figure 6-12. Stress Corrosion Cracking....6-9
6-21. Fatigue Corrosion....6-9
6-22. Fretting Corrosion....6-10
Figure 6-13. Fretting Corrosion....6-10
6-23.—6-28. [RESERVED.]....6-10

SECTION 3. CORROSION PROTECTION MEASURES FOR BASIC MATERIALS

6-29. General....6-11
6-30. Anodizing and Related Processes....6-11
6-31. Plating....6-11
6-32. Phosphate Rust-Proofing....6-11
6-33. Chrome-Pickle Treatment....6-11
6-34. Dichromate Treatment....6-11
6-35. Stannate Immersion Treatment....6-11
6-36. Galvanic Anodizing Treatment....6-12
6-37. Cladding....6-12
6-38. Metal Spraying....6-12
6-39. Shot-Peening....6-12
6-40. Organic Coatings....6-12
6-41. Dope Proofing....6-12
6-42. Tube Interiors....6-12
6-43.—6-49. [RESERVED.]....6-12

SECTION 4. CORROSION PREVENTIVE MAINTENANCE

6-50. Guidelines: All Aircraft....6-13
6-51. Guidelines: Aircraft Operating Over Salt Water....6-13
6-52.—6-62. [RESERVED.]....6-14

SECTION 5. VISUAL CORROSION INSPECTION GUIDE FOR AIRCRAFT

6-63. General....6-15
6-64. Exhaust Trail Areas....6-15
6-65. Battery Compartments and Battery Vent Openings....6-15
6-66. Lavatories and Galleys....6-15
6-67. Bilge Areas....6-15
6-68. Wheel Wells and Landing Gear....6-15

23 6-14. CORROSION PAR CELLULES DE CONCENTRATION.
23 6-15. CELLULES ACTIVES-PASSIVES.
25 6-16. CORROSION FILIFORME.
25 6-17. CORROSION INTERGRANULAIRE.
25 6-18. CORROSION PAR EXFOLIATION.
27 6-19. CORROSION GALVANIQUE.
27 6-20. CRIQUES DE CORROSION SOUS CONTRAINTE.
29 6-21. CORROSION DE FATIGUE.
31 6-22. CORROSION DE CONTACT.
31 6-23. - 6-28. [RÉSERVÉ.]

SECTION 3. MESURES DE PROTECTION CONTRE LA CORROSION DES MATÉRIAUX DE BASE

33 6-29. GÉNÉRALITÉS.
33 6-30. ANODISATION ET PROCÉDÉS CONNEXES.
33 6-31. PLACAGE..
33 6-32. ANTIROUILLE AU PHOSPHATE.
33 6-33. TRAITEMENT AU CHROME-BICHROMATE.
33 6-34. TRAITEMENT AU BICHROMATE.
33 6-35. TRAITEMENT PAR IMMERSION AU STANNATE.
35 6-36. TRAITEMENT PAR ANODISATION GALVANIQUE.
35 6-37. REVÊTEMENT.
35 6-38. PULVÉRISATION DE MÉTAL.
35 6-39. GRENAILLAGE DE PRÉCONTRAINTE.
35 6-40. REVÊTEMENTS ORGANIQUES.
35 6-41. ENDUIT DE PROTECTION.
35 6-42. INTÉRIEUR DES TUBES.
35 6-43. - 6-49. [RÉSERVÉ.]

SECTION 4. MAINTENANCE PRÉVENTIVE CONTRE LA CORROSION

37 6-50. LIGNES DIRECTRICES : TOUS LES AÉRONEFS.
37 6-51. LIGNES DIRECTRICES : AÉRONEFS ÉVOLUANT AU-DESSUS DE L'EAU SALÉE.
39 6-52. - 6-62. [RÉSERVÉ].

SECTION 5. GUIDE D'INSPECTION VISUELLE DE LA CORROSION SUR AVION

41 6-63. GÉNÉRALITÉS.
41 6-64. ZONES D'ÉCHAPPEMENT.
41 6-65. COMPARTIMENTS DE LA BATTERIE ET OUVERTURES DE VENTILATION DE LA BATTERIE.
41 6-66. TOILETTES ET CUISINES.
41 6-67. FONDS DE CALE.
41 6-68. PUITS DE ROUE ET TRAIN D'ATTERRISSAGE.

CONTENTS (CONTINUED)

Paragraph Page

6-69. External Skin Areas 6-15
6-70. Water Entrapment Areas 6-16
6-71. Engine Frontal Areas 6-16
6-72. Electronic Package Compartments 6-16
6-73. Flexible Hose Assemblies 6-16
6-74. Sandwich Panels 6-16
6-75. Control Cables 6-16
6-76. Integral Fuel Cells 6-16
6-77. Electrical Connectors 6-16
6-78.—6-88. [RESERVED.] 6-16

SECTION 6. CORROSION REMOVAL PROCEDURES

6-89. General 6-17
6-90. Safety Precautions 6-17
6-91. Corrosion Control Work Procedures 6-18
6-92.—6-112. [RESERVED.] 6-19

SECTION 7. BASIC CORROSION REMOVAL TECHNIQUES

6-113. General 6-21
6-114. Preparations for Rework 6-21
6-115. Fairing or Blending Reworked Areas 6-21
Table 6-1. Abrasives for Corrosion Removal 6-22
Figure 6-14. Typical Example of Acceptable Cleanup of Corrosion Pits 6-23
Figure 6-15. Blendout of Corrosion as a Single Depression 6-24
Figure 6-16. Blendout of Multiple Pits in a Corroded Area 6-24
6-116. Corrosion Removal by Blasting 6-22
6-117. Cleaners, Polishes, and Brighteners 6-22
6-118. Standard Methods 6-23
6-119.—6-131. [RESERVED.] 6-24

SECTION 8. ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS

6-132. General 6-25
6-133. Special Treatment of Anodized Surfaces 6-25
6-134. Repair of Aluminum Alloy Sheet Metal 6-25
6-135. Corrosion Removal Around Countersunk Fasteners in Aluminum Alloy 6-26
6-136. Examples of Removing Corrosion From Aluminum and Aluminum Alloys 6-26
6-137.—6-147. [RESERVED.] 6-28

SECTION 9. MAGNESIUM AND MAGNESIUM ALLOYS

6-148. General 6-29
6.149. Treatment of Wrought Magnesium Sheets and Forgings 6-29
6.150. Repair of Magnesium Sheet Metal After Extensive Corrosion Removal 6-29
6.151. In-Place Treatment of Magnesium Castings 6-30
6.152. Example of Removing Corrosion from Magnesium 6-30
6-153.—6-163. [RESERVED.] 6-33

41 6-69. REVÊTEMENT EXTÉRIEUR.
43 6-70. ZONE DE RÉTENTION D'EAU.
43 6-71. FACE AVANT DU MOTEUR.
43 6-72. COMPARTIMENT AVIONIQUE.
43 6-73. TUYAUTERIES FLEXIBLES.
43 6-74. PANNEAUX SANDWICH.
43 6-75. CÂBLES DE COMMANDES.
43 6-76. RÉSERVOIRS STRUCTURAUX.
43 6-77. CONNECTEURS ÉLECTRIQUES.
43 6-78. - 6-88. [RÉSERVÉ].

SECTION 6. PROCÉDURES DE RETRAIT DE LA CORROSION

45 6-89. GÉNÉRALITÉS.
45 6-90. MESURES DE PROTECTION.
47 6-91. PROCÉDURES POUR LE CONTRÔLE DE LA CORROSION.
49 6-92. - 6-112. [RÉSERVÉ].

SECTION 7. TECHNIQUES DE BASE POUR RETIRER LA CORROSION

51 6-113. GÉNÉRALITÉS.
51 6-114. PRÉPARATIFS POUR LA REMISE EN ÉTAT.
51 6-115. CARÉNAGE OU REMPLISSAGE DES ZONES RÉPARÉES.
53 6-116. ÉLIMINATION DE LA CORROSION PAR SABLAGE.
53 6-117. NETTOYANTS, LUSTRANTS ET AGENTS DE BLANCHIMENT.
55 6-118. MÉTHODES STANDARD.
57 6-119. - 6-131. [RÉSERVÉ].

SECTION 8. ALUMINIUM ET ALLIAGES

59 6-132. GÉNÉRALITÉS.
59 6-133. TRAITEMENT SPÉCIAL DES SURFACES ANODISÉES.
59 6-134. RÉPARATION DE TÔLES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM.
61 6-135. ÉLIMINATION DE LA CORROSION AUTOUR DES FIXATIONS FRAISÉES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM.
61 6-136. EXEMPLES D'ÉLIMINATION DE LA CORROSION SUR L'ALUMINIUM ET SES ALLIAGES.
65 6-137. - 6-147. [RÉSERVÉ].

SECTION 9. MAGNÉSIUM ET ALLIAGES

67 6-148. GÉNÉRALITÉS.
67 6-149. TRAITEMENT DES TÔLES ET DES PIÈCES FORGÉES EN MAGNÉSIUM.
67 6-150. RÉPARATION DE LA TÔLE DE MAGNÉSIUM APRÈS UN ENLÈVEMENT DE CORROSION IMPORTANT.
69 6-151. TRAITEMENT SUR SITE DES PIÈCES MOULÉES EN MAGNÉSIUM.
69 6-152. EXEMPLE DE RETRAIT DE LA CORROSION SUR DU MAGNÉSIUM.
75 6-153. - 6-163. [RÉSERVÉ].

CONTENTS (CONTINUED)

Paragraph Page

SECTION 10. FERROUS METALS

6-164. General....6-35
6-165. Special Treatment of High Strength Steel....6-35
6-166. Special Treatment of Stainless Steel....6-35
6-167. Example of Removing Corrosion from Ferrous Metals....6-36
6-168.—6-178. [RESERVED.]....6-36

SECTION 11. OTHER METALS AND ALLOYS

6-179. Noble Metal Coatings - Cleanup and Restoration....6-37
6-180. Copper and Copper Alloys....6-37
6-181. Titanium and Titanium Alloys....6-37
6-182.—6-192. [RESERVED.]....6-38

SECTION 12. PLATED PARTS

6-193. Chromium and Nickel Plated Parts....6-39
6-194. Cadmium and Zinc Plated Parts....6-39
6-195.—6-205. [RESERVED.]....6-39

SECTION 13. CORROSION PROOFING OF LAND PLANES CONVERTED TO SEA PLANES

6-206. General....6-41
6-207. Necessary Minimum Precautions....6-41
6-208. Recommended Precautions....6-41
6-209.—6-219. [RESERVED.]....6-42

SECTION 14. HANDLING AND CARE OF AIRCRAFT RECOVERED FROM WATER IMMERSION

6-220. General....6-43
6-221. Initial Fresh Water or Detergent Wash....6-43
6-222. Reciprocating Engines and Propellers....6-43
6-223. Airframe....6-43
6-224.—6-234. [RESERVED.]....6-44

SECTION 10. MÉTAUX FERREUX

77 6-164. GÉNÉRALITÉS.
77 6-165. TRAITEMENT SPÉCIFIQUE DE L'ACIER A HAUTE RÉSISTANCE.
77 6-166. TRAITEMENT SPÉCIFIQUE DE L'ACIER INOXYDABLE.
79 6-167. EXEMPLES DE RETRAIT DE LA CORROSION DES MÉTAUX FERREUX.
79 6-168. - 6-178. [RÉSERVÉ].

SECTION 11. AUTRES MÉTAUX ET ALLIAGES

81 6-179. NETTOYAGE ET RESTAURATION DES PLAQUAGES EN MÉTAUX NOBLES.
81 6-180. CUIVRES ET ALLIAGES DE CUIVRE.
81 6-181. TITANE ET ALLIAGES DE TITANE.
83 6-182. - 6-192. [RÉSERVÉ].

SECTION 12. ELEMENTS PLAQUÉS

85 6-193. PIÈCES CHROMÉES ET NICKELÉES.
85 6-194. PIÈCES CADMIÉES ET ZINGUÉES.
85 6-195. - 6-205. [RÉSERVÉ].

SECTION 13. PROTECTION CONTRE LA CORROSION DES AVIONS TERRESTRES CONVERTIS EN HYDRAVIONS

87 6-206. GÉNÉRALITÉS.
87 6-207. PRÉCAUTIONS MINIMALES INDISPENSABLES.
87 6-208. PRÉCAUTIONS RECOMMANDÉES.
89 6-182. - 6-192. [RÉSERVÉ].

SECTION 14. MANIPULATION ET ENTRETIEN DES AÉRONEFS RÉCUPÉRÉS APRÈS UNE IMMERSION DANS L'EAU

91 6-220. GÉNÉRALITÉS.
91 6-221. NETTOYAGE INITIAL À L'EAU OU AU DÉTERGENT.
91 6-222. MOTEURS À PISTONS ET HÉLICES.
91 6-223. CELLULE.
93 6-224. - 6-234. [RÉSERVÉ].

CHAPTER 6. CORROSION, INSPECTION & PROTECTION

SECTION 1. GENERAL

6-1. GENERAL. The purpose of this chapter is to provide information that will help maintenance personnel prevent, control, identify, and treat various types of corrosion. (Refer to AC 43-4A, Corrosion Control For Aircraft for a more in-depth study on the detection and treatment of corrosion.)

a. Corrosion is a natural occurrence that attacks metal by chemical or electrochemical action and converts it back to a metallic compound.

b. Four conditions must exist before electrochemical corrosion can occur. (See figure 6-1.) They are:

(1) A metal subject to corrosion (Anode);

(2) A dissimilar conductive material (Cathode), which has less tendency to corrode;

(3) Presence of a continuous, conductive liquid path (Electrolyte); and

(4) Electrical contact between the anode and the cathode (usually in the form of metal-to-metal contact such as rivets, bolts, and corrosion).

c. Elimination of any one of these conditions will stop electrochemical corrosion. (See figure 6-2.)

NOTE: Paint can mask the initial stages of corrosion. Since corrosion products occupy more volume than the original metal, painted surfaces should be inspected often for irregularities such as blisters, flakes, chips, and lumps.

6-2. FACTORS INFLUENCING CORROSION.

a. Some factors which influence metal corrosion and the rate of corrosion are:

(1) Type of metal;

(2) Heat treatment and grain direction;

(3) Presence of a dissimilar, less corrodible metal;

(4) Anodic and cathodic surface areas (in galvanic corrosion);

(5) Temperature;

(6) Presence of electrolytes (hard water, salt water, battery fluids, etc.);

(7) Availability of oxygen;

(8) Presence of biological organisms;

(9) Mechanical stress on the corroding metal; and,

(10) Time of exposure to a corrosive environment.

(11) Lead/graphite pencil marks on aircraft surface metals.

b. Most pure metals are not suitable for aircraft construction and are used only in combination with other metals to form alloys. Most alloys are made up entirely of small crystalline regions, called grains. Corrosion can occur on surfaces of those regions which

Section 1. Généralités

6-1. GÉNÉRALITÉS. L'objectif de ce chapitre est de fournir des informations qui aideront le personnel d'entretien à prévenir, contrôler, identifier et traiter différents types de corrosion. (Voir AC 43-4B, Contrôle de la corrosion pour les aéronefs pour une étude plus approfondie sur la détection et le traitement de la corrosion, mise à jour en octobre 2018.)

a. La corrosion est un phénomène naturel qui attaque le métal par une action chimique ou électrochimique et le convertit en un composé métallique.

b. Quatre conditions doivent être réunies avant qu'une corrosion électrochimique ne puisse se produire. (Voir la figure 6-1.) Ce sont :

(1) Un métal sujet à la corrosion (Anode) ;

(2) Un matériau conducteur dissimilaire (Cathode) qui a moins tendance à corroder ;

(3) Présence d'un chemin liquide conducteur continu (Électrolyte) ; et

(4) Contact électrique entre l'anode et la cathode (habituellement sous la forme de contact métal-à-métal, comme les rivets, les boulons et la corrosion).

c. L'élimination de l'une de ces conditions arrêtera la corrosion électrochimique. (Voir la figure 6-2.)

NOTE : La peinture peut masquer les premières étapes de la corrosion. Comme les produits de la corrosion occupent plus de volume que le métal d'origine, les surfaces peintes doivent être inspectées souvent pour des irrégularités telles que des bulles, des écailles, des éclats et des bosses.

6-2. FACTEURS QUI INFLUENCENT LA CORROSION.

a. Certains facteurs qui influencent la corrosion des métaux et le taux de corrosion sont :

(1) Type de métal ;

(2) Traitement thermique et sens des fibres / des grains ;

(3) Présence d'un métal dissimilaire, moins corrodable ;

(4) Aire de surface anodique et cathodique (en cas de corrosion galvanique) ;

(5) Température ;

(6) Présence d'électrolytes (eau dure, eau salée, fluides de batterie, etc.) ;

(7) Disponibilité d'oxygène ;

(8) Présence d'organismes biologiques ;

(9) Contraintes mécaniques sur le métal en cours de corrosion ; et

(10) Temps d'exposition à un environnement corrosif.

(11) Marques de crayon à plomb/graphite sur les métaux de surface d'aéronefs.

b. La plupart des métaux purs ne conviennent pas à la construction d'aéronefs et ne sont utilisés qu'en combinaison avec d'autres métaux pour former des alliages. La plupart des alliages sont constitués entièrement de petites régions cristallines, appelées grains. La corrosion peut se produire sur les surfaces de ces régions qui sont moins résistantes et également aux limites entre les régions, entraînant la formation de trous et de corrosion intergranulaire. Les métaux ont une large gamme de résistance à la corrosion. Les métaux les plus actifs (ceux qui perdent facilement des électrons), tels que le magnésium et l'aluminium, corrodent facilement. Les métaux les plus nobles (ceux qui ne perdent pas facilement des électrons), tels que l'or et l'argent, ne corrodent pas facilement.

are less resistant and also at boundaries between regions, resulting in the formation of pits and intergranular corrosion. Metals have a wide range of corrosion resistance. The most active metals, (those which lose electrons easily), such as magnesium and aluminum, corrode easily. The most noble metals (those which do not lose electrons easily), such as gold and silver, do not corrode easily.

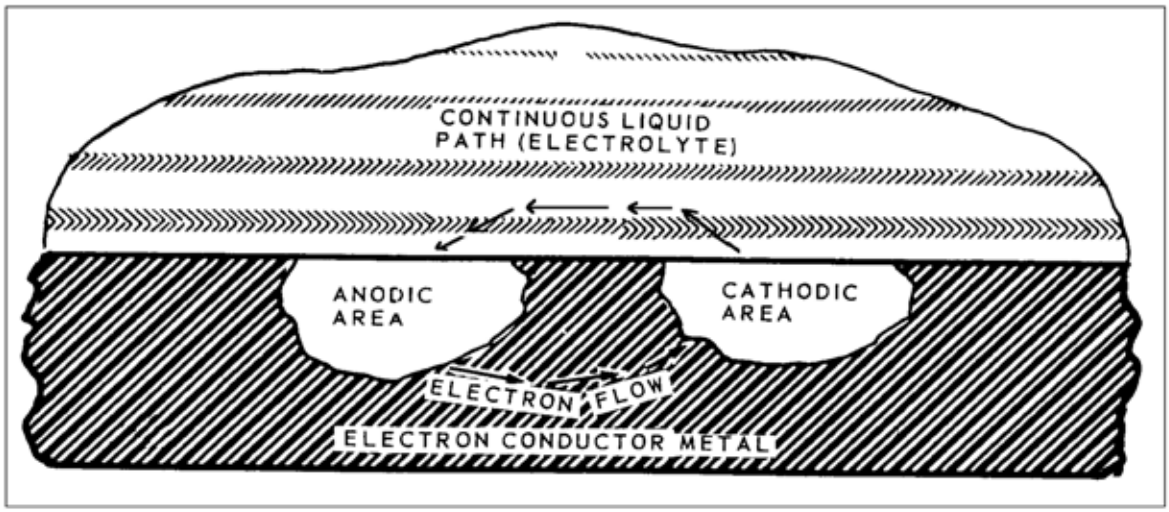


FIGURE 6-1. Simplified corrosion cell showing conditions which must exist for electrochemical corrosion.

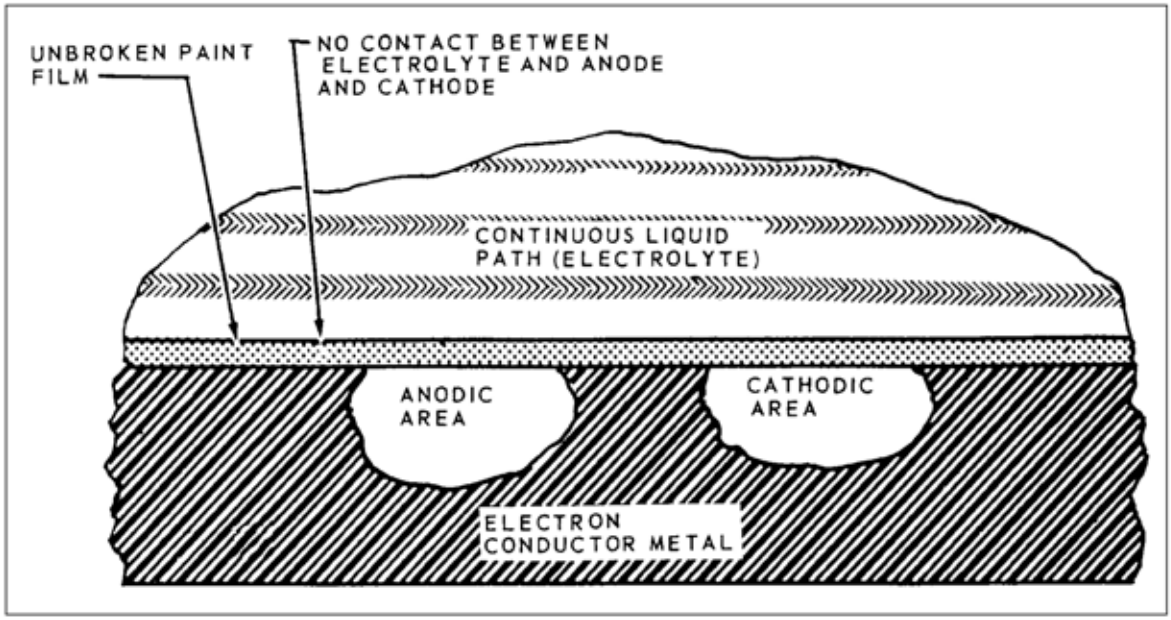


FIGURE 6-2. Elimination of corrosion by application of an organic film to metal surface.

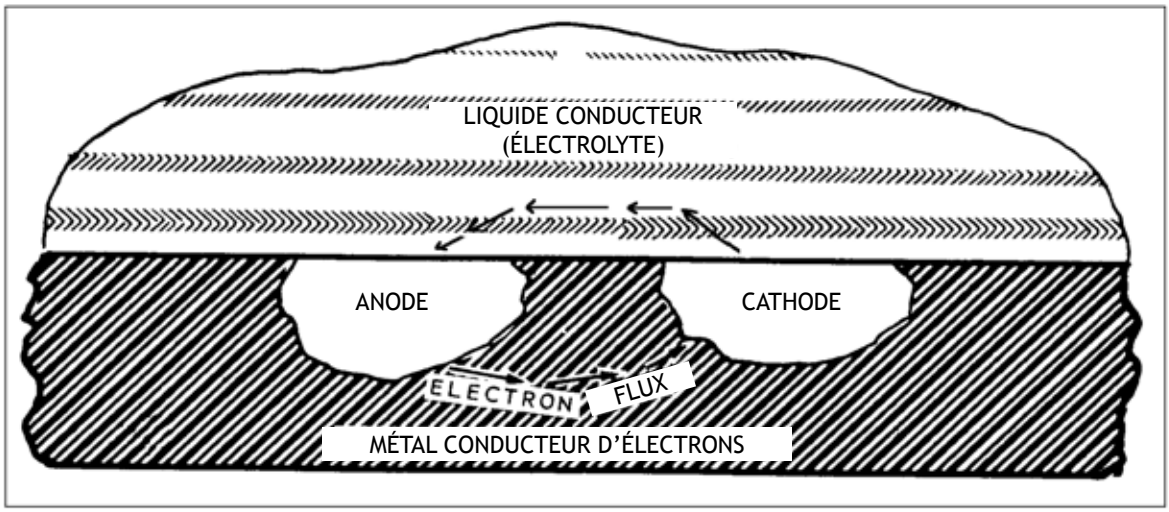


Figure 6-1. Cellule de corrosion simplifiée montrant les conditions qui doivent exister pour la corrosion électrochimique.

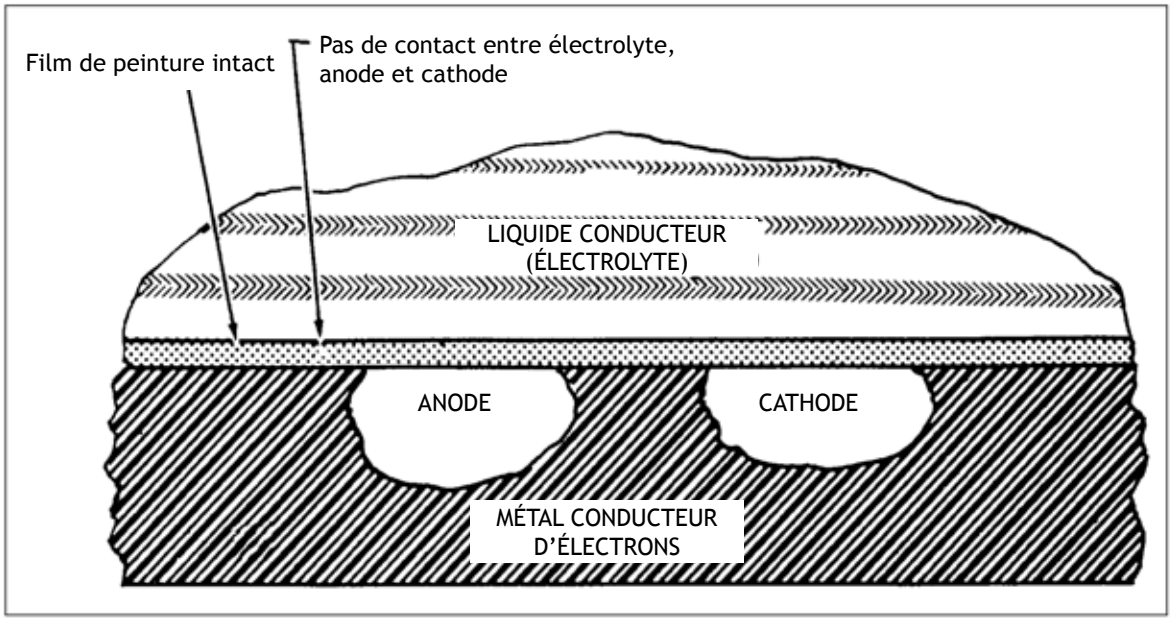


Figure 6-2. Élimination de la corrosion par l'application d'un film organique sur une surface métallique.

c. Corrosion is quickened by high-temperature environments that accelerate chemical reactions and increase the concentration of water vapor in the air.

d. Electrolytes (electrically-conducting solutions) form on surfaces when condensation, salt spray, rain, or rinse water accumulate. Dirt, salt, acidic gases, and engine exhaust gases can dissolve on wet surfaces, increasing the electrical conductivity of the electrolyte, thereby increasing the rate of corrosion.

e. When some of the electrolyte on a metal surface is partially confined, (such as between faying surfaces or in a deep crevice) the metal around this area corrodes more rapidly. This type of corrosion is called an oxygen concentration cell. Corrosion occurs more rapidly because the reduced oxygen content of the confined electrolyte causes the adjacent metal to become anodic to other metal surfaces on the same part that are immersed in electrolyte or exposed to air.

f. Slime, molds, fungi, and other living organisms (some microscopic) can grow on damp surfaces. Once they are established, the area usually remains damp, increasing the possibility of corrosion.

g. Manufacturing processes such as machining, forming, welding, or heat treatment can leave residual stress in aircraft parts and can cause cracking in a corrosive environment.

6-3. COMMON CORROSIVE AGENTS. Substances that cause corrosion are called corrosive agents. The most common corrosive agents are acids, alkalies, and salts. The atmosphere and water, the two most common media for these agents, may also act as corrosive agents.

a. Any acid will severely corrode most of the alloys used in airframes. The most destructive are sulfuric acid (battery acid), halogen acids (hydrochloric, hydrofluoric, and hydrobromic), nitrous oxide compounds, and organic acids found in the wastes of humans and animals.

b. Alkalies, as a group, are not as corrosive as acids. Aluminum and magnesium alloys are exceedingly prone to corrosive attack by many alkaline solutions unless the solutions contain a corrosion inhibitor. Substances particularly corrosive to aluminum are washing soda, potash (wood ashes), and lime (cement dust).

c. The major atmospheric corrosive agents are oxygen and airborne moisture. Corrosion often results from the direct action of atmospheric oxygen and moisture on metal nd the presence of additional moisture often accelerates corrosive attack, particularly on ferrous alloys. The atmosphere may also contain other corrosive gases and contaminants, particularly industrial and marine salt spray.

d. The corrosiveness of water depends on the type and quantity of dissolved mineral and organic impurities and dissolved gasses (particularly oxygen) in the water. One characteristic of water that makes it corrosive is its conductivity. Physical factors, such as water temperature and velocity also have a direct bearing on its corrosiveness.

6-4. MICRO-ORGANISMS.

a. Bacteria may be either aerobic or anaerobic. Aerobic bacteria require oxygen to live. They accelerate corrosion by oxidizing sulfur to produce sulfuric acid. Bacteria living adjacent to metals may promote corrosion by depleting the oxygen supply or by releasing metabolic products. Anaerobic bacteria, on the other hand, can survive only when free oxygen

c. La corrosion est accélérée par les environnements à haute température qui accélèrent les réactions chimiques et augmentent la concentration de vapeur d'eau dans l'air.

d. Les électrolytes (solutions conductrices électriques) se forment sur les surfaces lorsque la condensation, la pluie salée, la pluie ou l'eau de rinçage s'accumulent. La saleté, le sel, les gaz acides et les gaz d'échappement du moteur peuvent se dissoudre sur les surfaces humides, augmentant la conductivité électrique de l'électrolyte, ce qui augmente le taux de corrosion.

e. Lorsque une partie de l'électrolyte sur une surface métallique est partiellement confinée, (comme entre les surfaces en contact ou dans une fente profonde) le métal autour de cette zone corrode plus rapidement. Ce type de corrosion est appelé cellule de concentration d'oxygène. La corrosion se produit plus rapidement parce que la teneur réduite en oxygène de l'électrolyte confiné fait que le métal adjacent devient anodique par rapport aux autres surfaces métalliques sur la même pièce qui sont immergées dans l'électrolyte ou exposées à l'air.

f. La vase, les moisissures, les champignons et autres organismes vivants (certains microscopiques) peuvent se développer sur les surfaces humides. Une fois qu'ils sont établis, la zone reste généralement humide, augmentant la possibilité de corrosion.

g. Les processus de fabrication tels que l'usinage, le formage, le soudage ou le traitement thermique peuvent laisser des contraintes résiduelles dans les pièces d'aéronef et peuvent causer des fissurations dans un environnement corrosif.

6-3. AGENTS CORROSIFS COURANTS. Les substances qui causent la corrosion sont appelées agents corrosifs. Les agents corrosifs les plus courants sont les acides, les alcalins et les sels. L'atmosphère et l'eau, les deux milieux les plus courants pour ces agents, peuvent également agir comme des agents corrosifs.

a. Tout acide va corroder sévèrement la plupart des alliages utilisés dans les structures des aéronefs. Les plus destructeurs sont l'acide sulfurique (acide de batterie), les acides halogènes (chlorhydrique, fluohydrique et bromhydrique), les composés d'oxyde nitreux et les acides organiques présents dans les déchets humains et animaux.

b. Les alcalins, en tant que groupe, ne sont pas aussi corrosifs que les acides. Les alliages d'aluminium et de magnésium sont extrêmement sensibles à l'attaque corrosive de nombreuses solutions alcalines à moins que les solutions contiennent un inhibiteur de corrosion. Les substances particulièrement corrosives pour l'aluminium sont la soude, la potasse (cendres de bois) et la chaux (poussière de ciment).

c. Les principaux agents corrosifs atmosphériques sont l'oxygène et l'humidité aérienne. La corrosion résulte souvent de l'action directe de l'oxygène atmosphérique et de l'humidité sur le métal et la présence d'humidité supplémentaire accélère souvent l'attaque corrosive, en particulier sur les alliages ferreux. L'atmosphère peut également contenir d'autres gaz et contaminants corrosifs, en particulier les embruns salins industriels et maritimes.

d. La corrosivité de l'eau dépend du type et de la quantité d'impuretés minérales et organiques dissoutes et des gaz dissous (en particulier de l'oxygène) dans l'eau. Une caractéristique de l'eau qui la rend corrosive est sa conductivité. Les facteurs physiques, tels que la température et la vitesse de l'eau ont également une incidence directe sur sa corrosivité.

6-4. MICRO-ORGANISMES.

a. Les bactéries peuvent être soit aérobies ou anaérobies. Les bactéries aérobies ont besoin d'oxygène pour vivre. Elles accélèrent la corrosion en oxydant le soufre pour produire de l'acide sulfurique. Les bactéries qui vivent à côté des métaux peuvent promouvoir la corrosion en épuisant la réserve d'oxygène ou en libérant des produits métaboliques. Les bactéries anaérobies, quant à elles, ne peuvent survivre que lorsque l'oxygène libre n'est pas présent. Leur métabolisme les oblige à obtenir une partie de leur nourriture en oxydant des composés inorganiques, tels que le fer, le soufre, l'hydrogène et le monoxyde de carbone. Les réactions chimiques qui en résultent causent la corrosion.

is not present. The metabolism of these bacteria requires them to obtain part of their sustenance by oxidizing inorganic compounds, such as iron, sulfur, hydrogen, and carbon monoxide. The resultant chemical reactions cause corrosion.

b. Fungi are the growths of micro-organisms that feed on organic materials. While low humidity does not kill microbes, it slows their growth and may prevent corrosion damage. Ideal growth conditions for most micro-organisms are temperatures between 68 and 104 °F (20 and 40 °C) and relative humidity between 85 and 100 percent.

c. Damage resulting from microbial growth can occur when any of three basic mechanisms, or a combination of these, is brought into play. First, fungi have a tendency to hold moisture, which contributes to other forms of corrosion. Second, because fungi are living organisms, they need food to survive. This food is obtained from the material on which the fungi are growing. Third, these micro-organisms secrete corrosive fluids that attack many materials, including some that are not fungi nutrient.

d. Microbial growth must be removed completely to avoid corrosion. Microbial growth should be removed by hand with a firm non-metallic bristle brush and water. Removal of microbial growth is easier if the growth is kept wet with water. Microbial growth may also be removed with steam at 100 psi. Protective clothing must be used when using steam for removing microbial growth.

6-5.—6-10. [RESERVED.]

b. Les champignons sont des croissances de micro-organismes qui se nourrissent de matières organiques. Bien que l'humidité faible ne tue pas les microbes, elle ralentit leur croissance et peut empêcher les dommages de corrosion. Les conditions idéales de croissance pour la plupart des micro-organismes sont des températures entre 20 et 40 °C (68 et 104°F) et une humidité relative entre 85 et 100%.

c. Les dommages résultant de la croissance microbienne peuvent survenir lorsque l'un des trois mécanismes de base, ou une combinaison de ceux-ci, est mis en jeu. Tout d'abord, les champignons ont tendance à retenir l'humidité, ce qui contribue à d'autres formes de corrosion. Deuxièmement, étant des organismes vivants, les champignons ont besoin de nourriture pour survivre. Cette nourriture est obtenue à partir du matériau sur lequel les champignons poussent. Troisièmement, ces micro-organismes sécrètent des fluides corrosifs qui attaquent de nombreux matériaux, y compris certains qui ne sont pas des nutriments pour les champignons.

d. La croissance microbienne doit être complètement éliminée pour éviter la corrosion. La croissance microbienne doit être enlevée à la main avec une brosse à poils durs non métallique et de l'eau. L'élimination de la croissance microbienne est plus facile si la croissance est maintenue humide avec de l'eau. La croissance microbienne peut également être éliminée avec de la vapeur à 100 psi (7 bars). Des vêtements de protection doivent être utilisés lors de l'utilisation de la vapeur pour enlever la croissance microbienne.

6-5.- 6-10. [RÉSERVÉ.]

SECTION 2. TYPES OF CORROSION

6-11. GENERAL. All corrosive attacks begin on the surface of the metal making the classification of corrosion by physical appearance a convenient means of identification. (See figure 6-3.)

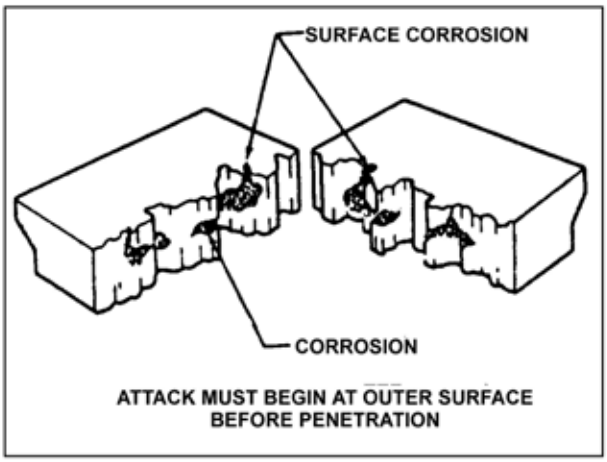


FIGURE 6-3. Corrosion attack.

6-12. GENERAL SURFACE CORROSION. General surface corrosion (also referred to as Uniform Etch or Uniform Attack Corrosion) is the most common form of corrosion and results from a direct chemical attack on a metal surface and involves only the metal surface. (See figure 6-4.) General surface corrosion usually occurs over a wide area and is more or less equal in dispersion. On a polished surface, this type of corrosion is first seen as a general dulling of the surface, and if allowed to continue, the surface becomes rough and possibly frosted in appearance. The discoloration or general dulling of metal created by exposure to elevated temperatures is not to be considered general surface corrosion.

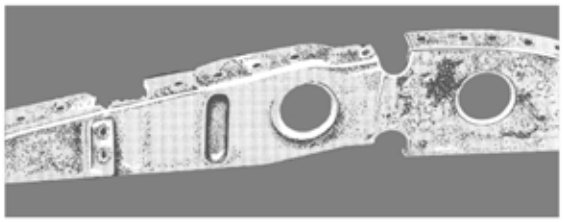


FIGURE 6-4. General surface corrosion.

6-13. PITTING CORROSION. Pitting corrosion is one of the most destructive and intense forms of corrosion. It can occur in any metal but is most common on metals that form protective oxide films, such as aluminum and magnesium alloys. It is first noticeable as a white or gray powdery deposit, similar to dust, which blotches the surface. When the deposit is cleaned away, tiny holes or pits can be seen in the surface. (See figures 6-5(a) and 6-5(b).) These small surface openings may penetrate deeply into structural members and cause damage completely out of proportion to its surface appearance.

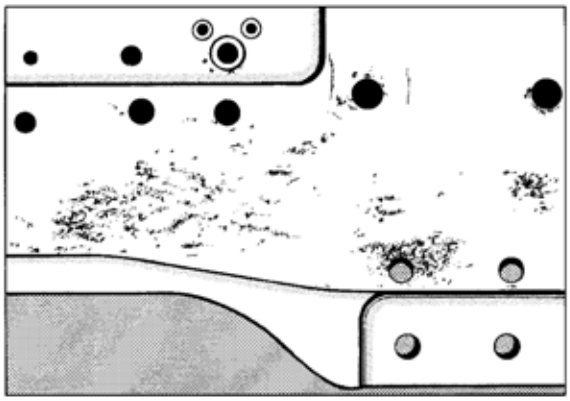


FIGURE 6-5(a). Pitting corrosion (external view).

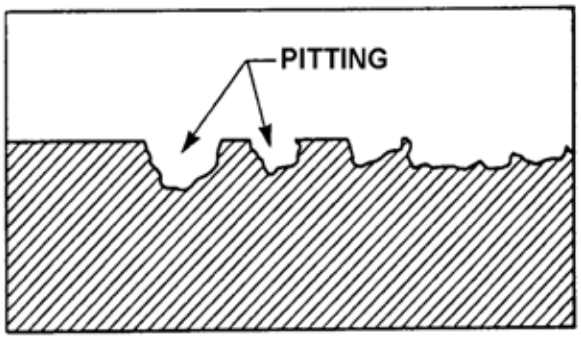


FIGURE 6-5(b). Pitting corrosion (magnified cross section).

6-11. GÉNÉRALITÉS. Toutes les attaques corrosives commencent à la surface du métal, ce qui rend la classification de la corrosion par l'apparence physique un moyen pratique d'identification. (Voir figure 6-3.)

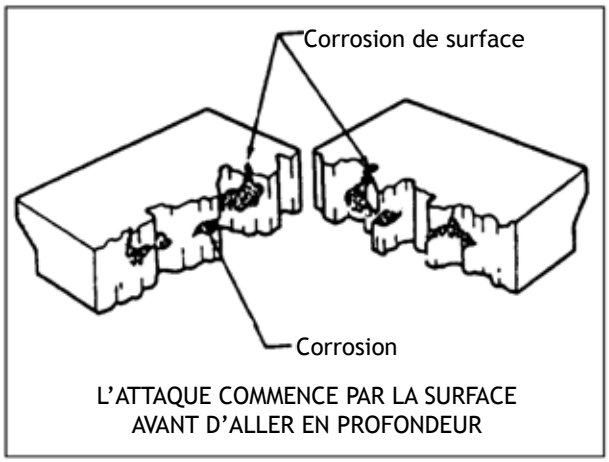


Figure 6-3. Attaque de la corrosion.

6-12. CORROSION DE SURFACE GÉNÉRALE. La corrosion de surface générale (également appelée attaque uniforme ou attaque uniforme de la corrosion) est la forme la plus courante de corrosion et résulte d'une attaque chimique directe sur une surface métallique et ne concerne que la surface métallique. (Voir figure 6-4.) La corrosion de surface générale se produit le plus souvent sur une grande surface et est plus ou moins égale en dispersion. Sur une surface polie, ce type de corrosion est d'abord vu comme un assombrissement général de la surface, et si elle peut continuer, la surface devient rugueuse et possiblement de l'apparence de givre. La décoloration ou l'assombrissement général du métal créé par l'exposition à des températures élevées ne doit pas être considéré comme une corrosion de surface générale.

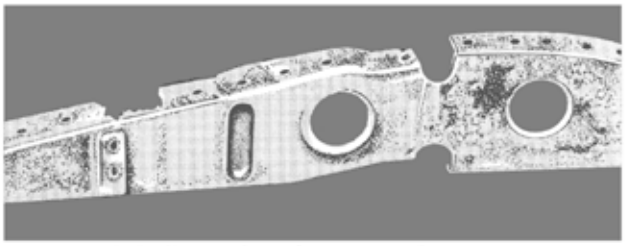


Figure 6-4. Corrosion de surface.

6-13. CORROSION PAR PIQÛRE. La corrosion par piqûre est l'une des formes les plus destructrices et intenses de corrosion. Elle peut se produire dans n'importe quel métal, mais elle est la plus courante sur les métaux qui forment des films protecteurs d'oxyde, tels que les alliages d'aluminium et de magnésium. Elle apparaît d'abord sous forme de dépôt blanc ou gris poudreux, similaire à de la poussière, qui tache la surface. Lorsque le dépôt est nettoyé, on peut voir de minuscules trous ou des cavités à la surface. (Voir les figures 6-5(a) et 6-5(b).) Ces petits trous de surface peuvent pénétrer profondément dans les éléments structurels et causer des dommages complètement disproportionnés par rapport à leur aspect superficiel.

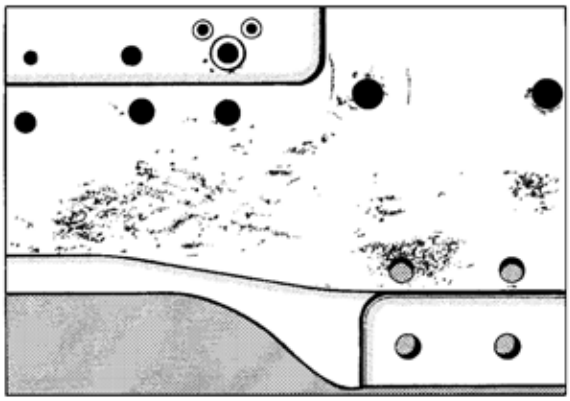


Figure 6-5(a). Corrosion par piqûre (vue extérieure).

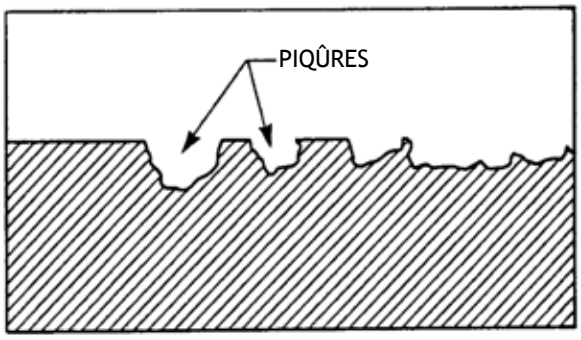


Figure 6-5(b). Corrosion par piqûre (vue en coupe agrandie).

6-14. CONCENTRATION CELL CORROSION. Concentration cell corrosion, (also known as Crevice Corrosion) is corrosion of metals in a metal-to-metal joint, corrosion at the edge of a joint even though the joined metals are identical, or corrosion of a spot on the metal surface covered by a foreign material. Metal ion concentration cells and oxygen concentration cells are the two general types of concentration cell corrosion. (See figure 6-6.)

a. Metal Ion Concentration Cells. The solution may consist of water and ions of the metal which is in contact with water. A high concentration of the metal ions will normally exist under faying surfaces where the solution is stagnant, and a low concentration of metal ions will exist adjacent to the crevice which is created by the faying surface. An electrical potential will exist between the two points; the area of the metal in contact with the low concentration of metal ions will be anodic and corrode, and the area in contact with the high metal ion concentration will be cathodic and not show signs of corrosion.

b. Oxygen Concentration Cells. The solution in contact with the metal surface will normally contain dissolved oxygen. An oxygen cell can develop at any point where the oxygen in the air is not allowed to diffuse into the solution, thereby creating a difference in oxygen concentration between two points. Typical locations of oxygen concentration cells are under gaskets, wood, rubber, and other materials in contact with the metal surface. Corrosion will occur at the area of low oxygen concentration (anode). Alloys such as stainless steel are particularly susceptible to this type of crevice corrosion.

6-15. ACTIVE-PASSIVE CELLS. Metals which depend on a tightly adhering passive film, usually an oxide, for corrosion protection are prone to rapid corrosive attack by active-passive cells. Active-passive cells are often referred to as a type of concentration cell corrosion. However, the active-passive cell is actually two forms of corrosion working in conjunction. The corrosive action usually starts as an oxygen concentration cell. As an example, salt deposits on the metal surface in the presence of water containing oxygen can create the oxygen cell. The passive film will be broken beneath the salt crystals. Once the passive film is broken, the active metal beneath the film will be exposed to corrosive attack. (See figure 6-7.) Rapid pitting of the active metal will result. This reaction can become locally intense due to several factors. First the reaction is augmented by the affected area, since the proportion of the exposed base metal is small compared to the surrounding non-reactive metal. This effectively concentrates the focal point of the reaction, often resulting in deep pits in a short time and a greater rate of corrosion.

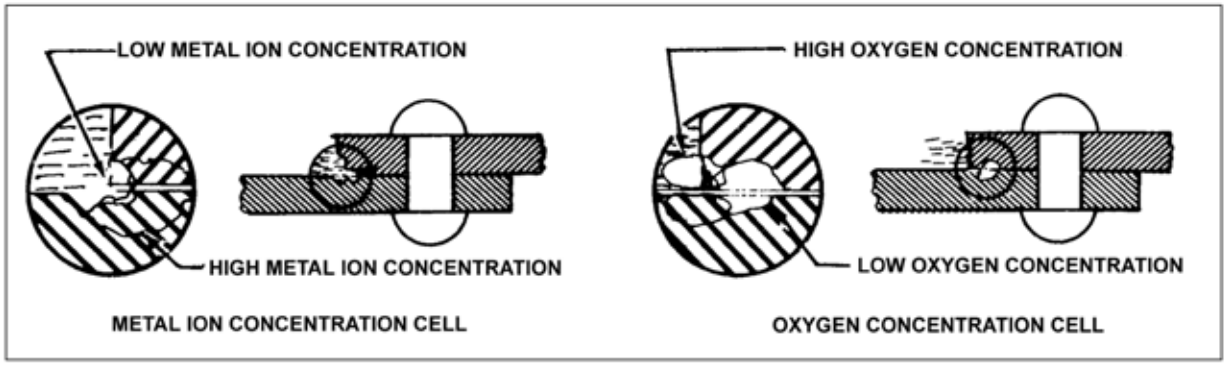


FIGURE 6-6. Concentration cell corrosion.

6-14. CORROSION PAR CELLULES DE CONCENTRATION. La corrosion par cellules de concentration, (également connue sous le nom de corrosion par crevasses) est la corrosion des métaux dans une articulation métal-à-métal, la corrosion au bord d'une articulation, même si les métaux joints sont identiques, ou la corrosion d'un point sur la surface métallique recouverte d'un matériau étranger. Les cellules de concentration d'ions métalliques et les cellules de concentration d'oxygène sont les deux types généraux de corrosion par cellules de concentration. (Voir la figure 6-6.)

a. Cellules de concentration d'ions métalliques. La solution peut consister en de l'eau et des ions du métal en contact avec l'eau. Une concentration élevée d'ions métalliques existe normalement sous les surfaces de contact où la solution est stagnante, et une concentration faible d'ions métalliques existe à côté de la crevasse qui est créée par la surface de contact. Un potentiel électrique existe entre les deux points; la zone du métal en contact avec la faible concentration d'ions métalliques sera anodique et corrodera, et la zone en contact avec la forte concentration d'ions métalliques sera cathodique et ne montrera pas de signes de corrosion.

b. Cellules de concentration d'oxygène. La solution en contact avec la surface métallique contiendra normalement de l'oxygène dissous. Une cellule d'oxygène peut se développer à n'importe quel endroit où l'oxygène de l'air n'est pas autorisé à diffuser dans la solution, créant ainsi une différence de concentration d'oxygène entre deux points. Les emplacements typiques des cellules de concentration d'oxygène se trouvent sous les joints, le bois, le caoutchouc et autres matériaux en contact avec la surface métallique. La corrosion se produira à la zone de faible concentration d'oxygène (anode).

Les alliages tels que l'acier inoxydable sont particulièrement sensibles à ce type de corrosion de crevasses.

6-15. CELLULES ACTIVES-PASSIVES. Les métaux dont la protection contre la corrosion dépend d'un film passif fortement adhérent, généralement un oxyde, sont sujets à une attaque corrosive rapide par des cellules actives-passives. Les cellules actives-passives sont souvent considérées comme un type de corrosion cellulaire à concentration. Cependant, la cellule active-passive est en fait deux formes de corrosion qui fonctionnent conjointement. L'action corrosive commence généralement comme une cellule de concentration. Par exemple, les dépôts de sel sur la surface du métal en présence d'eau contenant de l'oxygène peuvent créer la cellule à oxygène. Le film passif sera brisé sous les cristaux de sel. Une fois le film passif brisé, le métal à vif situé sous le film sera exposé à une attaque corrosive. (Voir figure 6-7.) Il en résulte une piqûre rapide du métal à vif. Cette réaction peut devenir localement intense en raison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, la réaction est augmentée par la zone affectée, puisque la proportion du métal exposé est faible par rapport au métal non réactif environnant. Cela concentre effectivement le point focal de la réaction, ce qui entraîne souvent des piqûres profondes en peu de temps et une vitesse de corrosion plus élevée.

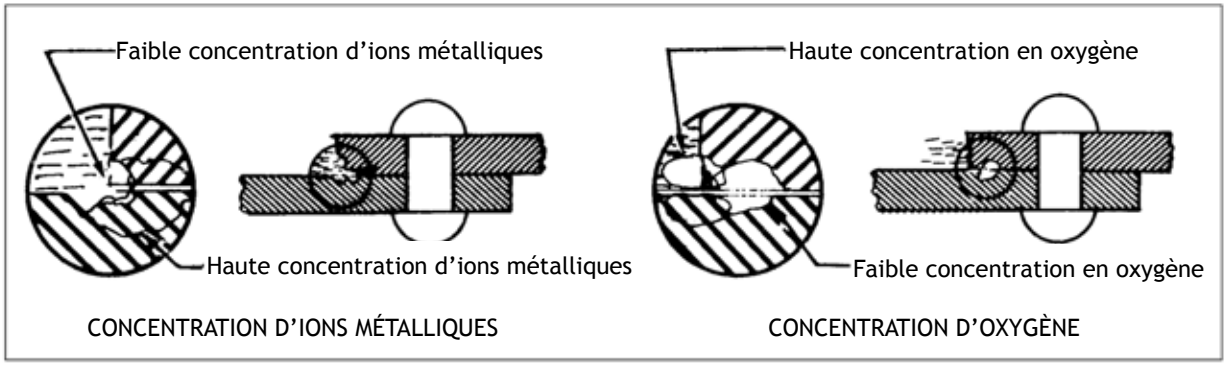


Figure 6-6. Points de concentration de corrosion.

6-16. FILIFORM CORROSION. Filiform corrosion is a special form of oxygen concentration cell which occurs on metal surfaces having an organic coating system. It is recognized by its characteristic worm-like trace of corrosion products beneath the paint film. (See figure 6-8.) Polyurethane finishes are especially susceptible to filiform corrosion. Filiform occurs when the relative humidity of the air is between 78 and 90 percent and the surface is slightly acidic. This corrosion usually attacks steel and aluminum surfaces. The traces never cross on steel, but they will cross under one another on aluminum which makes the damage deeper and more severe for aluminum. If the corrosion is not removed, the area treated, and a protective finish applied, the corrosion can lead to inter-granular corrosion, especially around fasteners and at seams. Filiform corrosion can be removed using glass bead blasting material with portable abrasive blasting equipment or sanding. Filiform corrosion can be prevented by storing aircraft in an environment with a relative humidity below 70 percent, using coating systems having a low rate of diffusion for oxygen and water vapors, and by washing the aircraft to remove acidic contaminants from the surface.

6-17. INTERGRANULAR CORROSION. Inter-granular corrosion is an attack on the grain boundaries of a metal. A highly magnified cross section of any commercial alloy shows the granular structure of the metal. It consists of quantities of individual grains, and each of these tiny grains has a clearly defined boundary which chemically differs from the metal within the grain. The grain boundary and the grain center can react with each other as anode and cathode when in contact with an electrolyte. (See figure 6-9.) Rapid selective corrosion of the grain boundaries can occur. High-strength aluminum alloys such as 2014 and 7075 are more susceptible to inter-granular corrosion if they have been improperly heat-treated and then exposed to a corrosive environment.

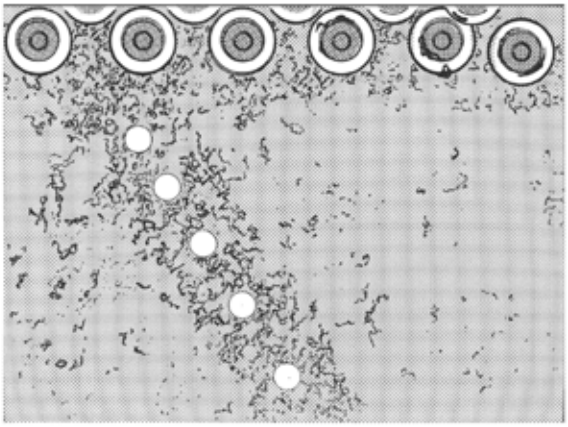


FIGURE 6-8. Filiform corrosion.

6-18. EXFOLIATION CORROSION. Exfoliation corrosion is an advanced form of inter-granular corrosion and shows itself by lifting up the surface grains of a metal by the force of expanding corrosion products occurring at the grain boundaries just below the surface. (See figure 6-10.) It is visible evidence of inter-granular corrosion and is most often seen on extruded sections where grain thickness are usually less than in rolled forms.

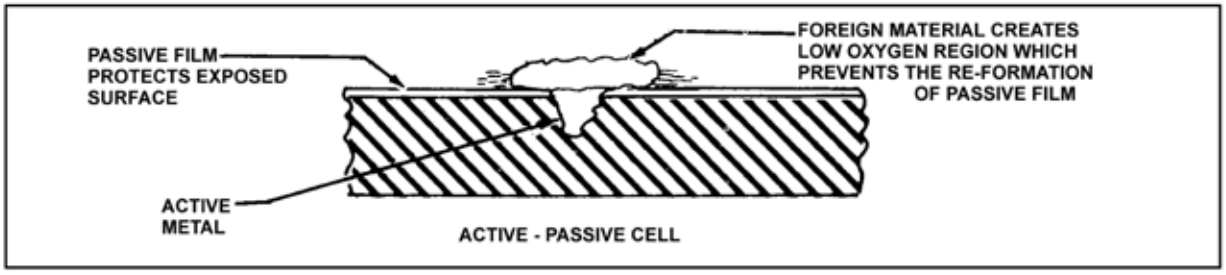


FIGURE 6-7. Active-passive cell.

6-16. CORROSION FILIFORME.

La corrosion filiforme est une forme particulière de cellule de concentration d'oxygène qui se produit sur des surfaces métalliques ayant un système de revêtement organique. On la reconnaît à la trace caractéristique en forme de ver des produits de corrosion sous le film de peinture. (Voir figure 6-8.) Les finitions en polyuréthane sont particulièrement sensibles à la corrosion filiforme. La corrosion filiforme se produit lorsque l'humidité relative de l'air se situe entre 78 et 90% et que la surface est légèrement acide. Cette corrosion attaque généralement les surfaces en acier et en aluminium. Les traces ne se croisent jamais sur l'acier, mais elles se croisent l'une sous l'autre sur l'aluminium, ce qui rend les dommages plus profonds et plus graves. Si la corrosion n'est pas éliminée sur la zone traitée, et une finition protectrice appliquée, la corrosion peut entraîner une corrosion intergranulaire, en particulier autour des fixations et des jointures. La corrosion filiforme peut être éliminée à l'aide d'un produit de sablage à billes de verre avec un équipement de sablage portable ou par ponçage. On peut prévenir la corrosion filiforme en entreposant les aéronefs dans un environnement où l'humidité relative est inférieure à 70 %, en utilisant des systèmes de revêtement ayant un faible taux de diffusion de l'oxygène et de vapeur d'eau, et en lavant les aéronefs pour éliminer les contaminants acides de la surface.

6-17. CORROSION INTERGRANULAIRE.

La corrosion intergranulaire est une attaque sur les limites des grains d'un métal. Une coupe transversale fortement agrandie de n'importe quel alliage commercial montre la structure granulaire du métal. Elle est constituée de quantités de grains individuels, et chacun de ces minuscules grains a une limite clairement définie qui diffère chimiquement du métal à l'intérieur du grain. La limite du grain et le centre du grain peuvent réagir l'un avec l'autre comme une anode et une cathode lorsqu'ils sont en contact avec un électrolyte. (Voir figure 6-9.)

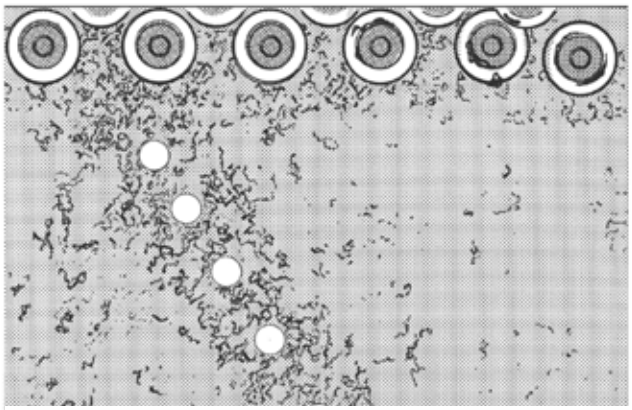


Figure 6-8. Corrosion filiforme.

Une corrosion sélective rapide des joints de grains peut se produire. Les alliages d'aluminium à haute résistance tels que le 2014 et le 7075 sont plus sensibles à la corrosion inter-granulaire s'ils ont été mal traités thermiquement puis exposés à un environnement corrosif.

6-18. CORROSION PAR EXFOLIATION.

La corrosion par exfoliation est une forme avancée de corrosion inter-granulaire et se manifeste par le soulèvement des grains de surface d'un métal sous l'effet de l'expansion des produits de corrosion qui se produisent aux limites des grains juste sous la surface. (Voir figure 6-10.) Il s'agit d'une preuve visible de la corrosion inter-granulaire et elle est le plus souvent observée sur les sections extrudées où l'épaisseur des grains est généralement inférieure à celle des formes laminées.

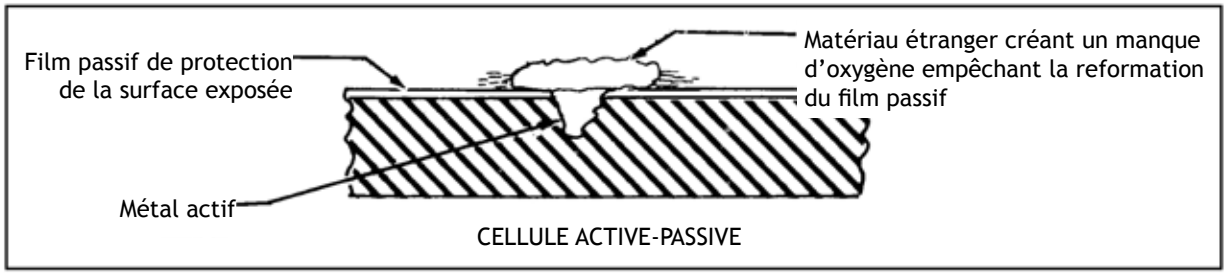


Figure 6-7. Cellule active-passive.

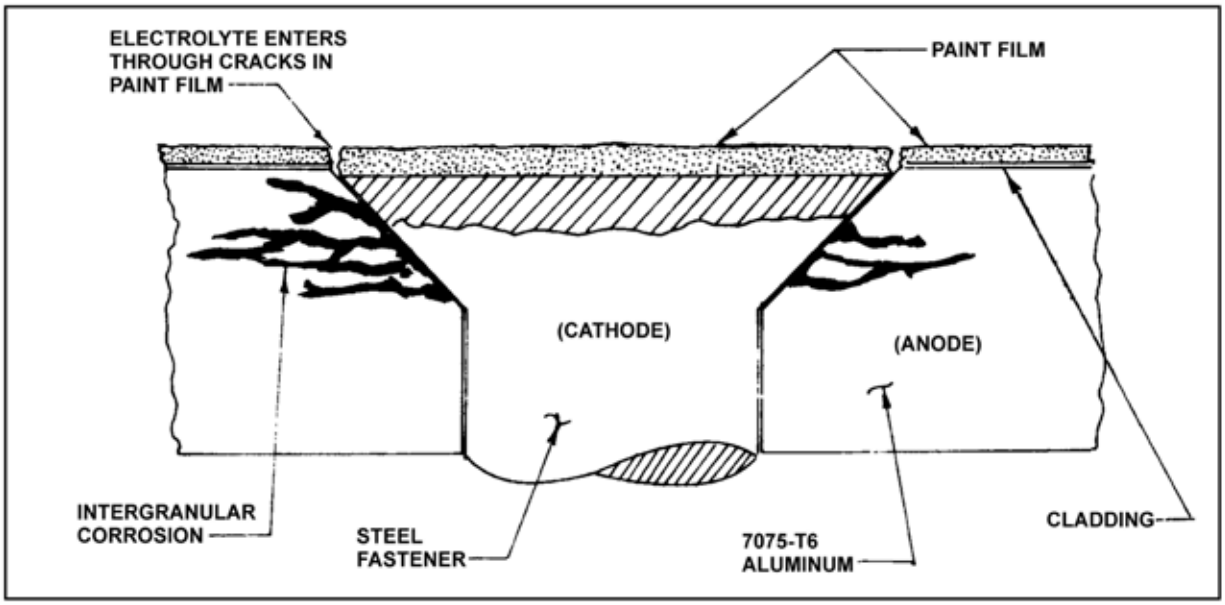


FIGURE 6-9. Inter-granular Corrosion of 7075-T6 aluminum adjacent to steel fastener.

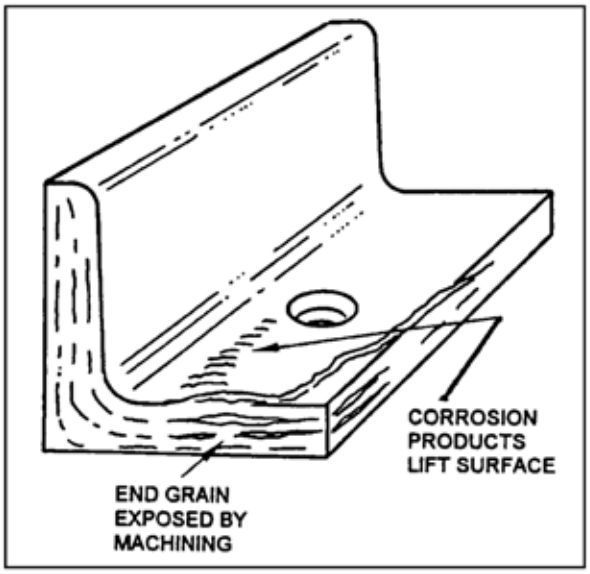


FIGURE 6-10. Exfoliation corrosion.

6-19. GALVANIC CORROSION. Galvanic corrosion occurs when two dissimilar metals make contact in the presence of an electrolyte. (See figure 6-11.) It is usually recognizable by the presence of a build-up of corrosion at the joint between the metals.

6-20. STRESS CORROSION CRACKING. This form of corrosion involves a constant or cyclic stress, acting in conjunction with a damaging chemical environment. The stress may be caused by internal or external loading.

a. Internal stress may be trapped in a part of structure during manufacturing processes such as cold working or by unequal cooling from high temperatures. Most manufacturers follow up these processes with a stress relief operation. Even so, sometimes stress remains trapped. The stress may be externally introduced in part structure by riveting, welding, bolting, clamping, press fit, etc. If a slight mismatch occurs, or a fastener is over-torque, internal stress will be present.

b. Internal stress is more important than design stress, because stress corrosion is difficult to recognize before it has overcome the design safety factor. The level of stress varies from point to point within the metal. Stresses near the yield strength are generally necessary to promote stress corrosion cracking. (See figure 6-12.) However, failures may occur at lower stresses. Specific environments have been identified which cause stress corrosion cracking of certain alloys.

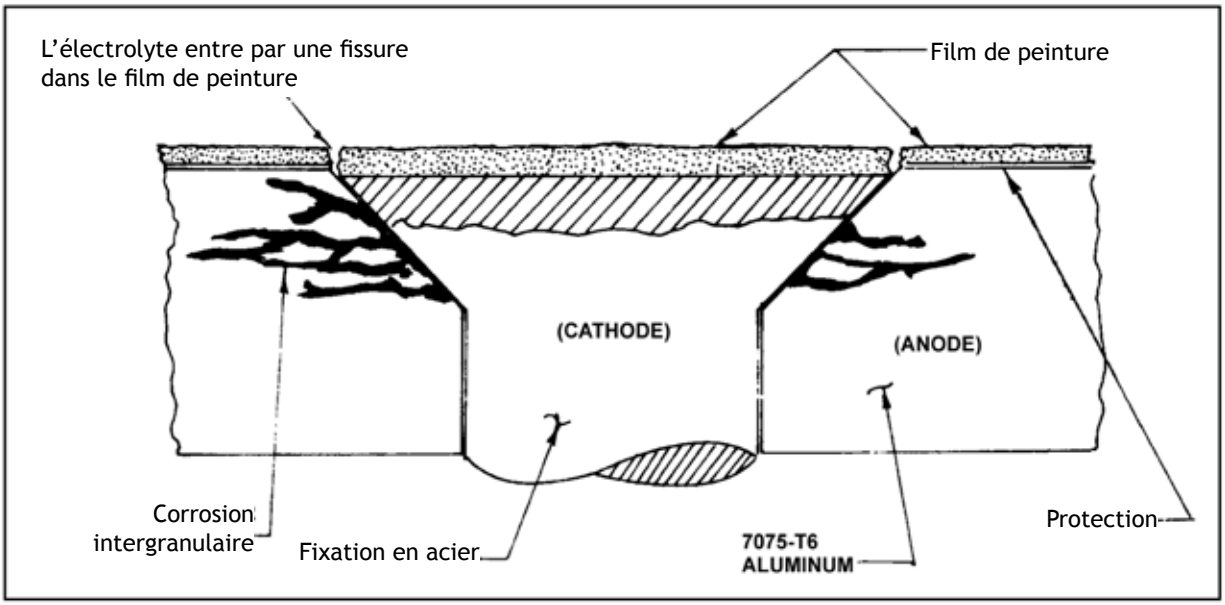


Figure 6-9. Corrosion intergranulaire d'un aluminium 7075-T6 adjacent à un élément de fixation en acier.

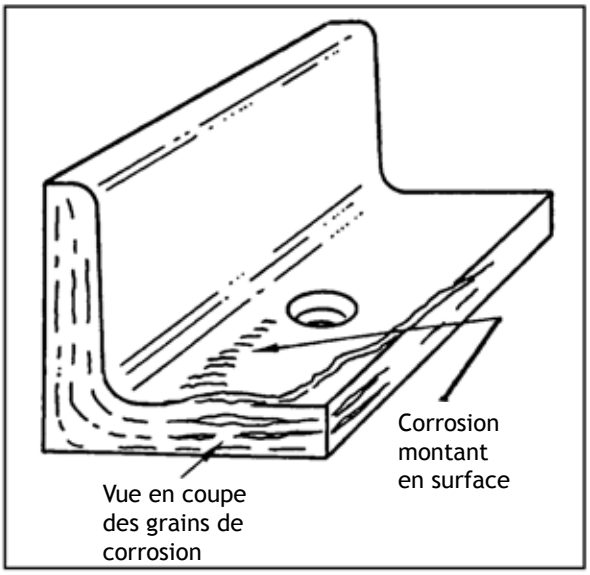


Figure 6-10. Corrosion en exfoliation.

6-19. CORROSION GALVANIQUE.

La corrosion galvanique se produit lorsque deux métaux dissemblables entrent en contact en présence d'un électrolyte. (Voir figure 6-11.) Elle est généralement reconnaissable par la présence d'une accumulation de corrosion au niveau du joint entre les métaux.

6-20. CRIQUES DE CORROSION SOUS CONTRAINTE.

Cette forme de corrosion implique une contrainte constante ou cyclique, agissant en conjonction avec un environnement chimique dommageable. La contrainte peut être causée par une charge interne ou externe.

a. La contrainte interne peut être piégée dans une partie de la structure pendant les processus de fabrication tels que le travail à froid ou par un refroidissement inégal à partir de températures élevées. La plupart des constructeurs font suivre ces processus d'une opération de réduction des contraintes. Malgré cela, il arrive que les contraintes restent emprisonnées. La contrainte peut être introduite de l'extérieur dans la structure de la pièce par rivetage, soudage, boulonnage, serrage, ajustement serré, etc. Si un léger décalage se produit, ou si un élément de fixation est soumis à un couple excessif, une contrainte interne sera présente.

b. La contrainte interne est plus importante que la contrainte de conception, car la corrosion sous contrainte est difficile à reconnaître avant qu'elle n'ait dépassé le facteur de sécurité de conception. Le niveau de contrainte varie d'un point à l'autre du métal. Des contraintes proches de la limite d'élasticité sont généralement nécessaires pour favoriser l'apparition de criques par corrosion sous contrainte. (Voir figure 6-12.) Toutefois, des défaillances peuvent se produire à des contraintes inférieures. On a identifié des environnements spécifiques qui provoquent des criques par corrosion sous contrainte de certains alliages.

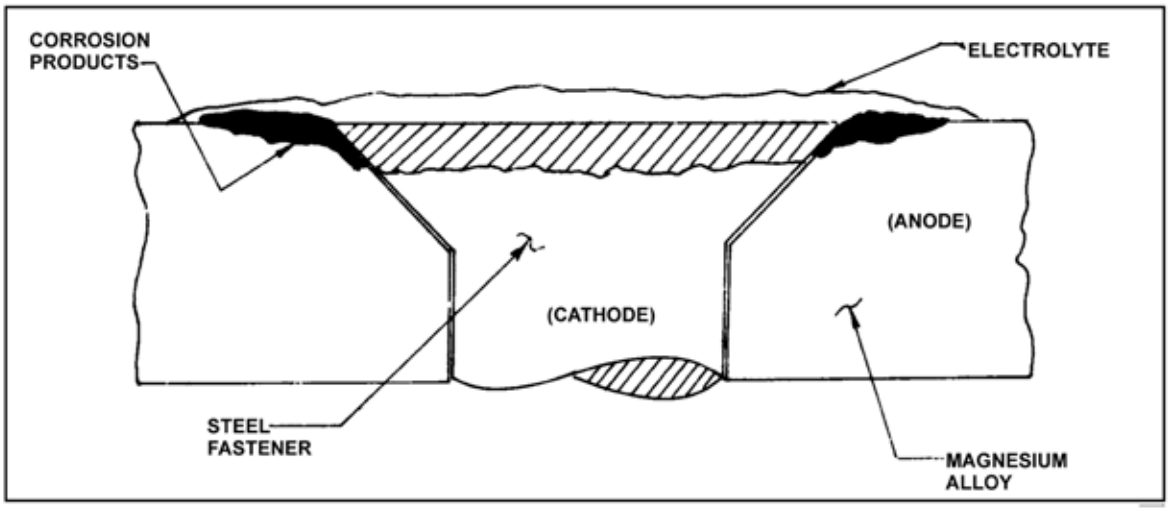


FIGURE 6-11. Galvanic corrosion of magnesium adjacent to steel fastener.

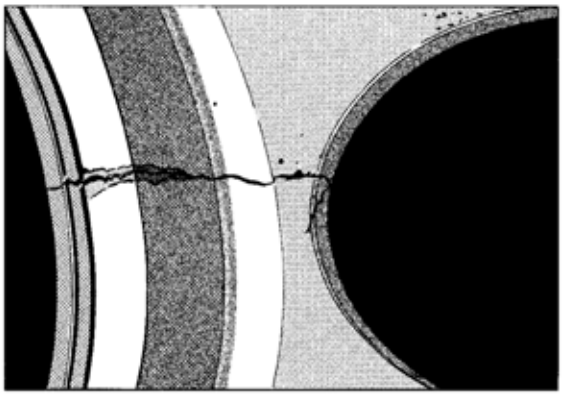


FIGURE 6-12. Stress corrosion cracking.

(1) Salt solutions and sea water cause stress corrosion cracking of high-strength, heat-treated steel and aluminum alloys.

(2) Methyl alcohol-hydrochloric acid solutions will cause stress corrosion cracking of some titanium alloys.

(3) Magnesium alloys may stress-corrode in moist air.

(4) Stress Corrosion may be reduced by

- applying protective coatings,
- stress relief heat treatments,
- using corrosion inhibitors, or
- controlling the environment.

6-21. FATIGUE CORROSION. Fatigue corrosion involves cyclic stress and a corrosive environment. Metals may withstand cyclic stress for an infinite number of cycles so long as the stress is below the endurance limit of the metal. Once the limit has been exceeded, the metal will eventually crack and fail from metal fatigue. However, when the part or structure undergoing cyclic stress is also exposed to a corrosive environment, the stress level for failure may be reduced many times. Thus, failure occurs at stress levels that can be dangerously low depending on the number of cycles assigned to the life-limited part.

a. Fatigue corrosion failure occurs in two stages. During the first stage the combined action of corrosion and cyclic stress damages the metal by pitting and crack formations to such a degree that fracture by cyclic stress will occur, even if the corrosive environment is completely removed.

b. The second stage is essentially a fatigue stage in which failure proceeds by propagation of the crack (often from a corrosion pit or pits). It is controlled primarily by stress concentration effects and the physical properties of the metal. Fracture of a metal part due to fatigue corrosion, generally occurs

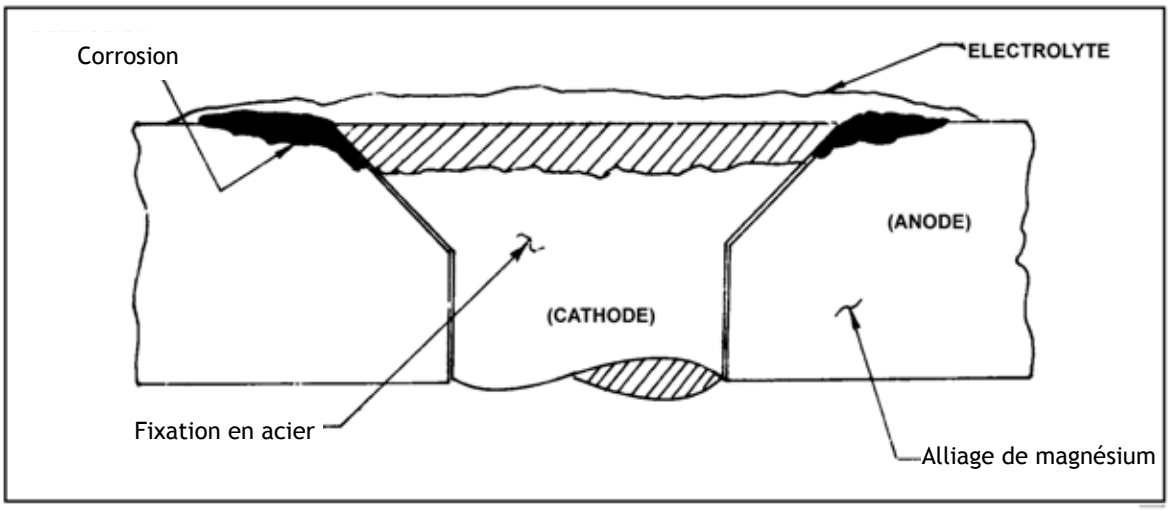


Figure 6-11. Corrosion galvanique du magnésium à proximité d'un élément de fixation en acier.

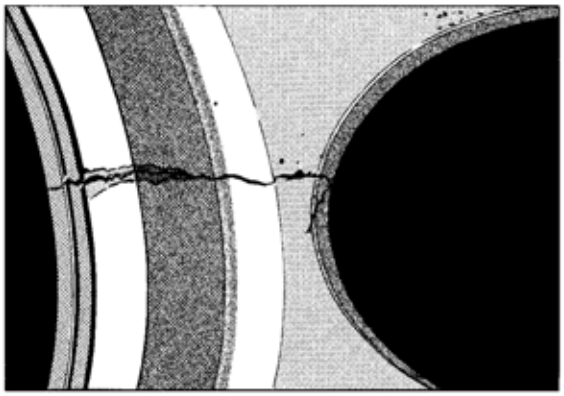


Figure 6-12. Crique de corrosion sous contrainte.

(1) Les solutions salines et l'eau de mer provoquent des fissures par corrosion sous contrainte dans les aciers et les alliages d'aluminium à haute résistance et traités thermiquement.

(2) Les solutions d'alcool méthylique et d'acide chlorhydrique provoquent la fissuration par corrosion sous contrainte de certains alliages de titane.

(3) Les alliages de magnésium peuvent se corroder sous contrainte dans l'air humide.

(4) La corrosion sous contrainte peut être réduite par les moyens suivants:

- L'application de revêtements protecteurs,
- Des traitements thermiques de détente,
- L'utilisation d'inhibiteurs de corrosion, ou
- Le contrôle de l'environnement.

6-21. CORROSION DE FATIGUE.

La corrosion de fatigue implique une contrainte cyclique et un environnement corrosif. Les métaux peuvent supporter une contrainte cyclique pendant un nombre infini de cycles tant que la contrainte est inférieure à la limite d'endurance du métal. Une fois cette limite dépassée, le métal finit par se criquer et se rompre par fatigue. Toutefois, lorsque la pièce ou la structure soumise à une contrainte cyclique est également exposée à un environnement corrosif, le niveau de contrainte pour la rupture peut être réduit de plusieurs fois. Ainsi, la défaillance se produit à des niveaux de contrainte qui peuvent être dangereusement bas en fonction du nombre de cycles attribués à la pièce à durée de vie limitée.

a. La rupture par corrosion sous l'effet de la fatigue se produit en deux étapes. Au cours de la première étape, l'action combinée de la corrosion et de la contrainte cyclique endommage le métal par des piqûres et des formations de criques à un degré tel que la rupture par contrainte cyclique se produira, même si l'environnement corrosif est complètement éliminé.

b. Le deuxième stade est essentiellement un stade de fatigue dans lequel la rupture se produit par propagation de la crique (souvent à partir d'une ou plusieurs piqûres de corrosion). Elle est contrôlée principalement par les effets de concentration des contraintes et les propriétés physiques du métal. La rupture d'une pièce métallique due à la corrosion par fatigue se produit généralement à un niveau de contrainte bien inférieur à la limite de fatigue d'une pièce non corrodée, même si la quantité de corrosion est relativement faible.

at a stress level far below the fatigue limit of an uncorroded part, even though the amount of corrosion is relatively small.

6-22. FRETTING CORROSION. Fretting corrosion,(also known as wear corrosion or friction oxidation) can occur at the interface of two highly-loaded surfaces which are not supposed to move against each other. However, vibration may cause the surfaces to rub together resulting in an abrasive wear known as fretting. (See figure 6-13.) The protective film on the metallic surfaces is removed by this rubbing action. With continued rubbing, metal particles sheared from the surface of the metal combine with oxygen to form metal oxide. As these oxides accumulate, they cause damage by abrasive action and increased local stress. The most common example of fretting corrosion is the *smoking rivet* found on engine cowling and wing skins. This is one corrosion reaction that is not driven by an electrolyte, and in fact, moisture may inhibit the reaction. Application of a lubricant or installation of a fretting-resistant material between the two surfaces can reduce fretting corrosion.

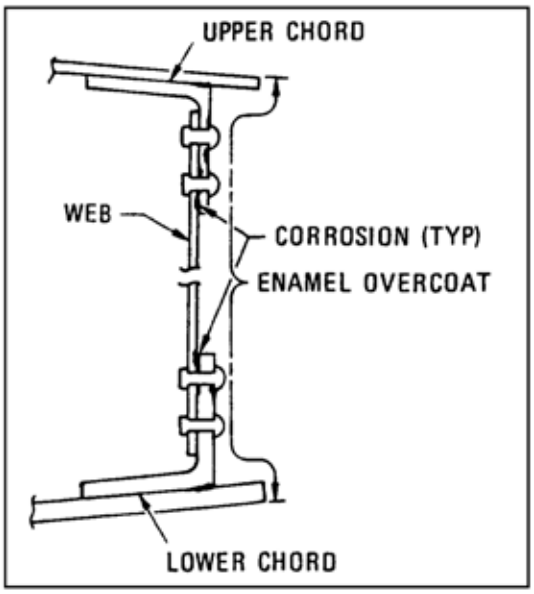


FIGURE 6-13. Fretting corrosion.

6-23.—6-28. [RESERVED.]

6-22. CORROSION DE CONTACT.

La corrosion de contact (également appelée corrosion par usure ou oxydation par frottement) peut se produire à l'interface de deux surfaces fortement chargées qui ne sont pas censées se déplacer l'une contre l'autre. Cependant, les vibrations peuvent provoquer le frottement des surfaces l'une contre l'autre, ce qui entraîne une usure abrasive (voir figure 6-13). (Voir figure 6-13.) Le film protecteur sur les surfaces métalliques est retiré par cette action de frottement. Avec un frottement continu, les particules métalliques cisaillées à la surface du métal se combinent avec l'oxygène pour former un oxyde métallique. Lorsque ces oxydes s'accumulent, ils causent des dommages par l'action abrasive et l'augmentation des contraintes locales. L'exemple le plus courant de corrosion de contact est le « rivet fumant » que l'on trouve sur les capots des moteurs et les revêtements des ailes. Il s'agit d'une réaction de corrosion qui n'est pas provoquée par un électrolyte, et en fait, l'humidité peut inhiber la réaction.

L'application d'un lubrifiant ou l'installation d'un matériau résistant à la corrosion de contact entre les deux surfaces peut réduire cette forme de corrosion.

6-23.- 6-28. [RÉSERVÉ.]

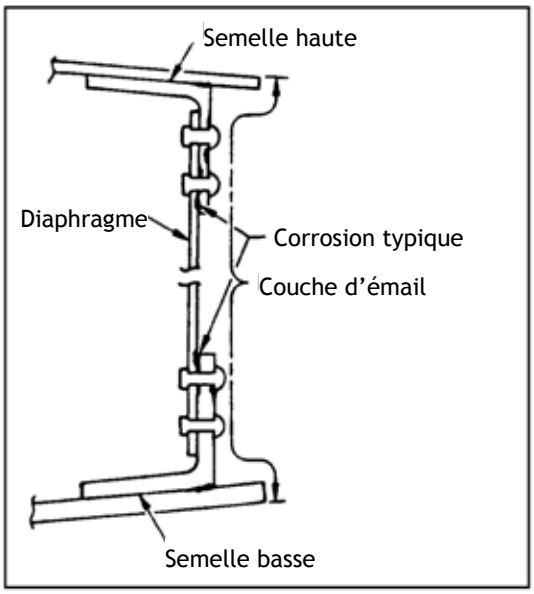


Figure 6-13. Corrosion de contact.

SECTION 3. CORROSION PROTECTION MEASURES FOR BASIC MATERIALS

6-29. GENERAL. In the repair of aircraft, apply corrosion proofing of the same type or equivalent to that originally applied unless the repair would result in increased susceptibility to corrosion, in which case use additional corrosion protection measures. The following is a list of the most commonly-used corrosion-proofing techniques.

6-30. ANODIZING AND RELATED PROCESSES. In anodizing, aluminum alloys are placed in an electrolytic bath causing a thin film of aluminum oxide to form on the surface of the aluminum. This is resistant to corrosion and affords a good paint base. However, other processes, which do not provide as good a corrosive protection as anodizing, are good paint bases. The processes are:

a. Alkaline cleaning followed by chromic acid dip;

b. Alcoholic phosphoric acid cleaner; and

c. Alkaline dichromate treatment.

6-31. PLATING. Steels are commonly plated with other metals to prevent corrosion. Plating is accomplished by placing the article in an electrolytic bath. Metals used in plating vary in the corrosion protection they afford steel. For instance, in platings that corrode before steel, such as zinc or cadmium, slight breaks or cracks throughout the plating will not result in rusting of the exposed steel. With the surface metal corroded, the steel is protected. However, when the steel corrodes faster than the plate metal, such as chromium, the amount of protection depends on the tightness of the plating. Post-plate bake treatment to relieve hydrogen embrittlement is a necessary part of replating procedures for high-strength steel parts. High-strength nuts and bolts are susceptible to failure from hydrogen embrittlement. Because of the potential failures of embrittled parts, careful control over the heat treatment, grinding, preplate cleaning, plating, and post-plate baking of high-strength parts is necessary.

6-32. PHOSPHATE RUST-PROOFING. This process is commercially known as Parkerizing, Bonderizing, Granodizing, etc. The coating placed on the part is used to protect steel parts after machining and before painting.

6-33. CHROME-PICKLE TREATMENT. Magnesium parts which have been immersed or brushed with a solution of nitric acid and sodium dichromate will be protected for temporary storage. The coating will also serve as a bond for subsequent organic finishes. Sealed chrome-pickle treatment is used on magnesium parts for long term protection. Diluted chromic acid is a touch-up treatment. It is less critical to apply and can be applied over previously-applied thin chromate films.

6-34. DICHROMATE TREATMENT. This treatment consists of boiling magnesium parts in a solution of sodium dichromate. It provides good paint base and protective qualities on all standard wrought magnesium alloys except the magnesium-thorium alloys. Acid pickling of the magnesium surface prior to application of the dichromate treatment is required if maximum corrosion resistance of the finish is expected.

6-35. STANNATE IMMERSION TREATMENT. Stannate immersion treatment deposits a layer of tin. It is a protective paint base for magnesium alloy parts which contain inserts and fasteners of a dissimilar metal such as

Section 3. Mesures de protection contre la corrosion des matériaux

6-29. GÉNÉRALITÉS. Lors de la réparation d'un aéronef, appliquer une protection contre la corrosion du même type ou équivalente à celle appliquée à l'origine, à moins que la réparation n'entraîne une susceptibilité accrue à la corrosion, auquel cas utiliser des mesures supplémentaires de protection contre la corrosion. Voici une liste des techniques de protection contre la corrosion les plus couramment utilisées.

6-30. ANODISATION ET PROCÉDÉS CONNEXES. Dans l'anodisation, les alliages d'aluminium sont placés dans un bain électrolytique, ce qui entraîne la formation d'un mince film d'oxyde d'aluminium à la surface de l'aluminium. Cette couche est résistante à la corrosion et constitue une bonne base pour la peinture. Cependant, d'autres procédés, qui n'offrent pas une aussi bonne protection contre la corrosion que l'anodisation, constituent de bonnes bases de peinture. Ces procédés sont les suivants

a. Nettoyage alcalin suivi d'une immersion dans l'acide chromique ;

b. Nettoyage à l'acide phosphorique alcoolisé[1] ; et

c. Traitement alcalin au bichromate.

6-31. PLACAGE. Les aciers sont généralement plaqués avec d'autres métaux pour éviter la corrosion. Le placage s'effectue en plaçant l'article dans un bain électrolytique. Les métaux utilisés pour le placage varient dans la protection contre la corrosion qu'ils offrent à l'acier. Par exemple, dans les placages qui se corrodent avant l'acier, comme le zinc ou le cadmium, de légères cassures ou fissures dans le placage n'entraîneront pas la rouille de l'acier exposé. Le métal de surface étant corrodé, l'acier est protégé. Cependant, lorsque l'acier se corrode plus rapidement que le métal de placage, comme le chrome, le degré de protection dépend de l'étanchéité du placage. Le traitement au four après le placage pour réduire la fragilisation par l'hydrogène est une partie nécessaire des procédures de replacage des pièces en acier à haute résistance. Les écrous et les boulons à haute résistance sont susceptibles de se briser à cause de la fragilisation par l'hydrogène. En raison des défaillances potentielles des pièces fragilisées, il est nécessaire de contrôler soigneusement le traitement thermique, le meulage, le nettoyage avant le placage, le placage, et la cuisson après placage des pièces à haute résistance.

1 NdT : Le nettoyant à l'acide phosphorique contient 10 à 30% d'acide phosphorique et 1 à 5 % d'éthoxylate d'alcool. Les éthoxylates d'alcool sont une catégorie de tensioactifs non ioniques.

6-32. ANTIROUILLE AU PHOSPHATE. Ce procédé est connu commercialement sous le nom de Parkerisation, Bondérisation[2], Granodisation[3], etc. Le revêtement ainsi déposé va protéger les pièces en acier après l'usinage et avant la peinture.

6-33. TRAITEMENT AU CHROME-BICHROMATE. Les pièces en magnésium qui ont été immergées ou brossées avec une solution d'acide nitrique et de bichromate de sodium seront protégées pour un stockage temporaire. La protection servira également d'accroche pour les finitions organiques ultérieures. Le traitement de type « chrome-pickle[4] » est utilisé sur les pièces en magnésium pour une protection de longue durée. L'acide chromique dilué est un traitement de retouche. Il est moins critique à appliquer et peut être appliqué sur des films minces de chromate déjà appliqués.

6-34. TRAITEMENT AU BICHROMATE. Ce traitement consiste à faire bouillir des pièces en magnésium dans une solution de bichromate de sodium. Il fournit un bonne sous-couche avant peinture et des qualités protectrices sur tous les alliages de magnésium corroyés standard, à l'exception des alliages magnésium-thorium. Un décapage à l'acide avant l'application du traitement au bichromate est nécessaire si l'on souhaite obtenir une résistance maximale à la corrosion de la finition.

6-35. TRAITEMENT PAR IMMERSION AU STANNATE. Le traitement par immersion au stannate dépose une couche d'étain. C'est une sous-couche de peinture protectrice pour les pièces en alliage de magnésium qui contiennent des inserts et des fixations d'un métal dissemblable comme le laiton, le cuivre ou l'acier. Ce traitement ne peut pas être utilisé avec des pièces contenant des inserts ou des fixations en aluminium car la forte alcalinité du bain attaque l'aluminium.

2 NdT : La parkerisation ou bondérisation, est un procédé ayant pour but la formation, à la surface du métal, d'une pellicule de phosphate de fer Insoluble et très résistante.
3 NdT : Les pièces sont plongées dans un bain à base de phosphate de zinc de 70 à 95°C pendant environ quatre minutes. Un courant alternatif provoque la phosphatation avec une densité du courant 2,5 a 5,5 A/dm2).
4 NdT : Ce traitement est aussi connu sous la référence MIL-M-3171C, elle même remplacée par la SAE-AMS-M-3171 en 2018, révisée en 2022 sous la version A. Cette spécification couvre les exigences générales pour l'appareil, le matériel et les procédures à utiliser dans le traitement des alliages à base de magnésium dans le but d'augmenter leur résistance à la corrosion et en produisant des surfaces appropriées pour les finitions par des peintures organiques.

brass, copper, or steel. This treatment cannot be used with parts containing aluminum inserts or fasteners because the high alkalinity of the bath attacks the aluminum.

6-36. GALVANIC ANODIZING TREATMENT. An electrolytic process that provides a paint base and corrosion-preventive film on magnesium alloys containing manganese.

6-37. CLADDING. Aluminum alloys which are susceptible to corrosion are frequently clad with pure aluminum. Slight pits, scratches, or other defects through the cladding material must be avoided, since the aluminum alloy core will corrode rapidly.

6-38. METAL SPRAYING. Metal is melted and sprayed on the surface to be protected. The surface must be properly prepared and thoroughly cleaned to prevent peeling of the sprayed coat.

6-39. SHOT-PEENING. Shot-peening and other treatments, by which the surface can be placed in compression, are effective in preventing stress corrosion.

6-40. ORGANIC COATINGS. Zinc chromate primer, enamels, chlorinated rubber compounds, etc., are organic coatings commonly used to protect metals.

6-41. DOPE PROOFING. When doped fabrics are applied over an organic finished metal structure, the dope will have a tendency to loosen the finish on the metal. For this reason, organic coatings on the metal are usually covered with a dope-proof paint, with metal foil, or with cellulose tape to prevent the dope from soaking through.

6-42. TUBE INTERIORS. Protect the interiors of structural steel and aluminum tubing against corrosion. A small amount of water entrapped in a tube can corrode entirely through the tube thickness in a short period. Coat the tube interior by flushing with hot linseed oil, paralketone, or other approved corrosion inhibitor. The flushing liquid is usually introduced through small holes drilled in the tubing. Allow the flushing liquid to drain and plug the holes with a screw or by other means to prevent entry of moisture. Air and watertight sealing of the tubing will also give adequate protection against corrosion if the tubing is internally dry before being sealed.

6-43.—6-49. [RESERVED.]

6-36. TRAITEMENT PAR ANODISATION GALVANIQUE. Procédé électrolytique qui fournit une base de peinture et un film anticorrosion sur les alliages de magnésium contenant du manganèse.

6-37. REVÊTEMENT. Les alliages d'aluminium sensibles à la corrosion sont souvent recouverts d'aluminium pur. Il faut éviter les légères piqûres, les rayures ou autres défauts dans le matériau de revêtement, car le cœur de l'alliage d'aluminium se corrodera rapidement.

6-38. PULVÉRISATION DE MÉTAL. Le métal est fondu et pulvérisé sur la surface à protéger. La surface doit être correctement préparée et soigneusement nettoyée pour éviter le décollement de la couche pulvérisée.

6-39. GRENAILLAGE DE PRÉCONTRAINTE. Le grenaillage et d'autres traitements, par lesquels la surface peut être placée en compression, sont efficaces pour prévenir la corrosion sous contrainte.

6-40. REVÊTEMENTS ORGANIQUES. L'apprêt au chromate de zinc, les émaux, les composés de caoutchouc chloré, etc. sont des revêtements organiques couramment utilisés pour protéger les métaux.

6-41. PROTECTION CONTRE LES ENDUITS. Lorsque de la toile est posée sur une structure métallique protégée avec des produits organiques, son enduit aura tendance à dissoudre la protection. Pour cette raison, les revêtements organiques sur le métal sont généralement recouverts d'une peinture de protection[1], d'une feuille de métal ou d'un ruban de cellulose pour empêcher l'enduit de s'infiltrer.

6-42. INTÉRIEUR DES TUBES. Protégez l'intérieur des tubes en acier de construction et en aluminium contre la corrosion. Une petite quantité d'eau piégée dans un tube peut corroder entièrement l'épaisseur du tube en peu de temps. Enduisez l'intérieur du tube en le rinçant avec de l'huile de lin chaude, de la paralétone ou un autre inhibiteur de corrosion approuvé. Le liquide de rinçage est généralement introduit par de petits trous percés dans le tube. Laissez le liquide de rinçage s'écouler et bouchez les trous à l'aide d'une vis ou d'un autre moyen pour empêcher l'entrée d'humidité. Le scellement étanche à l'air et à l'eau de la tubulure offrira également une protection adéquate contre la corrosion si la tubulure est intérieurement sèche avant d'être scellée.

6-43.- 6-49. [RÉSERVÉ.]

1 NdT : Diatex propose le primaire E4120 100% époxy bi-composant, pigmenté au chromate de strontium. Il remplace l'ancien chromate de zinc. Très résistant à l'impact, aux lubrifiants synthétiques, aux fluides hydrauliques phosphate d'ester type HYJET IV, au brouillard salin, à l'atmosphère humide, au kérosène et à la corrosion filiforme. Source : www.diatex.com

SECTION 4. CORROSION PREVENTIVE MAINTENANCE

6-50. GUIDELINES: ALL AIRCRAFT. Corrosion prevention depends on a comprehensive prevention and control plan, implemented from the start of operation of an aircraft, which includes:

a. Adequately-trained personnel in

(1) recognition of corrosion-inducing conditions;

(2) corrosion identification techniques;

(3) corrosion detection, cleaning, and treating; and

(4) lubrication and preservation of aircraft structure and components.

b. Inspection for corrosion on a scheduled basis.

c. Thorough cleaning, inspection, lubrication, and preservation at prescribed intervals.

d. Prompt corrosion treatment after detection.

e. Accurate record-keeping and reporting of material or design deficiencies to the manufacturer and the Federal Aviation Administration (FAA).

f. Use of appropriate materials, equipment, and technical publications.

g. Maintenance of the basic finish systems.

h. Keeping drain holes and passages open and functional. Sealants, leveling compounds, miscellaneous debris, or corrosion inhibitors should not block drain paths.

i. Replacing deteriorated or damaged gaskets and sealants (using non-corrosive type sealants) to avoid water intrusion and entrapment that leads to corrosion.

j. Minimizing the exposure of aircraft to adverse environments by keeping the aircraft in a hangar.

k. Periodic and frequent inspection of areas where there are foamed plastics or other absorbent material.

l. Daily draining of fuel cavities to remove accumulated water and other foreign matter.

m. Daily wipe-down of exposed critical surfaces of hydraulic cylinders.

6-51. GUIDELINES: AIRCRAFT OPERATING OVER SALT WATER. In addition to the inspection and treatment prescribed above, the following treatment shall be applied:

a. Remove all traces of salt water and salt water residue by thoroughly washing the aircraft with fresh water.

(1) After drying, coat the propeller, hubs, blades and other unpainted or unprotected parts of the engine and its installation parts by spraying or rubbing lightly with corrosion preventive compound, Specification MIL-C-16173, Grade 4.

(2) Apply this mixture on parts that move or require some lubrication and on all fittings subject to corrosion such as landing gear retracting plungers, control surface hinges, control cables, exposed rivets and bolts, and other similar parts not protected by

6-50. LIGNES DIRECTRICES : TOUS LES AÉRONEFS.

La prévention de la corrosion dépend d'un plan complet de prévention et de contrôle, mis en œuvre dès le début de l'exploitation d'un aéronef, qui comprend :

a. Un personnel convenablement formé pour:

(1) la reconnaissance des conditions induisant la corrosion ;

(2) les techniques d'identification de la corrosion ;

(3) la détection, le nettoyage et le traitement de la corrosion ; et

(4) la lubrification et la préservation de la structure et des composants des aéronefs.

b. Inspection de la corrosion sur une base régulière.

c. Nettoyage approfondi, inspection, lubrification et préservation à des intervalles prescrits.

d. Traitement rapide de la corrosion après sa détection.

e. Tenue de registres précis et signalement des défauts de matériaux ou de conception au fabricant et à la Federal Aviation Administration (FAA)[1].

f. Utilisation de matériaux, d'équipements et de publications techniques appropriés.

g. Entretien des systèmes de finition de base.

h. Maintenir les trous et les passages de drainage ouverts et fonctionnels. Les produits d'étanchéité, les mastics, les débris divers ou les inhibiteurs de corrosion ne doivent pas bloquer les voies de drainage.

i. Remplacer les joints et les produits d'étanchéité détériorés ou endommagés (en utilisant des produits d'étanchéité de type non corrosif) pour éviter l'intrusion et le piégeage de l'eau qui conduit à la corrosion.

j. Réduire au minimum l'exposition des aéronefs à des environnements défavorables en les gardant dans un hangar.

k. Inspection périodique et fréquente des zones où se trouvent des plastiques moussés ou d'autres matériaux absorbants.

l. Vidange quotidienne des circuits de carburant pour éliminer l'eau et les autres matières étrangères accumulées.

m. Essuyer quotidiennement les surfaces critiques exposées des cylindres hydrauliques.

1 NdT : En France, c'est la DGAC, via l'OSAC (www.osac.aero). Ceci est valable pour les aéronefs certifiés. Pour les CNRA, informer le concepteur ou, à défaut, sa communauté.

6-51. LIGNES DIRECTRICES : AÉRONEFS ÉVOLUANT AU-DESSUS DE L'EAU SALÉE.

En plus de l'inspection et du traitement prescrits ci-dessus, le traitement suivant doit être appliqué :

a. Enlever toute trace d'eau salée et de résidus d'eau salée en lavant soigneusement l'aéronef à l'eau douce.

(1) Après séchage, enduire l'hélice, les moyeux, les pales et les autres parties non peintes ou non protégées du moteur et de ses pièces d'installation en les pulvérisant ou en les frottant légèrement avec un mélange anticorrosion, spécification MIL-C-16173, grade 4.

(2) Appliquer ce mélange sur les pièces qui bougent ou qui nécessitent une certaine lubrification et sur tous les accessoires sujets à la corrosion tels que les vérins de rétraction du train d'atterrissage, les charnières des gouvernes, les câbles de commande, les rivets et les boulons exposés, et autres pièces similaires non protégées par la peinture. Appliquer avec un chiffon ou une brosse douce imbibée du mélange.

paint. Apply with a cloth or a soft brush soaked in the mixture.

(3) Wipe off excess mixture. When applying the mixture take care that as little as possible is deposited on exhaust pipes or collector rings to avoid a fire hazard when the engine is started. Keep the ignition wires, propeller anti-icer feed hose, tires, and other rubber parts free of the mixture.

b. Where maximum corrosion protection is desired on stationary parts, use exterior surface corrosion preventive compound, Specification MIL-C-16173, grade I.

c. Wipe the exposed portion of the landing gear shock strut piston with a cloth soaked in the applicable hydraulic fluid.

d. Most parts of landing gear wheels are made from magnesium or aluminum alloys which corrode rapidly unless carefully protected. When the aircraft operates near salt water and off coral beaches, the corrosion can be very rapid. Inspect wheels to determine the paint condition.

e. Refinish portions of a wheel where paint has deteriorated, peeled, or chipped.

f. Except for friction and bearing surfaces, apply a protective coating to all parts of wheels and brake assemblies.

6-52.—6-62. [RESERVED.]

(3) Essuyez l'excès de mélange. Lors de l'application du mélange, veillez à ce qu'il se dépose le moins possible sur les tuyaux d'échappement ou les anneaux collecteurs afin d'éviter tout risque d'incendie lors du démarrage du moteur. Maintenez les fils d'allumage, le tuyau d'alimentation de dégivrage de l'hélice, les pneus et les autres pièces en caoutchouc à l'abri du mélange.

b. Lorsqu'une protection maximale contre la corrosion est souhaitée sur les pièces fixes, utiliser un composé anticorrosion pour surface extérieure, spécification MIL-C-16173[1], grade I.

c. Essuyer la partie exposée du piston de la jambe de choc du train d'atterrissage avec un chiffon imbibé du fluide hydraulique applicable.

d. La plupart des pièces des roues du train d'atterrissage sont faites d'alliages de magnésium ou d'aluminium qui se corrodent rapidement s'ils ne sont pas soigneusement protégés. Lorsque l'avion est utilisé près de l'eau salée et au large des plages de corail, la corrosion peut être très rapide. Inspectez les roues pour déterminer l'état de la peinture.

e. Retraitez les parties d'une roue dont la peinture s'est détériorée, décollée ou écaillée.

f. À l'exception des surfaces de friction et des roulements, appliquez un revêtement protecteur sur toutes les parties des roues et des ensembles de freins.

6-52.- 6-62. [RÉSERVÉ.]

1 NdT : La spécification MIL-PRF-16173E couvre les composés anticorrosion, dispersés dans un solvant, qui déposent des films minces et faciles à enlever après évaporation du solvant.

SECTION 5. VISUAL CORROSION INSPECTION GUIDE FOR AIRCRAFT

6-63. GENERAL. This guide provides a general inspection checklist for those parts or surfaces that can be visually inspected without disassembly of the aircraft. It is intended for use in establishing corrosion inspection areas for which the manufacturer has not provided a recommended corrosion inspection program. The manufacturer's recommended corrosion inspection program will take precedence over this guideline. These inspections should be accomplished in conjunction with other preventive maintenance.

6-64. EXHAUST TRAIL AREAS.

a. Visually inspect paint in areas of the exhaust trails for damage.

b. Visually inspect under fairings, around rivet heads, and in skin crevices, for corrosion in areas of engine exhaust trail.

6-65. BATTERY COMPARTMENTS AND BATTERY VENT OPENINGS.

a. Inspect battery compartment for electrolyte spillage, corrosion, and condition of protective paint.

b. Inspect area around battery vent for corrosion.

6-66. LAVATORIES AND GALLEYS. Inspection areas around lavatories, sinks, and ranges for spillage and corrosion. Pay particular attention to floor area and the area behind and under lavatories, sinks, and ranges.

6-67. BILGE AREAS.

a. Inspect bilge areas for waste hydraulic fluids, water, dirt, loose fasteners, drill chips, and other debris.

b. Remove any foreign material from bilge and inspect for corrosion.

6-68. WHEEL WELLS AND LANDING GEAR. Inspect wheel well area and landing gear components for damage to exterior finish coating and corrosion. Particular attention should be given to exposed surfaces of struts, oleos, arms, links, and attaching hardware; axle interiors, exposed position indicator switches and other electrical equipment; crevices between stiffeners, ribs, and lower skin surfaces; magnesium wheels, particularly around bolt heads, lugs, and wheel web areas; and exposed rigid tubing at "B" nuts and ferrules under clamps, and tubing identification tapes.

6-69. EXTERNAL SKIN AREAS.

a. Inspect external skin surfaces for damage to protective finishes and corrosion.

b. Inspect around fasteners for damage to protective finishes and corrosion.

c. Inspect lap joints for bulging of skin surface, which may indicate the presence of corrosion between the faying surfaces. Skin cracks and/or dished or missing fastener heads may also indicate severe corrosion in bonded joints.

d. Inspect area around spot welds for bulges, cracks, or corrosion.

e. Inspect piano type hinges for corrosion. When piano hinges are inspected they should be lubricated and actuated through several cycles to ensure complete penetration of the lubricant.

6-63. GÉNÉRALITÉS.

Ce guide fournit une liste de contrôle d'inspection générale pour les pièces ou les surfaces qui peuvent être inspectées visuellement sans démontage de l'aéronef. Il est destiné à être utilisé pour établir les zones d'inspection de la corrosion pour lesquelles le constructeur n'a pas fourni de programme d'inspection de la corrosion. Le programme d'inspection de la corrosion recommandé par le constructeur aura la priorité sur les pratiques indiquées dans ce document. Ces inspections devraient être effectuées en même temps que d'autres travaux de maintenance préventive.

6-64. ZONES D'ÉCHAPPEMENT.

a. Inspecter visuellement la peinture dans les zones des traînées d'échappement pour voir si elle est endommagée.

b. Inspecter visuellement sous les carénages, autour des têtes de rivets et dans les crevasses de la peau, pour vérifier l'absence de corrosion dans les zones de la traînée d'échappement du moteur.

6-65. COMPARTIMENTS DE LA BATTERIE ET OUVERTURES DE VENTILATION DE LA BATTERIE.

a. Inspecter le compartiment de la batterie pour vérifier l'absence de déversement d'électrolyte, de corrosion et l'état de la peinture de protection.

b. Inspecter la zone autour de l'évent de la batterie pour vérifier l'absence de corrosion.

6-66. TOILETTES ET CUISINES.

Inspecter les zones autour des toilettes, des éviers et des cuisinières pour vérifier qu'il n'y a pas de fuite ou de corrosion. Accorder une attention particulière à la surface du plancher et à la zone située derrière et sous les toilettes, les éviers et les cuisinières.

6-67. FOND DE CALE.

a. Inspectez les fonds de cale pour vérifier l'absence de fluides hydrauliques usagés, d'eau, de saleté, d'attaches desserrées, de copeaux de perçage et d'autres débris.

b. Enlever toute matière étrangère de la cale et inspecter la corrosion.

6-68. PUITS DE ROUE ET TRAIN D'ATTERRISSAGE.

Inspectez la zone du passage de roue et les composants du train d'atterrissage pour vérifier que le revêtement extérieur n'est pas endommagé et qu'il n'y a pas de corrosion. Une attention particulière doit être accordée aux surfaces exposées des jambes de force, des oléos, des bras, des maillons et de la quincaillerie de fixation ; à l'intérieur des essieux, aux interrupteurs d'indicateur de position exposés et aux autres équipements électriques ; aux crevasses entre les raidisseurs, les nervures et les surfaces inférieures du revêtement ; aux roues en magnésium, particulièrement autour des têtes de boulons, des oreilles et des zones de l'âme de la roue ; et aux tubes rigides exposés aux écrous «B» et aux ferrules sous les colliers de serrage, et aux rubans d'identification des tubes.

6-69. REVÊTEMENTS EXTERNES.

a. Inspectez les surfaces de revêtement externe pour vérifier l'absence de dommages aux finitions protectrices et de corrosion.

b. Inspectez le pourtour des fixations pour vérifier que les finitions protectrices ne sont pas endommagées et qu'il n'y a pas de corrosion.

c. Inspecter les joints à recouvrement pour détecter tout renflement de la surface de la peau, ce qui peut indiquer la présence de corrosion entre les surfaces de contact. Des fissures de la peau et/ou des têtes de fixation bombées ou manquantes peuvent également indiquer une corrosion importante dans les joints collés.

d. Inspectez la zone autour des soudures par points pour détecter les renflements, les fissures ou la corrosion.

e. Inspecter les charnières de type piano à la recherche de corrosion. Lorsque les charnières à piano sont inspectées, elles doivent être lubrifiées et actionnées pendant plusieurs cycles pour assurer une pénétration complète du lubrifiant.

f. Inspect thick alloy skin surfaces for pitting, intergranular corrosion, and exfoliation of the metal. Look for white or gray deposits around countersunk fastener heads and raised areas or bumps under the paint film.

g. Inspect composite skins for corrosion of attachment fasteners.

6-70. WATER ENTRAPMENT AREAS. Inspect area around edge of drain holes for corrosion and ensure that drain holes are not blocked by debris.

6-71. ENGINE FRONTAL AREAS.

a. Inspect reciprocating engine cylinder fins, engine cases, and cooling air ducts for damage to exterior finish and corrosion.

b. Inspect radiator cooler cores for corrosion.

6-72. ELECTRONIC PACKAGE COMPARTMENTS.

a. Inspect circuit-breakers, contact points, and switches for evidence of moisture and corrosive attack.

b. Treatment of corrosion in electrical and electronic components should be done by or supervised by qualified personnel familiar with the function of the unit involved.

6-73. FLEXIBLE HOSE ASSEMBLIES.

a. Inspect hose assemblies for chafing, weather-checking, hardening, discoloration, evidence of fungus, torn weather protective coatings or sleeves, and corrosion of fittings.

b. Replace any defective, damaged, twisted, or bulging hoses.

6-74. SANDWICH PANELS. Inspect edges of sandwich panels for damage to the corrosion protection finish or sealant and for corrosion.

6-75. CONTROL CABLES.

a. Inspect control cables for bare spots in the preservative coating and corrosion.

b. If external corrosion is found, relieve tension on the cable and check internal strands for corrosion. Cables with corrosion on internal strands should be replaced. External corrosion should be removed by a clean, dry, coarse rag or fiber brush. A preservative should be applied after removal of external corrosion.

6-76. INTEGRAL FUEL CELLS.

a. Inspect top coat finish for breaks, peeling, lifting of surface, or other damage.

b. Inspect aircraft structure for top coat finish damage from pitting or intergranular corrosion.

6-77. ELECTRICAL CONNECTORS.

a. Inspect electrical connectors for breaks in potting compound and corrosion of pins and wires.

b. If the electrical connector is suspected of having moisture intrusion, disassemble the connector, clean the connector, and inspect it for corrosion.

6-78.—6-88. [RESERVED.]

f. Inspectez les surfaces de peau en alliage épais pour détecter les piqûres, la corrosion intergranulaire et l'exfoliation du métal. Recherchez des dépôts blancs ou gris autour des têtes de fixation fraisées et des zones en relief ou des bosses sous le film de peinture.

g. Inspecter les peaux composites pour déceler la corrosion des attaches de fixation.

6-70. ZONES DE RÉTENTION DE L'EAU.

Inspectez la zone autour du bord des trous d'évacuation pour vérifier l'absence de corrosion et assurez-vous que les trous d'évacuation ne sont pas obstrués par des débris.

6-71. ZONES FRONTALES DU MOTEUR.

a. Inspectez les ailettes des cylindres, les carters et les conduits d'air de refroidissement pour vérifier que la finition extérieure n'est pas endommagée et qu'il n'y a pas de corrosion.

b. Inspecter les noyaux de refroidissement du radiateur pour vérifier l'absence de corrosion.

6-72. COMPARTIMENTS DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE.

a. Inspectez les disjoncteurs, les points de contact et les interrupteurs pour voir s'ils présentent des traces d'humidité et d'attaque corrosive.

b. Le traitement de la corrosion des composants électriques et électroniques doit être effectué ou supervisé par du personnel qualifié connaissant bien la fonction de l'unité concernée.

6-73. TUYAUTERIES FLEXIBLES.

a. Inspectez les tuyaux flexibles pour vérifier qu'ils ne présentent pas de traces de frottement, d'altération, de durcissement, de décoloration, de champignons, de déchirures des revêtements ou des manchons de protection contre les intempéries et de corrosion des raccords.

b. Remplacer tous les éléments défectueux, endommagés, tordus ou bombés.

6-74. PANNEAUX SANDWICH.

Inspectez les bords des panneaux sandwich pour vérifier que la finition de protection contre la corrosion ou le produit d'étanchéité ne sont pas endommagés et qu'il n'y a pas de corrosion.

6-75. CÂBLES DE COMMANDE.

a. Inspecter les câbles de commande pour vérifier l'absence de corrosion et de points d'usure dans le revêtement de protection de la corrosion.

b. Si vous trouvez de la corrosion externe, relâchez la tension sur le câble et vérifiez la corrosion des torons internes. Les câbles présentant de la corrosion sur les torons internes doivent être remplacés. La corrosion externe doit être enlevée à l'aide d'un chiffon ou d'une brosse en fibres propres, secs et grossiers. Un agent de conservation doit être appliqué après l'élimination de la corrosion externe.

6-76. RÉSERVOIRS STRUCTURAUX.

a. Inspecter l'état du revêtement pour vérifier l'absence de cassures, de décollement, de soulèvement de la surface ou d'autres dommages.

b. Inspecter la structure de l'aéronef pour vérifier que la couche de finition n'est pas endommagée par des piqûres ou de la corrosion intergranulaire.

6-77. CONNECTEURS ÉLECTRIQUES.

a. Inspecter les connecteurs électriques pour vérifier qu'il n'y a pas de rupture dans le composé d'enrobage et de corrosion des broches et des fils.

b. Si l'on soupçonne une intrusion d'humidité dans le connecteur électrique, démonter le connecteur, le nettoyer et l'inspecter à la recherche de corrosion.

6-78.- 6-88. [RÉSERVÉ.]

SECTION 6. CORROSION REMOVAL PROCEDURES

6-89. GENERAL. General safety precautions for handling materials with hazardous physical properties are outlined in the following paragraphs. They also address emergency procedures for immediate treatment of personnel who have inadvertently come into contact with harmful materials. All personnel responsible for using or handling hazardous materials should be thoroughly familiar with the information in the following paragraphs.

6-90. SAFETY PRECAUTIONS.

a. Chemical. When required to use or handle solvents, special cleaners, paint strippers (strong alkalies and acids), etchants (corrosion removers containing acids), or surface activation material (Alodine 1200), observe the following safety precautions:

(1) Avoid prolonged breathing of solvent or acid vapors.

(2) Never add water to acid. Always add acid to water.

(3) Mix all chemicals per the manufacturer's instructions.

(4) Clean water for emergency use should be available in the immediate work area before starting work.

(5) Avoid prolonged or repeated contact with the skin of solvents, cleaners, etchants (acid), or conversion coating material (Alodine solution). Rubber or plastic gloves should be worn. Goggles or plastic face shields and suitable protective clothing should be worn when cleaning, stripping, etching, or conversion coating overhead surfaces.

(6) When mixing alkalies with water or other substance, use containers that are made to withstand heat generated by this process.

(7) Wash any paint stripper, etchant, or conversion coating material immediately from body, skin, or clothing.

(8) Materials splashed into the eyes should be promptly flushed out with water, and medical aid obtained immediately.

(9) Do not eat or keep food in areas where poisons may be absorbed. Always wash hands before eating or smoking.

(10) Verify that the area within 50 feet of any cleaning or treating operations where low flash point (140 °F or below) materials are being used, is clear and remains clear of all potential ignition sources.

(11) Suitable fire-extinguishing equipment should be available to the cleaning/treating area.

(12) Equipment should be effectively grounded where any flammable materials are being used.

(13) If materials (acid, alkali, paint remover, or conversion coatings) are spilled on equipment and/or tools, treat immediately by rinsing with clean water, if possible, and /or neutralizing acids with baking soda and alkalies with a weak (5 percent) solution of acetic acid in water.

6-89. GÉNÉRALITÉS.

Les paragraphes suivants décrivent les précautions générales de sécurité à prendre pour manipuler des matières ayant des propriétés physiques dangereuses. Ils traitent également des procédures d'urgence pour le traitement immédiat du personnel qui est entré en contact par inadvertance avec des matières dangereuses. Tout le personnel responsable de l'utilisation ou de la manipulation de matières dangereuses devrait connaître à fond les renseignements contenus dans les paragraphes suivants.

6-90. MESURES DE PROTECTION.

a. Produits chimiques. Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser ou de manipuler des solvants, des nettoyants spéciaux, des décapants (alcalis et acides forts), des agents de gravure (anticorrosion contenant des acides) ou des matériaux d'activation de surface (Alodine 1200), il faut prendre les précautions suivantes :

(1) Évitez de respirer de façon prolongée les vapeurs de solvants ou d'acides.

(2) Ne jamais ajouter de l'eau à l'acide. Ajoutez toujours l'acide à l'eau.

(3) Mélangez tous les produits chimiques selon les instructions du fabricant.

(4) De l'eau propre pour une utilisation d'urgence doit être disponible dans la zone de travail immédiate avant de commencer le travail.

(5) Évitez tout contact prolongé ou répété avec la peau des solvants, des nettoyants, des agents de gravure (acide) ou des matériaux de revêtement de conversion (solution d'alodine). Il faut porter des gants en caoutchouc ou en plastique. Porter des lunettes de protection ou des écrans faciaux en plastique et des vêtements de protection appropriés lors du nettoyage, du décapage, de la gravure ou du remplacement du revêtement des surfaces.

(6) Lorsque vous mélangez des alcalis avec de l'eau ou une autre substance, utilisez des récipients conçus pour résister à la chaleur générée par ce processus.

(7) Lavez immédiatement le corps, la peau ou les vêtements de tout décapant, agent de gravure ou matériau de revêtement de conversion.

(8) Les matériaux projetés dans les yeux doivent être rapidement rincés à l'eau et une aide médicale doit être obtenue immédiatement.

(9) Ne mangez pas et ne conservez pas de nourriture dans des endroits où les poisons peuvent être absorbés. Lavez-vous toujours les mains avant de manger ou de fumer.

(10) Vérifiez que la zone située à moins de 15 mètres de toute opération de nettoyage ou de traitement où des matériaux à faible point d'éclair (60°C, 140 °F ou moins) sont utilisés, est dégagée et reste libre de toute source d'inflammation potentielle.

(11) Un équipement d'extinction d'incendie adéquat doit être disponible dans la zone de nettoyage/traitement.

(12) L'équipement doit être efficacement mis à la terre lorsque des matériaux inflammables sont utilisés.

(13) Si des matériaux (acides, alcalis, décapants ou revêtements de conversion) sont renversés sur l'équipement et/ou les outils, traitez-les immédiatement en les rinçant à l'eau claire, si possible, et/ou en neutralisant les acides avec du bicarbonate de soude et les alcalis avec une solution faible (5 %) d'acide acétique dans l'eau.

(14) In confined location, do not use solvents with a low flash point, (below 100 ▪F) such as Methyl Ethyl Ketone (MEK) and acetone.

(15) All equipment should be cleaned after work has been completed.

(16) Check and follow all applicable restrictions and requirements on the use of solvents, primers, and top coats.

(17) Check and follow all applicable restrictions and requirements for use and disposal of waste material.

b. Blasting. The following precautions should be taken when using any type of blasting equipment:

(1) Operators should be adequately protected with complete face and head covering equipment, and provided with pure breathing air.

(2) Static-ground the dry abrasive blaster and the material to be blasted.

(3) Magnesium cuttings and small shavings can ignite easily and are an extreme hazard. Fires of this metal must be extinguished with absolutely dry talc, calcium carbonate, sand, or graphite by applying the powder to a depth of 1/2 inch over the metal.

(4) Titanium alloys and high-tensile-strength steel create sparks during dry abrasive blasting. Care should be taken to ensure that hazardous concentrations of flammable vapors do not exist.

6-91. CORROSION CONTROL WORK PROCEDURES. The effectiveness of corrosion control depends on how well basic work procedures are followed. The following common work practices are recommended:

a. If rework procedures or materials are unknown, contact the aircraft manufacturer or FAA authorized Designated Engineering Representative (DER) before proceeding.

b. The work areas, equipment, and components should be clean and free of chips, grit, dirt, and foreign materials.

c. Do not mark on any metal surface with a graphite pencil or any type of sharp, pointed instrument. Temporary markings (defined as markings soluble in water or methyl chloroform) should be used for metal layout work or marking on the aircraft to indicate corroded areas.

d. Graphite should not be used as a lubricant for any component. Graphite is cathodic to all structural metals and will generate galvanic corrosion in the presence of moisture, especially if the graphite is applied in dry form.

e. Footwear and clothing should be inspected for metal chips, slivers, rivet cuttings, dirt, sand, etc., and all such material removed before walking or working on metal surfaces such as wings, stabilizers, fuel tanks, etc.

f. Do not abrade or scratch any surface unless it is an authorized procedure. If surfaces are accidentally scratched, the damage should be assessed and action taken to remove the scratch and treat the area.

g. Coated metal surfaces should not be polished for aesthetic purposes. Buffing would remove the protective coating and a brightly polished surface is normally not as corrosion resistant as a non-polished surface unless it is protected by wax or paint.

(14) Dans un endroit confiné, n'utilisez pas de solvants ayant un point d'éclair bas (inférieur à 100 F), comme la méthyléthylcétone (MEK) et l'acétone.

(15) Tout l'équipement doit être nettoyé après la fin du travail.

(16) Vérifiez et suivez toutes les restrictions et exigences applicables à l'utilisation de solvants, d'apprêts et de couches de finition.

(17) Vérifiez et suivez toutes les restrictions et exigences applicables à l'utilisation et à l'élimination des déchets.

b. Décapage. Les précautions suivantes doivent être prises lors de l'utilisation de tout type d'équipement de sablage :

(1) Les opérateurs doivent être protégés de manière adéquate par un équipement complet de protection du visage et de la tête, et recevoir de l'air respirable pur.

(2) Mettez la sableuse à sec et le matériau à sabler à la terre.

(3) Les copeaux de magnésium et les petits copeaux peuvent s'enflammer facilement et constituent un danger extrême. Les feux de ce métal doivent être éteints avec du talc, du carbonate de calcium, du sable ou du graphite absolument sec en appliquant la poudre à une profondeur de 1/2 pouce sur le métal.

(4) Les alliages de titane et l'acier à haute résistance créent des étincelles pendant le sablage à sec. Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de concentrations dangereuses de vapeurs inflammables.

6-91. PROCÉDURES POUR LE CONTRÔLE DE LA CORROSION.

L'efficacité du contrôle de la corrosion dépend du respect des procédures de travail de base. Les pratiques de travail courantes suivantes sont recommandées :

a. Si les procédures ou les matériaux de réusinage sont inconnus, contactez le constructeur de l'aéronef ou le représentant technique désigné (DER) autorisé par la FAA avant de procéder.

b. Les zones de travail, les équipements et les composants doivent être propres et exempts de copeaux, de gravillons, de saletés et de matières étrangères.

c. Ne faites pas de marques sur une surface métallique avec un crayon en graphite ou tout autre type d'instrument pointu. Les marquages temporaires (définis comme des marquages solubles dans l'eau ou le méthylchloroforme) doivent être utilisés pour les travaux d'agencement du métal ou le marquage sur l'avion pour indiquer les zones corrodées.

d. Le graphite ne doit pas être utilisé comme lubrifiant pour un composant quelconque. Le graphite est cathodique pour tous les métaux de structure et génère une corrosion galvanique en présence d'humidité, surtout si le graphite est appliqué sous forme sèche.

e. Avant de marcher ou de travailler sur des surfaces métalliques telles que les ailes, les stabilisateurs, les réservoirs de carburant, etc., il faut vérifier que les chaussures et les vêtements ne contiennent pas de copeaux, d'éclats, de rivets, de saleté, de sable, etc.

f. Ne pas abraser ou rayer une surface, sauf s'il s'agit d'une procédure autorisée. Si des surfaces sont accidentellement rayées, les dommages doivent être évalués et des mesures doivent être prises pour enlever la rayure et traiter la zone.

g. Les surfaces métalliques revêtues ne doivent pas être polies à des fins esthétiques. Le polissage enlèverait le revêtement protecteur et une surface brillamment polie n'est normalement pas aussi résistante à la corrosion qu'une surface non polie, à moins qu'elle ne soit protégée par une cire ou une peinture.

h. Protect surrounding areas when welding, grinding, or drilling, to prevent contamination with residue from these operations. In those areas where protective covering cannot be used, remove the residue by cleaning.

i. Severely corroded screws, bolts, and washers should be replaced. When a protective coating, such as a cadmium plating on bolts, or screws, is damaged, immediately apply an appropriate protective finish to prevent additional corrosion damage.

6-92.—6-112. [RESERVED.]

h. Protégez les zones environnantes lorsque vous soudez, meulez ou percez, afin d'éviter toute contamination par les résidus de ces opérations. Dans les zones où il n'est pas possible d'utiliser un revêtement de protection, éliminer les résidus en les nettoyant.

i. Les vis, boulons et rondelles gravement corrodés doivent être remplacés. Lorsqu'un revêtement protecteur, tel qu'un cadmiage sur les boulons, ou les vis, est endommagé, appliquez immédiatement une finition protectrice appropriée pour éviter tout dommage supplémentaire dû à la corrosion.

6-92.-6-112. [RÉSERVÉ.]

SECTION 7. BASIC CORROSION REMOVAL TECHNIQUES

6-113. GENERAL. When active corrosion is found, a positive inspection and rework program is necessary to prevent any further deterioration. The following methods of assessing corrosion damage and procedures for rework of corroded areas could be used during cleanup programs. In general, any rework would involve the cleaning and stripping of all finish from the corroded area, removal of corrosion products, and restoration of surface protective film.

a. Repair of corrosion damage includes removal of all corrosion and corrosion products. When the corrosion damage is severe and exceeds the damage limits set by the aircraft or parts manufacturer, the part must be replaced.

b. If manufacturer information and limits are not available, then a DER must be consulted before the aircraft or part is returned to service.

6-114. PREPARATIONS FOR REWORK. All corrosion products should be removed completely when corroded structures are reworked. Before starting rework of corroded areas, carry out the following:

a. Document corrosion damage.

b. Position the aircraft in a wash rack or provide washing apparatus for rapid rinsing of all surfaces.

c. Connect a static ground line from the aircraft to a grounding point.

d. Prepare the aircraft for safe ground maintenance.

(1) Remove battery(s), liquid oxygen generator container (if installed), and external hydraulic and electric power.

(2) Install all applicable safety pins, flags, and jury struts.

e. Protect the pitot-static ports, louvers, airscoops, engine opening, wheels, tires, magnesium skin panels, and airplane interior from moisture and chemical brightening agents.

f. Protect the surfaces adjacent to rework areas from chemical paint strippers, corrosion removal agents, and surface treatment materials.

6-115. FAIRING OR BLENDING REWORKED AREAS. All depressions resulting from corrosion rework should be faired or blended with the surrounding surface. Fairing can be accomplished as follows:

a. Remove rough edges and all corrosion from the damaged area. All dish-outs should be elliptically shaped with the major axis running spanwise on wings and horizontal stabilizers, longitudinally on fuselages, and vertically on vertical stabilizers. (Select the proper abrasive for fairing operations from table 6-1.)

b. In critical and highly stressed areas, all pits remaining after the removal of corrosion products should be blended out to prevent stress risers that may cause stress corrosion cracking. (See figure 6-14.) On a non-critical structure, it is not necessary to blend out pits remaining after removal of corrosion products by abrasive blasting, since this results in unnecessary metal removal.

6-113. GÉNÉRALITÉS.

Lorsqu'on découvre une corrosion active, il faut mettre en place un programme d'inspection positive et de remise en état afin de prévenir toute détérioration supplémentaire. Les méthodes suivantes d'évaluation des dommages causés par la corrosion et les procédures de reprise des zones corrodées pourraient être utilisées pendant les programmes de nettoyage. En général, toute reprise implique le nettoyage et le décapage de tout le fini de la zone corrodée, l'élimination des produits de corrosion et la restauration du film protecteur de la surface.

a. La réparation des dommages causés par la corrosion comprend l'élimination de toute la corrosion et des produits de corrosion. Lorsque les dommages dus à la corrosion sont graves et dépassent les limites de dommages fixées par l'avionneur ou le fabricant de pièces, la pièce doit être remplacée.

b. Si les informations et les limites du fabricant ne sont pas disponibles, un DER doit être consulté avant que l'aéronef ou la pièce ne soit remis en service.

6-114. PRÉPARATIFS POUR LA REMISE EN ÉTAT.

Tous les produits de corrosion doivent être complètement enlevés lorsque les structures corrodées sont retravaillées. Avant de commencer à retravailler les zones corrodées, effectuer les opérations suivantes :

a. Documenter les dommages causés par la corrosion.

b. Positionner l'aéronef dans un espace de lavage ou prévoir une solution de lavage pour un rinçage facile de toutes les surfaces.

c. Connecter une ligne de mise à la terre statique de l'aéronef à un point de mise à la terre.

d. Préparer l'aéronef pour un entretien au sol en toute sécurité.

(1) Retirez la ou les batteries, la bouteille d'oxygène (le cas échéant), ainsi que les alimentations hydrauliques et/ou électriques externes.

(2) Installez toutes les goupilles de sécurité, les flammes et les éclisses prévues.

e. Protéger de l'humidité et des agents chimiques de blanchiment les orifices pitot-statiques, les persiennes, les bouches d'air, l'ouverture du moteur, les roues, les pneus, les panneaux de revêtement en magnésium et l'intérieur de l'avion.

f. Protéger les surfaces adjacentes aux zones de réusinage contre les décapants chimiques, les agents anticorrosion et les matériaux de traitement de surface.

6-115. RAGRÉAGE OU REMPLISSAGE DES ZONES RÉPARÉES.

Toutes les cavités résultant du retrait de la corrosion doivent être recouvertes d'un enduit faisant raccord avec la surface environnante. Le ragréage peut être effectué comme suit :

a. Retirez les bords rugueux et toute la corrosion de la zone endommagée. Toutes les cavités doivent avoir une forme elliptique dont le grand axe est orienté dans le sens de l'envergure sur les ailes et les stabilisateurs horizontaux, dans le sens de la longueur sur les fuselages et dans le sens vertical sur les stabilisateurs verticaux. (Sélectionnez l'abrasif approprié pour les opérations de ragréage dans le tableau 6-1).

b. Dans les zones critiques et fortement sollicitées, toutes les piqûres restant après l'élimination des produits de corrosion doivent être estompées pour éviter les remontées de contraintes susceptibles de provoquer des criques par corrosion sous contrainte. (Voir figure 6-14.) Sur une structure non critique, il n'est pas nécessaire d'estomper les piqûres qui restent après l'élimination des produits de corrosion par sablage, car cela entraîne un enlèvement de métal inutile.

TABLE 6-1. Abrasives for corrosion removal.

METALS OR MATERIALS TO BE PROCESSED	RESTRICTIONS	OPERATION	ABRASIVE PAPER OR CLOTH			ABRASIVE FABRIC OR PAD	ALUMINUM	STAINLESS STEEL	PUMICE 350 MESH OR FINER	ABRASIVE WHEEL
			ALUMINUM OXIDE	SILICON CARBIDE	GARNET					
FERROUS ALLOYS		CORROSION REMOVAL OR FAIRING	150 GRIT OR FINER	180 GRIT OR FINER		FINE TO ULTRA FINE	X	X	X	X
		FINISHING	400				X	X	X	
ALUMINUM ALLOYS EXCEPT CLAD ALUMINUM	DO NOT USE SILICON CARBIDE ABRASIVE	CORROSION REMOVAL OR FAIRING	150 GRIT OR FINER		7/0 GRIT OR FINER	VERY FINE AND ULTRA FINE	X		X	X
		FINISHING	400				X		X	
CLAD ALUMINUM	SANDING LIMITED TO THE REMOVAL OF MINOR SCRATCHES	CORROSION REMOVAL OR FAIRING	240 GRIT OR FINER		7/0 GRIT OR FINER	VERY FINE AND ULTRA FINE			X	X
		FINISHING	400						X	
MAGNESIUM ALLOYS		CORROSION REMOVAL OR FAIRING	240 GRIT OR FINER			VERY FINE AND ULTRA FINE	X		X	X
		FINISHING	400				X		X	
TITANIUM		CLEANING AND FINISHING	150 GRIT OR FINER	180 GRIT OR FINER				X	X	X

c. Rework depressions by forming smoothly blended dish-outs, using a ratio of 20:1, length to depth. (See figure 6-15.) In areas having closely spaced multiple pits, intervening material should be removed to minimize surface irregularity or waviness. (See figure 6-16.) Steel nut-plates and steel fasteners should be removed before blending corrosion out of aluminum structure. Steel or copper particles embedded in aluminum can become a point of future corrosion. All corrosion products must be removed during blending to prevent reoccurrence of corrosion.

6-116. CORROSION REMOVAL BY BLASTING. Abrasive blasting is a process for cleaning or finishing ferrous metals by directing a stream of abrasive particles against the surface of the parts. Abrasive blasting is used for the removal of rust and corrosion and for cleaning prior to painting or plating. The following standard blast-cleaning practices should be adopted.

a. The part to be blast-cleaned should be removed from the aircraft, if possible. Otherwise, areas adjacent to the part should be masked or protected from abrasive impingement and system (hydraulic, oil, fuel, etc.) contamination.

b. Parts should be dry and clean of oil, grease, or dirt, prior to blast cleaning.

c. Close-tolerance surfaces, such as bushings and bearing shafts, should be masked.

d. Blast-clean only enough to remove corrosion coating. Proceed immediately with surface treatments as required.

6-117. CLEANERS, POLISHES, AND BRIGHTENERS. It is important that aircraft be kept thoroughly clean of contaminating deposits such as oil, grease, dirt, and other foreign materials.

MÉTAUX OU MATÉRIAUX A TRAITER	RESTRICTIONS	OPÉRATION	PAPIER ABRASIF			TISSUS OU BLOC ABRASIF	ALUMINIUM	ACIER INOX	PONCE MAILLE 350 OU PLUS FIN	ROUE ABRASIVE
			OXYDE D'ALUMINIUM	CARBURE DE SILICIUM	GARNET					
ALLIAGES FERREUX	-	ÉLIMINATION OU DE LA CORROSION OU PROTECTION	GRADE 150 OU PLUS	GRADE 180 OU PLUS	-	FIN A ULTRA-FIN	X	X	X	X
		FINITION	400	-	-		X	X	X	
ALLIAGES ALUMINIUM SAUF ALCLAD	NE PAS UTILISER LE CARBURE DE SILICIUM	ÉLIMINATION OU DE LA CORROSION OU PROTECTION	GRADE 150 OU PLUS	-	GRADE 7/0 OU PLUS	TRÈS FIN A ULTRA-FIN	X	-	X	X
		FINITION	400	-	-	-	X	-	X	X
ALI MINIUM ALCLAD	PONÇAGE POUR LES ÉRAFLURES LÉGÈRES UNIQUEMENT	ÉLIMINATION OU DE LA CORROSION OU PROTECTION	GRADE 240 OU PLUS	-	GRADE 7/0 OU PLUS	TRÈS FIN A ULTRA-FIN	-	-	X	X
		FINITION	400	-	-	-	-	-	X	
ALLIAGES DE MAGNÉSIUM	-	ÉLIMINATION OU DE LA CORROSION OU PROTECTION	GRADE 240 OU PLUS	-	-	TRÈS FIN A ULTRA-FIN	X	-	X	X
		FINITION	400	-	-	-	X	-	X	
TITANE	-	LAVAGE ET FINITION	GRADE 150 OU PLUS	GRADE 180 OU PLUS	-	-	-	X	X	X

Tableau 6-1. Abrasifs pour retirer la corrosion.

c. Retravailler les cavités en formant des cuvettes à l'aspect lisse, avec un rapport longueur/profondeur de 20:1. (Voir la figure 6-15.) Dans les zones présentant des cavités multiples très rapprochées, il faut enlever le matériau intermédiaire pour minimiser l'irrégularité ou l'ondulation de la surface. (Voir la figure 6-16.) Les écrous prisonniers et les fixations en acier doivent être enlevées avant d'éliminer la corrosion de la structure en aluminium. Les particules d'acier ou de cuivre incrustées dans l'aluminium peuvent devenir un point de corrosion futur. Tous les produits de corrosion doivent être enlevés pour empêcher la réapparition de la corrosion.

6-116. ÉLIMINATION DE LA CORROSION PAR SABLAGE.

Le sablage est un procédé de nettoyage ou de finition des métaux ferreux qui consiste à diriger un jet de particules abrasives contre la surface des pièces. Le sablage est utilisé pour enlever la rouille et la corrosion et pour nettoyer avant la peinture ou le placage. Il convient d'adopter les pratiques standard suivantes pour le nettoyage par sablage.

a. La pièce à nettoyer par sablage doit être retirée de l'aéronef, si possible. Sinon, les zones adjacentes à la pièce doivent être masquées ou protégées de l'impact de l'abrasif et de la contamination du système (hydraulique, huile, carburant, etc.).

b. Les pièces doivent être sèches et exemptes d'huile, de graisse ou de saleté avant le nettoyage au jet.

c. Les surfaces à tolérance étroite, telles que les bagues et les arbres de roulement, doivent être masquées.

d. Le nettoyage par sablage doit être suffisant pour enlever le revêtement de corrosion. Procédez immédiatement aux traitements de surface nécessaires.

6-117. NETTOYANTS, LUSTRANTS ET AGENTS DE BLANCHIMENT.

Il est important que les aéronefs soient maintenus parfaitement propres des dépôts contaminants tels que l'huile, la graisse, la saleté et autres matières étrangères.

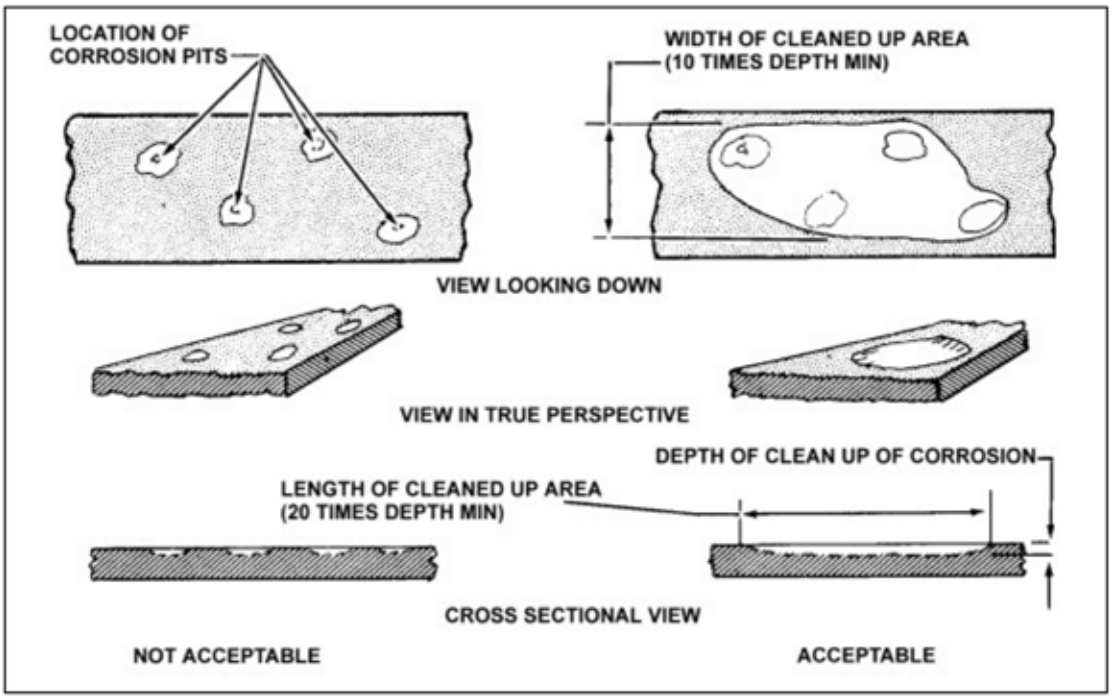


FIGURE 6-14. Typical example of acceptable cleanup of corrosion pits.

a. Materials. Do not use harmful cleaning, polishing, brightening, or paint-removing materials. Use only those compounds that conform to existing government or established industry specifications or that have been specifically recommended by the aircraft manufacturer. Observe the product manufacturer's recommendations concerning use.

b. Chemical Cleaners. Chemicals must be used with great care in cleaning assembled aircraft. The danger of entrapping corrosive materials in faying surfaces and crevices counteracts any advantages in their speed and effectiveness. Use materials that are relatively neutral and easy to remove.

c. Removal of spilled battery acid. The battery, battery cover, battery box and adjacent areas will be corroded if battery acid spills onto them. To clean spilled battery acid, brush off any salt residue and sponge the area with fresh water. For lead-acid batteries, sponge the area with a solution of 6 ounces of sodium bicarbonate (baking soda) per gallon of fresh water. Apply generously until bubbling stops and let solution stay on the area for 5 to 6 minutes, but do not allow it to dry. For nickel-cadmium batteries, sponge the area with a solution of 6 ounces of monobasic sodium phosphate per gallon of fresh water. Sponge area again with clean fresh water and dry surface with compressed air or clean wiping cloths.

6-118. STANDARD METHODS. Several standard mechanical and chemical methods are available for corrosion removal. Mechanical methods include hand sanding using abrasive mat, abrasive paper, or metal wool; and powered mechanical sanding, grinding, and buffing, using abrasive mat, grinding wheels, sanding discs, and abrasive rubber mats. The method used depends upon the metal and degree of corrosion. The removal method to use on each metal for each particular degree of corrosion is outlined in the following section.

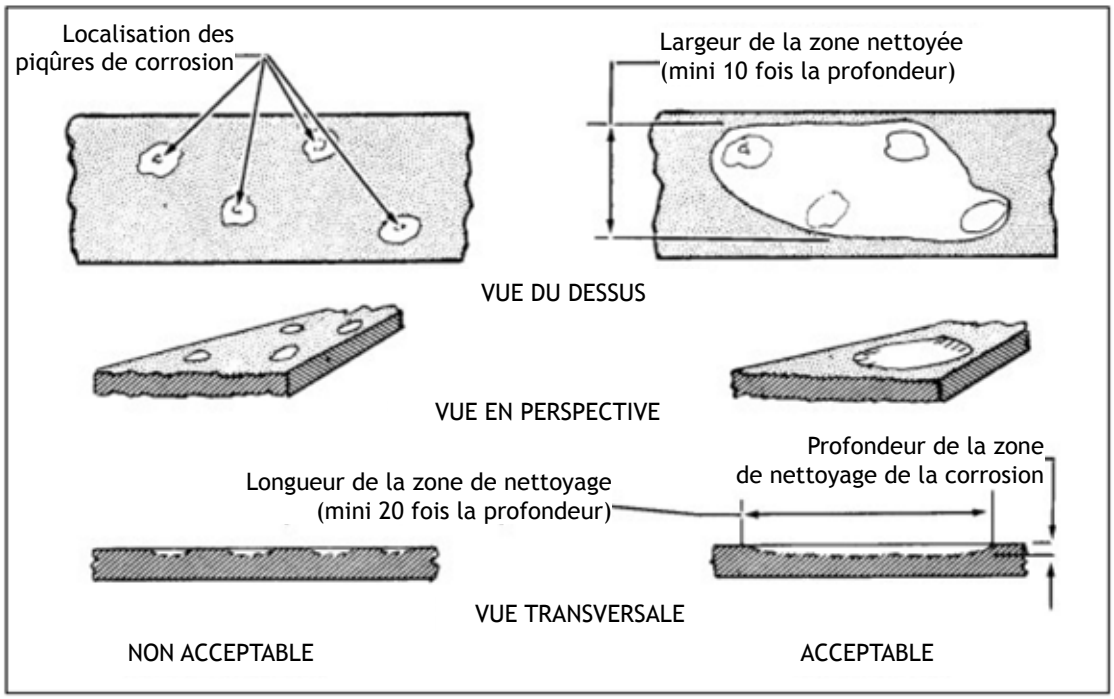


Figure 6-14. Exemple typique d'un nettoyage acceptable des piqûres de corrosion.

a. Matériaux. N'utilisez pas de produits de nettoyage, de polissage, de lustrage ou de décapage dangereux. N'utilisez que des produits conformes aux spécifications gouvernementales ou industrielles en vigueur ou spécifiquement recommandés par le constructeur de l'avion. Respecter les recommandations du fabricant du produit concernant son utilisation.

b. Nettoyants chimiques. Les produits chimiques doivent être utilisés avec beaucoup de précautions pour le nettoyage des aéronefs assemblés. Le risque d'emprisonner des matières corrosives dans les surfaces et les fissures de l'avion contrebalance les avantages de leur rapidité et de leur efficacité. Utilisez des produits relativement neutres et faciles à enlever.

c. Nettoyage de l'acide de batterie. La batterie, le couvercle de la batterie, le boîtier de la batterie et les zones adjacentes seront corrodés si l'acide de la batterie se répand sur eux. Pour nettoyer les tâches d'acide de batterie, brossez les traces et résidus puis épongez la zone avec de l'eau. Pour les batteries au plomb, épongez la zone avec une solution de 45 g de bicarbonate de soude par litre d'eau douce. Appliquez généreusement jusqu'à ce que les bulles cessent et laissez la solution sur la zone pendant 5 à 6 minutes, mais ne la laissez pas sécher. Pour les batteries nickel-cadmium, épongez la zone avec une solution de 45 g de phosphate de sodium monobasique par litre d'eau douce. Épongez de nouveau la zone avec de l'eau douce propre et séchez la surface avec de l'air comprimé ou des chiffons propres.

6-118. MÉTHODES STANDARD.

Il existe plusieurs méthodes mécaniques et chimiques standard pour éliminer la corrosion. Les méthodes mécaniques comprennent le ponçage manuel à l'aide d'une toile abrasive, de papier abrasif ou de laine métallique, ainsi que le ponçage, le meulage et le polissage mécaniques motorisés à l'aide d'une toile abrasive, de meules, de disques de ponçage et de bloc de caoutchouc abrasif. La méthode utilisée dépend du métal et du degré de corrosion. La méthode d'élimination à utiliser sur chaque métal pour chaque degré de corrosion particulier est décrite dans la section suivante.

6-119 - 6-131 [RÉSERVÉ.]

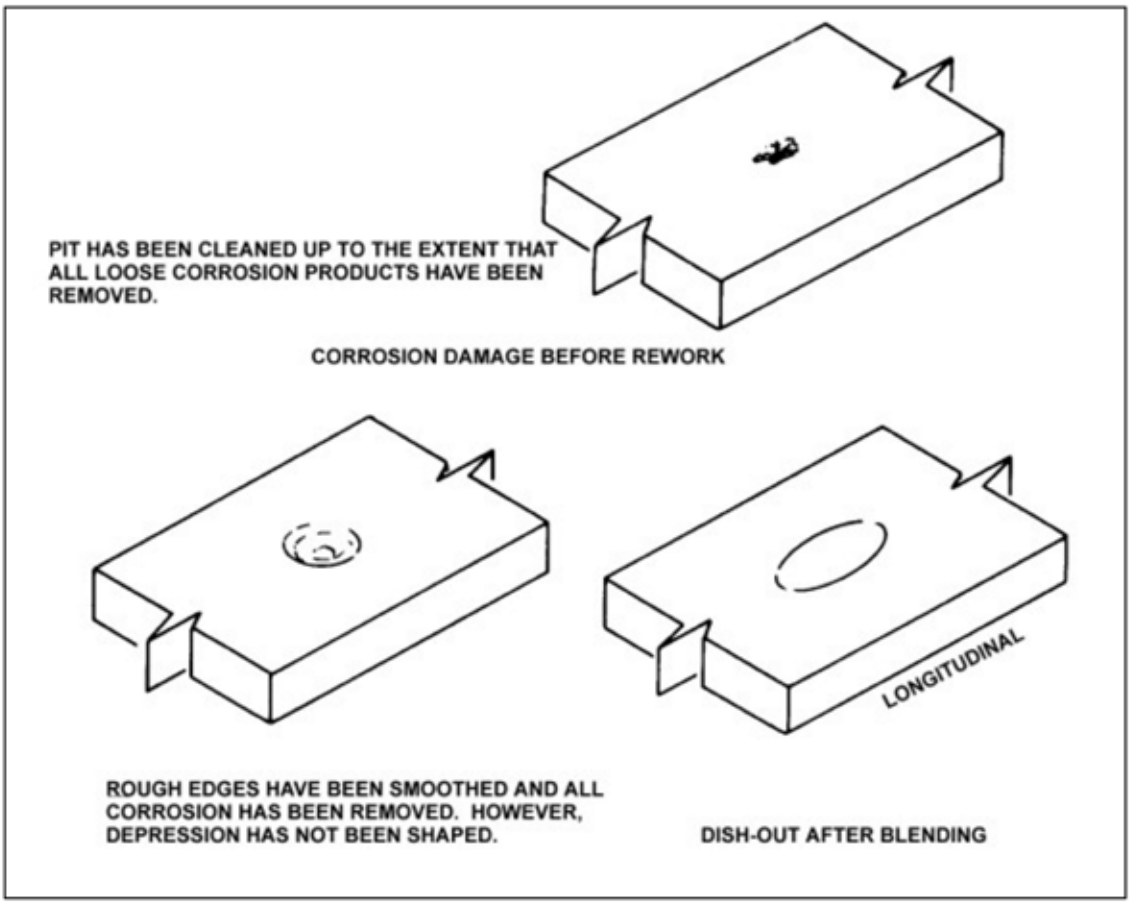


FIGURE 6-15. Blendout of corrosion as a single depression.

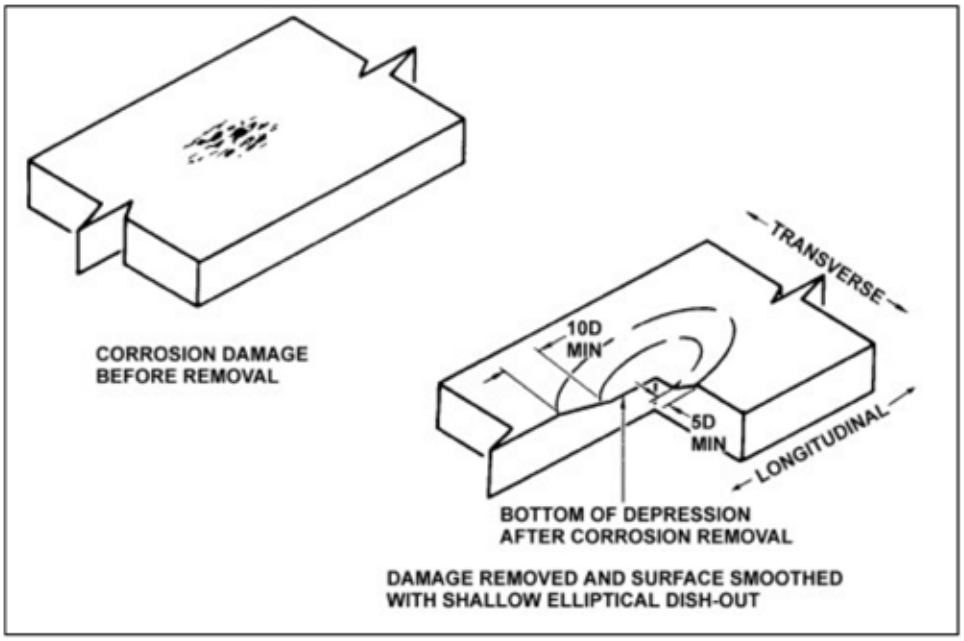


FIGURE 6-16. Blendout of multiple pits in a corroded area.

6-119.—6-131. [RESERVED.]

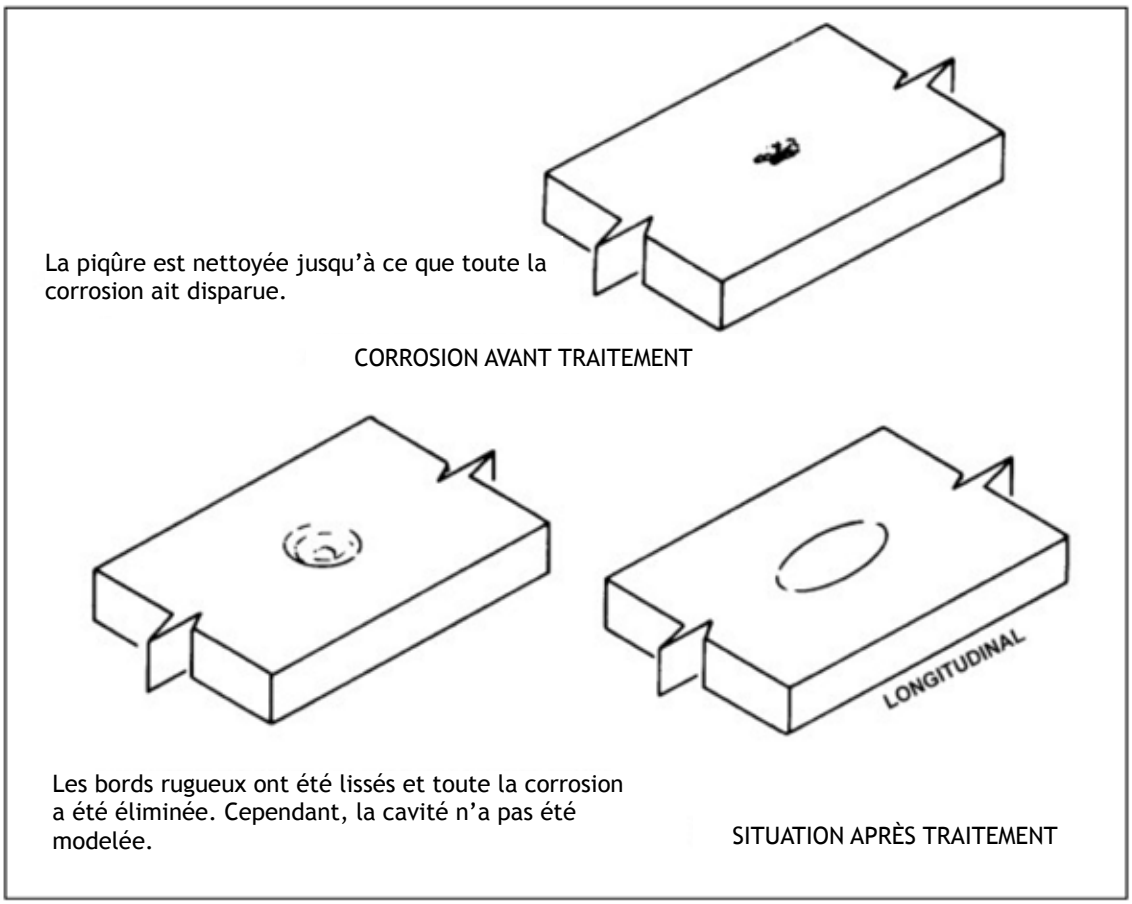


Figure 6-15. Fusion de la corrosion dans une cavité unique.

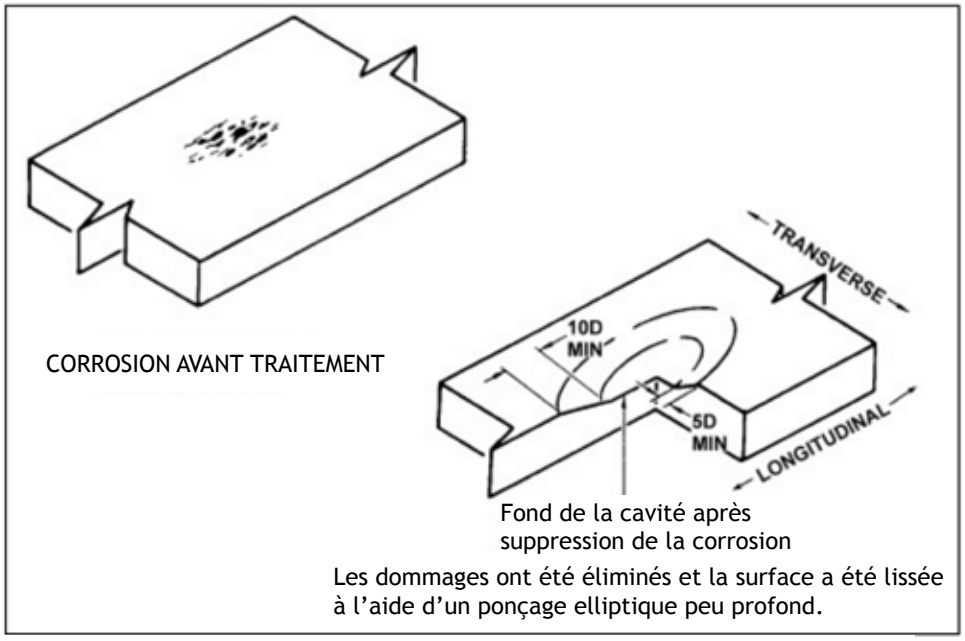


Figure 6-16. Fusion de plusieurs cavités d'une zone corrodée.

SECTION 8. ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS

6-132. GENERAL. Aluminum and aluminum alloys are the most widely used material for aircraft construction. Aluminum appears high in the electro-chemical series of elements and corrodes very easily. However, the formation of a tightly-adhering oxide film offers increased resistance under most corrosive conditions. Most metals in contact with aluminum form couples that undergo galvanic corrosion attack. The alloys of aluminum are subject to pitting, intergranular corrosion and intergranular stress corrosion cracking. In some cases the corrosion products of metal in contact with aluminum are corrosive to aluminum. Therefore, aluminum and its alloys must be cleaned and protected.

6-133. SPECIAL TREATMENT OF ANODIZED SURFACES. Anodizing is the most common surface treatment of aluminum alloy surfaces. The aluminum sheet or casting is made the positive pole in an electrolyte bath in which chromic acid or other oxidizing agents produce a supplemental protective oxide film on the aluminum surface. The anodized surface coating offers the alloy a great deal of protection as long as it is not damaged. Once the film is damaged, it can only be partially restored by chemical surface treatment. Therefore exercise care to avoid breaking of the protective film, particularly at the edges of the sheet.

6-134. REPAIR OF ALUMINUM ALLOY SHEET METAL. After extensive corrosion removal the following procedures should be followed:

a. If water can be trapped in blended areas, chemical conversion coat in accordance with MIL-C-81706 and fill the blended area with structural adhesive or sealant to the same level and contour as the original skin. When areas are small enough that structural strength has not been significantly decreased, no other work is required prior to applying the protective finish.

b. When corrosion removal exceeds the limits of the structural repair manual, contact a DER or the aircraft manufacturer for repair instructions.

c. Where exterior doublers are installed, it is necessary to seal and insulate them adequately to prevent further corrosion.

d. Doublers should be made from alclad, when available, and the sheet should be anodized (preferred) or a chemical conversion coat applied after all cutting, drilling, and countersinking has been accomplished.

e. All rivet holes should be drilled, countersunk, surface treated, and primed prior to installation of the doubler.

f. Apply a suitable sealing compound in the area to be covered by the doubler. Apply sufficient thickness of sealing compound to fill all voids in the area being repaired.

g. Install rivets wet with sealant. Sufficient sealant should be squeezed out into holes so that all fasteners, as well as all edges of the repair plate, will be sealed against moisture.

h. Remove all excess sealant after fasteners are installed. Apply a fillet sealant bead around the edge of the repair. After the sealant has cured apply the protective paint finish to the reworked area.

6-132. GÉNÉRALITÉS.

L'aluminium et les alliages d'aluminium sont les matériaux les plus largement utilisés pour la construction des aéronefs. L'aluminium figure en bonne place dans le tableau périodique des éléments et se corrode très facilement. Cependant, la formation d'une pellicule d'oxyde adhérant étroitement offre une résistance accrue dans la plupart des conditions corrosives. La plupart des métaux en contact avec l'aluminium forment des couples qui subissent une attaque de corrosion galvanique. Les alliages d'aluminium sont sujets aux piqûres, à la corrosion intergranulaire et à la fissuration par corrosion sous contrainte inter-granulaire. Dans certains cas, les produits de corrosion du métal en contact avec l'aluminium sont corrosifs pour l'aluminium. Par conséquent, l'aluminium et ses alliages doivent être nettoyés et protégés.

6-133. TRAITEMENT SPÉCIAL DES SURFACES ANODISÉES.

L'anodisation est le traitement de surface le plus courant des surfaces en alliage d'aluminium. La tôle ou la pièce moulée en aluminium constitue le pôle positif d'un bain électrolytique dans lequel l'acide chromique ou d'autres agents oxydants produisent un film d'oxyde protecteur supplémentaire sur la surface de l'aluminium. Le revêtement de surface anodisé offre à l'alliage une grande protection tant qu'il n'est pas endommagé. Une fois que le film est endommagé, il ne peut être que partiellement restauré par un traitement chimique de surface. Il faut donc veiller à ne pas rompre le film protecteur, en particulier sur les bords de la tôle.

6-134. RÉPARATION DE TÔLES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM.

Après avoir enlevé une grande partie de la corrosion, il faut suivre les procédures suivantes :

a. Si de l'eau peut être emprisonnée dans les zones mélangées, il faut appliquer une couche de conversion chimique conformément à la norme MIL-C-81706 et remplir la zone mélangée avec un adhésif structural ou un produit d'étanchéité jusqu'au même niveau et contour que le revêtement original. Lorsque les zones sont suffisamment petites pour que la résistance structurelle n'ait pas été diminuée de manière significative, aucun autre travail n'est nécessaire avant l'application de la finition protectrice.

b. Lorsque l'élimination de la corrosion dépasse les limites du manuel de réparation structurelle, contacter un DER ou l'avionneur pour obtenir des instructions de réparation.

c. Lorsque des renforts extérieurs sont installés, il est nécessaire de les sceller et de les isoler de manière adéquate pour éviter toute corrosion supplémentaire.

d. Les renforts doivent être fabriqués en alclad[1], lorsqu'ils sont disponibles, et la tôle doit être anodisée (de préférence) ou une couche de conversion chimique doit être appliquée après que toutes les opérations de découpe, de perçage et de fraisage ont été effectuées.

e. Tous les trous de rivets doivent être percés, fraisés, traités en surface et apprêtés avant l'installation du renfort.

f. Appliquez un produit d'étanchéité approprié dans la zone qui sera couverte par le renfort. Appliquer une épaisseur suffisante de composé d'étanchéité pour remplir tous les vides de la zone à réparer.

g. Posez les rivets mouillés de mastic. Une quantité suffisante de mastic doit être expulsée dans les trous afin que toutes les fixations, ainsi que tous les bords de la plaque de réparation, soient étanches à l'humidité.

h. Enlevez tout excès de mastic une fois les fixations installées. Appliquez un cordon de mastic d'étanchéité autour du bord de la réparation. Une fois que le produit d'étanchéité a durci, appliquez la peinture de protection sur la zone retouchée.

1 NdT : L'aluminium ALCLAD (ou CLAD) est une tôle d'aluminium résistante à la corrosion formée de couches de surface en aluminium de haute pureté liées métallurgiquement (laminées) à un matériau central en alliage d'aluminium à haute résistance. Son point de fusion est d'environ 500°C. Alclad est une marque déposée d'Alcoa, mais le terme est également utilisé de manière générique.

6-135. CORROSION REMOVAL AROUND COUNTERSUNK FASTENERS IN ALUMINUM ALLOY. Intergranular corrosion in aluminum alloys often originates at countersunk areas where steel fasteners are used.

a. When corrosion is found around a fixed fastener head, the fastener must be removed to ensure corrosion removal. All corrosion must be removed to prevent further corrosion and loss of structural strength. To reduce the recurrence of corrosion, the panel should receive a chemical conversion coating, be primed, and have the fasteners installed wet with sealant.

b. Each time removable steel fasteners are removed from access panels, they should be inspected for condition of the plating. If mechanical or plating damage is evident, replace the fastener. One of the following fastener installation methods should be used:

(1) Brush a corrosion-preventive compound on the substructure around and in the fastener hole, start the fastener, apply a bead of sealant to the fastener countersink, set and torque the fastener within the working time of the sealant (this is the preferred method).

(2) Apply the corrosion preventive compound to the substructure and fastener, set and torque the fastener.

(3) Apply a coating of primer to the fastener, and while wet with primer, set and torque the fastener.

6-136. EXAMPLES OF REMOVING CORROSION FROM ALUMINUM AND ALUMINUM ALLOYS.

a. Positively identify the metal as aluminum.

b. Clean the area to be reworked. Strip paint if required.

c. Determine extent of corrosion damage.

d. Remove light to moderate corrosion with one of the following.

(1) Non-Powered Corrosion Removal.

(a) The removal of corrosion products by hand can be accomplished by use of aluminum grit and silicon carbide abrasive, such as non-woven, non-metallic, abrasive mat (Spec. MIL-A-9962), abrasive cloth, and paper. Aluminum wool, fiber bristle brushes, and pumice powder are also acceptable methods.

(b) Stainless steel brush (Spec. H-B-178, type III, class 2) may be used as long as the bristles do not exceed 0.010 inch in diameter. After use of this brush the surface should be polished with 60 grit aluminum oxide abrasive paper, then with 400 grit aluminum oxide paper. Care should be exercised in any cleaning process to avoid breaking the protective film.

(c) Steel wool, emery cloth, steel wire brushes (except stainless steel brush) copper alloy brushes, rotary wire brushes, or severe abrasive materials should not be used on any aluminum surface.

(2) Chemical Corrosion Removal.

(a) The corrosion removal compound aluminum pretreatment MIL-C-38334, an acid material, may be used to remove corrosion products from aluminum alloy materials or items (e.g., skins, stringer, ribs in wings, tubing, or ducts). MIL-C-38334 is available in two types:

1 Type I Liquid concentrate materials should be diluted in accordance with the

6-135. ÉLIMINATION DE LA CORROSION AUTOUR DES FIXATIONS FRAISÉES EN ALLIAGE D'ALUMINIUM.

La corrosion intergranulaire des alliages d'aluminium prend souvent naissance dans les zones fraisées où sont utilisées des fixations en acier.

a. Lorsque de la corrosion est détectée autour d'une tête de fixation inamovible (ex. rivet), la fixation doit être retirée pour assurer l'élimination de la corrosion. Toute la corrosion doit être enlevée pour éviter une corrosion supplémentaire et une perte de résistance structurelle. Pour réduire la récurrence de la corrosion, le panneau doit recevoir un traitement chimique, être apprêté et les fixations doivent être installées avec un produit d'étanchéité.

b. Chaque fois que des attaches amovibles en acier sont retirées des panneaux d'accès, elles doivent être inspectées pour vérifier l'état de leur placage. Si des dommages mécaniques ou de placage sont évidents, remplacez l'attache. L'une des méthodes d'installation des fixations suivantes doit être utilisée :

(1) Brosser un composé anticorrosion sur la sous-structure autour et dans le trou de la fixation, mettre en place la fixation, appliquer un cordon de produit d'étanchéité sur le fraisage de la fixation, poser et serrer la fixation dans l'intervalle prévu pour le produit d'étanchéité (c'est la méthode préférée).

(2) Appliquer le composé anticorrosion sur la sous-structure et la fixation, poser et serrer la fixation.

(3) Appliquer une couche d'apprêt sur l'attache, et pendant qu'elle est encore humide, poser et serrer l'attache.

6-136. EXEMPLES D'ÉLIMINATION DE LA CORROSION SUR L'ALUMINIUM ET SES ALLIAGES.

a. Assurez-vous d'identifier le métal comme étant de l'aluminium.

b. Nettoyez la zone à reprendre. Décapez la peinture si nécessaire.

c. Déterminer l'étendue des dommages causés par la corrosion.

d. Enlever la corrosion légère à modérée avec l'une des méthodes suivantes.

(1) Enlèvement non motorisé (manuel) de la corrosion.

(a) L'enlèvement des produits de corrosion à la main peut se faire à l'aide de grains d'aluminium et d'abrasifs au carbure de silicium, tels que les feutres abrasifs non tissés et non métalliques (spécification MIL-A-9962), les tissus et le papier abrasifs. La laine d'aluminium, les brosses à poils de fibre et la poudre de pierre ponce sont également des méthodes acceptables.

(b) Une brosse en acier inoxydable (Spec. H-B-178, type III, classe 2) peut être utilisée à condition que les poils ne dépassent pas 0,25 mm de diamètre. Après l'utilisation de cette brosse, la surface doit être polie avec du papier abrasif d'oxyde d'aluminium de 60, puis avec du papier d'oxyde d'aluminium de 400. Il convient d'être prudent dans tout processus de nettoyage pour éviter de briser le film protecteur.

(c) La laine d'acier, la toile émeri, les brosses en fil d'acier (à l'exception des brosses en acier inoxydable), les brosses en alliage de cuivre, les brosses rotatives en fil métallique ou les matériaux fortement abrasifs ne doivent pas être utilisés sur les surfaces en aluminium.

(2) Enlèvement chimique de la corrosion.

(a) Le composé d'élimination de la corrosion MIL-C-38334, un acide, peut être utilisé pour éliminer les produits de corrosion des matériaux ou des articles en alliage d'aluminium (par exemple, les revêtements, les longerons, les nervures des ailes, les tubes ou les conduits). Le MIL-C-38334 est disponible en deux types :

1- Type I Les produits concentrés liquides doivent être dilués conformément aux instructions du fabricant avant d'être utilisés. Le type I a une durée de conservation d'un an ; il ne doit donc pas être utilisé après un an de la date de fabrication.

manufacture's instructions before use. Type I has a 1 year shelf life; therefore it shall not be used after 1 year from the date of manufacture.

2 Type II Powdered concentrate materials should be dissolved in the volume of water specified on the kit. These materials have an indefinite shelf life in the dry state. Once mixed, they should be used within 90 days.

(b) Mix MIL-C-38334 in wood, plastic, or plastic-lined containers only. Wear acid-resistant gloves, protective mask and protective clothing when working with this acid compound. If acid contacts the skin or eyes, flush immediately with water.

(c) Apply MIL-C-38334 solution by flowing, mopping, sponging, brushing, or wiping. When applying the solution to large areas, begin the application at the lowest area and work upward, applying the solution with a circular motion to disturb the surface film and ensure proper coverage. If pumping is required, pumps, valves, and fittings should be manufactured from 18-8 stainless steel or plastic.

CAUTION: When working with MIL-C-38334, keep the solution away from magnesium surfaces. The solution must be confined to the area being treated. All parts and assemblies including cadmium-plated items and hinges susceptible to damage from acid should be masked and/or protected. Also mask all openings leading to the primary structure that could trap the solution and doors or other openings that would allow the solution (uncontrolled) to get into the aircraft or equipment interior. It is a good practice to keep a wet rag on hand at all times, for removal of spills or splashes.

(d) Allow the solution to remain on the surface for approximately 12 minutes and then rinse away with clean tap water. For pitted or heavily-corroded areas the compound will be more effective if applied warm (140 °F) followed by vigorous agitation with a non-metallic acid-resisting brush or aluminum oxide abrasive nylon mat. Allow sufficient dwell time, 12 to 15 minutes, before rinsing. After each application examine the pits and/or corroded area to determine if another application is required with a 4 to 10 power magnifying glass. (Select the power depending on the distance available to make the inspection.) Corrosion still on the area will appear as a powdery crust slightly different in color than the uncorroded base metal. Darkening of area due to shadows and reaction from the acid remover should not be considered.

(e) Once the corrosion has been removed and the area well-rinsed with clean water, a chromate conversion coating such as MIL-C-81706 or MIL-C-5541 alodine 1200, must be applied immediately thereafter.

e. Remove moderate to heavy corrosion with one of the following.

(1) Powered Corrosion Removal.

(a) Where the problem is severe enough to warrant the use of power tools, a pneumatic drill motor driving either an aluminum-oxide-impregnated nylon abrasive wheel, flap brush or rubber grinding wheel may be used with an abrasive value to approximately 120 grit, as needed. Corrosion-removal accessories, such as flap brushes or rotary files, should be used on one type of metal only. For example, a flap brush used to remove aluminum should not be used to remove magnesium, steel, etc. Pneumatic sanders may be used with disk and paper acceptable for use on aluminum.

2 Type II Les matériaux concentrés en poudre doivent être dissous dans le volume d'eau spécifié sur le kit. Ces produits ont une durée de conservation indéfinie à l'état sec. Une fois mélangés, ils doivent être utilisés dans les 90 jours.

(b) Mélangez le MIL-C-38334 dans des contenants en bois, en plastique ou doublés de plastique seulement. Portez des gants résistant aux acides, un masque de protection et des vêtements de protection lorsque vous travaillez avec ce composé acide. Si l'acide entre en contact avec la peau ou les yeux, rincez immédiatement à l'eau.

(c) Appliquer la solution MIL-C-38334 en la faisant couler, en l'épongeant, en la brossant ou en l'essuyant. Lors de l'application de la solution sur de grandes surfaces, commencer l'application par la zone la plus basse et remonter vers le haut, en appliquant la solution avec un mouvement circulaire pour perturber le film de surface et assurer une couverture adéquate. Si le pompage est nécessaire, les pompes, les vannes et les raccords doivent être fabriqués en acier inoxydable 18-8 ou en plastique.

ATTENTION : Lorsque vous travaillez avec MIL-C-38334, gardez la solution loin des surfaces en magnésium. La solution doit être confinée à la zone à traiter. Toutes les pièces et assemblages, y compris les articles cadmiés et les charnières susceptibles d'être endommagés par l'acide, doivent être masqués et/ou protégés. Masquez également toutes les ouvertures menant à la structure primaire qui pourraient piéger la solution et les portes ou autres ouvertures qui permettraient à la solution (non contrôlée) de pénétrer à l'intérieur de l'avion ou de l'équipement. Il est bon de garder un chiffon humide à portée de main à tout moment, pour enlever les déversements ou les éclaboussures.

(d) Laissez la solution rester sur la surface pendant environ 12 minutes, puis rincez-la à l'eau claire du robinet. Pour les zones piquées ou fortement corrodées, le composé sera plus efficace s'il est appliqué à chaud (60°C, 140 °F), suivi d'une agitation vigoureuse avec une brosse non métallique résistant aux acides ou une toile de nylon abrasive à l'oxyde d'aluminium. Laisser un temps de séjour suffisant, de 12 à 15 minutes, avant de rincer. Après chaque application, examiner les piqûres et/ou la zone corrodée pour déterminer si une autre application est nécessaire avec une loupe de puissance 4 à 10. (Choisissez la puissance en fonction de la distance disponible pour effectuer l'inspection). La corrosion encore présente sur la zone apparaîtra sous la forme d'une croûte poudreuse de couleur légèrement différente de celle du métal de base non corrodé. L'assombrissement de la zone dû aux ombres et à la réaction du dissolvant acide ne doit pas être pris en compte.

(e) Une fois la corrosion enlevée et la zone bien rincée à l'eau claire, un revêtement de conversion au chromate tel que MIL-C-81706 ou MIL-C-5541 alodine 1200, doit être appliqué immédiatement après.

e. Enlever la corrosion modérée à forte avec l'une des méthodes suivantes.

(1) Enlèvement de la corrosion sous tension.

(a) Lorsque le problème est suffisamment grave pour justifier l'utilisation d'outils électriques, un moteur de perceuse pneumatique entraînant soit une roue abrasive en nylon imprégnée d'oxyde d'aluminium, une brosse à lamelles ou une meule en caoutchouc peut être utilisé avec un abrasif d'une valeur d'environ 120, selon les besoins. Les accessoires d'élimination de la corrosion, tels que les brosses à lamelles ou les limes rotatives, doivent être utilisés sur un seul type de métal. Par exemple, une brosse à lamelles utilisée pour enlever l'aluminium ne doit pas être utilisée pour enlever le magnésium, l'acier, etc. Les ponceuses pneumatiques peuvent être utilisées avec des disques et du papier acceptables pour l'aluminium.

(b) When mechanically removing corrosion from aluminum, especially aircraft skin thinner than 0.0625 inch, extreme care must be used. Vigorous, heavy, continuous abrasive grinding can generate enough heat to cause metallurgical change. If heat damage is suspected, hardness tests or conductivity tests must be accomplished to verify condition of the metal. The use of powered rotary files should be limited to heavy corrosion and should not be used on skin thinner than 0.0625 inch.

(2) Blasting.

(a) Abrasive blasting may be used on aluminum alloys using glass beads (Spec. MIL-G-9954) sizes 10 to 13, or grain abrasive (Spec. MIL-G-5634) types I and III may be used as an alternate method of removing corrosion from clad and non-clad aluminum alloys. Abrasive blasting should not be used to remove heavy corrosion products. Direct pressure machines should have the nozzle pressure set at 30 to 40 psi for clad aluminum alloys and 40 to 45 psi for non-clad aluminum alloys. Engineering approval should be obtained prior to abrasive blasting metal thinner than 0.0625 inch.

(b) When using abrasive blasting on aluminum alloys, do not allow the blast stream to dwell on the same spot longer than 15 seconds. Longer dwell times will cause excessive metal removal. Intergranular exfoliation corrosion is not to be removed by abrasive blasting; however, blasting may be used with powered corrosion removal to determine whether all exfoliation corrosion has been removed.

f. Inspect the area for remaining corrosion. Repeat procedure if any corrosion remains.

NOTE: If corrosion remains after the second attempt, use a stronger method, e.g., chemical to mechanical.

g. Using a blend ratio of 20:1 (length to depth) blend and finish the corrosion rework area with progressively finer abrasive paper until 400-grit paper is used.

h. Clean reworked area using dry cleaning solvent. Do not use kerosene or any other petroleum base fuel as a cleaning solvent.

i. Determine depth of faired depressions to ensure that rework limits have not been exceeded.

j. Apply chemical conversion coating, MIL-C-81706, immediately after reworking. If 48 hours or more have elapsed since the conversion coating was first applied and the primer or final paint system has not yet been applied, then reapply the conversion coating before continuing.

NOTE: These solutions should not be allowed to come in contact with magnesium or high-strength steels (180,000 psi). Do not permit solutions or materials to contact paint thinner, acetone or other combustible material: FIRE MAY RESULT.

k. Apply paint finish to area.

6-137.—6-147. [RESERVED.]

(b) Lorsque l'on élimine mécaniquement la corrosion de l'aluminium, en particulier de la peau d'avion d'une épaisseur inférieure à 1,6 mm, il faut faire preuve d'une extrême prudence. Un meulage abrasif vigoureux, lourd et continu peut générer suffisamment de chaleur pour provoquer des modifications métallurgiques. Si l'on soupçonne un dommage thermique, des tests de dureté ou de conductivité doivent être effectués pour vérifier l'état du métal. L'utilisation de limes rotatives motorisées doit être limitée à la corrosion lourde et ne doit pas être utilisée sur une peau d'une épaisseur inférieure à 1,6 mm.

(2) Sablage.

(a) Le sablage peut être utilisé sur les alliages d'aluminium en utilisant des billes de verre (spécification MIL-G-9954) de tailles 10 à 13 (1,7 à 2,3 mm), ou un abrasif à grain (spécification MIL-G-5634) de types I et III comme méthode alternative pour éliminer la corrosion des alliages d'aluminium plaqués et non plaqués. Le décapage par abrasif ne doit pas être utilisé pour éliminer les produits de corrosion lourds. La pression de la buse des machines à pression directe doit être réglée entre 2 et 2,75 bar (30 et 40 psi) pour les alliages d'aluminium plaqués et entre 2,75 et 3,1 bar (40 et 45 psi) pour les alliages d'aluminium non plaqués. Il convient d'obtenir l'approbation de l'ingénieur avant de procéder au sablage d'un métal d'une épaisseur inférieure à 1,6 mm.

(b) Lors de l'utilisation d'un jet d'abrasif sur des alliages d'aluminium, ne laissez pas le jet s'arrêter au même endroit pendant plus de 15 secondes. Des temps d'arrêt plus longs entraîneront un enlèvement excessif du métal. La corrosion par exfoliation intergranulaire ne doit pas être éliminée par sablage ; cependant, le sablage peut être utilisé avec l'élimination de la corrosion sous tension pour déterminer si toute la corrosion par exfoliation a été éliminée.

f. Inspecter la zone pour voir s'il reste de la corrosion. Répétez la procédure s'il reste de la corrosion.

REMARQUE : Si la corrosion persiste après la deuxième tentative, utilisez une méthode plus puissante, par exemple, chimique ou mécanique.

g. En utilisant un rapport longueur/profondeur de 20:1, frottez et finissez la zone de reprise de la corrosion avec du papier abrasif de plus en plus fin jusqu'à l'utilisation de papier de 400.

h. Nettoyez la zone retravaillée à l'aide d'un solvant de nettoyage à sec. Ne pas utiliser d'essence ou tout autre carburant à base de pétrole comme solvant de nettoyage.

i. Déterminez la profondeur des cavités réparées pour vous assurer que les limites de réusinage n'ont pas été dépassées.

j. Appliquez un produit de conversion chimique[1] MIL-C-81706 immédiatement après le réusinage. Si 48 heures ou plus se sont écoulées depuis l'application de la couche de conversion et que l'apprêt ou le système de peinture final n'a pas encore été appliqué, réappliquez la couche de conversion avant de poursuivre.

REMARQUE : Ces solutions ne doivent pas entrer en contact avec le magnésium ou les aciers à haute résistance (180 000 psi, 1241 MPa). Ne pas laisser les solutions ou les matériaux entrer en contact avec du diluant à peinture, de l'acétone ou tout autre matériau combustible : UN INCENDIE POURRAIT SE PRODUIRE.

k. Appliquez la peinture de finition sur la zone.

6-137.- 6-147. [RÉSERVÉ.]

1 NdT : La conversion chimique est une protection des métaux par réaction électrochimique ou chimique. Elle crée une couche superficielle offrant une protection économique contre la corrosion, ainsi qu'une surface adaptée aux apprêts et à la peinture. Elle préserve également la conductivité électrique, contrairement à l'anodisation qui produit des revêtements non conducteurs. Cette conversion chimique est également connue sous le nom de chromatage, conversion au chromate et alodinage.

SECTION 9. MAGNESIUM AND MAGNESIUM ALLOYS

6-148. GENERAL. Magnesium and magnesium alloys are the most chemically active of the metals used in aircraft construction and are the most difficult to protect. However, corrosion on magnesium surfaces is probably the easiest to detect in its early stages. Since magnesium corrosion products occupy several times the volume of the original magnesium metal destroyed, initial signs show a lifting of the paint films and white spots on the magnesium surface. These rapidly develop into snow-like mounds or even white whiskers. The prompt and complete correction of the coating failure is imperative if serious structural damage is to be avoided.

6-149. TREATMENT OF WROUGHT MAGNESIUM SHEETS AND FORGINGS. Corrosive attack on magnesium skins will usually occur around the edges of skin panels, underneath hold-down washers, or in areas physically damaged by shearing, drilling, abrasion, or impact. Entrapment of moisture under and behind skin crevices is frequently a contributing factor. If the skin section can be easily removed, this should be accomplished to ensure complete inhibition and treatment.

a. Complete mechanical removal of corrosion products should be practiced when practical. Mechanical cleaning should normally be limited to the use of stiff bristle brushes and similar nonmetallic cleaning tools.

b. Any entrapment of steel particles from steel wire brushes, steel tools, or contamination of treated surfaces, or dirty abrasives, can cause more trouble than the initial corrosive attack. The following procedural summary is recommended for treatment of corroded magnesium areas when accomplished under most field conditions.

c. When aluminum insulating washers are used and they no longer fasten tightly to magnesium panels, corrosion is likely to occur under the washers if corrective measures are not taken.

(1) When machine screw fasteners are used, aluminum insulating washers must be removed from all locations to surface treat the magnesium panel.

(2) Where permanent fasteners other than machine screws are used, the insulating washer and fastener must be removed.

(3) When located so water can be trapped in the counter-bored area where the washer was located, use sealants to fill the counterbore. If necessary, fill several areas adjacent to each other. It may be advantageous to cover the entire row of fasteners with a strip of sealant.

6-150. REPAIR OF MAGNESIUM SHEET METAL AFTER EXTENSIVE CORROSION REMOVAL. The same general instructions apply when making repairs in magnesium as in aluminum alloy skin, except that two coats of epoxy primer may be required on both the doubler and skin being patched instead of one. Where it is difficult to form magnesium alloys in the contour, aluminum alloy may be utilized. When this is done, it is necessary to ensure effective dissimilar metal insulation. Vinyl tape will ensure positive separation of dissimilar metals, but edges will still have to be sealed to prevent entrance of moisture between mating surfaces at all points where repairs are made. It is recommended that only non-corrosive type sealant be used, since it serves a dual purpose of material separation and sealing.

6-148. GÉNÉRALITÉS.

Le magnésium et les alliages de magnésium sont les métaux les plus actifs chimiquement parmi ceux utilisés dans la construction des aéronefs, et sont les plus difficiles à protéger. Cependant, la corrosion sur les surfaces en magnésium est probablement la plus facile à détecter dans ses premiers stades. Comme les produits de corrosion du magnésium occupent plusieurs fois le volume du magnésium métallique détruit, les premiers signes montrent un soulèvement des films de peinture et des taches blanches sur la surface. Celles-ci se transforment rapidement en monticules ou en traces blanches. La correction rapide et complète du défaut sur le revêtement est impérative si l'on veut éviter de graves dommages structurels.

6-149. TRAITEMENT DES TÔLES ET DES PIÈCES FORGÉES EN MAGNÉSIUM.

L'attaque corrosive sur les revêtements de magnésium se produit généralement autour des bords des panneaux, sous les rondelles de maintien, ou dans les zones physiquement endommagées par le cisaillement, le perçage, l'abrasion ou l'impact. Le piégeage de l'humidité sous et derrière les crevasses du revêtement est souvent un facteur contributif. Si la section du revêtement peut être facilement retirée, il faut le faire pour assurer une inhibition et un traitement complets.

a. L'élimination mécanique complète des produits de corrosion doit être pratiquée lorsque c'est possible. Le nettoyage mécanique doit normalement se limiter à l'utilisation de brosses à poils durs et d'outils similaires de nettoyage non métalliques.

b. Tout piégeage de particules d'acier par des brosses en fil d'acier ou des outils en acier, ou toute contamination des surfaces traitées, ou des abrasifs sales, peut causer plus de problèmes que l'attaque corrosive initiale. La procédure suivante est recommandée pour le traitement des zones corrodées en magnésium, lorsqu'il est effectué sur site, dans la plupart des conditions.

c. Lorsque des rondelles isolantes en aluminium sont utilisées et qu'elles ne sont plus assez serrées contre les panneaux en magnésium, de la corrosion risque de se produire sous les rondelles si des mesures correctives ne sont pas prises.

(1) Lorsque des fixations à vis mécaniques sont utilisées, les rondelles isolantes en aluminium doivent être retirées de tous les emplacements pour traiter en surface le panneau de magnésium.

(2) Lorsque des fixations permanentes autres que des vis mécaniques sont utilisées, la rondelle isolante et la fixation doivent être retirées.

(3) Lorsque l'emplacement est tel que l'eau peut être piégée dans la zone contre-percée où se trouvait la rondelle, utilisez des produits d'étanchéité pour remplir le contre-perçage. Si nécessaire, remplissez plusieurs zones adjacentes les unes aux autres. Il peut être avantageux de recouvrir toute la rangée de fixations d'une bande de mastic.

6-150. RÉPARATION DE LA TÔLE DE MAGNÉSIUM APRÈS UN ENLÈVEMENT DE CORROSION IMPORTANT.

Les mêmes instructions générales s'appliquent aux réparations de la tôle en magnésium qu'à celles de la tôle en alliage d'aluminium, sauf qu'il faudra peut-être appliquer deux couches d'apprêt époxy, au lieu d'une seule, sur le renfort et la tôle à réparer. Lorsqu'il est difficile de mettre en forme des alliages de magnésium, on peut utiliser un alliage d'aluminium. Dans ce cas, il est nécessaire d'assurer une isolation efficace des métaux dissemblables. Un ruban de vinyle assurera une séparation efficace des métaux dissemblables, mais les bords devront tout de même être scellés pour empêcher l'entrée d'humidité entre les surfaces de contact, à tous les endroits où des réparations sont effectuées. Il est recommandé d'utiliser uniquement un produit d'étanchéité de type non corrosif, car il a un double objectif de séparation des matériaux et d'étanchéité.

6-151. IN-PLACE TREATMENT OF MAGNESIUM CASTINGS. Magnesium castings, in general, are more porous and more prone to penetrating attack than wrought magnesium skin. However, treatment in the field is, for all practical purposes, the same for all magnesium. Bellcranks, fittings, and numerous covers, plates, and handles may also be magnesium castings. When attack occurs on a casting, the earliest practical treatment is required to prevent dangerous corrosive penetration. Engine cases in salt water can develop moth holes and complete penetration overnight.

a. If at all practical, faying surfaces involved shall be separated to treat the existing attack effectively and prevent its further progress. The same general treatment sequence as detailed for magnesium skin should be followed. Where engine cases are concerned, baked enamel overcoats are usually involved rather than other top coat finishes. A good air drying enamel can be used to restore protection.

b. If extensive removal of corrosion products from a structural casting is involved, a decision from the aircraft manufacturer or a DER may be necessary to evaluate the adequacy of structural strength remaining. Refer to the aircraft manufacturer if any questions of safety are involved.

6-152. EXAMPLE OF REMOVING CORROSION FROM MAGNESIUM. If possible, corroded magnesium parts shall be removed from aircraft. When impossible to remove the part, the following procedure will be used.

a. Positively identify metal as magnesium.

b. Clean area to be reworked.

c. Strip paint if required.

d. Determine the extent of corrosion damage.

e. Remove light to moderate corrosion by one of the following means.

(1) Non-Powered Corrosion Removal.

(a) Non-powered removal can be accomplished using abrasive mats, cloth, and paper with aluminum oxide grit (do not use silicon carbide abrasive). Metallic wools and hand brushes compatible with magnesium such as stainless steel and aluminum, may be used.

(b) When a brush is used the bristles should not exceed 0.010 inch in diameter. After using a brush, the surface should be polished with 400 grit aluminum oxide abrasive paper, then with 600 grit aluminum oxide abrasive paper.

(c) Pumice powder may be used to remove stains or to remove corrosion on thin metal surfaces where minimum metal removal is allowed.

(2) Chemical Corrosion Removal.

(a) Chemical corrosion removal on magnesium alloys is usually done with a chromic acid pickle solution. Chemical corrosion removal methods are not considered adequate for areas that have:

1 Deep pitting,

2 Heavy corrosion and corrosion by products,

3 Previously had corrosion removed by mechanical means, or

4 Previously been sand blasted.

6-151. TRAITEMENT SUR SITE DES PIÈCES MOULÉES EN MAGNÉSIUM.

Les pièces moulées en magnésium sont, en général, plus poreuses et plus sujettes aux attaques que les tôles de magnésium. Cependant, le traitement sur site est identique pour tout le magnésium. Les cloches, les raccords et de nombreux couvercles, plaques et poignées peuvent également être des pièces moulées en magnésium. Lorsqu'une attaque se produit sur une pièce moulée, le traitement pratique le plus précoce est nécessaire pour empêcher une pénétration corrosive dangereuse. Les carters moteur plongés dans l'eau salée peuvent développer des perforations et une pénétration complète en une seule nuit.

a. Dans la mesure du possible, les surfaces de contact concernées doivent être séparées pour traiter efficacement leur corrosion et empêcher sa progression. La même séquence de traitement que celle détaillée pour le revêtement de magnésium doit être suivie. Dans le cas des carters de moteur, les couches de finition émaillées sont généralement utilisées plutôt que d'autres solutions. Un bon émail séchant à l'air peut aussi être utilisé pour restaurer la protection.

b. S'il s'agit d'un enlèvement important de corrosion d'une pièce moulée structurelle, une décision de l'avionneur ou d'un DER[1] peut être nécessaire pour évaluer l'adéquation de la résistance structurelle restante. Consulter l'avionneur si des questions de sécurité sont en jeu.

6-152. EXEMPLE D'ÉLIMINATION DE LA CORROSION DU MAGNÉSIUM.

Si possible, les pièces en magnésium corrodées doivent être retirées de l'aéronef. Lorsqu'il est impossible de retirer la pièce, la procédure suivante sera utilisée.

a. Identifier le métal comme étant du magnésium.

b. Nettoyer la zone à retravailler.

c. Décaper la peinture si nécessaire.

d. Déterminer l'étendue des dommages causés par la corrosion.

e. Enlever la corrosion légère à modérée par l'un des moyens suivants.

(1) Enlèvement non motorisé de la corrosion.

(a) L'élimination non motorisée peut être réalisée à l'aide de feutre, de toile et de papier abrasifs à l'oxyde d'aluminium (ne pas utiliser d'abrasif au carbure de silicium). Les laines métalliques et les brosses à main compatibles avec le magnésium, comme l'acier inoxydable et l'aluminium, peuvent être utilisées.

(b) Lorsqu'une brosse est utilisée, les poils ne doivent pas dépasser 0,25 mm de diamètre. Après l'utilisation d'une brosse, la surface doit être polie avec du papier abrasif à l'oxyde d'aluminium de 400, puis avec du papier abrasif à l'oxyde d'aluminium de 600.

(c) La poudre de pierre ponce peut être utilisée pour enlever les taches ou pour éliminer la corrosion sur des surfaces métalliques minces lorsqu'un enlèvement minimal de métal est autorisé.

(2) Élimination chimique de la corrosion.

(a) L'élimination de la corrosion chimique sur les alliages de magnésium se fait habituellement avec une solution de décapage à l'acide chromique. Les méthodes d'élimination de la corrosion chimique ne sont pas considérées comme adéquates pour les zones qui présentent :

1 Des piqûres profondes,

2 Une corrosion importante et des sous-produits de la corrosion,

3 ont été précédemment débarrassées de la corrosion par des moyens mécaniques, ou

4 ont déjà été sablées.

1 NdT : DER pour « Designated Engineering Representatives ». Ces personnes agréées sont chargées de vérifier que les données d'ingénierie sont conformes aux normes de navigabilité appropriées.

(b) Do not use this method for parts containing copper and steel-based inserts (unless the inserts are masked off) and where it might come into contact with adhesive bonded skins or parts.

(3) The following solution may be used to remove surface oxidation and light corrosion products from magnesium surfaces.

(a) Solution Composition and Operation:

1 Chromium Trioxide. 24 oz.

2 (O-C-303, Type II). Water to Make 1 gal. Reaction Time 1 to 15 min.

3 Operation Temperature. (Solution can be operated at room temperature for a longer reaction time if desired.) 190 to 202 °F.

4 Container Construction. Lead-lined steel, stainless steel, or 1100 aluminum.

(b) Mask off nearby operating mechanisms, cracks and plated steel to keep the solution from attacking them.

(c) Apply chromic acid solution carefully to the corroded area with an acid-resistant brush.

(d) Allow the solution to remain on the surface for approximately 15 minutes. Agitation may be required.

(e) Thoroughly rinse the solution from the surface with plenty of clean water.

(f) Repeat the preceding sequence as necessary until all corrosion products have been removed and the metal is a bright metallic color.

f. Remove moderate to heavy corrosion by one of the following means.

(1) Powered Corrosion Removal.

(a) Powered corrosion removal can be accomplished using pneumatic drill motor with either an aluminum-oxide-impregnated abrasive wheel, flap brush, or rubber grinding wheel with an abrasive value to approximately 120 grain size.

(b) Also a rotary file with fine flutes can be used for severe or heavy corrosion product buildup on metals thicker than 0.0625 inch. If a flap brush or rotary file is used, it should only be used on one type of metal. Do not use either a hand or rotary carbon steel brush on magnesium.

(c) Pneumatic sanders are acceptable if used with disk or paper of aluminum oxide. When using sanders, use extra care to avoid over heating aircraft skins thinner than 0.0625 inch.

(d) Do not use rotary wire brushes on magnesium.

WARNING: Cuttings and small shavings from magnesium can ignite easily and are an extreme fire hazard. Fires of this metal must be extinguished with absolutely dry talc, calcium carbonate, sand, or graphite by applying the powder to a depth of 1/2 inch over the metal.

(2) Blasting. Abrasive blasting is an approved method of corrosion removal on magnesium alloys of a thickness greater than 0.0625 inch. Remove heavy corrosion products by hand brushing with a stainless steel or fiber brush followed by vacuum abrasive

(b) N'utilisez pas cette méthode pour les pièces contenant des inserts à base de cuivre et d'acier (sauf si les inserts sont masqués) et lorsqu'elles peuvent entrer en contact avec des revêtements ou des pièces collées.

(3) La solution suivante peut être utilisée pour éliminer l'oxydation de surface et les produits de corrosion légère des surfaces en magnésium.

(a) Composition et fonctionnement de la solution :

1 Trioxyde de chrome (O-C-303, Type II). 82 g.

2. Eau pour faire 1 litre. Temps de réaction 1 à 15 min.

3 Température de fonctionnement. (La solution peut être utilisée à température ambiante pour un temps de réaction plus long si on le souhaite). 88 à 94°C.

4 Construction du conteneur. Acier revêtu de plomb, acier inoxydable ou aluminium 1100.

(b) Masquer les mécanismes de fonctionnement, les fissures et l'acier plaqué à proximité pour éviter que la solution ne les attaque.

(c) Appliquer soigneusement la solution d'acide chromique sur la zone corrodée à l'aide d'une brosse résistant aux acides.

(d) Laissez la solution rester sur la surface pendant environ 15 minutes. Une agitation peut être nécessaire.

(e) Rincez soigneusement la solution de la surface avec beaucoup d'eau propre.

(f) Répétez la séquence précédente si nécessaire jusqu'à ce que tous les produits de corrosion aient été éliminés et que le métal ait une couleur métallique brillante.

f. Enlever la corrosion modérée à forte par l'un des moyens suivants.

(1) Élimination motorisée de la corrosion.

(a) L'enlèvement motorisé de la corrosion peut être effectué à l'aide d'une perceuse munie d'une roue abrasive à l'oxyde d'aluminium, d'une brosse à lamelles ou d'une meule en caoutchouc dont l'abrasif est environ 120.

(b) Une lime électrique à cannelures fines peut également être utilisée pour les accumulations importantes de produits de corrosion sur les métaux d'une épaisseur supérieure à 1,6 mm. Si une brosse à lamelles ou une lime rotative est utilisée, elle ne doit l'être que sur un seul type de métal. Ne jamais utiliser de brosse, manuelle ou rotative, en acier au carbone sur le magnésium.

(c) Les ponceuses pneumatiques sont acceptables si elles sont utilisées avec un disque ou un papier d'oxyde d'aluminium. Lorsque vous utilisez des ponceuses, faites très attention à ne pas surchauffer les tôles d'aéronefs d'une épaisseur inférieure à 1,6 mm.

(d) N'utilisez pas de brosses métalliques rotatives sur le magnésium.

AVERTISSEMENT : Les découpes et les petits copeaux de magnésium peuvent s'enflammer facilement et constituent un risque extrême d'incendie. Les incendies de ce métal doivent être éteints avec du talc, du carbonate de calcium, du sable ou du graphite absolument sec en appliquant la poudre sur une profondeur de 12 mm sur le métal.

(2) Sablage. Le sablage est une méthode approuvée pour éliminer la corrosion sur les alliages de magnésium d'une épaisseur supérieure à 1,6 mm. Enlevez les produits de corrosion importants en les brossant à la main avec une brosse en acier inoxydable ou en fibre, puis en procédant à un sablage abrasif sous vide avec des billes de verre (spécification MIL-G-9954) de taille 10-13 (1,7 à 2,3 mm) ou un abrasif à grains (spécification MIL-G-5634), de type I ou III, à une pression d'air de 10 à 35 psi, soit 0,7 à 2,4 bar (si un équipement d'aspiration est utilisé, utilisez une dépression 50 % plus élevée).

blasting with glass beads, (Spec. MIL-G-9954) sizes 10-13; or grain abrasive (Spec. MIL-G-5634), types I or III at an air pressure of 10 to 35 psi (if suction equipment is used, use a 50 percent higher pressure). Upon completion of blasting, inspect for the presence of corrosion in the blast area. Give particular attention to areas where pitting has progressed into intergranular attack. This is necessary because abrasive blasting has a tendency to close up streaks of intergranular corrosion rather than remove them if the operator uses an improper impingement angle. If the corrosion has not been removed in a total blasting time of 60 seconds on any one specific area, other mechanical methods of removal should be utilized.

CAUTION: When blasting magnesium alloys, do not allow the blast stream to dwell on the same spot longer than 15 seconds. Longer dwell times will cause excessive metal removal.

g. Inspect the reworked area to ensure that no corrosion products remain. If corrosion products are found, repeat method used and re-inspect.

h. Fair depressions resulting from rework using a blend ratio of 20:1. Clean rework area using 240 grit abrasive paper. Smooth with 300 grit and finally polish with 400 grit abrasive paper.

i. Determine depth of faired depressions to ensure that rework limits have not been exceeded. Refer to the manufacture's specifications.

j. Clean reworked area using a solvent to provide a water-break-free surface. Do not use kerosene or another petroleum base fuel as a cleaning solvent.

k. Apply Chromic Acid Brush-on Pretreatment.

(1) Chemical pretreatment such as the following chromic acid solution (Conversion coat conforming to Spec. MIL-M-3171, type VI) provides a passive surface layer with an inhibitive characteristic that resists corrosive attack and also provides a bond for subsequent coatings. Properly-applied magnesium pretreatment tend to neutralize corrosion media in contact with the surface.

(2) The chromic acid brush-on pretreatment may be applied to all magnesium parts that require touch-up. This treatment is generally used in refinishing procedures or when parts and assemblies are too large to be immersed. This treatment is less critical to apply than the other brush-on treatments. It is relatively inexpensive and not as harmful when trapped in faying surfaces.

(a) Solution Composition and Operation:

1 Distilled Water 1 gal.

2 Chromic Acid (CrO_3) 1.3 oz.

3 (99.5 pure), Calcium Sulfate 1 oz. ($CaSo_4.2H_2O$)

4 Operating Temp. 70-90 °F.

5 Container: Stainless Steel, Aluminum, Vinyl, Polyethylene, or Rubber.

NOTE: Good application requires proper preparation of the chromic acid coating solution and cleaning of the surface where the solution will be applied. A water-break test is recommended if the cleanliness of the surface is in doubt.

Une fois le sablage terminé, vérifiez la présence de corrosion dans la zone de sablage. Accordez une attention particulière aux zones où les piqûres ont évolué vers une attaque intergranulaire. Ceci est nécessaire car le sablage a tendance à refermer les traces de corrosion intergranulaire plutôt que de les éliminer si l'opérateur utilise un angle d'impact incorrect. Si la corrosion n'a pas été éliminée dans un temps total de sablage de 60 secondes sur une zone spécifique, d'autres méthodes mécaniques d'élimination doivent être utilisées.

ATTENTION : Lors du sablage d'alliages de magnésium, ne laissez pas le jet de grenaille s'arrêter au même endroit pendant plus de 15 secondes. Des temps d'arrêt plus longs entraîneront un enlèvement excessif du métal.

g. Inspectez la zone retravaillée pour vous assurer qu'il ne reste aucun produit de corrosion. Si des produits de corrosion sont trouvés, répétez la méthode utilisée et inspectez à nouveau.

h. Lissez les cavités résultant de la retouche avec un rapport longueur/profondeur de 20:1. Nettoyez la zone de retouche à l'aide d'un papier abrasif de 240. Lisser avec du papier abrasif de 300 et enfin polir avec du papier abrasif de 400.

i. Déterminez la profondeur des cavités réparées pour vous assurer que les limites de reprise n'ont pas été dépassées. Reportez-vous aux spécifications du fabricant.

j. Nettoyez la zone retravaillée à l'aide d'un solvant pour obtenir une surface exempte d'eau. N'utilisez pas d'essence ou un autre carburant à base de pétrole comme solvant de nettoyage.

k. Appliquer un prétraitement à l'acide chromique au pinceau.

(1) Un prétraitement chimique tel que la solution d'acide chromique suivante (couche de conversion conforme à la spécification MIL-M-3171, type VI) fournit une couche de surface passive avec une caractéristique inhibitrice qui résiste à l'attaque corrosive et fournit également une liaison pour les revêtements ultérieurs. Un prétraitement au magnésium correctement appliqué tend à neutraliser les agents de corrosion en contact avec la surface.

(2) Le prétraitement par brossage à l'acide chromique peut être appliqué sur toutes les pièces en magnésium qui nécessitent des retouches. Ce traitement est généralement utilisé dans les procédures de finition ou lorsque les pièces et les assemblages sont trop grands pour être immergés. Ce traitement est plus simple à appliquer que les autres traitements à la brosse. Il est relativement peu coûteux et reste peu nocif lorsque le produit reste piégé entre des surfaces en contact.

(a) Composition et fonctionnement de la solution :

1 Eau distillée 1 litre.

2 Acide chromique (CrO_3) 10 g.

3 Sulfate de calcium 7 g ($CaSo_4.2H_2O$ pur à 99,5%)

4 Température de mise en oeuvre 21 à 32°C.

5 Récipient : Acier inoxydable, aluminium, vinyle, polyéthylène ou caoutchouc.

REMARQUE : Une bonne application exige une préparation adéquate de la solution d'acide chromique et un nettoyage de la surface où la solution sera appliquée. Un test de tension de surface à l'eau[1] est recommandé en cas de doute sur la propreté de la surface.

1 NdT : Le test de tension de surface à l'eau est une méthode simple pour vérifier qu'une surface métallique est propre. Quelques gouttes d'eau distillée sont placées sur la surface, ou bien l'échantillon peut être prélevé dans un bain d'eau. Si l'eau ne se brise pas en gouttelettes, la surface est exempte de contamination.

(b) Add chemicals to water in the order shown.

(c) Stir vigorously for at least 15 minutes, either mechanically or by air agitation, to ensure that the solution is saturated with calcium sulfate. (Let solution stand for 15 minutes before decanting.)

(d) Prior to use, decant solution (avoid transfer of undissolved calcium sulfate) into suitable containers (polyethylene or glass).

(e) Apply solution by brush, swab, or flow on using low-pressure spray (non-atomizing) until the metal surface becomes a dull color (the color can vary from green-brown, brassy, yellow-brown to dark-brown). For good paint adhesion, a dark-brown color free of powder is considered best. The color may vary in using different vendors' materials.

NOTE: Too long an exposure to the brush-on solution produces coatings that will powder and impair adhesion of applied paint finish/films.

(f) Observe the coating closely during the treatment for color changes, rinsed with cold running water when the desired condition/color is reached and air dried. Preparation and use of test panels made of the same material and under the same conditions, before starting the actual treating operation may be used as to determine the application time required to produce the required coating. A good coating is uniform in color/density, adheres well and is free of loose powder.

l. Apply primer and top coat finish

m. Remove masking and protective coverings.

6-153.—6-163. [RESERVED.]

(b) Ajoutez les produits chimiques à l'eau, dans cet ordre.

(c) Agitez vigoureusement pendant au moins 15 minutes, soit mécaniquement, soit avec de l'air pulsé, pour vous assurer que la solution soit saturée en sulfate de calcium. (Laissez la solution reposer pendant au moins 15 minutes).

(d) Avant l'utilisation, décanter la solution (éviter le transfert de sulfate de calcium non dissous) dans des récipients appropriés (polyéthylène ou verre).

(e) Appliquer la solution au pinceau, à l'écouvillon ou par écoulement à l'aide d'un pulvérisateur à basse pression (non atomisant) jusqu'à ce que la surface métallique prenne une couleur terne (la couleur peut varier du vert-brun, cuivré, jaune-brun au brun foncé). Pour une bonne adhésion de la peinture, une couleur marron foncé sans poudre est considérée comme la meilleure. La couleur peut varier en utilisant les matériaux de différents vendeurs.

NOTE : Une exposition trop longue à la solution de brossage produit des revêtements qui se recouvrent de poussière et nuisent à l'adhérence des apprêts/films de peinture.

(f) Observer attentivement le revêtement pendant le traitement afin de déceler les changements de couleur, le rincer à l'eau courante froide lorsque l'état/couleur souhaité est atteint et le sécher à l'air libre. La préparation et l'utilisation de panneaux d'essai fabriqués dans le même matériau et dans les mêmes conditions, avant de commencer l'opération de traitement proprement dite, peuvent servir à déterminer le temps d'application nécessaire pour produire le revêtement requis. Un bon revêtement est uniforme en couleur/densité, adhère bien et est exempt de traces de poudre.

l. Appliquer l'apprêt et la couche de finition.

m. Enlever les masques et les protections.

6-153.-6-163. [RÉSERVÉ.]

SECTION 10. FERROUS METALS

6-164. GENERAL. One of the most familiar kinds of corrosion is red iron rust. Red iron rust results from atmospheric oxidation of steel surfaces. Some metal oxides protect the underlying base metal, but red rust is not a protective coating. Its presence actually promotes additional attack by attracting moisture from the air and acts as a catalyst to promote additional corrosion.

a. Red rust first shows on bolt heads, hold down nuts, and other unprotected aircraft hardware. Red rust will often occur under nameplates that are secured to steel parts. Its presence in these areas is generally not dangerous. It has no immediate effect on the structural strength of any major components. However, it shows a general lack of maintenance and may indicate attack in more critical areas.

b. When paint failures occur or mechanical damage exposes highly-stressed steel surfaces to the atmosphere, even the smallest amount of rusting is potentially dangerous and should be removed immediately.

6-165. SPECIAL TREATMENT OF HIGH-STRENGTH STEEL. (High-strength steels heat treated above Rockwell C40, 180,000 psi tensile strength). Any corrosion on the surface of a highly-stressed steel part is potentially dangerous, and the careful removal of corrosion products is mandatory. Surface scratches or change in surface structure from overheating can cause sudden failure of these parts. The removal of corrosion products is required and will be performed carefully and completely.

a. Acceptable methods include careful use of mild abrasive mats, cloths, and papers, such as fine grit aluminum oxide, metallic wool, or fine buffing compounds.

b. Undesirable methods include the use of any power tool because the danger of local overheating and the formation of notches that could lead to failure. The use of chemical corrosion removers is prohibited, without engineering authorization, because high-strength steel parts are subject to hydrogen embrittlement.

6-166. SPECIAL TREATMENT OF STAINLESS STEEL. Stainless steels are of two general types: magnetic and nonmagnetic.

a. Magnetic steels are of the ferritic or martensitic types and are identified by numbers in the 400-series. Corrosion often occurs on 400-series stainless steels and treatment is the same as specified in high-strength steels. (See paragraph 6-165.)

b. Non-magnetic stainless steels are of the austenitic type and are identified by numbers in the 300-series. They are much more corrosion resistant than the 400-series steels, particularly in a marine environment.

(1) Austenitic steels develop corrosion resistance by an oxide film, which should not be removed even though the surface is discolored. The original oxide film is normally formed at time of fabrication by passivation. If this film is broken accidentally or by abrasion, it may not restore itself without repassivation.

(2) If any deterioration or corrosion does occur on austenitic steels, and the structural integrity or serviceability of the part is affected, it will be necessary to remove the part.

6-164. GÉNÉRALITÉS.

La rouille rouge des métaux ferreux est l'un des types de corrosion les plus connus. Elle résulte de l'oxydation atmosphérique des surfaces en acier. Certains oxydes métalliques protègent le métal sous-jacent, mais la rouille n'est pas un revêtement protecteur. Sa présence favorise en fait une attaque supplémentaire en attirant l'humidité de l'air et agit comme un catalyseur pour favoriser une corrosion supplémentaire.

a. La rouille apparaît d'abord sur les têtes de boulons, les écrous de fixation et autres pièces d'aéronef non protégées. La rouille apparaît souvent sous les plaques signalétiques fixées aux pièces en acier. Sa présence dans ces zones n'est généralement pas dangereuse. Elle n'a pas d'impact immédiat sur la résistance structurelle des principaux composants. Cependant, elle témoigne d'un manque général d'entretien et peut être l'indicateur d'une attaque dans des zones plus critiques.

b. Lorsque des défauts de peinture se produisent ou que des dommages mécaniques exposent à l'atmosphère des surfaces en acier fortement sollicitées, même la plus petite quantité de rouille est potentiellement dangereuse et doit être éliminée immédiatement.

6-165. TRAITEMENT SPÉCIFIQUE DE L'ACIER À HAUTE RÉSISTANCE.

(Aciers à haute résistance traités thermiquement au-dessus de Rockwell C40, résistance à la traction de 180 000 psi, 1241 MPa). Toute corrosion sur la surface d'une pièce en acier hautement sollicitée est potentiellement dangereuse, et l'élimination soigneuse des produits de corrosion est obligatoire. Les rayures superficielles ou les modifications de la structure de surface dues à une surchauffe peuvent provoquer une défaillance soudaine de ces pièces. L'élimination des produits de corrosion est obligatoire et sera effectuée soigneusement et complètement.

a. Les méthodes acceptables comprennent l'utilisation raisonnable de feutres, de toiles et de papiers légèrement abrasifs à l'oxyde d'aluminium à grain fin, de laine métallique ou de produits de polissage fins.

b. Les méthodes indésirables comprennent l'utilisation de tout outil électrique en raison du danger de surchauffe locale et de la formation d'entailles pouvant entraîner une défaillance. L'utilisation de produits chimiques anticorrosion est interdite sans autorisation technique, car les pièces en acier à haute résistance sont sujettes à la fragilisation par l'hydrogène.

6-166. TRAITEMENT SPÉCIFIQUE DE L'ACIER INOXYDABLE.

Les aciers inoxydables sont de deux types généraux : magnétiques et non magnétiques.

a. Les aciers magnétiques sont de type ferritique ou martensitique et sont identifiés par des numéros de la série 400[1]. La corrosion se produit souvent sur les aciers inoxydables de la série 400 et le traitement est le même que celui spécifié pour les aciers à haute résistance. (Voir le paragraphe 6-165.)

b. Les aciers inoxydables non magnétiques sont de type austénitique et sont identifiés par des numéros dans la série 300[2]. Ils sont beaucoup plus résistants à la corrosion que les aciers de la série 400, en particulier dans un environnement marin.

(1) Les aciers austénitiques développent leur résistance à la corrosion par un film d'oxyde, qui ne doit pas être enlevé même si la surface est décolorée. Le film d'oxyde original est normalement formé au moment de la fabrication par passivation. Si ce film est brisé accidentellement ou par abrasion, il peut ne pas se reconstituer sans repassivation.

(2) Si une détérioration ou une corrosion se produit sur les aciers austénitiques, et que l'intégrité structurelle ou l'aptitude au service de la pièce est affectée, il sera nécessaire de changer la pièce.

1 NdT : Les aciers inoxydables de la série 400 ASTM sont des aciers à faible teneur en carbone (<0,1 %) dont la structure est ferritique. La résistance à la corrosion s'améliore avec l'augmentation de la teneur en chrome.
2 NdT : Les aciers inoxydables de la série 300 ASTM sont des aciers contenant du chrome (18 %) et du nickel (8 à 10 %) dont la structure est austénitique à température ambiante.

6-167. EXAMPLE OF REMOVING CORROSION FROM FERROUS METALS. If possible, corroded steel parts should be removed from the aircraft. When impractical to remove the part, follow the procedure below.

a. Prepare the area for rework.

b. Positively identify the metal as steel and establish its heat-treated value.

c. Clean the area and strip paint if required.

NOTE: Use of acid-based strippers, chemical removers, or chemical conversion coatings are not permitted on steel parts without engineering authorization.

d. Determine extent of corrosion damage.

e. Remove residual corrosion by hand sanding with mild abrasive mats, cloths, and papers, such as fine aluminum oxide grit.

f. Remove heavy deposits of corrosion products by approved mechanical methods for that particular form of steel and/or stainless steel.

g. Inspect the area for remaining corrosion. Repeat procedure if any corrosion remains and the structural integrity of the part is not in danger, and the part meets the rework limits established by the manufacturer or FAA authorized DER.

h. Fair depressions using a blend ratio of 20:1. Clean area using 240-grit paper. Smooth area with 300-grit paper and give final polish with 400-grit paper.

i. Determine depth of faired depression to ensure that rework limits have not been exceeded.

j. Clean reworked area with dry cleaning solvent. Do not use kerosene.

k. Apply protective finish or specific organic finish as required.

NOTE: Steel surfaces are highly-reactive immediately following corrosion removal; consequently, primer coats should be applied within 1 hour after sanding.

l. Remove masking and protective coverings.

6-168.—6-178. [RESERVED.]

6-167. EXEMPLE D'ÉLIMINATION DE LA CORROSION SUR LES MÉTAUX FERREUX.

Si possible, les pièces corrodées en acier doivent être retirées de l'aéronef. Lorsqu'il n'est pas possible de retirer la pièce, suivre la procédure ci-dessous.

a. Préparer la zone pour la reprise.

b. Identifier le métal comme étant de l'acier et établir sa valeur de traitement thermique.

c. Nettoyer la zone et décaper la peinture si nécessaire.

> **NOTE : L'utilisation de décapants à base d'acide, de décapants chimiques ou de produit de conversion chimique n'est pas autorisée sur les pièces en acier sans validation technique.**

d. Déterminez l'étendue des dommages causés par la corrosion.

e. Éliminez la corrosion résiduelle en ponçant à la main avec des feutres, des toiles et des papiers légèrement abrasifs à grains fins d'oxyde d'aluminium.

f. Enlever les dépôts importants de corrosion par des méthodes mécaniques adaptées pour cette forme particulière d'acier et/ou d'acier inoxydable.

g. Inspecter la zone pour voir s'il reste de la corrosion. Répétez la procédure s'il reste de la corrosion, si l'intégrité structurelle de la pièce n'est pas en danger et si la pièce respecte les limites de réusinage établies par le fabricant ou le DER agréé par la FAA.

h. Réparez les cavités avec un rapport longueur/profondeur de 20:1. Nettoyez la zone avec du papier de 240. Lissez la zone avec du papier de 300 et effectuez un polissage final avec du papier de 400.

i. Déterminez la profondeur de la cavité rectifiée pour vous assurer que les limites de reprise n'ont pas été dépassées.

j. Nettoyez la zone retravaillée avec un solvant de nettoyage à sec. N'utilisez pas de kérosène.

k. Appliquez une finition protectrice ou une finition organique spécifique selon les besoins.

> **REMARQUE : Les surfaces en acier sont très réactives immédiatement après l'élimination de la corrosion ; par conséquent, les couches d'apprêt doivent être appliquées dans l'heure qui suit le ponçage.**

l. Retirer les masques et les revêtements de protection.

6-168.- 6-178. [RÉSERVÉ.]

SECTION 11. OTHER METALS AND ALLOYS

6-179. NOBLE METAL COATINGS - CLEANUP AND RESTORATION. Silver, platinum, and gold finishes are used in aircraft assemblies because of their resistance to ordinary surface attack and their improved electrical or heat conductivity. Silver-plated electrodes can be cleaned of brown or black sulfide tarnish, by placing them in contact with a piece of magnesium sheet stock while immersed in a warm water solution of common table salt mixed with baking soda or by using a fine grade abrasive mat or pencil eraser followed by solvent cleaning. If assemblies are involved, careful drying and complete displacement of water is necessary. In general, cleaning of gold or platinum coatings is not recommended in the field.

6-180. COPPER AND COPPER ALLOYS are relatively corrosion resistant, and attack on such components will usually be limited to staining and tarnish. Such change in surface condition is not dangerous and should ordinarily have no effect on the function of the part. However, if it is necessary to remove such staining, a chromic acid solution of 8 to 24 ounces per gallon of water containing a small amount of battery electrolyte (not to exceed 50 drops per gallon) is an effective brightening bath. Staining may also be removed using a fine grade abrasive mat or pencil eraser followed by solvent cleaning.

a. Immerse the stained part in the cold solution. Surfaces can also be treated in place by applying the solution to the stained surface with a small brush.

b. Avoid any entrapment of the solution after treatment. Clean the part thoroughly following treatment with all residual solution removed.

c. Serious copper corrosion is evident by the accumulation of green-to-blue copper salts on the corroded part. Remove these products mechanically using a stiff bristle brush, brass wire brush, 400-grit abrasive paper or bead blast with glass beads, (specification MIL-G-9954, size 13). Air pressure when blasting should be 20 to 30 psi for direct pressure machines. Do not bead blast braided copper flexible lines. Reapply a surface coating over the reworked area. Chromic acid treatment will tend to remove the residual corrosion products.

WARNING: Brushing, sanding, and abrasive blasting of copper and copper alloys can be dangerous due to the creation of toxic airborne particles. Take necessary precautions to ensure safety.

6-181. TITANIUM AND TITANIUM ALLOYS are highly corrosion resistant because an oxide film forms on their surfaces upon contact with air.

a. When titanium is heated, different oxides having different colors form on the surface. A blue oxide coating will form at 700 to 800 °F; a purple oxide at 800 to 950 °F; and a gray or black oxide at 1000 °F or higher. These coatings are protective discolorations and should not be removed.

b. Corrosive attack on titanium surfaces is difficult to detect. It may show deterioration from the presence of salt deposits and metal impurities at elevated temperatures so periodic removal of surface deposits is required. However, if corrosion develops on titanium, it usually occurs as pitting. Acceptable methods for corrosion removal are:

80 - Les Cahiers du RSA - Secrets de constructeurs - AC43.13-1B en français, Chapitre 6

6-179. NETTOYAGE ET RESTAURATION DES PLAQUAGES EN MÉTAUX NOBLES.

Les finitions en argent, platine et or sont utilisées dans les assemblages d'aéronefs en raison de leur résistance à la corrosion classique et de leur meilleure conductivité électrique ou thermique. Les électrodes argentées peuvent être débarrassées de la ternissure sulfurée brune ou noire en les mettant en contact avec un morceau de tôle de magnésium immergé dans une solution d'eau chaude de sel de table mélangé à du bicarbonate de soude ou en utilisant une toile abrasive fine ou une gomme à crayon suivie d'un nettoyage au solvant. S'il s'agit d'assemblages, un séchage soigneux avec l'élimination complète de l'eau sont nécessaires. En général, le nettoyage des revêtements en or ou en platine n'est pas recommandé sur site.

6-180. CUIVRE ET ALLIAGES DE CUIVRE.

Ils sont relativement résistants à la corrosion, et l'attaque de ces composants se limite généralement à des taches et à des ternissures. Une telle modification de l'état de surface n'est pas dangereuse et ne devrait normalement pas avoir d'effet sur la fonction de la pièce. Cependant, s'il est nécessaire d'éliminer ces taches, une solution d'acide chromique de 60 à 180 g par litre d'eau contenant une petite quantité d'électrolyte de batterie (pas plus de 13 gouttes par litre) est un bain de décapage efficace. Les taches peuvent également être éliminées à l'aide d'un papier abrasif fin ou d'une gomme à crayon, suivi d'un nettoyage au solvant.

a. Immerger la pièce tachée dans la solution froide. Les surfaces peuvent également être traitées sur place en appliquant la solution sur la surface tachée à l'aide d'un petit pinceau.

b. Évitez toute rétention de la solution après le traitement. Après le traitement, nettoyez soigneusement la pièce en éliminant tous les résidus de solution.

c. Une corrosion grave du cuivre se manifeste par l'accumulation de sels de cuivre verts à bleus sur la pièce corrodée. Enlevez ces produits mécaniquement à l'aide d'une brosse à poils durs, d'une brosse métallique en laiton, d'un papier abrasif de 400 ou d'un jet de billes de verre (spécification MIL-G-9954, taille 13, soit 1,7 mm). La pression d'air lors du sablage doit être de 20 à 30 psi (1,4 à 2 bar) pour les machines à pression directe. Ne pas nettoyer au jet de billes les conduites flexibles en cuivre tressé. Réappliquez un revêtement de surface sur la zone retravaillée. Un traitement à l'acide chromique aura tendance à éliminer les produits de corrosion résiduels.

> **AVERTISSEMENT : Le brossage, le sablage et le grenaillage du cuivre et des alliages de cuivre peuvent être dangereux en raison de la création de particules toxiques en suspension dans l'air. Prenez les précautions nécessaires pour assurer votre sécurité.**

6-181. TITANE ET ALLIAGES DE TITANE.

Ils sont très résistants à la corrosion car un film d'oxyde se forme à leur surface au contact de l'air.

a. Lorsque le titane est chauffé, différents oxydes de différentes couleurs se forment à la surface. Un revêtement d'oxyde bleu se forme entre 370 et 425°C ; un oxyde violet entre 426 et 510°C ; et un oxyde gris ou noir à 537°C ou plus. Ces revêtements sont des décolorations protectrices et ne doivent pas être enlevés.

b. L'attaque corrosive sur les surfaces en titane est difficile à détecter. Elle peut montrer une détérioration due à la présence de dépôts de sel et d'impuretés métalliques à des températures élevées, de sorte que l'élimination périodique des dépôts de surface est nécessaire. Cependant, si la corrosion se développe sur le titane, elle se présente généralement sous forme de piqûres. Les méthodes acceptables pour éliminer la corrosion sont les suivantes :

(1) Stainless steel wool or hand brush.

(2) Abrasive mats, cloths, and papers with either aluminum oxide or silicon carbide grit.

(3) Dry abrasive blasting using glass beads (spec. MIL-G-9954) sizes 10-13 or Aluminum oxide (spec. MIL-G-21380, type I, grades A or B) at a blast pressure of 40 to 50 psi (if using suction equipment use 50 percent higher pressure).

WARNING: Dry abrasive blasting of titanium alloys creates sparking. Ensure that hazardous concentrations of flammable vapors are not present.

(4) Hand polish with aluminum polish and soft cloth.

c. Titanium surfaces are susceptible to hydrogen embrittlement that can induce stress corrosion and associated pitting. Therefore, chemicals such as fire-resistant hydraulic fluids must be controlled. Chlorinated hydrocarbon solvents and chemical corrosion removers are prohibited from use on titanium and titanium alloys.

6-182.—6-192. [RESERVED.]

(1) Laine en acier inoxydable ou brosse à main.

(2) Feutres, toiles et papiers abrasifs à grains d'oxyde d'aluminium ou de carbure de silicium.

(3) Sablage à sec avec des billes de verre (spécification MIL-G-9954) de tailles 10-13 (1,7 à 2,3 mm) ou de l'oxyde d'aluminium (spécification MIL-G-21380, type I, grades A ou B) à une pression de 2,75 à 3,5 bar (40 à 50 psi). Si vous utilisez un équipement d'aspiration, augmentez la dépression de 50 %.

AVERTISSEMENT : Le sablage à sec des alliages de titane produit des étincelles. Assurez-vous qu'il n'y a pas de concentrations de vapeurs inflammables à proximité.

(4) Polir à la main avec un produit de polissage pour aluminium et un chiffon doux.

c. Les surfaces en titane sont sensibles à l'hydrogène qui peut induire une corrosion sous contrainte et des piqûres associées. Par conséquent, les produits chimiques tels que les fluides hydrauliques résistants au feu doivent être évités. L'utilisation de solvants à base d'hydrocarbures chlorés et de produits chimiques anticorrosion est interdite sur le titane et les alliages de titane.

6-182.- 6-192. [RÉSERVÉ.]

SECTION 12. PLATED PARTS

6-193. CHROMIUM AND NICKEL-PLATED PARTS. Nickel and chromium platings are used extensively as protective and wear-resistant coatings over high-strength steel parts (landing gear journals, shock strut pistons, etc.). Chromium and nickel plate provide protection by forming a somewhat impervious physical coat over the underlying base metal. When breaks occur in the surface, the protection is destroyed.

a. The amount of reworking that can be performed on chromium and nickel-plated components is limited.

b. The rework should consist of light buffing to remove corrosion products and produce the required smoothness. The buffing should not take the plating below the minimum allowable thickness.

c. Whenever a chromium or nickel-plated component requires buffing, coat the area with a corrosion-preventive compound, if possible.

d. When buffing exceeds the minimum thickness of the plating, or the base metal has sustained corrosive attack, the component should be removed and replaced.

e. The removed component can be restored to serviceable condition by having the old plating completely stripped and replated in accordance with acceptable methods and specifications.

6-194. CADMIUM AND ZINC-PLATED PARTS. Cadmium plating is used extensively in aircraft construction as a protective finish over both steel and copper alloys. Protection is provided by a sacrificial process in which the cadmium is attacked rather than the underlying base material. Properly functioning cadmium surface coatings may show mottling, ranging from white to brown to black spots on their surfaces. These show the sacrificial protection being offered by the cadmium coat, and under no condition should such spotting be removed merely for appearance sake. In fact, cadmium will continue to protect even when actual breaks in the coating develop and bare steel or exposed copper surfaces appear.

a. When the breakdown of the cadmium plating occurs and the initial appearance of corrosion products on the base metal develops, some mechanical cleaning of the area may be necessary but shall be limited to removal of the corrosion products from the underlying base material.

b. Under no condition should such a coating be cleaned with a wire brush. If protection is needed, a touch-up with primer or a temporary preservative coating should be applied. Restoration of the plate coating cannot be done in the field.

c. Zinc coatings offer protection in an identical manner to cadmium, and the corrective treatment for failure is generally the same as for cadmium-plated parts. However, the amount of zinc on aircraft structures is very limited and usually does not present a maintenance problem.

6-195.—6-205. [RESERVED.]

6-193. PIÈCES CHROMÉES ET NICKELÉES.

Les placages de nickel et de chrome sont largement utilisées comme revêtements de protection et de résistance à l'usure sur les pièces en acier à haute résistance (tourillons de trains d'atterrissage, pistons de jambes de force, etc.) Les placages de chrome et de nickel assurent une protection en formant une couche physique quelque peu imperméable sur le métal de base sous-jacent. En cas de rupture de la surface, la protection est détruite.

a. La quantité de réusinage qui peut être effectuée sur les composants chromés et nickelés est limitée.

b. La retouche doit consister en un léger polissage pour éliminer la corrosion et obtenir l'aspect lisse requis. Le polissage ne doit pas ramener le placage en dessous de l'épaisseur minimale prévue.

c. Chaque fois qu'une pièce chromée ou nickelée doit être polie, recouvrez la zone d'un composé anticorrosion, si possible.

d. Lorsque le polissage dépasse l'épaisseur minimale du placage, ou que le métal de base a subi une attaque corrosive, la pièce doit être retirée et remplacée.

e. La pièce retirée peut être remise en état de fonctionnement en faisant décaper complètement l'ancien placage et en le replaçant conformément aux méthodes et aux spécifications prévues.

6-194. PIÈCES CADMIÉES ET ZINGUÉES.

Le cadmiage est largement utilisé dans la construction aéronautique comme finition protectrice sur l'acier et les alliages de cuivre. La protection est assurée par un processus dans lequel le cadmium est attaqué plutôt que le métal sous-jacent. Les revêtements en cadmium qui fonctionnent correctement peuvent présenter des marbrures, allant du blanc au brun en passant par des taches noires sur leur surface. Ces taches témoignent de la protection offerte par la couche de cadmium et ne doivent en aucun cas être enlevées pour des raisons esthétiques. En fait, le cadmium continuera à protéger même lorsque des ruptures du revêtement se développent et que des surfaces d'acier nu ou de cuivre exposé apparaissent.

a. Lorsque la rupture du revêtement de cadmium se produit et que l'apparition initiale de corrosion sur le métal de base se développe, un nettoyage mécanique de la zone peut être nécessaire, mais il doit se limiter à l'élimination de la corrosion.

b. En aucun cas, un tel revêtement ne doit être nettoyé avec une brosse métallique. Si une protection est nécessaire, une retouche avec un apprêt ou un revêtement de préservation temporaire doit être appliquée. La restauration du plaquage ne peut pas être effectuée sur site.

c. Les plaquage de zinc offrent une protection identique à celle du cadmium, et le traitement correctif en cas de défaillance est généralement le même que pour les pièces cadmiées. Cependant, la quantité de zinc sur les structures d'aéronefs est très limitée et ne présente généralement pas de problème de maintenance.

6-195.- 6-205. [RÉSERVÉ.]

SECTION 13. CORROSION PROOFING OF LAND PLANES CONVERTED TO SEA PLANES

6-206. GENERAL. A special problem is encountered in the conversion of land planes to seaplanes. In general, land planes do not receive corrosion proofing to the same extent as do seaplanes. Corrosion-proofing standards for land planes converted to seaplanes are divided into two classes, necessary minimum precautions and recommended precautions. Regardless of such precautions, it is imperative that the exterior surfaces of seaplanes be washed with clear fresh water immediately following extended water operation, or at least once a day when operated in salty or brackish water. Wash interior surfaces of seaplanes exposed to spray, taking care to prevent damage to electrical circuits or other items subject to injury.

6-207. NECESSARY MINIMUM PRECAUTIONS. The following procedures are considered the minimum to safeguard the airworthiness of converted aircraft and are not in themselves intended to maintain airworthiness for an indefinite period.

a. Unless already protected, treat exposed fittings or fittings that can be reached through inspection openings with two coats of zinc chromate primer, paralketone, nonwater-soluble heavy grease, or comparable materials. This applies to items such as wing-root fittings, wing-strut fittings, control-surface hinges, horns, mating edges of fittings, and attached bolts.

b. Coat non-stainless control cables with grease or paralketone or other comparable protective coating, if not replaced with corrosion-resistant cables.

c. Inspect all accessible sections of aircraft structure. Clean structural parts showing corrosion and refinish if corrosion attack is superficial. If a part is severely corroded, replace with an adequately corrosion-proofed part.

6-208. RECOMMENDED PRECAUTIONS. Recommended precautions are those which are suggested as a means of maintaining such aircraft in condition for safe operation over extended periods.

a. Provide additional inspection openings to assist in detecting corrosion. Experience has shown openings to allow inspection of the lower and rearward portion of the fuselage to be particularly desirable.

b. Incorporate additional provisions for free drainage and ventilation of all interiors to prevent collection of moisture (scoop-type marine drain grommets).

c. Protect the interior of structural steel tubing. This may be done by air and watertight sealing or by flushing with hot linseed oil and plugging the openings. Inspect tubing for missing sealing screws, presence of entrapped water, local corrosion around sealing screws, welded clusters, and bolted fittings, which may be indicative of entrapped moisture.

d. Slit the fabric of fabric-covered aircraft longitudinally on the bottom of the fuselage and tail structure for access to these sections. Coat the lower structural members with zinc chromate primer (two coats); follow by a coat of dope-proof paint or wrap with cellophane tape and rejoin the fabric. This precaution is advisable within a few months after start of operation as a seaplane.

e. Spray the interior of metal-covered wings and fuselages with an adherent corrosion inhibitor.

Section 13. Protection contre la corrosion des avions convertis en hydravions

6-206. GÉNÉRALITÉS.

La transformation d'avions en hydravions pose un problème particulier. En général, les avions ne sont pas traités contre la corrosion au même niveau que les hydravions. Les normes de protection contre la corrosion des avions convertis en hydravions sont divisées en deux catégories : les précautions minimales indispensables et les précautions recommandées. Indépendamment de ces précautions, il est impératif que les surfaces extérieures des hydravions soient lavées à l'eau douce claire immédiatement après une utilisation prolongée dans l'eau, ou au moins une fois par jour lorsqu'ils sont utilisés dans de l'eau salée ou saumâtre. Laver les surfaces intérieures des hydravions exposés aux embruns, en prenant soin de ne pas endommager les circuits électriques ou d'autres éléments susceptibles d'être affectés.

6-207. PRÉCAUTIONS MINIMALES INDISPENSABLES.

Les procédures suivantes sont considérées comme le minimum pour assurer la navigabilité des aéronefs, mais pas pour une période indéfinie.

a. A moins qu'ils ne soient déjà protégés, traiter les raccords exposés ou accessibles par les ouvertures d'inspection avec deux couches de primaire au chromate de zinc, de paralketone[1], de graisse non soluble dans l'eau, ou de matériaux comparables. Ceci s'applique à des éléments tels que les raccords d'emplanture d'aile, les raccords de haubans d'aile, les charnières de gouverne, les cornes d'équilibrage, les surfaces en contact des cornières et les boulons.

b. Enduire les câbles de commande en acier non inoxydable de graisse ou de paralketone, ou d'un autre revêtement protecteur comparable, s'ils ne sont pas remplacés par des câbles résistant à la corrosion.

c. Inspecter toutes les sections accessibles de la structure de l'aéronef. Nettoyer les parties de la structure présentant de la corrosion et les remettre en état si la corrosion est superficielle. Si une pièce est gravement corrodée, la remplacer par une pièce convenablement protégée contre la corrosion.

6-208. PRÉCAUTIONS RECOMMANDÉES.

Les précautions recommandées sont celles qui sont suggérées comme moyen de maintenir ces aéronefs en état de fonctionner en sécurité pendant de longues périodes.

a. Prévoir des ouvertures d'inspection supplémentaires pour faciliter la détection de la corrosion. L'expérience a montré que les ouvertures permettant l'inspection de la partie inférieure et arrière du fuselage sont particulièrement utiles.

b. Incorporer des dispositions supplémentaires pour un drainage et une ventilation libres de tous les intérieurs afin d'empêcher l'accumulation d'humidité (œillets de drainage).

c. Protéger l'intérieur des tubes d'acier. Cela peut être fait par un scellement étanche à l'air et à l'eau ou en rinçant avec de l'huile de lin chaude et en bouchant les ouvertures. Inspectez les tubes pour détecter l'absence de vis d'étanchéité, la présence d'eau piégée, la corrosion locale autour des vis d'étanchéité, les faisceaux soudés et les raccords boulonnés, qui peuvent indiquer la présence d'humidité piégée.

d. Pour les appareils entoilés, découper longitudinalement la toile au bas du fuselage et de la structure de la queue pour accéder à ces sections. Enduisez les éléments structurels inférieurs d'un apprêt au chromate de zinc (deux couches), puis d'une couche de peinture de protection ou enveloppez-les de ruban cellophane et raccordez ou remplacez la toile. Cette précaution est conseillée dans les quelques mois qui suivent le début de l'exploitation d'un hydravion.

e. Vaporiser l'intérieur des ailes et des fuselages métalliques avec un inhibiteur de corrosion.

1 NdT : Par exemple de la marque Black Bear (Par-Al-Ketone) disponible chez les fournisseurs aéronautiques américains.

f. Place bags of potassium or sodium dichromate in the bottom of floats and boat hulls to inhibit corrosion.

g. Prevent the entry of water by sealing, as completely as possible, all openings in wings, fuselage, control-surface members, openings for control cables, tail-wheel wells, etc.

6-209.—6-219. [RESERVED.]

f. Placez des sacs de bichromate de potassium ou de sodium au fond des flotteurs et des coques de bateaux pour inhiber la corrosion.

g. Empêcher l'entrée d'eau en scellant, aussi complètement que possible, toutes les ouvertures dans les ailes, le fuselage, les éléments des gouvernes, les passages de câbles de commandes, les puits de la roulette de queue, etc.

6-209.- 6-219. [RÉSERVÉ.]

SECTION 14. HANDLING AND CARE OF AIRCRAFT RECOVERED FROM WATER IMMERSION.

6-220. GENERAL. Aircraft recovered from partial or total immersion in standing water or flash floods require an in-depth inspection and cleaning of both the exterior and interior areas. Water-immersion increases the probability of corrosive attack, it removes lubricants, deteriorates aircraft materials, and destroys electrical and avionics components.

a. Sea water, because of salt content, is more corrosive than fresh water. However, fresh water may also contain varying amounts of salt and, as drying occurs, the salt concentration is increased and corrosive attack accelerated.

b. Prompt action is the most important factor following recovery of an aircraft from water-immersion. Components of the aircraft which have been immersed, such as the powerplant, accessories, airframe sections, actuating mechanisms, screws, bearings, working surfaces, fuel and oil systems, wiring, radios, and radar should be disassembled, as necessary, and the contaminants completely removed.

6-221. INITIAL FRESH WATER OR DETERGENT WASH. As soon as possible after the aircraft is recovered from water-immersion, thoroughly wash all internal and external areas of the aircraft using a water/detergent solution as follows:

a. Mix liquid detergent (MIL-D-16791, type I) and isopropyl alcohol (TT-I-735) in ratio of eight parts detergent, to 20 parts of alcohol. Add the detergent/alcohol mixture to 72 parts of tap water and mix thoroughly. For use, add one part of the preceding concentrate to nine parts of tap water (warm water if available) and mix thoroughly.

b. If the above specified detergent/alcohol materials are not available, use water-emulsion cleaning compound (MIL-C-43616). Add one part compound to nine parts water. If the MIL cleaning compound is not available, use any available mild household detergent solution with fresh tap water.

6-222. RECIPROCATING ENGINES AND PROPELLERS. Remove the propeller from the engine and the engine from the aircraft. The exterior of the engine and propeller should be washed with steam, or fresh water, preferably hot.

a. Major accessories, engine parts, etc., should be removed and all surfaces flushed with fresh water, preferably hot. If facilities are available, immerse the removed parts, time permitting, in hot water or hot oil, 180 °F, for a short time. Soft water is preferred. Change the water frequently. All parts must be completely dried by air blast or other means. If no heat-drying facility is available, wipe the cleaned parts with suitable drying cloths.

b. The constant-speed propeller mechanism should be disassembled, as required, to permit complete decontamination. Clean parts with steam or fresh water, preferably hot. Dry the cleaned parts in an oven, but if a heat-drying facility is not available, wipe the cleaned parts with suitable drying cloths.

6-223. AIRFRAME. The salvable components of the fuselage, wings, empennage, seaplane and amphibian hulls and floats, and movable surfaces should be processed as follows:

Section 14. Manipulation et entretien des aéronefs récupérés après une immersion dans l'eau

6-220. GÉNÉRALITÉS.

Les aéronefs récupérés après une immersion partielle ou totale dans l'eau stagnante ou une crue soudaine nécessitent une inspection et un nettoyage en profondeur de l'extérieur et de l'intérieur. L'immersion dans l'eau augmente la probabilité de l'apparition de corrosion, elle élimine les lubrifiants, détériore les matériaux, et détruit les composants électriques et l'avionique.

a. L'eau de mer, en raison de sa teneur en sel, est plus corrosive que l'eau douce. Cependant, l'eau douce peut également contenir des quantités variables de sel et, lors du séchage, la concentration en sel augmente et la corrosion s'accélère.

b. Une action rapide est le facteur le plus important après la récupération d'un aéronef immergé dans l'eau. Les éléments de l'aéronef qui ont été immergés, comme le groupe motopropulseur, les accessoires, les sections de la cellule, les mécanismes d'actionnement, les vis, les roulements, les commandes de vol, les circuits de carburant et d'huile, le câblage électrique, les radios et l'avionique en général, devraient être démontés, au besoin, et les contaminants devraient être complètement éliminés.

6-221. PREMIER LAVAGE À L'EAU DOUCE OU AU DÉTERGENT.

Dès que possible après la récupération de l'aéronef après une immersion dans l'eau, laver soigneusement toutes les zones internes et externes de l'aéronef à l'aide d'une solution d'eau et de détergent comme suit :

a. Mélangez du détergent liquide[1] (MIL-D-16791, type I) et de l'alcool isopropylique (TT-I-735) dans un rapport de huit parties de détergent pour 20 parties d'alcool. Ajouter le mélange détergent/alcool à 72 parties d'eau du robinet et mélanger soigneusement. Pour l'utilisation, ajouter une partie du concentré précédent à neuf parties d'eau du robinet (eau chaude si possible) et mélanger soigneusement.

b. Si les détergents/alcools spécifiés ci-dessus ne sont pas disponibles, utilisez un produit de nettoyage en émulsion aqueuse (MIL-C-43616[2]). Ajouter une partie du produit à neuf parties d'eau. Si le composé de nettoyage MIL n'est pas disponible, utilisez n'importe quelle solution détergente ménagère douce disponible avec de l'eau fraîche du robinet.

6-222. MOTEURS A PISTONS ET HÉLICES.

Retirez l'hélice et le moteur. L'extérieur du moteur et de l'hélice doivent être lavés à la vapeur ou à l'eau douce, de préférence chaude.

a. Les principaux accessoires, les pièces du moteur, etc., doivent être retirés et toutes les surfaces doivent être rincées à l'eau douce, de préférence chaude. Si des installations sont disponibles, immerger les pièces retirées, si le temps le permet, dans de l'eau chaude ou de l'huile chaude, 80°C, pendant une courte période. L'eau douce est préférable. Changez l'eau fréquemment. Toutes les pièces doivent être complètement séchées par soufflage d'air ou par d'autres moyens. Si aucune installation de séchage à la chaleur n'est disponible, essuyez les pièces nettoyées avec des chiffons appropriés.

b. Le mécanisme de l'hélice à vitesse constante doit être démonté, au besoin, pour permettre une décontamination complète. Nettoyez les pièces à la vapeur ou à l'eau douce, de préférence chaude. Séchez les pièces nettoyées dans un four, mais si une installation de séchage à la chaleur n'est pas disponible, essuyez les pièces nettoyées avec des chiffons appropriés.

6-223. CELLULE.

Les éléments récupérables du fuselage, des ailes, de l'empennage, des coques et des flotteurs des hydravions et des amphibies, et des surfaces mobiles doivent être traités comme suit :

1 NdT : Recherchez-le directement sur le Web avec sa référence MIL. Ce détergent liquide concentré, non-ionique et biodégradable est conçu pour les gros travaux d'entretien général. Il est idéal pour nettoyer les sols, les murs, le béton, les surfaces peintes, le linoléum et le vinyle où la graisse, l'huile et la boue sont combinées à des salissures importantes.

2 NdT : Référence remplacée en 2013 par A-A-59921.

a. The fabric from fabric-covered surfaces should be removed and replaced.

b. Clean the aircraft interior and exterior using steam under pressure with steam cleaning compound. Direct the steam into all seams and crevices where corrosive water may have penetrated. Avoid steam cleaning electrical equipment, such as terminal boards and relays.

c. Areas that have been steam cleaned should be rinsed immediately with either hot or cold fresh water.

d. Touch up all scratches and scars on painted surfaces using zinc chromate primer or preservative.

e. Undrained hollow spaces or fluid entrapment areas should be provided temporary draining facilities by drilling out rivets at the lowest point. Install new rivets after drainage.

f. Remove and replace all leather, fabric upholstery, and insulation. Plastic or rubber foam that cannot be cleaned of all corrosive water must be replaced.

g. All drain plugs or drive screws in tubular structures should be removed and the structure blown out with compressed air. If water has reached the tubular interiors, carefully flush with hot fresh water and blow out water with compressed air. Roll the structure as necessary to remove water from pockets. Fill the tubes with hot linseed oil, approximately 180 °F, drain oil and replace drain plugs or drive screws.

h. Clean sealed wood, metallic, and other non-metallic areas, excluding acrylic plastics, with warm water. Replace wood, metalite, and other porous materials exposed to water-immersion unless surfaces are adequately sealed to prevent penetration by water. Virtually all solvents and phenolic type cleaning agents are detrimental to acrylics and will either soften the plastic or cause crazing.

i. Remove instruments and radios and applicable cables and plumbing, and repair and inspect as necessary.

6-224.—6-234. [RESERVED.]

a. La toile doit être enlevée et remplacée.

b. Nettoyez l'intérieur et l'extérieur de l'aéronef en utilisant de la vapeur sous pression avec un produit de nettoyage à la vapeur. Diriger la vapeur dans tous les espaces où l'eau salée a pu pénétrer. Évitez de nettoyer à la vapeur les équipements électriques, tels que les borniers et les relais.

c. Les zones qui ont été nettoyées à la vapeur doivent être immédiatement rincées à l'eau douce, chaude ou froide.

d. Retouchez toutes les éraflures sur les surfaces peintes à l'aide d'un apprêt au chromate de zinc ou d'un produit de protection.

e. Les espaces creux non drainés ou les zones de piégeage des fluides doivent être temporairement drainés en perçant des rivets aux points les plus bas. Remplacer par de nouveaux rivets après le drainage.

f. Enlevez et remplacez tous les revêtements en cuir, en tissu et d'isolation. La mousse de plastique ou de caoutchouc qui ne peut être débarrassée de l'eau salée doit être remplacée.

g. Tous les bouchons de vidange ou les vis d'entraînement des structures tubulaires doivent être retirés et la structure doit être soufflée à l'air comprimé. Si l'eau a atteint l'intérieur des tubes, rincez-les soigneusement à l'eau douce chaude et soufflez l'eau avec de l'air comprimé. Si nécessaire, mettez la structure en rotation pour éliminer l'eau des poches restantes. Remplir les tubes d'huile de lin chaude, à environ 80°C, vidanger l'huile et remplacer les bouchons de vidange ou les vis d'entraînement.

h. Nettoyez à l'eau chaude les zones en bois, en métal et autres zones non métalliques, à l'exception des plastiques acryliques. Remplacez le bois et les autres matériaux poreux soumis à l'immersion, à moins que les surfaces ne soient suffisamment protégées pour empêcher la pénétration de l'eau. Pratiquement tous les solvants et les agents de nettoyage de type phénolique sont nocifs pour les acryliques et ramollissent le plastique ou provoquent des fissures.

i. Enlever les instruments et les radios ainsi que les câbles et la tuyauterie, pour inspecter et réparer si nécessaire.

6-224.- 6-234. [RÉSERVÉ.]

Bibliographie

La corrosion des métaux. Passivité et corrosion localisée

Auteur : Bernard Baroux

Éditeur : Dunod (2014)

978-2-10-070546-7

Les Cahiers du RSA sont édités depuis 1948 et contiennent de nombreux articles relatifs à la construction bois.

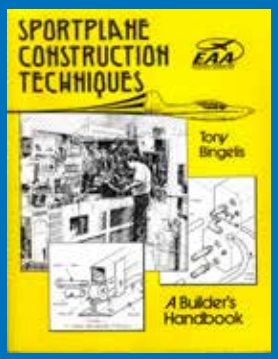
Tous les numéros sont accessibles aux membres de la Fédération RSA.

www.rsafrance.com

The sportplane builder
Auteur : Tony Bingelis

Longtemps une référence pour les constructeurs anglophones. Toutes les techniques de construction y sont présentées avec de nombreuses astuces.

www.eaa.org



Sportplane construction techniques
Auteur : Tony Bingelis

Longtemps une référence pour les constructeurs anglophones. Toutes les techniques de construction y sont présentées.

www.eaa.org

Les secrets de la construction des aéronefs légers

Auteur : Henri Fékété

Un ouvrage très complet sur la construction des aéronefs : calculs, plans, courbes, graphiques et exemples.

www.publibook.com

Construire son avion léger ou son ULM. Technologie des structures métalliques

Auteur : André Bréand

www.cepadues.com

978-2-85428-868-1

Restauration des avions (trois tomes)

Auteur : Nigel Stevens

www.rsafrance.com

FÉDÉRATION RSA
La passion de l'aviation

Février 2023