

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I - ÉLÉMENTS DE MÉTALLURGIE

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. LES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES | 1 |
| 2. STRUCTURE CRISTALLINE DES MÉTAUX ET ALLIAGES | 1 |
| 2.1. Métaux purs | 1 |
| 2.2. Alliages métalliques | 3 |
| 3. DÉFAUTS DES RÉSEAUX CRISTALLINS | 5 |
| 3.1. Défauts ponctuels | 5 |
| 3.2. Défauts linéaires ou dislocations | 6 |
| 4. DIAGRAMMES D'ÉQUILIBRE | 8 |
| 4.1. Diagramme binaire à solubilité mutuelle complète | 8 |
| 4.2. Diagramme binaire à solubilité limitée avec transformation eutectique | 8 |
| 4.3. Diagramme binaire avec solution solide secondaire | 9 |
| 4.4. Diagramme binaire à composé défini | 9 |
| 4.5. Diagramme binaire à transformation péritectique | 11 |
| 5. LES ACIERS ET LES FONTES | 11 |
| 5.1. Aciers industriels | 13 |
| 5.2. Fontes industrielles | 13 |
| 6. TRAITEMENTS THERMIQUES DES ACIERS | 14 |
| 6.1. Les traitements de recuit | 14 |
| 6.2. Le traitement de trempe | 15 |
| 6.3. Les traitements d'amélioration | 15 |
| 7. LES ACIERS INOXYDABLES | 15 |
| 7.1. Influence des éléments d'addition | 17 |
| 7.2. Les différents types d'aciers inoxydables | 18 |
| 7.3. Traitement thermique et mise en forme des aciers inoxydables | 20 |
| 8. L'ALUMINIUM ET SES ALLIAGES | 25 |
| 8.1. Les alliages de la série 1000 | 25 |
| 8.2. Les alliages de la série 2000 | 26 |
| 8.3. Les alliages de la série 3000 | 26 |
| 8.4. Les alliages de la série 4000 | 26 |
| 8.5. Les alliages de la série 5000 | 27 |
| 8.6. Les alliages de la série 6000 | 27 |
| 8.7. Les alliages de la série 7000 | 27 |
| 9. LE CUIVRE ET SES ALLIAGES | 27 |
| 9.1. L'affinage thermique | 28 |
| 9.2. L'affinage électrolytique | 29 |

| | |
|----------------------------------------|----|
| 9.3. Les différentes nuances de cuivre | 29 |
| 9.4. Les bronzes | 30 |
| 9.5. Les laitons | 31 |

CHAPITRE II - PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISATION DES SURFACES ET INTERFACES

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. SINGULARITÉ DE LA SURFACE D'UN MÉTAL | 33 |
| 2. ÉNERGIE DE SURFACE D'UN MÉTAL | 33 |
| 3. ÉNERGIE DES JOINTS DE GRAINS | 34 |
| 4. ADSORPTION A LA SURFACE D'UN MATÉRIAU | 35 |
| 4.1. Chaleur d'adsorption | 35 |
| 4.2. Adsorption chimique | 36 |
| 4.3. Adsorption physique | 36 |
| 4.4. Isothermes d'adsorption | 36 |
| 5. INTERFACE MÉTAL - ÉLECTROLYTE | 37 |
| 5.1. Double couche électrique | 37 |
| 5.2. Analogie électrique de la double couche | 39 |
| 5.3. Modélisation de la double couche | 40 |
| 6. INTERFACE OXYDE SUPERFICIEL - ÉLECTROLYTE | 42 |
| 6.1. Couche de charge d'espace | 43 |
| 6.2. Double couche à l'interface oxyde semi-conducteur électrolyte | 43 |
| 7. TECHNIQUES D'ANALYSE DES SURFACES | 44 |
| 7.1. Techniques d'analyse chimique | 44 |
| 7.2. Techniques d'analyse physique | 47 |

CHAPITRE III - ASPECTS ÉLECTROCHIMIQUES DE LA CORROSION

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. LE PHÉNOMÈNE DE CORROSION | 49 |
| 2. ENTHALPIE LIBRE D'UN COMPOSÉ - ENTHALPIE LIBRE DE RÉACTION | 50 |
| 2.1. Enthalpie libre d'un composé chimique | 50 |
| 2.2. Enthalpie libre d'une réaction chimique | 50 |
| 3. LA CORROSION SECHE | 52 |
| 3.1. Aspect thermodynamique | 53 |
| 3.2. Diagramme d'Ellingham | 53 |
| 3.3. Mécanismes d'oxydation à haute température | 54 |
| 3.4. Étude expérimentale – exemple du fer à 300°C | 55 |
| 3.5. Modélisation macroscopique de la corrosion sèche | 57 |
| 4. LA CORROSION AQUEUSE | 58 |
| 4.1. Thermodynamique électrochimique | 58 |
| 4.2. Cinétique électrochimique | 68 |
| 4.3. Détermination expérimentale de la vitesse de corrosion | 77 |

CHAPITRE IV - LES DIFFÉRENTES FORMES DE CORROSION AQUEUSE

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 1. MANIFESTATION DE LA CORROSION AQUEUSE | 86 |
| 2. LA CORROSION GÉNÉRALISÉE | 86 |
| 2.1. La corrosion atmosphérique | 87 |
| 2.2. Mécanisme de la corrosion atmosphérique de l'acier | 92 |
| 2.3. Essais de corrosion atmosphérique | 98 |
| 3. LA CORROSION LOCALISÉE | 102 |
| 3.1. La corrosion galvanique | 102 |
| 3.2. La corrosion par piqûres | 106 |
| 3.3. La corrosion par effet de crevasse | 114 |
| 3.4. La corrosion intergranulaire | 115 |
| 3.5. La corrosion-érosion et la corrosion-cavitation | 118 |
| 4. LES CAS PARTICULIERS DE FISSURATION SOUS CONTRAINTE | 119 |
| 4.1. La corrosion sous contrainte | 120 |
| 4.2. La fatigue-corrosion | 126 |
| 4.3. La fragilisation par l'hydrogène | 126 |
| 5. LA BIOCORROSION | 128 |
| 5.1. La biocorrosion des aciers non alliés | 129 |
| 5.2. La biocorrosion des aciers inoxydables | 131 |
| 5.3. La biocorrosion des alliages de cuivre et d'aluminium | 132 |

CHAPITRE V - LA CORROSION PAR LES MÉTAUX LIQUIDES

| | |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 1. EMPLOI DES MÉTAUX LIQUIDES | 133 |
| 2. ACTION D'UN MÉTAL LIQUIDE SUR UN MÉTAL SOLIDE | 134 |
| 2.1. Transfert et perte de masse | 134 |
| 2.2. Réaction avec les impuretés | 135 |
| 2.3. Fragilisation | 136 |
| 3. CONTROLE ET PROTECTION | 136 |
| 3.1. Action sur le matériau | 136 |
| 3.2. Action sur le métal liquide | 136 |

**CHAPITRE VI - LUTTE ET PROTECTION CONTRE
LA CORROSION AQUEUSE**

| | |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 1. MÉTHODES DE PRÉVENTION | 138 |
| 2. DOMAINES D'EMPLOI DES PRINCIPAUX ALLIAGES | 138 |
| 2.1. Les aciers inoxydables | 138 |
| 2.2. Les alliages de cuivre | 139 |
| 2.3. Les alliages d'aluminium | 139 |
| 2.4. Les alliages de nickel | 140 |
| 2.5. Le titane | 140 |
| 2.6. Les alliages de zirconium | 140 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. PROTECTION PAR LA GÉOMETRIE DES PIÈCES | 141 |
| 3.1. Corrosion en zone humide | 141 |
| 3.2. Corrosion galvanique | 141 |
| 3.3. Corrosion-érosion | 142 |
| 3.4. Corrosion sous contrainte | 142 |
| 4. EMPLOI D'INHIBITEURS DE CORROSION | 143 |
| 4.1. Inhibiteurs anodiques ou passivants | 143 |
| 4.2. Inhibiteurs cathodiques | 143 |
| 4.3. Inhibiteurs organiques | 145 |
| 4.4. Domaines d'emploi des inhibiteurs | 145 |
| 5. UTILISATION DE REVÊTEMENTS | 146 |
| 5.1. Les revêtements métalliques | 146 |
| 5.2. Techniques de revêtement métallique | 147 |
| 5.3. Les couches de conversion | 149 |
| 5.4. Les revêtements organiques | 150 |
| 5.5. Revêtements étrangers au substrat | 151 |
| 6. PROTECTION ÉLECTROCHIMIQUE | 151 |
| 6.1. La protection cathodique | 151 |
| 6.2. La protection anodique | 156 |
| CHAPITRE VII - LA CORROSION DANS LA PRATIQUE INDUSTRIELLE | |
| 1. L'INDUSTRIE AUTOMOBILE | 157 |
| 1.1. Les composants et les matériaux concernés | 157 |
| 1.2. Traitement des composants en alliage d'aluminium | 158 |
| 1.3. Traitement de la visserie | 158 |
| 1.4. Traitement des carrosseries | 158 |
| 2. L'INDUSTRIE PÉTROLIÈRE | 160 |
| 2.1. La corrosion externe | 161 |
| 2.2. La corrosion interne | 161 |
| 3. L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE | 163 |
| 3.1. Matériaux concernés | 163 |
| 3.2. Zones de corrosion dans un aéronef | 164 |
| 3.3. Moyens de lutte contre la corrosion en aéronautique | 165 |
| 3.4. Les revêtements organiques en aéronautique | 166 |
| 4. L'INDUSTRIE ÉLECTRONUCLÉAIRE | 166 |
| 4.1. La corrosion dans les réacteurs à eau sous pression | 167 |
| 4.2. La corrosion dans le retraitement du combustible | 172 |
| 4.3. La corrosion dans la gestion des déchets | 173 |
| INDEX | 178 |