

Thème 2 – Corrosion et matériaux

- Les milieux spécifiques : L'eau de mer, les fonds marins, la corrosivité en fonction des zones d'exposition
- Rappel sur les métaux et les alliages utilisés pour les ouvrages en mer : aciers au carbone, acier galvanisé, aciers inoxydables, alliages d'aluminium, alliages de cuivres, alliages de titane.
- Les différentes formes de corrosion en milieu marin.

Thème 4 - Théorie générale de la protection cathodique

- Electrodes de référence et électrodes de mesure employées dans les eaux de mer et saumâtres, influence des chlorures
- Critères de protection cathodique en eau de mer et dans les fonds marins pour les aciers au carbone
 - o Influence de la température, des développements bactériens
 - o Risques liés à la surprotection cathodique : Fragilisation hydrogène, décollement des revêtements
- Critères de protection cathodique en eau de mer et dans les fonds marins pour les autres métaux et alliages
 - o Aciers inoxydables
 - o Alliages de nickel
 - o Cuivre et alliages
 - o Aluminium et alliages
 - o Risques liés à la surprotection cathodique des métaux amphotères (corrosion alcaline)
- Méthodes de protection cathodique
 - o Comparaison des différents systèmes de protection cathodique
- Limites d'utilisation et d'efficacité de la protection cathodique
- Risques de corrosion liés à l'emploi des raccords isolants

Thème 5 – Systèmes de protection cathodique

- Conception et dimensionnement des systèmes de protection cathodique
 - o Détermination du courant de protection cathodique des ouvrages en mer
 - o Calcul de la résistance des anodes selon la forme et la disposition
 - o Masse anodique à installer en fonction de la durée de vie recherchée
- Système de protection par anodes galvaniques
 - o Matériaux anodiques disponibles, compositions chimiques et caractéristiques électrochimiques (potentiel, rendement électrochimique, consommation massique pratique et énergie massique pratique)
 - o Critères de choix du matériau anodique
 - o Les dispositions constructives (durée de vie, nombres d'anodes à installer, répartition)
- Système de protection par courant imposé
 - o Matériaux utilisables (caractéristiques, tension, milieu anodique)
 - o Critères de choix du type d'anode, conditions d'utilisation
 - o Les dispositions constructives (durée de vie, nombre d'éléments)
 - o Modes de régulation des postes de protection : intensité imposée, tension imposée, potentiel d'électrode imposé (systèmes asservis utilisant une électrode de référence pilote)
 - o Masse anodique à installer
- Matériels connexes
- Installation des équipements
 - o Anodes et écrans diélectriques

Programmes d'examens Niveau 2 – Secteur Mer

- o Mise en continuité électrique
- Mise en service et contrôles

Thème 7 – Techniques de mesures – Appareillage

- Constitution et mise en œuvre des électrodes de référence et de mesure (Ag-AgCl-eau de mer, zinc), mobiles ou permanentes
- Mesure de conductivité des eaux de mer et eaux saumâtres
- Mesure de pH
- Mesure de potentiel
 - o Contrôle des électrodes et des appareils de mesures
 - o Emplacement des électrodes de mesure
 - o Mesure de potentiel
 - o Mesure rapprochée du potentiel sur canalisations sous-marines
- Mesure du courant
 - o Mesures par shunt, pinces ampérométriques marinisées, anodes et cathodes monitorées, capteurs spéciaux.

Thème 8 – Revêtements

- Le revêtement : méthode de protection passive complétée par la protection cathodique (active)
- Type de revêtements
 - o Les peintures pour ouvrages exposés en mer
 - o Notions sur les principaux revêtements de tube appliqués en usine
 - o Les revêtements pour tube de risers offshore
 - o Les principaux revêtements appliqués sur site
 - o Les revêtements internes de capacités
 - o Les revêtements de lestage en béton armé pour canalisations sous marines
- Propriétés principales des revêtements
 - o L'adhérence
 - o La résistance des revêtements aux agressions mécaniques
 - o La résistance physico-chimique des revêtements
 - o Effets de la protection cathodique sur les revêtements
- Essais de revêtements
 - o Les essais d'adhérence pour les revêtements minces
 - o Les essais de pelage contrôlé
 - o Les essais de choc, de pénétration sous charge
 - o La résistance à la délamination cathodique
 - o Le contrôle de continuité de l'isolation électrique
- Taux de dégradation des revêtements
 - o Les revêtements de pipeline
 - o Les peintures exposées à l'eau de mer

Thème 9 – Phénomènes bactériens

- Eléments de microbiologie
 - o Les bactéries sulfato-réductrices
- La corrosion bactérienne par les bactéries sulfato-réductrices (BSR)
 - o Exemple de corrosion bactérienne
 - o Détection de la corrosion bactérienne
- Protection et corrosion bactérienne

Thème 10 – Connaissance des normes, des procédures et des textes officiels de réglementation

Programmes d'examens Niveau 2 – Secteur Mer

- Normes spécifiques au secteur Mer :
 - o NF EN 12 473 : « Principes généraux de la protection cathodique en eau de mer »
 - o NF EN 13173 : « Protection cathodique des structures en acier flottant en mer »
 - o NF EN 12495 « Protection cathodique des structures en acier fixes en mer »
 - o NF EN 13174 « Protection cathodique des installations portuaires »
 - o XPA 05-674 « Protection cathodique des œuvres vives des navires »
 - o Pr NF EN 12496 « Anodes galvaniques pour la protection cathodique dans l'eau de mer et les boues salines »
 - o ISO 15589-2 « Industries du pétrole et du gaz naturel – protection cathodique des systèmes de transport par conduites – Partie 2 : Conduites en mer ».