

NOTIONS SCIENTIFIQUES DE BASE DE LA CORROSION ÉLECTROCHIMIQUE OU AQUEUSE DES ACIERS

OBJECTIFS DE LA FORMATION

COMPRENDRE LES PHÉNOMÈNES ÉLECTROCHIMIQUES RESPONSABLES DE LA CORROSION DES ACIERS

PRÉREQUIS

- Notion de chimie générale.

PUBLIC VISÉ

Techniciens et ingénieurs de...

- Bureau d'études.
- Laboratoire, service R&D.
- Production, maintenance.
- Gestionnaire...

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Cruzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

- Processus primaire de corrosion :
 - > Réactions d'oxydation et de réduction
 - > Notions de potentiel :
 - » Potentiel d'électrode, redox et loi de Nernst
 - » Potentiel mixte
 - » Électrodes de référence
- Corrosion libre et polarisation ou surtension
- Loi de Faraday et vitesse de corrosion uniforme
- Devenir des ions ferreux :
 - > Produits de corrosion : ions dissous et/ou espèces solides
 - > Diagrammes de Pourbaix : activité, passivité, immunité



LES DIFFÉRENTES TYPOLOGIES DE CORROSION ÉLECTROCHIMIQUE UNIFORME, LOCALISÉE ET ATYPIQUE DES ACIERS

OBJECTIFS DE LA FORMATION

SAVOIR IDENTIFIER LES DIFFÉRENTES TYPOLOGIES DE CORROSION DES ACIERS

PRÉREQUIS

- Connaissance du module Corr-O1 « Notions scientifiques de base de la corrosion électrochimique ou aqueuse des aciers ».

PUBLIC VISÉ

Techniciens et ingénieurs de...

- Bureau d'études.
- Laboratoire, service R&D.
- Production, maintenance.
- Gestionnaire...

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Cruzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

- Rappels métallurgiques sur les aciers bas carbone et inoxydables :
 - > Composition chimique et impuretés
 - > Éléments d'alliage
 - > Microstructure, phases, inclusions, grains et joints de grains
- Principe de la corrosion uniforme ou généralisée et exemples
- Principe de la corrosion localisée et exemples :
 - > Corrosion par aération différentielle : sous dépôt, cavernreuse, par effet de crevasse...
 - > Corrosion par pile de concentration
 - > Corrosion galvanique
 - > Corrosion par piqûres
 - > Corrosion intergranulaire
 - > Corrosion sélective
 - > Corrosion érosion et corrosion abrasion
 - > Corrosion cavitation
 - > Corrosion assistée par des métabolismes bactériens
 - > Corrosion fissurante : fragilisation par l'hydrogène, fatigue corrosion et corrosion sous contrainte
 - > Corrosion par interférences électriques continues ou alternatives (voie ferrée, ligne HT, orage et foudre)



CORROSIVITÉ DES ENVIRONNEMENTS NATURELS VIS À VIS DES ACIERS : LES ATMOSPHÈRES, LES SOLS ET LES EAUX DOUCES, SAUMÂTRES ET MARINES

OBJECTIFS DE LA FORMATION

SAVOIR IDENTIFIER LES ÉLÉMENTS CORROSIFS POUVANT CONDUIRE À DES PHÉNOMÈNES DE CORROSION UNIFORMES OU LOCALISÉS

PRÉREQUIS

- Connaissance du module Corr-O1 « Notions scientifiques de base de la corrosion électrochimique ou aqueuse des aciers ».
- Connaissance du module Corr-O2 « Les différentes formes de corrosion électrochimique uniforme, localisée et atypique des aciers ».

PUBLIC VISÉ

Techniciens et ingénieurs de...

- Bureau d'études.
- Laboratoire, service R&D.
- Production, maintenance.
- Gestionnaire...

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Crouzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre

PROGRAMME

- Les éléments corrosifs communs des environnements naturels
- Les atmosphères
 - > Influence des éléments corrosifs communs
 - > Cycles humide / sec
 - > Polluants
 - > Particules solides
 - > Classification des atmosphères : corrosivité et vitesse de corrosion uniforme
 - > Hétérogénéités et corrosion localisée
 - > Cas particulier des ouvrages calorifugés
- Les eaux douces, saumâtres et marines
 - > Influence des éléments corrosifs communs
 - > Biofilms et salissures
 - > Courants, sédiments et autres paramètres
 - > Pression hydrostatique
- Les sols
 - > Influence des éléments corrosifs communs
 - > Types de sol
 - > Constituants solubles et insolubles
 - > Activité bactérienne
- Indicateurs de la corrosivité des environnements



MESURE DE LA VITESSE DE CORROSION DES ACIERS

OBJECTIFS DE LA FORMATION

SE FAMILIARISER AVEC LES OUTILS DE MESURE DE LA VITESSE DE CORROSION DES ACIERS

PRÉREQUIS

- Connaissance du module Corr-O1 « Notions scientifiques de base de la corrosion électrochimique ou aqueuse ».
- Connaissance du module Corr-O2 « Les différentes formes de corrosion électrochimique uniforme et localisée des aciers ».

PUBLIC VISÉ

Techniciens et ingénieurs de...

- Bureau d'études.
- Laboratoire, service R&D.
- Production, maintenance.
- Gestionnaire...

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Cruzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

- Méthode gravimétrique
- Méthodes électrochimiques :
 - > Impédance électrochimique
 - > Résistance de polarisation
 - > Courbe de polarisation
 - > Courant galvanique
- Méthode par résistance électrique



DIAGNOSTIC CORROSION SUR OUVRAGES EN ACIER : INFORMATIONS À COLLECTER, ÉCHANTILLONS À PRÉLEVER, ANALYSES À RÉALISER

OBJECTIFS DE LA FORMATION

TRANSMETTRE LES BONNES PRATIQUES À ADOPTER À LA DÉCOUVERTE D'UN DÉFAUT DE CORROSION EN VUE D'UN DIAGNOSTIC PRÉCIS

PRÉREQUIS

- Notion de chimie générale.

PUBLIC VISÉ

- Opérateurs de maintenance des ouvrages en acier.

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Crouzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

- Objectifs d'un diagnostic corrosion
- Notions électrochimiques indispensables :
 - > Processus primaire de corrosion
 - > Éléments corrosifs
 - > Types de corrosion susceptibles de se former sur l'ouvrage
- Informations à collecter, observations et prises de photo
 - > Données sur l'ouvrage impacté
 - > Données sur l'environnement à proximité
- Échantillons à prélever et méthodes de conditionnement et de stockage
- Analyses physico-chimiques à réaliser



OBJECTIFS DE LA FORMATION

**SAVOIR CHOISIR LA PROTECTION CONTRE LA CORROSION LA PLUS ADAPTÉE
SELON L'ENVIRONNEMENT DE L'OUVRAGE À PROTÉGER**

PRÉREQUIS

- Connaissance du module Corr-O1 « Notions scientifiques de base de la corrosion électrochimique ou aqueuse ».

PUBLIC VISÉ

Techniciens et ingénieurs de...

- Bureau d'études.
- Laboratoire, service R&D.
- Production, maintenance.
- Gestionnaire...

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Cruzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

- Les peintures et revêtements organiques
- Les méthodes électrochimiques :
 - > Protection cathodique
 - > Protection anodique ou passivation
 - > Revêtement métallique anodique
- Les inhibiteurs liquides/volatiles :
 - > Anodiques / cathodiques / mixtes
 - > Filmants
 - > Neutralisants
 - > Absorbants d'oxygène



OBJECTIFS DE LA FORMATION

COMPRENDRE ET APPRÉHENDER LA PROTECTION CATHODIQUE SUR TOUS TYPES DE STRUCTURE IMMERGÉE OU ENTERRÉE

PRÉREQUIS

- Connaissance du module Corr-O1 « Notions scientifiques de base de la corrosion électrochimique ou aqueuse ».

PUBLIC VISÉ

Techniciens et ingénieurs de...

- Bureau d'études.
- Laboratoire, service R&D.
- Production, maintenance.
- Gestionnaire...

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Cruzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

- Principe et adéquation avec les revêtements
- Techniques de mise en œuvre et méthode de sélection :
 - > Par anode sacrificielle ou galvanique
 - > Par courant imposé
- Influence de la PC sur les phénomènes de corrosion
- Les différentes techniques de mesures en protection cathodique
 - > Prise en compte de la chute ohmique et Eoff
 - > Mesure de la résistivité des sols (Wenner, Schlumberger)
 - > Prise en compte des influences extérieures
- Critères de PC - Les principales normes et textes réglementaires relatifs à la PC
- Dimensionnement et conception des installations de protection cathodique :
 - > Structures simples
 - > Structures complexes



OBJECTIFS DE LA FORMATION

ACQUERIR LES CONNAISSANCES THEORIQUES ET PRATIQUES
DU NIVEAU 1 TERRE SELON LA NORME NF EN ISO 15257:2017

PRÉREQUIS

- Notions techniques

PUBLIC VISÉ

- Contrôleur (collecteur de données) en protection, cathodique.

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion / Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Crouzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

Électricité en rapport avec l'application de la protection cathodique (PC) et les mesurages

- > Courant continu
- > Mesures et matériels de mesure
- > Protection électrique, sécurité

Corrosion, électrochimie et revêtements en rapport avec la PC

- > Terminologie - Réactions d'électrodes
- > Les milieux électrolytiques
- > Les métaux et alliages
- > La corrosion
- > Modes de corrosion
- > Vitesse de corrosion
- > Électrodes de référence, électrodes de mesure et facteurs influençant la sélection correcte des électrodes de référence pour les mesurages de potentiel
- > Revêtements

La protection cathodique

- > Théorie, principes et critères de la PC
- > Méthodes d'application de la PC, anodes galvaniques, courant imposé
- > Exigences liées à l'application de la PC

Mesurages et procédures de contrôle de la PC

- > Techniques de mesures - Appareillage
- > Conditions d'interférences
- > Protection contre les influences électriques extérieures

Règlementation et normes dans le secteur Terre

- > Normes et recommandations pratiques dans le secteur d'application concerné
- > Connaissance des normes, des procédures et des textes officiels de réglementation

Tâches à accomplir pour le secteur Terre

OBJECTIFS DE LA FORMATION

ACQUERIR LES CONNAISSANCES THEORIQUES ET PRATIQUES
DU NIVEAU 2 TERRE SELON LA NORME NF EN ISO 15257:2017

PRÉREQUIS

- Contrôleur (collecteur de données) en protection, cathodique.

PUBLIC VISÉ

- Technicien en protection cathodique

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion /Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Crouzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera defini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

Niveau 1 secteur Terre (module PC-O1)



Électricité en rapport avec l'application de la protection cathodique (PC) et les mesurages

- > Courant alternatif

Corrosion, électrochimie et revêtements en rapport avec la PC

- > Effets d'une PC excessive sur les revêtements, aciers à haute résistance et alliages résistants à la corrosion

La protection cathodique

- > Diagnostics des systèmes de PC

Mesurages et procédures de contrôle de la PC

- > Pertinence des erreurs dues au gradient de potentiel et influence sur le mesurage du potentiel structure/électrolyte

Règlementation et normes dans le secteur Terre

- > Normes et recommandations pratiques dans le secteur d'application concerné
- > Connaissance des normes, des procédures et des textes officiels de réglementation

Tâches à accomplir pour le secteur Terre

OBJECTIFS DE LA FORMATION

ACQUERIR LES CONNAISSANCES THEORIQUES ET PRATIQUES
DU NIVEAU 3 TERRE SELON LA NORME NF EN ISO 15257:2017

PRÉREQUIS

- Technicien en protection cathodique

PUBLIC VISÉ

- Technicien senior en protection cathodique

PROFIL DU FORMATEUR

- Lise Lanarde : Docteur en électrochimie / Spécialiste en corrosion /Certifiée PC N3 Terre (ISO 15257).
- Jérôme Crouzillac : Expert en protection cathodique / Certifié PC N4 Terre et Mer (ISO 15257).

VALIDATION

- Evaluation des acquis par un questionnaire rempli et corrigé en fin de formation.
- Délivrance d'une attestation de présence.

MODALITES

- Le coût de la formation sera défini suivant le nombre de stagiaires.

PROGRAMME

Niveau 2 secteur Terre (module PC-O2)

+

Électricité en rapport avec l'application de la protection cathodique (PC) et les mesurages

- > Energie
- > Puissance
- > Electromagnetisme

Corrosion, électrochimie et revêtements en rapport avec la PC

- > Courant anodique et courant cathodique
- > Polarisation

La protection cathodique

- > Risques liés à la surprotection cathodique
- > Conception et dimensionnement

Mesurages et procédures de contrôle de la PC

- > Compréhension des erreurs dues au gradient de potentiel et influence sur le mesurage du potentiel structure/électrolyte

Règlementation et normes dans le secteur Terre

- > Normes et recommandations pratiques dans le secteur d'application concerné
- > Connaissance des normes, des procédures et des textes officiels de réglementation

Tâches à accomplir pour le secteur Terre