

<b>Prérequis</b>	Formation initiale minimale requise : Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente (licence en sciences ou licence en ingénierie ou équivalent) Un an minimum d'expérience en protection cathodique.		<b>Dates</b>	Nous consulter	
			<b>Lieu</b>	Inter ou intra : en nos locaux de l'Union (31)	
<b>Durée</b>	5 jours (35 heures)	<b>Tarifs</b>	2 250 euros HT	<b>Contact</b>	Monsieur Philippe LE HÔ Formateur référent Mail : <a href="mailto:contact@ccta.fr">contact@ccta.fr</a> +33 5.61.34.38.88

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

En plus des compétences des personnes de Niveau 1, les personnes de Niveau 2 doivent être compétentes pour réaliser diverses activités de mesurage, d'inspection et de supervision de la PC selon des instructions techniques et procédures produites par des personnes de Niveau 3 ou plus, et pour rassembler et classer les données sous leur responsabilité.

Les personnes de Niveau 2 doivent connaître les principes de base en électricité, corrosion, revêtements, PC et techniques de mesure, les aspects relatifs à la sécurité et les normes applicables concernant la PC. Elles doivent être compétentes pour vérifier la validité de l'étalonnage du matériel de mesure et de contrôle de la PC, pour superviser et effectuer les inspections et contrôles durant l'installation des systèmes de PC et pour effectuer les travaux de maintenance courante sur les systèmes de PC.

Elles ne doivent pas être responsables du choix de la méthode ou de la technique de contrôle devant être utilisée, ni de la préparation des instructions techniques, ni de l'interprétation des résultats de mesures.

### POPULATION CONCERNÉE

Tous les agents travaillant dans le domaine de la protection cathodique amenés à réaliser les tâches de niveau 2 (NF ENISO 15257) suivantes :

- Assurer la surveillance des travaux d'installation des dispositifs de protection cathodique.
- Assurer les travaux de maintenance courante de ces dispositifs.
- Procéder aux mesures courantes de protection cathodique.
- Relever et éventuellement classer les résultats obtenus en fonction de critères spécifiés dans des consignes, puis en rendre compte

Ces stages sont ouverts :

- aux agents intéressés par une initiation dans le domaine.



## MODALITÉS DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

- Tout au long de la formation, le formateur échange avec les stagiaires afin de faciliter et de vérifier la bonne acquisition des nouveaux savoirs et savoir/faire (questionnement, reformulation, observation, etc.)
- Evaluation de la satisfaction des stagiaires à chaud
- Feuille de présence
- Attestation de suivi de formation

## MODALITÉS D'ACCÈS

L'accès à nos formations peut être initié, soit par l'employeur, soit à l'initiative du salarié avec l'accord de son employeur, soit par le salarié lui-même.

L'organisation logistique, technique, pédagogique et financière sont établies lors des divers échanges avec notre service formation et le commanditaire.

La durée estimée entre la validation du projet par le commanditaire et le début de la prestation sera précisée dans l'offre commerciale.

## ACCESSIBILITÉ AUX PERSONNES EN SITUATION DE HANDICAP

Nos formations sont réalisées dans nos locaux, aménagés pour les personnes à mobilité réduite. Pour tout autre handicap, le commanditaire devra informer la société CCTA pour aménager les conditions d'accueil.

Référent handicap : M. Philippe LE HÔ

## PARTIE THÉORIQUE

### **Théorie générale de la protection cathodique**

- Différents types d'électrodes de référence et électrodes de mesure employées dans les sols et eaux naturelles
- Critères de protection des aciers dans les sols et eaux naturelles : influence de la résistivité, de la température, des développements bactériens
- Risques liés à la surprotection cathodique
- Méthodes de protection cathodique, avantages, inconvénients et limitations respectifs
  - Systeme à courant imposé
  - Systeme par anodes galvaniques
  - Comparaison des différents systèmes et des matériaux utilisables
- Limites d'utilisation et d'efficacité de la protection cathodique
  - Influence des écrans en matériaux isolants
  - Influence des écrans en matériaux conducteurs de l'électricité
  - Influence de la distance anode/structure protégée.
  - Les raccords isolants (constitution, implantations, contrôle d'efficacité)

### **Systèmes de protection cathodique**

- Caractéristiques des sols (nature, constitution, résistivité, humidité)
- Systeme de protection par anodes galvaniques
  - Matériaux anodiques disponibles dans les sols et eaux naturelles (potentiel, rendement électrochimique, consommation massive notions de coûts comparatifs)
  - Critères de choix du matériau anodique
  - Les dispositions constructives (durée de vie, nombres d'anodes à installer, répartition, notion de facteur de couplage)
  - Les mélanges régulateurs
- Systeme de protection par courant imposé
  - Anodes à courant imposé : matériaux utilisables (consommation massive pratique) o
  - Critères de choix du matériau
  - Les mélanges régulateurs
  - Les dispositions constructives
  - Différents types de postes de protection à courant imposé : transfo-redresseurs, batteries, piles, panneaux photovoltaïques, etc.
  - Modes de régulation des postes de protection : intensité imposée, tension imposée, potentiel d'électrode imposé (systèmes asservis utilisant une électrode de référence pilote)
- Matériels connexes : Câbles, raccords isolants, prises de potentiel, intervalles de décharge, cellules de polarisation
- Notions élémentaires sur la conception et le dimensionnement des systèmes de protection
  - Principes de base de la détermination du courant de protection cathodique
  - Notion sur la masse anodique à installer en fonction de la durée de vie recherchée

Schéma de principe d'installation des anodes à installer

Notion de résistance d'anode

Sensibilisation aux problèmes d'influence

- Contrôle et maintenance des installations

Poste de soutirage, anode galvanique, fourreaux, raccords isolants, dispositif d'écoulement des courants alternatifs ou des courants d'influence)

Procédures de contrôle, de maintenance et de dépannage

Périodicité des contrôles et des mesures

**Protection contre les influences électriques extérieures**

- Système de traction ferroviaire à courant continu

Principe de fonctionnement

Dispositions constructives (alimentation, isolement, voies ferrées, ...)

- Protection contre les courants vagabonds

Localisation des origines

Moyens de protection (drainage, courant imposé, sectionnement des conduites, actions sur la source d'influence, dispositif d'écoulement sur des terres auxiliaires)

Drainage de courant : constitution, fonctionnement, moyens de régulation

Dispositions de protection électrique

- Contrôle et maintenance

Contrôle, maintenance et dépannage des dispositifs et de leurs composants

Mesure des potentiels sur l'ouvrage à protéger (potentiel instantané, potentiel moyen, potentiels maximum et minimum, enregistrements, mesures sur témoins métalliques amovibles et permanents)

- Influences générées par les systèmes de protection cathodique voisins

Connaitre les moyens de protection.

- Influences générées par la proximité des ouvrages électriques :

Notions de conduction et d'induction, citer les moyens de protection.

Notions sur la corrosion générée par les courants alternatifs 50 Hz

Contrôle et maintenance des dispositifs de protection

**Techniques de mesures – Appareillage**

- Appareillage

Constitution et mise en œuvre des électrodes de référence mobiles ou permanentes (cuivre – sulfate de cuivre saturé) et de mesure permanentes (zinc)

Principes du suivi métrologique, contrôle des électrodes

Témoins (coupons) métalliques, associés ou non à une électrode de référence (constitution et mise en œuvre)

Chronorupteurs

Mesureur de terre (quatre piquets ou quadripôle, telluromètre)

- Mesures de potentiel

- Mesures à courant établi sur ouvrage, ponctuelles ou avec enregistrement (problème des courants vagabonds)
- Mesures de potentiel en présence d'influences alternatives
- Chute ohmique liée à l'emplacement de l'électrode de référence
- Mesures à courant coupé sur ouvrage, ponctuelles ou avec enregistrement
- Facteurs influençant les résultats des mesures à courant coupé (courants de compensation, courants vagabonds ou telluriques, influence de systèmes de protection cathodique voisins)
- Autres facteurs influençant les mesures à courant établi et à courant coupé (résistance de contact de l'électrode de référence avec le sol, résistance de contact au niveau de la connexion avec la structure, mesure effectuée sur un câble qui véhicule un courant)
- Mesures à courant coupé sur témoin métallique, facteurs influençant les résultats, limitations Mesures de potentiel rapprochées (« CIPS »)
- Mesures d'intensité et de densité de courant
  - Mesure du courant circulant dans une conduite (raccord isolant avec shunt, méthode des quatre fils)
  - Détermination du sens d'un courant circulant dans un câble électrique ou dans un ouvrage
  - Détermination des densités de courant sur ouvrages ou témoins métalliques. Facteurs influençant les résultats
- Mesure de la résistivité des sols et mesure des résistances de terre
  - Prélèvement d'échantillons de sol sur site
  - Méthode des quatre piquets (dite de Wenner)
  - Mesure de la résistance de terre des ouvrages (telluromètre, variation de l'intensité du courant émis par une source de courant continu)
  - Détermination des valeurs d'isolement des structures enterrées
- Techniques de localisation des conduites enterrées en surface et en profondeur
  - Méthode d'atténuation d'un signal alternatif
- Localisation des contacts entre fourreau et canalisation

### Revêtements

- Le revêtement méthode de protection passive complétée par la protection cathodique (active)
- Le revêtement non compatible avec la protection cathodique : les calorifuges.
- Connaître
  - Les principaux types de revêtements : avantages et inconvénients de chacun
  - Les principaux revêtements utilisés pour les joints soudés, les pièces de forme et les réparations
  - Les revêtements complémentaires de protection mécanique (antiroches)
- Les propriétés principales des revêtements
  - Le maintien de l'adhérence, objectif principal d'un bon revêtement
  - Risques de corrosion sous revêtements non adhérents à l'acier, importance de la résistivité du milieu environnant
  - Les effets défavorables de la protection cathodique sur les revêtements : cloquage, délamination cathodique.



## PARTIE PRATIQUE

- Collecte d'informations générales en vue de la conception sur la base d'instructions techniques pour des systèmes de PC simples
- Réalisation du contrôle de vérification de l'électrode de référence portable de travail par rapport à un autre type d'électrode de référence
- Réalisation du contrôle de vérification de l'électrode de référence fixe par rapport à une électrode de référence portable
- Réalisation des essais préalables à la mise en service
- Vérification que la borne positive du redresseur est reliée à l'anode et que la borne négative est reliée à la structure
- Classification des résultats des mesures
- Inspection et vérification du fonctionnement général de l'alimentation en courant continu
- Inspection et maintenance des composants de l'alimentation en courant continu
- Augmentation/diminution de routine et prévisible du débit de courant pour maintenir une performance prédéterminée
- Mesurage de la résistivité : méthode « Soil box »
- Supervision de la préparation de la surface métallique pour la réalisation des connexions de câbles et pour la réparation du revêtement
- Supervision de l'installation des connexions des câbles : boulonnage, compression et colle conductrice
- Supervision de l'installation des connexions des câbles : brasage tendre, soudage par procédé exothermique, brasage fort de goujons
- Supervision de l'installation des anodes galvaniques
- Supervision de l'installation de l'alimentation en courant continu (alimentation en courant alternatif exclue)
- Supervision de l'installation de lits d'anodes à courant imposé profonds
- Supervision de l'installation de lits d'anodes à courant imposé peu profonds
- Supervision de l'installation des dispositifs d'isolation électrique
- Supervision de l'installation des électrodes de référence (y compris l'étalonnage) et des coupons témoins
- Supervision de l'installation des électrodes de référence (y compris l'étalonnage) et des coupons témoins
- Supervision de l'installation des prises de terre pour réduction des influences du courant alternatif et des dispositifs de découplage de courant continu
- Vérification de la continuité électrique de toutes les parties de la structure à protéger
- Détermination de l'emplacement de la structure protégée et des structures métalliques étrangères, y compris le béton armé d'acier enterré et les systèmes de mise à la terre électriques
- Inspection et contrôle de l'isolation électrique
- Mesurage du potentiel instantané structure/électrolyte à la coupure de courant
- Mesurage de la dépolarisation du potentiel structure/électrolyte



- Consignation des mesures, y compris comparaison des résultats des mesures avec les critères de PC choisis conformément à la procédure
- Mesurage du potentiel à intervalles rapprochés (à courant établi ou naturel)
- Mesurage du potentiel de la structure à la terre distante
- Mesurage du potentiel à intervalles rapprochés (à courant établi et instantané à la coupure de courant)
- Établissement de la synchronisation des coupures de courant pour les mesures instantanées à la coupure de courant
- Confirmation de la synchronisation des coupures de courant pour les mesures instantanées à la coupure de courant
- Mesurage sur coupons témoins du potentiel en régime établi et corrigé de la chute ohmique et du courant, à la fois en continu et en alternatif
- Mesurage des gradients de potentiel dans le sol
- Recherche et mesurage d'interférences - cas d'une source statique de courant continu
- Recherche et mesurage d'interférences – cas d'une source dynamique de courant continu
- Supervision de la réparation des câbles et des connexions
- Vérification de l'isolation entre les fourreaux et les canalisations
- Contrôle visuel du revêtement pour détecter un endommagement physique
- Prélèvement d'échantillons de sol et de dépôts sur la structure pour l'analyse corrosion en laboratoire
- Réalisation des relevés du potentiel des canalisations enterrées au travers d'étendues d'eau (lacs, rivières, estuaires)