

<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

Les personnes actives en PC de Niveau 1 doivent être compétentes pour recueillir des données de performance de PC de systèmes de PC simple et pour effectuer d'autres tâches de PC de base selon des instructions techniques et procédures produites par des personnes de Niveau 3 ou plus, et pour enregistrer les données selon un format produit par des personnes de Niveau 3 ou plus, sous la responsabilité de ces personnes. Les personnes de Niveau 1 ne doivent pas être responsable de l'analyse des données. Les personnes de Niveau 1 doivent comprendre les principes de base des mesurages qu'elles sont tenues d'effectuer, les causes courantes des erreurs de ces mesurages ainsi que les aspects relatifs à la sécurité. Ces mesurages doivent inclure des mesures courantes de fonctionnement du système ainsi qu'un nombre limité de mesures spécifiques permettant de déterminer l'efficacité de mise en œuvre des systèmes de PC.

### POPULATION CONCERNÉE

Tous les agents travaillant dans le domaine de la protection cathodique amenés à réaliser les tâches de niveau 1 (NF EN 15257) suivantes :

- Vérifier la validité de l'étalonnage du matériel de mesure et de contrôles de la PC fondée sur la documentation
- Mesurer le potentiel structure/électrolyte.
- Réaliser le contrôle de vérification de l'électrode de référence portable de travail par rapport à une électrode maîtresse de même type fondée sur le mesurage
- Identifier la polarité incorrecte du système de PC par mesurage du potentiel structure/électrolyte
- Enregistrer et consigner les résultats des mesures dans un format compréhensible
- Mesurer le courant et la tension dans un circuit de PC
- Réaliser des travaux de maintenance de base sur les systèmes de PC
- Inspecter et mesurer le débit de courant et de la tension de sortie de l'alimentation en courant continu



- Inspecter et maintenir les connexions de sortie de l'alimentation en courant continu si elles sont accessibles sans exposer les personnes directement à l'équipement en courant alternatif
  - Vérifier la tension et le débit de courant de l'alimentation en courant continu à l'aide d'un mesureur portable étalonné
  - Garantir le respect des exigences de sécurité relatives à l'application de la PC dans le secteur d'application, pour la tâche et le niveau de compétence
  - Réaliser l'évaluation des risques pour les exigences de sécurité relatives à l'application, pour la tâche et le niveau de compétence
  - Régler le matériel de mesure et de contrôle et vérifier les réglages.
  - Mesurer le potentiel de corrosion naturel métal/électrolyte (corrosion libre)
  - Mesurer la résistivité : méthode des quatre piquets (méthode de Wenner)
- 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

### Electricité en rapport avec l'application de la PC et les mesurages

- Courant continu : Notion de circuit, sens conventionnel du courant, différence de potentiel, intensité du courant, loi d'Ohm, générateurs de courant continu, piles, autres sources
- Mesures et matériels de mesure : Tension, intensité, résistance, multimètres, impédance d'entrée et son influence sur la mesure, notions de courant électrique continu et de densité de courant
- Protection électrique, sécurité : Sécurité électrique des personnes lors des interventions (protections individuelles, outils isolants)

### Corrosion, électrochimie et revêtements en rapport avec la PC

#### Terminologie

Atomes, électrons, ions, réactions chimiques, notions conducteurs électroniques et conducteurs ioniques, notions de résistivité, métaux

- Réactions d'électrodes : Anode, cathode, électrode. Potentiel d'électrode et électrodes de référence, notion de série galvanique, notions sur la loi de Faraday
- Les milieux électrolytiques. Les milieux spécifiques : Les eaux naturelles, de mer, les sols, le béton
- Les métaux et alliages : Généralités sur les grandes familles de matériaux métalliques industriels concernés par la protection cathodique
- La corrosion : Définition, mesure du potentiel d'électrode d'un métal dans un électrolyte, notions de passivation.
- Modes de corrosion : Corrosion généralisée, localisées, par les courants continus vagabonds,
- Vitesse de corrosion : Notions et unités,

#### Revêtements

- Rôles des revêtements : Revêtement complétant la protection cathodique
- Propriétés principales des revêtements : Risques de corrosion sous revêtements non adhérents à l'acier (maintien de l'adhérence)
- Les effets défavorables de la protection cathodique
- Contrôle de l'isolation électrique des revêtements : Théorie, principes et critères de la PC
- Définitions et principes de base
- Critères de protection des aciers dans différents milieux
- Méthodes de protection cathodique : Système à courant imposé et par anodes galvaniques

#### Exigences liées à l'application de la PC

- Mise en place d'une protection passive
- Isolation de la structure à protéger vis-à-vis d'autres structures



### Méthodes d'application de la PC, anodes galvaniques, courant imposé

- Système de protection par anodes galvaniques : Matériaux anodique (potentiel à vide et en charge)
- Système de protection par courant imposé : Anodes à courant imposé : Matériaux utilisables. Critères de choix du matériau des anodes dans les principaux milieux électrolytiques. Différents types de poste de protection à courant imposé, à tension imposée, asservi utilisant une électrode de référence pilotée
- Matériels connexes : Câbles, raccords isolants, prises de potentiel

### Mesurages et procédures de contrôle de la PC

- Appareillage : Mesure de tension, de courants continus ou alternatifs : Ampèremètre, utilisation de shunts, pinces ampérométriques A.C et D .C. Vérification des électrodes de référence et de mesure par rapport à une électrode étalon. Suivi métrologique des appareils de mesure et de contrôle. Témoins (coupons) métalliques, associés ou non à une électrode de référence, chronorupteurs
- Mesure de potentiel : Mesures à courant établi, ponctuelles ou avec enregistrement, notion de chute ohmique liée due à l'emplacement de l'électrode de référence par rapport à la surface métallique contrôlée
- Mesures d'intensité et de densité de courant : Mesure du sens et de l'intensité d'un courant circulant dans un ouvrage, détermination des densités de courant sur ouvrages ou témoins métalliques, facteurs influençant les résultats
- Mesures diverses : Mesure de la résistivité d'un électrolyte

### Facteurs influençant la sélection correcte des électrodes de référence pour les, mesurages de potentiel

Connaitre :

- Les électrodes de référence et électrodes de mesure employées en fonction des différents milieux
- Les facteurs influençant la mesure : influence des chlorures, de la température et de la lumière

### Conditions d'interférences

- Citer les différentes sources d'interférence (continus) et les risques de corrosion associés

### Normes et recommandations pratiques dans le secteur d'application concerné

Connaitre l'objet des normes suivantes :

- EN ISO 15257 :2017 Protection cathodique — Niveaux de compétence des personnes en protection cathodique — Base pour un dispositif particulier de certification
- Normes principales liées à la pratique de la PC dans le secteur d'application concerné.

Programme session théorique sectorielle Terre

Théorie générale de la protection cathodique

- Electrode de référence employée dans les sols et eaux naturelles
- Critères de protection des aciers dans les sols et eaux naturelles
- Méthodes de protection cathodique : Système à courant imposé, par anodes galvaniques, comparaison des différents systèmes.



### Systèmes de protection cathodique

- Caractéristiques des sols (résistivité)
- Système de protection par anodes galvaniques : Matériaux anodiques disponibles dans les sols et eaux naturelles (potentiel), les mélanges régulateurs
- Système de protection par courant imposé : Anodes à courant imposé : matériaux utilisables, 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, cellules de polarisation
- 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 et de maintenance, périodicité des contrôles et des mesures, protection contre les influences électriques extérieures
- Citer les causes des influences électriques extérieures
- Citer et identifier les moyens de protection
- Contrôle et maintenance : Maintenance des dispositifs, mesure des potentiels Eon sur l'ouvrage à protéger (potentiel instantané, potentiel moyen, potentiels maximum et minimum, enregistrements, mesures sur témoins métalliques amovibles et permanents)

### Techniques de mesures – Appareillage

- Appareillage : Mise en oeuvre des électrodes de référence mobiles ou permanentes (cuivre – sulfate de cuivre saturé). Principes du suivi métrologique, contrôle des électrodes. Témoins (coupons) métalliques, associés ou non à une électrode de référence (constitution et mise en oeuvre)
- Mesures de potentiel : Mesures à courant établi sur ouvrage, ponctuelles ou avec enregistrement (problème des courants vagabonds). Chute ohmique liée à l'emplacement de l'électrode de référence. Autres facteurs influençant les mesures à courant établi
- Mesures d'intensité et de densité de courant : Détermination du sens d'un courant circulant dans un câble électrique ou dans un ouvrage et des densités de courant sur ouvrages ou témoins métalliques
- Mesure de la résistivité des sols : Mesure de la résistance de terre des ouvrages (telluromètre)



## PARTIE PRATIQUE

- Vérification de la validité de l'étalonnage du matériel de mesure et de contrôle de la PC fondée sur la documentation
- Mesurage du potentiel structure/électrolyte
- Réalisation du contrôle de vérification de l'électrode de référence portable de travail par rapport à une électrode maîtresse de même type fondée sur le mesurage
- Identification d'une polarité incorrecte du système de PC par mesurage du potentiel structure/électrolyte
- Enregistrement et consignation des résultats des mesures dans un format compréhensible
- Mesurage du courant et de la tension dans le circuit de PC
- Réalisation des travaux de maintenance de base sur les systèmes de PC
- Inspection et mesurage du débit de courant et de la tension de sortie de l'alimentation en courant continu
- Inspection et maintenance des connexions de sortie de l'alimentation en courant continu si elles sont accessibles sans exposer les personnes directement à l'équipement en courant alternatif
- Vérification de la tension et du débit de courant de l'alimentation en courant continu à l'aide d'un mesureur portable étalonné
- Garantie du respect des exigences de sécurité relatives à l'application de la PC dans le secteur d'application, pour la tâche et le niveau de compétence
- Réalisation de l'évaluation des risques pour les exigences de sécurité relatives à l'application de la PC dans le secteur d'application, pour la tâche et le niveau de compétence
- Réglage du matériel de mesure et de contrôle et vérification des réglages
- Mesurage du potentiel de corrosion naturel métal/électrolyte (corrosion libre)
- Mesurage de la résistivité : méthode des quatre piquets (méthode de Wenner)
- Mesurage du potentiel structure/électrolyte en courant établi
- Contrôle visuel des composants simples de systèmes de PC (par exemple stations de contrôle)