

AFGC

IMGC

CEFRACOR

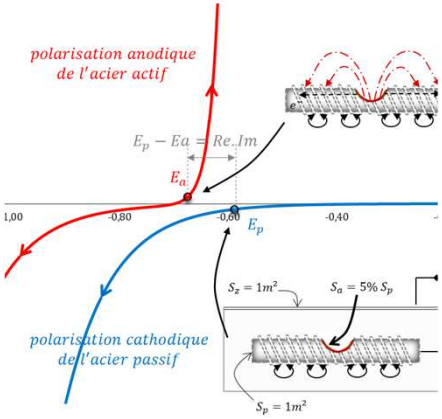
CEFRACOR CERTIFICATION Protection Cathodique EN ISO 15257 competence

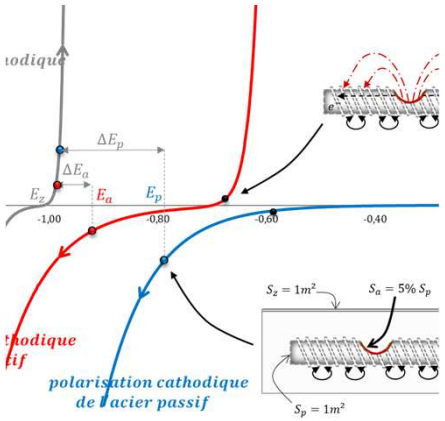
« LA PROTECTION CATHODIQUE DES OUVRAGES EN BETON ARME : DU DIAGNOSTIC AUX TRAVAUX »

Journée Technique AFGC Méditerranée
Mercredi 12 décembre 2018
Centre de Formation Emile Picot de Mallemort

CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET NORMALISATION

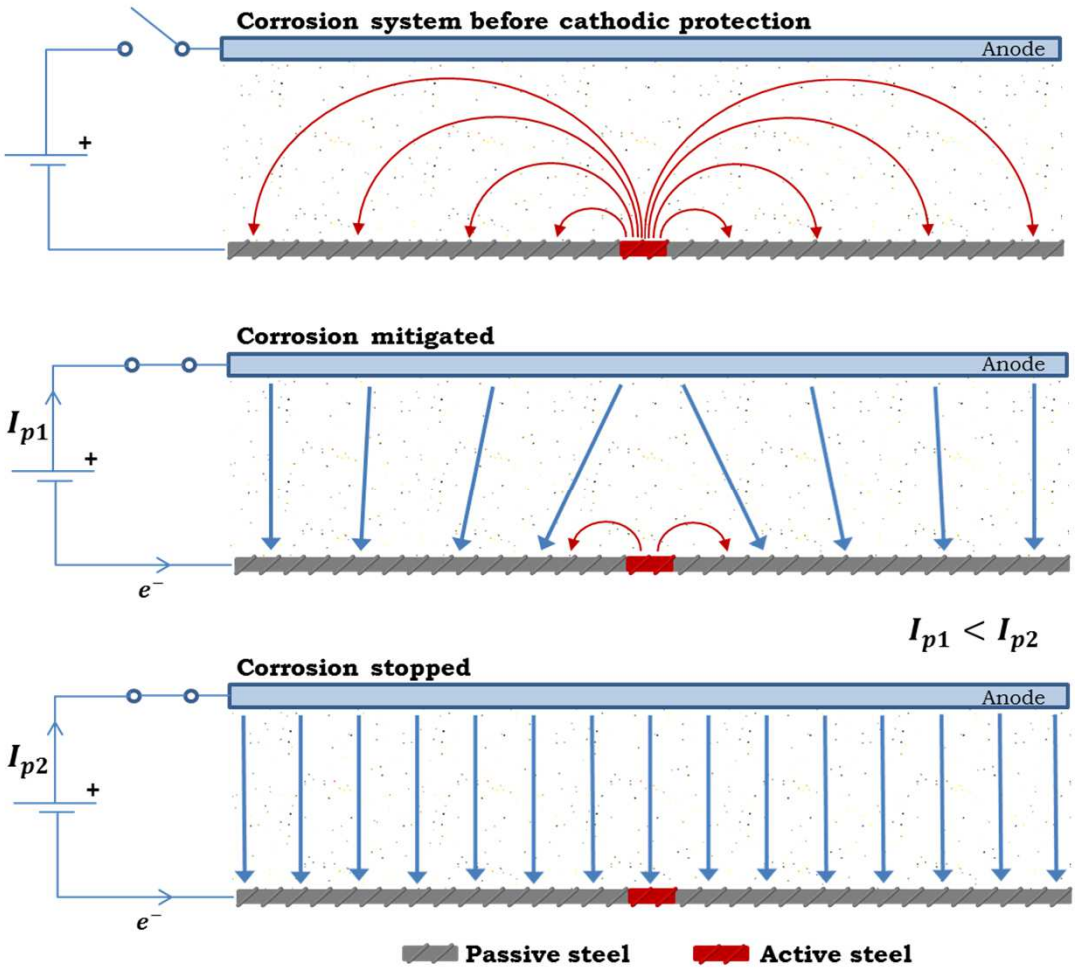
Certification CEFRACOR





LA PROTECTION CATHODIQUE DES OUVRAGES EN BETON ARME :
DU DIAGNOSTIC AUX TRAVAUX

Principe de la protection cathodique



R. François, S. Laurens, F. Deby : corrosion and its consequence for reinforced concrete structure (2018)

Réduire et stopper le processus anodique

Fournir des électrons au réseau d'armatures

- **Favorise la réaction de réduction dans les zones cathodiques**
- **Réduit ainsi les échanges entre anode et cathode**
- **Suivant l'intensité du courant de protection, la corrosion peut-être stoppée**

Principe de la protection cathodique

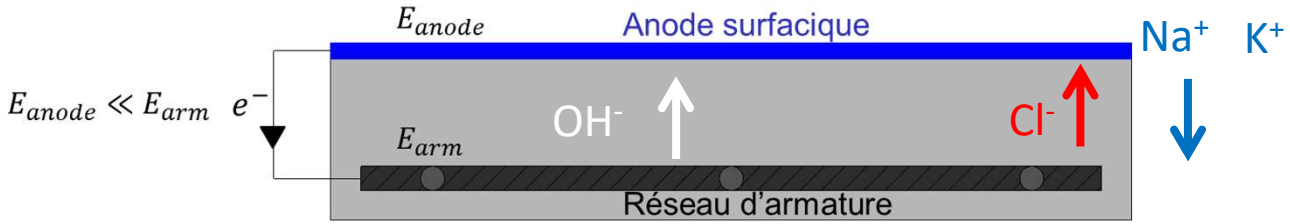
PCCG : Protection Cathodique par Anode Galvanique (sacrificielle)

Phénomène non linéaire et vieillissant (passivation)

Anode (Oxydation du Zinc)

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

Transport ioniques



Phénomène non linéaire
Disponibilité de l'Oxygène

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

Cathode (Réduction de l'oxygène)

Fonctionnement complexe

Pas de surpolarisation possible

Principe de la protection cathodique

PCCI : Protection Cathodique par Courant Imposé

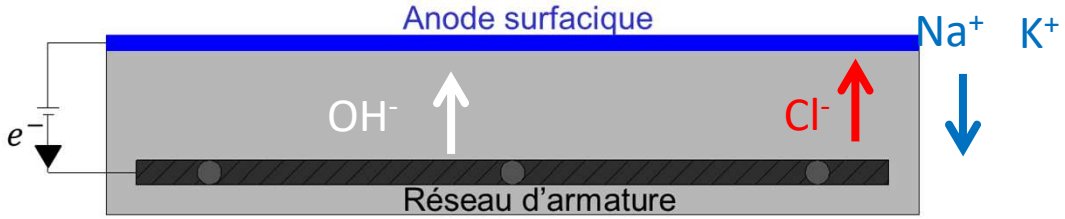
Phénomène non linéaire
Acidification

Anode (Oxydation de OH^- , de Cl^- ? , du matériau anodique ?)

$$4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$$

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$$

Transport ioniques



Phénomène non linéaire
Disponibilité de l'Oxygène

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$$

Cathode (Réduction de l'oxygène, ou de l'eau)

$$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$$

Fonctionnement complexe

Possibilité de surpolarisation (locale ou globale)

Contexte réglementaire et normalisation

- La protection cathodique appliquée aux structures en Béton est un **procédé complexe** demandant un **savoir faire et des connaissances pluri-disciplinaires**

→ Contrôle du fonctionnement et de l'efficacité

Norme NF EN ISO 12696 : 2017

→ Processus de certification

Norme NF EN ISO 15257 : 2017

Contrôle du fonctionnement et de l'efficacité

Norme NF EN ISO 12696 : 2017

- Il s'agit d'une norme de performance et pas un code de conception de la protection cathodique
- Donne des spécifications concernant les matériaux, l'installation, la mise en service et l'exploitation
- Prévoit un processus de certification

Contrôle du fonctionnement et de l'efficacité (norme NF EN ISO 12696)

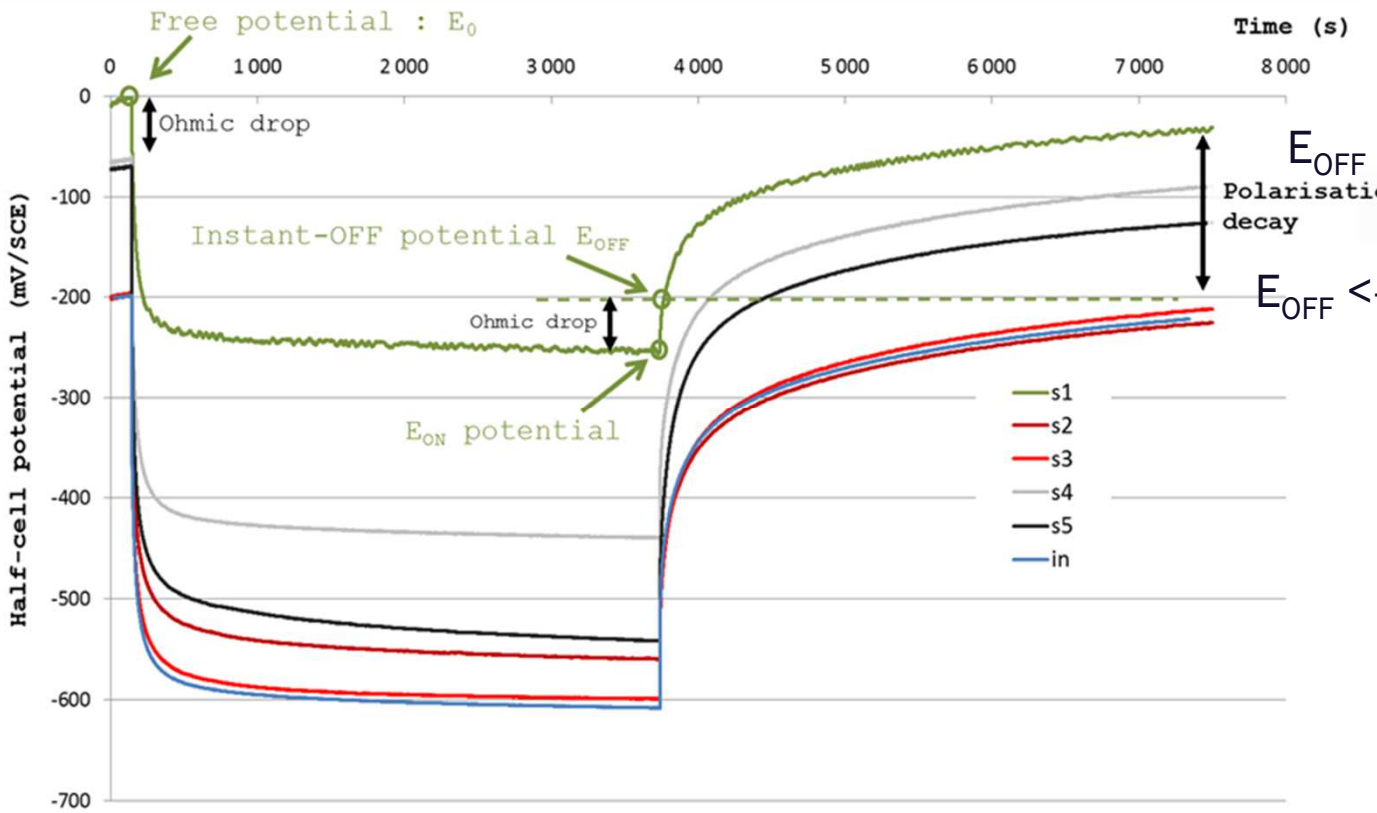
Critères d'efficacité de la protection cathodique

Tout point représentatif d'une structure en béton doit vérifier l'un des 3 critères suivants a) b) c)

- a) Un potentiel "Instant OFF" (E_{OFF}) plus négatif que -720 mV par rapport à l'électrode de référence Ag/AgCl/0.5 M KCl; (correspond à -680 mV /SCE (Electrode au Calomel Saturé))
- b) Une dépolarisation d'au moins 100 mV par rapport à E_{OFF} sur une période maximale de 24h
- c) Une dépolarisation continue d'au moins 150 mV par rapport à E_{OFF} sur une période supérieure à 24h (mesurée par rapport à une électrode de référence et non une sonde de dépolarisation)

Contrôle du fonctionnement et de l'efficacité (norme NF EN ISO 12696)

Critères d'efficacité de la protection cathodique



$E_{OFF} - E_{toff+24h}$ >100 mV

E_{OFF} <-720 mV Ag/AgCl 0.5M

Contrôle du fonctionnement et de l'efficacité (norme NF EN ISO 12696)

Critères de fonctionnement de la protection cathodique

Aucun point d'une structure en béton armé ne doit être soumis à :

- Un potentiel "Instant OFF" (E_{OFF}) plus négatif que -1100 mV par rapport à l'électrode de référence Ag/AgCl/0.5 M KCl;

(risque de dégradation de l'adhérence acier-béton)

Aucun point d'une structure en béton précontraint ne doit être soumis à :

- Un potentiel "Instant OFF" (E_{OFF}) plus négatif que -900 mV par rapport à l'électrode de référence Ag/AgCl/0.5 M KCl;

(risque de fragilisation par l'hydrogène)

Annexe A informative de la norme NF EN ISO 12696)

La norme NF EN ISO 12696 donne pour information des valeurs typiques de courant de :

Prévention cathodique : 0,2 mA/m² à 2 mA/m²

Protection cathodique : 2 mA/m² à 20 mA/m²

Trop souvent ces valeurs servent de critères de conception !

Processus de certification

Norme NF EN ISO 15257 : 2017

- Il s'agit de définir et de vérifier la compétence des personnes actives en protection cathodique chargées de l'étude préalable, de la conception, de l'installation, du contrôle et de la maintenance en protection cathodique

- Sont concernés donc : la maîtrise d'œuvre (choix de la méthode, conception, dimensionnement), les entreprises (mise en œuvre), les bureaux de contrôle, mais aussi les **maîtres d'ouvrages** (publics ou privés), car le système doit pouvoir être préconisé, puis être contrôlé pendant sa vie effective

Certification du personnel en protection cathodique

- Le département CFPC (Conseil Français de la Protection Cathodique) gère la marque CEFRACOR CERTIFICATION / Protection Cathodique en application des normes NF EN ISO/CEI 17024: 2012 et NF EN ISO 15257: 2017
- Accréditation prononcée par le COFRAC à compter du 1er février 2014 pour les secteurs d'application Terre et Mer.

Référentiel et normalisation

- **Normes NF EN ISO 15257: 2017 « Protection cathodique — Niveaux de compétence des personnes en protection cathodique — Base pour un dispositif particulier de certification »**

- **Norme EN ISO/CEI 17024: 2012 « Evaluation de la conformité - Exigences générales pour les organismes de certification procédant à la certification de personnes »**

- **Manuel Qualité du CFPC.**
- **Procédure CFPC PR 1000 : Conditions d'attribution de la certification**
- **Procédure CFPC PR 5000 : Déroulement de la Certification**
- **Procédure CFPC PR 2000 : Etude et traitement des réclamations et des recours**
- **Procédure CFPC PR 6000 : Rôle des comités sectoriels et des comités d'évaluation**
- **Procédure CFPC PR 7000 : Centres d'Examen – Règles et agrément**
- **Procédure CFPC PR 16000 : Suivi des personnes certifiées**

Certification du personnel en protection cathodique

Norme NF EN ISO 15257 -2017

- Nombre de niveaux : 5 (**contrôleur, technicien, technicien confirmé, spécialiste, expert**)
- Nombre de secteurs : 4 (**Béton, Terre, Mer, Surfaces Internes**)
- Exigences en terme d'éligibilité à la certification
  - **Formation obligatoire pour les N1, N2 et N3**
  - Formation par expérience prouvée et documentée pour le N4
  - Formation non exigée pour le N5 si ce n'est qu'il faut qu'il soit déjà N4
  - Expérience industrielle : nombre d'années d'expérience + CV noté pour les N5
- Reconnaissance des compétences
  - **Passage d'un examen pour les niveaux 1 à 4**
  - Passage d'une évaluation reposant sur un dossier de carrière commenté pour le niveau 5

Certification du personnel en protection cathodique

Un Niveau 1 (Contrôleur en PC) doit être capable de :

- Avoir des notions de base concernant la théorie de la corrosion, les principes fondamentaux de l'électricité, la conception, l'installation, la mise en service, le contrôle et l'évaluation des performances de la protection cathodique, y compris la sécurité
- réaliser 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 (Eon et I liaison).
- recueillir des données de performance de PC simples
- effectuer d'autres tâches de PC de base selon des instructions techniques et procédures produites par des personnes de Niveau 3 ou plus,
- enregistrer les données selon un format produit par des personnes de Niveau 3 ou plus et sous la responsabilité de ces personnes.
- 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.

Les personnes de Niveau 1 ne doivent pas être responsables de l'analyse des données.

Certification du personnel en protection cathodique

Un Niveau 2 (Technicien en PC) doit être capable de :

- Avoir les principes de base concernant la théorie de la corrosion, les principes fondamentaux de l'électricité, la conception, l'installation, la mise en service, le contrôle et l'évaluation des performances de la protection cathodique, y compris la sécurité

En plus des compétences de Niveau 1, un Niveau 2 doit être compétent pour :

- 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
- pour rassembler et classer les données sous leur responsabilité.
- pour 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.
- 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.

Les personnes de Niveau 2 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.

Certification du personnel en protection cathodique

Un Niveau 3 (Technicien senior PC) doit être capable de :

Avoir des connaissances approfondies concernant la théorie de la corrosion, les principes fondamentaux de l'électricité, la conception, l'installation, la mise en service, le contrôle et l'évaluation des performances de la protection cathodique, y compris la sécurité, pour comprendre et être capables d'effectuer les tâches de PC conformément à des procédures établies ou reconnues.

En plus des compétences de Niveau 2, un Niveau 3 doit être compétent pour :

- effectuer et superviser toutes les fonctions du Niveau 1 et du Niveau 2 et pour conseiller les personnes de Niveau 1 et de Niveau 2
- préparer des instructions techniques pour toutes les personnes actives en PC ayant un niveau de compétence inférieur et pour évaluer toutes les données recueillies suite à ces tâches.
- concevoir et réaliser les études courantes (sans CV)
- prendre toutes les mesures nécessaires pour obtenir le respect des critères
- analyser et Interpréter les résultats des mesures de PC
- assurer les mises en services des installations, la vérifications des installations et le réglage des dispositifs de PC.

Certification du personnel en protection cathodique

Un Niveau 4 (Spécialiste en PC) doit être capable de :

- Avoir des connaissances détaillées concernant la théorie de la corrosion, les principes fondamentaux de l'électricité, la conception, l'installation, la mise en service, le contrôle et l'évaluation des performances de la protection cathodique, y compris la sécurité, pour comprendre et être capables d'effectuer les tâches de PC conformément à des procédures établies ou reconnues.
- En plus des compétences de Niveau 3, un Niveau 4 doit être compétent pour :
- définir toutes les opérations à réaliser pour traiter les systèmes soumis à des conditions d'interférences.
- établir des critères de contrôle et de performance lorsqu'il n'existe aucun de ces critères. La PC utilisée dans tous les secteurs d'application doit leur être globalement familière.
- concevoir des systèmes de PC, y compris lorsqu'il n'existe aucun paramètre ou étape de procédure préétabli(e).

Certification du personnel en protection cathodique

Un Niveau 4 (Spécialiste en PC) doit être capable de (suite):

- définir les lignes directrices pour la spécification, la conception et la surveillance des systèmes de PC.
- prendre en compte les aspects techniques et ceux relatifs à la sécurité.
- préparer des instructions techniques pour toutes les personnes actives en PC ayant un niveau de compétence inférieur et pour évaluer toutes les données recueillies suite à ces tâches
- Dans toutes ces activités, les personnes de Niveau 4 n'ont pas besoin d'être supervisées par une personne de Niveau 5 ou autre.

Certification du personnel en protection cathodique

Un Niveau 5 (Expert en PC) doit être capable de :

En plus des compétences des personnes de Niveau 4, les personnes actives en PC de Niveau 5 doivent être compétente pour :

pouvoir faire **évoluer l'état de l'art de la PC par leurs travaux scientifiques** et par des publications revues par des pairs, et elles doivent avoir apporté une contribution notable et originale à la science ou à la pratique du contrôle de la corrosion par PC.

posséder toutes les compétences exigées des personnes de Niveau 4 dans au moins un secteur

avoir une connaissance détaillée de la PC et un large éventail de compétences dans tous les secteurs. doivent jouir, dans au moins l'un des secteurs, d'une réputation bien établie et reconnue en tant que spécialiste de la PC au plus haut niveau.

réaliser diverses activités de haut niveau telles que la gestion de projets de R&D, des publications dans journaux techniques ou scientifiques ou dans des livres, des présentations lors de congrès ou de cours de formation, la participation à des comités techniques ou de normalisation, la direction du développement de nouvelles technologies ou de nouvelles applications, l'édition de journaux scientifiques.

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Niveau de départ	Niveau à atteindre	Durée de la formation
0	1	2 jours
0 ou 1	2	5 jours
0 ou 1	3	10 jours
2	3	5 jours

Niveau de départ	Niveau à atteindre	Durée de la formation
0,1,2 ou 3	4	Pas de durée minimale de formation Les exigences de compétence demandées porteront sur : • la possession d'un diplôme technique ou scientifique pertinent ou la réalisation d'une période d'enseignement universitaire dans une école de formation supérieure ; • la participation à des cours de formation, des conférences ou des séminaires (tels que ceux organisés par des associations industrielles ou indépendantes établies) ; • l'étude de manuels scientifiques ou techniques, de revues et d'autres documents spécialisés.

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Niveau de départ	Niveau à atteindre	Durée de la formation
4 (uniquement)	5	Pour l'obtention d'un niveau 5 en PC il n'est pas demandé une durée minimale de formation les exigences de compétence demandées porteront sur : • avoir au moins les compétences du Niveau 4 dans le même secteur d'application ; • avoir une connaissance détaillée de la corrosion et de la PC et un large éventail de compétences dans tous les secteurs ; • avoir apporté des contributions importantes au développement de la technologie en matière de PC, par exemple en ayant assuré la direction technique lors du développement de nouvelles technologies et applications de PC, en ayant publié des résultats de recherches ou en étant membre depuis longtemps de comités de normalisation reconnus ; • avoir la compétence leur permettant de réaliser des progrès scientifiques et technologiques dans les applications en matière de pratique de la PC et du contrôle de la corrosion, et avoir apporté une contribution notable et originale à la science ou à la pratique du contrôle de la corrosion par PC.

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Expérience industrielle demandée

	Niveau initial dans le même secteur	Niveau initial secteur différent	Formation initiale	Expérience minimale en PC avec un niveau inférieur dans le même secteur	Expérience minimale en PC avec un niveau secteur différent
1	0	1	Non prise en compte	0	0
2	0 ou 1	2	Non prise en compte	1	0.5
3	0	3	Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente et formation spécialisée en corrosion ou licence en ingénierie ou études ou recherches universitaires poussées dans le domaine de la corrosion	2	1.5
			Formation technique	3	2
			Autre formation initiale avec compétences de base en mathématiques	4	3
	1		Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente et formation spécialisée en corrosion ou licence en ingénierie ou études ou recherches universitaires poussées dans le domaine de la corrosion	2	1.5
			Formation technique	3	2
			Autre formation initiale avec compétences de base en mathématiques	4	1.5
	2		Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente et formation spécialisée en corrosion ou licence en ingénierie ou études ou recherches universitaires poussées dans le domaine de la corrosion	1	??
			Formation technique	2	??
			Autre formation initiale avec compétences de base en mathématiques	3	??

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Expérience industrielle demandée

Niveau visé	Niveau initial dans le même secteur	Niveau initial secteur différent	Formation initiale	Expérience minimale en PC avec un niveau inférieur dans le même secteur	Expérience minimale en PC avec un niveau secteur différent
4	0 et 1	4	Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente et formation spécialisée en corrosion ou licence en ingénierie ou études ou recherches universitaires poussées dans le domaine de la corrosion	5	1.5
			Formation technique	8	2
			Autre formation initiale avec compétences de base en mathématiques	12	3
	2	4	Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente et formation spécialisée en corrosion ou licence en ingénierie ou études ou recherches universitaires poussées dans le domaine de la corrosion	4	1.5
			Formation technique	7	2
			Autre formation initiale avec compétences de base en mathématiques	11	3
	3	4	Diplôme dans une discipline technique ou scientifique pertinente et formation spécialisée en corrosion ou licence en ingénierie ou études ou recherches universitaires poussées dans le domaine de la corrosion	3	1.5
			Formation technique	5	2
			Autre formation initiale avec compétences de base en mathématiques	8	3
5	4	NC	Obtention de la certification N4 dans le même secteur depuis au moins trois ans	3 à compter de l'obtention de la certification N4 dans le même secteur	NC

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Détail des épreuves théoriques (QCM)

Niveaux	Nombre de questions posées pour la session « Tronc commun »	Temps alloué	Poids de notation /100	Nombre de questions posées pour la session « Théorique sectorielle »	Temps alloué	Poids de notation /100
1	10	20 mn	10/100	20	40 mn	20/100
2	15	30 mn	15/100	25	60 mn	25/100
3	20	60 mn	20/100	30	90 mn	30/100
4	20	60 mn	20/100	20	60 mn	20/100

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Détail des épreuves pratiques

Secteur Béton

Niveaux	Epreuve 1	Temps alloué	Poids de notation /100	Epreuve 2	Temps alloué	Poids de notation /100	Epreuve 3	Temps alloué	Poids de notation /100
1	Mesures de potentiel (Eon) sur ouvrage	30 mn	40/100	Mesures annexes simples sur ouvrage ou en labo	30 mn	30/100			
2	Mesures de potentiel (Eon, Eoff …) sur ouvrage	30 mn	30/100	Mesures annexes sur ouvrage	30 mn	20/100	Mesures en labo	30 mn	10/100
3	Mesures de potentiel (Eon, Eoff) sur ouvrage (20)	30 mn	10 ou 20/100	Rédaction d'une instruction à l'attention d'un N2	60 mn	10 /100	Analyse d'un rapport avec anomalies courantes, étude PC simple(20)	150 mn	30 ou 20/100
4	Mesures de potentiel ou MO (sur ouvrage ou en labo)	60 mn	10/100	Rédaction rapport technique	120 mn	10/100	Analyse rapport avec anomalies non simple, étude PC complexe	120 mn	40/100

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Période de validité de la certification

La durée de la validité de la certification est de 5 ans.

La certification devient non valide :

- à l'initiative du CFPC, par exemple après avoir pris connaissance de preuves concernant un comportement non éthique;
- dans le cas où une interruption significative telle que définie par la norme EN ISO 15257 intervient dans le secteur d'application pour lequel la personne est certifiée.

Interruption significative :

Période continue supérieure à 1,5 année sans exercice des fonctions ni suivi de formation

Au moins deux périodes de durée totale supérieure à 3 ans sans exercice des fonctions ni suivi de formation pendant la durée du certificat

Renouvellement de la certification à l'issue des 5 années:

Sur la base d'une activité travaillée continue et satisfaisante

Renouvellement de la certification à l'issue de 10 années:

Examen de re-certification

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Démarche d'inscription à l'examen initial

L'inscription est réalisée via le site Internet du CEFRACOR (http://www.cefracor.org) ou de la Protection Cathodique (http://www.protectioncathodique.net).

Le demandeur peut accéder à tout document concernant le déroulement et les obligations relatifs à une session d'examen.

La demande d'inscription est analysée par le CFPC afin de se prononcer sur la recevabilité du dossier telle que définie dans la procédure du CFPC : PR/1000 "Conditions d'attribution de la certification".

La recevabilité de la demande d'inscription est communiquée au demandeur par voie électronique.

La candidature est finalisée après l'établissement d'un mode de paiement ou d'une commande à l'ordre du CEFRACOR/CFPC du montant des frais d'inscription.

Si les conditions de validité sont respectées, le Secrétariat du CFPC envoie au candidat, par voie électronique avec accusé de réception, 2 semaines avant la date de l'examen, une convocation à la session d'examen.

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Centre d'examen à l'INSA de Toulouse

- **Certification CEFRACOR** : début en 2014 du centre d'examen à l'INSA de Toulouse pour le niveau 1 (opérateurs sur chantier):

7 sessions (2014-2015-2016-2017)

56 agents certifiés niveau 1 EN 15257
(équivalence avec niveau 2 EN ISO 15257) (à partir du 1er janvier 2018)

- **Certification CEFRACOR** : centre d'examen « maison de la chimie »

6 agents certifiés **niveau 3** en 2017-2018
(équivalence avec niveau 4 EN ISO 15257)

Certification du personnel en protection cathodique

Norme EN ISO 15257 -2017

Centre d'examen à l'INSA de Toulouse

- **Certification CEFRACOR** :

mise en place de la nouvelle norme EN ISO au 1er janvier 2018

- 1 Session niveau 2 en 2018 : **8 agents certifiés**

- Travail en cours sur le niveau 3 : examen prévu au printemps 2019

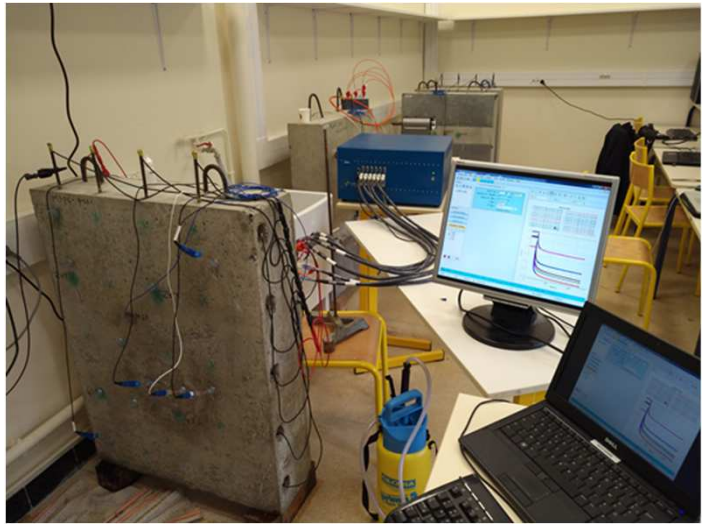
- Travail en cours sur le niveau 1 : examen prévu à l'été 2019

- Niveau 4 : plutôt échéance 2020

Centre de formation du personnel en protection cathodique

Centre de formation à l'INSA de Toulouse

INSA INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE



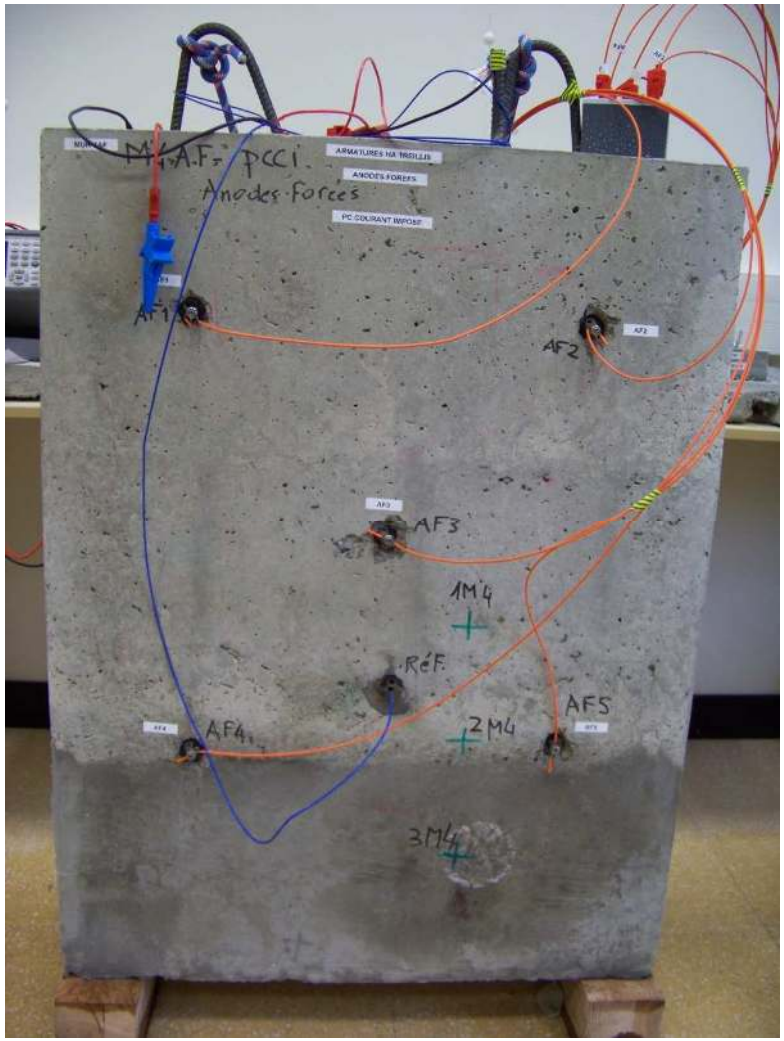
Double intérêt :

- Formation initiale d'une partie des ingénieurs : Master commun avec l'Université Paul Sabatier : parcours « ID-RIMS » : Ingénierie de la Durabilité -recherche et innovation en matériaux et structures

- Formation continue en protection cathodique secteur Béton

Centre de formation du personnel en protection cathodique

Centre de formation à l'INSA de Toulouse



Formation théorique et pratique
(5 j de formation pour le niveau 2)
(10 j de formation pour le niveau 3)

Travaux pratiques

- **PCCI anode surfacique**
- **PCCI anodes ponctuelles**
- **PCCG anode surfacique**
- **PCCG anode ponctuelles**

Centre de formation du personnel en protection cathodique

Centre de formation à l'INSA de Toulouse



Formation théorique et pratique
Concernant la corrosion des armatures du béton armé
(2 j de formation pour la corrosion et sa métrologie)
(2 j de formation pour la maintenance électrochimique, les reparations et les préconisations)

Travaux pratiques

