

Commission Protection Cathodique et Revêtements Associés

Recommandations pour la recherche après enfouissement et la réparation des défauts du revêtement des canalisations enterrées

AVERTISSEMENT : La présente recommandation a été établie par consensus par les membres de la commission Protection Cathodique et Revêtements Associés du CEFRACOR. Elle représente l'avis général de la profession et peut donc être à ce titre utilisée comme une base reflétant au mieux l'état de l'art au moment de sa publication. Elle ne saurait néanmoins engager de quelque façon que ce soit le CEFRACOR et les membres de la Commission d'étude qui l'ont établie.

1. OBJET

L'objet de ce document est de proposer des critères de décision en matière de recherche et réparation des défauts traversant un revêtement protecteur anticorrosion appliqué sur l'acier des canalisations enterrées protégées cathodiquement.

Nota : Cette recommandation ne traite pas de la recherche des défauts de revêtement avant enfouissement, ce qui fait l'objet de la Recommandation PCRA 003 du CEFRACOR « Recommandations pour le contrôle par méthode électrique des défauts de revêtement organiques appliqués sur l'acier ».

2. CONTEXTE

La maturité et l'expansion de l'usage des techniques de recherche de défauts de revêtements par mesures électriques en surface de sol rendent nécessaire une réflexion sur les buts poursuivis et leurs limites, en partant de la question principale :

- ♦ Quand et pourquoi effectuer une recherche de défauts de revêtement ?

à laquelle s'ajoutent trois questions complémentaires :

- ♦ Avec quelle méthode de détection ?
- ♦ Avec quelle sensibilité de détection ?
- ♦ Dans quels cas réparer un défaut ?

Cette recommandation tient compte des caractéristiques des revêtements courants, des performances des méthodes de recherche de défauts, ainsi que de l'efficacité de la protection cathodique en place. En effet, le but véritable est la protection de l'ouvrage contre la corrosion, et non la seule intégrité de son revêtement ; ce but est atteint par le revêtement de l'acier et sa protection cathodique, moyens qui ont tous deux fait la preuve de leur complémentarité.

3. METHODES DE RECHERCHE DE DÉFAUTS DE REVÊTEMENT

Deux méthodes sont exploitées dans cette recommandation :

- ♦ Méthode d'atténuation de signal alternatif, permettant de quantifier la répartition des défauts
- ♦ Méthode des gradients de potentiel (alternatif ou continu), permettant la localisation précise des défauts

La méthode d'atténuation consiste à injecter un signal alternatif entre une prise de potentiel et une prise de terre, puis à mesurer à intervalles réguliers de l'ordre de 100 à 1000 m, l'amplitude du champ électrique rayonné par la canalisation. La courbe d'atténuation permet de repérer les zones à fortes pertes de courant, donc ayant de fortes surfaces cumulées de défauts de revêtement. Cette méthode ne permet pas de repérer de petits défauts isolés ; son domaine d'emploi est celui de canalisations ayant un taux de défauts importants ; sa sensibilité est environ hectométrique.

La méthode des gradients de potentiel, connue sous le nom de méthode Pearson en courant alternatif et sous le sigle DCVG (Direct Current Voltage Gradient) en courant continu, consiste à ajouter une signature sur le courant circulant dans la canalisation, puis à rechercher à intervalles réguliers de l'ordre du mètre, les gradients de potentiel engendrés dans le sol par le courant signé qui se concentre au voisinage d'un défaut : la présence d'un gradient de potentiel signale la présence d'un défaut, son importance permet d'évaluer la surface nue. Cette méthode est apte à détecter des défauts isolés, même petits, avec une précision décimétrique ; par contre, en présence de défauts rapprochés, ou de défauts en phase corrosion (courant sortant), l'interprétation des mesures est complexe et sujette à erreur ; plus gênant, cette méthode n'est pas performante voire inutilisable lorsqu'il n'est pas possible de poser l'électrode de mesure à l'aplomb de la canalisation (large rivière, conduite sous gaine, sol isolant rocheux, goudronné ...).

Il convient de toujours garder à l'esprit, pour les deux méthodes à gradients, que la détection d'un défaut se fait via celle du courant électrique qui passe par ce défaut ; il s'ensuit qu'un défaut de revêtement non protégé cathodiquement (défaut sous cloque, forte résistivité locale ...) ne sera pas détecté alors même qu'il peut être en état de corrosion.

4. QUAND ET POURQUOI EFFECTUER UNE RECHERCHE DE DÉFAUTS DE REVÊTEMENT ?

Pourquoi ? Si dans le cas d'un ouvrage neuf il peut s'agir tout simplement de localiser les défauts pour les éliminer, pour un ouvrage existant la réponse est plus complexe ; de manière générale, on peut cependant dire qu'il ne s'agit plus de rechercher pour réparer, mais de rechercher pour connaître, analyser, décider de la conduite à tenir vis à vis du revêtement, de l'acier, ou de sa protection cathodique.

Pendant et juste après la construction de la canalisation

En fin de construction d'une canalisation neuve, il paraît de bonne pratique contractuelle, en particulier pour les conduites de produits à risques, de faire réaliser une recherche détaillée (méthode des gradients) : en sus de l'objectif normal d'un revêtement initial sain, cela constitue une incitation positive tout au long du chantier de construction ; cela peut aussi faire découvrir des blessures ignorées de l'acier. La cartographie établie servira de référence pour les campagnes ultérieures de contrôle ; il sera aussi intéressant de procéder à une mesure globale d'atténuation (peu coûteuse).

La recherche détaillée sera d'autant plus significative qu'elle aura lieu quelques mois après la mise en fouille, pour que le sol ait pris son tassement final, avec cependant l'inconvénient de la fermeture du chantier et des pistes d'accès ; l'entrepreneur de pose examinera l'intérêt éventuel d'une première mesure au petit remblai ou dès la fermeture de la fouille.

Au cours de la vie d'une canalisation ayant un revêtement de bonne qualité

Pour de telles canalisations, divers objectifs peuvent être fixés à la recherche de défauts :

- ♦ détecter par comparaison de cartographies successives des agressions mécaniques postérieures à la construction ayant pu endommager l'acier au delà du revêtement
- ♦ contrôler l'absence de vieillissement des différents types de revêtement en place (revêtement d'usine, sur site, joints de soudure, etc ...)

- ♦ vérifier que des travaux de tiers (terrassement, minage ...) n'ont pas eu de conséquences sur l'ouvrage, par comparaison avant / après travaux du tiers des cartographies locales détaillées de défauts

Le premier objectif nécessite la réalisation de campagnes successives par la méthode des gradients ; la fréquence des campagnes sera déterminée en fonction de l'environnement de l'ouvrage et de sa sensibilité aux risques, selon des critères cohérents avec ceux développés pour la réparation ; la méthode peut être efficace en présence de très faibles densités de défauts ; sa pertinence diminue si les conditions de mesure ne sont pas similaires d'une fois sur l'autre.

Nota : cette méthode ne mettra pas en évidence des contraintes mécaniques appliquées au tube (enfouissement par engin de terrassement ...) sans percement du revêtement.

Le deuxième objectif, plus théorique, est atteint soit par l'analyse de l'évolution de la valeur d'isolement, soit par l'analyse comparative des cartographies de défauts successives. En cas d'évolution significative, les raisons doivent être élucidées, des actions correctives ou compensatrices lancées si nécessaire (renforcement des équipements de protection cathodique, augmentation de la fréquence des contrôles, ...).

Au cours de la vie d'une canalisation ayant un revêtement dégradé

Lorsque la densité de défauts de revêtement est importante, le but ne peut être de détecter les défauts pour les réparer tous ; il faut s'attacher à appliquer une protection cathodique efficace en tout point, et s'en assurer par des méthodes adaptées. La recherche de défauts de revêtement ne peut pas non plus avoir pour but de détecter des agressions récentes de l'ouvrage, car la densité importante de défauts rendra cette analyse difficile. Des objectifs possibles à des campagnes périodiques de recherche sont :

- ♦ détecter les défauts de revêtement susceptibles (par leur taille, entre autres) de diminuer l'efficacité de la protection cathodique
- ♦ contrôler le vieillissement des différents types de revêtement en place (revêtement d'usine – sur site – joints de soudure, etc ...)

Ces deux objectifs peuvent être atteints par la réalisation d'une campagne globale avec la méthode d'atténuation, complétée en tant que de besoin par des mesures locales détaillées avec la méthode des gradients lorsque des zones à fortes dégradations sont détectées. La fréquence des campagnes sera déterminée en fonction de l'environnement de l'ouvrage et de sa sensibilité aux risques, selon des critères cohérents avec ceux développés pour la réparation.

En relation avec une campagne de fouilles de contrôle

La méthode des gradients sera utilement employée lorsqu'on souhaite vérifier de visu l'état de l'acier (absence ou degré de corrosion ...) ou du revêtement (fissuration, cloquage ...) en un point ou lors d'une campagne systématique, pour sélectionner les points à sonder et déterminer avec exactitude leur position.

En relation avec une campagne de contrôle du potentiel pipe/sol à intervalles rapprochés

Les mesures de contrôle à intervalles rapprochés du potentiel pipe/sol d'une canalisation (connues sous le sigle CIPS - Close Interval Protection Survey) sont des opérations lourdes et coûteuses si on les applique sur toute la longueur de la canalisation. La mesure de potentiel peut être difficile à interpréter, surtout en présence de courants vagabonds et en dehors du voisinage d'un défaut de revêtement, en particulier pour un revêtement très isolant et à faible taux de défauts.

Il peut donc être judicieux, lors de la campagne CIPS, de consacrer une attention particulière (ou même exclusive) aux points ou zones identifiées comme ayant des défauts de revêtement, afin de s'assurer que la protection cathodique assure pleinement son rôle complémentaire à celui du revêtement. Lorsqu'on ne possède pas de cartographie des éventuels défauts résiduels, ou afin de la mettre à jour, il faut alors faire précéder la campagne CIPS par une recherche de défauts de revêtements, par la méthode détaillée de préférence.

5. QUAND ET COMMENT TRAITER UN DÉFAUT DE REVÊTEMENT ?

L'objectif de réparer (après enfouissement) tous les défauts de revêtement est illusoire, pour plusieurs raisons :

- ♦ les méthodes de recherche ne sont pas exhaustives, il existe un seuil minimal et variable de détection ; la répétitivité des mesures n'est pas de 100% ; certains défauts sont définitivement indétectables eu égard à leur environnement électrique
- ♦ le coût de réparation de certains défauts inaccessibles, ou répartis sur de trop grandes longueurs, est prohibitif devant celui d'un renforcement de la protection cathodique, laquelle est le complément du revêtement dans la lutte contre la corrosion.

Ce constat conduit à définir des règles de classification des défauts identifiés, ou des portions de canalisations sur lesquelles il peut toujours subsister un défaut inconnu, puis à définir les mesures compensatrices ou correctrices à mettre en œuvre éventuellement, afin d'aboutir à une situation ne portant aucun préjudice à la sécurité.

Pour cette classification, chaque maître d'ouvrage pourra s'inspirer des critères listés à titre indicatif dans la méthode C4C proposée en annexe :

C4C : Critères CONTEXTE – CARACTERISTIQUES – COMPENSATION – CORRECTION

La classification résultante pourra être organisée en fonction des suites à donner :

- ♦ défauts à réparer impérativement
- ♦ défauts à investiguer de manière approfondie (suspicion de dommages au tube ...)
- ♦ défauts à réparer ou investiguer si opportunité
- ♦ défauts à traiter autrement que par réparation
- ♦ défauts à suivre, non traités car ne présentant aucun risque immédiat de corrosion

6. CONCLUSION

Il est important de porter attention périodiquement, et dès la pose si possible, aux défauts de revêtement d'une canalisation enterrée ; la méthode et la sensibilité de détection seront adaptées au besoin, et il faudra garder à l'esprit les limitations de ce type de mesures qui ne peuvent donner à coup sûr un résultat exhaustif. Les défauts repérés doivent être analysés et classés ; les critères de classification peuvent s'ordonner autour de la méthode C4C proposée (Critères Contexte – Caractéristiques – Compensation – Correction).

Cette classification permet de définir si le défaut doit être réparé, s'il est suffisant ou préférable de choisir des mesures compensatoires, ou s'il y a lieu de simplement surveiller son évolution dans le temps. La première mesure compensatoire est bien sûr une protection cathodique bien réglée, complément naturel et indispensable du revêtement dans la lutte contre la corrosion.

7. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Guide GESIP 2000/01, "Méthodes de recherche de défauts et de réparations des canalisations de transport"

Norme NF EN 13509, "Techniques de mesures applicables en protection cathodique", Octobre 2003

Commission Protection Cathodique et Revêtements Associés

Recommandations pour la recherche après enfouissement et la réparation des défauts du revêtement des canalisations enterrées

Annexe : Classification des défauts de revêtement – Méthode C4C Critères Contexte - Caractéristiques - Compensation – Correction

Liste indicative des critères à prendre en compte :

CONTEXTE du défaut

- ♦ l'environnement électrique est-il perturbé ?
 - voisinage d'une anode ou d'un soutirage, présence de courants vagabonds
 - voisinage de lignes de transport d'énergie, voisinage rapproché de pylônes ...
 - voisinage d'autres réseaux enterrés, en particulier en milieu urbain
- ♦ l'environnement géographique est-il complexe ? ou évolutif ?
 - densité et type d'habitat
 - possibilités ou difficultés de ré-intervention par terrassement
- ♦ nature et niveau de gravité des risques associés à la canalisation ?

CARACTÉRISTIQUES du défaut

- ♦ quelles sont ses caractéristiques physiques ?
 - taille du défaut (nota : marge d'erreur importante ; pas de corrélation directe avec risque corrosion)
 - positionnement du défaut (attention en particulier aux sorties de sol)
 - nature du revêtement, risque de décollement
- ♦ quelle est son histoire ?
 - origine (connue ou suspectée) ?
 - défaut de pose
 - vieillissement 'naturel' du revêtement
 - agression de l'ouvrage (auquel cas le défaut de revêtement peut être accompagné d'un défaut du tube)
 - évolution éventuelle (par comparaison des cartographies successives de défauts) ?
 - continuité de l'application de la protection cathodique ?

COMPENSATION du défaut

- ♦ la protection cathodique est-elle capable de protéger l'acier nu ?
 - résistivité locale des sols, variabilité de l'hygrométrie ...
 - puissance et portée des soutirages, en relation avec la surface cumulée de défauts
- ♦ les contrôles sont-ils suffisants ?
 - mesures électriques : contrôle des potentiels pipe / sol ; contrôle sur défauts simulés (témoins métalliques)
 - inspection par d'autres méthodes (pistons instrumentés ...)
- ♦ peut-on agir sur l'environnement ?
 - drainage des courants, gestion des influences entre ouvrages
 - éloignement des masses électriques, interposition d'isolants dans le sol (croisements, pylônes...)

CORRECTION du défaut

- ♦ faisabilité technique de la réparation ?
 - localisation précise du défaut
 - accessibilité de la canalisation
 - état général du revêtement
- ♦ comparaison économique des diverses solutions acceptables.