LABORATOIRES SOLAVITE
19, Avenue des Sorbiers
94210 LA VARENNE ST HILAIRE
Tel. : 01 43 80 86 93
SARL au capital de 39 026,95 €
APE 4518M – SIRET 562 083 543 00024

CEBTP
DOMAINE DE SAINT-PAUL
B.P. 37
78470 SAINT-RÉMY-LÈS-CHEVREUSE
Tél. (1) 30.85.20.00
Télécopieur (1) 30.85

RAPPORT D'ESSAIS

Date : 27 octobre 1994

Dossier n° : 94/3115-6-129

ESSAIS REALISES

sur : AUTO DETARTREUR CATALYTIQUE SOLA

A la demande de : Laboratoire SOLAVITE
90 rue Laugier
75017 PARIS

Pour le compte de :

LIEU DES ESSAIS : SAINT REMY Date : OCTOBRE 1994

ECHANTILLONS OU CORPS D'EPREUVE

provenant de :

prélevés par : Le :

reçus au C.E.B.T.P. sous le n° Le :

NATURE DES ESSAIS

Examen de la documentation

Avis sur la possibilité de générer des courants vagabonds

OBSERVATIONS

Le présent procès-verbal comporte ...6. pages et .... annexes de ..... pages.

Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable, à des fins commerciales ou publicitaires, qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne sont pas généralisables sans justification de la représentativité des échantillons et des essais. Sauf demande express, les échantillons ne seront pas conservés après l'envoi du rapport d'essais. L'accréditation RNE atteste uniquement de la compétence technique du laboratoire pour les essais couverts par l'accréditation (Domaines techniques sur demande).

CEBTP

RESULTATS DES ESSAIS

I - INTRODUCTION

I-1 Objet de l'étude

A la demande de la Société Française des Laboratoires SOLAVITE, nous avons étudié la documentation de l'Auto Détartreur SOLA dans le but de vérifier si cet appareil est succeptible de générer ou non des courants vagabonds.

Ce document ne préjuge en aucune façon de l'efficacité de l'appareil mis en oeuvre.

I-2 Contenu Technique

- Rappel sur les courants vagabonds et la corrosion métallique,
- Examen de la documentation de l'auto détartreur SOLA

II - RAPPEL SUR LES COURANTS VAGABONDS ET LA CORROSION

Définitions

Dans les cas usuels, un courant électrique est généré par une alimentation (alternateur, générateur, etc...) et suit un circuit composé d'éléments métalliques (conducteurs) à faible résistance. Il peut également traverser des électrolytes (milieux aqueux essentiellement), de plus grande résistance.

Un courant est vagabond lorsqu'il suit un trajet qui est mal localisé. En pratique, il s'agit le plus souvent de courant circulant dans les sols ou les bétons. Mais d'autres milieux naturels peuvent aussi conduire accidentellement le courant.

La source de ces courants peut être d'origine naturelle ou artificielle. Si cette source n'est pas connue, le trajet des courants est encore plus difficile à prévoir.

Courants vagabonds d'origine naturelle

Des courants électriques d'origine naturelle peuvent circuler dans l'atmosphère ou les sols (foudre, courants telluriques). Ces courants sont de courte durée et suivent des trajets aléatoires, de ce fait, ils sont à caractériser. Dans la pratique aucune mesure de grandeurs électriques n'est possible.

CEBTP

Courants vagabonds d'origine artificielle

Ces courants proviennent essentiellement des fuites électriques et des installations d'éléments métalliques mis au contact de la terre et sous tension électrique.

Les fuites sont dues à des défauts d'isolation entre les câbles conducteurs et leurs supports. Le courant électrique ne suit plus le trajet du câble et peut traverser du béton ou des sols (milieux plus ou moins humides) et dont l'eau constitutive est conductrice d'électricité.

Les éléments métalliques, sous tension électrique, mis au contact de la terre peuvent être de trois types :

- les conducteurs pour mise à la terre d'installations électriques,
- les rails servant de retour du courant pour les lignes de transport électrifiées,
- les constructions placées sous protection cathodique.

Dans tous les cas, il s'agit de création délibérée de courant (ou de tension) électrique utilisant le sol comme conducteur. C'est parce qu'il est difficile de maîtriser les conditions électriques dans ce milieu naturel (sol) que le courant électrique devient vagabond.

Corrosion des métaux en présence de courants vagabonds

Mécanisme de corrosion

Une pièce métallique dans un milieu aqueux se corrode suivant un mécanisme qui comporte deux stades.

Dans un premier temps, en certains points de la pièce, apparaît une dissolution du type suivant (réaction anodique):

$$Me \quad \text{----->} \quad Me^{n+} + n\,e^- \qquad (1)$$

où Me est le métal solide, Me^{n+} l'ion métallique (de valence n) dissout dans le milieu aqueux et e^- les électrons (excédentaires) libérés par le solide.

Simultanément, les électrons excédentaires sont consommés par une réaction qui se produit en d'autres lieux. Une telle réaction, dite cathodique, concerne les corps déjà présents dans le milieu aqueux.

Il s'agit soit de :

$$O_2 + 2\,H_2O + 4\,e^- \quad \text{----->} \quad 4\,OH^- \qquad (2)$$

où O_2 est l'oxygène gazeux dissous dans l'eau

soit de :

$$2\,H^+ + 2\,e^- \;\text{----->}\; H_2 \qquad (3)$$

où H^+ est l'ion (en fait solvaté) d'hydrogène dans l'eau alors que le gaz H_2 peut en fait être remplacé par de l'hydrogène atomique pénétrant dans le métal. Parfois, l'hydrogène peut fragiliser l'élément métallique soumis à une contrainte mécanique.

Dans un second temps du processus de corrosion, les ions formés peuvent réagir entre eux et former un précipité qui recouvre la surface métallique. Dans les cas les plus courants, la réaction de recouvrement (dite aussi de passivation) est du type :

$$Me^{n+} + n\,OH^- \;\text{----->}\; Me(OH)_n \qquad (4)$$

Ce processus de corrosion montre que la quantité de métal dissous (Me^{n+}) par unité de temps est proportionnelle à un courant (quantité d'électricité par unité de temps), ce qui traduit la loi de Faraday.

Par ailleurs, il existe à la surface du solide métallique un champ électrique qui déplace les charges électriques que sont les ions alors que loin de l'interface solide/liquide ce champ est nul. Ainsi, il existe un potentiel électrique dans le liquide au contact du solide. Suivant la valeur du champ électrique (ou du potentiel) et son origine, la réaction possible peut être la dissolution (1) ou une réaction cathodique (2) ou (3).

Du point de vue pratique, la possibilité d'apparition d'une corrosion se détermine par mesure du potentiel entre un point de la pièce métallique et une électrode de référence placée à proximité (potentiel d'électrode).

Pour un champ (ou un potentiel) électrique donné, la vitesse des réactions élémentaires (1), (2) ou (3) dépend de la mobilité des ions dans le liquide, c'est donc de la résistivité électrique du milieu qui entoure la pièce métallique. Dans la pratique, si une corrosion est possible, elle sera d'autant plus rapide que le milieu entourant la pièce métallique sera conducteur.

Effet d'un courant vagabond sur la corrosion

Un courant vagabond est lié à un champ (ou un potentiel) électrique dont la valeur varie d'un point à un autre dans le milieu, mais aussi à l'interface entre le solide métallique et son environnement.

Si un champ électrique se superpose à celui qui est lié au processus de corrosion, cette perturbation peut favoriser la dissolution ou au contraire la ralentir ou même l'arrêter.

Un courant vagabond continu peut ainsi favoriser la dissolution du métal dans les zones de "sortie" de ce courant, c'est-à-dire là où le champ électrique est orienté dans le sens de l'extraction des ions métalliques du solide vers le milieu environnant.

Si le courant vagabond est alternatif, mais de valeur suffisamment faible pour ne pas provoquer une électrolyse du milieu aqueux, la dissolution n'est pas possible.
Toutefois, si l'élément métallique est recouvert par un produit semi-conducteur du type diode, le courant vagabond alternatif peut être redressé et la dissolution peut se produire. Ce cas est peu fréquent.

CEBTP

En résumé, l'effet d'un courant vagabond sur la corrosion d'un métal est toujours très localisé. Les zones succeptibles de se dissoudre peuvent être prévues si le parcours et le sens du courant vagabond sont connus. La mesure du potentiel d'électrode permet de savoir en tout point où se fait cette mesure si la corrosion est probable ou non.

Référence bibliographique: Courants vagabonds et corrosion métallique (Note d'information technique - Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports - Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - A. RAHARINAIVO - P. BREVET - 1986)

III - CELLULE SOLA (description d'après la notice technique)

L'auto détartreur catalytique SOLA est constitué par :

- un corps d'appareil en bronze marine (porte cellule ou chambre catalytique),
- des cellules catalytiques avec corps en cuivre renfermant des sels minéraux et des essences naturelles,
- des manchons isolants en Delrin.

Les cellules en cuivre sont placées à l'intérieur de l'appareil en bronze, et sont isolées électriquement par des manchons. Cet isolement est complété par des brides d'assemblage, isolées électriquement sur les canalisations d'arrivée et de sortie d'eau de l'appareil.

L'appareil fonctionne sans apport de sources extérieures de courant électrique.

IV - COMMENTAIRES

L'étude des documents en notre possession, ainsi que les renseignements fournis par le fabricant, nous amènent à formuler les observations suivantes :

- L'appareil fonctionnant sans apport de source extérieure de courant électrique, il ne peut pas, dans ce contexte, générer des courants vagabonds, au sens propre du terme.

- Tout au plus, cet appareil pourrait engendré, dans certaines conditions, des couples galvaniques (natures différentes de métaux), et ce uniquement si les isolements électriques des différentes cellules et de l'appareil sont défectueuses. Dans ce cas, la corrosion serait d'une part très localisée, et d'autre part se produirait au niveau de la jonction Appareil SOLA/réseau (si le réseau est en acier galvanisé).

CEBTP

- Le couple bronze/cuivre est de l'ordre de 200 mV, ce qui implique que le contact est pratiquement indifférent entre les deux métaux.
- Le couple bronze/zinc est de l'ordre de 630 mV, tandis que le couple bronze/acier est de l'ordre de 325 mV ; ce qui signifie que l'acier galvanisé en contact avec le bronze risque de se dégrader s'il y a contact direct entre les deux métaux (corrosion très localisée).

DEPARTEMENT MATERIAUX
Service Etudes- Contrôles - Essais

L'Assistant Chef de Projet

T. GUDIN

Le Chef de Projet

G. TACHÉ