NORME INTERNATIONALE

ISO 18086

Deuxième édition
2019-12

Corrosion des métaux et alliages — Détermination de la corrosion occasionnée par les courants alternatifs — Critères de protection

Corrosion of metals and alloys — Determination of AC corrosion — Protection criteria

Numéro de référence
ISO 18086:2019(F)

© ISO 2019



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**
Introduction ..... **vi**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **1**
4 Compétences du personnel en matière de protection cathodique **5**
5 Évaluation de l'influence due aux courants alternatifs **5**
5.1 Généralités 5
5.2 Évaluation du niveau d'influence 6
6 Évaluation du risque de corrosion due aux courants alternatifs **6**
6.1 Condition préalable 6
6.1.1 Généralités 6
6.1.2 Tension de courant alternatif sur la structure 7
6.2 Densité de courants alternatif et continu 7
6.2.1 Généralités 7
6.2.2 Densité de courant alternatif 8
6.2.3 Densité de courant continu cathodique élevée 8
6.2.4 Densité de courant continu cathodique faible 8
6.2.5 Rapport des courants «$I_{c.a.}/I_{c.c.}$» 8
6.2.6 Résistivité du sol 8
6.3 Vitesse de corrosion 9
6.4 Revêtements des canalisations 9
6.5 Évaluation de la perte de métal 9
7 Niveaux d'influence acceptables **9**
8 Techniques de mesurage **10**
8.1 Mesurages 10
8.1.1 Généralités 10
8.1.2 Sélection des points de mesure 10
8.1.3 Sélection du paramètre de mesurage 11
8.1.4 Fréquence d'échantillonnage pour l'enregistrement des niveaux d'influence 11
8.1.5 Exactitude de l'équipement de mesurage 11
8.1.6 Installation de témoins ou de sondes pour calculer les densités de courant 11
8.2 Mesurages du potentiel de courant continu 11
8.3 Mesurages de la tension de courant alternatif 12
8.4 Mesurages sur les témoins et les sondes 12
8.4.1 Installation des témoins ou des sondes 12
8.4.2 Mesurages des courants 13
8.4.3 Mesurages de la vitesse de corrosion 13
8.5 Techniques relatives à la perte de métal des canalisations 14
9 Mesures d'atténuation **14**
9.1 Généralités 14
9.2 Mesures de construction 14
9.2.1 Modification du matériau d'enfouissement 14
9.2.2 Installation de joints d'isolation 14
9.2.3 Installation de câbles d'atténuation 15
9.2.4 Optimisation de la trajectoire de la canalisation et/ou de la ligne électrique 15
9.2.5 Construction d'une ligne électrique ou d'une canalisation 15
9.3 Mesures de fonctionnement 15
9.3.1 Mise à la terre 15
9.3.2 Réglage du niveau de protection cathodique 17
9.3.3 Réparation des défauts de revêtement 17

© ISO 2019 – Tous droits réservés

10 Mise en service **17**
10.1 Mise en service 17
10.2 Vérification préalable 17
10.2.1 Généralités 17
10.2.2 Mise en service de la tension de courant alternatif et du courant alternatif sur témoins 18
10.2.3 Vérification de l'efficacité 19
10.2.4 Documents concernant l'installation et la mise en service 19
11 Surveillance et maintenance **19**
Annexe A (informative) **Description simplifiée du phénomène de corrosion due aux courants alternatifs** **21**
Annexe B (informative) **Témoins et sondes** **23**
Annexe C (informative) **Oxydation coulométrique** **28**
Annexe D (informative) **Influence des caractéristiques du sol sur le processus de corrosion due aux courants alternatifs** **29**
Annexe E (informative) **Autres critères utilisés en présence d'une influence due aux courants alternatifs** **30**
Annexe F (informative) **Paramètres à prendre en compte pour choisir un dispositif de découplage du courant continu** **34**
Annexe G (informative) **Méthode de détermination de l'emplacement d'une électrode de référence par rapport à la terre lointaine** **36**
Annexe H (informative) **Mesurage simultané sur un témoin des densités de courant à une fréquence élevée** **38**
Bibliographie **40**

 © ISO 2019 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 18086:2015), dont elle constitue une révision mineure. Cette édition inclut les modifications suivantes par rapport à l'édition précédente:

— les références citées à titre informatif (EN 13509 et EN 15257) dans l'Article 2 ont été déplacées dans la Bibliographie;

— dans l'Article 7, les deux occurrences de l'expression «densité de courant alternatif» ont été modifiées en «densité moyenne de courant alternatif».

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

Introduction

Le présent document contient des critères et des valeurs seuils tous basés sur l'expérience acquise à partir des données les plus récentes. La démarche de prévention de la corrosion occasionnée par les courants alternatifs varie considérablement selon les pays, essentiellement en fonction du contexte dans lequel se produisent les influences dues au courant continu. Ces différentes démarches sont prises en considération de deux façons:

— soit en présence de potentiels à courant établi «bas», permettant un certain niveau de tension du courant alternatif (jusqu'à 15 V);

— soit en présence de potentiels à courant établi «élevés» (avec une influence de courants vagabonds continus sur la canalisation, par exemple) nécessitant la réduction de la tension de courant alternatif aux niveaux les plus bas possible.

Le présent document fournit également un certain nombre de paramètres à prendre en considération lors de l'évaluation du risque de corrosion due aux courants alternatifs, ainsi que des informations détaillées sur les techniques de mesure, les méthodes d'atténuation et les mesures à réaliser lors de la mise en service de tout système d'atténuation de la corrosion due aux courants alternatifs. L'Annexe E propose d'autres critères et valeurs seuils qui nécessitent une validation supplémentaire à partir d'expériences pratiques.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

Corrosion des métaux et alliages — Détermination de la corrosion occasionnée par les courants alternatifs — Critères de protection

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des critères de protection pour la détermination du risque de corrosion due aux courants alternatifs pour les canalisations protégées cathodiquement.

Il s'applique aux canalisations enterrées qui sont protégées cathodiquement et influencées par des systèmes de traction à courant alternatif et/ou des lignes électriques haute tension en courant alternatif.

En présence d'une influence due aux courants alternatifs, les critères de protection spécifiés dans l'ISO 15589-1 sont insuffisants pour démontrer que l'acier est protégé contre la corrosion.

Le présent document spécifie les limites, les modes opératoires de mesurage, les mesures d'atténuation et les informations relatives à l'influence en régime de fonctionnement permanent des courants alternatifs pour les tensions de courant alternatif à des fréquences comprises entre 16,7 Hz et 60 Hz, et à l'évaluation du risque de corrosion due aux courants alternatifs.

Le présent document traite de la possible corrosion des canalisations métalliques due à l'influence des courants alternatifs provoquée par le couplage conductif, inductif ou capacitif avec des systèmes électriques à courant alternatif, ainsi que des limites maximales admissibles des effets de cette influence. Il prend en compte le fait qu'il s'agit d'un effet à long terme qui se produit uniquement lors de conditions normales d'exploitation du système électrique à courant alternatif.

Le présent document ne traite pas des problèmes de sécurité liés aux tensions de courant alternatif sur les canalisations. Ceux-ci sont traités dans les normes et réglementations nationales (voir par exemple l'EN 50443).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 8044, *Corrosion des métaux et alliages — Termes principaux et définitions*

ISO 15589-1, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Protection cathodique des systèmes de transport par conduites — Partie 1: Conduites terrestres*

IEC 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire — Partie 1: Exigences générales*

EN 50443, *Effets des perturbations électromagnétiques sur les canalisations causées par les systèmes de traction électrique ferroviaire en courant alternatif et/ou par les réseaux électriques H.T. en courant alternatif*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 8044, ainsi que les suivants, s'appliquent.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

3.1
système de traction électrique à courant alternatif
réseau de distribution électrique ferroviaire à courant alternatif utilisé pour fournir de l'énergie à un matériel roulant

Note 1 à l'article: Le système peut comprendre:

— des systèmes de ligne de contact;

— le circuit de retour des réseaux de chemins de fer électriques;

— les rails de roulement des réseaux de chemin de fer non électriques, qui se trouvent à proximité des rails de roulement d'un réseau de chemin de fer électrique et qui leur sont conductivement reliés.

3.2
système d'alimentation électrique à courant alternatif
système électrique à courant alternatif dédié à la transmission d'énergie électrique et incluant les lignes aériennes, les câbles, les sous-stations ainsi que tous les appareils qui leur sont associés

3.3
système électrique à courant alternatif
système de traction électrique à courant alternatif (3.1) ou *système d'alimentation électrique à courant alternatif* (3.2)

Note 1 à l'article: Lorsqu'il est nécessaire d'établir une différenciation, chaque *système produisant des interférences* (3.6) est clairement indiqué avec son terme adéquat.

3.4
électrode de référence au cuivre/sulfate de cuivre
CSE
électrode de référence constituée de cuivre dans une solution saturée de sulfate de cuivre

3.5
tension de courant alternatif
tension mesurée à la *terre* (3.9) entre une structure métallique et une électrode de référence

3.6
système produisant des interférences
expression générale englobant un *système de traction électrique à courant alternatif* (3.1) à haute tension produisant une interférence et/ou un *système d'alimentation électrique en courant alternatif* (3.2) à haute tension produisant une interférence

3.7
système subissant des influences
système sur lequel apparaissent les effets des *interférences* (3.15)

Note 1 à l'article: Dans le présent document, il s'agit du *système de canalisations* (3.8).

3.8
système de canalisations
système de réseau de tubes avec tous les appareils et toutes les stations associés

Note 1 à l'article: Dans le présent document, l'expression «système de canalisations» fait seulement référence à un système de canalisations métalliques.

Note 2 à l'article: L'appareil associé est celui qui est connecté électriquement à la canalisation.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

3.9
terre
masse conductrice de la terre dont le potentiel électrique en un point quelconque est pris par convention comme étant égal à zéro

[SOURCE: IEC 60050-826]

3.10
condition d'exploitation
fonctionnement sans incident d'un système

Note 1 à l'article: Les transitions ne sont pas à considérer comme une condition d'exploitation.

3.11
condition de défaut
condition non intentionnelle provoquée par un court-circuit à la *terre* (3.9), la durée du défaut étant le temps normal de dépannage des dispositifs de protection et commutateurs

Note 1 à l'article: Un court-circuit est une connexion involontaire d'un conducteur sous tension à la terre ou à une partie métallique en contact avec celle-ci.

3.12
couplage conductif
couplage qui a lieu lorsqu'une partie du courant qui appartient au *système produisant les interférences* (3.6) retourne à la *terre* (3.9) du système par l'intermédiaire du *système subissant des influences* (3.7), ou lorsque la tension à la terre de référence de la masse au voisinage de l'objet subissant l'influence s'élève en raison d'un défaut dans le système produisant des interférences, les résultats de ce couplage étant des tensions et des courants conducteurs

3.13
couplage inductif
phénomène par lequel le champ magnétique produit par un circuit énergisé influence un autre circuit

Note 1 à l'article: Le couplage est quantifié par l'impédance mutuelle des deux circuits. Les résultats de ce couplage sont des tensions induites et donc des courants induits qui sont fonction, par exemple, des distances, de la longueur, du courant inducteur, de la disposition des circuits et de la fréquence.

3.14
couplage capacitif
phénomène par lequel le champ électrique produit par un conducteur sous tension influence un autre conducteur

Note 1 à l'article: Le couplage est quantifié par la capacité entre les conducteurs, et la capacité entre chaque conducteur et la *terre* (3.9). Les résultats de ce couplage sont des tensions d'*interférence* (3.15) dans des parties conductrices ou des conducteurs isolés de la terre. Ces tensions sont fonction, par exemple, de la tension du système produisant des interférences, des distances et de la disposition des circuits.

3.15
interférence
phénomène résultant d'un *couplage conductif, inductif ou capacitif* (3.12, 3.13, 3.14) entre des systèmes, qui peut provoquer un dysfonctionnement, des tensions dangereuses, des *dommages* (3.17), etc

3.16
perturbation
dysfonctionnement d'un appareil perdant sa capacité de bon fonctionnement pendant toute la durée des *interférences* (3.15)

Note 1 à l'article: Lorsque l'interférence disparaît, le *système subissant des interférences* (3.7) recommence à fonctionner correctement sans intervention externe.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

3.17
dommage
abaissement permanent de la qualité du service pouvant être subi par le *système subissant des influences* (3.7)

Note 1 à l'article: Une diminution de la qualité du service peut aussi correspondre à un arrêt complet du service.

EXEMPLE Perforation du revêtement, piqûres du tube, perforation du tube, dysfonctionnement permanent du matériel relié aux tubes.

3.18
danger
état du système subissant des influences qui représente une menace mortelle pour l'homme

3.19
situation d'interférence
distance maximale entre le *système de canalisations* (3.8) et le système électrique à courant alternatif pour lesquels une *interférence* (3.15) est à considérer

3.20
tension perturbatrice
tension provoquée sur le *système subissant des influences* (3.7) par le *couplage conductif, inductif ou capacitif* (3.12, 3.13, 3.14) avec le *système produisant des interférences* (3.6) qui se trouve à proximité, entre un point donné et la *terre* (3.9) ou à travers un joint d'isolation

3.21
chute de tension ohmique
tension créée par un courant quelconque, qui apparaît dans un électrolyte tel que le sol, entre l'électrode de référence et le métal de la structure, conformément à la loi d'Ohm ($U = I \times R$)

3.22
potentiel sans chute de tension ohmique
$E_{IR\text{-free}}$
potentiel d'électrode de la canalisation mesuré sans l'erreur de tension occasionnée par la *chute de tension ohmique* (3.21), due au courant de protection ou à tout autre courant

3.23
potentiel à courant coupé
E_{off}
potentiel d'électrode de la canalisation mesuré après l'interruption de toutes les sources du courant de protection cathodique appliqué à la canalisation dans le but d'approcher le *potentiel sans chute de tension ohmique* (3.22)

Note 1 à l'article: Le délai avant mesurage varie selon les circonstances.

3.24
potentiel à courant établi
E_{on}
potentiel d'électrode de la canalisation mesuré lorsque le système de protection cathodique fonctionne en continu

3.25
résistance de dispersion
résistance ohmique traversant un défaut du revêtement en direction de la *terre* (3.9) ou résistance de la surface métallique exposée d'un *témoin* (3.26) en direction de la terre

Note 1 à l'article: Il s'agit de la résistance qui contrôle le courant alternatif ou continu traversant un défaut du revêtement ou une surface métallique exposée d'un témoin pour une tension alternative ou continue donnée.

© ISO 2019 – Tous droits réservés