
Protection cathodique des installations portuaires

Cathodic protection of harbour installations

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13174:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13174:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2013

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
1.1 Généralités.....	1
1.2 Ouvrages.....	1
1.3 Matériaux.....	1
1.4 Environnement.....	1
1.5 Sécurité et protection de l'environnement.....	2
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Compétence du personnel	5
5 Base de conception	6
5.1 Objectifs.....	6
5.2 Critères de protection cathodique.....	6
5.3 Paramètres de conception.....	7
5.4 Besoin en courant électrique.....	8
5.5 Systèmes de protection cathodique.....	11
5.6 Continuité électrique.....	12
5.7 Interactions.....	13
6 Systèmes à courant imposé	14
6.1 Objectifs.....	14
6.2 Considérations relatives à la conception.....	14
6.3 Considérations relatives à l'équipement.....	15
7 Systèmes par anodes galvaniques	18
7.1 Objectifs.....	18
7.2 Conception.....	18
7.3 Matériaux.....	18
7.4 Emplacement des anodes.....	19
7.5 Installation.....	19
8 Mise en service, fonctionnement et maintenance	20
8.1 Objectifs.....	20
8.2 Mise en service: systèmes de protection par anodes galvaniques.....	20
8.3 Mise en service: systèmes à courant imposé.....	21
8.4 Exploitation et maintenance.....	22
9 Documentation	23
9.1 Objectifs.....	23
9.2 Système à courant imposé.....	23
9.3 Système de protection par anodes galvaniques.....	24
Annexe A (informative) Lignes directrices concernant les densités de courant nécessaires pour la protection cathodique des installations portuaires	25
Annexe B (informative) Détermination de la résistance d'anode, du débit et de la durée de vie des anodes	28
Annexe C (informative) Caractéristiques électrochimiques types des anodes à courant imposé	34
Annexe D (informative) Lignes directrices concernant le processus de conception	35
Bibliographie	37

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 13174 a été élaborée par le comité technique CEN/TC 219, *Protection cathodique*, en collaboration avec le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

L'ISO 13174 annule et remplace l'EN 13174:2001 qui a fait l'objet d'une révision technique.

ISO 13174:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012>

Introduction

La protection cathodique est appliquée, parfois associée à des revêtements de protection, pour protéger la surface externe des installations portuaires en acier et des parties annexes contre la corrosion due à l'eau de mer, à l'eau saumâtre, aux boues marines ou aux remblais.

La protection cathodique consiste à fournir un courant continu à la surface externe immergée de l'ouvrage suffisant pour abaisser le potentiel de l'acier par rapport à l'électrolyte jusqu'à des valeurs où la corrosion est insignifiante.

Les principes généraux de la protection cathodique dans l'eau de mer sont détaillés dans l'ISO 12473. Les principes généraux de la protection cathodique dans les sols sont détaillés dans l'EN 12954.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 13174:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13174:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012>

Protection cathodique des installations portuaires

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La présente Norme internationale spécifie les moyens à mettre en œuvre pour garantir qu'une protection cathodique est appliquée efficacement aux surfaces métalliques externes immergées et battues ou enfouies des installations portuaires, côtières et anti-crue en acier et de leurs parties annexes exposées à l'eau de mer et aux boues marines afin d'assurer leur protection contre la corrosion.

1.2 Ouvrages

La présente Norme internationale spécifie la protection cathodique des ouvrages portuaires fixes et flottants. Ces ouvrages comprennent les appontements, les jetées, les ducs d'Albe (d'amarrage et d'accostage), les palplanches ou les pieux tubulaires, les pontons, les bouées, les docks flottants, les portes et vannes d'écluses. Elle spécifie également la protection cathodique des surfaces submergées des parties annexes, par exemple les chaînes connectées à l'ouvrage, lorsqu'elles ne sont pas isolées électriquement de l'ouvrage.

La présente Norme internationale doit être utilisée pour les systèmes de protection cathodique dont les anodes se trouvent dans l'eau ou dans les boues marines. Pour les zones enfouies, typiquement dans les remblais en sable ou en terre derrière des rideaux de palplanches battus ou à l'intérieur de caissons de soutènement, qui peuvent être affectées de manière significative par la corrosion, les exigences spécifiques relatives à l'étude et au fonctionnement de la protection cathodique sont définies dans l'EN 12954, les anodes étant exposées aux sols.

La présente Norme internationale n'est pas applicable à la protection cathodique des ouvrages offshore fixes ou flottants (y compris les bouées de chargement offshore), des canalisations sous-marines ou des navires.

La présente Norme internationale n'inclut pas la protection interne des surfaces des composants tels que les ballasts, les surfaces intérieures des compartiments ennoyés des ouvrages flottants, les portes et vannes d'écluses, ou encore les surfaces intérieures des pieux tubulaires en acier.

1.3 Matériaux

La présente Norme internationale traite de la protection cathodique des ouvrages réalisés principalement à partir d'aciers au carbone et au carbone-manganèse nus ou revêtus.

Certaines parties de l'ouvrage pouvant être réalisées en matériaux métalliques autres que les aciers au carbone, il convient de concevoir le système de protection cathodique de manière à assurer une parfaite maîtrise de tout couplage galvanique et à réduire au minimum les risques dus à la fragilisation hydrogène ou à la fissuration induite par l'hydrogène (voir l'ISO 12473).

La présente Norme internationale n'est pas applicable aux ouvrages en béton armé (voir l'EN 12696).

1.4 Environnement

La présente Norme internationale est applicable à l'ensemble des zones submergées en eau de mer, en eau saumâtre et dans les boues marines, ainsi qu'aux zones enfouies associées qui font normalement partie des ouvrages, fixes ou flottants, des installations portuaires, côtières et anti-crue.

En ce qui concerne les surfaces qui sont de façon intermittente immergées et exposées à l'atmosphère, la protection cathodique n'est efficace que lorsque le temps d'immersion est suffisamment long pour

permettre la polarisation de l'acier. La protection cathodique est généralement efficace pour toutes les surfaces situées sous le niveau moyen des marées.

Pour les ouvrages tels que les rideaux de palplanches et de pieux tubulaires en acier qui sont battus dans le fond marin ou pour ceux qui sont partiellement enfouis ou sont recouverts de vase, la présente Norme internationale est également applicable aux surfaces enfouies, battues et envasées qui vont bénéficier d'une protection cathodique en même temps que les surfaces immergées dans l'eau.

La protection cathodique peut également être appliquée sur les faces arrière des rideaux de palplanches en acier et sur les surfaces intérieures des caissons de soutènement. La protection cathodique des surfaces de ce type est spécifiée dans l'EN 12954.

La présente Norme internationale est applicable aux ouvrages qui sont affectés, ou risquent d'être affectés ultérieurement, par le phénomène de «corrosion accélérée en basses eaux» (ALWC) et d'autres formes plus générales de corrosion microbienne (MIC), ou par d'autres formes de corrosion dite «corrosion concentrée» associées à des couples galvaniques, à l'aération différentielle et à d'autres paramètres locaux influençant la corrosion.

NOTE Des informations sont disponibles dans la BS 6349-1:2000, Article 59, et dans le guide CIRIA C634 (voir Bibliographie).

1.5 Sécurité et protection de l'environnement

La présente Norme internationale ne traite pas des aspects relatifs à la sécurité et à la protection de l'environnement liés à la protection cathodique, pour lesquels les règlements nationaux ou internationaux s'appliquent.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables à l'application 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 12473, *Principes généraux de la protection cathodique en eau de mer*

EN 12496, *Anodes galvaniques pour la protection cathodique dans l'eau de mer et les boues salines*

EN 12696, *Protection cathodique de l'acier dans le béton*

EN 12954, *Protection cathodique des structures métalliques enterrées ou immergées — Principes généraux et application pour les canalisations*

EN 13509, *Techniques de mesures applicables en protection cathodique*

EN 50162, *Protection contre la corrosion due aux courants vagabonds des systèmes à courant continu*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 12473 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1**corrosion accélérée en basses eaux
ALWC**

corrosion localisée que l'on rencontre généralement en bord de mer au niveau ou juste en dessous du niveau de marée astronomique minimale des ouvrages, mais qui peut exister à tous les niveaux immergés

Note 1 à l'article: Ce phénomène est associé à la corrosion microbienne (MIC) et à des états généralement quiescents. (Voir le guide CIRIA C634). Sans protection cathodique, les vitesses de corrosion peuvent atteindre des valeurs aussi élevées que 2 mm/an par côté et la corrosion est typiquement localisée sous la forme de grosses piqûres ouvertes.

3.2**zone atmosphérique**

zone située au-dessus de la zone d'éclaboussures, c'est-à-dire au-dessus du niveau atteint par la houle normale, que l'ouvrage soit ou non en déplacement

3.3**zone enfouie**

zone située sous le fond vaseux ou dans le sol, ou dans un remblai

3.4**zone de protection cathodique****ZPC**

partie de l'ouvrage qui peut être considérée de façon indépendante et pour laquelle est conçu un système de protection cathodique

3.5**coefficient de dégradation du revêtement****F**

rapport entre la densité de courant de protection cathodique nécessaire pour un matériau métallique revêtu et la densité de courant de protection cathodique nécessaire pour le matériau nu

3.6**tension disponible**

différence entre le potentiel de l'ouvrage par rapport à l'électrolyte et le potentiel de l'anode par rapport à l'électrolyte lorsque la protection cathodique fonctionne

3.7**HAT**

niveau de la marée astronomique maximale

3.8**zone immergée**

zone située au-dessous de la zone de marnage étendue et au-dessus du fond vaseux ou ligne correspondant à un tirant d'eau pour des conditions de travail normales

3.9**LAT**

niveau de la marée astronomique minimale

3.10**MTL**

niveau moyen de la marée (également désigné par MSL (niveau moyen de la mer) ou par MWL (niveau moyen de l'eau))

3.11**corrosion microbienne**

corrosion associée à l'action de micro-organismes présents dans le système de corrosion

Note 1 à l'article: Également appelée corrosion microbiologiquement influencée (MIC).

3.12

ROV

véhicule télécommandé

3.13

pieux et palplanches

élément en acier de fondation, tubulaire ou de type palplanche enfoncé dans le sol, formant une partie ou l'ensemble d'un ouvrage portuaire

3.14

zone d'éclaboussures

hauteur située juste au-dessus de la HAT, à laquelle l'ouvrage est mouillé par intermittence par les vagues

3.15

zone submergée

zone incluant la zone enfouie, la zone immergée, la zone de transition et la partie basse de la zone de marnage sous le MWL
Voir [Figure 1](#).

3.16

zone de transition

zone située sous la LAT et incluant l'imprécision de niveau éventuelle de l'installation de l'ouvrage, affecté par une teneur en oxygène plus élevée causée par la houle normale ou le mouvement des marées

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13174:2012](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d6b76ce-2ab1-4bd4-bbce-d88c9ec5bfb0/iso-13174-2012>

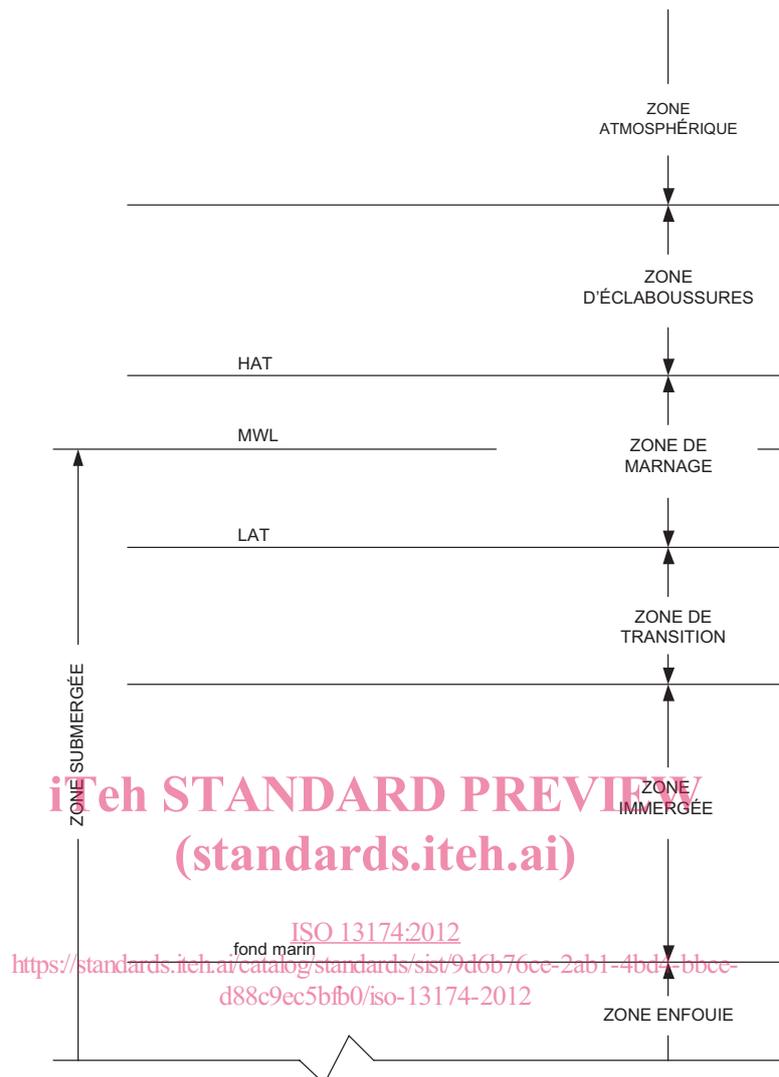


Figure 1 — Représentation schématique des niveaux et des zones dans un environnement d'eau de mer

4 Compétence du personnel

Le personnel chargé de la conception, de la surveillance de l'installation, de la mise en service, de la surveillance du fonctionnement, des mesurages, de la surveillance et de la maintenance des systèmes de protection cathodique doit posséder le niveau de compétence approprié pour les travaux réalisés. Il convient que cette compétence soit évaluée de façon indépendante et documentée.

NOTE 1 L'EN 15257 constitue une méthode appropriée d'évaluation et de certification de la compétence du personnel en charge de la protection cathodique qui peut être utilisée.

NOTE 2 Il convient que le niveau de compétence du personnel en charge de la protection cathodique pour le niveau correspondant aux tâches entreprises soit démontré par certification conformément à l'EN 15257 ou par une autre procédure de préqualification équivalente.

5 Base de conception

5.1 Objectifs

L'objectif d'un système de protection cathodique est de fournir un courant suffisant à chaque partie de l'ouvrage et de ses parties annexes et de répartir ce courant de sorte que le potentiel de l'acier par rapport à l'eau se situe, pour chacune des parties de l'ouvrage, à l'intérieur des limites définies par les critères de protection (voir 5.2).

Il convient que les potentiels de l'acier par rapport à l'eau soient aussi homogènes que possible sur l'ensemble de l'ouvrage. Cela n'est possible qu'en répartissant correctement le courant de protection sur l'ouvrage pendant les conditions de service normales. Il peut s'avérer difficile d'obtenir des niveaux de protection uniformes dans certaines zones ou certaines parties des ouvrages (par exemple les chaînes); un système de protection cathodique supplémentaire peut alors être envisagé pour celles-ci si l'objectif est de procurer une protection cathodique intégrale.

Le système de protection cathodique d'un ouvrage fixe ou flottant appartenant à des installations portuaires peut être associé à un système de revêtement, même si certaines parties annexes (par exemple les chaînes) ne sont généralement pas protégées par revêtement. Des détériorations sérieuses du revêtement peuvent également se produire sur la partie enfouie des pieux ou rideaux de palplanches mis en place lors de l'installation.

Des boucliers diélectriques peuvent être installés à proximité des anodes, notamment des anodes à courant imposé, pour réduire le plus possible les risques de surprotection et pour améliorer la répartition du courant partant des anodes.

Il convient de concevoir le système de protection cathodique soit en fonction de la durée de vie de l'ouvrage, soit pour une période correspondant à un intervalle d'entretien programmé, soit (le cas échéant) à l'intervalle de temps entre deux opérations d'entretien en cale sèche. Si l'ouvrage ne permet pas la pose d'un système de protection permanent pendant toute la durée de vie ou si l'entretien en cale sèche est impossible, il convient que le système de protection cathodique soit conçu de façon à faciliter le remplacement de ses composants, par exemple par des plongeurs ou des véhicules télécommandés.

Il convient que la conception du système de protection cathodique permette d'atteindre ces objectifs en utilisant soit des anodes galvaniques, soit des anodes à courant imposé, soit une combinaison des deux méthodes.

La conception, l'installation, la mise sous tension, la mise en service, le fonctionnement à long terme et les rapports concernant tous les éléments des systèmes de protection cathodique doivent être parfaitement documentés.

Chaque étape doit être entreprise conformément à un plan de qualité parfaitement documenté.

NOTE L'ISO 9001 constitue une norme appropriée sur les systèmes de management de la qualité et peut être utilisée.

Chaque phase de la conception doit faire l'objet de contrôles, qui doivent être documentés.

Chaque phase de l'installation, de la mise sous tension, de la mise en service et du fonctionnement doit faire l'objet de contrôles visuels et d'essais mécaniques et/ou électriques appropriés et tous les contrôles et essais doivent être documentés.

Tous les instruments d'essai doivent posséder des certificats d'étalonnage en cours de validité conformes aux normes d'étalonnage nationales ou internationales.

La documentation doit faire partie des archives permanentes relatives aux travaux.

5.2 Critères de protection cathodique

Les critères de protection cathodique sont détaillés dans l'ISO 12473.

Le critère adopté pour la protection cathodique de l'acier dans l'eau de mer aérée correspond à un potentiel polarisé plus négatif que $-0,80$ V, mesuré par rapport à une électrode de référence argent/chlorure d'argent/eau de mer (électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer). Cela correspond approximativement à $+0,23$ V mesuré par rapport à une électrode en zinc pur (par exemple alliage de type Z2 défini dans l'EN 12496) ou à $+0,25$ V mesuré par rapport à une électrode en zinc fabriquée dans un alliage d'anode galvanique de type Z1, Z3 ou Z4 spécifiés dans l'EN 12496.

Le critère adopté pour la protection cathodique de l'acier dans des environnements anaérobies dans l'eau de mer et dans les boues des fonds marins qui contiennent des bactéries sulfato-réductrices ou favorisent le développement d'autres espèces responsables de la corrosion microbienne (MIC), y compris celles qui sont associées à la corrosion accélérée en basses eaux (ALWC), est un potentiel polarisé plus négatif que $-0,90$ V mesuré par rapport à une électrode de référence argent/chlorure d'argent/eau de mer (électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer).

Une limite négative de $-1,10$ V (électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer) est généralement recommandée afin d'empêcher un décollement du revêtement et/ou une augmentation des vitesses de propagation des fissures de fatigue.

Lorsqu'il existe un risque de fragilisation par l'hydrogène des aciers et autres métaux qui pourrait être accentué par la protection cathodique à des potentiels trop négatifs, une autre limite de potentiel, moins électronégative, doit être définie et adoptée. Si cette limite de potentiel négatif spécifique, liée à l'état métallurgique et mécanique de l'alliage, n'a pas été suffisamment étudiée pour un matériau donné, elle doit être déterminée par des essais mécaniques réalisés à des potentiels correspondant à une polarisation de l'alliage. Pour les aciers conventionnels, cette limite est de $-1,10$ V (électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer). Se référer à l'ISO 12473 pour plus d'informations.

Ces valeurs s'appliquent également à l'acier en eau saumâtre, mais il faut tenir compte si nécessaire des erreurs dues aux variations de salinité lors de l'utilisation d'électrodes de référence Ag/AgCl/eau de mer comme décrit en 6.3.4. Les limites recommandées du potentiel eau/métal pour une gamme de métaux et alliages en eau saumâtre sont données en liste dans l'ISO 12473.

NOTE Les critères de protection et les valeurs limites sont des potentiels «polarisés» sans erreurs de chute ohmique. Les erreurs de chute ohmique, qui sont dues à la circulation du courant nécessaire à la protection cathodique dans un électrolyte résistif et dans les films présents sur la surface protégée, sont généralement considérées comme négligeables dans les applications marines. Des mesurages de potentiel utilisant la technique «à courant coupé instantané» ou la technique «à courant coupé instantané sur témoin» peuvent se révéler nécessaires dans les applications décrites dans la présente Norme internationale pour démontrer l'obtention des critères de protection ci-dessus (voir l'EN 13509). Il convient d'accorder une attention particulière à cet aspect dans les applications en eaux saumâtres et dans les vases ou au voisinage des anodes à courant imposé.

5.3 Paramètres de conception

5.3.1 Généralités

Il convient de concevoir le système de protection cathodique de manière que chaque subdivision de l'ouvrage et chaque zone de protection soit alimentée par le courant de protection cathodique nécessaire pour garantir la conformité de la protection cathodique aux critères énoncés en 5.2 pour toutes les conditions de service.