NORME INTERNATIONALE

# ISO 15589-2

Deuxième édition
2012-12-01

# Industries du pétrole et du gaz naturel — Protection cathodique des systèmes de transport par conduites —

## Partie 2: Conduites en mer

*Petroleum and natural gas industries — Cathodic protection of pipeline transportation systems —*
*Part 2: Offshore pipelines*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

Numéro de référence
ISO 15589-2:2012(F)

© ISO 2012

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2012

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du 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

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

**Avant-propos** ..... **v**

**Introduction** ..... **vi**

**1 Domaine d'application** ..... **1**

**2 Références normatives** ..... **1**

**3 Termes et définitions** ..... **2**

**4 Symboles et abréviations** ..... **4**
4.1 Symboles ..... 4
4.2 Abréviations ..... 4

**5 Généralités** ..... **5**
5.1 Garantie de compétence ..... 5
5.2 Conformité ..... 5

**6 Exigences relatives aux systèmes de CP** ..... **5**
6.1 Généralités ..... 5
6.2 Choix des systèmes de CP ..... 6
6.3 Joints isolants ..... 7

**7 Paramètres de conception** ..... **7**
7.1 Généralités ..... 7
7.2 Potentiels de protection ..... 8
7.3 Durée de vie de calcul ..... 11
7.4 Densités de courant de calcul pour l'acier nu ..... 11
7.5 Coefficients de dégradation de revêtement ..... 14

**8 Anodes galvaniques** ..... **16**
8.1 Conception du système ..... 16
8.2 Choix du matériau des anodes ..... 17
8.3 Propriétés électrochimiques ..... 17
8.4 Forme des anodes et facteur d'utilisation ..... 19
8.5 Considérations mécaniques et électriques ..... 19

**9 Fabrication des anodes galvaniques** ..... **19**
9.1 Essai préalable à la fabrication ..... 19
9.2 Revêtement ..... 20
9.3 Matériaux destinés à l'âme des anodes ..... 20
9.4 Matériaux des anodes en aluminium ..... 20
9.5 Matériaux des anodes en zinc ..... 21

**10 Contrôle qualité des anodes galvaniques** ..... **21**
10.1 Généralités ..... 21
10.2 Âmes des anodes en acier ..... 21
10.3 Analyse chimique de l'alliage des anodes ..... 22
10.4 Masse des anodes ..... 22
10.5 Dimensions et rectitude des anodes ..... 22
10.6 Dimensions et positionnement des âmes d'anodes ..... 23
10.7 Irrégularités de surface des anodes ..... 23
10.8 Fissures ..... 24
10.9 Défauts internes et essais destructifs ..... 25
10.10 Essais de contrôle qualité électrochimique ..... 25

**11 Installation des anodes galvaniques** ..... **26**

**12 Systèmes de CP à courant imposé** ..... **27**
12.1 Sources et régulation du courant ..... 27
12.2 Matériaux des anodes à courant imposé ..... 28
12.3 Conception du système ..... 28

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-8077 8ec5d7b1/iso-15589-2-2012

12.4 Considérations relatives à la fabrication et à l'installation ... 29
12.5 Considérations mécaniques et électriques ... 29

**13 Documentation ... 30**
13.1 Documentation de conception, de fabrication et d'installation ... 30
13.2 Procédures de mise en service ... 31
13.3 Manuel d'utilisation et de maintenance ... 31

**14 Fonctionnement, surveillance et maintenance des systèmes de CP ... 31**
14.1 Généralités ... 31
14.2 Plans de surveillance ... 31
14.3 Réparations ... 32

**Annexe A** (normative) **Procédures de conception de systèmes de CP à anodes galvaniques ... 33**

**Annexe B** (normative) **Atténuation de la protection ... 40**

**Annexe C** (normative) **Essais de performance des matériaux d'anodes galvaniques ... 44**

**Annexe D** (normative) **Surveillance et inspections de la CP ... 46**

**Annexe E** (normative) **Essais des anodes galvaniques en laboratoire pour le contrôle qualité ... 53**

**Annexe F** (informative) **Interférences ... 55**

**Annexe G** (informative) **Conception d'une canalisation vis-à-vis de la CP ... 57**

**Bibliographie ... 64**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

 © ISO 2012 – 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 (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 15589-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, sous-comité SC 2, *Systèmes de transport par conduites*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15589-2:2004), qui a fait l'objet d'une révision technique, comme suit:

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-
8f178ee3d7b1/iso-15589-2-2012

— Dans l'Article 6, des recommandations concernant les joints isolants sont incluses.

— Dans l'Article 7, un paragraphe sur l'évaluation de la fissuration sous contrainte par l'hydrogène est inclut.

— Dans l'Article 7, les coefficients de dégradation du revêtement ont été réorganisés en les classant selon deux catégories, les coefficients de dégradation des revêtements «avec béton» et ceux des revêtements «sans béton». Pour certains systèmes de revêtement, des valeurs plus conservatrices ont été sélectionnées sur la base du retour de l'expérience courante de l'industrie.

— Dans l'Article 8, des recommandations concernant les propriétés électrochimiques des anodes pour les applications en eau de mer présentant une faible salinité sont incluses.

— Les valeurs de conception concernant la capacité électrochimique dans l'Article 8 ont été réduites. Des valeurs supérieures sont autorisées si elles sont correctement documentées.

— Le contrôle de la qualité des anodes a été adapté en ce qui concerne les tolérances dimensionnelles, la rectitude, la masse, les irrégularités de surface et les fissures (voir Article 10).

— Les recommandations concernant le calcul d'atténuation ont été particulièrement développées. Une nouvelle Annexe B a été introduite et comprend plusieurs exemples et des méthodes alternatives.

— Seuls les essais en couplage libre sont admis sur les anodes (voir Annexe C).

L'ISO 15589 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Protection cathodique des systèmes de transport par conduites*:

— *Partie 1: Conduites terrestres*

— *Partie 2: Conduites en mer*

© ISO 2012 – Tous droits réservés 

# Introduction

La révision technique de la présente partie de l'ISO 15589 a été réalisée afin de prendre en compte les besoins de l'industrie et de faire passer la présente Norme internationale à un niveau supérieur de service vis-à-vis de l'industrie pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel.

La protection cathodique des canalisations est réalisée par l'application sur la surface extérieure du tube d'un courant continu suffisant pour que le potentiel de l'acier par rapport à l'électrolyte baisse sur toute la surface à des valeurs telles que la corrosion extérieure soit réduite à un niveau négligeable.

La protection cathodique est normalement utilisée en association avec un système de revêtement protecteur adapté, destiné à protéger les surfaces extérieures des canalisations en acier de la corrosion.

Il convient d'attirer l'attention des utilisateurs de la présente partie de l'ISO 15589 sur le fait que chaque application individuelle peut nécessiter des exigences complémentaires ou différentes. La présente partie de l'ISO 15589 ne vise pas à interdire l'utilisation d'équipements ou de solutions techniques autres pour l'application prévue. Elle peut être particulièrement appropriée dans le cadre d'une technologie innovante ou en développement. Si une autre alternative est proposée, il convient d'identifier toute différence par rapport à la présente partie de l'ISO 15589 et de l'appuyer par des documents.

La présente partie de l'ISO 15589 peut également s'appliquer aux canalisations en mer ne relevant pas des industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

# Industries du pétrole et du gaz naturel — Protection cathodique des systèmes de transport par conduites —

## Partie 2: Conduites en mer

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15589 spécifie les exigences et donne des recommandations quant aux campagnes d'inspection avant installation, à la conception, aux matériaux, aux équipements, à la fabrication, à l'installation, à la mise en service, à l'exploitation, à l'inspection et à la maintenance des systèmes de protection cathodique destinés aux canalisations en mer pour les industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel telles que définies dans l'ISO 13623.

La présente partie de l'ISO 15589 est applicable aux canalisations en acier au carbone et en acier inoxydable ainsi qu'aux canalisations flexibles utilisées en mer.

La présente partie de l'ISO 15589 est applicable aux rénovations, modifications ou réparations effectuées sur les systèmes existants sur canalisations.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La présente partie de l'ISO 15589 s'applique à tous les types d'environnements en eau de mer ou fond marin rencontrés en configuration submergée et sur les risers (colonnes montantes) jusqu'au niveau d'eau moyen.

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

## 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 1461, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier — Spécifications et méthodes d'essai*

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

ISO 8501-1, *Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés — Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile — Partie 1: Degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents*

ISO 9606-1, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 1: Aciers*

ISO 13623, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par conduites*

ISO 15589-1, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Protection cathodique des systèmes de transport par conduites — Partie 2: Conduites terrestres*

ISO 15607, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales*

ASTM D 1141[1)], *Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water*

1) American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.

© ISO 2012 – Tous droits réservés

AWS D1.1/D1.1M[2], *Structural Welding Code — Steel*

EN 10025 (toutes les parties)[3], *Produits laminés à chaud en aciers de construction*

EN 10204:2004, *Produits métalliques — Types de documents de contrôle*

## 3 Termes et définitions

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

**3.1**
**potentiel d'anode**
potentiel d'une anode par rapport à l'électrolyte

**3.2**
**traîneau d'anodes**
anodes installées sur une structure et reliées à la canalisation par un câble

**3.3**
**potentiel d'anode en circuit fermé**
potentiel d'anode lorsqu'elle est reliée électriquement à la canalisation à protéger

**3.4**
**coefficient de dégradation du revêtement**
$f_c$
rapport de la densité de courant nécessaire pour polariser une surface en acier revêtu par comparaison à une surface en acier nu

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d781/iso-15589-2-2012

**3.5**
**reprise**
discontinuité d'une surface horizontale due à la solidification du ménisque des anodes partiellement coulées suite à un écoulement interrompu du jet de coulée

**3.6**
**tension disponible**
différence entre le potentiel de la canalisation par rapport à l'électrolyte et le potentiel de l'anode par rapport à l'électrolyte lorsque la protection cathodique fonctionne

**3.7**
**gradient de champ électrique**
variation de potentiel électrique par unité de distance à travers un milieu conducteur, suite au passage d'un courant électrique

**3.8**
**capacité électrochimique**
$\varepsilon$
quantité totale de charge électrique produite lorsqu'une masse fixe (en général, 1 kg) de matériau d'anode est consommée électrochimiquement.

NOTE La capacité électrochimique est exprimée en ampères heures.

2) The American Welding Society, 550 NW Le Jeune Road, Miami, FL 33126, USA.

3) The European Committee for Standardization, Management Centre, Avenue Marnix 17, B-1000, Brussels, Belgium.

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

**3.9**
**densité de courant finale**
estimation de la densité de courant en fin de durée de vie de la canalisation

NOTE La densité de courant finale est exprimée en ampères par mètre carré.

**3.10**
**fissuration sous contrainte par l'hydrogène**
**HISC**
fissuration due à une combinaison de charge et de fragilisation par l'hydrogène provoquée par l'entrée d'hydrogène formé au niveau de la surface d'acier en raison de la polarisation cathodique

**3.11**
**chute ohmique**
tension due à un courant quelconque, mesurée entre deux points du métal de la conduite ou deux points de l'électrolyte, comme l'eau de mer ou le fond marin, conformément à la loi d'Ohm

NOTE La chute ohmique et le gradient de champ électrique sont des termes associés.

**3.12**
**électrode de référence maîtresse**
électrode de référence, étalonnée avec l'électrode de référence d'étalonnage primaire, employée pour la vérification des électrodes de référence employées pour les mesurages sur site ou en laboratoire

**3.13**
**densité de courant moyenne**
estimation de la densité de courant cathodique moyenne pendant toute la durée de vie de la canalisation

NOTE la densité de courant moyenne est exprimée en ampères par mètre carré.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-
60178ee3d7b1/iso-15589-2-2012

**3.14**
**potentiel de protection**
potentiel ouvrage-électrolyte pour lequel la vitesse de corrosion du métal est considérée comme négligeable

**3.15**
**indice de résistance à la corrosion par piqûration**
**PREN**
indice, développé pour refléter et prévoir la résistance à la corrosion par piqûration d'un acier inoxydable, sur la base des proportions de Cr, Mo, W et N dans la composition chimique de l'alliage

**3.16**
**électrode de référence d'étalonnage primaire**
électrode de référence utilisée pour l'étalonnage d'électrodes de référence maîtresses

**3.17**
**véhicule commandé à distance**
**ROV**
véhicule sous-marin actionné à distance depuis un navire ou une installation en surface

[ISO 14723]

**3.18**
**riser**
**colonne montante**
partie d'une canalisation en mer comprenant les manchettes de raccordement immergées, qui s'étend du fond de la mer jusqu'au point de terminaison de la canalisation sur une installation en mer

[ISO 13623]

© ISO 2012 – Tous droits réservés

**3.19**
**facteur d'utilisation**
***μ***
fraction du poids d'un matériau anodique d'une anode galvanique qui peut être consommée avant que l'anode ne cesse de fournir l'intensité de courant minimale requise

# 4 Symboles et abréviations

## 4.1 Symboles

| | |
|---|---|
| $\varepsilon$ | capacité électrochimique |
| $f_c$ | coefficient de dégradation du revêtement |
| $\mu$ | facteur d'utilisation |

## 4.2 Abréviations

| | |
|---|---|
| CAT | cold applied tape (bande appliquée à froid) |
| CE | carbon equivalent (carbone équivalent) |
| CP | cathodic protection (protection cathodique) |
| CRA | corrosion resistant alloy (alliage résistant à la corrosion) |
| EPDM | monomère d'éthylène-propylène-diène |
| FBE | fusion bonded epoxy (résine époxy appliquée par fusion) |
| HSC | hydrogen induced stress cracking (fissuration sous contrainte par l'hydrogène) |
| HSS | heat shrink sleeve (manchon thermorétractable) |
| PE | polyéthylène |
| PP | polypropylène |
| PREN | pitting resistance equivalent number (indice de résistance à la corrosion par piqûration) |
| PU | polyuréthane |
| ROV | remotely operated vehicle (véhicule commandé à distance) |
| SCE | saturated calomel electrode (électrode au calomel saturé) |
| SMYS | specified minimum yield strength (limite d'élasticité minimale spécifiée) |
| SRB | sulphate reducing bacteria (bactéries sulfato-réductrices) |
| 3LPE | polyéthylène tricouche |
| 3LPP | polypropylène tricouche |

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-807a8ce9d7b1/iso-15589-2-2012

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

# 5 Généralités

## 5.1 Garantie de compétence

Le personnel en charge de la conception, de la supervision de l'installation, de la mise en service, de la supervision du fonctionnement, des mesurages, de la surveillance et de la supervision de la maintenance des systèmes de protection cathodique doit avoir le niveau approprié de compétence pour les tâches qui lui sont confiées.

NOTE 1 L'EN 15257 ou le document NACE intitulé «Cathodic Protection Training and Certification Programme» (Programme de formation et de certification en matière de protection cathodique), constituent des méthodes appropriées d'évaluation de la compétence du personnel de protection cathodique qui peuvent être utilisées.

NOTE 2 Il convient de démontrer la compétence du personnel de protection cathodique pour le niveau approprié des tâches par une certification conforme à des procédures de préqualification telles que l'EN 15257, le document NACE intitulé «Cathodic Protection Training and Certification Programme» ou tout autre système équivalent.

## 5.2 Conformité

Il convient d'appliquer un système qualité et un système de gestion environnementale afin de favoriser la conformité aux exigences de la présente partie de l'ISO 15589.

NOTE L'ISO/TS 29001 fournit des lignes directrices propres au secteur sur les systèmes de gestion de la qualité et l'ISO 14001 donne des indications sur le choix et l'utilisation d'un système de gestion environnementale.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

# 6 Exigences relatives aux systèmes de CP

## 6.1 Généralités

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/1f0f0e57-b4f2-4f94-a0d5-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

Le système de CP doit être conçu pour empêcher la corrosion externe pendant toute la durée de vie de calcul de la canalisation et pour

— fournir un courant suffisant à la canalisation à protéger et distribuer ce courant de façon à atteindre réellement les critères choisis pour la CP sur toute la surface,

— fournir une durée de vie de calcul du système d'anodes qui soit proportionnelle à la durée de vie nécessaire de la canalisation protégée ou permettre une réhabilitation régulière du système d'anodes,

— assurer une marge appropriée aux variations anticipées en besoins en courant avec le temps,

— faire en sorte que les anodes soient installées à un endroit présentant un risque minimal de perturbation ou d'endommagement,

— fournir des dispositifs de surveillance adéquats pour soumettre à essai et évaluer les performances du système.

La conception du système de CP doit tenir compte des conditions environnementales et des ouvrages voisins.

Il convient d'isoler électriquement les canalisations en mer protégées par des systèmes à anodes galvaniques des autres canalisations et ouvrages protégés par des systèmes à courant imposé. Les canalisations en mer doivent être isolées des autres ouvrages non ou peu protégés, qui pourraient consommer le courant du système de CP des canalisations. Si un isolement n'est pas réalisable ou si des problèmes de courants vagabonds sont suspectés, il convient d'assurer la continuité électrique.

La compatibilité des différents systèmes de CP de canalisations ou ouvrages attenants et l'absence d'échange de courant excessif entre deux systèmes adjacents doivent faire l'objet d'une attention particulière.

© ISO 2012 – Tous droits réservés

La conception du système de CP d'une canalisation doit tenir compte de la méthode d'installation de la canalisation, des types de canalisation et de riser et des méthodes d'enfouissement et de stabilisation proposées. D'autres indications sont données dans l'Annexe G.

Le système de CP fondé sur les anodes galvaniques doit être conçu pour toute la durée de vie du système de canalisations à l'aide de la méthode de calcul donnée dans l'Annexe A.

Dans les zones où la vitesse de l'eau est importante ou celles sujettes aux effets de l'érosion (par exemple, à cause de sable, de vase, de particules de glace entraînés), la conception du système de CP requiert une attention particulière et des critères de conception supplémentaires doit être envisagé.

Il est recommandé de mettre en place des installations d'essai permanentes en tenant compte de certains paramètres spécifiques: longueur de la canalisation, profondeur d'eau et accès sous-marin lié aux conditions d'enfouissement.

Il convient d'utiliser l'ISO 15589-1 pour la protection cathodique de petites longueurs de canalisations en mer et de leurs ramifications qui sont directement reliées à des canalisations terrestres protégées par un système de protection cathodique.

## 6.2 Choix des systèmes de CP

### 6.2.1 Généralités

Une protection cathodique doit être réalisée soit par un système à anodes galvaniques, soit par un système à courant imposé. Les anodes galvaniques doivent être raccordées à la canalisation individuellement ou en groupes.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

NOTE 1 L'intensité du courant débité par les anodes galvaniques est limitée par la tension disponible anode par rapport à canalisation et la résistivité de l'électrolyte. En général, les anodes sont fixées directement à la canalisation sous la forme de bracelets. On peut également placer des traîneaux d'anodes à intervalles réguliers le long de la canalisation.

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

NOTE 2 Certaines canalisations peuvent être protégées par des anodes situées à chaque extrémité. Ce type d'installation s'utilise typiquement sur des canalisations entre plates-formes. Les anodes destinées à la canalisation peuvent être fixées à la plate-forme si la canalisation est reliée électriquement à la plate-forme.

Les différents aspects qui doivent être pris en compte lors du choix d'un système à utiliser sont exposés en 6.2.2.

### 6.2.2 Considérations pour le choix d'un système

Le choix d'un système de CP doit reposer sur les considérations suivantes:

— grandeur du courant de protection nécessaire;

— résistivité de l'eau de mer;

— disponibilité et emplacement des sources d'alimentation adéquates pour les systèmes à courant imposé;

— présence de courants vagabonds causant des variations significatives de potentiel entre la canalisation et la terre pouvant exclure l'utilisation d'anodes galvaniques;

— effets de courants de CP d'interférence sur des ouvrages attenants pouvant limiter l'utilisation de systèmes de CP à courant imposé;

— espace disponible limité en raison de la proximité d'ouvrages étrangers et de questions de construction et de maintenance associées;

— développement ultérieur de la zone et extensions prévues pour le système de canalisations;

— coûts d'installation, d'exploitation et de maintenance;

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

— fiabilité du système global;

— intégrité d'autres canalisations et/ou ouvrages présents dans la même zone, qui pourrait être affectée par les systèmes à courant imposé si aucune mesure appropriée n'est prise pour éviter ces effets.

NOTE On peut privilégier les systèmes à courant imposé pour des canalisations courtes qui sont raccordées à des plates-formes dotées d'un système à courant imposé ou lorsqu'un système à courant imposé est exploité depuis le littoral. De même, on peut privilégier les systèmes à courant imposé pour la rénovation de canalisations dont les anodes galvaniques sont défaillantes, où la consommation des anodes est excessive, qui ont dépassé leur durée de vie de calcul initiale ou dont le revêtement est trop détérioré. On peut également privilégier les systèmes à courant imposé lorsque l'eau présente une résistivité élevée.

### 6.3 Joints isolants

Il convient d'envisager la mise en place de joints isolants aux endroits suivants:

— aux points de raccordement avec des canalisations ou des installations de réception terrestres;

— aux points de raccordement avec des canalisations nécessitant des critères de protection différents;

— entre des canalisations dotées d'une protection cathodique et des installations non protégées ou moins bien protégées;

— entre des systèmes de canalisations (ou ouvrages) protégés par un courant imposé et des anodes galvaniques.

En cas de recours à des joints isolants, ces derniers doivent être conçus et posés pour assurer une intégrité à long terme et positionnés de façon à permettre un accès rapide pour l'inspection et la maintenance. L'ISO 15589-1 fournit des exigences de conception détaillées.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

## 7 Paramètres de conception

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

### 7.1 Généralités

La conception d'un système de CP de canalisation doit reposer sur

— des informations détaillées sur la canalisation à protéger, notamment le matériau, la longueur, l'épaisseur de paroi, le diamètre extérieur, les procédures de pose, le trajet, les conditions de pose sur le fond marin, le profil des températures (en fonctionnement et à l'arrêt) sur toute la longueur, le type et l'épaisseur du ou des revêtements assurant une protection contre la corrosion des tubes et raccords, la présence, le type et l'épaisseur d'un revêtement d'isolation thermique, de protection mécanique et/ou de lestage,

— les conditions environnementales, incluant les variations quotidiennes et saisonnières, telles que la salinité, la température et la résistivité de l'eau de mer, les marées et la résistivité du fond marin, sur toute la longueur de la canalisation,

— l'état d'enfouissement (niveau de remblayage après des travaux de tranchée ou un enfouissement naturel) et la résistivité du sol,

— la durée de vie de calcul du système,

— des informations sur les canalisations se trouvant tout près de la nouvelle canalisation ou traversant celle-ci, notamment leur emplacement, leur propriétaire et leur mode de lutte contre la corrosion,

— des informations sur les systèmes de CP existants (plates-formes, attérrages, ouvrages sous-marins, etc.) et l'isolement électrique de la canalisation,

— la disponibilité d'une alimentation électrique, de dispositifs d'isolement électrique et de liaisons électriques,

© ISO 2012 – Tous droits réservés 

— la législation locale en vigueur,

— les dates de construction et de démarrage (nécessaires pour les canalisations chaudes),

— la présence de raccords, tubes en J, risers, colliers de serrage, raccords en Y, tés et autres accessoires,

— les données de comportement sur d'autres systèmes de CP dans le même environnement.

En l'absence de données sur le comportement de systèmes de CP dans des environnements similaires (par exemple en allant vers des eaux plus profondes), des données sur les caractéristiques de l'eau de mer (oxygène dissous, salinité, pH, courants marins et salissures marines) doivent être obtenues car celles-ci peuvent influer sur la polarisation cathodique et la formation des dépôts calco-magnésiens. Dans ces cas, les informations nécessaires doivent être extraites de mesurages de terrain et/ou de données d'essais de corrosion, incluant les suivantes:

— courant de protection requis pour répondre aux critères applicables;

— résistivité électrique de l'électrolyte, incluant les variations saisonnières le cas échéant;

— profondeur d'enfouissement du tube (si enfoui) et identification des longueurs et emplacements de portées exposés;

— température de l'eau au niveau du fond marin;

— concentration d'oxygène au niveau du fond marin;

— vitesse de l'eau au niveau du fond marin, incluant les variations saisonnières le cas échéant;

— topographie du fond marin.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Lors de l'examen d'une expérience d'exploitation, il convient de tenir compte des données complémentaires suivantes:

ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-80778ee3d7b1/iso-15589-2-2012

— continuité électrique;

— isolement électrique;

— intégrité du revêtement extérieur;

— écart par rapport aux spécifications;

— données de maintenance et d'exploitation.

Les procédures de conception des systèmes de CP à anodes galvaniques doivent être conformes à l'Annexe A.

## 7.2 Potentiels de protection

### 7.2.1 Critères de potentiels

Pour assurer la réalisation d'une CP correcte d'une canalisation, le potentiel mesuré doit être conforme au Tableau 1.

NOTE 1 L'efficacité de la CP ou d'autres mesures de lutte contre la corrosion extérieure peut être confirmée en mesurant directement le potentiel de la canalisation. Toutefois, des observations visuelles de la détérioration progressive du revêtement et/ou de la corrosion, par exemple, peuvent révéler l'inadéquation possible de la protection. Des mesurages physiques de la perte d'épaisseur de paroi de la canalisation, effectués par des plongeurs ou avec des dispositifs d'inspection internes tels que des racleurs intelligents peuvent également révéler des insuffisances au niveau de la protection contre la corrosion.

 © ISO 2012 – Tous droits réservés

**Tableau 1 — Critères de potentiels**

| Matériaux | Potentiel négatif minimal<br>V | Potentiel négatif maximal[a]<br>V |
|---|---|---|
| **Aciers au carbone** | | |
| Immergés dans l'eau de mer | – 0,80 | – 1,10[b] |
| Enfouis dans des sédiments | – 0,90[f] | – 1,10[b] |
| **Aciers inoxydables austénitiques**[g] | | |
| *PREN ≥ 40*[c] | – 0,30[d] | – 1,10 |
| *PREN < 40*[c] | – 0,50[d] | – 1,10 |
| **Aciers inoxydables duplex** | – 0,50[d] | e |
| **Aciers inoxydables martensitiques (13 % Cr)** | – 0,50[d] | e |
| Les potentiels sont rapportésà une électrode de référence SCE, ce qui équivaut à une électrode de référence argent/chlorure d'argent (Ag/AgCl/eau de mer) dans de l'eau de mer à 30 Ω·cm. | | |

a Ces limites négatives assurent également un très faible impact de la CP sur les revêtements des canalisations.

b Lorsque les systèmes de canalisations sont fabriqués à partir d'acier à haute résistance (SMYS > 550 MPa), le potentiel le plus négatif pouvant être toléré sans causer de fragilisation par l'hydrogène doit être établi.

c PREN = %Cr + 3,3 %(Mo + 0,5W) + 16 %N.

d Pour les aciers inoxydables, les potentiels négatifs minimaux concernent les conditions aérobies et anaérobies.

e En fonction de la résistance, de l'état métallurgique particulier et du niveau de contrainte rencontré en service, ces alliages peuvent être sujets à une fragilisation par l'hydrogène et à une fissuration. S'il existe un risque de fragilisation par l'hydrogène, il convient alors d'éviter les potentiels plus négatifs que -0,8 V. Voir aussi 7.2.3.

f Ceci couvre l'éventualité d'une activité de SRB et/ou d'une température élevée des canalisations (T > 60°C).

g Si la structure métallurgique n'est pas totalement austénitique, ces aciers inoxydables peuvent être sujets à une fissuration sous contrainte par l'hydrogène (HSC) et il convient d'éviter les potentiels fortement négatifs.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 15589-2:2012
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5835f57-b197-434c-b56d-807f8ec5d7b7/iso-15589-2-2012

Le potentiel de l'électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer dépend de la concentration d'ions chlorure dans l'électrolyte et par conséquent de la résistivité de l'eau de mer. Si la concentration en chlorure, et par conséquent la résistivité, s'avèrent très différentes de celles d'une eau de mer ordinaire (respectivement 3,5 % et 30 Ω·cm en règle générale), les critères de potentiels de protection doivent être ajustés en accord avec la Figure 1.

NOTE 2 Le terme «électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer (sous-saturée)» peut être utilisé pour désigner cette électrode.