
**Industries du pétrole, de la
pétrochimie et du gaz naturel —
Prévention de la corrosion sur les
systèmes de conduites soumis à
l'influence de courants vagabonds**

*Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Prevention of
corrosion on pipeline systems influenced by stray currents*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 21857:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21857:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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

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	2
3 Termes et définitions	2
4 Abréviations et symboles	4
4.1 Abréviations.....	4
4.2 Symboles.....	4
5 Échange d'informations et coopération	5
6 Sources fréquentes d'interférences susceptibles de provoquer la corrosion	6
6.1 Généralités.....	6
6.2 Courant continu.....	7
6.2.1 Généralités.....	7
6.2.2 Réseaux de traction.....	7
6.2.3 Systèmes industriels.....	7
6.3 Courant alternatif.....	8
6.3.1 Généralités.....	8
6.3.2 Lignes d'énergie électrique aériennes et enterrées.....	8
6.4 Systèmes de transmission à haute tension en courant continu (HTCC).....	9
6.5 Interférences naturelles.....	9
6.5.1 Généralités.....	9
6.5.2 Interférences (telluriques) géomagnétiques.....	9
6.5.3 Effets d'interférence dus aux marées.....	9
7 Identification et mesurage des interférences dues aux courants vagabonds	10
7.1 Principe.....	10
7.2 Interférences dues aux courants vagabonds.....	11
7.2.1 Couplage inductif et conducteur dû à des sources éloignées.....	11
7.2.2 Couplage conducteur dû à des sources proches.....	11
7.3 Mesurage des paramètres électriques.....	11
7.3.1 Systèmes d'acquisition de données.....	11
7.3.2 Erreurs possibles de mesurage de courant alternatif.....	12
7.3.3 Mesurage du potentiel.....	12
7.3.4 Mesurage du courant sur les sondes.....	12
7.3.5 Mesurage du potentiel sans chute ohmique sur les témoins ou les sondes.....	12
7.3.6 Durée du mesurage.....	13
7.3.7 Exigences spécifiques relatives aux témoins ou aux sondes.....	13
7.4 Mesurage de la vitesse de corrosion.....	13
8 Critères d'acceptation relatifs aux interférences en courant continu	13
8.1 Vue d'ensemble des critères.....	13
8.2 Vitesse de corrosion.....	15
8.3 Critères relatifs à l'acier et à la fonte.....	15
8.3.1 Interférences constantes dans le temps.....	15
8.3.2 Interférences variables dans le temps.....	16
8.4 Critères relatifs aux tuyaux en acier dans du béton fondés sur des mesurages de potentiel sans protection cathodique.....	17
8.4.1 Interférences anodiques constantes dans le temps.....	17
8.4.2 Interférences variables dans le temps.....	17
9 Réduction de l'influence des courants vagabonds issus d'une source de courant continu	18
9.1 Généralités.....	18
9.2 Modifications de la source d'interférences.....	18
9.2.1 Principes.....	18

9.2.2	Réseaux en courant continu sur les sites industriels.....	18
9.2.3	Réseaux en courant continu dans les ports.....	18
9.2.4	Réseaux de traction en courant continu.....	19
9.2.5	Systèmes de protection cathodique.....	20
9.2.6	Interférences telluriques.....	20
9.2.7	Systèmes de communication à courant continu.....	21
10	Modifications de la structure subissant des interférences.....	21
10.1	Généralités.....	21
10.2	Conditions préalables en matière de conception.....	22
10.2.1	Revêtements.....	22
10.2.2	Isolation par rapport aux autres structures.....	22
10.2.3	Distances à porter au maximum.....	22
10.2.4	Installation de dispositifs d'atténuation.....	22
10.2.5	Modification de la continuité électrique de la structure perturbée.....	23
11	Inspection et maintenance.....	24
Annexe A (informative) Utilisation de sondes de courant pour évaluer les interférences dues à des courants vagabonds fluctuants sur des structures protégées cathodiquement		
Annexe B (informative) Détermination de l'emplacement approprié pour l'installation d'électrodes de référence, de témoins et de sondes en cas de couplage inductif causé par des courants vagabonds.....		
Annexe C (informative) Principes de fonctionnement des sondes à résistance électrique.....		
Annexe D (informative) Interférences géomagnétiques.....		
Annexe E (informative) Interférences dues au courant continu haute tension.....		
Annexe F (informative) Influence des courants alternatifs.....		
Annexe G (informative) Effets des marées.....		
Annexe H (informative) Influence des installations photovoltaïques.....		
Annexe I (informative) Modélisation des effets liés à l'influence des courants vagabonds sur les conduites protégées cathodiquement.....		
Annexe J (informative) Évaluation du risque de corrosion pour le béton armé ou pour des structures protégées cathodiquement dans des conditions d'interférences variables dans le temps.....		
Annexe K (informative) Principes des interférences anodique et cathodique.....		
Bibliographie.....		

PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21857:2021
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59ef122-a36c-4552-8862-19549d39ff75/iso-21857-2021>

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 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*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 219, *Protection cathodique*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

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.

Introduction

Le présent document fournit des recommandations pour la prévention de la corrosion externe lorsqu'une conduite est soumise à l'influence d'interférences électriques. Les interférences électriques peuvent être dues à des courants vagabonds (définis dans l'ISO 8044) ou il peut s'agir d'interférences se produisant naturellement, causées par le géomagnétisme ou l'activité des marées.

Les normes internationales traitant de la protection cathodique (par exemple, l'ISO 15589-1 et l'ISO 15589-2) se réfèrent à une valeur appelée potentiel de structure par rapport à l'électrolyte, qui est considérée comme représentative de l'efficacité de la protection cathodique. Lorsque le potentiel est soumis à l'influence de courants vagabonds, cependant, il n'est pas toujours possible d'obtenir un potentiel de structure par rapport à l'électrolyte qui soit significatif, d'où la nécessité d'utiliser d'autres méthodes d'évaluation. L'analyse mathématique des potentiels et/ou l'évaluation directe de la vitesse de corrosion en utilisant des sondes à résistance électrique en font partie.

Une structure affectée par des courants vagabonds, par exemple une conduite ou un câble, peut à son tour contaminer d'autres structures avoisinantes.

Le présent document ne vise pas à interdire l'utilisation d'équipements ou de solutions techniques autres pour les applications prévues. Lorsqu'une alternative est proposée, tout écart par rapport au présent document aura à être identifié et documenté.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 21857:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021>

Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Prévention de la corrosion sur les systèmes de conduites soumis à l'influence de courants vagabonds

1 Domaine d'application

Le présent document établit les principes généraux pour l'évaluation et la réduction au minimum des effets de la corrosion due à des courants vagabonds causés par les interférences électriques en courant continu et alternatif sur les surfaces extérieures des systèmes de conduites enterrées ou immergées.

Les autres effets des courants vagabonds, tels que la surchauffe et l'interférence avec les opérations de soudage, ne sont pas couverts par le présent document.

Le présent document fournit une brève description des effets des courants alternatifs, des principes généraux et des lignes directrices.

NOTE 1 Voir l'ISO 18086 concernant les effets des courants alternatifs sur les conduites enterrées ou immergées.

Les systèmes susceptibles également d'être affectés par des courants vagabonds comprennent les structures métalliques enterrées ou immergées telles que :

- a) systèmes de conduites ;
- b) câbles blindés ;
- c) réservoirs et cuves ;
- d) systèmes de mise à la terre ;
- e) armement dans du béton ;
- f) palplanches en acier.

Le présent document fournit des lignes directrices concernant :

- la conception des systèmes de protection cathodique susceptibles de produire des courants vagabonds ;
- la conception des systèmes de conduites, ou éléments des systèmes de conduites, enterrés ou immergés, et susceptibles d'être soumis à la corrosion par courant vagabond ; et
- le choix de mesures de protection ou d'atténuation appropriées.

Le présent document ne traite pas en détail des risques de corrosion interne due à des courants vagabonds, mais les mesures et principes qui y sont donnés sont applicables pour réduire au minimum les effets des interférences.

NOTE 2 L'impact des interférences électromagnétiques sur les parties annexes situées au-dessus du sol des systèmes de conduites est traité dans l'EN 50443, l'IEC 61140, l'IEC 60364-4-41, l'IEC 60479-1, l'IEC 60364-5-52, l'IEC/TS 61201 et l'IEC/TR 60479-5.

Le présent document peut également être utilisé pour des systèmes de conduites en dehors du champ des industries de la pétrochimie et du gaz naturel, ainsi que pour d'autres structures enterrées ou immergées.

NOTE 3 L'EN 50162 fournit des recommandations pour les structures ferroviaires.

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).

IEC 62128-2:2013, *Applications ferroviaires — Installations fixes — Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour — Partie 2 : Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu*

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*

ISO 8044, *Corrosion des métaux et alliages — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 15589-1, l'IEC 62128-2:2013 et l'ISO 8044 ainsi que les suivants s'appliquent.

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 revêtement
couche d'isolation électrique appliquée sur une surface métallique pour la protéger contre la corrosion en empêchant le contact entre l'électrolyte et la surface métallique

3.2 terre lointaine
notion théorique se référant à une électrode de terre d'impédance nulle placée à une distance infinie du sol soumis à essai

Note 1 à l'article: Dans la pratique, on approche de la terre lointaine lorsque la résistance mutuelle entre le sol soumis à essai et l'électrode d'essai devient négligeable. Le potentiel de la terre lointaine est habituellement considéré comme nul.

[SOURCE: IEEE Std 81-2012^[1]]

3.3 couplage conducteur
transfert d'énergie qui a lieu lorsqu'une partie du courant qui appartient au système produisant les interférences retourne à la terre du système par l'intermédiaire du système subissant les interférences

Note 1 à l'article: Le couplage conducteur a lieu également 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 les interférences, les résultats de ce couplage étant des tensions et des courants conducteurs.

3.4 drainage
drainage électrique
transfert de courants vagabonds d'une structure affectée à la source de courant au moyen d'une liaison délibérée

Note 1 à l'article: Pour des dispositifs de drainage, voir *liaison de drainage direct* (3.5), *liaison de drainage unidirectionnel* (3.7) et *liaison de drainage forcé* (3.6).

3.5**liaison de drainage direct**

dispositif qui produit un *drainage électrique* (3.4) au moyen d'une liaison métallique bidirectionnelle entre une structure affectée et la source des courants vagabonds

Note 1 à l'article: La liaison peut comprendre une résistance en série pour réduire le courant.

3.6**liaison de drainage forcé**

dispositif qui produit un *drainage électrique* (3.4) au moyen d'une liaison entre une structure affectée et la source des courants vagabonds

Note 1 à l'article: La liaison comprend une source séparée en courant continu pour augmenter le transfert de courant.

3.7**liaison de drainage unidirectionnel**

dispositif qui produit un *drainage électrique* (3.4) au moyen d'une liaison unidirectionnelle entre une structure affectée et la source des courants vagabonds

Note 1 à l'article: La liaison comprend un dispositif tel qu'une diode pour s'assurer que le courant ne peut circuler que dans un sens.

3.8**interférences telluriques**

tensions générées par les variations du champ géomagnétique, qui entraînent des variations des potentiels des tuyaux par rapport au sol

3.9**sonde à résistance électrique****sonde RE**

dispositif permettant de mesurer la perte de métal par comparaison avec la valeur d'une résistance calibrée d'une pièce de métal ayant des caractéristiques connues

3.10**fréquence d'échantillonnage**

intervalle de mesure défini par l'exploitant

3.11**interférences en courant alternatif****interférences CA**

perturbations électriques générées par des systèmes en courant alternatif, qui affectent les conduites enterrées ou immergées par conduction et/ou induction

Note 1 à l'article: Lignes d'énergie, réseaux de traction ferroviaire.

3.12**interférences en courant continu****interférences CC**

perturbations générées par des systèmes en courant continu, qui affectent les structures métalliques enterrées ou immergées, principalement par conduction

4 Abréviations et symboles

4.1 Abréviations

CA	courant alternatif
CC	courant continu
f.e.m	force électromotrice
GIC	courants géomagnétiquement induits
HTCA	courant alternatif haute tension
HTCC	courant continu haute tension
IR	produit du courant par la résistance (I et R) qui indique l'erreur due à la chute de tension dans un mesurage de potentiel
PC	protection cathodique
PV	photovoltaïque
RMS	moyenne quadratique

4.2 Symboles

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

a^{-1}	par an
B	champ magnétique
E	potentiel de structure par rapport au sol pour les structures non protégées cathodiquement
E_a	potentiel anodique
E_c	potentiel cathodique
ΔE	différence de potentiel due au fonctionnement/non-fonctionnement de la source d'interférences
ΔE_a	décalage de potentiel anodique (chute ohmique comprise)
$\Delta E_{a,avg}$	décalage moyen de potentiel anodique
$\Delta E_{a,IR\ free}$	décalage de potentiel anodique (chute ohmique non comprise)
ΔE_c	abaissement de potentiel cathodique
ΔE_m	interférences mesurées
$\Delta E_{c,avg}$	abaissement de potentiel cathodique moyen
E_{cor}	potentiel de structure d'un métal dans un système de corrosion donné (ISO 8044)
$E_{IR-free}$	potentiel de structure en l'absence d'erreur de mesure due à la circulation de courant dans le circuit
E_{on}	potentiel à courant établi
$E_{on,avg}$	potentiel à courant établi moyen

E_p	potentiel de protection conformément à l'ISO 15589-1
E_{ref}	potentiel à courant établi nécessaire pour obtenir une protection cathodique efficace
F	champs électriques
I_{cpn}	mesurage du courant
J	densité de courant
J_a	densité de courant anodique
J_{cpn}	densité de courant du témoin
J_c	densité de courant cathodique
J_{ref}	valeur de référence de la densité de courant (analogue à I_{ref})
ρ	résistivité du sol ($\Omega \cdot m$)
Q_a	charge anodique pendant la période d'interférences anodiques
Q_c	charge cathodique pendant la période d'interférences cathodiques
R_c	résistance de l'élément témoin
R_{iso}	résistance d'isolement (habituellement, l'isolement d'un câble)
s	secondes
$S \cdot km^{-1}$	Siemens per unit length ISO 21857:2021
t	Temps https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021
T_a	intervalle durant lequel la structure est anodique par rapport à la valeur choisie de E_{ref} ou de J_{ref}
$T_{a,max}$	durée maximale de la période anodique
T_c	intervalle durant lequel la structure est cathodique par rapport à la valeur choisie de E_{ref} ou de J_{ref}
v_{cor}	vitesse de corrosion
V_{CSE}	Voltage with respect to a copper/copper sulfate reference electrode

5 Échange d'informations et coopération

L'[Article 6](#) indique des sources d'interférences fréquentes qui peuvent provoquer une corrosion par courant vagabond. La phase de conception des systèmes de conduites enterrées ou immergées doit prendre en compte et documenter l'éventualité que ces systèmes produisent des interférences dues à des courants vagabonds ou qu'ils en soient affectés. Il convient que le système de conduites respecte les critères d'acceptation identifiés dans l'[Article 8](#). Des travaux de construction, des modifications importantes apportées aux structures existantes, un freinage par récupération, etc., peuvent nécessiter un examen détaillé de la situation eu égard aux interférences.

Les problèmes d'interférences électriques sur des systèmes de conduites enterrées ou immergées doivent être pris en compte et documentés en gardant à l'esprit les points suivants:

- l'exploitant du système de conduites peut protéger une structure contre la corrosion en utilisant la méthode qu'il juge la plus appropriée. Cependant, les niveaux d'interférences électriques vis-à-vis

des structures avoisinantes doivent être maintenues dans les limites définies qui sont indiquées à l'[Article 8](#) ;

- les courants vagabonds, spécialement ceux qui sont issus des réseaux de traction en courant continu, sont directement liés à la conception des circuits de retour de traction. Cela signifie qu'il est possible de limiter les courants vagabonds en jouant sur la conception des circuits de traction, mais pas de les éliminer ;
- en présence d'autres structures susceptibles d'être affectées, l'exigence de maintenir les interférences dans les limites définies s'applique pour toutes les structures affectées ;
- les installations photovoltaïques à échelle industrielle peuvent donner lieu à des interférences en courant continu en régime établi sur des conduites enterrées adjacentes. L'exploitant de l'installation photovoltaïque est appelé à assurer une surveillance continue de la valeur R_{ISO} pour vérifier la résistance d'isolement entre les panneaux photovoltaïques et la terre. Il convient que l'exploitant des conduites soit informé de toute modification des valeurs R_{ISO} au-delà de la valeur seuil.
- les caractéristiques de fonctionnement des réseaux à haute tension en courant continu (HTCC) peuvent se modifier en présence de conditions de défaut ou d'opérations de maintenance. Ces modifications peuvent influencer sur le risque de corrosion encouru par les conduites enterrées et il convient d'en informer en temps opportun l'exploitant des conduites.

Accords, coopération et échange d'informations entre les parties concernées permettent de réaliser au mieux cet objectif. L'échange d'informations et la coopération sont importants et doivent intervenir à la fois au moment de la conception et pendant l'exploitation des systèmes. De cette manière, les effets envisageables, ainsi que les précautions et solutions appropriées, peuvent être évalués.

Les informations suivantes sont nécessaires pour se forger un avis technique pertinent :

- données concernant les structures métalliques enterrées ;
- installations de protection cathodique ou modifications importantes d'installations existantes ;
- installations des réseaux de traction en courant continu ou modifications importantes d'installations existantes ;
- installation de lignes de transmission à haute tension en courant continu ou modification d'installations existantes ou de modes d'exploitation ;
- données concernant les sources d'installations en courant continu qui sont susceptibles d'exercer une influence sur des conduites enterrées ;
- systèmes photovoltaïques à échelle industrielle.

Pour asseoir les accords et la coopération et gagner en efficacité, des réunions périodiques peuvent être organisées entre les parties intéressées, les comités ou d'autres associations, qui peuvent mettre au point des procédures et des protocoles d'échange d'informations.

6 Sources fréquentes d'interférences susceptibles de provoquer la corrosion

6.1 Généralités

Les réseaux en courant continu qui peuvent provoquer la fuite de courant dans la terre ou dans tout autre électrolyte, que ce soit intentionnel ou non, comprennent entre autres :

- a) les réseaux de traction ;
- b) les lignes aériennes pour véhicules ;
- c) les réseaux de trolleybus ;

- d) les systèmes électriques ;
- e) les équipements sur des sites industriels, par exemple, postes de soudure ;
- f) les systèmes de communication ;
- g) les systèmes d'instrumentation ;
- h) les systèmes de protection cathodique ;
- i) les systèmes de transmission à haute tension. (Voir l'[Annexe E](#)) ;
- j) les réseaux de signalisation des voies. (Concernant les courants vagabonds issus de la traction électrique, la norme IEC 62128-2 donne les exigences requises pour réduire au minimum leur production et leurs effets dans le réseau ferroviaire) ;
- k) les systèmes de production photovoltaïque. (Voir l'[Annexe H](#)) ;
- l) les centrales éoliennes en mer ;
- m) les interférences géomagnétiques (courants telluriques). (Voir l'[Annexe D](#)) ;
- n) le cycle des marées. (Voir l'[Annexe G](#)).

Les réseaux à tension alternative (voir l'[Annexe F](#)) qui peuvent induire des tensions dans les structures enterrées comprennent :

- les câbles aériens de transport de courant triphasé ;
- les câbles enterrés de transport de courant triphasé ; et
- les réseaux ferroviaires alimentés en courant alternatif.

6.2 Courant continu

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021>

6.2.1 Généralités

Les sources de courant continu qui peuvent avoir une influence sur les potentiels de la structure par rapport à l'électrolyte, dans le cas des conduites, peuvent être d'origine industrielle ou naturelle.

6.2.2 Réseaux de traction

Les réseaux de traction en courant continu les plus répandus répondent à diverses configurations. Ce qui les distingue est, en général, la manière dont le courant retourne à la ou aux sous-stations. Quelle que soit la configuration de réseau utilisée, il y a un retour de courant par la terre. L'IEC 62128-2 donne des recommandations relatives aux limites admissibles.

6.2.3 Systèmes industriels

6.2.3.1 Généralités

Il convient que les systèmes industriels qui utilisent, ou génèrent, des courants continus soient équipés de systèmes de mise à la terre qui ne reposent pas sur de longs retours par la terre ou n'utilisent pas de structures tierces à des fins de mise à la terre.

6.2.3.2 Soudage

Il convient que les circuits de retour des postes de soudure soient configurés de sorte que les retours par la terre soient les plus courts possible et n'amplifient pas le risque de retours du courant par l'intermédiaire des structures tierces.

6.2.3.3 Influence des installations photovoltaïques sur les conduites enterrées

Les courants de fuite dans les systèmes photovoltaïques ont pour origine un défaut ou la circulation d'un courant continu, rendu systématique et inévitable dès lors que l'isolement d'un câble des modules PV ou d'autres composants du groupe est endommagé. Dans certaines conditions, les courants de fuite en courant continu, s'ils ne sont pas détectés ou si aucune mesure n'est prise pour y remédier, peuvent causer une accélération de la corrosion par courant vagabond sur les infrastructures souterraines métalliques, telles que des conduites enterrées à proximité de systèmes PV étendus à échelle industrielle.

6.3 Courant alternatif

6.3.1 Généralités

Les réseaux alimentés en courant alternatif peuvent exercer une interférence sur les conduites en raison des mécanismes de couplage inductif, couplage conductif et couplage capacitif, qui sont décrits en Référence [3] et [6].

Il peut arriver que la tension résultant de l'interférence à laquelle le tuyau est soumis dépasse les niveaux acceptables de potentiel de contact et/ou de densités de courant qui vont entraîner des dommages de corrosion sur les surfaces en acier exposées.

Les potentiels et les densités de courant qui sont utilisés pour déterminer le risque de corrosion due à l'influence de courants alternatifs sont décrits en détail en Référence [3] et [6].

L'Annexe F fournit des informations supplémentaires ainsi qu'une méthode pour calculer la tension induite dans un tronçon de tuyau.

6.3.2 Lignes d'énergie électrique aériennes et enterrées

6.3.2.1 Généralités

ISO 21857:2021
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c59efd22-a36c-4552-8862-19549d39f173/iso-21857-2021>

Les lignes d'énergie électrique aériennes peuvent générer des tensions inacceptables sur les conduites enterrées, essentiellement par induction. Celle-ci résulte d'un couplage magnétique. L'amplitude de la tension induite dépend de la distance, de la longueur du parallélisme, de l'amplitude du courant inducteur et de la relation entre la fréquence et la phase.

6.3.2.2 Câbles d'énergie électrique enterrés

Les lignes d'énergie électrique enterrées peuvent générer des tensions inacceptables sur les conduites enterrées, essentiellement par induction, de la même manière que les lignes d'énergie électrique aériennes. Il est préférable, lors de la pose des câbles enterrés, de rapprocher les câbles de phase et d'opter pour une configuration en trèfle. La disposition en trèfle renvoie à une méthode d'agencement des câbles de phase individuels qui permet de réduire l'inductance résultante du fait que les phases sont en opposition et s'annulent mutuellement.

6.3.2.3 Réseaux ferroviaires

Les réseaux ferroviaires alimentés en courant alternatif peuvent être une source d'interférences. Le couplage est essentiellement de type inductif lorsque la conduite est parallèle à la voie ferrée. Les rails des systèmes ferroviaires alimentés en courant alternatif sont reliés à la terre, ce qui peut avoir pour résultat un couplage inductif avec les structures enterrées adjacentes. Ces réseaux ferroviaires peuvent être alimentés par des courants alternatifs de 60 Hz, de 50 Hz et de 16,67 Hz. Lors de l'évaluation des risques résultant des effets des interférences électromagnétiques sur les conduites enterrées posées à proximité de réseaux de traction électrique à courant alternatif, il convient de tenir compte de la distorsion harmonique dans les réseaux ferroviaires. En présence d'harmoniques, les tensions induites sur les conduites enterrées peuvent être amplifiées[5].

6.4 Systèmes de transmission à haute tension en courant continu (HTCC)

Il existe deux principales configurations de système de transmission à haute tension en courant continu : monopolaire et bipolaire. Il convient de privilégier les systèmes bipolaires HTCC pour éviter les interférences dues à des courants vagabonds. La mise à la terre des systèmes HTCC doit être conçue de façon à éviter la fuite de courants vers la terre en fonctionnement normal et à réduire au minimum le courant de terre pendant des conditions de défaut ou de charge déséquilibrée.

La conception de l'ensemble du système doit tenir compte du niveau potentiellement élevé des courants vagabonds auxquels les structures métalliques enterrées ou immergées pourraient être exposées, même à une distance substantielle du poste d'électrodes.

Les câbles à haute tension, en courant alternatif et en courant continu, des lignes enterrées sont regroupés dans des baies combinées le long du chemin de câbles. La distance de séparation entre les baies combinées dépend de la tension de service des câbles, de la dimension des conducteurs et de la construction. Les baies combinées ne sont pas toutes équipées d'une mise à la terre locale, mais les écrans de câble sont reliés dans chaque baie combinée. Il convient que l'emplacement de toutes les terres soit avalisé par l'opérateur des circuits de câbles. Si un opérateur décide d'installer une terre sur une baie combinée, il convient que la distance d'installation de la terre par rapport aux conduites enterrées garantisse le maintien dans des limites sûres de la tension de contact créée sur une conduite pendant des conditions de défaut. Les courants de fuite en courant alternatif ou en courant continu à travers les systèmes de mise à la terre peuvent également causer des interférences sur les installations de services publics enterrées ; il convient donc de les réduire au minimum.

L'[Annexe E](#) fournit des informations complémentaires.

6.5 Interférences naturelles

6.5.1 Généralités

Les interférences basse fréquence naturelles sont causées par les variations du champ géomagnétique et par les mouvements des marées.

6.5.2 Interférences (telluriques) géomagnétiques

Les variations du champ géomagnétique sont les variations du champ magnétique terrestre. Les variations du champ géomagnétique induisent des courants électriques dans la terre et dans les conducteurs longs tels que les conduites et les lignes de transmission d'énergie. Ces courants induits sont généralement appelés « courants telluriques » lorsqu'ils affectent des conduites et « courants géomagnétiquement induits » dans le secteur de l'énergie électrique. Les deux termes sont utilisés dans la littérature ; par souci de cohérence au regard de la pratique en usage dans le domaine des conduites, c'est le terme « courants telluriques » qui sera utilisé dans le présent document. (Voir l'[Annexe D](#) pour plus d'informations).

6.5.3 Effets d'interférence dus aux marées

Le mouvement de l'eau de mer, qui est un milieu conducteur, à travers le champ magnétique terrestre agit comme une dynamo et génère un champ électrique dans cette eau. Celui-ci génère à son tour un courant électrique (un flux de charges) dans l'eau de mer, perpendiculairement au sens du mouvement de l'eau. Lorsque ce courant électrique rencontre la terre, il se forme une accumulation de charges électriques qui créent un gradient de potentiel d'une part le long du fond marin, d'autre part vers l'intérieur des terres, perpendiculairement à la côte. (Voir l'[Annexe G](#) pour plus d'informations).