



IEEE

IEC/IEEE 62395-2

Edition 1.0 2024-06

NORME INTERNATIONALE

**Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales -
Partie 2: Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance
des systèmes**

get full document from standards.iteh.ai



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

Copyright © 2024 IEEE

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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
3 Park Avenue
New York, NY 10016-5997
United States of America
stds.ipr@ieee.org
www.ieee.org

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	95
INTRODUCTION.....	97
1 Domaine d'application	98
2 Références normatives	99
3 Termes et définitions	100
4 Chauffage de surface des systèmes de cuves et de tuyauteries	100
4.1 Description de l'application	100
4.1.1 Généralités	100
4.1.2 Conditions d'environnement.....	100
4.1.3 Aspects des systèmes de chauffage par traçage	101
4.2 Informations concernant la conception – Généralités	101
4.2.1 Généralités	101
4.2.2 Conception électrique du système	101
4.2.3 Régulation et surveillance.....	101
4.2.4 Conception du système de chauffage par traçage.....	103
4.2.5 Documentation concernant les informations de conception	103
4.3 Conception thermique du système	103
4.3.1 Généralités	103
4.3.2 Conditions de conception.....	104
4.3.3 Isolation thermique	104
4.3.4 Détermination des pertes de chaleur	110
4.3.5 Coefficient de sécurité de conception	111
4.3.6 Aspects concernant le réchauffage	111
4.3.7 Choix de la résistance de traçage	112
4.3.8 Calculs de conception.....	115
4.3.9 Calculs de la température théorique de la gaine – Applications utilisant des tuyaux métalliques	116
4.3.10 Calculs de la température théorique de la gaine – Applications utilisant des tuyaux non métalliques	117
4.3.11 Documentation de conception.....	118
4.3.12 Démarrage à températures ambiantes faibles	119
4.3.13 Circuits de résistance de traçage de grande longueur.....	119
4.3.14 Effet de cheminée.....	119
4.4 Conception électrique	120
4.5 Conception du système de régulation et de surveillance	120
4.5.1 Généralités	120
4.5.2 Régulateurs de température mécaniques.....	121
4.5.3 Régulateurs de température électroniques.....	121
4.5.4 Bonne adaptation à l'application	121
4.5.5 Emplacement des régulateurs.....	122
4.5.6 Emplacement des capteurs.....	122
4.5.7 Aspects liés aux alarmes	123
4.5.8 Régulation intégrée	124
4.5.9 Analyse du modèle de circulation	124
4.5.10 Technique de régulation de tronçon mort.....	126
4.5.11 Exigences de surveillance pour les systèmes pulvérisateurs de lutte contre les incendies.....	126

4.6	Considérations particulières de conception	126
4.6.1	Généralités	126
4.6.2	Systèmes de protection contre le gel	127
4.6.3	Systèmes pulvérisateurs de lutte incendie	127
4.6.4	Services d'eau chaude/d'eau tiède	128
4.6.5	Exigences de conception des douches de sécurité	129
4.6.6	Conduites spécialisées	130
4.7	Installation	132
4.7.1	Généralités	132
4.7.2	Aspects touchant au personnel	132
4.7.3	Travaux préparatoires	132
4.7.4	Installation préliminaire des circuits de traçage	133
4.7.5	Essai de résistance d'isolement avant installation	133
4.7.6	Installation des systèmes de résistances de traçage	133
4.7.7	Installation du matériel de régulation et de surveillance	136
4.7.8	Modifications nécessaires	137
4.7.9	Installation du système d'isolation thermique	138
4.7.10	Installation électrique	139
4.7.11	Mise en service	140
4.8	Maintenance	141
4.8.1	Généralités	141
4.8.2	Formation du personnel de maintenance	141
4.8.3	Fréquence d'inspection	142
4.8.4	Documentation du programme de maintenance	142
4.8.5	Évaluation visuelle	142
4.8.6	Évaluation électrique	142
4.8.7	Revue du système de protection électrique	143
4.9	Réparation	143
4.9.1	Généralités	143
4.9.2	Localisation de défaut	143
4.9.3	Faisabilité des réparations des résistances de traçage	144
4.9.4	Techniques de réparation pour les résistances de traçage électrique	144
5	Dégivrage des toits et des gouttières	145
5.1	Description de l'application	145
5.2	Informations concernant la conception – Généralités	145
5.3	Conception thermique	146
5.4	Conception électrique	146
5.5	Conception du système de régulation et de surveillance	146
5.6	Considérations particulières de conception	147
5.7	Installation	147
5.7.1	Généralités	147
5.7.2	Montage des résistances de traçage et des composants	147
5.8	Maintenance	151
5.9	Réparation	151
6	Chauffage des rails	152
6.1	Description de l'application	152
6.1.1	Généralités	152
6.1.2	Chauffage du point de commutation	152
6.1.3	Chauffage du rail de contact/rail conducteur	152

6.1.4	Chauffage de la voie	153
6.1.5	Chauffage des caténaires/sabots de pantographe	153
6.2	Informations de conception	153
6.2.1	Généralités	153
6.2.2	Données météorologiques	153
6.2.3	Description du système ferroviaire	153
6.2.4	Conception du système	154
6.3	Conception thermique	154
6.3.1	Détermination de la charge thermique	154
6.3.2	Charge thermique type	154
6.4	Conception électrique	155
6.5	Conception du système de régulation et de surveillance	155
6.6	Considérations particulières de conception	155
6.6.1	Considérations électriques	155
6.6.2	Analyse limitée d'éléments	155
6.7	Installation	156
6.7.1	Généralités	156
6.7.2	Chauffage par points	156
6.7.3	Croisement à cœur mobile	157
6.7.4	Chauffage des verrouillages de serrage	157
6.7.5	Chauffage du rail de contact/du rail conducteur et chauffage de la voie	157
6.7.6	Chauffage des caténaires/sabots de pantographe	158
6.8	Maintenance	158
6.9	Réparation	158
7	Dispositifs destinés à faire fondre la neige	159
7.1	Description de l'application	159
7.2	Informations de conception	159
7.2.1	Généralités	159
7.2.2	Données météorologiques	159
7.2.3	Détails de construction de la pièce à traiter	159
7.2.4	Considérations électriques	159
7.2.5	Niveau de performance du système	160
7.2.6	Montage des résistances de traçage et des composants	160
7.3	Conception thermique – Détermination de la puissance de sortie (charge thermique)	164
7.4	Conception électrique	165
7.5	Conception du système de régulation et de surveillance	165
7.6	Considérations particulières de conception	165
7.7	Installation	166
7.8	Maintenance	167
7.9	Réparation	167
8	Chauffage des sols	167
8.1	Description de l'application	167
8.2	Informations de conception	167
8.2.1	Généralités	167
8.2.2	Données d'environnement	167
8.2.3	Détails de construction de la pièce à traiter	167
8.2.4	Considérations électriques	168
8.2.5	Montage des résistances de traçage et des composants	168

8.3	Conception thermique – Détermination de la charge thermique	169
8.4	Conception électrique	170
8.5	Conception du système de régulation et de surveillance	171
8.6	Considération particulière de conception	171
8.7	Installation	171
8.8	Maintenance	171
8.9	Réparation	171
9	Protection contre le soulèvement par le gel	172
9.1	Description de l'application	172
9.2	Informations de conception	172
9.2.1	Généralités	172
9.2.2	Détails de construction du sol	172
9.2.3	Considérations électriques	173
9.3	Détermination de la charge thermique	173
9.3.1	Généralités	173
9.3.2	Montage des résistances de traçage et des composants	175
9.4	Conception électrique	175
9.5	Conception du système de régulation et de surveillance	175
9.5.1	Options de commande	175
9.5.2	Surveillance	175
9.6	Considérations particulières de conception	176
9.7	Installation	176
9.8	Maintenance	176
9.9	Réparation	176
10	Systèmes de stockage de l'énergie thermique en souterrain	177
10.1	Description de l'application	177
10.2	Informations de conception	177
10.2.1	Généralités	177
10.2.2	Données d'environnement	177
10.2.3	Détails de construction du bâtiment	177
10.2.4	Considérations électriques	177
10.2.5	Montage des résistances de traçage et des composants	177
10.3	Conception thermique – Détermination des pertes de chaleur	178
10.4	Conception électrique	179
10.5	Conception du système de régulation et de surveillance	179
10.6	Considérations de conception particulières pour des résistances de chauffage placées dans des couches de sable	179
10.7	Installation	179
10.7.1	Généralités	179
10.7.2	Installation dans le sable	179
10.7.3	Installation dans le béton	180
10.8	Maintenance	180
10.9	Réparation	181
Annexe A (informative)	Vérifications avant l'installation	182
Annexe B (informative)	Enregistrement de mise en service d'une résistance de traçage	183
Annexe C (informative)	Programme et journal de maintenance	184
Bibliographie		185

Figure 1 – Isolation thermique – Installation d'une barrière d'étanchéité	107
Figure 2 – Profil type de température	109
Figure 3 – Conditions d'équilibre pour la maintenance de la pièce à traiter	114
Figure 4 – Conditions d'équilibre pour l'évaluation des limites supérieures.....	115
Figure 5 – Exemple de réservoir chauffé.....	125
Figure 6 – Exemple de dérivation.....	125
Figure 7 – Cheville de pulvérisateur de lutte contre les incendies: isolation thermique oblique.....	128
Figure 8 – Système de double confinement.....	131
Figure 9 – Systèmes de tuyauteries à flux de gravité	131
Figure 10 – Formation de barrières de glace.....	145
Figure 11 – Tuyau de descente vers évacuation souterraine	146
Figure 12 – Montage d'une résistance de traçage de toit et de gouttière	148
Figure 13 – Détail d'une gouttière	149
Figure 14 – Méthodes types de montage des toits	150
Figure 15 – Détail des tuyaux d'évacuation pour toit plat	151
Figure 16 – Positionnement type par point de la résistance de traçage sur la contre-aiguille et le rail d'aiguillage	156
Figure 17 – Positionnement type de la résistance de traçage sur le croisement à cœur mobile.....	157
Figure 18 – Résistance de traçage type des verrouillages de serrage.....	157
Figure 19 – Positionnement type de la résistance de traçage sur les rails de contact plaqués en aluminium et acier	158
Figure 20 – Positionnement type de la résistance de traçage dans le sabot du pantographe	158
Figure 21 – Résistance de traçage pour faire fondre la neige enfouie dans le béton	162
Figure 22 – Résistance de traçage pour faire fondre la neige à l'intérieur d'un conduit.....	163
Figure 23 – Détail de joint de dilatation.....	164
Figure 24 – Emplacement de la boîte de jonction pour fonte de la neige	164
Figure 25 – Montage type des résistances de traçage pour le chauffage des sols.....	169
Figure 26 – Exigences types pour la puissance de chauffage des sols.....	170
Figure 27 – Sous-structure type de prévention du soulèvement par le gel.....	172
Figure 28 – Exigences de puissance pour la prévention du soulèvement par le gel.....	174
Figure 29 – Installation type d'un système de stockage de l'énergie thermique en souterrain	178
Tableau 1 – Types de résistance de traçage et de résistance en surface et attributs associés	99
Tableau 2 – Types d'applications	102
Tableau 3 – Recommandations pour la surveillance et la commande – Commandes Types II et III	122
Tableau 4 – Recommandations pour les services d'eau chaude et les températures d'eau tiède.....	129
Tableau 5 – Valeurs minimales de résistance d'isolement.....	133
Tableau 6 – Charges thermiques types pour faire fondre la neige	160

SYSTÈMES DE TRAÇAGE PAR RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES –

Partie 2: Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance des systèmes

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Document(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux.

Les normes de l'IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE, ainsi que par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA). Ces normes sont l'aboutissement d'un consensus, soumis à l'approbation de l'Institut national américain de normalisation, qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne teste pas et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. *Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation, à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir <http://standards.ieee.org/IPR/disclaimers.html> pour de plus amples informations).*

L'IEC travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations. Cette norme internationale double logo a été élaborée conjointement par l'IEC et l'IEEE, conformément aux dispositions de cet accord.

- 2) Les décisions officielles de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA).
- 3) Les Publications IEC/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications IEC/IEEE; l'IEC ou l'IEEE ne peuvent pas être tenus responsables de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC (y compris les Publications IEC/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications IEC/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC et l'IEEE ne sont responsables d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC ou à l'IEEE, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA), pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication IEC/IEEE ou toute autre publication de l'IEC ou de l'IEEE, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

- 9) L'attention est attirée sur le fait que la mise en application de cette Publication IEC/IEEE peut requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni l'IEC ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'implique la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

L'IEC/IEEE 62395-2 a été établie par le comité d'études 27 de l'IEC: Chauffage électrique industriel et traitement électromagnétique, en coopération avec le Petroleum & Chemical Industry Committee de l'IEEE Industrial Applications Society, dans le cadre de l'accord double logo IEC/IEEE conclu entre l'IEC et l'IEEE. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le présent document est publié sous la forme d'une norme double logo IEC/IEEE.

La présente norme annule et remplace l'IEC 62395-2:2013. Cette édition constitue une révision technique.

La présente norme inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC 62395-2:2013:

- a) les considérations de conception pour le traçage sur les systèmes pulvérisateurs ont été étendues et une figure a été ajoutée pour montrer comment faire pour éviter l'ombrage imprévu des pulvérisations des chevilles d'isolation adjacentes aux têtes d'arrosage;
- b) des détails spécifiques aux considérations de conception pour le traçage des unités de laveyeux d'urgence et des douches de sécurité ont été ajoutés.

La présente version bilingue (2026-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2024-06.

get full document from standards.iteh.ai

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé conformément aux règles données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

La présente norme est destinée à être utilisée conjointement avec l'IEC/IEEE 62395-1.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62395, publiées sous le titre général *Systèmes de traçage par résistance électrique pour applications industrielles et commerciales*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité technique de l'IEC et le comité technique de l'IEEE ont décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

L'IEC/IEEE 62395-1 fournit les exigences essentielles et les essais appropriés au matériel de traçage par résistance électrique utilisé dans des applications industrielles et commerciales. Alors qu'une partie de ce travail existe déjà sous forme de normes nationales ou internationales, le présent document a collationné la plupart des travaux existants tout en y introduisant un apport considérable.

L'IEC/IEEE 62395-2 fournit des recommandations détaillées concernant la conception, l'installation, la maintenance et la réparation des systèmes de traçage par résistance électrique dans les installations industrielles et commerciales qui peuvent intégrer des applications de chauffage des tuyauteries, des cuves, des toits et des dalles en béton.

L'objectif de la série IEC/IEEE 62395 consiste en ce qu'en utilisation normale, les systèmes de traçage électrique fonctionnent en toute sécurité dans les conditions d'utilisation définies:

- a) en employant des résistances de traçage de construction appropriée et en satisfaisant aux critères et aux exigences d'essai décrits dans l'IEC/IEEE 62395-1. La construction comprend une gaine métallique, une tresse de métal, un écran métallique ou un revêtement électriquement conducteur équivalent;
- b) en fonctionnant à des valeurs de températures sûres quand ils sont conçus, installés et entretenus conformément à l'IEC/IEEE 62395-2;
- c) en possédant au moins les niveaux minimaux de protection contre les surintensités et les défauts à la terre exigés dans l'IEC/IEEE 62395-1 et l'IEC/IEEE 62395-2.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

SYSTÈMES DE TRAÇAGE PAR RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES –

Partie 2: Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance des systèmes

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC/IEEE 62395 fournit des recommandations détaillées pour la conception, l'installation, la maintenance et la réparation des systèmes de traçage par résistance électrique dans les applications industrielles et commerciales. Le présent document ne comprend ni ne prévoit d'applications dans des atmosphères potentiellement explosives.

Le présent document traite de systèmes de traçage qui peuvent comprendre soit des unités fabriquées en usine, soit des unités assemblées sur site (chantier), et qui peuvent être des résistances de traçage en série ou en parallèle, ou des résistances en surface (bandes de traçage ou panneaux de traçage) qui ont été assemblées et/ou équipées de terminaisons conformément aux instructions du fabricant.

Les produits couverts par le présent document sont destinés à être installés par des personnes convenablement formées aux techniques nécessaires. Seul ce personnel formé réalise les travaux particulièrement critiques tels que l'installation de connexions et de terminaisons. Les installations sont destinées à être réalisées sous le contrôle d'une personne qualifiée ayant suivi une formation supplémentaire sur les systèmes de traçage électrique.

Le présent document ne couvre pas le chauffage par induction, impédance ou effet de peau.

Les systèmes de traçage et les systèmes de chauffage de surface peuvent être regroupés en différents types d'installations. Ces types sont caractérisés par des exigences d'essai différentes et ils sont généralement certifiés pour un type particulier d'installation ou d'application. Les applications types pour les différents types d'installations sont représentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Types de résistance de traçage et de résistance en surface et attributs associés

Type de résistance de traçage	Installations prévues	Exemples d'installations	Attributs exigés
A	Surfaces isolées (y compris les tuyaux)	Conduites d'eau chaude Protection contre le gel Conduites de graisse Conduites de fioul Tuyau pré-isolé Résistance de traçage au-dessous du niveau du sol Installations d'arrosage	Diélectrique, thermique, mécanique, exclusion de l'humidité et vérification des caractéristiques de performance Vérification de l'installation d'arrosage (si spécifié pour l'utilisation)
B	Zones exposées à l'extérieur	Dégivrage des toits Dégivrage des gouttières et des tuyaux de descente des eaux pluviales Puisards et drains Systèmes de chauffage des rails	Diélectrique, thermique, mécanique, exclusion de l'humidité et vérification des caractéristiques de performance Résistance à l'humidité accrue Résistance aux UV et à la condensation Résistance à la coupe Résistance à l'abrasion Essai de traction Essais du système ferroviaire (s'ils sont spécifiés pour l'utilisation)
C	Installations avec système de traçage intégré	Fonte de la neige intégrée Protection des chaussées contre le gel intégrée Chauffage des sols intégré Systèmes de stockage de l'énergie intégrés Encadrements de portes intégrés	Diélectrique, thermique, mécanique, exclusion de l'humidité et vérification des caractéristiques de performance Résistance à la coupe Résistance à l'écrasement
D	Installations avec résistance de traçage à l'intérieur du conduit ou de la tuyauterie	Fonte de la neige intégrée Protection des chaussées contre le gel intégrée Chauffage du sol intégré Systèmes de stockage de l'énergie intégrés Encadrements de portes intégrés Traçage interne pour la protection contre le gel des conduites d'eau potable Drains et passages couverts enfermés	Diélectrique, thermique, mécanique, exclusion de l'humidité et vérification des caractéristiques de performance Résistance à l'humidité accrue (pressurisée ou non pressurisée) Évaluation de la force de traction
NOTE Les systèmes de traçage destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives sont traités par l'IEC/IEEE 60079-30-1 et l'IEC/IEEE 60079-30-2.			

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/IEEE 62395-1:2024, *Electrical resistance trace heating systems for industrial and commercial applications – Part 1: General and testing requirements* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC/IEEE 62395-1 s'appliquent.

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

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEEE Standards Dictionary Online: disponible à l'adresse <http://dictionary.ieee.org>

NOTE Les définitions générales sont données dans l'IEC 60050, Vocabulaire Électrotechnique International (toutes les parties).

4 Chauffage de surface des systèmes de cuves et de tuyauteries

4.1 Description de l'application

4.1.1 Généralités

Les tuyauteries et les cuves utilisent souvent des systèmes de chauffage par traçage montés en surface pour maintenir la température de l'eau au-dessus du point de congélation et pour maintenir les fluides et les gaz de processus à des niveaux de température donnés. Les résistances de traçage compensent les pertes de chaleur vers l'environnement qui sont réduites, mais ne sont pas éliminées par l'isolation thermique.

4.1.2 Conditions d'environnement

Il convient d'accorder toute l'attention nécessaire aux conditions d'environnement immédiates, en particulier dans le cas des systèmes qui sont exposés à la lumière solaire (exposition aux ultraviolets), à des atmosphères côtières (brouillard salin corrosif et humidité élevée) et à des atmosphères chimiques comme dans les raffineries de pétrole et les usines de produits chimiques.

Les matériels qui sont exposés aux ultraviolets peuvent se dégrader en raison de l'oxydation qui s'opère en surface et qui peut entraîner une fragilisation et des craquelures de la surface. Les atmosphères corrosives peuvent affecter les mêmes surfaces exposées et peuvent accélérer la dégradation des surfaces qui sont aussi sensibles aux ultraviolets. L'exposition à des produits chimiques peut affecter tous les matériels, qu'ils soient recouverts ou non par une isolation thermique.

Les matériels de chauffage par traçage des tuyauteries et des cuves sont souvent en partie protégés de la corrosion et de l'exposition aux ultraviolets par l'isolation thermique. Toutefois, certains composants de ces systèmes peuvent être exposés à l'environnement comme les composants des connexions électriques et la barrière d'étanchéité qui entoure l'isolation thermique. Il convient que le choix des matériels de chauffage par traçage inclue une revue des paramètres influant sur la bonne adaptation d'un matériel donné aux conditions d'environnement prévues.

4.1.3 Aspects des systèmes de chauffage par traçage

Les systèmes de chauffage par traçage peuvent aller de la simple protection contre le gel des tuyaux dans des bâtiments à usage commercial à une maintenance de la température du processus et des applications de réchauffage dans des systèmes complexes, de grande taille, qui équipent les tuyauteries et les cuves des installations industrielles. Les détails nécessaires à la conception peuvent varier en fonction de la complexité de l'application. Les systèmes de régulation et les exigences en matière de surveillance peuvent également varier en fonction des exigences de régulation et de conception.

Il convient de choisir un matériel de chauffage par traçage adapté à l'application concernée. Par exemple, les tuyauteries en plastique offrent une température d'exposition maximale bien inférieure à celle des tuyauteries métalliques. Il convient que le système de chauffage et de régulation maintienne la température des tuyauteries dans les limites de la plage autorisée.

Il convient que les processus faisant intervenir des températures élevées utilisent des matériels de chauffage par traçage et des isolations thermiques adaptés aux températures maximales d'exposition.

4.2 Informations concernant la conception – Généralités

4.2.1 Généralités

Les exigences relatives à la conception du système incluent le développement d'exigences de base en matière de perte de chaleur (charge), d'instructions d'installation pour les systèmes électriques, de régulation, de surveillance et de traçage pour les installations complexes de grande taille comme les installations industrielles. Alors que chaque élément de la conception nécessite un traitement individuel, il convient que le système final soit évalué comme une intégration de ces éléments qui le composent.

Il convient que la conception du système de traçage soit conforme à toutes les exigences de l'IEC concernant l'utilisation des matériels électriques ainsi qu'aux exigences du présent document. Il convient de prendre en compte la maintenance des systèmes de traçage pour maintenir le rendement énergétique et les essais individuels de série des systèmes installés pour conserver un fonctionnement correct et en toute sécurité.

Il convient que les personnes mises à contribution pour la conception et la planification de systèmes de traçage soient formées de manière appropriée à toutes les techniques nécessaires.

4.2.2 Conception électrique du système

L'évaluation des systèmes de chauffage par résistance électrique inclut une évaluation initiale des exigences énergétiques et des matériels de distribution électrique associés. Le choix du type de matériel de traçage et du matériel de commande affecte les exigences pour la conception du système électrique. Des informations complémentaires sont données en 4.4.

4.2.3 Régulation et surveillance

4.2.3.1 Généralités

Les dispositifs de régulation des systèmes de traçage sont souvent spécifiés pour réduire l'utilisation totale d'énergie et/ou pour maintenir certains processus particuliers dans les limites d'une bande étroite. Les systèmes de surveillance sont utilisés pour vérifier le fonctionnement correct du système et dans de nombreux cas pour fournir une indication des problèmes électriques ou de températures qui sont hors limite. Le paragraphe 4.2.3.2 décrit les types fondamentaux de dispositifs de régulation et de surveillance et le paragraphe 4.2.3.3 définit les applications critiques en matière de systèmes de commande. La conception spécifique des systèmes de commande est donnée en 4.5.

4.2.3.2 Recommandations pour les systèmes de commande

Les recommandations pour les aspects commande et surveillance sont définies par type d'application.

a) Type I

Une commande de Type I est destinée aux applications dans lesquelles la température est maintenue au-dessus d'une valeur minimale. De grands éléments de puissance peuvent être commandés au moyen d'un dispositif de commande unique, par exemple un dispositif pour la détection de la température ambiante et un tableau de distribution électrique. L'apport de chaleur peut être fourni inutilement à certains moments et il convient de tolérer des plages étendues de températures de fonctionnement. Le rendement énergétique peut être amélioré par l'utilisation de techniques de commande de tronçon mort (voir le 4.5.10).

b) Type II

Une commande de Type II est destinée aux applications dans lesquelles il convient que la température soit maintenue dans les limites d'une bande modérée. Une commande type dans ce cas est celle qui utilise des thermostats mécaniques de détection pour les tuyaux.

c) Type III

Une commande de Type III est destinée aux applications dans lesquelles il convient que la température soit contrôlée dans les limites d'une bande étroite. Des dispositifs de régulation électroniques pour la détection sur les tuyaux utilisant des thermocouples ou des sondes thermiques à résistance (RTD, *Resistance-Temperature Detector*) facilitent l'étalonnage sur le terrain (site d'exploitation) et laissent une souplesse maximale pour le choix de l'alarme de température et des fonctions de surveillance. Des systèmes de détection de température avancés tels que la détection de température répartie fibronique peuvent être utilisés pour des applications de fluides thermosensibles. La capacité calorifique peut être fournie pour préchauffer un tuyau vide ou élever la température d'un fluide ou les deux dans une plage et dans un intervalle de temps spécifiés. Les systèmes du Type III exigent un respect strict des configurations d'écoulement et des systèmes d'isolation thermique.

4.2.3.3 Régulation et surveillance des applications critiques

Si la défaillance d'une partie quelconque du système de traçage peut générer un problème de sécurité ou d'opérabilité, alors le système peut être considéré comme un composant critique de l'application. Les exigences de contrôle de la température et de surveillance du circuit d'une application peuvent être définies selon les types de contrôles de la température décrits en 4.2.3.2, combinés au niveau de contrôle décrit dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Types d'applications

Le chauffage par traçage est-il un composant critique pour l'application?	Exactitude souhaitée pour le contrôle de température		
	Au-dessus d'une valeur minimale Type I	Dans les limites d'une bande modérée Type II	Dans les limites d'une bande étroite Type III
Oui = Critique (C–)	C – I	C – II	C – III
Non = Non critique (NC–)	NC – I	NC – II	NC – III

Lorsque le chauffage par traçage est critique pour l'application, il convient de prendre en compte la surveillance du circuit pour le fonctionnement correct, les alarmes en cas de dysfonctionnement et les résistances de traçage de secours (redondantes). Les résistances de traçage redondantes peuvent permettre la réalisation d'une maintenance ou de réparations sans un arrêt du système et peuvent être utilisées pour accroître la fiabilité. Les dispositifs de régulation redondants peuvent être spécifiés de manière à être activés automatiquement en cas de défaut indiqué par le système de surveillance/d'alarme.