
**Corrosion des métaux et alliages —
Essais de corrosion cyclique
accélérée avec exposition à l'eau
de mer synthétique par procédé de
dépôt salin — Conditions «sèches»
et conditions «humides» à taux
d'humidité absolue constant**

*Corrosion of metals and alloys — Accelerated cyclic corrosion tests
with exposure to synthetic ocean water salt-deposition process —
"Dry" and "wet" conditions at constant absolute humidity*

ISO 16539:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/574403e1-cc34-49f5-9f10-f804d1253aab/iso-16539-2013>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16539:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/574403e1-cc34-49f5-9f10-f804d1253aab/iso-16539-2013>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2013

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	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Solution d'essai	2
3.1 Préparation de la solution saline mixte	2
3.2 Ajustement du pH	2
3.3 Préparation de la solution d'essai	3
4 Appareillage	3
4.1 Protection des pièces	3
4.2 Chambre d'exposition	3
4.3 Dispositif de dépôt salin	3
4.4 Dispositif de contrôle de la température et de l'humidité	3
4.5 Traitement de rinçage des éprouvettes	3
4.6 Types d'appareillages	3
5 Éprouvettes d'essai	4
6 Méthode de mesure de dépôt salin	4
7 Disposition des éprouvettes d'essai	5
8 Conditions opératoires et mode opératoire	5
9 Traitement des éprouvettes après essai	8
10 Continuité des essais	9
11 Durée des essais	9
12 Évaluation des résultats	9
13 Rapport d'essai	9
Annexe A (informative) Instrument d'essai cyclique combiné avec unité de dépôt salin (deux enceintes)	11
Annexe B (informative) Instrument d'essai cyclique combiné avec unité de dépôt salin (une enceinte)	12
Annexe C (informative) Méthode de dépôt salin par pulvérisation manuelle	13
Annexe D (informative) Durées recommandées des essais	15
Annexe E (informative) Méthodes d'évaluation de la corrosivité de l'essai	17
Bibliographie	19

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/IEC, 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 l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'ISO 16539 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16539:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/574403e1-cc34-49f5-9f10-f804d1253aab/iso-16539-2013>

Introduction

De nombreux facteurs environnementaux influent sur la corrosion des matériaux métalliques qu'ils soient ou non protégés contre la corrosion. L'importance de ces facteurs peut varier selon le type de matériaux et le type d'environnement. Il est donc impossible de concevoir des essais de corrosion accélérée en laboratoire prenant en compte tous les facteurs environnementaux influant sur la résistance à la corrosion. En conséquence, les essais en laboratoire sont conçus pour simuler les effets des facteurs les plus importants qui augmentent la corrosion des matériaux métalliques.

Les essais de corrosion accélérée décrits dans la présente Norme internationale sont conçus pour simuler et accentuer l'influence de l'environnement sur un matériau métallique exposé à l'extérieur à une contamination saline qui peut favoriser la corrosion. Ils ont été élaborés en se référant à des documents et rapports techniques (voir la Bibliographie).

Par rapport aux essais accélérés traditionnels, tels que l'essai au brouillard salin neutre (NSS) spécifié dans l'ISO 9227 et l'essai de cycles de conditions «sèches»/«humides» (brouillard salin)/humidité spécifié dans l'ISO 14993, l'intérêt des deux essais décrits dans la présente Norme internationale réside tout particulièrement dans leur meilleure aptitude à reproduire la corrosion qui se produit dans des environnements atmosphériques contenant beaucoup de sels marins.

Il est prévu que les essais de corrosion accélérée visant à simuler la corrosion atmosphérique dans de tels environnements comprennent les exigences suivantes:

- a) taux d'humidité absolue constant: il est généralement observé que la température et l'humidité relative varient sous une humidité absolue constante dans les environnements extérieurs. L'absorption d'eau des sels déposés est un facteur important qui affecte le comportement à la corrosion atmosphérique. Il est prévu que la même relation, à taux d'humidité absolue constant, dans un environnement réel existe pour la température et l'humidité relative pendant les cycles de conditions «sèches»/«humides»;
- b) contrôle de la quantité de dépôt salin: il est prévu de modifier l'importance du dépôt salin sur les éprouvettes d'essai en fonction de la corrosivité de l'atmosphère dans laquelle le matériau métallique soumis à l'essai peut être utilisé. Il est prévu que la solution d'essai contenant du sel soit diluée ou que la durée de pulvérisation soit ajustée pour obtenir le même volume moyen annuel de dépôt salin que dans un environnement réel.

Par conséquent, les essais décrits dans la présente Norme internationale portent sur le dépôt salin et les cycles de conditions «sèches»/«humides» avec un taux d'humidité absolue constant.

Les résultats obtenus ne permettent pas de tirer des conclusions décisives sur la résistance à la corrosion du matériau métallique soumis à essai sur toute la gamme des conditions environnementales dans lesquelles celui-ci est susceptible d'être utilisé. Néanmoins, les essais fournissent des informations précieuses sur la performance relative des matériaux exposés à des environnements contaminés par le sel similaires à ceux utilisés dans les essais.

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) attire l'attention sur le fait qu'il est affirmé que la conformité à la présente Norme internationale peut impliquer l'utilisation d'un brevet concernant les essais indiqués à l'[Article 8](#), dans le [Tableau 3](#) et à la [Figure 2](#).

L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'ISO qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'ISO. Des informations peuvent être obtenues auprès de:

JFE Steel Corporation

2-2-3, Uchisaiwaicho, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, JAPON

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16539:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/574403e1-cc34-49f5-9f10-f804d1253aab/iso-16539-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/574403e1-cc34-49f5-9f10-f804d1253aab/iso-16539-2013>

Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion cyclique accélérée avec exposition à l'eau de mer synthétique par procédé de dépôt salin — Conditions «sèches» et conditions «humides» à taux d'humidité absolue constant

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie deux modes opératoires d'essai de corrosion accélérée, les méthodes A et B, pour l'évaluation du comportement à la corrosion des métaux et leurs alliages traités en surface, revêtus ou non d'une protection permanente ou temporaire contre la corrosion dans des environnements extérieurs salins et/ ou de pluie acide. Elle spécifie également l'appareillage utilisé. Les deux essais impliquent le dépôt salin et des conditions «sèches»/«humides» à un taux d'humidité absolue constant.

La méthode A s'applique:

aux métaux et à leurs alliages (y compris les alliages résistants à la corrosion).

La méthode B s'applique:

aux métaux et à leurs alliages;

aux métaux et à leurs alliages avec revêtements [y compris les revêtements métalliques (anodiques et cathodiques), revêtements organiques et couches de conversion].

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/574403e1-cc34-49f5-9f10-f804d1253aab/iso-16539-2013>

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 4628-1, *Peintures et vernis — Évaluation de la dégradation des revêtements — Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect — Partie 1: Introduction générale et système de désignation*

ISO 4628-2, *Peintures et vernis — Évaluation de la dégradation des revêtements — Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect — Partie 2: Évaluation du degré de cloquage*

ISO 4628-3, *Peintures et vernis — Évaluation de la dégradation des revêtements — Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect — Partie 3: Évaluation du degré d'enrouillement*

ISO 4628-4, *Peintures et vernis — Évaluation de la dégradation des revêtements — Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect — Partie 4: Évaluation du degré de craquelage*

ISO 4628-5, *Peintures et vernis — Évaluation de la dégradation des revêtements — Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect — Partie 5: Évaluation du degré d'écaillage*

ISO 8407, *Corrosion des métaux et alliages — Élimination des produits de corrosion sur les éprouvettes d'essai de corrosion*

ISO 8993, *Anodisation de l'aluminium et de ses alliages — Système de cotation de la corrosion par piqûres — Méthode reposant sur des images-types*

ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins*

ISO 10289, *Méthodes d'essai de corrosion des revêtements métalliques et inorganiques sur substrats métalliques — Cotation des éprouvettes et des articles manufacturés soumis aux essais de corrosion*

ISO 11130, *Corrosion des métaux et alliages — Essai en immersions alternées en solution saline*

ISO 14993, *Corrosion des métaux et alliages — Essais accélérés comprenant des expositions cycliques à des conditions de brouillard salin, de séchage et d'humidité*

ISO 17872, *Peintures et vernis — Lignes directrices pour la production de rayures au travers du revêtement de panneaux métalliques en vue des essais de corrosion*

3 Solution d'essai

3.1 Préparation de la solution saline mixte

La masse des réactifs indiquée dans le [Tableau 1](#) doit être dissoute dans de l'eau distillée ou déionisée, d'une conductivité maximale de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à (25 ± 2) °C, pour obtenir une solution saline mixte ayant une concentration de $(36,0 \pm 3,6)$ g/l.

La composition de la solution saline mixte est la même que l'eau de mer synthétique type indiquée dans l'ISO 11130:2010, A.3 (Solution d'essai simulant les effets corrosifs de l'eau de mer).

Tableau 1 — Réactifs et leurs concentrations d'une solution saline mixte

Réactifs	Concentration (g/l)
NaCl	24,53
MgCl ₂	5,20
Na ₂ SO ₄	4,09
CaCl ₂	1,16
KCl	0,695
NaHCO ₃	0,201
KBr	0,101
H ₃ BO ₃	0,027
SrCl ₂	0,025
NaF	0,003

AVERTISSEMENT — La manipulation du SrCl₂ et du NaF peut être dangereuse et doit être réservée à des chimistes expérimentés ou doit être effectuée sous leur contrôle.

3.2 Ajustement du pH

Pour ajuster le pH de la solution, $(5,0 \pm 0,5)$ g de NaOH doivent être dissous dans de l'eau et dilués dans un volume total de 1 l pour obtenir une solution de NaOH à 0,125 mol/l. Elle doit être ajoutée à la solution saline mixte pour ajuster le pH à $8,2 \pm 0,1$ à (25 ± 2) °C.

3.3 Préparation de la solution d'essai

La solution d'essai doit être utilisée comme la solution saline mixte ou être diluée à 1:10 et 1:100 de la solution saline mixte à une concentration de $(36,0 \pm 3,6)$ g/l, de $(3,60 \pm 0,36)$ g/l et de $(0,360 \pm 0,036)$ g/l. En l'absence de spécification, la concentration doit être convenue par accord entre les parties intéressées.

4 Appareillage

4.1 Protection des pièces

Tous les éléments en contact avec la solution d'essai doivent être faits ou revêtus de matériaux résistant à la corrosion par la solution d'essai et n'ayant pas d'incidence sur la corrosivité de la solution d'essai pulvérisée. L'appareillage doit comprendre les éléments décrits ci-après.

4.2 Chambre d'exposition

Il est essentiel que la température et l'humidité dans la chambre d'exposition soient contrôlées en permanence.

4.3 Dispositif de dépôt salin

Le pulvérisateur doit être fabriqué en matériaux résistant à la corrosion, par exemple en verre, en plastique ou en titane. La solution d'essai pulvérisée doit être déposée de manière homogène sur les éprouvettes. La quantité de solution d'essai déposée doit être contrôlée. Il convient que le diamètre de la solution d'essai atomisée soit inférieur ou égal à 100 μm .

La quantité de solution d'essai déposée peut être contrôlée de la manière suivante:

- a) en contrôlant la durée de l'essai avec une pulvérisation continue;
- b) en contrôlant la quantité de solution d'essai, la pression de pulvérisation et la vitesse de déplacement du pulvérisateur.

L'alimentation des pulvérisateurs en air comprimé doit se faire à travers un filtre qui élimine toute trace d'huile ou de matière solide.

4.4 Dispositif de contrôle de la température et de l'humidité

Le dispositif doit permettre de détecter et de contrôler la température et l'humidité autour des éprouvettes. Dans la période de transition de la température et de l'humidité, le dispositif doit permettre de contrôler la température de bulbe sec de manière linéaire par rapport à la valeur cible et à la période d'essai. Le dispositif doit permettre de contrôler l'humidité en maintenant le taux d'humidité absolue constant à la température de bulbe sec au moins toutes les minutes.

4.5 Traitement de rinçage des éprouvettes

Après le cycle de température et d'humidité, le traitement de rinçage est effectué avant de déposer à nouveau la solution d'essai. Les éprouvettes d'essai sont d'abord lavées à l'eau potable, puis à l'eau déionisée. Les gouttes d'eau sont ensuite éliminées avec précaution avec de l'air propre afin de ne pas décoller les produits de corrosion de la surface des éprouvettes d'essai.

4.6 Types d'appareillages

Voici trois types d'appareillages qui satisfont aux exigences spécifiées de 4.1 à 4.5.

- a) Type à deux enceintes (modes opératoires automatiques)

Les éprouvettes se déplacent entre la chambre de dépôt salin et la chambre d'exposition. Le pulvérisateur se déplace d'avant en arrière et d'un côté à l'autre, ce qui permet de modifier la quantité de dépôt salin déposée sur chaque éprouvette. Ensuite, les éprouvettes sont déplacées vers la chambre d'exposition où les cycles de conditions «sèches»/«humides» et le traitement de rinçage sont effectués automatiquement (voir [Annexe A](#)).

b) Type à une enceinte (modes opératoires automatiques)

Les éprouvettes sont déposées dans une seule enceinte. Le pulvérisateur est réglé, et les cycles de conditions «sèches»/«humides» et le traitement de rinçage sont effectués automatiquement (voir [Annexe B](#)).

c) Type à une enceinte (modes opératoires manuels)

Après le dépôt salin (4.3) manuel, les éprouvettes d'essai doivent être déposées dans l'enceinte pour des cycles de conditions «sèches»/«humides». Ensuite, les éprouvettes d'essai doivent être retirées de l'enceinte et soumises au traitement de rinçage. Après le dépôt salin, les éprouvettes d'essai doivent être déposées dans l'enceinte le plus rapidement possible (voir [Annexe C](#)).

5 Éprouvettes d'essai

5.1 Le nombre et le type des éprouvettes d'essai doivent être choisis conformément à la spécification du matériau ou du produit soumis à essai. En l'absence de spécification, ces détails doivent être convenus par accord entre les parties intéressées.

5.2 Les éprouvettes d'essai doivent être nettoyées soigneusement avant les essais afin d'éliminer toute trace (salissures, huile ou autres corps étrangers) susceptible d'influer sur le résultat. La méthode de nettoyage employée doit dépendre de la nature des matériaux et des produits ayant contaminé cette surface, mais ne doit pas comprendre l'emploi d'abrasifs ou de solvants qui peuvent attaquer la surface des éprouvettes.

5.3 Pour les métaux ou alliages sans matériaux de revêtement organiques et inorganiques, les éprouvettes d'essai doivent être soigneusement nettoyées avec un solvant organique approprié à l'aide d'une brosse douce propre ou un appareil à ultrasons. Le nettoyage doit être effectué dans un récipient rempli de solvant. Après le nettoyage, les éprouvettes doivent être rincées avec du solvant frais, puis séchées.

5.4 Sauf spécification contraire, il convient de ne pas nettoyer les éprouvettes revêtues intentionnellement de couches protectrices organiques avant l'essai. Si un nettoyage est nécessaire, les éprouvettes doivent être essuyées avec une gaze imprégnée d'éthanol, en prenant soin de ne pas endommager la surface des éprouvettes.

Il faut veiller à ce que les éprouvettes ne soient pas de nouveau contaminées après nettoyage par une manipulation négligente.

5.5 Si les éprouvettes d'essai sont découpées dans des pièces revêtues plus grandes, le découpage doit se faire de façon à ne pas endommager le revêtement dans la zone adjacente à la découpe. Sauf spécification contraire, les bords découpés doivent être protégés de façon adéquate par un revêtement approprié, stable dans les conditions d'essai, tel que peinture, cire ou ruban adhésif.

6 Méthode de mesure de dépôt salin

La solution d'essai doit être appliquée pour produire un dépôt salin sur la surface de l'éprouvette. Le volume moyen de dépôt salin doit être mesuré par la variation de masse de l'éprouvette entre le début et la fin du processus de dépôt salin, à 1 mg près. Ces mesures doivent être effectuées le plus rapidement possible afin d'éviter que l'éprouvette ne sèche.

7 Disposition des éprouvettes d'essai

Après le dépôt salin sur les éprouvettes d'essai, celles-ci doivent être placées dans l'enceinte. Les éprouvettes doivent être disposées de manière à ne pas entrer en contact avec l'enceinte.

Il convient de placer l'éprouvette horizontalement.

Les éprouvettes peuvent être placées à différents niveaux dans l'enceinte, à condition que les gouttelettes d'humidité ne ruissellent pas des éprouvettes ou des supports situés à un niveau donné sur les éprouvettes situées à des niveaux inférieurs.

8 Conditions opératoires et mode opératoire

Les conditions opératoires doivent être conformes à celles données dans le [Tableau 2](#) pour la méthode A, et dans le [Tableau 3](#) pour la méthode B. Le mode opératoire doit être conforme à celui donné à la [Figure 1](#) pour la méthode A, et à la [Figure 2](#) pour la méthode B.

Une solution d'essai utilisée pour le dépôt salin ne doit pas être réutilisée.

Pendant l'essai, la pression dans l'enceinte doit correspondre à la pression atmosphérique.

Tableau 2 — Conditions d'essai de la méthode A

Mode opératoire	Conditions	
a) Dépôt salin 1) Température 2) Solution d'essai 3) Fréquence 4) Dépôt salin	1) Température ambiante 2) Décrite à l' Article 3 3) Après chaque cycle 4) La quantité de solution d'essai déposée sur une éprouvette doit être égale à (250 ± 50) g/m ² . Il convient que la concentration de la solution soit supérieure ou égale à 1/1 000 de l'eau de mer synthétique.	
b) Conditions «sèches»	Température	Humidité relative
1) A	(49 ± 1) °C	(32 ± 5) %
2) B	(54 ± 1) °C	(25 ± 5) %
3) C	(55 ± 1) °C	(24 ± 5) %
4) D	(54 ± 1) °C	(25 ± 5) %
5) E	(49 ± 1) °C	(32 ± 5) %
c) Conditions «humides»	(30 ± 1) °C	(90 ± 5) %
d) Traitement de rinçage	Eau potable propre Ne dépassant pas 40 °C	
e) Durée et contenu d'un cycle unique d'exposition (un cycle unique d'exposition dure 24 h)	Conditions «humides» 6 h 36 min Conditions «sèches» 10 h 48 min Conditions «humides» 6 h 36 min	
f) Temps nécessaire pour atteindre les conditions spécifiées dans un cycle unique d'exposition	De «humides» à «sèches» (A) 2 h 22 min De «sèches» (A) à «sèches» (B) 1 h 40 min De «sèches» (B) à «sèches» (C) 1 h 22 min De «sèches» (C) à «sèches» (D) 1 h 22 min De «sèches» (D) à «sèches» (E) 1 h 40 min De «sèches» (E) à «humides» 2 h 22 min	
NOTE 1 La température et l'humidité doivent varier linéairement à des intervalles de temps spécifiés [voir f) dans ce tableau]. Les conditions sèches consécutives de A à E donnent la même humidité absolue, point de rosée 30 °C.		
NOTE 2 Les tolérances (\pm) données pour la température et l'humidité relative sont les fluctuations admissibles du paramètre concerné autour de la valeur donnée dans des conditions d'équilibre. Cela ne signifie pas que la valeur peut varier de plus/moins la valeur indiquée par rapport à la valeur indiquée.		