

---

---

**Corrosion des métaux et alliages —  
Essais cycliques accélérés avec  
exposition au brouillard salin  
acidifié, en conditions «sèches» et en  
conditions «humides»**

*Corrosion of metals and alloys — Accelerated cyclic test with  
exposure to acidified salt spray, dry and wet conditions*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 16151:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9949-4ab3bb988626/iso-16151-2018>



## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 16151:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9949-4ab3bb988626/iso-16151-2018>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Solution d'essai</b> .....	<b>2</b>
4.1    Généralités.....	2
4.2    Méthode A.....	2
4.2.1    Solution de chlorure de sodium neutre.....	2
4.2.2    Préparation de la solution saline acidifiée.....	3
4.3    Méthode B.....	3
4.3.1    Préparation de la solution saline mixte.....	3
4.3.2    Préparation de la solution acide.....	3
4.3.3    Préparation de la solution saline acidifiée.....	4
<b>5</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b> <b>Éprouvettes</b> .....	<b>5</b>
<b>7</b> <b>Disposition de l'éprouvette</b> .....	<b>6</b>
<b>8</b> <b>Conditions opératoires</b> .....	<b>7</b>
<b>9</b> <b>Continuité des essais</b> .....	<b>9</b>
<b>10</b> <b>Durée des essais</b> .....	<b>9</b>
<b>11</b> <b>Traitement des éprouvettes après essai</b> .....	<b>9</b>
11.1    Généralités.....	9
11.2    Éprouvettes ayant un revêtement non organique: métallique et/ou inorganique.....	9
11.3    Éprouvettes ayant un revêtement organique.....	9
11.3.1    Éprouvettes ayant un revêtement organique gravé.....	9
11.3.2    Éprouvettes ayant un revêtement organique non gravé.....	10
<b>12</b> <b>Évaluation des résultats</b> .....	<b>10</b>
<b>13</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>10</b>
<b>Annexe A (informative) Relation entre la quantité de solution mère acide ajoutée à la solution saline mixte et le pH de la solution saline acidifiée obtenue</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe B (informative) Appareillage type d'essai cyclique accéléré avec exposition au brouillard salin acidifié, dans des conditions «sèches» et «humides»</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe C (informative) Méthode d'évaluation de la corrosivité de l'appareillage</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe D (normative) Préparation des éprouvettes avec revêtements organiques pour les essais</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe E (normative) Informations complémentaires requises pour les essais des éprouvettes avec revêtement organique</b> .....	<b>18</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>19</b>

## 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](http://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](http://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.

(standards.iteh.ai)

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 le lien suivant: [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 16151:2005) qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications techniques sont les suivantes:

- l'harmonisation avec l'ISO 9227;
- un article relatif aux termes et définitions a été ajouté.

## Introduction

De nombreux facteurs environnementaux, dont l'importance varie en fonction du type de matériau et du type d'environnement, influent sur la corrosion des matériaux métalliques, revêtus ou non d'une protection contre la corrosion. 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 méthodes d'essai de corrosion accélérée décrites dans le présent document sont conçues pour simuler et accentuer l'influence de l'environnement sur un matériau métallique exposé à l'extérieur à une pluie acide et à une contamination saline qui peuvent favoriser la corrosion. Le présent document a été élaboré en se référant à des documents et rapports techniques (voir la Bibliographie).

Les méthodes d'essai impliquent l'exposition cyclique d'éprouvettes à un brouillard de solution saline acidifiée, à des conditions de séchage et à des périodes très humides. Toutefois, ces méthodes sont principalement destinées aux essais comparatifs. Les résultats obtenus ne permettent pas de tirer de conclusions d'une grande portée sur la résistance à la corrosion du matériau métallique soumis à l'essai dans l'ensemble des conditions environnementales dans lesquelles il est possible de l'utiliser. Néanmoins, ces méthodes fournissent des informations très précieuses sur les performances relatives des matériaux exposés à des environnements salins et/ou de pluie acide, semblables à ceux employés dans l'essai.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 16151:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9949-4ab3bb988626/iso-16151-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9949-4ab3bb988626/iso-16151-2018>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 16151:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9949-4ab3bb988626/iso-16151-2018>

# Corrosion des métaux et alliages — Essais cycliques accélérés avec exposition au brouillard salin acidifié, en conditions «sèches» et en conditions «humides»

**AVERTISSEMENT** — Le présent document peut impliquer l'utilisation de produits et la mise en œuvre de modes opératoires et d'appareillages à caractère dangereux. Il ne prétend pas examiner tous les problèmes de sécurité associés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité.

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie deux modes opératoires d'essai de corrosion accélérés, à savoir les méthodes A et B, pour l'évaluation comparative de matériaux métalliques, revêtus ou non d'une protection permanente ou temporaire contre la corrosion dans des environnements extérieurs salins et/ou de pluie acide. Il spécifie également l'appareillage utilisé. Les deux essais impliquent une exposition cyclique des éprouvettes à un brouillard salin acidifié, dans des conditions «sèches» et «humides».

Par rapport aux essais accélérés traditionnels, tels que l'essai au brouillard salin neutre (NSS) spécifié dans l'ISO 9227, l'intérêt des deux essais réside tout particulièrement dans leur meilleure aptitude à reproduire la corrosion qui se produit dans des environnements extérieurs salins et/ou de pluie acide. Ils sont également utiles pour évaluer la corrosion cosmétique.

La méthode A s'applique

- aux métaux et à leurs alliages, [ISO 16151:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9926-iso-16151-2018)
- aux revêtements métalliques (cathodiques), <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9926-iso-16151-2018>
- aux revêtements d'oxydes anodiques et
- aux revêtements organiques sur matériaux métalliques.

La méthode B s'applique à

- l'acier présentant des revêtements anodiques, et
- l'acier présentant des revêtements anodiques recouverts de couches de conversion.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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).

ISO 1514, *Peintures et vernis — Panneaux normalisés pour essai*

ISO 2808, *Peintures et vernis — Détermination de l'épaisseur du feuil*

ISO 4623-2:2016, *Peintures et vernis — Détermination de la résistance à la corrosion filiforme — Partie 2: Subjectiles en aluminium*

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

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 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de 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 matériau de référence

matériau ayant des performances d'essai connues

#### 3.2 éprouvette de référence

partie du *matériau de référence* (3.1) qui doit être exposée dans le but de vérifier la reproductibilité et la répétabilité des résultats d'essai pour la chambre d'essai utilisée

#### 3.3 éprouvette

partie spécifique des échantillons sur laquelle doivent être effectués les essais

#### 3.4 éprouvette de remplacement

éprouvette constituée de matériaux inertes (tels que le plastique ou le verre), utilisée en remplacement d'une *éprouvette* (3.3)

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 4 Solution d'essai

ISO 16151:2018  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d20741c0-dd57-4243-9949-4ab3bb988626/iso-16151-2018>

#### 4.1 Généralités

Les paragraphes 4.2 et 4.3 donnent des instructions pour la préparation et l'emploi des solutions utilisées dans les méthodes A et B.

#### 4.2 Méthode A

##### 4.2.1 Solution de chlorure de sodium neutre

Une quantité suffisante de chlorure de sodium doit être dissoute dans de l'eau distillée ou désionisée, d'une conductivité maximale de 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , pour obtenir une concentration de  $50\text{ g}/\text{l} \pm 5\text{ g}/\text{l}$ . La densité de la solution à  $50\text{ g}/\text{l} \pm 5\text{ g}/\text{l}$  doit être comprise entre 1,029 et 1,036, à  $25\text{ °C}$ .

Le chlorure de sodium ne doit pas contenir une fraction massique totale des métaux lourds cuivre (Cu), nickel (Ni) et plomb (Pb), supérieure à 0,005 %. Il ne doit pas contenir une fraction massique d'iodure de sodium supérieure à 0,1 % ni une fraction massique d'impuretés totales supérieure à 0,5 %, pourcentages calculés par rapport au sel sec.

NOTE Le chlorure de sodium additionné d'agent anti-mottant peut agir comme un inhibiteur ou un accélérateur de corrosion. Il est recommandé d'utiliser une qualité de sel de chlorure de sodium appelée Ph. Eur/ USP ou JIS, ACS.



#### 4.2.2 Préparation de la solution saline acidifiée

Le pH de la solution doit être ajusté à une valeur de  $3,5 \pm 0,1$ , à  $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ , en ajoutant les réactifs suivants à 10 l de la solution préparée de chlorure de sodium neutre en 4.2.1 comme suit:

- 12 ml d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ,  $\rho = 1,42 \text{ g/ml}$ );
- 17,3 ml d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\rho = 1,84 \text{ g/ml}$ );
- une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) à 10 % (en fraction massique), en quantité suffisante pour ajuster le pH de la solution à  $3,5 \pm 0,1$  (300 ml environ seront nécessaires).

#### 4.3 Méthode B

##### 4.3.1 Préparation de la solution saline mixte

Le réactifs présentés dans le Tableau 1 doit être dissous dans de l'eau distillée ou désionisée, d'une conductivité maximale de  $20 \text{ }\mu\text{S/cm}$  à  $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ , pour obtenir une solution mère ayant une concentration de  $36,0 \text{ g/l} \pm 3,6 \text{ g/l}$ . Il doit être dilué à 1/6 pour obtenir une solution saline mixte ayant une concentration de  $6,0 \text{ g/l} \pm 0,6 \text{ g/l}$ .

Tableau 1 — Composition et concentration d'une solution mère de solution saline mixte

Réactif	Concentration g/l
NaCl	24,53
MgCl <sub>2</sub>	5,20
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4,09
CaCl <sub>2</sub>	1,16
KCl	0,695
NaHCO <sub>3</sub>	0,201
KBr	0,101
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,027
SrCl <sub>2</sub>	0,025
NaF	0,003
AVERTISSEMENT — La manipulation du SrCl <sub>2</sub> et du NaF peut être dangereuse et doit être réservée à des chimistes expérimentés ou doit être effectuée sous leur contrôle. NOTE La composition de la solution mère est identique à celle de l'eau de mer synthétique type, présentée dans l'ISO 11130.	

##### 4.3.2 Préparation de la solution acide

Pour préparer la solution acide, dissoudre 16,2 g d'acide nitrique concentré ( $\text{HNO}_3$ ,  $\rho = 1,40 \text{ g/ml}$ , avec une fraction massique de  $\text{HNO}_3$  égale à 0,65) et 42,5 g d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\rho = 1,84 \text{ g/ml}$ , avec une fraction massique de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  égale à 0,96) dans de l'eau et diluer à un volume total de 1 l pour obtenir une solution acide 1 N, l'acide nitrique et l'acide sulfurique étant dans un rapport équivalent de  $[\text{NO}_3^-]/[\text{SO}_4^{2-}]$  de 0,4.

### 4.3.3 Préparation de la solution saline acidifiée

La solution acidifiée préparée selon 4.3.2 doit être ajoutée à la solution saline mixte de 4.3.1 pour ajuster le pH à  $2,5 \pm 0,1$ , à  $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ .

NOTE La relation entre la quantité de solution acidifiée mixte de 4.3.2 et le pH de la solution saline acidifiée est présentée dans l'Annexe A. Cette solution, à un pH proche de 2,5, n'aurait pas d'effet tampon.

## 5 Appareillage

### 5.1 Protection des pièces

Tous les éléments en contact avec le brouillard ou 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 vaporisée.

Les supports des éprouvettes doivent être construits de sorte que des types de substrat différents n'aient pas d'influence l'un sur l'autre. Ils doivent également être construits de sorte que les supports eux-mêmes n'aient pas d'influence sur les éprouvettes.

### 5.2 Chambre d'essai

La chambre d'essai doit être telle que les conditions d'homogénéité et de répartition du brouillard y soient respectées. En raison de la capacité limitée des chambres d'essai de moins de  $0,4 \text{ m}^3$ , il faut étudier attentivement l'effet du chargement de la chambre d'essai sur la répartition du brouillard et la température. La solution ne doit pas être pulvérisée directement sur les éprouvettes, mais plutôt dispersée dans la chambre d'essai de manière à retomber naturellement sur les éprouvettes. Les parties supérieures de la chambre d'essai doivent être conçues de manière que les gouttes de solution vaporisée se formant à la surface de la chambre d'essai ne tombent pas sur les éprouvettes soumises à essai.

Les dimensions et la forme de la chambre d'essai doivent être telles que, pendant les périodes de vaporisation de brouillard salin, la vitesse de prélèvement de la solution dans la chambre d'essai se situe dans les limites spécifiées en 8.2.

NOTE L'Annexe B présente le schéma d'un modèle de chambre d'essai et d'appareillage associé, susceptible d'être utilisé pour les essais cycliques accélérés d'exposition à un brouillard salin acidifié, dans des conditions «sèches» et «humides».

### 5.3 Contrôle de l'humidité et de la température

Le système de contrôle de la température et de l'humidité de la chambre d'essai doit permettre d'atteindre les temps de transition entre les conditions d'essai indiqués en 8.1 lorsque la chambre d'essai est remplie d'éprouvettes de remplacement planes ayant des dimensions de  $150 \text{ mm} \times 70 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ .

### 5.4 Dispositif de vaporisation

Le dispositif de vaporisation de la solution saline acidifiée doit comporter une alimentation en air propre, un contrôle de la pression et de l'humidité, un réservoir contenant la solution à vaporiser ainsi qu'un ou plusieurs atomiseurs.

L'alimentation des pulvérisateurs en air comprimé doit se faire à travers un filtre qui élimine toute trace d'huile ou de matière solide, à une pression absolue de 70 kPa à 170 kPa. La pression est généralement de  $(98 \pm 10) \text{ kPa}$ , mais peut varier selon le type de chambre d'essai et de pulvérisateur utilisé.

Les pulvérisateurs doivent être en matériaux inertes. Des déflecteurs peuvent être prévus pour empêcher l'impact direct de la solution pulvérisée sur les éprouvettes, l'emploi de déflecteurs réglables pouvant être utile pour obtenir une répartition uniforme du brouillard dans la chambre d'essai. À cet effet, une tour de brumisation munie d'un pulvérisateur peut également être utile.

## 5.5 Saturateur d'air

Afin d'empêcher une évaporation de l'eau des gouttelettes vaporisées, l'air doit être humidifié avant d'entrer dans l'atomiseur en passant à travers une tour de saturation contenant de l'eau chaude à une température supérieure à celle de la chambre d'essai.

Au cours des périodes d'exposition au brouillard de solution saline acidifiée, la température appropriée dépend de la pression utilisée et du type de diffuseur et doit être ajustée de manière que la vitesse de prélèvement du brouillard vaporisé dans la chambre d'essai et la concentration du brouillard recueilli soient maintenues dans les limites spécifiées (voir 8.2). Le niveau d'eau doit être maintenu automatiquement afin de garantir une humidification suffisante.

## 5.6 Dispositifs de prélèvement

Il faut disposer d'au moins deux dispositifs de prélèvement appropriés, se composant d'entonnoirs propres ayant une surface de prélèvement d'environ 80 cm<sup>2</sup>, en verre ou dans un autre matériau chimiquement non réactif, les queues étant insérées dans des cylindres gradués ou autres récipients analogues. Les dispositifs de prélèvement ont pour objet de confirmer que la vitesse de prélèvement se situe dans les limites spécifiées (voir 8.2). Ils doivent être placés dans la zone de la chambre d'essai où se trouvent les éprouvettes, au moins un près et un éloigné de l'arrivée de brouillard de manière à recueillir uniquement le brouillard et non le liquide tombant des éprouvettes ou de certaines parties de la chambre d'essai.

## 5.7 Sécheur d'air

Un dispositif de chauffage et un ventilateur doivent fournir l'air séché à la teneur spécifiée en humidité pendant les périodes «sèches» (voir 8.1).

## 5.8 Système d'évacuation de l'air

ISO 16151:2018

La contre-pression de l'atmosphère ne doit pas avoir d'incidence sur le système permettant d'évacuer l'air de la chambre d'essai lorsque celui-ci est évacué à l'extérieur du bâtiment. Il est préférable que l'appareillage comporte un dispositif permettant de traiter correctement le brouillard avant dégagement à l'extérieur du bâtiment (voir [Annexe B](#)).

## 5.9 Système d'évacuation de l'eau

Un système approprié de traitement de l'eau évacuée doit être prévu de manière que la solution ne s'écoule pas directement dans le système d'évacuation (voir [Annexe B](#)).

# 6 Éprouvettes

**6.1** Le nombre et le type d'éprouvettes, leur forme et leurs dimensions doivent être choisis conformément à la spécification du matériau ou du produit soumis à essai. À défaut d'une telle spécification, ces paramètres doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées. Sauf spécification ou accord contraire, les éprouvettes avec revêtement organique à soumettre à essai doivent être réalisées en acier poli conformément à l'ISO 1514, et de dimensions environ 150 mm × 100 mm × 1 mm. La manière de préparer les éprouvettes avec revêtement organique est décrite dans l'[Annexe D](#). Les informations supplémentaires devant être fournies, le cas échéant, pour l'essai des éprouvettes avec revêtement organique figurent dans l'[Annexe E](#).

**6.2** Sauf spécification contraire, les éprouvettes doivent être soigneusement nettoyées avant l'essai. La méthode utilisée dépend de la nature du matériau, de la surface et des produits ayant contaminé cette