

---

---

**Corrosion des métaux et alliages —  
Évaluation de la résistance à la fissuration  
par corrosion sous contrainte par essai  
d'évaporation goutte à goutte**

*Corrosion of metals and alloys — Evaluation of stress corrosion cracking by  
the drop evaporation test*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 15324:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000>



**PDF — Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

ISO 15324:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000>

© ISO 2000

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 15324 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

Les annexes A, B et C de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000>

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

ISO 15324:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000>

# Corrosion des métaux et alliages — Évaluation de la résistance à la fissuration par corrosion sous contrainte par essai d'évaporation goutte à goutte

## 1 Domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale spécifie le mode opératoire permettant de déterminer la résistance relative des aciers inoxydables et des alliages à base de nickel à la fissuration par corrosion sous contrainte dans un système d'évaporation goutte à goutte de chlorure de sodium.

**1.2** La méthode conduit à la détermination d'un seuil de contrainte à rupture dont la valeur peut être utilisée pour classer le comportement relatif de différents alliages dans cet environnement.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000>

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai.*

ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface.*

ISO 4288:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface.*

ISO 7539-1:1987, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 1: Guide général des méthodes d'essai.*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1

#### **contrainte seuil**

contrainte en dessous de laquelle aucune rupture n'est observée après 500 h (voir aussi 8.8)

### 3.2

#### **temps à rupture**

temps écoulé entre le début de l'essai et la rupture de l'éprouvette

## 4 Principe

**4.1** Une solution saline diluée est versée goutte à goutte sur une éprouvette de traction du matériau soumis à l'essai, laquelle est chauffée, maintenue en position horizontale et soumise à une charge uniaxiale.

**4.2** Les essais sont effectués à différents niveaux de contraintes appliquées et le temps à rupture de l'éprouvette est enregistré. Une contrainte seuil est définie, basée sur le principe de non rupture après 500 h.

**4.3** Les températures élevées, le processus de mouillage et de séchage et la concentration saline associée au processus d'évaporation goutte à goutte constituent des conditions d'environnement potentiellement sévères pouvant induire une fissuration par corrosion sous contrainte dans certains alliages. Ceci représente donc un essai sévère du comportement de l'alliage.

**4.4** L'évaporation de solutions salines entraînant une concentration de sel à température élevée n'est pas rare dans les conditions de service et peut, par exemple, survenir dans le cas de projections d'eau de mer ou de fuites de solution tombant goutte à goutte sur des surfaces chaudes. Cependant, la variabilité des conditions de service rend cette méthode utilisable seulement en tant que méthode de classement du comportement basée sur la valeur de la contrainte seuil et non comme essai de réception pour une application en service.

## 5 Appareillage

**5.1** Système permettant d'appliquer une charge constante à une éprouvette maintenue dans une position horizontale.

**5.2** Dispositif permettant d'appliquer à l'éprouvette un courant alternatif ou continu d'intensité allant jusqu'à environ 30 A, sous une tension de 2 V ou moins.

NOTE L'intensité nécessaire dépend des dimensions de l'éprouvette et des propriétés du matériau.

**5.3** Réservoir, (généralement 20 l) contenant la solution de chlorure de sodium, relié à un tube vertical en verre d'un diamètre intérieur d'environ 0,4 mm et d'un diamètre extérieur d'environ 4,0 mm. Le bas du tube en verre est maintenu à une distance d'environ 10 mm au-dessus du centre de l'éprouvette (voir Figure 1). Le système doit être capable de fournir un débit régulé de solution de 10 gouttes/min ( $\pm 10\%$ ) (voir annexe A). La composition de la solution contenue dans le réservoir doit être maintenue constante.

**5.4** Dispositif étalonné approprié permettant de mesurer la température de surface de l'éprouvette. Mesurer la température de surface n'est pas sans importance, car il est nécessaire de s'assurer que la méthode de mesure elle-même ne perturbe pas la température. Les méthodes applicables sont décrites à l'annexe B.

**5.5** Dispositif permettant de détecter la rupture de l'éprouvette et d'enregistrer le temps à rupture. Un micro-contact placé sur le montage de l'éprouvette et associé à un chronomètre électrique est approprié.

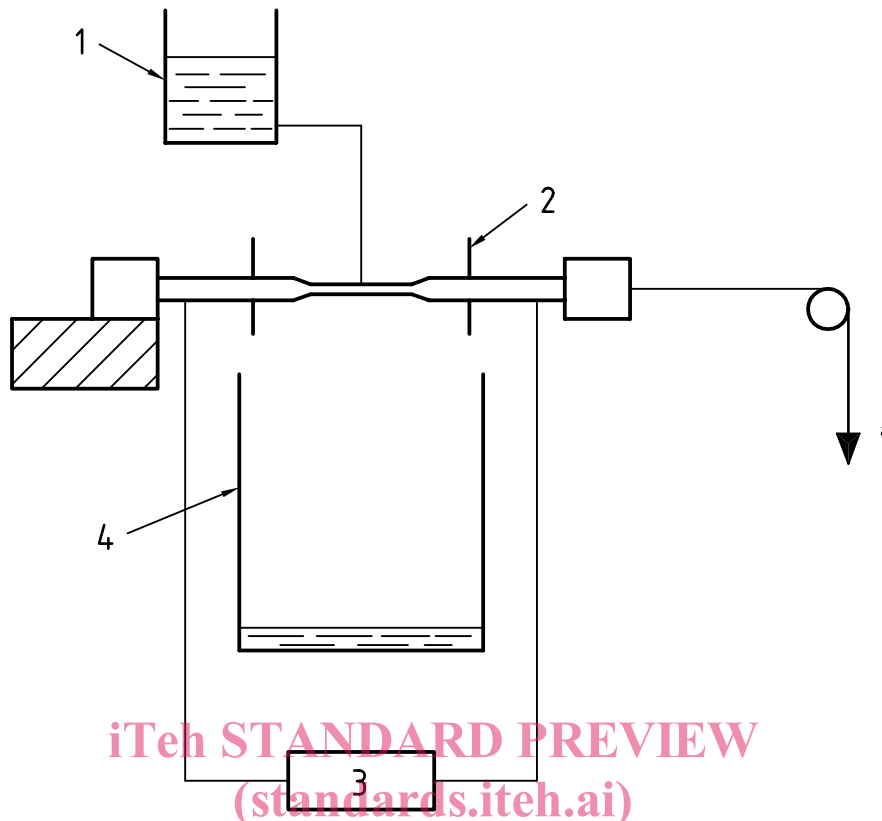
**5.6** Un certain niveau de confinement du système d'essai, pour limiter les éventuelles fluctuations de température dues aux courants d'air, le cas échéant.

## 6 Éprouvettes

**6.1** Les éprouvettes doivent être des éprouvettes de traction de section transversale circulaire dans la longueur utile.

**6.2** Les éprouvettes doivent être façonnées dans une tôle épaisse, d'une plaque, d'une barre, d'une bande ou d'un tube.

**6.3** Les éprouvettes doivent être découpées de sorte que leur axe longitudinal soit parallèle au sens de laminage du matériau d'origine.



### Légende

- 1 Solution de NaCl à 0,1 mol/l  
 2 Écran en plastique permettant de protéger les connexions électriques  
 3 Alimentation en courant alternatif ou continu  
 4 Récipient destiné à récupérer la solution

<sup>a</sup> Sens de la charge (force) appliquée.

**Figure 1 — Schéma de dispositif pour essai d'évaporation goutte à goutte**

**6.4** L'éprouvette doit avoir une longueur entre repères de 10 mm et d'un diamètre de 1,8 mm. Le congé de raccordement entre la zone utile et la zone de serrage doit avoir un rayon de courbure graduel approprié. Les dimensions du corps principal de l'éprouvette ont une influence sur les transferts de chaleur et les intensités de courant requis.

NOTE Un diamètre de 5 mm ou une section transversale carrée de 2 mm de côté est efficace. Il convient que la longueur totale de l'éprouvette soit de 100 mm environ.

**6.5** L'éprouvette doit avoir un état de surface standard ( $Ra < 1 \mu\text{m}$ ), et pour ce faire, il est préférable de la polir dans le sens longitudinal, tout défaut de polissage se trouvant alors parallèle à l'axe sous contrainte. L'état de surface peut être mesuré conformément à l'ISO 4287 ou à l'ISO 4288 à l'aide d'un palpeur classique ou par profilométrie laser. Il convient de mesurer l'état le long de l'axe longitudinal et de répéter le procédé un certain nombre de fois (d'habitude, environ six fois), après rotation de l'éprouvette. Il convient de souligner que la valeur  $Ra$ , bien qu'étant la valeur la plus communément citée, n'est pas nécessairement le paramètre critique en matière de fissuration par corrosion sous contrainte (voir annexe C) et il est peut-être utile d'ajouter une valeur lors de l'évaluation et du report d'autres mesures de la texture de surface, comme indiqué en annexe C.

NOTE Les contraintes résiduelles et les couches écrouies peuvent avoir une influence sur la fissuration par corrosion sous contrainte. Cet effet peut être significatif lorsque les éprouvettes sont prélevées dans des matériaux comme les ensembles soudés, les matériaux trempés ou les formes extrudées ou forgées complexes dans lesquels une relaxation complète des contraintes est peu réaliste. De plus, l'usinage ou le polissage en surface peuvent engendrer sous la surface des contraintes résiduelles qu'il convient de réduire le plus possible. Dans certains cas, la relaxation des contraintes résiduelles de surface peut être entreprise à condition que cela ne conduise pas à un changement dans la microstructure. Un polissage électrolytique de l'éprouvette peut

également éliminer la couche écrouie produite par le polissage mécanique. Il est souhaitable que les contraintes résiduelles soient mesurées.

**6.6** Après le finissage de la surface, les contaminants de surface doivent être éliminés par une procédure de nettoyage approprié.

NOTE Un rinçage à l'eau distillée, puis à l'alcool et un solvant non chloré est approprié dans la plupart des cas. L'utilisation de bains aux ultrasons est recommandée.

## 7 Solution d'essai

La solution d'essai est une solution de NaCl à 0,1 mol/l préparée à partir de produits chimiques de qualité «réactifs pour analyse» et d'eau distillée ou déionisée de conductivité  $\leq 10 \mu\text{Scm}^{-1}$  (voir l'ISO 3696). La solution contenue dans le réservoir doit être maintenue à une température de  $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ . Le pH initial de la solution doit se situer entre 5,7 et 7,0 dans cette plage de température.

NOTE Sur accord, la méthode peut être utilisée pour évaluer le comportement dans d'autres solutions, par exemple l'eau de mer. (L'eau de mer, dont l'utilisation conduit à la formation, durant l'évaporation, d'un sel plus acide, aura tendance à être plus agressive que la solution de NaCl à 0,1 mol/l.)

## 8 Mode opératoire

**8.1** Attacher l'éprouvette aux dispositifs de serrage.

**8.2** Chauffer l'éprouvette par passage du courant jusqu'à l'obtention d'une température stable de  $300 ^\circ\text{C}$ . Noter l'intensité nécessaire pour atteindre cette température.

NOTE La méthode décrite à l'annexe B peut être utilisée pour définir l'intensité du courant nécessaire pour atteindre la température désirée. Cependant, il est recommandé de mesurer la température de surface pour chaque essai à l'aide d'un petit thermomètre de contact ou d'un thermocouple étalonné comme décrit à l'annexe B.

**8.3** Verser la solution goutte à goutte sur l'éprouvette à un débit de 10 gouttes/min  $\pm 10\%$ .

**8.4** Appliquer alors la charge. La charge à appliquer doit représenter une fraction de la charge correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % à une température de  $100 ^\circ\text{C}$ . Une méthode de recherche binaire peut être employée pour déterminer la contrainte seuil comme décrit dans l'ISO 7539-1, bien qu'il convienne d'effectuer un choix judicieux de la contrainte pour le premier essai sur la base de la résistance anticipée de l'alliage.

NOTE En raison de l'influence de la température sur la limite d'élasticité, l'application de la charge avant l'écoulement de la solution ne serait généralement pas appropriée car cela peut conduire à un dépassement de la limite d'élasticité de l'éprouvette.

**8.5** Activer le système de détection de la rupture de l'éprouvette.

**8.6** Augmenter l'intensité du courant appliqué de 25 %. Ceci devrait permettre d'atteindre une situation où l'éprouvette a juste le temps de sécher entre chaque goutte.

NOTE L'application de l'intensité finale *avant* le mouillage ferait augmenter la température à un niveau inacceptable en termes de changement de propriété du matériau, mais une telle hausse d'intensité est nécessaire pour établir des conditions d'essai suffisamment sévères pour entraîner une rupture dans un temps raisonnable.

**8.7** Mesurer la température de l'éprouvette dans la zone sèche au moins une fois pendant l'essai (voir annexe B).

**8.8** Poursuivre l'essai jusqu'à la rupture de l'éprouvette, ou pendant au BB maximum 500 h. Enregistrer le temps à rupture.

NOTE Sur accord, le temps d'exposition maximal peut être augmenté et la contrainte seuil redéfinie en conséquence. Il convient néanmoins de noter la valeur correspondant à 500 h d'essai.

**8.9** Examiner l'éprouvette rompue pour confirmer que la rupture a été due à une fissuration par corrosion sous contrainte, par exemple par des méthodes fractographiques ou métallographiques.



**8.10** Renouveler l'essai pour d'autres fractions de la limite d'élasticité jusqu'à ce que la contrainte minimale entraînant une rupture en 500 h soit déterminée. La valeur doit être la fraction de la limite d'élasticité pour laquelle la rupture s'est produite et immédiatement supérieure à celle n'entraînant aucune rupture en 500 h.

## 9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit mentionner les informations suivantes:

- a) une description complète du matériau d'essai dans lequel les éprouvettes sont prélevées, y compris son numéro UNS, sa composition, son traitement thermique, le type de produit et les propriétés mécaniques;
- b) la méthode de fabrication des éprouvettes, le détail de préparation de la surface et les paramètres de rugosité de la surface;
- c) la composition de la solution, son pH, son volume et sa température;
- d) la température de l'éprouvette, en indiquant les valeurs maximale, minimale et moyenne ainsi que la méthode de mesure;
- e) les contraintes appliquées en termes de fraction de la limite d'élasticité à 100 °C ainsi que la valeur de la limite d'élasticité à 100 °C;
- f) l'aspect visuel des éprouvettes rompues (avec un grossissement  $\times 20$ ) à la fin de l'essai ainsi que les résultats de l'examen métallographique;
- g) le temps à rupture pour chaque contrainte appliquée ainsi que la valeur de la contrainte à rupture du seuil estimée.

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

[ISO 15324:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad12a8b3-8a9d-411a-b738-37bb44b0111c/iso-15324-2000>