

---

---

**Corrosion des alliages d'aluminium —  
Détermination de la résistance à la  
corrosion fissurante sous contrainte**

*Corrosion of aluminium alloys — Determination of resistance to stress  
corrosion cracking*

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

[ISO 9591:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-  
cf34f719a26b/iso-9591-2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004)



**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 9591:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004>

© ISO 2004

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 du 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.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives .....	1
3	Termes et définitions .....	2
4	Principes généraux .....	2
5	Appareillage .....	2
6	Échantillonnage .....	5
7	Éprouvettes .....	5
8	Environnements d'essai .....	7
9	Considérations relatives aux contraintes .....	8
10	Mode opératoire .....	9
11	Évaluation des résultats .....	10
12	Rapport d'essai .....	10
	Annexe A (normative) Examen de l'orientation du grain .....	11
	Bibliographie .....	12

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

[ISO 9591:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004>

## 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 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 ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 9591 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9591:1992), dont elle constitue une révision technique.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004>

# Corrosion des alliages d'aluminium — Détermination de la résistance à la corrosion fissurante sous contrainte

## 1 Domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale spécifie une méthode permettant de déterminer la résistance à la corrosion fissurante sous contrainte (CSC) des alliages d'aluminium.

**1.2** La présente Norme internationale traite de la méthode d'échantillonnage, des types d'éprouvettes, du mode opératoire de mise sous contrainte, du type d'environnement et de l'interprétation des résultats.

**1.3** La présente Norme internationale a pour but de déterminer la résistance à la CSC d'un alliage d'aluminium en fonction de sa composition chimique et de la méthode employée pour sa fabrication et son traitement thermique.

**1.4** La présente Norme internationale s'applique aux alliages d'aluminium de moulage et de corroyage se présentant sous la forme de pièces moulées, de produits semi-finis, de pièces ou encore d'assemblages soudés.

**1.5** Dans la mesure où la plupart des environnements naturels et nombre d'environnements artificiels contiennent des chlorures, il est possible d'utiliser la présente Norme internationale afin de comparer les performances des produits employés en atmosphères marines et en environnements contenant des chlorures, à condition que le mécanisme conduisant à la fissuration ne soit pas modifié. Il convient toutefois de ne pas considérer les résultats du présent essai comme un critère absolu de qualité des alliages.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 7539-1:1987, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 1: Guide général des méthodes d'essai*

ISO 7539-2:1989, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 2: Préparation et utilisation des éprouvettes pour essais en flexion*

ISO 7539-3:1989, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 3: Préparation et utilisation des éprouvettes cintrées en U*

ISO 7539-4:1989, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 4: Préparation et utilisation des éprouvettes pour essais en traction uniaxiale*

ISO 7539-5:1989, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 5: Préparation et utilisation des éprouvettes en forme d'anneau en C*

ISO 7539-6:2003, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 6: Préparation et utilisation des éprouvettes pré-fissurées pour essais sous charge constante ou sous déplacement constant*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 7539-1 s'appliquent.

### 4 Principes généraux

4.1 La présente Norme internationale spécifie deux méthodes de mise sous contrainte:

- sous déformation totale constante;
- sous charge constante.

Elle ne traite ni des méthodes d'essai à faible vitesse de déformation, ni de la détermination de la contrainte maximale tolérée par la méthode de déformation permanente des alliages d'aluminium, bien qu'un effort pour appliquer de telles méthodes à ces alliages (voir ISO 7539-7) soit à présent notable.

4.2 La présente Norme internationale spécifie deux méthodes d'immersion en solution:

- l'immersion alternée;
- l'immersion continue (sous réserve d'accord entre les parties intéressées).

NOTE 1 Lors des expériences d'immersion alternée, l'exposition de la surface mouillée à l'atmosphère, suivie de son séchage complet, crée un environnement salé agressif à la surface du métal et augmente le transport d'oxygène avant l'immersion suivante. La vitesse de séchage dépend de la nature et de l'épaisseur des sels à la surface du métal et peut donc être différente selon les alliages.

NOTE 2 Dans une certaine mesure, les cycles d'humidification et de séchage reproduisent l'humidification et le séchage en atmosphères marines (bien que lors des essais en laboratoire, les sels se trouvant à la surface du métal puissent de nouveau se dissoudre au moment de l'immersion suivante).

4.3 Les critères d'évaluation de la fissuration par corrosion des alliages sont:

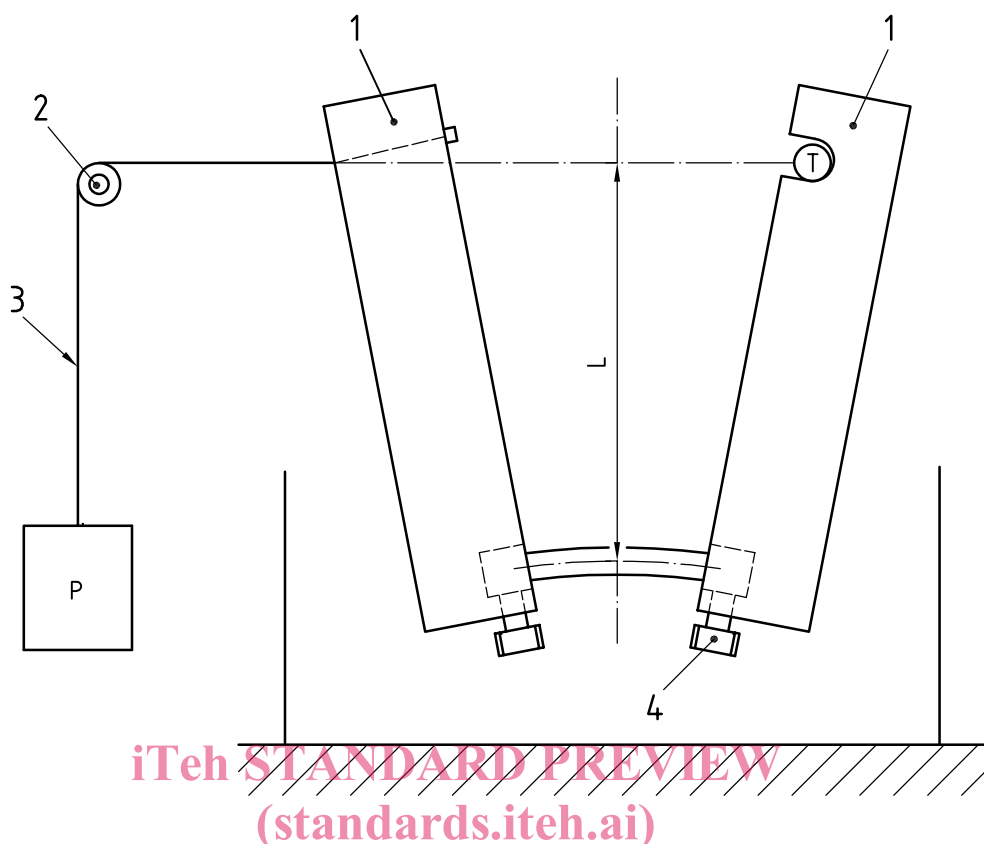
- $\sigma_{CSC}$ : la contrainte limite, c'est-à-dire la contrainte maximale en dessous de laquelle aucune fissuration des échantillons ne se produit pendant la période d'essai fixée;
- $\tau_{CSC}$ : la durée avant défaillance, c'est-à-dire le moment où une fissure visible (éventuellement sous un grossissement d'au plus 30 ×) apparaît pour la première fois sur des éprouvettes sous déformation constante.

4.4 Le choix de la méthode de mise sous contrainte, la valeur des contraintes, l'environnement corrosif ainsi que les critères d'évaluation peuvent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées et il convient de les définir dans le programme d'essai.

### 5 Appareillage

#### 5.1 Appareillage de mise sous contrainte

Les contraintes de traction sont exercées sur les éprouvettes à l'aide de colliers, de vis de mise sous contrainte, de ressorts, de dispositifs à levier et de machines d'essai spéciales, comme par exemple des dispositifs d'essai en flexion constante (Figure 1) ou sous charge constante (Figure 2). Cette dernière figure donne un exemple de dispositif d'essai à éprouvettes multiples, qui peut s'avérer particulièrement avantageux.



#### Légende

- 1 plexiglas
- 2 poulie
- 3 corde en nylon
- 4 boulon en nylon

ISO 9591:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004>

Figure 1 — Dispositif de flexion sous charge constante

## 5.2 Matériaux de construction

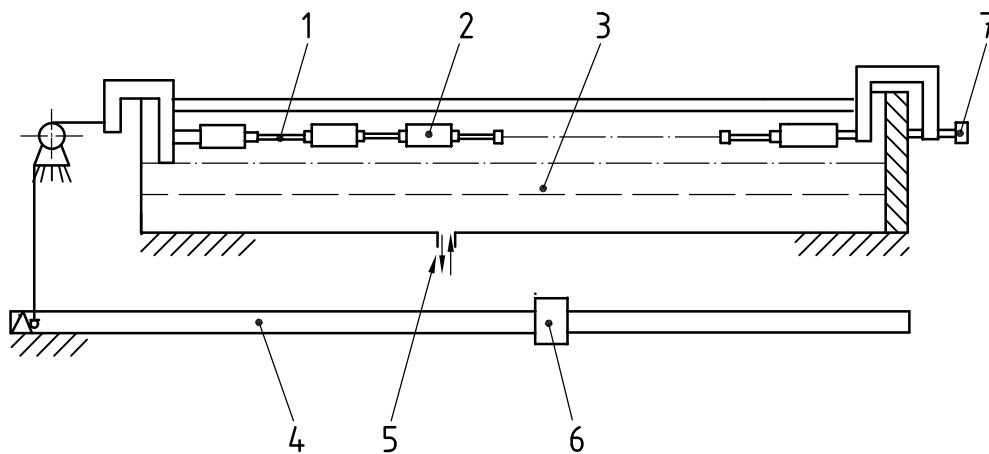
S'ils sont en contact avec la solution saline, les matériaux ne doivent pas être attaqués par l'agent corrosif au point d'être susceptibles de contaminer la solution et d'en modifier la corrosivité.

NOTE 1 Il est recommandé d'utiliser si possible du verre ou du plastique inertes.

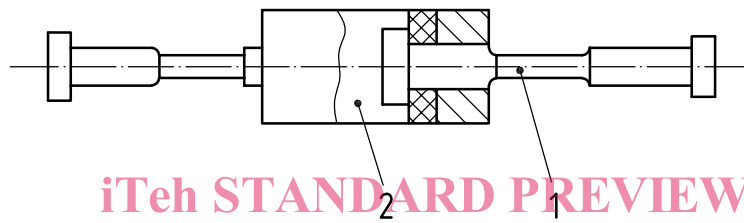
NOTE 2 Il convient que les éléments métalliques en contact avec la solution soient fabriqués avec des matériaux résistant à la corrosion comme les matériaux recommandés pour les environnements marins. Ces matériaux ne doivent pas être attaqués par la solution au point d'être susceptibles de contaminer la solution. De plus, les éléments métalliques peuvent être protégés par un revêtement n'entraînant ni contamination de la solution ni modification de la corrosivité.

## 5.3 Supports d'éprouvettes

Les supports d'éprouvettes doivent être conçus pour isoler électriquement les éprouvettes les unes des autres et aussi les isoler de toute partie métallique nue. Si ce n'est pas possible, comme dans le cas de certains boulons ou montages de mise sous contrainte, le métal nu en contact avec l'éprouvette doit être isolé de l'agent corrosif à l'aide d'un revêtement approprié. Le type de revêtement de protection utilisé ne doit pas libérer d'ions inhibants ou accélérateurs ou d'huiles protectrices ou encore il ne doit pas laisser de résidus, par exemple de la vapeur, sur les parties non revêtues de l'éprouvette. En particulier, il faut éviter les revêtements contenant des chromates. Il est recommandé de dégraisser tous les échantillons après les avoir revêtus.



a) Assemblage d'essai multiple



b) Chaîne d'éprouvettes reliées par des maillons de charge

**Légende**

- 1 éprouvette
- 2 maillon de charge
- 3 environnement
- 4 système de levier
- 5 raccordement avec la buse d'injection de la solution
- 6 charge mobile
- 7 vis de mise sous charge

ISO 9591:2004  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bcac47a5-2e21-49ed-aa31-cf34f719a26b/iso-9591-2004>

iTeh STANDARD PREVIEW  
 (standards.iteh.ai)

**Figure 2 — Illustration d'un dispositif d'essai à éprouvettes multiples pour l'essai de corrosion fissurante sous contrainte uniaxiale constante**

**5.4 Appareillage pour l'immersion alternée dans les solutions**

**5.4.1** Le régulateur de température doit pouvoir faire monter la température de la surface de l'éprouvette de 0 °C à 100 °C à une vitesse contrôlée. Pour ce faire, la solution est chauffée. Au-delà de 10 °C, la vitesse moyenne de variation de la température de l'éprouvette, calculée sur une plage de température de 10 °C, doit être contrôlée avec une tolérance relative de ± 30 % par rapport à la valeur voulue. Des conseils de calcul de la température de l'éprouvette sont donnés à l'Article 7.

**5.4.2** N'importe quel mécanisme approprié peut être utilisé pour mener à bien la phase d'immersion du cycle, à condition:

- qu'il permette d'atteindre la vitesse spécifiée d'immersion et de retrait; et
- que l'appareillage soit construit avec des matériaux inertes appropriés.



Les méthodes habituelles d'immersion alternée sont les suivantes:

- a) les éprouvettes sont montées sur support mobile qui est périodiquement plongé dans un réservoir fixe contenant la solution;
- b) les éprouvettes sont mises en place sur un montage de roue de corrosion qui effectue une rotation de 60° toutes les 10 min et fait ainsi passer les éprouvettes à travers un réservoir fixe rempli de solution;
- c) les éprouvettes sont mises en place dans un bac fixe, ouvert à l'air libre, et la solution est déplacée du réservoir jusqu'au bac par pression d'air, par pompe non métallique ou par drainage par gravité.

**5.4.3** Il convient que la vitesse d'immersion et de retrait des éprouvettes hors de la solution soit la plus grande possible tout en ne les ébranlant pas. Pour les besoins de la normalisation, une limite arbitraire doit être fixée de telle sorte que le temps nécessaire pour parvenir à une immersion ou à une émergence totale hors de la solution ne dépasse pas 2 min.

## 6 Échantillonnage

**6.1** D'une manière générale, la présente Norme internationale spécifie trois orientations d'éprouvette pour les produits épais et deux pour les produits minces. Le diagramme d'orientation est donné à la Figure 3. À la Figure 3 a), le premier sens fait référence à l'axe de l'éprouvette et le second sens fait référence à la direction de la propagation de la fissure.

**6.2** Sauf spécifications contraires, il faut effectuer les essais dans le sens travers court (S) pour les produits épais, et dans le sens travers long (T) pour les produits minces. Pour les coupes laminées ou extrudées qui sont à peu près rondes ou carrées, les échantillons doivent être orientés dans le sens travers (diamétralement opposé). Dans le cas de pièces forgées et, plus généralement, lorsque la structure des pièces d'essai n'est pas évidente, il est recommandé de déterminer le sens du grain par attaque et examen macroscopique ou par examen métallographique afin de choisir les éprouvettes dans les sens (travers court ou travers long) les plus sensibles (voir l'Annexe A).

**6.3** Le nombre d'éprouvettes à soumettre à l'essai et le niveau de contrainte à leur appliquer doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées. Pour chaque niveau de contrainte, il faut soumettre à l'essai sous contrainte au moins trois éprouvettes adjacentes. Si le souhait en est exprimé, une éprouvette supplémentaire non chargée peut être exposée. Le nombre de niveaux de contrainte dépend du but de l'essai, assurance qualité de la production ou développement des procédés ou des alliages.

## 7 Éprouvettes

### 7.1 Types et tailles

Il est possible d'utiliser les éprouvettes définies dans l'ISO 7539-2, l'ISO 7539-3, l'ISO 7539-4, l'ISO 7539-5 et l'ISO 7539-6.

- a) Les éprouvettes de traction, les éprouvettes en forme d'anneau en C ou les éprouvettes de flexion peuvent être prélevées dans des produits épais, par exemple des plaques ou des pièces forgées.
- b) Les éprouvettes de traction, les éprouvettes pour essais en flexion, ou les éprouvettes cintrées en U peuvent être prélevées dans des produits minces, par exemple, des tôles.
- c) Lorsque les éprouvettes sont prélevées dans des assemblages soudés, où la soudure est perpendiculaire à l'axe de contrainte, la soudure doit être placée au milieu de l'éprouvette.
- d) La comparaison des différents alliages et états métallurgiques sur des éprouvettes de même type et de même taille doit être effectuée. Lorsque c'est possible, les éprouvettes doivent subir un traitement thermique avant l'usinage final; des indications doivent sinon être données pour ôter les produits d'oxydation de la surface (voir 7.2.3).