

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
7539-4

Première édition  
1989-12-01

---

---

**Corrosion des métaux et alliages — Essais de  
corrosion sous contrainte —**

**Partie 4 :**

Préparation et utilisation des éprouvettes pour essais  
en traction uniaxiale

(standards.iteh.ai)

*Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing —*

*Part 4: Preparation and use of uniaxially loaded tension specimens*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1125c10-7a0d-41f7-b659-9ff6a7362c71/iso-7539-4-1989>

NORME

ISO



Numéro de référence  
ISO 7539-4 : 1989 (F)

## 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 projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7539-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

L'ISO 7539 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Corrosion des métaux et alliages – Essais de corrosion sous contrainte* :

- *Partie 1: Guide général des méthodes d'essai*
- *Partie 2: Préparation et utilisation des éprouvettes pour essais en flexion*
- *Partie 3: Préparation et utilisation des éprouvettes cintrées en U*
- *Partie 4: Préparation et utilisation des éprouvettes pour essais en traction uniaxiale*
- *Partie 5: Préparation et utilisation des éprouvettes en forme d'anneau en C*
- *Partie 6: Préparation et utilisation des éprouvettes préfiessurées*
- *Partie 7: Essais à faible vitesse de déformation*
- *Partie 8: Préparation et utilisation des éprouvettes présentant un cordon de soudure*

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

## Introduction

La présente partie de l'ISO 7539 fait partie intégrante d'une série de normes couvrant les procédures de définition, de préparation et d'utilisation de différentes formes d'éprouvettes destinées à la réalisation d'essais permettant d'évaluer la résistance des métaux à la corrosion sous contrainte.

Chaque norme de la série doit être lue conjointement avec l'ISO 7539-1. Cette dernière permet de choisir la méthode d'essai appropriée, adaptée aux cas particuliers, et fournit des directives pour évaluer la portée des résultats d'essais.

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

[ISO 7539-4:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ff25cf6-7a8d-4117-b659-9ff6a7362c71/iso-7539-4-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ff25cf6-7a8d-4117-b659-9ff6a7362c71/iso-7539-4-1989>

Page blanche

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

ISO 7539-4:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ff25cf6-7a8d-4117-b659-9ff6a7362c71/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

### 1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 7539 couvre les procédures de définition, de préparation et d'utilisation d'éprouvettes pour essais en traction uniaxiale, servant à évaluer la sensibilité d'un métal à la corrosion sous contrainte.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 7539, le terme « métal » inclut également les alliages.

1.2 Les éprouvettes pour essais en traction sont adaptées pour tester une multitude de formes de produits : plaques, barres, fils, tôles et tubes ainsi que les pièces assemblées par soudage, rivetage, ou autres procédés. Les éprouvettes entaillées peuvent également être utilisées (voir 5.1.3).

1.3 Les éprouvettes chargées en traction uniaxiale peuvent être mises sous contrainte quantitativement, selon l'équipement utilisé, soit par application d'une charge ou d'une déformation constante, soit par application d'une charge ou d'une déformation croissante.

### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 7539. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 7539 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 6892 : 1984, *Matériaux métalliques — Essai de traction.*

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

ISO 7539-6 : 1989, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 6: Préparation et utilisation des éprouvettes préfissurées.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 7539, les définitions données dans l'ISO 7539-1 s'appliquent.

### 4 Principe

4.1 L'essai consiste à soumettre une éprouvette à une charge ou à une déformation constante ou croissante, en vue de déterminer sa sensibilité à la corrosion sous contrainte, par référence à un ou plusieurs des paramètres énumérés dans l'article 7.

4.2 Les environnements corrosifs peuvent causer une détérioration des propriétés des matériaux sous contrainte bien plus grande que celle qu'on observe avec les mêmes matériaux dans des conditions de milieu identiques, lorsque ceux-ci ne sont pas soumis à la contrainte. Cette détérioration accrue peut s'exprimer de différentes manières lorsqu'on évalue la sensibilité à la corrosion sous contrainte.

4.3 La forme la plus courante de détérioration par corrosion sous contrainte comporte l'amorçage et la propagation de fissures, dont une ou plusieurs peuvent éventuellement conduire à une rupture complète de l'éprouvette si l'essai est mené pendant une durée suffisante. Si la rupture complète ne se produit pas, on note néanmoins une altération des propriétés mécaniques proportionnelle à la longueur de propagation de la fissure ou à la croissance de piqûres ou de fissures.

**4.4** De grandes variations peuvent être enregistrées dans les résultats d'essai pour un métal et un environnement donnés, même lorsque les éprouvettes sont totalement identiques; les essais doivent donc être fréquemment répétés. Les résultats d'essai peuvent varier encore plus largement si les éprouvettes sont de tailles ou d'orientations différentes, ou sont soumises à différentes méthodes de mise sous contrainte.

## 5 Éprouvettes

### 5.1 Généralités

**5.1.1** Les éprouvettes à section constante peuvent être circulaires, carrées, rectangulaires, annulaires ou, dans des cas particuliers, prendre d'autres formes.

**5.1.2** Des éprouvettes à section longitudinale variable peuvent être utilisées pour obtenir une gamme de contraintes initiales.

**5.1.3** On peut également employer des éprouvettes pour essais en traction, comportant une entaille usinée, ou dans lesquelles une préfissure mécanique a été amorcée. Dans le premier cas, un état de contrainte triaxiale existe au voisinage de l'entaille et la contrainte axiale du niveau du fond de l'entaille est en outre supérieure à la contrainte nominale calculée à partir de l'aire de la section nominale à ce niveau. La contrainte maximale au niveau de l'entaille peut être calculée à partir du produit de cette contrainte nominale et du facteur de concentration de contrainte  $K_T$  pour l'entaille considérée. Les éprouvettes préfissurées sont décrites séparément dans l'ISO 7539-6.

**5.1.4** Les produits finis peuvent être testés à l'état brut de fabrication par accord entre les parties.

**5.1.5** La proportion des éprouvettes usinées utilisées pour les essais de traction est en général moins importante pour les essais de corrosion sous contrainte, mais aux fins de comparaison, il est souhaitable d'avoir recours au même type d'éprouvettes que pour les essais de traction, satisfaisant à l'ISO 6892.

**5.1.6** Pour réduire la concentration de la contrainte, qui facilite l'amorçage de la fissure, il convient que les éprouvettes usinées présentent un rayon de raccordement entre l'extrémité serrée et la longueur entre repères, si celles-ci sont de dimensions différentes. La valeur de ce rayon de raccordement est en général au moins aussi importante dans les essais de corrosion sous contrainte que dans les essais de traction, et, sauf spécification contraire, il est souhaitable qu'elle satisfasse aux prescriptions de la Norme internationale appropriée. L'amorçage de la fissure peut également être facilité au niveau des arêtes des éprouvettes de section carrée ou rectangulaire, dans le cas où ces arêtes ne sont pas arrondies convenablement.

**5.1.7** Les extrémités serrées peuvent être de forme quelconque pourvu qu'elles s'adaptent aux supports de la machine d'essai. Des problèmes peuvent survenir si la partie serrée de l'éprouvette est isolée de l'environnement d'essai de corrosion (voir 6.3).

**5.1.8** Une gamme étendue de tailles d'éprouvette est envisageable en fonction des dimensions du produit à tester. En raison de l'influence marquée de la section de l'éprouvette sur les résultats des essais de corrosion sous contrainte, il convient de

porter une attention toute particulière à ce facteur, et de le choisir en fonction de l'objet de la recherche.

**5.1.9** Le nombre de machines d'essai à charge constante peut être réduit si l'on essaye les éprouvettes associées en série. Celles-ci peuvent être reliées par des chaînons de charge conçus pour éviter les baisses de charge si une éprouvette se rompt.

**5.1.10** Des éprouvettes de petite section peuvent être utilisées en raison de

- a) leur relation directe avec la nature du produit;
- b) leur plus grande facilité d'essais;
- c) la rapidité d'obtention des résultats d'essai;
- d) leur sensibilité généralement plus élevée à la présence de petites fissures de corrosion sous contrainte.

Les éprouvettes de petite section sont par contre plus difficiles à usiner, et leurs performances s'avèrent plus sensibles à l'influence de concentrations de contraintes étrangères résultant de charges non axiales, de piqûres de corrosion, ou d'autres formes d'attaque, telles que la corrosion généralisée. Dans le cas des éprouvettes usinées, on préférera des longueurs entre repères supérieures à 10 mm et des sections supérieures à 3,0 mm d'épaisseur.

### 5.2 Préparation des éprouvettes

**5.2.1** L'état de surface joue un rôle primordial sur le temps nécessaire pour amorcer la fissuration par corrosion sous contrainte, dans certaines combinaisons de métaux et d'environnements. Il est tout particulièrement indispensable d'éviter les concentrations de contrainte, les détériorations d'usinage et les contaminations chimiques. Sauf le cas où l'on désire évaluer la surface brute de livraison ou de fabrication, la préparation finale consiste habituellement en un traitement mécanique suivi d'un dégraissage. La concentration des contraintes au niveau des rugosités affecte d'ordinaire l'amorçage de la corrosion fissurante sous contrainte de façon plus importante dans les alliages à haute résistance que dans les alliages ductiles de résistance plus faible; la qualité de surface à atteindre tendra toutefois vers la valeur efficace de 1  $\mu\text{m}$  ou mieux.

**5.2.2** Au moment de la préparation finale, il convient de veiller à éviter la surchauffe ou une pression excessive, qui pourrait induire des contraintes résiduelles ou des transformations métallurgiques en surface. Un traitement thermique, un polissage chimique ou un électropolissage après préparation peut se révéler utile pour surmonter ces effets dans certains cas. Il est bon de veiller également à réduire à son plus bas niveau la contamination de la surface par les résidus de polissage.

**5.2.3** Il ne convient pas de penser que l'électropolissage donne invariablement des résultats corrects, c'est-à-dire qu'il élimine les problèmes inhérents à la préparation mécanique des surfaces susmentionnées.

**5.2.4** Si la préparation finale de surface comprend un traitement chimique, il faut veiller à ce que les conditions existantes n'entraînent pas une attaque sélective des phases du métal, ni ne laissent des dépôts indésirables en surface.

**5.2.5** Les traitements chimiques ou électrochimiques qui conduisent à un dégagement d'hydrogène à la surface de l'éprouvette ne doivent pas être employés pour les matériaux susceptibles d'être fragilisés par ce gaz.

**5.2.6** S'il est nécessaire de repérer les éprouvettes en vue d'une identification, il convient de suivre les méthodes mentionnées dans l'ISO 7539-1.

## 6 Mode opératoire

**6.1** Les conditions d'environnement d'essais sélectionnées dépendent de l'objet de l'essai, mais doivent généralement reproduire d'aussi près que possible les conditions de service prévues pour l'alliage ou y être assimilables. Dans la pratique, on se réfère souvent à une classification de milieu standard, mais il est primordial d'interpréter avec circonspection les résultats obtenus en fonction des conditions de service prévues.

**6.2** Si cela est possible, il est recommandé de mettre les éprouvettes sous contrainte après les avoir placées dans l'environnement d'essai ou, sinon, de les y placer dès que possible après la mise en charge.

**6.3** Dans la mesure du possible, il est recommandé d'éviter de mettre en contact les parties serrées avec l'environnement de corrosion. Si cela n'est pas possible, les problèmes suivants peuvent survenir :

- a) des effets galvaniques peuvent influencer les résultats, si les pièces de serrage sont constituées d'un matériau différent de celui de la pièce d'essai; un isolement électrique est alors nécessaire;
- b) une corrosion par crevasse peut se produire dans les petits interstices entre les pièces de serrage et les éprouvettes, les discontinuités de contrainte pouvant alors conduire à une rupture prématurée par corrosion sous contrainte dans ces régions;
- c) des problèmes de corrosion aux interstices peuvent également se produire à l'endroit où l'éprouvette sort de la cellule d'essai; ils seront cependant évités par une conception appropriée de la cellule, l'utilisation de revêtements de protection en des endroits spécifiques, ou l'élargissement de la section de la pièce d'essai au-delà de la partie cylindrique.

**6.4** Il est recommandé d'exposer des éprouvettes non soumises à une contrainte dans les mêmes conditions d'environnement et de durée que les éprouvettes mises sous contrainte, pour que l'évaluation comparative des résultats mette en évidence l'effet de la contrainte appliquée. Dans les essais de fils, de tôles minces et d'éprouvettes préparées par joints assemblés (par exemple par soudage), les contraintes résiduelles peuvent être suffisamment élevées pour provoquer une rupture par corrosion sous contrainte en l'absence de contrainte, ou à des valeurs de contrainte relativement faibles, comparées à celles qui sont nécessaires en l'absence de contraintes résiduelles. Les métaux peuvent également subir une détérioration de leurs propriétés mécaniques au contact d'un environnement corrosif, même sans mise sous contrainte (par exemple: piqûres, corrosion intergranulaire, etc.); l'effet de la contrainte appliquée ne peut alors être évalué qu'après comparaison avec le comportement d'éprouvettes non soumises à une contrainte.

**6.5** Si les essais s'effectuent sous une charge ou une déformation croissante et si les éprouvettes sont amenées jusqu'au point de rupture complète, il est particulièrement recommandé de tester ces dernières en même temps dans un environnement inerte et dans celui de l'essai de corrosion. Cette opération permet de réaliser une évaluation comparative des effets de l'environnement corrosif, en fournissant des données de base relatives aux conditions inertes. Pour certains matériaux, et notamment les alliages d'aluminium et les aciers à haute résistance, supposer qu'un essai à l'air constitue un essai en environnement inerte, peut ne pas être suffisant.

**6.6** Si le nombre d'éprouvettes doit être réduit, une procédure de recherche binaire peut être suivie pour déterminer le seuil de contrainte. Il convient, par exemple, de réaliser le premier essai à une contrainte initiale égale à la moitié de la résistance à la traction du matériau concerné, les essais suivants étant conduits sur d'autres fractions de cette résistance, selon le schéma donné à la figure de l'ISO 7539-1, que la rupture se soit ou non produite dans les essais précédents.

## 7 Évaluation et interprétation des résultats

**7.1** Le paramètre le plus fréquemment utilisé pour évaluer la sensibilité à la fissuration est la durée avant défaillance complète, d'ordinaire facile à mesurer avec une précision correcte. La durée avant défaillance dépendant, entre autres facteurs, de la contrainte initiale appliquée, et la nature de cette dépendance n'étant pas la même pour tous les matériaux et dans tous les environnements, une comparaison des durées avant défaillance, pour une contrainte initiale particulière, peut constituer une source d'erreur. Plutôt que de conduire un grand nombre d'essais répétés au même niveau de contrainte pour évaluer la dispersion, il est préférable, pour déterminer la contrainte limite en dessous de laquelle la rupture complète ne se produit pas, d'exposer les éprouvettes à différentes contraintes initiales, et de pratiquer pour chacune un nombre d'essais moindre.

**7.2** Lorsque la rupture complète ne s'est pas produite, il est de règle de mettre fin aux essais arbitrairement. Certaines éprouvettes peuvent être fissurées sans pour cela entraîner une rupture complète. Il convient d'examiner toutes les éprouvettes qui ne montrent pas de rupture complète, pour déceler les éventuelles fissures, après élimination des produits de corrosion éventuels.

**7.3** Le nombre de fissures par unité de longueur d'éprouvette peut être utilisé pour une évaluation comparative de la sensibilité, en particulier à l'amorçage de la corrosion fissurante sous contrainte. Si cette méthode est retenue, il est de règle de prescrire la technique employée pour déterminer le nombre de fissures, car un examen métallographique des coupes d'éprouvettes, par exemple, peut révéler de petites fissures invisibles à l'œil nu.

**7.4** Une vitesse moyenne de fissuration peut être déterminée à partir du quotient de la longueur de la fissure la plus longue mesurée sur les surfaces fracturées des éprouvettes qui ont subi une rupture complète, ou sur des sections d'éprouvettes non complètement rompues, par la durée de l'essai. Bien que ce paramètre suppose une fissuration s'amorçant au début de

l'essai, ce qui n'est pas toujours le cas, cette mesure se révèle toutefois en accord avec des mesures de plus grande précision.

**7.5** Les éprouvettes n'étant pas allées jusqu'à défaillance complète, peuvent être évaluées par des essais mécaniques, en fin d'exposition. Les paramètres qui reflètent le mieux la présence de fissures sont : la résistance à la traction et les caractéristiques en rapport avec la ductilité comme, par exemple, la striction.

## 8 Rapport d'essai

Il convient que le rapport d'essai contienne les informations suivantes :

- a) description complète du matériau d'essai où sont prélevées les éprouvettes, y compris composition et état structural, type de produit et épaisseur de la section;
- b) orientation, type et taille des éprouvettes d'essai, ainsi que leur préparation de surface;
- c) méthode de mise sous contrainte;
- d) environnement d'essai et durée d'exposition;
- e) méthodes utilisées pour évaluer les résultats d'essai (durée avant défaillance complète, nombre et emplacement des fissures, vitesse moyenne de fissuration, résistance résiduelle et ductilité).

---

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

[ISO 7539-4:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ff25cf6-7a8d-4117-b659-9ff6a7362c71/iso-7539-4-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ff25cf6-7a8d-4117-b659-9ff6a7362c71/iso-7539-4-1989>

---

---

**CDU 620.194.2 : 669**

**Descripteurs:** métal, alliage, essai, essai de corrosion, essai de corrosion sous tension.

Prix basé sur 3 pages

---

---