

NORME
INTERNATIONALE

ISO
7539-7

Première édition
1989-12-01

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

**Partie 7 :
Essais à faible vitesse de déformation**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing —

Part 7: Slow strain rate testing

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6bf09e21-34d6-4539-8980-4c47dae76bea/iso-7539-7-1989>

NORME

ISO



Numéro de référence
ISO 7539-7 : 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 7539-7 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 pré-fissurées*
- *Partie 7: Essais à faible vitesse de déformation*
- *Partie 8: Préparation et utilisation des éprouvettes présentant un cordon de soudure*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 7539 est donnée uniquement à titre d'information.

© 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 7539-7:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6bf09e21-34d6-4539-8980-4c47dae76bea/iso-7539-7-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6bf09e21-34d6-4539-8980-4c47dae76bea/iso-7539-7-1989>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7539-7:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6bf09e21-34d6-4539-8980-4c47dae76bea/iso-7539-7-1989>

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

Partie 7 : Essais à faible vitesse de déformation

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 7539 couvre les procédures de conduite d'essais à faible vitesse de déformation visant à établir la sensibilité d'un métal à la fissuration par corrosion sous contrainte, y compris par fragilisation par l'hydrogène.

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

1.2 Les essais à faible vitesse de déformation conviennent à une multitude de formes de produits, à savoir les tôles épaisses, les barres, les fils, les tôles minces et les tubes, de même qu'à des ensembles composites de ces divers éléments et aux pièces assemblées par soudage. On peut utiliser des éprouvettes entaillées ou préfissurées, ainsi que des éprouvettes initialement lisses.

1.3 Le principal avantage de l'essai réside dans la rapidité avec laquelle on peut évaluer la sensibilité d'un métal à la fissuration par corrosion sous contrainte dans un environnement particulier.

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

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 7539-6 : 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 ainsi que les suivantes s'appliquent.

3.1 fluage: Déformation mécanique d'une éprouvette en fonction du temps, après application d'une charge initiale.

3.2 allongement à la rupture: Rapport, exprimé sous forme de pourcentage, de l'augmentation de la longueur entre repères survenue pendant un essai à la longueur initiale entre ces mêmes repères.

3.3 charge maximale: Valeur maximale de la charge obtenue à rupture totale au cours d'un essai ou, dans le cas de matériaux composites, charge correspondant à la rupture d'un élément.

3.4 courbe « contrainte nominale-allongement »: Courbe représentant la contrainte nominale calculée à partir de la charge instantanée et de l'aire de la section droite d'une éprouvette, par rapport à l'allongement de la longueur entre repères pour cette valeur de la charge.

3.5 réduction de section: Rapport, exprimé sous forme de pourcentage, de la diminution maximale de l'aire de la section droite survenue pendant l'essai à l'aire de la section droite initiale.

3.6 vitesse de déformation: Vitesse initiale d'augmentation de la longueur entre repères d'une éprouvette initialement lisse pour essais en traction.

4 Principe

4.1 L'essai consiste à soumettre une éprouvette à une déformation croissante, tout en l'exposant à un environnement d'essai prescrit, 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 Des 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 déformation dynamique lente. Cette détérioration accrue, généralement imputable à l'amorçage et à la propagation de fissures, peut s'exprimer de différentes manières lorsqu'on évalue la sensibilité à la corrosion sous contrainte.

4.3 Les essais peuvent être conduits en traction ou en flexion, à partir d'éprouvettes lisses, entaillées ou préfissurées. La caractéristique la plus importante de l'essai est la vitesse de déformation relativement lente que l'on applique au niveau de l'amorçage ou de la propagation de la fissure dans le métal, d'où la dénomination d'essai à faible vitesse de déformation.

5 Éprouvettes

5.1 Diverses formes et tailles d'éprouvettes peuvent être utilisées, mais celles qui sont les plus fréquemment employées sont décrites dans l'ISO 7539-4 et l'ISO 7539-6.

5.2 Les remarques contenues dans les documents précités qui concernent la définition, la préparation de la fixation des éprouvettes s'appliquent de la même façon aux essais à faible vitesse de déformation.

6 Mode opératoire

6.1 Le matériel repris pour les essais à faible vitesse de déformation est un dispositif permettant de moduler la vitesse de déformation tout en étant suffisamment puissant pour résister aux efforts engendrés. Les vitesses de déformation les plus courantes pour les essais sur éprouvettes lisses sont comprises entre 10^{-3} s^{-1} et 10^{-7} s^{-1} .

6.2 On peut utiliser des éprouvettes entaillées ou préfissurées quand on souhaite limiter la fissuration à une zone donnée, par exemple quand on teste une zone de soudage ou lorsqu'une pièce donnée d'un matériau présente un ensemble de caractéristiques mécaniques susceptibles d'engendrer des vitesses de déformation différentes en divers endroits de l'éprouvette. On peut également utiliser des éprouvettes entaillées ou préfissurées, pour limiter les contraintes d'effort, lorsque la flexion est préférable à la traction.

6.3 En ce qui concerne les éprouvettes initialement lisses, notamment à partie calibrée, la vitesse de déformation en début d'essai est bien définie, mais lorsque la fissuration a atteint un certain niveau, il se peut que la déformation soit concentrée à proximité du front de la fissure et ne corresponde plus à la vitesse de déformation initiale. On ne dispose pas pour l'heure

de données précises quant à la vitesse de déformation au niveau des têtes de fissure ou des entailles, mais il est probable que les vitesses réelles de déformation sont supérieures à celles que l'on constate sur des éprouvettes lisses.

6.4 Les essais peuvent consister à conduire une éprouvette à la défaillance complète et à évaluer le mode de défaillance pour déterminer la sensibilité du matériau à la fissuration par corrosion sous contrainte, ou à interrompre l'essai à une phase intermédiaire donnée pour déterminer l'ampleur de la fissure.

6.5 L'expérience tend à montrer que, pour des éprouvettes lisses soumises à des efforts de traction, une vitesse de déformation avoisinant 10^{-6} s^{-1} convient pour l'essai initial. L'absence de fissure de corrosion sous contrainte au terme de l'essai n'indique pas nécessairement une insensibilité à la fissuration par corrosion sous contrainte dans le système étudié, étant donné que l'on sait que cette sensibilité est fonction, entre autres paramètres, de la vitesse de déformation (voir annexe A). Il y a lieu d'effectuer des essais à d'autres vitesses de déformation telles que 10^{-5} s^{-1} et 10^{-7} s^{-1} , si l'essai initial ne permet pas de déceler la fissuration de corrosion sous contrainte. Si les éprouvettes sont préchargées pour réduire la durée totale des essais à de très faibles vitesses de déformation, se reporter aux commentaires formulés en 7.4.3 qui peuvent s'avérer importants.

6.6 L'instauration de conditions favorables à la fissuration dans un métal et un environnement donnés peut être une question de temps, si elles n'existent pas au début de l'essai. Dans de telles circonstances, on ne peut observer de fissuration de corrosion sous contrainte que si la vitesse de déformation est suffisamment faible pour qu'une défaillance par surcharge n'intervienne pas avant le temps requis pour que les conditions favorables à la fissuration soient réunies. On peut parfois éviter ces difficultés, en exposant les éprouvettes en milieu d'essai, quelque temps avant le début de la déformation dynamique.

6.7 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 l'exploitation des résultats obtenus pour prédire le comportement en service dépend de la compréhension du système ou des données en corrélation avec l'expérience.

6.8 Dans la mesure du possible, il est recommandé de ne pas 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 quasi inévitablement les résultats, si les pièces de serrage sont constituées d'un matériau différent de celui de la pièce d'essai, un isolement électrique est 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 protecteurs en des endroits spécifiques, ou l'élargissement de la section de la pièce d'essai au-delà de la partie cylindrique.

6.9 Si l'essai vise simplement à déterminer s'il se produit ou non une fissuration par corrosion sous contrainte, il est recommandé de ne soumettre les éprouvettes à la déformation qu'une fois plongées dans l'environnement d'essai.

6.10 Si les éprouvettes sont amenées jusqu'au point de rupture complète, lors d'essais à faible vitesse de déformation, il est recommandé de tester ces dernières en même temps dans un environnement inerte et dans celui de l'essai de corrosion et ce, à la même température et à la même vitesse. 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.

6.11 Il est recommandé d'exposer des éprouvettes non soumises à une déformation dans les mêmes conditions que les éprouvettes mises sous déformation. Les métaux peuvent également subir une détérioration de leurs propriétés mécaniques au contact d'un environnement corrosif, même sans mise sous déformation (par exemple: piqûres, corrosion intergranulaire, etc.); l'effet de la déformation appliquée ne peut alors être évalué qu'après comparaison avec le comportement d'éprouvettes non soumises à une déformation.

6.12 Des variations de température en cours d'essais, particulièrement à de très faibles vitesses de déformation et à des températures élevées, peuvent elles-mêmes modifier la vitesse de déformation et il convient de les éviter si l'on juge qu'elles peuvent influencer les résultats de façon significative.

7 Évaluation et interprétation des résultats

7.1 Si les éprouvettes sont amenées jusqu'au point de rupture complète, on constate généralement la fissuration par corrosion sous contrainte par un examen visuel au microscope à faible grossissement au cours duquel on recherche les traces de fissuration secondaire ou en notant un changement du mode de défaillance par évaluation de la surface de rupture.

7.2 Des vitesses moyennes de fissuration par corrosion sous contrainte peuvent être déterminées 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. À partir d'éprouvettes pré-fissurées, il existe d'autres méthodes pour contrôler la progression des fissures (voir ISO 7539-6), ce qui permet de déterminer des vitesses de fissuration.

7.3 Une comparaison entre des éprouvettes identiques exposées à l'environnement d'essai et à un milieu inerte peut permettre d'évaluer la sensibilité à la fissuration de corrosion sous contrainte. Un écart croissant par rapport à l'unité du quotient

$$\frac{\text{résultats sur éprouvette placée en environnement d'essai}}{\text{résultats sur éprouvette placée en environnement inerte}}$$

indique une sensibilité accrue à la fissuration lorsque l'on considère un ou plusieurs des paramètres suivants de la même vitesse initiale de déformation :

- durée avant défaillance;
- ductilité, évaluée par exemple d'après la réduction de section ou l'allongement à la rupture;
- charge maximale atteinte;
- surface délimitée par la courbe «contrainte nominale-allongement»;
- pourcentage de fissuration par corrosion sous contrainte vis-à-vis de la surface fracturée.

7.4 Les essais à faible vitesse de déformation peuvent également servir à déterminer la contrainte limite au-delà de laquelle survient une fissuration détectable à une vitesse de déformation donnée. Il est probable, sur certains systèmes, que cette limite soit fonction de la vitesse de déformation. Il convient donc d'effectuer les essais dans un intervalle approprié de vitesses de déformation, eu égard au système étudié, afin de s'assurer que la valeur obtenue est suffisamment fiable. La méthode à adopter consiste à soumettre plusieurs éprouvettes à différentes plages de vitesse de déformation, selon le schéma décrit en 7.4.1 à 7.4.4 pour chaque vitesse de déformation.

7.4.1 On déforme la première éprouvette jusqu'à défaillance complète et l'on détermine la vitesse moyenne de fissuration par corrosion sous contrainte selon le protocole défini en 7.2.

7.4.2 On estime ensuite le temps minimal requis pour qu'une fissure détectable se développe à des contraintes dépassant la valeur limite, en divisant la longueur minimale de fissure différentiable d'autres imperfections de surface et que l'on mesure avec précision par métallographie à un grossissement d'environ $\times 500$ par la vitesse moyenne de fissuration. La valeur du temps ainsi obtenue est prise en compte pour les essais restants à effectuer, ceci pour réduire au minimum la variation de contrainte au cours de chaque essai. On définit alors la plage de contrainte comme étant celle qui correspond à l'application d'une déformation lente.

7.4.3 On charge la seconde éprouvette à une vitesse relativement rapide dans des conditions excluant une fissuration de corrosion sous contrainte, jusqu'à ce qu'on atteigne un niveau de contrainte initiale approprié, par exemple 50 % de la résistance à la rupture observée lors du premier essai. Le déplacement doit ensuite demeurer constant jusqu'à ce que toute déformation correspondante à une durée déterminée soit revenue à une vitesse jugée inférieure à la vitesse de déformation que l'on appliquera par la suite. Cet essai peut prendre plusieurs jours avec parfois certains systèmes. On définit alors le milieu

de fissuration et l'on provoque la déformation à faible vitesse. On interrompt l'essai après l'intervalle de temps approprié défini en 7.4.2. On examine l'éprouvette pour déceler d'éventuelles fissures, de préférence par examen microscopique d'une section axiale, afin de déterminer une vitesse moyenne de fissuration.

7.4.4 On procède ensuite à d'autres essais similaires sur la base d'autres valeurs de contrainte initiale, conformément, par exemple, à la méthode de recherche binaire décrite dans l'ISO 7539-1, jusqu'à ce qu'une valeur limite soit définie en dessous de laquelle on n'a pu déceler de fissuration et au-delà de laquelle la vitesse moyenne de fissuration est significative. Une courbe corrélant la plage de contrainte de chaque essai et la vitesse moyenne de fissuration peut faciliter la définition d'une valeur limite.

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 déformation, y compris vitesse de déformation initiale pour les éprouvettes lisses et flèche ou vitesse COD pour les éprouvettes préfissurées ou entaillées;
- d) environnement d'essai, y compris potentiel d'électrode et/ou densité de courant, température, pression, etc. selon le cas;
- e) méthodes utilisées pour définir les résultats d'essai (durée avant défaillance complète, nombre et emplacement des fissures, vitesse moyenne de fissuration, résistance résiduelle et ductilité, pourcentage de fissuration par corrosion sous contrainte vis-à-vis de la surface fracturée).

Annexe A (informative)

Vitesse de déformation (voir 6.5)

Il est probable que la plus forte vitesse de déformation susceptible de favoriser la corrosion sous contrainte dans un système donné dépend de la vitesse de fissuration par corrosion sous contrainte. En général, plus la vitesse de fissuration par corrosion sous contrainte est faible, plus la vitesse de déformation initiale est faible, nécessaire pour favoriser la fissuration. Les vitesses de déformation initiales ayant favorisé la fissuration dans certains systèmes sont données dans le tableau A.1.

Tableau A.1

Système	Vitesse de déformation initiale s^{-1}
Alliages d'aluminium ou solutions de chlorure	10^{-6}
Alliages de cuivre en solutions ammoniacales	10^{-6}
Aciers ferritiques en solutions de carbonate, d'hydroxyde ou de nitrate	10^{-6}
Alliages de magnésium en solutions de chromate/chlorure	10^{-5}
Alliages à base de nickel dans de l'eau à haute température	10^{-7}
Aciers inoxydables en solutions de chlorure	10^{-6}
Aciers inoxydables dans de l'eau pure	10^{-6}
Alliages de titane en solutions de chlorure	10^{-5}

CDU 620.194.2 : 669

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

Prix basé sur 4 pages