

Quatrième édition  
2018-08

Version corrigée  
2018-11

---

---

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

Partie 6:

**Préparation et utilisation des  
éprouvettes préfissurées pour  
essais sous charge constante ou sous  
déplacement constant**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

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

*Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under  
constant load or constant displacement*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81596795-6674-438a-9e03-2e5f7eff4c8c/iso-7539-6-2018>



Numéro de référence  
ISO 7539-6:2018(F)

© ISO 2018

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

[ISO 7539-6:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81596795-66e4-438a-9c03-2e5f7eff4c8c/iso-7539-6-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81596795-66e4-438a-9c03-2e5f7eff4c8c/iso-7539-6-2018>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, Genève  
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
<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>1</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Éprouvettes</b> .....	<b>5</b>
5.1    Généralités.....	5
5.2    Modèle d'éprouvette.....	7
5.3    Considérations concernant le facteur d'intensité de contrainte.....	18
5.4    Préparation des éprouvettes.....	24
5.5    Identification des éprouvettes.....	26
<b>6</b> <b>Amorçage et propagation de la fissure de fatigue</b> .....	<b>26</b>
<b>7</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>28</b>
7.1    Généralités.....	28
7.2    Considérations environnementales.....	28
7.3    Enceinte environnementale.....	29
7.4    Contrôle et surveillance du milieu.....	30
7.5    Détermination de $K_{ISCC}$ par la méthode d'arrêt de la fissuration.....	31
7.6    Détermination de $K_{ISCC}$ par amorçage de la fissure.....	34
7.7    Mesurage de la vitesse de fissuration.....	36
<b>8</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>37</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Utilisation d'éprouvettes entaillées pour essais de corrosion sous contrainte</b> .....	<b>39</b>
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Détermination de la vitesse de propagation de la fissure</b> .....	<b>42</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>43</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.

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 [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*, en collaboration avec le National Physical Laboratory (Royaume-Uni).

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 7539-6:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique modifiant la [Figure 14](#).

La présente version corrigée de l'ISO 7539-6:2018 inclut les corrections suivantes:

- en [Figure 2](#), le symbole “^” a été corrigé à “≥” deux fois.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 7539 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

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

Partie 6:

## Préparation et utilisation des éprouvettes préfiissurées pour essais sous charge constante ou sous déplacement constant

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les procédures de conception, de préparation et d'utilisation d'éprouvettes préfiissurées servant à évaluer la sensibilité à la corrosion sous contrainte. Il donne des recommandations pour la conception, la préparation et l'utilisation d'éprouvettes préfiissurées pour évaluer la sensibilité à la corrosion sous contrainte. Des recommandations relatives aux éprouvettes entaillées sont données dans l'[Annexe A](#).

Pour les besoins du présent document, le terme « métal » inclut également les alliages.

Comme il est nécessaire de confiner la déformation plastique en fond de fissure, les éprouvettes préfiissurées ne se prêtent pas à l'évaluation des produits minces tels que les tôles minces et les fils, et sont généralement utilisées pour des produits plus épais tels que les tôles en barres et les pièces forgées. Elles peuvent aussi être utilisées pour des pièces assemblées par soudage.

Les éprouvettes préfiissurées peuvent être soumises à une contrainte à l'aide d'appareils exerçant une charge constante ou comprenant un dispositif qui engendre un déplacement constant des points d'application de la charge. Les essais sous déplacement croissant ou sous charge croissante sont traités dans l'ISO 7539-9.

Les éprouvettes préfiissurées présentent l'avantage de permettre l'acquisition de données dont on peut déduire les tailles critiques de défaut au-delà desquelles une fissuration par corrosion sous contrainte peut se produire au niveau de pièces de géométrie connue soumises à des efforts connus. Ces éprouvettes permettent également de déterminer la vitesse de propagation des fissures de corrosion sous contrainte. Ces dernières données peuvent être prises en compte dans le cadre de la surveillance en service de pièces comportant des défauts.

### 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 7539-1, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 1: Lignes directrices générales relatives aux méthodes d'essai*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 longueur de fissure

*a*

distance entre la pointe de la fissure et, selon la géométrie de l'éprouvette, soit les lèvres de l'entaille, soit l'axe du point de chargement

### 3.2 largeur de l'éprouvette

*W*

distance entre la face arrière et, selon la géométrie de l'éprouvette, soit la face entaillée, soit le plan de chargement

### 3.3 épaisseur de l'éprouvette

*B*

dimension entre faces de l'éprouvette soumise à essai

### 3.4 épaisseur réduite aux rainures latérales

*B<sub>n</sub>*

dimension minimale de face à face entre les entailles d'une éprouvette à rainures latérales

### 3.5 demi-hauteur de l'éprouvette

*H*

50 % de la distance entre les deux côtés de l'éprouvette, mesurée parallèlement à la direction d'application de la charge (3.6) sur les éprouvettes compactes, de type double poutre et de type à ouverture latérale modifié (éprouvette WOL)

### 3.6 charge appliquée

*P*

force appliquée à l'éprouvette et qui est considérée positive lorsque sa direction est telle qu'elle provoque un écartement des lèvres de la fissure

### 3.7 flèche au niveau de l'axe du point d'application de la charge

*V<sub>LL</sub>*

déplacement d'ouverture de la fissure produit selon l'axe de chargement lors de l'application d'une charge (3.6) sur une éprouvette soumise à un déplacement constant

### 3.8 flèche par rapport à la ligne de chargement

*V<sub>0</sub>*

déplacement d'ouverture de la fissure produit à un emplacement distant du plan de charge, par exemple aux biseaux situés à l'orifice de l'entaille, lors de l'application d'une charge (3.6) à une éprouvette soumise à un déplacement constant

### 3.9 module d'élasticité

*E*

rapport de la contrainte à la déformation, sans écart de la proportionnalité entre la contrainte et la déformation (loi de Hooke)

**3.10****facteur d'intensité de contrainte** $K_I$ 

fonction de la *charge* (3.6) appliquée, de la *longueur de la fissure* (3.1) et de la géométrie de l'éprouvette, ayant les dimensions d'une contrainte  $\times \sqrt{\text{longueur}}$  qui définit de façon univoque l'intensification du champ de contrainte élastique à la pointe d'une fissure soumise à des déplacements associés au mode d'ouverture en jeu (mode I)

Note 1 à l'article: Il a été montré que les facteurs d'intensité de contrainte, calculés en supposant que les éprouvettes offrent une réponse purement élastique, sont en corrélation avec le comportement de pièces réellement fissurées, pour autant que la zone plastifiée en fond de fissure soit de dimension réduite comparée à la longueur de fissure et à la longueur du ligament non fissuré. Dans le présent document, le mode I est supposé et l'indice I est partout implicite.

**3.11****facteur d'intensité de contrainte initial** $K_{Ii}$ 

facteur d'intensité de contrainte appliqué au début de l'essai de corrosion sous contrainte

**3.12****ténacité à la rupture en régime de déformation plane** $K_{Ic}$ 

valeur critique de  $K_I$  pour laquelle survient la première propagation significative de la fissure indépendamment de l'environnement, sous l'effet d'une intensité de contrainte croissante en régime de forte résistance à la déformation plastique

**3.13****valeur provisoire de  $K_{Ic}$**  $K_Q$ 

$K_Q = K_{Ic}$  si les critères de validité de prédominance du régime de déformation plane sont satisfaits

**3.14****facteur d'intensité de contrainte limite pour la sensibilité à la propagation de fissures de corrosion sous contrainte** $K_{ISCC}$ 

*facteur d'intensité de contrainte* (3.10) au-delà duquel la propagation des fissures de corrosion sous contrainte se manifeste et s'étend dans les conditions d'essai spécifiées correspondant à une forte résistance à la déformation plastique, c'est-à-dire dans des conditions prédominantes de déformation plane

**3.15****valeur provisoire de  $K_{ISCC}$**  $K_{QSCC}$ 

$K_{QSCC} = K_{ISCC}$  si les critères de validité de prédominance du régime de déformation plane sont satisfaits

**3.16****facteur d'intensité de contrainte de fatigue maximal** $K_{\max}$  de fatigue

valeur algébrique la plus élevée du *facteur d'intensité de contrainte* (3.10) au cours d'un cycle, correspondant à la *charge* maximale (3.6)

**3.17****limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %** $R_{p0,2}$ 

contrainte appliquée pour produire une déformation plastique de 0,2 % lors d'un essai de traction

**3.18****contrainte appliquée** $\sigma$ 

contrainte résultant de l'application d'une *charge* (3.6) à l'éprouvette

**3.19**  
**coefficient de facteur d'intensité de contrainte**

Y

facteur déduit de l'analyse de contrainte pour une géométrie d'éprouvette particulière, qui associe le *facteur d'intensité de contrainte* (3.10) pour une *longueur de fissure* (3.1) donnée à la *charge* (3.6) et aux dimensions de l'éprouvette

**3.20**  
**quotient d'amplitude des forces appliquées dans le cycle de fatigue**

R

rapport algébrique de la *charge* (3.6) minimale à la *charge* maximale appliquée lors d'un cycle de fatigue:

$$R = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{K_{\min}}{K_{\max}}$$

**3.21**  
**vitesse de propagation de la fissure**

vitesse instantanée de propagation d'une fissure mesurée par une technique de suivi en continu

**3.22**  
**vitesse moyenne de propagation d'une fissure**

vitesse moyenne de propagation d'une fissure calculée en divisant la *longueur de fissure* (3.1) imputable à la corrosion sous contrainte par la durée de l'essai

**3.23**  
**orientation de l'éprouvette**

plan de rupture de l'éprouvette identifié tout d'abord en référence au sens d'application de la contrainte, puis par référence au sens de propagation de la fissure exprimé par rapport aux trois axes de référence X, Y et Z

Note 1 à l'article: X, Y et Z sont définis comme suit: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81596795-66e4-438a-9c03-2e5f7eff4c8c/iso-7539-6-2018>

- X coïncide avec le sens du fibrage (axe longitudinal);
- Z coïncide avec l'effort principal exercé pendant la fabrication du matériau (axe travers court);
- Y est perpendiculaire aux axes X et Z.

## 4 Principe

**4.1** L'utilisation d'éprouvettes préfissurées répond à la difficulté de garantir l'absence totale, dans des structures, de défauts assimilables à des fissures introduits soit en cours de fabrication, soit en service. De plus, la présence de tels défauts peut conduire à une susceptibilité à la fissuration par corrosion sous contrainte qui, dans certains matériaux (par exemple le titane), pourrait ne pas être révélée par des essais à charge constante sur éprouvette lisse. Les principes de la mécanique de la rupture en régime élastique linéaire permettent de quantifier la contrainte existante en fond de fissure sur une éprouvette ou une structure préfissurée en termes d'intensité de contrainte en régime de déformation plane.

**4.2** L'essai consiste à soumettre une éprouvette dans laquelle on a créé une fissure par fatigue à partir d'une entaille usinée à une charge constante ou à un déplacement constant des points d'application de la charge durant son exposition à un environnement chimiquement agressif. L'objectif est de quantifier les conditions dans lesquelles la propagation de fissure assistée par le milieu environnant peut survenir, en définissant le seuil d'intensité de contrainte pour la fissuration par corrosion sous contrainte,  $K_{ISCC}$ , et la cinétique de propagation des fissures.

**4.3** Les données empiriques peuvent servir lors de la conception ou des prévisions de durée de vie, de manière à s'assurer soit que les contraintes agissant sur des structures importantes ne suffisent pas à favoriser la fissuration assistée par l'environnement quels que soient les défauts préexistants, soit que



l'importance de la croissance d'une fissure pendant la durée de vie prévue ou entre des contrôles peut être tolérée sans risque de rupture instable.

**4.4** La fissuration par corrosion sous contrainte est affectée à la fois par des facteurs mécaniques et par des facteurs électrochimiques. Ces derniers peuvent varier en fonction de la profondeur, de l'ouverture ou de la forme de la fissure, en raison de variations de la chimie et du potentiel d'électrode en fond de fissure, et ils ne peuvent pas être décrits exclusivement au moyen du facteur d'intensité de contrainte de la mécanique de la rupture.

**4.5** La composante mécanique comporte à la fois des contraintes appliquées et des contraintes résiduelles. Il faut tenir compte de l'influence possible de ces dernières tant dans les essais de laboratoire que dans leur application à des géométries plus complexes. Des gradients de contrainte résiduelle dans une éprouvette peuvent entraîner une propagation de fissure non uniforme le long du front de fissure.

## 5 Éprouvettes

### 5.1 Généralités

**5.1.1** Des éprouvettes de géométrie fort différente, du type de celles employées pour les essais de ténacité à rupture, peuvent être utilisées. Le type d'éprouvette choisi sera fonction de la forme, de la résistance et de la sensibilité à la fissuration par corrosion sous contrainte du matériau à soumettre à essai ainsi que de l'objectif de l'essai.

**5.1.2** Une exigence de base est que les dimensions de l'éprouvette soient suffisantes pour maintenir des conditions de triaxialité des contraintes (régime de déformation plane), qui confinent la déformation plastique au voisinage de la pointe de fissure. L'expérience des essais de ténacité à rupture montre que, pour obtenir un mesurage valable de  $K_{Ic}$ , la longueur de la fissure,  $a$ , et l'épaisseur,  $B$ , ne doivent pas être inférieures à:

$$2,5 \left( \frac{K_{Ic}}{R_{p0,2}} \right)^2$$

et que, si possible, des éprouvettes de dimensions plus importantes où  $a$  et  $B$  ne sont pas inférieures à:

$$4 \left( \frac{K_{Ic}}{R_{p0,2}} \right)^2$$

doivent être utilisées pour garantir un état de confinement de contrainte adéquat.

Du point de vue de la mécanique de la rupture, une épaisseur minimale permettant d'obtenir une valeur invariante de  $K_{ISCC}$  ne peut être spécifiée à l'heure actuelle. Un environnement agressif pendant les essais de corrosion sous contrainte peut réduire l'ampleur de la plasticité associée à la rupture et donc les dimensions requises pour l'éprouvette assurant la limitation de la déformation plastique. Toutefois, afin de réduire au minimum le risque de régime mécanique inadéquat, il est recommandé, en ce qui concerne les dimensions des éprouvettes, de retenir des critères équivalents à ceux utilisés lors des essais de ténacité, c'est-à-dire que les valeurs  $a$  et  $B$  ne doivent pas être inférieures à:

$$2,5 \left( \frac{K_I}{R_{p0,2}} \right)^2$$

et il convient de préférence qu'elles ne soient pas inférieures à :

$$4 \left( \frac{K_I}{R_{p0,2}} \right)^2$$

où  $K_I$  est la valeur du facteur d'intensité de contrainte à appliquer pendant l'essai.

Pour vérifier la validité de la première de ces expressions, il convient de remplacer  $K_I$  par la valeur déterminée du facteur d'intensité de contrainte.

**5.1.3** Si les éprouvettes doivent servir à déterminer  $K_{ISCC}$ , il convient que la taille initiale de l'éprouvette résulte d'une estimation du  $K_{ISCC}$  du matériau (il est préférable, dans un premier temps, de surestimer la valeur  $K_{ISCC}$  et donc d'utiliser une éprouvette plus grande que celle qui serait, au final, nécessaire). Si les conditions de service impliquent un matériau d'épaisseur insuffisante pour remplir les critères de validité, il est permis d'utiliser des éprouvettes d'épaisseur similaire dès lors qu'il est clairement indiqué que le facteur d'intensité de contrainte limite obtenu,  $K_{QSCC}$ , ne vaut que pour cette application spécifique. Pour déterminer les modalités de propagation des fissures de corrosion sous contrainte en fonction du facteur d'intensité de contrainte, la taille de l'éprouvette doit résulter d'une estimation de l'intensité maximale de contrainte à laquelle les vitesses de propagation de fissure doivent être mesurées.

**5.1.4** Deux types principaux d'éprouvettes peuvent être utilisés:

- a) les éprouvettes pour essais sous déplacement constant, qui sont autochargées à l'aide de boulons incorporés;
- b) les éprouvettes pour essais sous charge constante, qui nécessitent un dispositif extérieur de chargement.

**5.1.5** Les éprouvettes soumises à un déplacement constant, autochargées, présentent l'avantage d'être économiques étant donné qu'aucun équipement extérieur de mise en charge n'est requis. Leur forme compacte facilite également une exposition à des environnements de service réel. Elles peuvent servir à déterminer  $K_{ISCC}$  soit par l'amorçage de fissures de corrosion sous contrainte à partir de pré-fissures de fatigue, auquel cas une série d'éprouvettes doit être utilisée pour repérer précisément la valeur limite, soit par arrêt de la propagation d'une fissure étant donné que, dans des conditions d'essai à déplacement constant, l'intensité de la contrainte décroît progressivement avec la propagation de la fissure. Une seule éprouvette suffira en principe dans ce cas mais, dans la pratique, il est souvent recommandé d'en utiliser plusieurs (au moins trois) pour tenir compte des inconvénients cités en [5.1.6](#).

**5.1.6** Les inconvénients liés aux éprouvettes à déplacement constant sont les suivants:

- a) les charges imposées ne peuvent être mesurées qu'indirectement par des variations du déplacement;
- b) les produits d'oxydation ou de corrosion peuvent soit favoriser l'écartement des lèvres de la fissure par effet de coin, modifiant ainsi le déplacement imposé et la charge correspondante, soit obstruer l'embouchure de la fissure empêchant ainsi la pénétration de l'agent corrosif, et nuisant à la précision des mesures de longueur de fissure par des méthodes de résistance électrique;
- c) des phénomènes de ramification, d'émoussage du fond de fissure ou de propagation hors du plan de propagation peuvent invalider les résultats;

- d) l'arrêt de la fissure doit être défini par une vitesse de propagation de la fissure inférieure à une valeur arbitraire qu'il peut être difficile de mesurer avec précision;
- e) la relaxation élastique du système de contrainte pendant la propagation de la fissure peut provoquer un déplacement et des efforts supérieurs à ceux prévus;
- f) la relaxation plastique dans l'éprouvette liée à des processus dépendant du temps peut aboutir à des efforts inférieurs à ceux prévus;
- g) il est parfois impossible de placer l'éprouvette dans son environnement d'essai avant application de la contrainte, ce qui peut retarder l'amorçage de la fissuration lors de la poursuite de l'essai.

**5.1.7** L'avantage des éprouvettes à charge constante est que les paramètres de contrainte peuvent être quantifiés avec confiance. Comme la propagation de la fissure entraîne une ouverture croissante de celle-ci, il est moins probable que des couches d'oxyde obstruent la fissure ou exercent un effet de coin. Il est alors possible d'effectuer directement les mesures de longueur de fissure en faisant appel à diverses méthodes de suivi en continu. Un vaste éventail d'éprouvettes à charge constante adaptée à la forme du matériau d'essai, aux installations disponibles et aux objectifs de l'essai, est disponible. Cela signifie que la propagation des fissures peut être étudiée dans des conditions soit de flexion, soit de traction. Les éprouvettes peuvent servir soit à déterminer  $K_{ISCC}$  par l'amorçage d'une fissure de corrosion sous contrainte à partir d'une fissure de fatigue préexistante, sur une série d'éprouvettes, soit à mesurer la vitesse de propagation des fissures. Les éprouvettes à charge constante peuvent être mises sous charge pendant l'exposition dans l'environnement d'essai, ce qui évite l'inconvénient d'inutiles périodes d'incubation.

**5.1.8** L'inconvénient principal des éprouvettes à charge constante est le poids matériel et financier des systèmes de mise en charge extérieurs requis. Les éprouvettes pour essais en flexion peuvent être soumises à essai dans des systèmes à poutres encastrées relativement simples, mais les éprouvettes soumises à des efforts de traction exigent des machines d'essai de rupture en fluage à charge constante ou des machines semblables. Dans ce cas, il est possible de réduire la dépense en soumettant à essai des chaînes d'éprouvettes reliées entre elles par des dispositifs de mise sous charge conçus pour prévenir tout déchargement en cas de rupture d'éprouvette. La taille de ces systèmes de mise sous contrainte signifie qu'il est difficile de soumettre à essai des éprouvettes à charge constante dans des conditions réelles, mais qu'il est possible de le faire dans des milieux prélevés dans des systèmes en service.

## 5.2 Modèle d'éprouvette

**5.2.1** La [Figure 1](#) illustre certains types d'éprouvettes pré-fissurées qui servent aux essais de corrosion sous contrainte.

**5.2.2** On distingue deux types d'éprouvettes à charge constante:

- a) les éprouvettes où l'intensité de la contrainte augmente avec la longueur de la fissure;
- b) les éprouvettes où l'intensité de la contrainte et la longueur de la fissure sont indépendantes.

Les éprouvettes de type a) se prêtent à la détermination de  $K_{ISCC}$  et à l'étude de la vitesse de propagation des fissures en fonction de  $K_I$ , tandis que celles de type b) conviennent à l'étude fondamentale des mécanismes de corrosion sous contrainte.

**5.2.3** Les éprouvettes à charge constante et  $K$  croissant peuvent être soumises à des efforts de traction ou de flexion. Selon leur modèle, les éprouvettes soumises à un effort de traction peuvent subir des contraintes en fond de fissure, qui sont en majorité des contraintes de traction (comme les tôles épaisses à fissure centrale), ou comporter une composante de flexion significative (comme les éprouvettes compactes pour essais en traction chargées au niveau du fond de fissure). La présence d'une contrainte de flexion significative en fond de fissure peut être néfaste à la stabilité du parcours de propagation de la fissure pendant l'essai de corrosion sous contrainte et peut favoriser une ramification dans certains

matériaux. Les éprouvettes pour essais en flexion peuvent être chargées en trois points, quatre points ou en porte-à-faux.

**5.2.4** Les éprouvettes à charge constante et  $K$  constant peuvent être sujettes à des efforts de torsion (par exemple tôles à fissure unilatérale en double torsion) ou de traction (par exemple double poutre profilée, encastrée). Malgré la charge en traction, la conception de ces éprouvettes engendre un infléchissement du parcours de la fissure avec une tendance de la fissure à sortir du plan de propagation initial, ce qui peut être évité par la présence de rainures latérales.

**5.2.5** Les éprouvettes à déplacement constant sont généralement autochargées par un boulon placé sur l'une des deux parties qui vient heurter soit une enclume soit un second boulon de chargement sur la partie opposée. Deux types sont disponibles:

- a) les éprouvettes qui sont sensibles à  $(W-a)$ , comme les éprouvettes compactes à ouverture par effet de coin modifiées (WOL modifiées) dans lesquelles la proximité de la face opposée au fond de fissure influe sur le champ de contrainte en fond de fissure;
- b) les éprouvettes qui sont insensibles à  $(W-a)$ , comme les éprouvettes pour essais en flexion à double poutre (DCB) dans lesquelles la face opposée est suffisamment distante du fond de la fissure pour que cette position reste sans effet sur le champ des contraintes en fond de fissure.

**5.2.6** Certaines géométries des éprouvettes décrites ci-dessus présentent des avantages particuliers qui font qu'elles sont fréquemment utilisées pour les essais de corrosion sous contrainte. Il s'agit notamment:

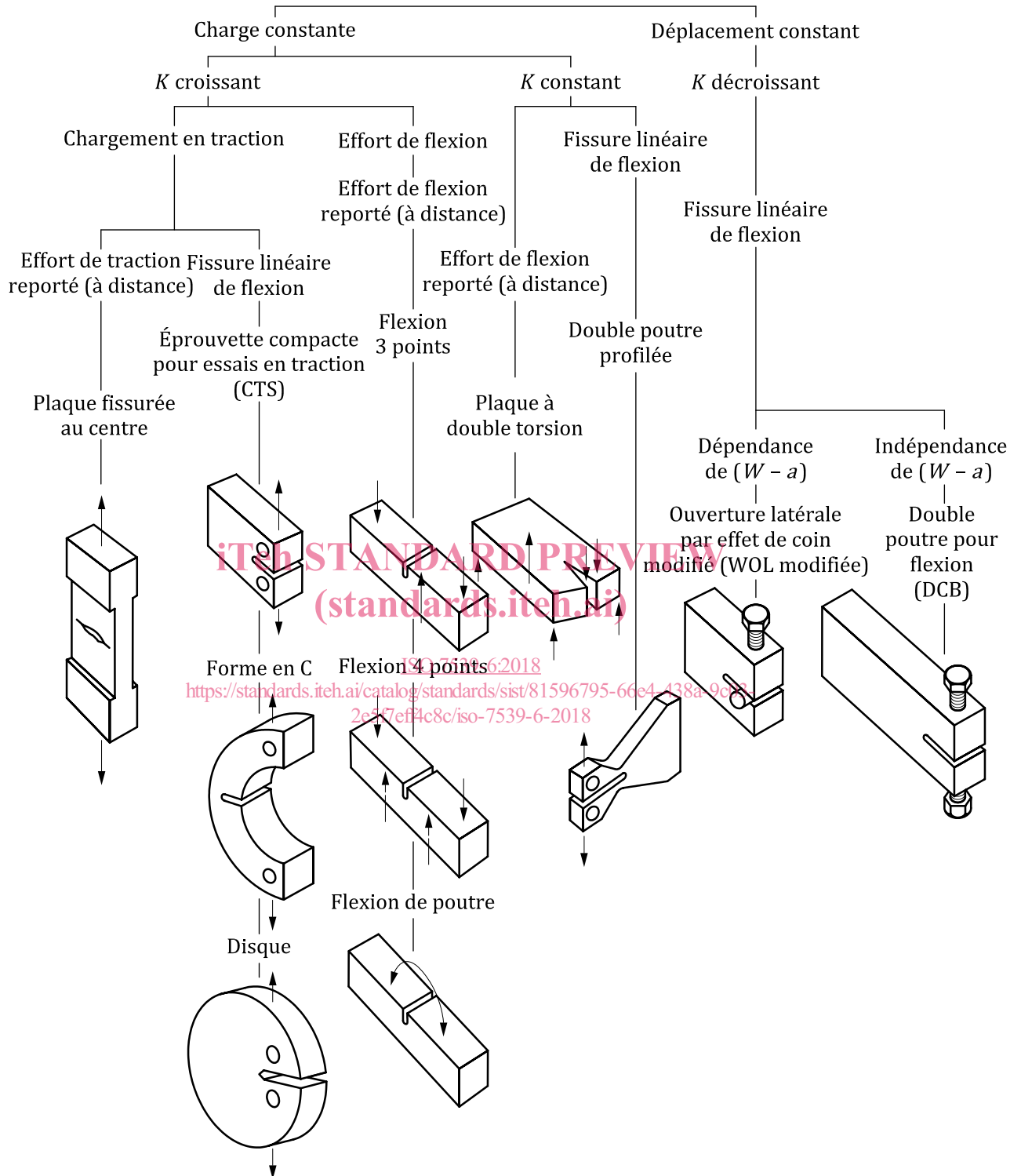
- a) des éprouvettes de type poutre encastrée pour flexion, qui sont d'un usinage aisé et permettent des essais peu coûteux à charge constante;
- b) des éprouvettes compactes (CTS) pour essais en traction, qui limitent au minimum la quantité de matériau nécessaire pour un essai à charge constante;
- c) des éprouvettes de type double poutre pour flexion (DCB), autochargées, qui sont faciles à soumettre à essai dans des conditions de service à déplacement constant;
- d) des éprouvettes à ouverture par effet de coin modifiées (WOL modifiées), qui sont également autochargées et limitent au minimum la quantité de matériau nécessaire pour des essais à déplacement constant;
- e) des éprouvettes en forme de C, qui peuvent être usinées à partir de cylindres à parois épaisses pour étudier la propagation radiale de fissures longitudinales sous charge constante.

Les [Figures 2 à 6](#) représentent en détail ces différents types de modèles d'éprouvettes normalisées.

**5.2.7** Si nécessaire, par exemple s'il s'avère difficile de maîtriser l'amorçage et/ou la propagation de la fissure de fatigue, une entaille en chevron peut être réalisée comme le montre la [Figure 7](#). Si besoin est, son angle de dégagement peut être porté de  $90^\circ$  à  $120^\circ$ .

**5.2.8** Quand il est nécessaire de mesurer les déplacements associés à l'ouverture de fissure, comme pendant l'application d'une flèche à des éprouvettes à déplacement constant, des biseaux permettant de placer les capteurs de déplacement peuvent être usinés entre les lèvres de l'entaille, comme le montre la [Figure 8 a](#)). Des biseaux séparés peuvent également être soit vissés soit collés sur l'éprouvette de part

et d'autre de l'entaille, comme le montre la [Figure 8 b](#)). La [Figure 9](#) donne les détails de réalisation d'un capteur de déplacement à lames approprié.



NOTE Les facteurs d'intensité de contrainte relatifs aux éprouvettes ci-dessus figurent dans la littérature ouverte.

**Figure 1 — Géométrie d'éprouvettes préfissurées pour essai de corrosion sous contrainte**