
**Corrosion des métaux et alliages — Essais
de fatigue-corrosion —**

Partie 2:

Essais d'amorce de rupture sur des
éprouvettes préfissurées

iTeh STANDARD PREVIEW

Corrosion of metals and alloys — Corrosion fatigue testing —

Part 2: Crack propagation testing using precracked specimens

[ISO 11782-2:1998](https://standards.iso.org/iso-11782-2-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/486822b4-03bf-4228-8ff5-aea73d0e4763/iso-11782-2-1998>



Sommaire

Page

| | | |
|--|---|-----------|
| 1 | Domaine d'application | 1 |
| 2 | Référence normative | 1 |
| 3 | Définitions | 1 |
| 4 | Essai | 3 |
| 4.1 | Principe des essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion | 3 |
| 4.2 | Éprouvettes pour les essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion | 4 |
| 5 | Appareillage | 5 |
| 6 | Préfissuration par fatigue | 6 |
| 7 | Conditions d'essai | 8 |
| 8 | Mode opératoire d'essai | 9 |
| 9 | Rapport d'essai | 12 |
| Annexe A (informative) Informations sur les méthodes de mesurage des longueurs de fissure | | 14 |

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/486822b4-03bf-4228-8ff5-aea73d0e4763/iso-11782-2-1998>

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

Avant-propos

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

Les 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.

La Norme internationale ISO 11782-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

L'ISO 11782 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Corrosion des métaux et alliages* - Essais de fatigue-corrosion:

— *Partie 1: Essais cycliques*

— *Partie 2: Essais d'amorce de rupture sur des éprouvettes préfissurées*

L'Annexe A de la présente partie de l'ISO 11782 est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Les essais d'amorce de rupture utilisent des éprouvettes préfissurées afin de donner des informations sur les conditions limites et sur les vitesses de propagation de fissure par fatigue-corrosion. Ces données peuvent être utilisées dans la conception et l'évaluation des structures mécaniques dans lesquelles la propagation de fissure par fatigue-corrosion peut dominer la durée de vie du composant.

En raison de la nécessité de maintenir des conditions de contrainte élastique en fond de fissure, les éprouvettes préfissurées utilisées pour les essais d'amorce de rupture ne conviennent pas à l'évaluation de produits minces comme les tôles de faible épaisseur ou le fil et sont généralement utilisées pour des produits plus épais y compris les tôles fortes, barres et pièces forgées. Elles peuvent également servir à des parties jointes par soudage.

Les résultats des essais de fatigue-corrosion ne conviennent à une application directe que lorsque les conditions de service sont exactement parallèles aux conditions de l'essai, en particulier en ce qui concerne les considérations en matière de matériau, de milieu et de mise sous contrainte.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/486822b4-03bf-4228-8ff5-aea73d0e4763/iso-11782-2-1998>

Corrosion des métaux et alliages — Essais de fatigue-corrosion —

Partie 2:

Essais d'amorce de rupture sur des éprouvettes préfissurées

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 11782 décrit une méthode reposant sur la mécanique de la rupture, permettant de déterminer les vitesses de propagation de fissures préexistantes sous chargement cyclique en milieu contrôlé et de mesurer la plage de facteur d'intensité de contrainte limite pour la propagation de fissure au-dessous de laquelle la vitesse de progression de la fissure devient inférieure à une limite définie convenue entre les parties.

1.2 La présente partie de l'ISO 11782 donne des indications et des instructions sur les essais de fatigue-corrosion des métaux et des alliages en milieux aqueux ou gazeux.

2 Référence normative

[ISO 11782-2:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/486822b4-03bf-4228-8ff5-2ea13d4a2709/iso-11782-2:1998)

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 11782. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 11782 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée 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.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 11782, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 fatigue-corrosion: Phénomène résultant de l'action conjuguée de la corrosion et d'une déformation cyclique du métal, qui peut souvent entraîner une fissuration.

NOTE — La fatigue-corrosion peut se produire lorsqu'un métal est soumis à une déformation cyclique dans un milieu corrosif.

3.2 force, P : Force appliquée à l'éprouvette qui est considérée comme positive lorsque sa direction fait s'éloigner l'une de l'autre les faces de la fissure.

3.3 force maximale, P_{\max} : Valeur algébrique maximale de la force pendant un cycle de chargement.

3.4 force minimale, P_{\min} : Valeur algébrique minimale de la force pendant un cycle de chargement.

3.5 plage de force, ΔP : Différence entre les valeurs algébriques maximale et minimale de la force.

3.6 facteur d'intensité de contrainte, K_I : Fonction de la charge appliquée, de la longueur de la fissure et de la géométrie de l'éprouvette, ayant les dimensions du produit d'une contrainte par une longueur; il définit de façon univoque l'intensification du champ de contrainte élastique au fond de la fissure soumise à des déplacements associés aux modes d'ouverture en jeu (mode I).

NOTE — Il a été observé que les facteurs d'intensité de contrainte, calculés en supposant que les éprouvettes répondent de façon purement élastique, correspondaient au comportement de pièces fissurées elles-mêmes à condition que la taille de la zone de plasticité en front de fissure soit petite par comparaison avec la longueur de la fissure et la longueur du ligament non fissuré. Dans la présente norme, le mode I est supposé et l'indice I est partout implicite.

3.7 facteur maximal d'intensité de contrainte, K_{\max} , de fatigue: Valeur algébrique la plus élevée du facteur d'intensité de contrainte dans un cycle, valeur qui correspond à la charge maximale.

3.8 facteur minimal d'intensité de contrainte, K_{\min} , de fatigue: Valeur algébrique la plus faible du facteur d'intensité de contrainte dans un cycle.

NOTE — Cette valeur correspond à la charge minimale lorsque le rapport de contrainte, R , est supérieur à zéro et est égale à zéro lorsque R est inférieur ou égal à zéro.

3.9 plage de facteur d'intensité de contrainte, ΔK , de fatigue: Différence algébrique entre les facteurs maximal et minimal d'intensité de contrainte dans un cycle:

$$\Delta K = K_{\max} - K_{\min}$$

3.10 plage de facteur d'intensité de contrainte limite, ΔK_{th} , de fatigue: Valeur de la plage de facteur d'intensité de contrainte au-dessous de laquelle la vitesse de progression de la fissure devient rapidement insignifiante pour l'application.

3.11 rapport de contrainte, R , en charge de fatigue: Rapport algébrique de la force maximale et minimale dans un cycle:

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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/486822b4-03bf-4228-8ff5-aea73d0e4763/iso-11782-2-1998>

3.12 cycle: Plus petit segment de la fonction temps de charge ou contrainte qui est répété périodiquement.

Les termes cycle de fatigue, cycle de charge et cycle de contrainte sont aussi communément utilisés.

3.13 vitesse de propagation de la fissure par fatigue, da/dN : Vitesse de propagation de la fissure provoquée par la charge de fatigue et exprimée en termes de propagation de fissure par cycle.

3.14 coefficient de facteur d'intensité de contrainte, Y : Facteur dérivé de l'analyse de contrainte pour une géométrie d'éprouvette particulière qui relie le facteur d'intensité de contrainte pour une longueur donnée de fissure aux dimensions de la charge et de l'éprouvette.

3.15 ténacité à la rupture en régime de déformation plane, K_{Ic} : Valeur critique de K 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.

3.16 orientation de l'éprouvette: Plan de rupture de l'éprouvette identifié en termes de sens d'application de la contrainte, puis par sens de propagation de la fissure, exprimé par rapport aux trois axes de référence.

Ces axes sont identifiés par les lettres X, Y et Z

où

Z coïncide avec l'effet principal exercé pendant la fabrication du matériau (axe travers court);

X coïncide avec le sens du fibrage (axe longitudinal);

Y est perpendiculaire aux axes X et Z (voir figure 1).

3.17 longueur de fissure, a : Longueur réelle de la fissure mesurée entre sa pointe et selon la géométrie de l'éprouvette, soit les lèvres de l'entaille, soit l'axe du point de chargement.

3.18 largeur de l'éprouvette, W : Largeur réelle de l'éprouvette mesurée entre sa face arrière et, soit la face entaillée, soit le plan de chargement, selon la géométrie de l'éprouvette.

3.19 forme de l'onde: Forme de la différence crête-à-crête de la charge en fonction du temps.

3.20 fréquence cyclique: Nombre de cycles par unité de temps, s'exprime en général en cycles par seconde (Hz).

4 Essai

4.1 Principe des essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion

Une pré-fissure par fatigue est induite sur une éprouvette entaillée par chargement cyclique. Au fur et à mesure que la fissure croît, les conditions de chargement sont ajustées jusqu'à ce que les valeurs de ΔK et R soient appropriées pour la détermination ultérieure de ΔK_{th} ou des vitesses de propagation de fissure et que la fissure soit d'une longueur suffisante pour que l'influence de l'entaille soit négligeable.

Les essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion sont ensuite réalisés en utilisant un chargement cyclique dans des conditions d'environnement et de mise sous contrainte adaptées à l'application particulière. Pendant l'essai, la longueur de la fissure est vérifiée en fonction des cycles écoulés. Ces données sont soumises à analyse numérique de façon que la vitesse de propagation de la fissure, da/dN , puisse être exprimée comme une fonction de la plage de facteur d'intensité de contrainte, ΔK .

Les vitesses de propagation de fissure présentées en termes de ΔK sont généralement indépendantes de la géométrie de l'éprouvette utilisée. Le principe de similitude permet la comparaison de données obtenues à partir d'une variété de types d'éprouvettes et permet que les données da/dN par rapport à ΔK soient utilisées dans la conception et l'évaluation de structures mécaniques à condition que les conditions d'essai mécanique, chimique et électrochimique appropriées soient employées. Un écart important par rapport à ce principe de similitude peut se produire dans le cas de fissures courtes en raison de différences de chimie en front de fissure, de propagation sensible microstructurellement et de considérations de protection en front de fissure

La plage de facteur d'intensité de contrainte limite pour la fatigue-corrosion, ΔK_{th} peut être supérieure ou inférieure au seuil à l'air, selon les conditions particulières métal/environnement. Elle peut être déterminée par une réduction contrôlée dans la gamme de charges (voir 6.3) jusqu'à ce que la vitesse de propagation devienne insignifiante pour l'application spécifique. De façon pratique, dans une perspective de mesurage, il est nécessaire de lui attribuer une valeur (voir 8.5).

NOTE — Les mesurages de la vitesse de propagation de fissure et les déterminations de plage de facteur d'intensité de contrainte limite peuvent être fortement affectés par les contraintes résiduelles. La relaxation des contraintes thermique doit, par conséquent, être prise en considération avant l'essai, mais si ceci n'est pas acceptable, la possibilité d'un effet doit être reconnue dans l'interprétation des résultats. En particulier, la présence de contraintes résiduelles peut entraîner une dépendance apparente de ΔK_{th} sur l'épaisseur de l'éprouvette. Les effets de l'épaisseur peuvent également survenir en principe en rapport avec le chargement en hydrogène et également là où un transport à travers l'épaisseur se produit dans des solutions aqueuses en écoulement. Dans ce dernier cas, il doit être reconnu que le transport de la solution par les côtés de la fissure dans le sens de l'épaisseur est un effet dérivé et peut ne pas être représentatif de la fissuration en service.

Les résultats des essais de vitesse de propagation de fissure par fatigue-corrosion pour de nombreux métaux ont montré que les relations entre da/dN et ΔK diffèrent de façon significative de la relation à trois étapes habituellement observée pour les essais à l'air, comme montré à la figure 2. La forme de la courbe dépend du système matériau/milieu et pour certains cas, des modes de fissuration en fonction du temps (différent de «en fonction du cycle») peuvent s'ensuivre et peuvent accentuer la propagation de la fissure en produisant des plateaux de vitesse de propagation en fonction de la fréquence, comme montré à la figure 2.

4.2 Éprouvettes pour les essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion

4.2.1 Généralités

Une large variété de formes géométriques normales d'éprouvettes du type utilisé en essai de ténacité à la rupture peut être utilisée. Le type particulier d'éprouvette choisi dépend de la forme du matériau à soumettre à essai et des conditions de l'essai.

Les éprouvettes chargées sur broches comme les éprouvettes compactes pour sollicitation en traction (CT) ne conviennent pas à des essais avec des valeurs R de zéro ou inférieures à zéro en raison des effets de jeu. Pour ces cas, des éprouvettes trois points pour sollicitation à la flexion avec entaille à bord unique (SENB4) ou avec entaille centrale pour essais en traction (CCT) chargées par pinces à friction conviennent.

Une exigence fondamentale est que les dimensions des éprouvettes soient suffisantes pour maintenir des conditions triaxiales (déformation plane) prédominantes dans lesquelles la déformation plastique soit limitée au voisinage du front de fissure. L'expérience avec des essais de ténacité à la rupture a montré que pour un mesurage K_{Ic} valide a , B et $(W-a)$ ne doivent pas être inférieurs à

$$2,5 \left[\frac{K_{Ic}}{\sigma_y} \right]^2$$

où σ_y est la limite d'élasticité.

Il est recommandé qu'un critère similaire soit utilisé pour garantir une contrainte adéquate pendant l'essai de propagation de fissure par fatigue-corrosion où K_{max} soit remplacé par K_{Ic} dans l'expression ci-dessus.

4.2.2 Conception de l'éprouvette

Les formes géométriques des éprouvettes qui sont fréquemment utilisées pour les essais de vitesse de propagation de fissure par fatigue-corrosion sont les suivantes:

- a) trois points pour sollicitation à la flexion avec entaille à bord unique (SENB3);
- b) quatre points pour sollicitation à la flexion avec entaille à bord unique (SENB4);
- c) compactes pour sollicitation en traction;
- d) avec entaille centrale pour sollicitation en traction.

Les détails des conceptions normales des éprouvettes pour chacun de ces types d'éprouvette sont donnés aux figures 3 à 6 et les formes géométriques des entailles admises sont données à la figure 7. Les tolérances d'usinage qui conviennent sont indiquées dans le tableau 1.

4.2.3 Considérations relatives au facteur d'intensité de contrainte

Il peut être montré en utilisant la théorie élastique que le facteur d'intensité de contrainte agissant en front de fissure dans des éprouvettes ou des structures de diverses formes géométriques peut être exprimé par une relation de la forme

$$K_I = Q\sigma\sqrt{a}$$

où

Q est la constante géométrique;

σ est la contrainte appliquée;

a est la longueur de la fissure.

Les facteurs d'intensité de contrainte peuvent être calculés au moyen d'un coefficient d'intensité de contrainte non dénommé, Y , relié à la longueur de la fissure exprimée en termes de a/W (où W est la largeur de l'éprouvette) par l'intermédiaire d'une fonction de facteur d'intensité de contrainte de la forme

$$K_I = \frac{YP}{BW^{1/2}}$$

NOTE — Où $P \leq 0$, $K = 0$. Néanmoins, il ne doit pas être supposé qu'un chargement négatif n'aura pas d'influence sur la vitesse de propagation de la fissure.

Les valeurs de Y appropriées aux quatre formes géométriques d'éprouvette mentionnées ci-dessus sont indiquées dans les tableaux 2 à 5.

4.2.4 Préparation de l'éprouvette

Les éprouvettes ayant l'orientation souhaitée (voir figure 1) doivent, lorsque cela est possible, être usinées après traitement thermique complet, le matériau étant donc à l'état final souhaité. Pour les éprouvettes faites dans un matériau qui ne peut facilement être usiné après traitement thermique complet, le traitement thermique final peut être donné avant les opérations d'entaillage et de finissage, à condition qu'au moins 0,5 mm par face soit retiré de l'épaisseur au stade de l'usinage de finition. Cependant, les traitements thermiques peuvent être réalisés sur des éprouvettes entièrement usinées dans les cas où le traitement thermique n'entraîne pas d'endommagement de la surface, de contraintes résiduelles, de tapures de trempes ou de distorsion.

Après l'usinage, les éprouvettes doivent être entièrement dégraissées afin de garantir qu'aucune contamination en front de fissure ne se produise pendant les essais ultérieurs de préfissuration par fatigue ou d'amorce de rupture par fatigue-corrosion. Dans les cas où il est nécessaire de fixer des électrodes aux éprouvettes par soudage ou brasage à des fins de vérification de la longueur de fissure, les éprouvettes doivent être dégraissées après cette opération avant la préfissuration, afin de retirer les traces de flux restant.

4.2.5 Identification des éprouvettes

Les marques d'identification des éprouvettes peuvent être poinçonnées ou gravées soit sur le côté entaillé de l'éprouvette, soit sur les faces opposées parallèles à l'entaille.

5 Appareillage

5.1 Enceinte d'environnement

L'enceinte d'environnement doit renfermer totalement la section d'essai de l'éprouvette. Lorsque cela est possible, les portions serrées doivent être exclues du contact avec le milieu de la solution afin d'éviter des effets galvaniques et une corrosion cavernueuse. Si cela n'est pas possible, des mesures d'évitement appropriées doivent être prises

avec, par exemple, l'utilisation de métaux similaires, l'isolation électrique, les revêtements. Un rapport approprié de volume de solution à la zone-métal est exigé (selon les vitesses de réaction et la durée d'exposition) et un système de circulation est généralement nécessaire. Pour des conditions de potentiel appliqué ou de courant appliqué, un compartiment séparé pour la contre-électrode peut être nécessaire afin de limiter toute influence des produits de réaction depuis cette électrode. Des matériaux non métalliques sont recommandés pour l'enceinte d'environnement et le système de circulation lorsque cela est possible. Ces matériaux doivent être inertes. Il convient de noter que le verre et certains plastiques ne sont pas inertes à des températures élevées. Lorsque des enceintes métalliques sont nécessaires, elles doivent être isolées électriquement de l'éprouvette afin d'éviter une interaction galvanique.

Pour des essais dans un environnement gazeux, une enceinte entièrement métallique est préférable.

5.2 Appareils de mesurage de la longueur de fissure

Les techniques les plus communément utilisées pour le mesurage de la longueur de fissure sont décrites à l'annexe A. Les méthodes optiques de mesurage sont souvent exclues par l'enceinte d'environnement et d'essai et, dans tous les cas, ne donnent des indications que sur la longueur superficielle d'une fissure. L'augmentation de la visibilité d'une fissure par retrait des produits corrosifs peut perturber l'électrochimie locale et n'est pas recommandée. Les méthodes qui mesurent la longueur moyenne de la fissure à travers l'épaisseur de l'éprouvette sont généralement préférées. Elles comprennent les méthodes à résistance électrique. Les mesurages par chute de potentiel alternatif et continu conviennent mais doivent être vérifiés pour garantir qu'ils n'exercent pas d'influence détectable sur la vitesse de propagation de la fissure par fatigue-corrosion et les méthodes appropriées doivent être utilisées pour éliminer les effets galvaniques. Les méthodes de mise en conformité basées sur le mesurage du déplacement à travers l'entaille ou sur le mesurage de la contrainte sur la face arrière de l'éprouvette à l'opposé de l'entaille peuvent également être utilisées.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

6 Préfissuration par fatigue

6.1 Généralités

ISO 11782-2:1998

La machine utilisée pour la fissuration par fatigue doit posséder un mode de chargement tel que la répartition de la contrainte soit symétrique de part et d'autre de l'entaille et la force appliquée doit être connue à $\pm 2,5$ % près.

Dans les études de fatigue-corrosion en laboratoire, un mode opératoire de préfissuration artificielle est introduit pour provoquer une fissure par fatigue vive d'une taille et d'une rectitude appropriées. En principe, ce mode opératoire peut affecter la propagation ultérieure de la fissure selon la fréquence utilisée, la façon dont les paramètres de chargement sont ajustés et si la préfissuration est effectuée à l'air ou dans le milieu d'essai.

Dans certains matériaux, l'introduction du milieu d'essai de fatigue-corrosion pendant l'opération de préfissuration provoque un changement depuis le mode normal ductile transgranulaire de la fissuration par fatigue vers un mode de fatigue-corrosion ductile. Cela peut faciliter l'amorce ultérieure d'une fissuration pendant les essais de fatigue-corrosion. Cependant, sauf si les essais de fatigue-corrosion sont réalisés immédiatement après l'opération de préfissuration, le corrodant restant en front de fissure peut provoquer un émoussage en raison d'une attaque corrosive. Pour cette raison, il est recommandé, sauf accord contraire entre les parties, que la préfissuration par fatigue soit réalisée dans un milieu ambiant normal de laboratoire. Dans ce cas, la préfissuration peut être accélérée grâce à l'utilisation d'une fréquence cyclique élevée.

6.2 Mode opératoire de préfissuration

Réaliser la préfissuration par fatigue avec l'éprouvette après traitement thermique complet jusqu'à l'état dans lequel elle doit être soumise à essai et jusqu'à ce que la fissure dépasse l'entaille sur les surfaces de côté d'au moins $0,025W$ ou $1,25$ mm, selon la plus grande des deux valeurs.

Le K_{\max} final pendant la préfissuration ne doit pas dépasser le K_{\max} initial pour lequel les données d'essai doivent être obtenues. De façon idéale, la préfissuration doit être réalisée sans réduction de la valeur de K_{\max} . Cela est faisable pour $da/dN > 10^{-8}$ m/cycle mais impossible pour des vitesses de propagation inférieures (voir 6.3).

NOTE — Les valeurs ΔK à donner aux vitesses de propagation d'environ 10^{-8} m/cycle sont

- aciers, nickel, titane et alliages de cuivre: $\Delta K = 13 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$
- alliages d'aluminium: $\Delta K = 6 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$

La valeur K_{\max} , peut être évaluée à partir de la valeur de R concernée. La valeur de K_{\max} ne doit pas dépasser $0,7K_{IC}$.

Pendant la préfissuration, la valeur de K_{\min} peut être équivalente à celle de K_{\max} . K_{\min} va entraîner un effet de fissuration. Par exemple, contrairement à une valeur faible de R , une valeur élevée d'effet de fissuration peut affecter de façon critique les résultats d'essai de fatigue-corrosion. Cela peut avoir pour résultat un comportement da/dN passant (influencé par la fermeture des fissures).

À la fin de la préfissuration, vérifier que les longueurs de la fissure superficielle ne diffèrent pas de plus de $0,1a$. Si la fissure par fatigue s'écarte de plus de $\pm 5^\circ$ du plan de symétrie, l'éprouvette ne convient pas aux essais.

L'éprouvette préfissurée peut être stockée dans un réservoir déshydraté jusqu'à utilisation. Il convient d'éviter des durées de stockage prolongées en raison des risques qu'il y a d'émoussage des pointes de fissure ou des effets de contamination.

6.3 Préfissuration pour la détermination de petites vitesses de propagation de la fissure ou ΔK_{th}

Pour $da/dN < 10^{-8}$ m/cycle et pour la détermination du seuil ΔK (voir 8.5), le mode opératoire de préfissuration décrit en 6.2 doit être suivi d'abord. Un mode opératoire de délestage de charge est ensuite adopté jusqu'au ΔK le plus faible ou jusqu'à ce que la vitesse de propagation de fissure voulue soit obtenue.

Charger l'éprouvette par cycles, en variant progressivement K_{\max} selon la longueur de fissure conformément à

$$K_{\max} = K_S \exp\left[C_k(a - a_s)\right]$$

ISO 11782-2:1998
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/486822b4-03bf-4228-8ff5-aea73d0e4763/iso-11782-2-1998>

où

a_s est la longueur de la fissure après le stade de préfissuration préliminaire (voir 6.2);

K_S est la valeur correspondante de K_{\max} ;

C_k est un facteur de délestage de contrainte ($C_k = -100 \text{ m}^{-1}$ est en général suffisant, lorsque a et a_s sont exprimés en mètres).

Poursuivre le délestage de charge, en variant P_{\min} , de façon que le rapport de contrainte R reste constant et égal à R_s , la valeur après la préfissuration préliminaire.

NOTE — Un délestage de charge continu avec contrôle informatique est recommandé. Si un délestage de charge par étape est utilisé, la réduction en P ne doit pas dépasser 10 % de la valeur précédente et des ajustements ne doivent pas être effectués jusqu'à ce que la fissure se soit propagée d'au moins la taille préalable de la zone plastique à déformation plane

$$\left(R_p = 0,1\left[\frac{K_{\max}}{\sigma_y}\right]^2, m\right).$$

Une autre méthode de préfissuration pour de faibles vitesses de propagation de fissure ou de détermination de seuil ΔK peut être utilisée pour des valeurs R élevées, simplement en augmentant K_{\min} tout en maintenant K_{\max} constant jusqu'à ce que la valeur de ΔK appropriée soit obtenue.

En supposant que l'entaille se comporte comme une fissure de la longueur équivalente, charger l'éprouvette par cycles de façon que K_{\max} soit égal à la valeur voulue et K_{\min} soit dérivé de la valeur cible de R .

Lorsque a atteint a_s , charger l'éprouvette par cycles, en variant progressivement K_{\min} selon la longueur de fissure conformément à

$$K_{\min} = K_s \left[1 - (1 - R_s) \exp \left\{ C_k (a - a_s) \right\} \right]$$

où C_k est un facteur de délestage de contrainte ($C_k = -280 \text{ m}^{-1}$ est en général suffisant, lorsque a et a_s sont exprimées en mètres).

Varié P_{\max} de façon que K_{\max} reste constant et égal à K_s . Continuer jusqu'à ce que la valeur appropriée ΔK soit obtenue.

NOTE — Le produit $K_s (1 - R_s)$ qui est égal à ΔK au début de la détermination peut, de façon concevable, être inférieur à ΔK_{th} à cette valeur de $R = R_s$ et cette méthode d'essai serait nettement inadaptée.

7 Conditions d'essai

7.1 Considérations relatives à l'environnement

En raison de la spécificité des interactions métal-milieu, il est essentiel que les essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion soient réalisés dans des conditions d'environnement étroitement contrôlées (voir 3^e et 4^e alinéas ci-dessous).

Les conditions d'environnement d'essai dépendent de l'objet de l'essai mais, de façon idéale, doivent être les mêmes que celles prévalant pour l'utilisation prévue de l'alliage ou comparables au service prévu.

Les facteurs importants liés à l'environnement sont le potentiel d'électrode, la température, la composition de la solution, le pH, la concentration de gaz dissous, le débit et la pression. L'ISO 7539-1 donne des informations générales utiles. En ce qui concerne les milieux gazeux, la pureté du gaz constitue un facteur critique.

Les essais peuvent être réalisés dans des conditions de circuit ouvert dans lesquelles le potentiel d'électrode du métal dépend de conditions d'environnement spécifiques de l'essai, parmi lesquelles le degré d'aération est un facteur important. Autrement, le potentiel d'électrode peut être déplacé depuis la valeur en circuit ouvert par des méthodes potentiostatiques ou galvanostatiques. Il est recommandé de concevoir les électrodes auxiliaires de manière que le courant extérieur qu'elles fournissent engendre une répartition uniforme du courant dans l'éprouvette ou, en d'autres termes, de manière que le potentiel d'électrode soit constant.

7.2 Considérations relatives à la mise sous contrainte

7.2.1 Fréquence cyclique

Comme dans les essais cycliques à la rupture, la fréquence cyclique est généralement la variable la plus importante qui influence l'amorce de rupture par fatigue-corrosion.

La vitesse d'amorce de rupture par fatigue-corrosion augmente généralement avec une fréquence décroissante en raison de la dépendance au temps des processus de corrosion et de diffusion qui contribuent au processus de fatigue-corrosion. À des fréquences cycliques plus élevées (généralement supérieures à 10 Hz), la vitesse d'amorce de rupture par fatigue-corrosion peut ne pas être supérieure à celle de la propagation de la fissure par fatigue à l'air parce qu'une durée insuffisante est disponible pendant chaque cycle de chargement pour avoir des effets significatifs. Dans certains cas, la vitesse d'amorce de rupture par fatigue-corrosion peut également tomber à des fréquences cycliques très faibles parce que la repassivation peut dépasser la vitesse de rupture de films superficiels de protection en front de fissure.

Étant donné qu'une fréquence cyclique trop élevée ou trop faible peut aboutir à des données peu fiables, il est important que les essais d'amorce de rupture par fatigue-corrosion soient réalisés à une fréquence cyclique qui s'adapte à l'application concernée. Pour évaluer les effets des variations de fréquence, il est souhaitable d'effectuer les essais à différentes fréquences, tant supérieures qu'inférieures à celle de l'application considérée.