

---

---

**Matériaux métalliques — Essais de  
fatigue — Méthode par flexion plane  
axiale**

*Metallic materials — Fatigue testing — Axial plane bending method*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 22407:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1cb9e3d4-342d-44f6-bd8b-c45cdd2a960c/iso-22407-2021>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 22407:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1cb9e3d4-342d-44f6-bd8b-c45cdd2a960c/iso-22407-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Symboles</b> .....	<b>4</b>
4.1 Symboles relatifs à la géométrie de l'éprouvette .....	4
4.2 Symboles relatifs au dispositif d'essai .....	4
4.3 Symboles relatifs à l'essai de fatigue .....	4
<b>5 Principe de l'essai</b> .....	<b>5</b>
<b>6 Plan d'essai</b> .....	<b>5</b>
6.1 Présentation générale .....	5
<b>7 Éprouvette</b> .....	<b>5</b>
7.1 Forme des éprouvettes .....	5
7.2 Dimension de l'éprouvette .....	6
7.3 Préparation des éprouvettes .....	6
7.3.1 Généralités .....	6
7.3.2 Procédure d'usinage .....	7
7.3.3 Échantillonnage et marquage .....	8
7.3.4 Contrôles dimensionnels .....	8
7.3.5 Stockage et manutention .....	8
<b>8 Appareillage</b> .....	<b>8</b>
8.1 Machine d'essai .....	8
8.1.1 Introduction .....	8
8.1.2 Capteur de force .....	8
8.1.3 Transducteur de déplacement .....	9
8.1.4 Compteur de cycles .....	9
8.1.5 Instruments de surveillance des essais .....	9
8.1.6 Système anti-rotation .....	9
8.2 Dispositif d'essai .....	9
<b>9 Calcul des contraintes</b> .....	<b>10</b>
9.1 Introduction .....	10
9.2 Section transversale rectangulaire .....	10
9.2.1 Angle angulaire .....	10
9.2.2 Angle arrondi .....	10
9.3 Section transversale chanfreinée .....	10
<b>10 Contrôle de l'homogénéité des contraintes</b> .....	<b>11</b>
10.1 Principe .....	11
10.2 Méthode de mesure .....	11
10.3 Calculs .....	11
<b>11 Procédure d'essai</b> .....	<b>12</b>
11.1 Montage du dispositif d'essai .....	12
11.2 Montage de l'éprouvette .....	12
11.3 Vitesse de l'essai .....	12
11.4 Application de la force ou de déplacement .....	12
11.5 Consignation de la température et de l'humidité .....	12
11.6 Critère de rupture et fin de l'essai .....	13
11.6.1 Critère de rupture .....	13
11.6.2 Fin de l'essai .....	13
11.7 Validité de l'essai .....	13
<b>12 Présentation des résultats de fatigue</b> .....	<b>13</b>

<b>13</b>	<b>Rapport d'essai</b> .....	<b>13</b>
<b>14</b>	<b>Incertitude de mesure</b> .....	<b>14</b>
	<b>Annexe A (informative) Éprouvettes entaillées en fatigue</b> .....	<b>18</b>
	<b>Bibliographie</b> .....	<b>19</b>

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

ISO 22407:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1cb9e3d4-342d-44f6-bd8b-c45cdd2a960c/iso-22407-2021>

## 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 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 4, *Essais de fatigue, de fracture et de ténacité*.

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).



# Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode par flexion plane axiale

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les conditions de réalisation de l'essai de fatigue par flexion plane sur une machine axiale, à amplitude constante, à force ou à déplacement contrôlé, à température ambiante (idéalement entre 10 °C et 35 °C) sur des éprouvettes métalliques, sans introduire délibérément des concentrations de contrainte. Le présent document ne comprend pas l'essai de chargement partiellement ou totalement inversé. Le but de l'essai est de fournir des résultats pertinents, tels que la relation entre la contrainte appliquée et le nombre de cycles jusqu'à la rupture pour un état donné du matériau, exprimé par la dureté et la microstructure, avec différents rapports de contrainte.

Bien que la forme, la préparation et les essais des éprouvettes de section transversale rectangulaire et chanfreinée soient spécifiés, les essais de composants et autres formes d'essais spécialisés ne sont pas inclus dans le présent document.

Les essais de fatigue réalisés sur des éprouvettes entaillées ne sont pas couverts par le présent document car la forme et la taille des éprouvettes entaillées n'ont été spécifiées dans aucune norme jusqu'à présent. Des recommandations sont données dans l'[Annexe A](#). Toutefois, les procédures d'essai de fatigue décrites dans le présent document peuvent être utilisées pour l'essai de ces éprouvettes entaillées.

Il est possible que les résultats d'un essai de fatigue soient affectés par les conditions atmosphériques. Lorsque des conditions contrôlées sont requises, l'ISO 554:1976, 2.1 s'applique.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 7500-1, *Matériaux métalliques — Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Étalonnage et vérification du système de mesure de force*

ASTM E2309/E2309M, *Standard Practices for Verification of Displacement Measuring Systems and Devices Used in Material Testing Machines*

## 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 <https://www.electropedia.org/>

**3.1**  
**épaisseur de la section d'essai**

$\delta$

épaisseur de la section réduite d'une éprouvette rectangulaire

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1](#).

**3.2**  
**largeur de la section d'essai**

$w$

largeur de la section réduite d'une éprouvette rectangulaire

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1](#).

**3.3**  
**longueur d'éprouvette**

$L_z$

longueur totale de l'éprouvette

**3.4**  
**section transversale de l'éprouvette**

$S$

surface de la section transversale de l'éprouvette

**3.5**  
**rayon d'angle**

$r_c$

rayon de l'angle de l'éprouvette de section transversale rectangulaire

**3.6**  
**distance entre les points de chargement intérieurs**

$d_1$

distance entre les axes des deux rouleaux intérieurs

Note 1 à l'article: Voir [Figure 3](#).

**3.7**  
**distance entre les points de chargement extérieurs**

$d_2$

distance entre les axes des deux rouleaux extérieurs

Note 1 à l'article: Voir [Figure 3](#).

**3.8**  
**diamètre de rouleau**

$D_R$

diamètre des quatre rouleaux

**3.9**  
**cycle de contrainte**

plus petite portion de la fonction contrainte-temps, répétée de manière identique

Note 1 à l'article: Voir [Figure 4](#).

**3.10**  
**contrainte maximale**

$\sigma_{\max}$

plus grande valeur algébrique de la contrainte dans un cycle de contrainte

Note 1 à l'article: Voir [Figure 4](#).



### 3.11 contrainte moyenne

$\sigma_m$   
demi-somme algébrique de la contrainte maximale et de la contrainte minimale dans un cycle de contrainte

Note 1 à l'article: Voir [Figure 4](#).

### 3.12 contrainte minimale

$\sigma_{\min}$   
plus petite valeur algébrique de la contrainte dans un cycle de contrainte

Note 1 à l'article: Voir [Figure 4](#).

### 3.13 amplitude de contrainte

$\sigma_a$   
demi-somme de la différence algébrique entre la contrainte maximale et la contrainte minimale dans un cycle de contrainte

Note 1 à l'article:  $\sigma_a = \Delta\sigma/2$

Note 2 à l'article: Voir [Figure 4](#).

### 3.14 étendue de contrainte

$\Delta\sigma$   
différence arithmétique entre les contraintes maximale et minimale

Note 1 à l'article:  $\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$

Note 2 à l'article: Voir [Figure 4](#).

### 3.15 rapport de contrainte

$R_\sigma$   
rapport de la contrainte minimale sur la contrainte maximale pour chaque cycle de l'essai de fatigue

Note 1 à l'article:  $R_\sigma = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$

Note 2 à l'article: Voir [Figure 5](#).

### 3.16 rapport de charge

$R_F$   
rapport de la force minimale sur la force maximale pour chaque cycle de l'essai de fatigue

Note 1 à l'article:  $R_F = F_{\min}/F_{\max}$

Note 2 à l'article: Voir [Figure 5](#).

### 3.17 nombre de cycles

$N$   
nombre de plus petits segments de la fonction force-temps, contrainte-temps, déformation-temps, etc., répétés régulièrement

### 3.18 durée de vie en fatigue

$N_f$   
nombre de cycles appliqués pour atteindre un critère de rupture défini

**3.19**  
**force appliquée**

$F$

force appliquée pendant l'essai (pour l'essai par force contrôlée)

**3.20**  
**moment de flexion**

$M$

moment constant entre les rouleaux intérieurs, calculé avec la force appliquée et les distances entre les rouleaux ( $d_1$  et  $d_2$ )

Note 1 à l'article:  $M = \frac{F}{4}(d_2 - d_1)$

**4 Symboles**

**4.1 Symboles relatifs à la géométrie de l'éprouvette**

Symbole	Désignation	Unité
$\delta$	Épaisseur de la section d'essai	mm
$\delta_1$	Épaisseur réduite de l'éprouvette chanfreinée	mm
$w$	Largeur de la section d'essai	mm
$w_1$	Largeur réduite de l'éprouvette chanfreinée	mm
$L_z$	Longueur d'éprouvette	mm
$I$	Second moment d'inertie	mm <sup>4</sup>
$d_{nba}$	Distance maximale par rapport à l'axe neutre de flexion	mm
$S$	Section transversale de l'éprouvette	mm <sup>2</sup>
$r_c$	Rayon d'angle	mm

**4.2 Symboles relatifs au dispositif d'essai**

Symbole	Désignation	Unité
$d_1$	Distance entre les points de chargement intérieurs	mm
$d_2$	Distance entre les points de chargement extérieurs	mm
$D_R$	Diamètre de rouleau	mm

**4.3 Symboles relatifs à l'essai de fatigue**

Symbole	Désignation	Unité
$\beta_{hi}$	Homogénéité des contraintes pour la charge $i$	
$\sigma_{max}$	Contrainte maximale	MPa
$\sigma_m$	Contrainte moyenne	MPa
$\sigma_{min}$	Contrainte minimale	MPa
$\sigma_a$	Amplitude de contrainte	MPa
$\Delta\sigma$	Étendue de contrainte	MPa
$\sigma$	Contrainte d'essai	MPa

Symbole	Désignation	Unité
$R_{\sigma}$	Rapport de contrainte	
$R_F$	Rapport de charge	
$N$	Nombre de cycles	cycles
$N_f$	Durée de vie en fatigue	cycles
$F$	Force appliquée	N
$M$	Moment de flexion	N-m

## 5 Principe de l'essai

Le principe de l'essai consiste à placer une éprouvette entre quatre rouleaux tel qu'illustré à la [Figure 3](#). Ensuite, une force cyclique d'amplitude constante est appliquée de sorte qu'une contrainte de tension d'amplitude constante est appliquée à la surface soumise à essai de l'éprouvette. L'essai est ensuite poursuivi jusqu'à la rupture de l'éprouvette ou jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé de cycles de contrainte soit atteint.

Les éprouvettes nominalement identiques sont montées sur une machine d'essai de fatigue et soumis à la condition de chargement requise pour introduire des cycles de contrainte de flexion plane. L'un quelconque des types de contraintes cycliques illustrés à la [Figure 5](#) peut être utilisé. La forme d'onde d'essai doit être sinusoïdale à amplitude constante.

## 6 Plan d'essai

### 6.1 Présentation générale

Avant de commencer les essais, les éléments suivants doivent faire l'objet d'un accord entre les parties concernées, sauf spécification contraire dans la norme de produits correspondante:

- a) La forme de l'éprouvette à utiliser (voir [7.1](#));
- b) Le(s) rapport(s) de contrainte à utiliser;
- c) L'objectif des essais, c'est-à-dire ce que l'on souhaite déterminer parmi les éléments suivants:
  - la durée de vie en fatigue à amplitude de contrainte spécifiée;
  - la résistance à la fatigue pour un nombre spécifié de cycles;
  - une courbe de Wöhler ou courbe S-N complète;
- d) le nombre d'éprouvettes à soumettre à essai et la séquence des essais;
- e) le nombre de cycles auquel un essai réalisé sur une éprouvette considérée comme non-rompue doit être terminé.

## 7 Éprouvette

### 7.1 Forme des éprouvettes

Les éprouvettes sont généralement entièrement usinées avec une section transversale rectangulaire d'épaisseur uniforme sur toute section d'essai. Afin d'éviter l'amorçage de fissures à partir des angles, deux solutions peuvent être envisagées:

- usinage d'un rayon sur chaque angle ([Figure 1](#));
- usage d'une éprouvette à section transversale chanfreinée<sup>[8]</sup> ([Figure 2](#)).