
**Matériaux métalliques — Essais
de fatigue par couple de torsion
commandé**

Metallic materials — Torque-controlled fatigue testing

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 1352:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d9a7d05c-3183-4ccd-bace-817c11fa240c/iso-1352-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d9a7d05c-3183-4ccd-bace-817c11fa240c/iso-1352-2021>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 1352:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/d9a7d05c-3183-4ccd-bace-817c11fa240e/iso-1352-2021>



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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et abréviations	3
5 Principe de l'essai	4
6 Plan d'essai	5
7 Forme et dimension de l'éprouvette	5
7.1 Forme	5
7.2 Dimensions	7
7.2.1 Éprouvettes de section transversale circulaire	7
7.2.2 Éprouvettes de section transversale annulaire	8
8 Préparation des éprouvettes	8
8.1 Généralités	8
8.2 Mode opératoire d'usinage	8
8.3 Échantillonnage et marquage	9
8.4 État de surface de l'éprouvette	9
8.5 Contrôles dimensionnels	10
8.6 Stockage et manutention	10
9 Appareillage	10
9.1 Machine d'essai	10
9.1.1 Généralités	10
9.1.2 Couplemètre	11
9.1.3 Amarrage de l'éprouvette	11
9.1.4 Contrôle d'alignement	11
9.1.5 Force axiale	12
9.2 Système de chauffage	12
9.3 Instruments de surveillance des essais	13
9.3.1 Système d'enregistrement	13
9.3.2 Compteur de cycles	13
9.3.3 Contrôle et vérification	13
10 Mode opératoire d'essai	13
10.1 Montage de l'éprouvette	13
10.2 Fréquence d'essai	13
10.3 Chauffage pour l'essai à température élevée isotherme	14
10.4 Application du couple	14
10.5 Calcul de la contrainte nominale de torsion (cisaillement)	14
10.6 Consignation de la température et de l'humidité	14
10.7 Critère de rupture et fin de l'essai	14
10.7.1 Rupture	14
10.7.2 Fin de l'essai	15
11 Incertitude de mesure	15
12 Rapport d'essai	15
Annexe A (informative) Présentation des résultats	16
Annexe B (informative) Vérification de l'alignement des machines d'essai de fatigue en torsion	20
Annexe C (informative) Mesurage de l'uniformité de l'état de déformation (contrainte) de torsion	23

Annexe D (informative) Estimation de l'incertitude de mesure	26
Bibliographie	28

iTeh Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

[ISO 1352:2021](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/d9a7d05c-3183-4ccd-bace-817c11fa240e/iso-1352-2021)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/d9a7d05c-3183-4ccd-bace-817c11fa240e/iso-1352-2021>

Avant-propos

L'ISO (Organization internationale de normalization) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalization (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 normalization 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).

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).

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'Organization mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

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*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 1352:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- ajout de l'appareillage d'essai et du mode opératoire pour les essais à température élevée;
- ajout de l'estimation de l'incertitude de mesure.

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

Matériaux métalliques — Essais de fatigue par couple de torsion commandé

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les conditions de réalisation d'essais de fatigue par torsion, à amplitude constante et à contrainte nominale élastique, sur des éprouvettes métalliques, sans introduire délibérément des concentrations de contrainte. Les essais sont généralement réalisés à température ambiante ou à une température élevée dans l'air en appliquant un couple pur sur l'éprouvette autour de son axe longitudinal.

Même si la forme, la préparation et les essais des éprouvettes de section transversale circulaire et annulaire sont décrits dans le présent document, les essais de composants et autres types d'essais spécialisés ne sont pas inclus. De même, les essais de fatigue oligocyclique en torsion réalisés avec un contrôle de déplacement angulaire à amplitude constante, qui conduisent à une rupture au bout de quelques milliers de cycles, sont également exclus.

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 554:1976, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai. Spécifications*

ISO 23788, *Matériaux métalliques — Vérification de l'alignement axial des machines d'essai de fatigue*

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

contrainte maximale

τ_{\max}
valeur algébrique la plus élevée de la contrainte de cisaillement sur le diamètre extérieur dans un cycle de contrainte

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

3.2

contrainte minimale

τ_{\min}
valeur algébrique la plus faible de la contrainte de cisaillement dans un cycle de contrainte

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

3.3 contrainte moyenne

τ_m
composante statique de la contrainte de cisaillement

Note 1 à l'article: Correspond à la moitié de la somme algébrique de la contrainte de cisaillement maximale et de la contrainte de cisaillement minimale:

$$\tau_m = \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2}$$

3.4 amplitude de contrainte

τ_a
composante variable de la contrainte de cisaillement

Note 1 à l'article: Correspond à la moitié de la différence algébrique entre la contrainte de cisaillement maximale et la contrainte de cisaillement minimale:

$$\tau_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2}$$

3.5 nombre de cycles

N
nombre de cycles appliqués à une étape quelconque pendant l'essai

3.6 rapport de contrainte

R
rapport algébrique de la contrainte de cisaillement minimale sur la contrainte de cisaillement maximale dans un cycle

Note 1 à l'article: Il est exprimé par:

$$R = \frac{\tau_{\min}}{\tau_{\max}} .$$

3.7 étendue de contrainte

$\Delta\tau$
étendue entre les contraintes de cisaillement maximale et minimale

Note 1 à l'article: Elle est exprimée par:

$$\Delta\tau = \tau_{\max} - \tau_{\min} .$$

3.8 durée de vie en fatigue à la rupture

N_f
nombre de cycles de contrainte jusqu'à la rupture dans une condition spécifiée

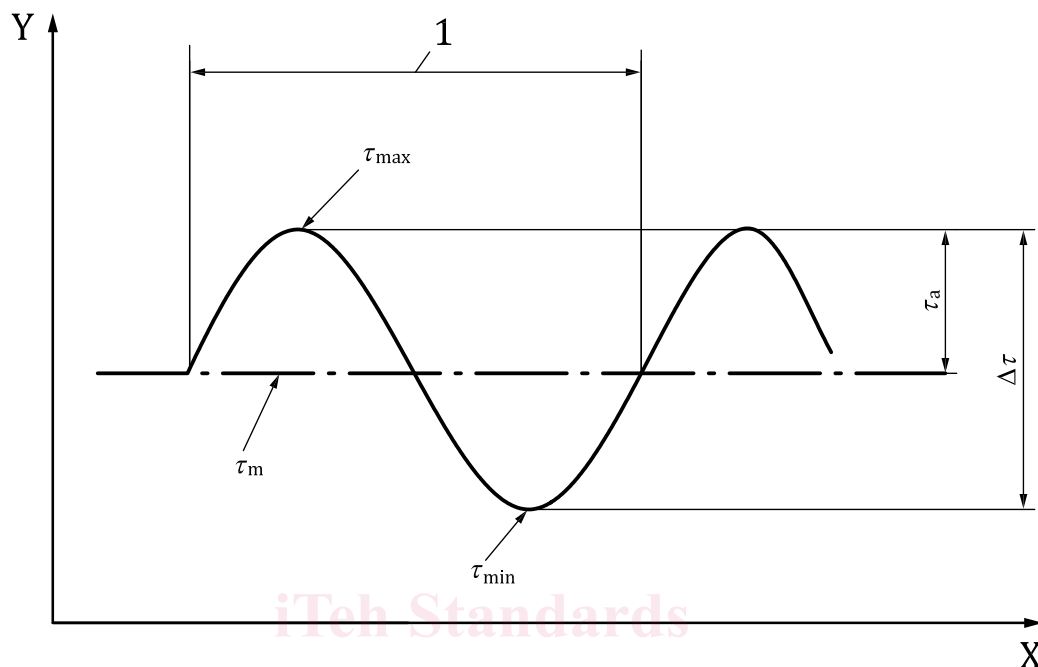
3.9 résistance à la fatigue à N cycles

τ_N
valeur de l'amplitude de contrainte (3.4) de cisaillement à un rapport de contrainte (3.6) établi, à laquelle l'éprouvette présente une durée de vie de N cycles

3.10 couple

M

couple de torsion produisant une contrainte de cisaillement ou une déformation par torsion autour de l'axe de l'éprouvette



Légende

- X temps
Y contrainte
1 un cycle de contrainte

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 1352:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso-1352-2021> Figure 1 — Cycle de contrainte en fatigue 1 fa240e/iso-1352-2021

4 Symboles et abréviations

D diamètre ou distance entre méplats des têtes d'amarrage de l'éprouvette

NOTE 1 La valeur de D peut être différente à chaque extrémité de l'éprouvette.

d diamètre de l'éprouvette de section transversale circulaire

d_o diamètre extérieur de la section d'essai de l'éprouvette de section transversale annulaire

d_i diamètre intérieur de la section d'essai de l'éprouvette de section transversale annulaire

L_g distance axiale entre les jauges de déformation

L_p longueur calibrée

r rayon de raccordement de la transition aux extrémités de la section d'essai où commence la transition de d à D (voir [Figures 3](#) et [4](#))

NOTE 2 Cette courbe peut ne pas être un véritable arc de cercle sur toute la distance entre l'extrémité de l'éprouvette et le début de l'extrémité élargie pour les éprouvettes des types illustrés à la [Figure 3](#).

t	épaisseur de paroi dans la section d'essai de l'éprouvette tubulaire à paroi mince
T	température spécifiée à laquelle il convient de réaliser l'essai
T_i	température indiquée ou température mesurée à la surface de la longueur calibrée de l'éprouvette
ε_a	déformation normale linéaire dans les directions 0° de la rosette de déformation à 45°
ε_b	déformation normale linéaire dans les directions 45° de la rosette de déformation à 45°
ε_c	déformation normale linéaire dans les directions 90° de la rosette de déformation à 45°
$\varepsilon_{\theta\theta}$	déformation circonférentielle
ε_{zz}	déformation longitudinale
$\gamma_{\theta z}$	déformation par cisaillement

5 Principe de l'essai

Les éprouvettes nominale­ment identiques sont montées sur une machine d'essai de fatigue en torsion et sont soumises à la condition de chargement requise pour introduire des cycles de contrainte de torsion. L'un quelconque des types de contraintes cycliques illustrés à la [Figure 2](#) peut être utilisé. La forme d'onde d'essai doit être sinusoïdale à amplitude constante, sauf spécification contraire.

Dans une éprouvette symétrique axialement, modifier le couple moyen n'introduit pas un type différent de système de contrainte et la contrainte moyenne en torsion peut toujours être considérée comme de signe positif.

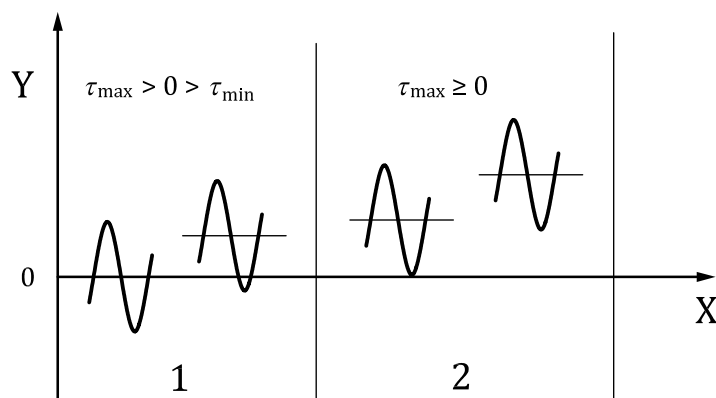
Le couple est appliqué à l'éprouvette autour de l'axe longitudinal passant par le centroïde de la section transversale.

L'essai se poursuit jusqu'à la rupture de l'éprouvette ou jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé de cycles de contrainte ait été dépassé.

NOTE Généralement, les fissures produites par les essais de fatigue en torsion sont parallèles ou orthogonales à l'axe longitudinal (contrainte de cisaillement) ou en hélice à environ $\pm 45^\circ$ de l'axe longitudinal (contrainte principale).

Les essais réalisés à température ambiante doivent être effectués entre 10 °C et 35 °C, sauf accord contraire avec le client.

Les résultats des essais de fatigue peuvent être affectés par les conditions atmosphériques et, lorsque des conditions contrôlées sont requises, l'ISO 554:1976, 2.1 s'applique.



Légende

- X temps
- Y contrainte
- 1 alterné
- 2 fluctuant

Figure 2 — Types de contraintes cycliques

6 Plan d'essai

Avant de commencer les essais, les éléments suivants doivent faire l'objet d'un accord entre les parties concernées et toute modification doit être convenue mutuellement:

- a) la forme de l'éprouvette à utiliser (voir [Article 7](#));
- b) le(s) rapport(s) de contrainte à utiliser;
- c) l'objectif des essais, c'est-à-dire lesquels des éléments suivants doivent être déterminés:
 - la durée de vie en fatigue à une 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 une éprouvette est soumise avant de mettre fin à l'essai.

NOTE 1 Certaines méthodes de présentation des données sont fournies dans l'[Annexe A](#). Voir l'ISO 12107^[3] pour les détails, notamment pour le mode opératoire d'analyse des données et la présentation statistique.

NOTE 2 Les nombres de cycles couramment utilisés pour mettre fin à l'essai sont:

- 10^7 cycles pour les aciers structurels; et
- 10^8 cycles pour les autres aciers et les alliages non ferreux.

7 Forme et dimension de l'éprouvette

7.1 Forme

En règle générale, il convient d'utiliser une éprouvette dont la section d'essai totalement usinée correspond à l'un des types présentés aux [Figures 3](#) et [4](#).