

ISO\_1352:2021(F)

ISO TC 164/SC 4

~~Date: 2023~~ Troisième édition

2021-12-23

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

*Metallic materials — Torque-controlled fatigue testing*

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>

© ISO-2021

~~Droits de reproduction~~Tous droits réservés. Sauf ~~indication contraire~~, ~~prescription différente~~ ou ~~exigence~~~~nécessité~~ dans le contexte de sa mise en ~~œuvre~~~~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, ~~l'affichage ou la diffusion~~ sur l'internet ou sur un ~~Intranet~~~~intranet~~, sans autorisation écrite préalable. ~~Les demandes d'autorisation peuvent~~~~Une autorisation peut~~ être ~~adressées~~~~demandée~~ à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO ~~Copyright Office~~~~copyright office~~  
CP 401 • ~~Ch. de Blandonnet 8~~  
CH-1214 Vernier, Geneva  
~~Tél.:~~~~Phone:~~ + 41 22 749 01 11

~~E-mail:~~ ~~copyright@iso.org~~

~~Site web:~~ ~~www.iso.org~~

~~E-mail:~~ ~~copyright@iso.org~~  
~~Website:~~ ~~www.iso.org~~

Publié en Suisse.

# 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>

## Sommaire Page

Avant-propos.....	vi
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Symboles et abréviations.....	4
5 Principe de l'essai.....	5
6 Plan d'essai.....	6
7 Forme et dimension de l'éprouvette.....	6
7.1 Forme.....	6
7.2 Dimensions.....	8
7.2.1 Éprouvettes de section transversale circulaire.....	8
7.2.2 Éprouvettes de section transversale annulaire.....	9
8 Préparation des éprouvettes.....	9
8.1 Généralités.....	9
8.2 Mode opératoire d'usinage.....	9
8.3 Échantillonnage et marquage.....	10
8.4 État de surface de l'éprouvette.....	10
8.5 Contrôles dimensionnels.....	11
8.6 Stockage et manutention.....	11
9 Appareillage.....	11
9.1 Machine d'essai.....	11
9.1.1 Généralités.....	11
9.1.2 Couplemètre.....	12
9.1.3 Amarrage de l'éprouvette.....	12
9.1.4 Contrôle d'alignement.....	13
9.1.5 Force axiale.....	13
9.2 Système de chauffage.....	13
9.3 Instruments de surveillance des essais.....	14
9.3.1 Système d'enregistrement.....	14
9.3.2 Compteur de cycles.....	14
9.3.3 Contrôle et vérification.....	14
10 Mode opératoire d'essai.....	15
10.1 Montage de l'éprouvette.....	15
10.2 Fréquence d'essai.....	15
10.3 Chauffage pour l'essai à température élevée isotherme.....	15

10.4	Application du couple.....	15
10.5	Calcul de la contrainte nominale de torsion (cisaillement).....	15
10.6	Consignation de la température et de l'humidité .....	16
10.7	Critère de rupture et fin de l'essai.....	16
10.7.1	Rupture.....	16
10.7.2	Fin de l'essai .....	16
11	Incertitude de mesure.....	16
12	Rapport d'essai.....	17
Annex A (informative)	Présentation des résultats.....	18
A.1	Généralités.....	18
A.2	Courbe de Wöhler ou courbe S-N.....	18
A.3	Diagrammes de contrainte moyenne.....	18
Annex B (informative)	Vérification de l'alignement des machines d'essai de fatigue en torsion.....	22
Annex C (informative)	Mesurage de l'uniformité de l'état de déformation (contrainte) de torsion.....	25
Annex D (informative)	Estimation de l'incertitude de mesure .....	28
D.1	Généralités.....	28
D.2	Lignes directrices pour l'évaluation de l'incertitude dans les essais par contrainte de torsion commandée.....	28
Bibliographie	.....	30

## Avant-propos—6

### 1—Domaine d'application 1

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

### 2—Références normatives1

### 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—6

#### 7.1—Forme—6

#### 7.2—Dimensions—7

##### 7.2.1—Éprouvettes de section transversale circulaire7

##### 7.2.2—Éprouvettes de section transversale annulaire8

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	13
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	19
Annexe C (informative)	Mesurage de l'uniformité de l'état de déformation (contrainte) de torsion	21
Annexe D (informative)	Estimation de l'incertitude de mesure	24
Bibliographie		26

## 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~~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)~~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)~~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~~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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html)~~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~~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](http://www.iso.org/fr/members.html)~~www.iso.org/fr/members.html~~.

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

## **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).

~~<std>ISO 554:1976, Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai. Spécifications</std>~~

~~<std>ISO 23788, Matériaux métalliques — Vérification de l'alignement axial des machines d'essai de fatigue</std>~~

*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 normalization, 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** $\tau_{\max}$ 

valeur algébrique la plus élevée de la contrainte de cisaillement sur le diamètre extérieur dans un cycle de contrainte

Note 1-à ~~l'article:~~ ~~l'article:~~ Voir ~~Figure 1.~~Figure 1.

**3.2****contrainte minimale** $\tau_{\min}$ 

valeur algébrique la plus faible de la contrainte de cisaillement dans un cycle de contrainte

Note 1-à ~~l'article:~~ ~~l'article:~~ Voir ~~Figure 1.~~Figure 1.

**3.3****contrainte moyenne** $\tau_m$ 

composante statique de la contrainte de cisaillement

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

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

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

**3.4****amplitude de contrainte** $\tau_a$ 

composante variable de la contrainte de cisaillement

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

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

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

**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:~~ à l'article: Il est exprimé par:

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

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

## 3.7

**étendue de contrainte** $\Delta\tau$ 

étendue entre les contraintes de cisaillement maximale et minimale

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

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

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

## 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** $\tau_N$ 

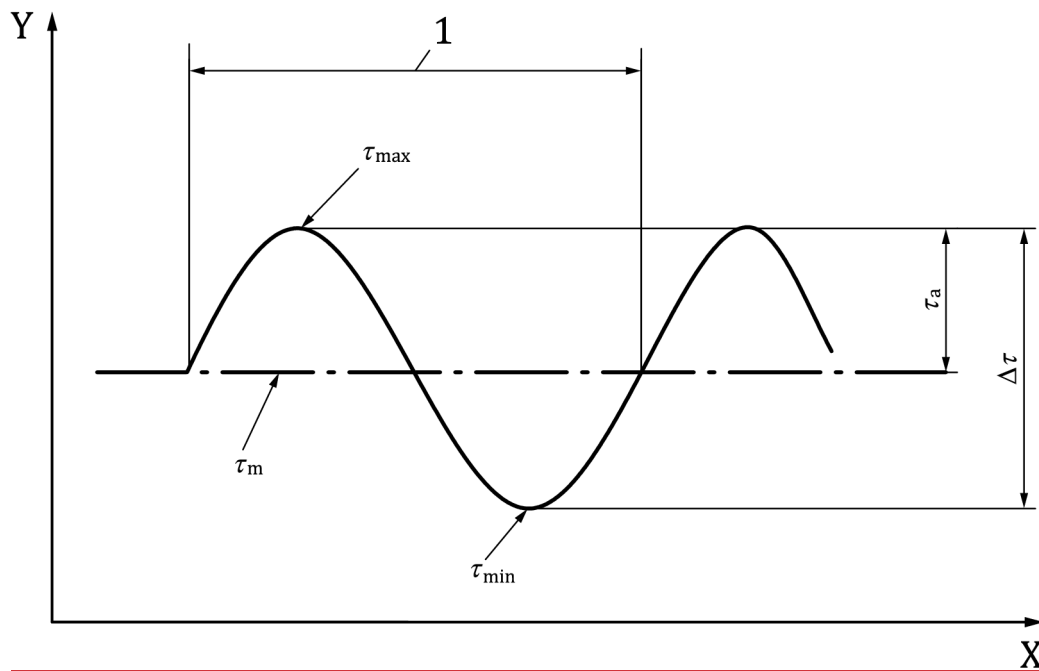
valeur de l'*amplitude de contrainte* ~~(3.4)~~(3.4) de cisaillement à un *rapport de contrainte* ~~(3.6)~~(3.6) établi, à laquelle l'éprouvette présente une durée de vie de  $N$  cycles

## 3.10

**couple** $M$ 

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

1352\_ed3fig1.EPS



#### Légende

- X temps  
Y contrainte  
1 un cycle de contrainte

Figure 1 — Cycle de contrainte en fatigue

## 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

$\varepsilon_a$	déformation normale linéaire dans les directions 0° de la rosette de déformation à 45°
$\varepsilon_b$	déformation normale linéaire dans les directions 45° de la rosette de déformation à 45°
$\varepsilon_c$	déformation normale linéaire dans les directions 90° de la rosette de déformation à 45°
$\varepsilon_{\theta\theta}$	déformation circonférentielle
$\varepsilon_{zz}$	déformation longitudinale
$\gamma_{\theta z}$	déformation par cisaillement

## 5 Principe de l'essai

Les éprouvettes nominalelement 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.

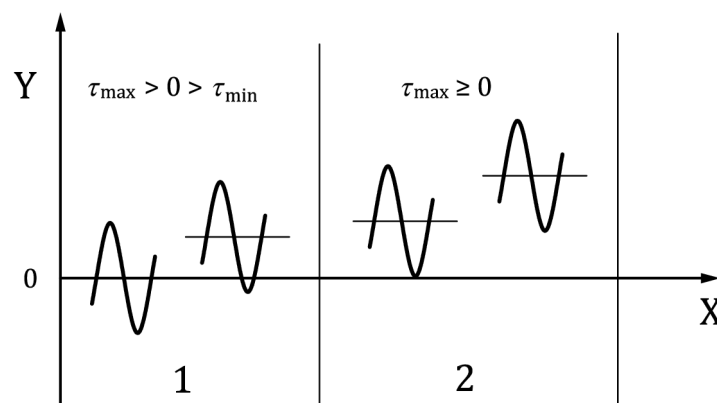
L'essai se poursuit jusqu'à la rupture de l'éprouvette ou jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé de cycles de contrainte ait été dépassé.

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.

1352\_ed3fig2.EPS



### Légende

X temps  
Y contrainte