

---

---

**Matériaux métalliques — Essai de  
fluage uniaxial en traction — Méthode  
d'essai**

*Metallic materials — Uniaxial creep testing in tension — Method of  
test*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 204:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8564f46b-cf49-41e6-81fe-942e8a07a371/iso-204-2023>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 204:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8564f46b-cf49-41e6-81fe-942e8a07a371/iso-204-2023>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2023

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

Avant-propos .....	v
Introduction .....	vi
<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>Symboles et désignations</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b> <b>Principe</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>8</b>
6.1    Machine d'essai .....	8
6.2    Dispositif de mesure d'extension et d'allongement .....	8
6.2.1    Dispositif de mesure d'extension .....	8
6.2.2    Dispositif de mesure d'allongement .....	9
6.3    Dispositif de chauffage, équipement de mesure de la température et étalonnage .....	9
6.3.1    Écart de température admissibles .....	9
6.3.2    Mesurage de la température .....	10
6.3.3    Thermocouples .....	11
6.3.4    Étalonnage des thermocouples .....	12
<b>7</b> <b>Éprouvettes</b> .....	<b>12</b>
7.1    Forme et dimensions .....	12
7.1.1    Forme et dimensions des éprouvettes lisses .....	12
7.1.2    Forme et dimensions des éprouvettes entaillées .....	13
7.2    Préparation .....	13
7.3    Détermination de l'aire initiale de la section transversale .....	14
7.4    Marquage de la longueur initiale entre repères, $L_0$ .....	14
7.5    Détermination de la longueur de référence, $L_r$ .....	14
<b>8</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>16</b>
8.1    Chauffage de l'éprouvette .....	16
8.2    Application de la force d'essai .....	16
8.3    Interruptions de l'essai .....	16
8.3.1    Interruptions planifiées de l'essai .....	16
8.3.2    Machine à éprouvettes multiples avec plusieurs éprouvettes en ligne .....	16
8.3.3    Essai combiné .....	16
8.3.4    Interruption accidentelle de l'essai .....	17
8.4    Relevé de température et d'allongement ou d'extension .....	17
8.4.1    Température .....	17
8.4.2    Allongement et extension .....	17
8.4.3    Courbe d'allongement ou d'extension en fonction du temps .....	17
<b>9</b> <b>Détermination des résultats</b> .....	<b>18</b>
<b>10</b> <b>Validité d'essai</b> .....	<b>18</b>
<b>11</b> <b>Exactitude des résultats</b> .....	<b>18</b>
11.1    Expression des résultats .....	18
11.2    Incertitude finale .....	18
<b>12</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexe A (informative) Informations relatives à la dérive des thermocouples</b> .....	<b>24</b>
<b>Annexe B (informative) Informations relatives aux méthodes d'étalonnage des thermocouples</b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe C (normative) Essais de fluage sur éprouvettes avec entaille en V ou entaille circonférentielle émoussée</b> .....	<b>28</b>

<b>Annexe D (informative) Méthode d'estimation de l'incertitude de mesure conformément au Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)</b> .....	<b>31</b>
<b>Annexe E (informative) Présentation des résultats et extrapolation graphique</b> .....	<b>38</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>47</b>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 204:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8564f46b-cf49-41e6-81fe-942e8a07a371/iso-204-2023>

## 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 document 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, de 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/iso/fr/foreword.html](http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html).

Le présent document a été préparé par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 1, *Essais uniaxiaux*, en collaboration avec le (CEN) Comité technique du Comité européen de normalisation CEN/TC 459/SC 1, *Méthodes d'essai pour l'acier (autres que l'analyse chimique)*, conformément à l'accord sur la coopération technique entre l'ISO et le CEN (accord de Vienne).

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 204:2018), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- la Figure 1 a été corrigée;
- les symboles ont été révisés;
- les formules du Tableau 1 ont été supprimées;
- l'annexe informative relative à la représentation des normes compatibles avec les ordinateurs a été supprimée;
- la bibliographie a été mise à jour.

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).

## Introduction

Le fluage est le phénomène présenté par les matériaux qui se déforment lentement lorsqu'ils sont soumis à un chargement à température élevée. Le présent document traite de la méthode utilisée pour mesurer ce comportement.

Des annexes sont incluses pour le mesurage de la température au moyen de thermocouples et leur étalonnage, les éprouvettes pour essais de fluage avec des entailles circonférentielles en V ou des entailles émoussées (Bridgman), l'estimation de l'incertitude de mesure, les méthodes d'extrapolation de la durée de vie jusqu'à rupture par fluage.

Des informations sont toujours recherchées en ce qui concerne l'influence d'un chargement non axial ou d'une flexion sur les caractéristiques de fluage de différents matériaux. En fonction de la disponibilité future de données quantitatives, on pourrait examiner la question de savoir s'il convient de spécifier la flexion maximale et de recommander un mode opératoire d'étalonnage approprié. Il sera nécessaire de fonder la décision sur des données quantitatives disponibles<sup>[1]</sup>.

Le présent document intègre de nombreuses recommandations élaborées par European Creep Collaborative Committee (ECCC).

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

ISO 204:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8564f46b-cf49-41e6-81fe-942e8a07a371/iso-204-2023>

# Matériaux métalliques — Essai de fluage uniaxial en traction — Méthode d'essai

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes pour:

- a) les essais de fluage ininterrompu avec surveillance continue de l'extension;
- b) les essais de fluage interrompus avec mesurage périodique de l'allongement;
- c) les essais de rupture sous contrainte lorsque seul le temps jusqu'à la rupture est normalement mesuré;
- d) un essai pour vérifier qu'un temps prédéterminé peut être dépassé sous une force donnée, sans que l'allongement ou l'extension n'ait été nécessairement rapporté.

NOTE Un essai de fluage peut se poursuivre jusqu'à la rupture effective ou peut être arrêté avant la rupture.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont référencés dans le texte de sorte qu'une partie ou la totalité de leur contenu constitue les 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 6892-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ISO 6892-2, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 2: Méthode d'essai à température élevée*

ISO 7500-2, *Matériaux métalliques — Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 2: Machines d'essai de fluage en traction — Vérification de la force appliquée*

ISO 9513, *Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation dans le domaine de la normalisation aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à <https://www.electropedia.org/>

**3.1**  
**longueur de référence**

$L_r$   
longueur de base utilisée pour les calculs du pourcentage d'allongement ou du pourcentage d'extension

Note 1 à l'article: Plusieurs longueurs entre repères et longueurs de référence différentes sont spécifiées dans le présent document. Ces longueurs reflètent les coutumes et pratiques utilisées dans différents laboratoires à travers le monde. Dans certains cas, les longueurs sont physiquement marquées sur l'éprouvette sous forme de lignes ou de collerettes; dans d'autres cas, la longueur peut être une longueur virtuelle basée sur des calculs pour déterminer une longueur appropriée à utiliser pour la détermination de l'allongement par fluage. Pour certaines éprouvettes,  $L_r$ ,  $L_o$  et  $L_e$  ont la même longueur.

Note 2 à l'article: Une méthode de calcul de cette valeur est indiquée en [7.5](#).

**3.2**  
**longueur initiale entre repères**

$L_o$   
longueur entre des repères portés sur l'éprouvette, mesurée à la température ambiante avant l'essai

Note 1 à l'article: En général,  $L_o \geq 5D$ .

**3.3**  
**longueur de base de l'extensomètre**

$L_e$   
distance entre les points de mesure de l'extensomètre

**3.4**  
**longueur calibrée**

$L_c$   
longueur de la partie calibrée de section réduite de l'éprouvette

**3.5**  
**longueur ultime entre repères après rupture**

$L_u$   
longueur entre des repères portés sur l'éprouvette, mesurée à la température ambiante après rupture, les fragments étant soigneusement rapprochés pour que leurs axes soient dans le prolongement l'un de l'autre

**3.6**  
**aire initiale de la section transversale**

$S_o$   
aire de la section transversale de la longueur calibrée déterminée à la température ambiante avant essai

**3.7**  
**aire minimale de la section transversale après rupture**

$S_u$   
aire minimale de la section transversale de la longueur calibrée déterminée à la température ambiante après rupture, les fragments étant soigneusement rapprochés pour que leurs axes soient dans le prolongement l'un de l'autre

**3.8**  
**contrainte initiale**

$R_o$   
force appliquée divisée par l'aire initiale de la section transversale  $S_o$  de l'éprouvette

### 3.9 extension

 $\Delta L_{et}$ 

accroissement de la longueur de base de l'extensomètre,  $L_e$ , à l'instant  $t$  et à la température d'essai

Note 1 à l'article: Le terme "Extension" est utilisé pour les essais de fluage ininterrompus avec mesure continue de l'augmentation de la longueur de l'éprouvette à l'aide d'un extensomètre.

Note 2 à l'article: Pour obtenir des informations complémentaires, voir [6.2](#).

### 3.10 allongement

 $\Delta L_{ot}$ 

accroissement de la longueur initiale entre repères,  $L_o$ , à l'instant  $t$

Note 1 à l'article: Le terme "Allongement" est principalement utilisée pour les essais de fluage interrompus avec la mesure manuelle de l'augmentation de la longueur de l'éprouvette.

Note 2 à l'article: Pour obtenir des informations complémentaires, voir [6.2](#).

### 3.11 pourcentage d'extension

 $e$ 

extension à la température d'essai, exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , comme exprimé dans la [Formule \(1\)](#)

$$e = \frac{\Delta L_{et}}{L_r} \times 100 \quad (1)$$

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

### 3.12 pourcentage d'allongement

 $A$ 

allongement exprimé en pourcentage de la longueur de référence  $L_r$ , comme exprimé dans la [Formule \(2\)](#)

$$A = \frac{\Delta L_{ot}}{L_r} \times 100 \quad (2)$$

### 3.13 pourcentage d'extension élastique

 $e_e$ 

extension à la température d'essai, exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , qui est proportionnelle à la contrainte initiale,  $R_o$

Note 1 à l'article: Cette valeur peut être calculée à partir des valeurs de contrainte/pourcentage d'extension pendant le chargement. Voir [8.4.2](#).

Note 2 à l'article: Voir [Figure 1](#).

### 3.14 pourcentage d'extension totale initiale

 $e_{ti}$ 

extension à la température d'essai, exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , à la fin du chargement avec la contrainte initiale,  $R_o$

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

**3.15**  
**pourcentage d'extension plastique initiale**

$e_i$   
extension à la fin du chargement et à la température d'essai avec la contrainte initiale,  $R_o$ , exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , et correspondant à la différence entre le pourcentage d'extension totale initiale,  $e_{ti}$ , et le pourcentage d'extension élastique,  $e_e$ , comme exprimé dans la [Formule \(3\)](#)

$$e_i = e_{ti} - e_e \quad (3)$$

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

Note 2 à l'article: Cette valeur représente l'extension plastique pendant la phase de chargement.

**3.16**  
**pourcentage d'extension totale**

$e_t$   
extension à la force d'essai exercée à l'instant  $t$  et à la température d'essai, exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$

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

**3.17**  
**pourcentage d'extension plastique**

$e_p$   
extension à l'instant  $t$  et à la température d'essai, correspondant à la différence entre le pourcentage d'extension totale,  $e_t$ , et le pourcentage d'extension élastique,  $e_e$ , exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , comme exprimé dans la [Formule \(4\)](#)

$$e_p = e_t - e_e \quad (4)$$

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

**3.18**  
**pourcentage d'extension ultime totale par fluage**

$e_u$   
extension totale à la rupture et à la température d'essai, exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$

**3.19**  
**pourcentage d'extension par fluage**

$e_f$   
extension déterminé sous pleine force d'essai et à la température d'essai, correspondant à la différence entre le pourcentage d'extension plastique,  $e_p$ , et le pourcentage d'extension plastique initiale,  $e_i$ , exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , comme exprimé dans la [Formule \(5\)](#)

$$e_f = e_p - e_i \quad (5)$$

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

Note 2 à l'article: L'indice f correspond au «fluage».

**3.20**  
**pourcentage d'extension anélastique**

$e_k$   
extension négative à la fin du déchargement et à la température d'essai, exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$

Note 1 à l'article: Voir Figure 1 et 8.4.

### 3.21 pourcentage d'extension rémanente

$e_{\text{per}}$   
extension à la fin du déchargement et à la température d'essai, correspondant à la différence entre le pourcentage d'extension totale,  $e_t$ , et la somme du pourcentage d'extension élastique,  $e_e$ , et du pourcentage d'extension anélastique,  $e_k$ , exprimée en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , comme exprimé dans la [Formule \(6\)](#)

$$e_{\text{per}} = e_t - (e_e + e_k) \quad (6)$$

Note 1 à l'article: Dans le cas où  $e_k \approx 0$ , la relation suivante peut être utilisée:  $e_{\text{per}} \approx e_p$ .

Note 2 à l'article: Voir [Figure 1](#).

### 3.22 pourcentage d'allongement rémanent

$A_{\text{per}}$   
allongement exprimé en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , à la fin du déchargement et à la température ambiante

### 3.23 pourcentage d'allongement après rupture par fluage

$A_u$   
allongement rémanent après la rupture,  $L_u - L_o$ , exprimé en pourcentage de la longueur de référence,  $L_r$ , comme exprimé dans la [Formule \(7\)](#)

$$A_u = \frac{L_u - L_o}{L_r} \times 100 \quad (7)$$

Note 1 à l'article:  $A_u$  peut comporter en exposant la température spécifiée  $T$ , en degrés Celsius, et en indice la contrainte initiale  $R_o$  en mégapascal; voir l'exemple dans le [Tableau 1](#).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8564f46b-cf49-41e6-81fe-942e8a07a371/iso-204-2023>

### 3.24 coefficient de striction après rupture par fluage

$Z_u$   
variation maximale de l'aire de la section transversale mesurée après rupture,  $S_o - S_u$ , exprimée en pourcentage de l'aire initiale de la section transversale,  $S_o$ , comme exprimé dans la [Formule \(8\)](#)

$$Z_u = \frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100 \quad (8)$$

Note 1 à l'article:  $Z_u$  peut comporter en exposant la température spécifiée,  $T$ , en degrés Celsius, et en indice la contrainte initiale,  $R_o$ , en mégapascal. Voir l'exemple dans le [Tableau 1](#).

### 3.25 temps d'extension par fluage

$t_{fx}$   
temps nécessaire pour qu'une éprouvette soumise à déformation atteigne un pourcentage d'extension par fluage spécifié,  $x$ , à la température spécifiée,  $T$ , et pour la contrainte initiale,  $R_o$

EXEMPLE  $t_{f0,2}$

### 3.26 temps d'extension plastique

$t_{px}$   
temps nécessaire pour obtenir un pourcentage d'extension plastique spécifié,  $x$ , à la température spécifiée,  $T$ , et pour la contrainte initiale,  $R_o$

Note 1 à l'article: Un exemple pour  $t_{p1}$  est donné à la [Figure E.2 a](#)) ( $t_{p1} = 100\,000$  h correspond à  $e_p = 1\%$  à  $R_o = 120$  MPa).

3.27

**temps de rupture par fluage**

$t_u$   
 temps jusqu'à la rupture d'une éprouvette maintenue à la température spécifiée,  $T$ , et à la contrainte initiale,  $R_o$

Note 1 à l'article: Le symbole  $t_u$  peut comporter en exposant la température spécifiée,  $T$ , en degrés Celsius, et en indice la contrainte initiale,  $R_o$ , en mégapascal; voir l'exemple dans le [Tableau 1](#).

3.28

**machine à éprouvette unique**

machine d'essai permettant de solliciter une seule éprouvette

3.29

**machine à éprouvettes multiples**

machine d'essai permettant de solliciter simultanément plusieurs éprouvettes à la même température

**4 Symboles et désignations**

Les symboles et les désignations correspondantes sont donnés dans le [Tableau 1](#).

**Tableau 1 — Symboles et désignations**

Symbole <sup>a</sup>	Unité	Désignation
$a$	mm	Épaisseur d'une pièce d'essai de section carrée ou rectangulaire [voir Figure 2 b)].
$A_{per}$	%	Pourcentage d'allongement permanent NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit: $A_{per 50/5000}^{375}$ : pourcentage d'allongement permanent pour une contrainte initiale de 50 MPa après 5 000 h à la température spécifiée de 375°C.
$A_u$	%	Pourcentage d'allongement après rupture par fluage [voir Formule (7)] NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit: $A_{u 50}^{375}$ : pourcentage d'allongement après rupture par fluage avec une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375°C.
$b$	mm	Largeur de la section transversale de la longueur parallèle d'une éprouvette de section carrée ou rectangulaire
$D$	mm	Diamètre de la longueur calibrée d'une éprouvette cylindrique
$d$	mm	Diamètre de la longueur de base sans entaille dans une éprouvette combinant une partie entaillée et une partie non entaillée (voir <a href="#">Figure C.1</a> )
$D_n$	mm	Diamètre de la longueur de la jauge contenant une encoche
$d_n$	mm	Diamètre à fond d'entaille pour une entaille circonférentielle Pour une éprouvette combinant une partie entaillée et une partie non entaillée, $d = d_n$
$e$	%	Pourcentage d'extension
$e_e$	%	Pourcentage d'extension élastique
$e_f$	%	Pourcentage d'extension par fluage [Voir Formule (5)] NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit: $e_{f 50/5000}^{375}$ : pourcentage d'extension par fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa après 5 000 h à la température spécifiée de 375°C.
$e_{fu}$	%	Pourcentage d'extension par fluage au temps de rupture par fluage
$e_i$	%	Pourcentage d'extension plastique initiale
$e_k$	%	Pourcentage d'extension anélastique

Tableau 1 (suite)

Symbole <sup>a</sup>	Unité	Désignation
$e_p$	%	Pourcentage d'extension plastique
$e_{per}$	%	Pourcentage d'extension rémanente
$e_{pu}$	%	Pourcentage d'extension plastique au temps de rupture par fluage
$e_t$	%	Pourcentage d'extension totale
$e_{ti}$	%	Pourcentage de l'extension initiale totale
$e_u$	%	Pourcentage d'extension totale au temps de rupture par fluage
$L_c$	mm	Longueur parallèle
$L_e$	mm	Longueur de la jauge de l'extensomètre
$\Delta L_{et}$	mm	Extension
$L_n$	mm	Longueur du gabarit parallèle contenant une encoche
$L_0$	mm	Longueur de la jauge d'origine
$\Delta L_{ot}$	mm	Allongement
$L_r$	mm	Longueur de référence
$L_u$	mm	Longueur finale de la jauge après rupture
$n$	-	Exposant de fluage de Norton
$r_n$	mm	Rayon de racine de l'entaille
$R_0$	MPa	Contrainte initiale
$r_t$	mm	Rayon de transition
$S_0$	mm <sup>2</sup>	Section transversale originale de la longueur parallèle
$S_u$	mm <sup>2</sup>	Surface minimale de la section transversale après fracture
$t$	h	Temps écoulé depuis la fin du chargement
$T$	°C	Température spécifiée
$T_c$	°C	Température mesurée corrigée
$t_{fx}$	h	Temps d'extension par fluage
$t_{px}$	h	Temps d'extension plastique
$t_u$	h	Temps de rupture par fluage NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit: $t_{u50}^{375}$ : temps de rupture par fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375°C.
$t_{un}$	h	Temps de rupture par fluage d'une éprouvette entaillée
$x$	%	Pourcentage de fluage ou d'extension plastique spécifié
$Z_u$	%	Pourcentage de réduction de la surface après rupture par fluage [voir Formule (8)] NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit: $Z_{u50}^{375}$ : pourcentage de réduction de la surface après rupture par fluage avec une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375°C.

<sup>a</sup> Les indices principaux (r, o et u) des symboles sont utilisés comme suit:

r correspond à référence;

o correspond à original;

u correspond à ultime (après rupture).

NOTE 1 L'indice t peut avoir différentes significations, par exemple temps, total ou transition

NOTE 2 Pour les besoins de l'essai de fluage du présent document, les termes «fracture» et «rupture» sont interchangeables et sont utilisés pour décrire lorsqu'une éprouvette se sépare en deux parties.

## 5 Principe

L'essai consiste à chauffer une éprouvette à la température spécifiée et à la soumettre à déformation en appliquant une force ou contrainte de traction constante (voir Note) suivant son axe longitudinal, pendant un certain laps de temps, afin d'obtenir l'un des éléments suivants:

- une extension par fluage spécifiée (essai ininterrompu) avec un mesurage d'extension continu;
- des valeurs d'allongement rémanent pour des intervalles appropriés tout au long de l'essai (essai interrompu);
- le temps de rupture par fluage (essais ininterrompu et interrompu).

NOTE Les termes «contrainte constante» et «contrainte vraie» sous-entendent que le rapport de la force sur la section transversale instantanée reste constant tout au long de l'essai. Les résultats obtenus avec une contrainte constante sont généralement différents de ceux obtenus avec une force constante<sup>[2]</sup>.

## 6 Appareillage

### 6.1 Machine d'essai

La machine d'essai doit appliquer une force suivant l'axe de l'éprouvette en limitant les flexions ou torsions parasites de l'éprouvette à leur minimum. Préalablement à l'essai, il convient de soumettre la machine à un examen visuel pour s'assurer que les barres de chargement, les ancrages, les joints universels et les équipements associés sont en bon état.

La force doit être appliquée à l'éprouvette sans choc.

Il convient d'isoler correctement la machine des vibrations et chocs extérieurs. Il convient d'équiper la machine d'un dispositif qui réduit le plus possible le choc à la rupture de l'éprouvette.

La machine doit être vérifiée et doit satisfaire au moins aux exigences de la classe 1 de l'ISO 7500-2.

### 6.2 Dispositif de mesure d'extension et d'allongement

#### 6.2.1 Dispositif de mesure d'extension

Pour les essais ininterrompus, l'extension doit être mesurée au moyen d'un extensomètre satisfaisant aux exigences de performance de la classe 1 ou d'une classe supérieure de l'ISO 9513, ou par tout autre moyen assurant la même exactitude sans interruption de l'essai. L'extensomètre peut être directement fixé sur l'éprouvette ou être un extensomètre sans contact, par exemple de type optique ou à laser.

Il est recommandé d'étalonner l'extensomètre sur un intervalle approprié basé sur la déformation escomptée en fluage.

L'extensomètre doit être étalonné à des intervalles ne dépassant pas 3 ans, à moins que la durée d'essai soit supérieure à 3 ans. Si la durée prévue de l'essai dépasse la date d'expiration du certificat d'étalonnage de l'extensomètre, un nouvel étalonnage doit alors être effectué avant le début de l'essai de fluage.

La longueur de base de l'extensomètre ne doit pas être inférieure à 10 mm.

L'extensomètre doit être capable de mesurer l'extension sur une face ou, de préférence, sur deux faces opposées de l'éprouvette.

Il convient de consigner dans le rapport d'essai le type d'extensomètre utilisé (par exemple mesurage sur une ou deux faces, axial, diamétral). Lorsque l'extension est mesurée sur deux faces opposées, il convient de consigner la valeur moyenne de l'extension dans le rapport d'essai.

Lorsque l'extension est mesurée avec un extensomètre fixé sur les têtes d'amarrage de l'éprouvette, la forme et les dimensions de ces têtes doivent être choisies de manière à pouvoir considérer que la totalité de l'extension observée s'est produite sur la longueur de référence de l'éprouvette. Le pourcentage d'extension par fluage est mesuré sur  $L_r$ .

Il convient d'utiliser une longueur entre repères aussi grande que possible pour améliorer l'exactitude des mesurages.

Il convient de prendre soin d'éviter tout faux fluage négatif lors de l'utilisation d'extensomètres en alliage à base de nickel. Voir le Code de pratique<sup>[3]</sup>.

Pour mesurer de faibles déformations en fluage, par exemple une déformation  $\leq 1\%$ , sur des éprouvettes ayant de courtes longueurs entre repères, il convient de veiller à ce que la résolution et la précision sur l'étendue de la mesure du dispositif de mesure utilisé soient suffisantes.

NOTE 1 Des informations sur la stabilité à long terme des capteurs utilisés pour les essais de fluage et à des fins d'accréditation sont données dans les Références <sup>[4]</sup> et <sup>[5]</sup>.

NOTE 2 Il n'est pas nécessaire d'utiliser un extensomètre si l'essai est uniquement destiné à déterminer le pourcentage d'allongement après rupture par fluage ou le pourcentage d'allongement par fluage sur une durée spécifiée.

## 6.2.2 Dispositif de mesure d'allongement

Pour les essais interrompus, l'éprouvette doit être périodiquement déchargée, refroidie à la température ambiante, puis son allongement rémanent doit être mesuré sur la longueur entre repères au moyen d'un dispositif approprié. La fidélité de ce dispositif doit être de  $0,01 \Delta L_r$  ou  $0,01 \text{ mm}$ , la plus grande des deux valeurs étant retenue. Après ce mesurage, l'éprouvette peut être d'abord réchauffée puis remise en charge.

## 6.3 Dispositif de chauffage, équipement de mesure de la température et étalonnage

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8564f46b-cf49-41e6-81fe-942e8a07a371/iso-6.3.1-Écarts-de-température-admissibles-4-2023>

Le dispositif de chauffage doit chauffer l'éprouvette à la température spécifiée,  $T$ . Les écarts admissibles entre la température mesurée corrigée,  $T_c$ , et la température spécifiée,  $T$ , ainsi que le gradient de température maximal admissible le long de l'éprouvette doivent être conformes aux indications du [Tableau 2](#).

**Tableau 2 — Écarts admissibles entre  $T_c$  et  $T$  et gradient de température maximal admissible le long de l'éprouvette**

Température spécifiée $T$ °C	Écart admissible entre $T_c$ et $T$ °C	Gradient de température maximale admissible le long de l'éprouvette °C
$T \leq 600$	$\pm 3$	3
$600 < T \leq 800$	$\pm 4$	4
$800 < T \leq 1\ 000$	$\pm 5$	5
$1\ 000 < T \leq 1\ 100$	$\pm 6$	6

Pour les températures spécifiées supérieures à  $1\ 100\text{ °C}$ , les valeurs admissibles, dérive incluse, doivent être spécifiées par accord entre les parties concernées.

Les températures mesurées corrigées,  $T_c$ , sont les températures mesurées à la surface de la longueur calibrée de l'éprouvette, les erreurs de toute nature, dérive incluse (voir l'[Annexe A](#)), étant prises en compte et les erreurs systématiques ayant été corrigées.