

---

---

**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 204:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b3a2716e-8dd3-49e0-9ffd-5447a5943da8/iso-204-2009>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

ISO 204:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b3a2716e-8dd3-49e0-9ffd-5447a5943da8/iso-204-2009>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2009

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles et désignations</b> .....	5
5 <b>Principe</b> .....	7
6 <b>Appareillage</b> .....	7
7 <b>Éprouvettes</b> .....	11
8 <b>Mode opératoire</b> .....	13
9 <b>Détermination des résultats</b> .....	15
10 <b>Validité d'essai</b> .....	15
11 <b>Exactitude des résultats</b> .....	15
12 <b>Rapport d'essai</b> .....	16
<b>Annexe A (informative) Informations relatives aux différents types de thermocouples</b> .....	21
<b>Annexe B (informative) Informations relatives aux méthodes d'étalonnage des thermocouples</b> .....	22
<b>Annexe C (informative) Essais de fluage sur éprouvettes avec entaille en V ou entaille circonférentielle émoussée</b> .....	23
<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> .....	26
<b>Annexe E (informative) Présentation des résultats et extrapolation graphique</b> .....	33
<b>Bibliographie</b> .....	41

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 204 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 1, *Essais uniaxiaux*.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 204:1997), qui a fait l'objet d'une révision technique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b3a2716e-8dd3-49e0-9ffd-5447a5943da8/iso-204-2009>

## Introduction

La présente Norme internationale constitue une profonde révision de la première édition de l'ISO 204:1997 et comporte de nombreuses recommandations établies au sein du «European Creep Collaborative Committee (ECCC)».

De nouvelles annexes ont été ajoutées pour la mesure de la température au moyen de thermocouples et leur étalonnage, les éprouvettes pour essais de fluage avec des entailles en V ou des entailles émoussées (Bridgman), l'estimation de l'incertitude de mesure et les méthodes d'extrapolation de la durée de vie à rupture par fluage.

NOTE Des informations sont recherchées en ce qui concerne l'influence d'un chargement non axial ou d'une flexion sur les caractéristiques de fluage de différents matériaux. Lors de la prochaine révision, on examinera s'il convient de spécifier la flexion maximale et s'il convient de recommander une procédure appropriée d'étalonnage. Il sera nécessaire de fonder la décision sur des données quantitatives disponibles<sup>[39]</sup>.

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

ISO 204:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b3a2716e-8dd3-49e0-9fd-5447a5943da8/iso-204-2009>

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

ISO 204:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b3a2716e-8dd3-49e0-9ffd-5447a5943da8/iso-204-2009>

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

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la méthode pour les essais de fluage ininterrompu et interrompu et définit les caractéristiques des matériaux métalliques qui peuvent être déterminées à partir de ces essais, en particulier l'allongement de fluage et le temps de rupture par fluage, à une température spécifiée.

L'essai de rupture sous contrainte est également couvert par la présente Norme Internationale de même que les essais sur éprouvettes entaillées.

NOTE Lors des essais de rupture sous contrainte, l'allongement n'est généralement pas enregistré pendant l'essai; on enregistre seulement le temps de rupture par fluage sous une force donnée ou on note qu'un temps prédéterminé a été dépassé sous une force donnée.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 286-2, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Partie 2: Tables des degrés de tolérance normalisés et des écarts limites des alésages et des arbres*

ISO 783<sup>1)</sup>, *Matériaux métalliques — Essai de traction 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 extensomètres utilisés lors d'essais uniaxiaux*

## 3 Termes et définitions

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

NOTE Plusieurs longueurs entre repères et longueurs de référence différentes sont spécifiées dans la présente Norme internationale. Ces longueurs reflètent les habitudes et la pratique utilisées dans différents laboratoires tout autour du monde. Dans certains cas, les longueurs sont physiquement marquées sur l'éprouvette sous forme de traits ou de collerettes; dans d'autres cas, la longueur peut être une longueur virtuelle basée sur des calculs pour déterminer une longueur appropriée utilisée pour la détermination de l'allongement de fluage. Pour certaines éprouvettes,  $L_r$ ,  $L_o$  et  $L_e$  sont la même longueur (voir 3.1, 3.2 et 3.5).

1) Sera révisée sous la référence ISO 6892-2, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 2: Méthode d'essai à température élevée*.

### 3.1

#### longueur de référence

$L_r$

longueur de base utilisée pour les calculs d'allongement

NOTE Une méthode de calcul de cette valeur est donnée en 7.5 pour les éprouvettes sur lesquelles l'extensomètre est fixé soit aux collerettes sur la longueur calibrée soit aux épaulements de l'éprouvette.

#### 3.1.1

##### longueur initiale de référence

$L_{r0}$

longueur de référence déterminée à la température ambiante avant l'essai

NOTE En général,  $L_{r0} \geq 5D$ .

#### 3.1.2

##### longueur ultime de référence

$L_{ru}$

longueur de référence déterminée à la température ambiante après rupture, les fragments étant rapprochés soigneusement de manière que leurs axes soient alignés

### 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 En général,  $L_o \geq 5D$ .

NOTE 2  $L_o$  peut également être utilisé pour le calcul de l'allongement.

[ISO 204:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b3a2716e-8dd3-49e0-9ffd-447a5943da8/iso-204-2009)

#### 3.3

##### 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 rapprochés soigneusement de manière que leurs axes soient alignés

### 3.4

#### longueur calibrée

$L_c$

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

### 3.5

#### longueur de base de l'extensomètre

$L_e$

distance entre les points de mesure de l'extensomètre

NOTE Dans certains cas,  $L_e = L_o$  et peut également être utilisé pour le calcul de l'allongement.

### 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 l'essai



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

aire minimale de la section transversale de la longueur calibrée telle que déterminée à la température ambiante après rupture, les fragments étant rapprochés soigneusement de manière que leurs axes soient alignés

**3.8****contrainte initiale** $\sigma_0$ 

force appliquée divisée par l'aire initiale de la section transversale ( $S_0$ ) de l'éprouvette

**3.9****allongement** $\Delta L_r$ 

accroissement de la longueur de référence ( $L_r$ )

NOTE Voir 6.2.

**3.10****allongement pour cent** $A$ 

allongement exprimé en pourcentage de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ )

NOTE 1 Voir Figure 1.

NOTE 2 Pour les termes d'allongement utilisés de 3.10 à 3.16, le symbole « $\varepsilon$ » peut remplacer « $A$ ».

Cependant, lorsqu'on utilise « $\varepsilon$ », il convient d'appliquer la convention suivante:

—  $\varepsilon$  % est la déformation ou l'allongement pour cent.

—  $\varepsilon$  est la déformation absolue.

**3.11****allongement pour cent plastique initial** $A_i$ 

accroissement non proportionnel de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ) dû à l'application de la force d'essai

**3.12****allongement pour cent de fluage** $A_f$ 

accroissement de la longueur de référence à un instant  $t$  ( $\Delta L_{rt}$ ) à une température spécifiée, exprimé en pourcentage de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ):

$$A_f = \frac{\Delta L_{rt}}{L_{r0}} \times 100 \quad (1)$$

NOTE 1  $A_f$  peut comporter en exposant la température spécifiée ( $T$ ), en degrés Celsius, et en indice, la contrainte initiale ( $\sigma_0$ ) en mégapascals<sup>2</sup>) et l'instant  $t$  (en heures).

NOTE 2 Par convention, le début de la mesure de l'allongement de fluage est l'instant où la contrainte initiale ( $\sigma_0$ ) est appliquée à l'éprouvette (voir Figure 1).

NOTE 3 L'indice f provient de «fluage» («creep», en anglais).

2) 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>.

**3.13  
allongement pour cent plastique**

$A_p$   
accroissement non proportionnel de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ) à l'instant  $t$ :

$$A_p = A_i + A_f \quad (2)$$

**3.14  
allongement pour cent anélastique**

$A_k$   
raccourcissement non proportionnel de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ) à l'instant  $t$  dû au déchargement

**3.15  
allongement rémanent pour cent**

$A_{per}$   
accroissement total de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ) à l'instant  $t$  déterminé après déchargement:

$$A_{per} = A_p - A_k \quad (3)$$

**3.16  
allongement pour cent après rupture par fluage**

$A_u$   
accroissement rémanent de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ) après rupture ( $L_{ru} - L_{r0}$ ) exprimé en pourcentage de la longueur initiale de référence ( $L_{r0}$ ):

$$A_u = \frac{L_{ru} - L_{r0}}{L_{r0}} \times 100 \quad (4)$$

NOTE  $A_u$  peut comporter en exposant la température spécifiée ( $T$ ), en degrés Celsius, et en indice la contrainte initiale ( $\sigma_0$ ) en mégapascals.

**3.17  
coefficient de striction après rupture par fluage**

$Z_u$   
variation maximale de l'aire de la section transversale mesurée après rupture ( $S_0 - S_u$ ) exprimée en pourcentage de l'aire initiale de la section transversale ( $S_0$ ):

$$Z_u = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100 \quad (5)$$

NOTE  $Z_u$  peut comporter en exposant la température spécifiée ( $T$ ), en degrés Celsius, et en indice la contrainte initiale ( $\sigma_0$ ) en mégapascals.

**3.18  
temps d'allongement par fluage**

$t_{fx}$   
temps nécessaire pour qu'une éprouvette, soumise à déformation, atteigne un allongement pour cent de fluage spécifié ( $x$ ) à la température spécifiée ( $T$ ) et pour la contrainte initiale ( $\sigma_0$ )

EXEMPLE  $t_{f0,2}$ .

**3.19  
temps d'allongement plastique**

$t_{px}$   
temps nécessaire pour obtenir un allongement plastique pour cent spécifié ( $x$ ) à la température spécifiée ( $T$ ) et pour la contrainte initiale ( $\sigma_0$ )

**3.20****temps de rupture par fluage** $t_u$ 

temps nécessaire à la rupture d'une éprouvette maintenue à la température spécifiée ( $T$ ) et à la contrainte initiale ( $\sigma_0$ )

NOTE Le symbole  $t_u$  peut comporter en exposant la température spécifiée ( $T$ ), en degrés Celsius, et en indice la contrainte initiale ( $\sigma_0$ ) en mégapascals.

**3.21****machine à éprouvette unique**

machine d'essai permettant de solliciter une seule éprouvette

**3.22****machine à éprouvettes multiples**

machine d'essai permettant de solliciter plus d'une éprouvette simultanément à la même température

**4 Symboles et désignations**

Les symboles et désignations correspondantes sont donnés dans le Tableau 1.

**Tableau 1 — Symboles et désignations**

Symbole <sup>a</sup>	Unité	Désignation
$D$	mm	Diamètre de la section transversale de la partie calibrée d'une éprouvette cylindrique
$D_n$	mm	Diamètre de la longueur de base contenant une entaille
$d$	mm	Diamètre de la longueur de base sans entaille dans une éprouvette combinant une partie entaillée et une partie non entaillée (voir Figure C.1)
$d_n$	mm	Diamètre à fond d'entaille pour une entaille circconférentielle. Pour une éprouvette combinant une partie entaillée et une partie non entaillée, $d = d_n$
$b$	mm	Largeur de la section transversale de la partie calibrée d'une éprouvette de section transversale carrée ou rectangulaire
$L_r$	mm	Longueur de référence
$a$	mm	Épaisseur d'une éprouvette de section transversale carrée ou rectangulaire, voir Figure 2 b)
$L_{r0}$	mm	Longueur initiale de référence
$L_{ru}$	mm	Longueur ultime de référence
$\Delta L_r$	mm	Allongement
$\Delta L_{rt}$	mm	Accroissement de la longueur de référence à l'instant $t$
$L_0$	mm	Longueur initiale entre repères
$L_n$	mm	Longueur calibrée de base contenant une entaille
$L_u$	mm	Longueur ultime entre repères après rupture
$L_c$	mm	Longueur calibrée
$L_e$	mm	Longueur de base de l'extensomètre
$R$	mm	Rayon de raccordement
$r_n$	mm	Rayon à fond d'entaille
$S_0$	mm <sup>2</sup>	Aire initiale de la section transversale de la longueur calibrée
$S_u$	mm <sup>2</sup>	Aire minimale de la section transversale après rupture

Tableau 1 (suite)

Symbole <sup>a</sup>	Unité	Désignation
$\sigma_o$	MPa	Contrainte initiale
$A_e^b$	%	Allongement pour cent élastique
$A_i^b$	%	Allongement pour cent plastique initial
$A_k^b$	%	Allongement pour cent anélastique
$A_p^b$	%	Allongement pour cent plastique
$A_{per}^b$	%	Allongement pour cent rémanent
$A_f^b$	%	Allongement pour cent de fluage $A_f = \frac{\Delta L_{rt}}{L_{ro}} \times 100$ <p>NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit:  <math>A_{f50/5000}^{375}</math> : Allongement pour cent de fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa après 5 000 h à la température spécifiée de 375 °C.</p>
$A_u^b$	%	Allongement pour cent après rupture par fluage: $A_u = \frac{L_{ru} - L_{ro}}{L_{ro}} \times 100$ <p>NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit:  <math>A_{u50}^{375}</math> : Allongement pour cent après rupture par fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375 °C.</p>
$Z_u$	%	Coefficient de striction après rupture par fluage: $Z_u = \frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100$ <p>NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit:  <math>Z_{u50}^{375}</math> : Coefficient de striction après rupture par fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375 °C.</p>
$t_{fx}$	h	Temps pour un allongement par fluage
$t_{px}$	h	Temps pour un allongement plastique
$t_u$	h	Temps de rupture par fluage <p>NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit:  <math>t_{u50}^{375}</math> : temps de rupture par fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375 °C.</p>
$t_{un}$	h	Temps de rupture par fluage d'une éprouvette entaillée
$T$	°C	Température spécifiée
$T_i$	°C	Température indiquée
$x$	%	Allongement pour cent de fluage ou allongement pour cent plastique spécifié
$n$		Exposant de fluage

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

- r correspond à référence;
- o correspond à initial;
- u correspond à ultime (après rupture).

<sup>b</sup> Voir Note 2 en 3.10.

## 5 Principe

L'essai consiste à porter une éprouvette à la température spécifiée et à la soumettre à une déformation à l'aide d'une force de traction constante ou d'une contrainte de traction constante (voir Note) appliquée selon son axe longitudinal, pendant un certain temps, pour obtenir l'un quelconque des éléments suivants:

- un allongement de fluage spécifié (essai ininterrompu);
- des valeurs d'allongement rémanent pour des intervalles appropriés tout au long de l'essai (essai interrompu);
- le temps de rupture par fluage (essai ininterrompu ou interrompu).

NOTE Par «contrainte constante», on entend que le rapport de la force et de 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.

## 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 que la machine fasse l'objet d'un examen visuel pour s'assurer que les barres de chargement, les ancrages, les joints universels et les équipements associés sont en bon état.

Il convient d'appliquer la force à l'éprouvette sans choc.

Il convient que la machine soit correctement isolée des vibrations et chocs extérieurs. Il convient que la machine soit équipée d'un dispositif qui minimise le choc lors de la rupture de l'éprouvette.

NOTE Actuellement, il n'y a pas assez de données quantitatives disponibles dans la littérature démontrant l'influence d'une flexion sur le fluage et la durée de vie à rupture. Il est demandé à toute organisation disposant de telles informations de les adresser à l'ISO/TC 164 pour qu'elles soient examinées lors de la prochaine révision de la présente Norme internationale.

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 de l'allongement

Pour les essais ininterrompus, l'allongement doit être mesuré au moyen d'un extensomètre satisfaisant aux exigences de performance de la classe 1 ou d'une classe meilleure 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 peut être par exemple un extensomètre sans contact de type optique ou de type à laser.

Il est recommandé que l'extensomètre soit étalonné pour 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 l'essai prévu dépasse la date d'expiration du certificat d'étalonnage, l'extensomètre doit alors être étalonné à nouveau, avant de commencer l'essai de fluage.

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

L'extensomètre doit pouvoir mesurer l'allongement soit sur une face soit sur deux faces opposées de l'éprouvette, la dernière solution étant l'option à appliquer de préférence.

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

NOTE 1 Pour les essais de fluage ininterrompus, c'est-à-dire avec un extensomètre directement fixé à la partie calibrée d'une éprouvette, l'allongement de fluage pour cent est mesuré sur  $L_e$ .

Lorsque l'allongement est mesuré avec un extensomètre fixé sur les têtes d'amarrage de l'éprouvette, les têtes doivent être d'une dimension et d'une forme telles que l'on puisse considérer que l'allongement observé s'est produit en totalité sur la longueur de référence de l'éprouvette. L'allongement pour cent de fluage pour cent est mesuré sur  $L_r$ .

Il convient que la longueur de base de l'extensomètre soit normalement aussi proche que possible de la longueur de référence. Pour des mesures de fluage précises, il convient d'utiliser une longueur entre repères aussi grande que possible pour améliorer l'exactitude des mesures.

NOTE 2 Dans le cas où seulement l'allongement pour cent après rupture par fluage ou l'allongement pour cent de fluage pour une durée d'essai spécifiée est déterminé, l'utilisation d'un extensomètre n'est pas nécessaire.

Pour les essais interrompus, décharger périodiquement l'éprouvette, la refroidir à la température ambiante et mesurer l'allongement rémanent sur la longueur entre repères au moyen d'un dispositif approprié. La précision de ce dispositif doit être égale à la plus grande des deux valeurs entre 0,01  $\Delta L_r$  et 0,01 mm. Après cette mesure, l'éprouvette peut être d'abord réchauffée puis remise en charge.

NOTE 3 Pour des mesures de faibles déformations de fluage, par exemple une déformation  $\leq 1\%$ , sur des éprouvettes ayant de courtes longueurs entre repères, il faut veiller à ce que le dispositif de mesure utilisé présente une résolution suffisante.

iTeh STANDARD PREVIEW

NOTE 4 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 [35] et [36].

Il convient de prendre soin d'éviter un fluage faussement négatif en utilisant des extensomètres en alliage base nickel. Voir le «Code of Practice» par Loveday et Gibbons (2007) [38].

### 6.3 Dispositif de chauffage

#### 6.3.1 Écarts admissibles de température

Le dispositif de chauffage doit chauffer l'éprouvette à la température spécifiée ( $T$ ). Les écarts admissibles entre la température indiquée ( $T_i$ ) et la température spécifiée ( $T$ ) ainsi que le gradient de température maximal admissible le long de l'éprouvette doivent être tels que donnés dans le Tableau 2.

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

Température spécifiée, $T$ °C	Écart admissible entre $T_i$ et $T$ °C	Gradient de température maximal admissible °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 °C, les valeurs admissibles doivent être définies par accord entre les parties concernées.

Les températures indiquées ( $T_i$ ) sont les températures mesurées à la surface de la partie calibrée de l'éprouvette, les erreurs de toute nature étant prises en considération et les erreurs systématiques ayant été corrigées.

NOTE Au lieu de mesurer la température à la surface de l'éprouvette, il est permis de procéder à des mesures indirectes de la température de chaque zone de chauffage du four pour autant qu'il soit démontré que la tolérance définie ci-avant est respectée.

Si on utilise un extensomètre, les parties de cet instrument en dehors du four doivent être conçues et protégées de telle sorte que les variations de température de l'air aux alentours du four n'affectent pas significativement les mesures des variations de longueur.

Il convient que les variations de température de l'air aux alentours de la machine d'essai ne dépassent pas  $\pm 3$  °C.

Pour les essais interrompus, il convient que la variation de la température ambiante pendant toutes les mesures de la longueur entre repères ne dépasse pas  $\pm 2$  °C. Si cet intervalle est dépassé, des corrections pour les variations de la température ambiante doivent être appliquées.

### 6.3.2 Mesure de la température

#### 6.3.2.1 Généralités

L'indicateur de température doit avoir une résolution de 0,5 °C au moins et l'équipement de mesure des températures doit avoir une exactitude égale à  $\pm 1$  °C, ou meilleure.

#### 6.3.2.2 Machines à éprouvette unique

Pour les machines à éprouvette unique, il convient d'utiliser au moins deux thermocouples pour les éprouvettes de longueur calibrée inférieure ou égale à 50 mm. Pour les éprouvettes de longueur calibrée supérieure à 50 mm, il convient d'utiliser au moins trois thermocouples. Dans tous les cas, il convient de placer un thermocouple à chaque extrémité de la longueur calibrée et, si un troisième thermocouple est utilisé, il convient de le placer au milieu de la longueur calibrée.

Le nombre de thermocouples peut être réduit à un s'il peut être démontré que les états du four et de l'éprouvette sont tels que la variation de la température de l'éprouvette ne dépasse pas les valeurs spécifiées en 6.3.1.

#### 6.3.2.3 Machines à éprouvettes multiples

Pour les machines à éprouvettes multiples, il est recommandé d'utiliser au moins un thermocouple pour chaque éprouvette. Si un seul thermocouple est utilisé, il doit être placé au milieu de la longueur calibrée. On peut utiliser seulement trois thermocouples s'ils sont placés à des endroits appropriés du four et que l'on dispose de données permettant de démontrer que, pour toutes les éprouvettes, la température respecte les exigences en 6.3.1.

Dans le cas d'une mesure indirecte de température, les mesures régulières de contrôle sont requises pour déterminer les différences entre le(s) thermocouple(s) de chaque zone de chauffage et un nombre significatif d'éprouvettes à l'intérieur d'une zone donnée. Les composantes non systématiques des différences de température ne doivent pas dépasser  $\pm 2$  °C jusqu'à 800 °C et  $\pm 3$  °C au-dessus de 800 °C.

#### 6.3.2.4 Éprouvettes entaillées

La mesure de température des éprouvettes entaillées doit être conforme à 6.3.2.2 ou à 6.3.2.3. Il est recommandé de placer un thermocouple à proximité de l'entaille.