

PROJET DE NORME INTERNATIONALE

ISO/DIS 204

ISO/TC 164/SC 1

Secrétariat: AFNOR

Début de vote:
2022-07-07

Vote clos le:
2022-09-29

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

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

ICS: 77.040.10

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/FDIS 204

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

Le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité.

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN



Numéro de référence
ISO/DIS 204:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/FDIS 204

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



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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

Avant-propos	4
Introduction	5
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et désignations	6
5 Principe	8
6 Appareillage	8
6.1 Machine d'essai	8
6.2 Dispositif de mesure d'extension et d'allongement	9
6.2.1 Dispositif de mesure d'extension.....	9
6.2.2 Dispositif de mesure d'allongement	9
6.3 Dispositif de chauffage, équipement de mesure de la température et étalonnage	10
6.3.1 Écarts de température admissibles.....	10
6.3.2 Mesurage de la température.....	10
6.3.3 Thermocouples.....	12
6.3.4 Étalonnage des thermocouples.....	12
7 Éprouvettes	13
7.1 Forme et dimensions	13
7.1.1 Forme et dimensions des éprouvettes lisses	13
7.1.2 Forme et dimensions des éprouvettes entaillées.....	14
7.2 Préparation	14
7.3 Détermination de l'aire initiale de la section transversale	15
7.4 Marquage de la longueur initiale entre repères, L_0	15
7.5 Détermination de la longueur de référence, L_T	15
8 Mode opératoire	17
8.1 Chauffage de l'éprouvette	17
8.2 Application de la force d'essai.....	17
8.3 Interruptions de l'essai.....	17
8.3.1 Interruptions planifiées de l'essai	17
8.3.2 Machine à éprouvettes multiples avec plusieurs éprouvettes en ligne	17
8.3.3 Essai combiné.....	18
8.3.4 Interruption accidentelle de l'essai.....	18
8.4 Relevé de température et d'allongement ou d'extension	18
8.4.1 Température.....	18
8.4.2 Allongement et extension.....	18
8.4.3 Diagramme d'allongement ou d'extension en fonction du temps	19
9 Détermination des résultats	19
10 Validité d'essai	19
11 Exactitude des résultats	19
11.1 Expression des résultats.....	19
11.2 Incertitude finale	19
12 Rapport d'essai	20

Annexe A (informative) Informations relatives à la dérive des thermocouples	25
Annexe B (informative) Informations relatives aux méthodes d'étalonnage des thermocouples.....	28
Annexe C (normative) Essais de fluage sur éprouvettes avec entaille en V ou entaille circonférentielle émoussée.....	29
Annexe D (informative) Méthode d'estimation de l'incertitude de mesure conformément au Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM).....	33
Annexe E (informative) Présentation des résultats et extrapolation graphique	40
Bibliographie.....	50

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/FDIS 204

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

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. 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, 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 le lien suivant: 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*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 204:2018), qui a fait l'objet d'une révision technique et éditorielle. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente 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.

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 et les informations sur la représentation des normes compatible avec l'ordinateur.

NOTE 1 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^[43].

NOTE 2 Les informations concernant l'avantage des Normes produites dans un format compatible avec l'usage de l'ordinateur sont données dans l'Annexe informative F.

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

NOTE 3 Pour bon nombre d'applications, le terme «déformation» est synonyme d'extension.

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/FDIS 204

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

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 Une 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 :

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

Note 1 à l'entrée : Plusieurs longueurs entre repères et longueurs de référence différentes sont spécifiées dans ce 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 pièces d'essai, L_r, L_o et L_e ont la même longueur (voir 3.1, 3.2 et 3.3). Le terme "extension" est utilisée pour un essai de fluage ininterrompu avec une mesure continue de l'augmentation de la longueur de l'éprouvette à l'aide d'un

extensomètre. Le terme "élongation" est principalement utilisée pour les essais de fluage interrompus avec la mesure manuelle de l'augmentation de la longueur de l'éprouvette.

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: 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
 ΔL_{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: Pour obtenir des informations complémentaires, voir 6.2.

3.10 allongement

ΔL_{ot}

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

Note 1 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)

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

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)

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

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_{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_{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.

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_0

Note 1 à l'article: Un exemple pour t_{p1} est donné à la Figure E.2a ($t_{p1} = 100\ 000$ h correspond à $e_p = 1\%$ à $R_0 = 120$ 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_0

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_0 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 ^a	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 A titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit : $A_{per\ 50/5\ 000}^{375}$: 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 A 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 Figure C.1)
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)] $e_f = \frac{\Delta L_{ot}}{L_r} \times 100$ <p>NOTE À titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit :</p> $e_{f50/5\ 000}^{375}$: 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
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
ΔL_{et}	mm	Augmentation de la longueur de la jauge de l'extensomètre au temps t
L_n	mm	Longueur $d\Delta u$ gabarit parallèle contenant une encoche
L_o	mm	Longueur de la jauge d'origine
ΔL_{ot}	mm	Augmentation de la longueur de la jauge originale à l'instant t
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_o	MPa	Contrainte initiale
r_t	mm	Rayon de transition
S_o	mm ²	Section transversale originale de la longueur parallèle
S_u	mm ²	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 <p>NOTE A titre d'exemple, le symbole peut être complété comme suit:</p> t_{u50}^{375} : temps de rupture par fluage pour une contrainte initiale de 50 MPa à la température spécifiée de 375°C.