

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**899-2**

Première édition  
1993-12-15

---

---

**Plastiques — Détermination du  
comportement au fluage —**

**Partie 2:**

Fluage en flexion par mise en charge en trois  
points

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef499c28-3b09-4008-ab9c-00071a71ac48/iso-899-2-1993>  
*Plastics — Determination of creep behaviour —  
Part 2: Flexural creep by three-point loading*



Numéro de référence  
ISO 899-2:1993(F)

## 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 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.

La Norme internationale ISO 899-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Propriétés mécaniques*.

Conjointement avec l'ISO 899-1, elle annule et remplace les Normes internationales ISO 899:1981 et ISO 6602:1985, dont les deux parties constituent une révision technique.

L'ISO 899 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plastiques — Détermination du comportement au fluage*:

- *Partie 1: Fluage en traction*
- *Partie 2: Fluage en flexion par mise en charge en trois points*

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 899 sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1993

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Plastiques — Détermination du comportement au fluage —

## Partie 2:

## Fluage en flexion par mise en charge en trois points

### 1 Domaine d'application

**1.1** La présente partie de l'ISO 899 prescrit une méthode pour la détermination du fluage en flexion des plastiques sous forme d'éprouvettes normalisées dans des conditions spécifiées, telles qu'en matière de traitement préalable, température et humidité. Cette méthode s'applique uniquement aux poutres simples, supportées sans contrainte, et chargées au milieu de leur portée (méthode des trois pannes).

**1.2** La méthode peut être utilisée avec des plastiques rigides et semi-rigides (voir ISO 472 pour les définitions), non renforcés, chargés et renforcés par des fibres sous forme de barreaux rectangulaires moulés directement ou prélevés sur des feuilles ou des objets moulés.

NOTE 1 La méthode peut s'avérer inappropriée dans le cas de certaines matières renforcées par des fibres en raison des différences d'orientation de celles-ci.

**1.3** La méthode peut permettre d'obtenir des données utiles pour la conception en ingénierie, la recherche et le développement.

**1.4** Le fluage en flexion peut dépendre étroitement des différences existant en matière de dimensions et préparation des éprouvettes ainsi qu'en ce qui concerne l'environnement d'essai. L'histoire thermique de l'éprouvette peut également influencer profondément son comportement au fluage (voir annexe A). En conséquence, lorsque des résultats comparatifs précis sont requis, ces facteurs doivent être contrôlés avec soin.

**1.5** Si les caractéristiques de fluage en flexion doivent être utilisées à des fins de conception en ingénierie, la sensibilité des plastiques impose la réalisation d'essais dans une large gamme de contraintes, durées et environnements.

**1.6** La méthode peut s'avérer inappropriée pour déterminer le fluage en flexion des plastiques alvéolaires rigides. (Il importe d'examiner avec attention l'ISO 1209-1:1990, *Plastiques alvéolaires rigides — Essais de flexion — Partie 1: Essai de flexion*, et l'ISO 1209-2:1990, *Plastiques alvéolaires rigides — Essais de flexion — Partie 2: Détermination des propriétés de flexion*.)

### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 899. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 899 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 178:1993, *Plastiques — Détermination des propriétés en flexion*.

ISO 291:1977, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*.

ISO 472:1988, *Plastiques — Vocabulaire*.

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 899, les définitions données dans l'ISO 472 et les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 fluage:** Accroissement de la déformation en fonction du temps lors de l'application d'une contrainte constante.

**3.2 contrainte de flexion,  $\sigma$ :** Contrainte appliquée à la surface de la section de l'éprouvette située au milieu de la portée. Elle est calculée comme indiqué en 7.1.2.

**3.3 flèche,  $s_t$ :** Distance, en millimètres, parcourue durant la flexion par la surface inférieure ou supérieure de l'éprouvette au milieu de sa portée, à partir de sa position initiale avant application de la charge d'essai jusqu'à sa position au temps  $t$ .

**3.4 déformation au fluage en flexion,  $\varepsilon_t$ :** Déformation à la surface de l'éprouvette due à la contrainte à un instant donné au cours de l'essai de fluage, calculée conformément à 7.1.3. Elle est exprimée par un rapport sans dimension ou en pourcentage.

**3.5 module de fluage en flexion,  $E_f$ :** Rapport de la contrainte de flexion à la déformation au fluage en flexion, calculé comme indiqué en 7.1.1.

**3.6 courbe contrainte/déformation isochrone:** Diagramme cartésien de la contrainte de flexion en fonction de la déformation au fluage en flexion, à un instant spécifique après application de la charge d'essai.

**3.7 durée écoulée jusqu'à la rupture:** Durée qui s'écoule entre la mise en pleine charge de l'éprouvette et la rupture.

**3.8 limite de résistance au fluage:** Contrainte initiale entraînant la rupture ( $\sigma_{B,t}$ ) ou une contrainte spécifiée ( $\sigma_{\varepsilon,t}$ ) à un instant  $t$  prescrit, à une température et à une humidité relative données.

### 4 Appareillage

**4.1 Cadre d'essai,** comprenant un cadre rigide permettant de supporter sans contraintes les éprouvettes aux deux extrémités sur une portée réglable à  $(16 \pm 1)$  fois l'épaisseur (la hauteur) de l'éprouvette (voir figure 1) pour les éprouvettes normales ou à plus de 17 fois l'épaisseur (la hauteur) de l'éprouvette pour les éprouvettes de forte épaisseur et unidirectionnelles (voir 6.2). Le cadre d'essai doit être de niveau et une distance suffisante doit être prévue sous l'éprouvette pour la mise en charge de l'éprouvette au moyen de poids morts au milieu de la portée.

Le rayon  $R_1$  du poinçon et le rayon  $R_2$  des appuis doivent être conformes aux valeurs indiquées dans le tableau 1.

ITeX STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

Tableau 1

Valeurs en millimètres

Épaisseur de l'éprouvette	Rayon du poinçon $R_1$	Rayon des appuis $R_2$
$\leq 3$	$5 \pm 0,1$	$2 \pm 0,2$
$> 3$	$5 \pm 0,1$	$5 \pm 0,2$

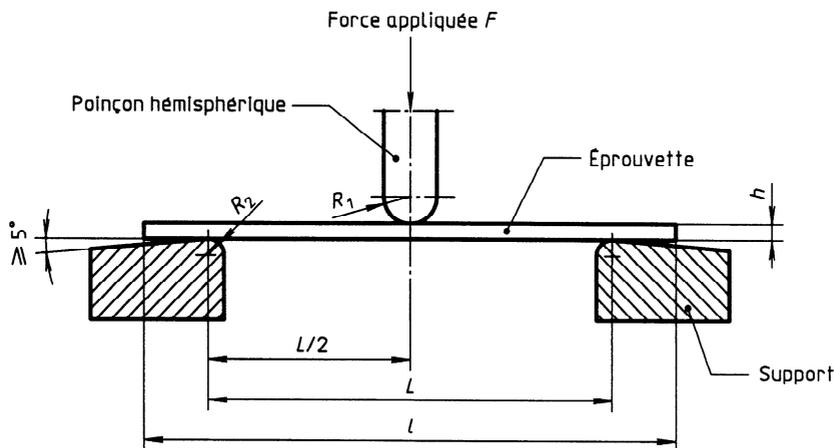


Figure 1 — Caractéristiques de l'appareillage utilisé pour l'essai de fluage en flexion

**4.2 Système de mise en charge**, capable de garantir que la charge est appliquée sans à-coups, sans surcharge provisoire initiale, et qu'elle est maintenue à la valeur souhaitée à  $\pm 1\%$ . Lors des essais de rupture au fluage, des dispositions doivent être prises pour éviter de transmettre des chocs aux systèmes de charge adjacents au moment où intervient la rupture. Le mécanisme de mise en charge doit permettre un chargement reproductible, rapide et sans à-coups.

**4.3 Dispositif de mesurage de la flèche**, comprenant un dispositif à contact ou sans contact permettant de mesurer la flèche de l'éprouvette sous charge, sans influencer sur le comportement de l'éprouvette par le biais d'effets mécaniques (par exemple déformation indésirables, entailles), physiques (par exemple échauffement de l'éprouvette) ou chimiques. La précision du dispositif de mesurage de la flèche doit être de  $\pm 1\%$  de la flèche totale.

**4.4 Dispositif de mesurage du temps**, précis à 0,1 %.

**4.5 Micromètre**, permettant d'obtenir un résultat de mesure à 0,01 mm près ou mieux, en vue du mesurage de l'épaisseur et de la largeur de l'éprouvette.

**4.6 Pied à coulisse à vernier**, caractérisé par une précision de 0,1 % ou mieux de la portée en vue du mesurage de la portée.

## 5 Éprouvettes

Pour l'essai de fluage, utiliser des éprouvettes ayant une forme et des dimensions telles que prescrites pour la détermination des propriétés en flexion (voir ISO 178).

## 6 Mode opératoire

### 6.1 Atmosphère de conditionnement et d'essai

Conditionner les éprouvettes conformément à la Norme internationale relative au matériau soumis à l'essai. En l'absence de spécifications, choisir les conditions les plus appropriées dans l'ISO 291, sauf si les parties intéressées en ont décidé autrement.

NOTE 2 Le comportement au fluage est non seulement influencé par l'histoire thermique de l'éprouvette soumise à l'essai, mais également par la température et (le cas échéant) par l'humidité choisie pour le conditionnement.

Conduire l'essai dans la même atmosphère que celle utilisée pour le conditionnement, sauf si les parties intéressées en ont décidé autrement, par exemple pour des essais à haute ou basse température. S'assurer que la variation de la température durant l'essai ne dépasse pas les limites de  $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ .

### 6.2 Mesurage des dimensions des éprouvettes et de la portée

Mesurer les dimensions des éprouvettes conditionnées.

Pour les éprouvettes normales, régler la longueur  $L$  de la portée à

$$(16 \pm 1)h$$

où  $h$  est l'épaisseur (la hauteur) de l'éprouvette.

Dans le cas d'éprouvettes renforcées par des fibres, de forte épaisseur et unidirectionnelles, une distance entre appuis peut être réglé à  $> 17h$  si nécessaire, afin d'éviter une délamination par cisaillement.

Mesurer la longueur de la portée à  $\pm 0,5\%$ .

### 6.3 Fixation des éprouvettes

Positionner symétriquement une éprouvette préalablement conditionnée et mesurée, de manière que son axe longitudinal soit perpendiculaire aux appuis, et régler le dispositif de mesurage de la flèche conformément aux prescriptions.

### 6.4 Choix de la valeur de la contrainte

Choisir une valeur de contrainte appropriée à la production de données afférentes aux exigences de l'usage final du matériau soumis à l'essai, et calculer, à l'aide de l'équation donnée en 7.1.2, la charge d'essai à appliquer à l'éprouvette.

Choisir la contrainte de sorte que la flèche ne soit pas supérieure à 0,1 fois la portée, à tout instant quelconque au cours de l'essai.

### 6.5 Mode opératoire de mise en charge

#### 6.5.1 Mise en précharge

Lorsqu'il est nécessaire de précharger l'éprouvette avant l'accroissement de la charge jusqu'à la charge d'essai, s'assurer que la précharge n'influe pas sur les résultats d'essai. Ne pas procéder à la mise en précharge avant que la température et l'humidité de l'éprouvette (position finale dans l'appareillage d'essai) ne correspondent aux conditions d'essai.

Régler le dispositif de mesurage de la flèche sur zéro après avoir appliqué la précharge; l'action de la précharge doit perdurer pendant toute la durée de l'essai.

#### 6.5.2 Mise en charge

Charger l'éprouvette progressivement de manière que la mise en pleine charge se situe entre 1 s et 5 s après le début de l'application de la charge. Utiliser une vitesse de mise en charge identique pour chacun

des essais appartenant à une série d'essais conduits sur un matériau donné.

Considérer la charge totale (précharge incluse) comme étant la charge d'essai.

## 6.6 Programme de mesurage de la flèche

Noter l'instant où se produit la mise en pleine charge de l'éprouvette comme étant l'instant  $t = 0$ . Choisir les instants auxquels sont effectués les mesurages individuellement en fonction de l'allure de la courbe à moins que la flèche ne soit enregistrée automatiquement et/ou en continu. Il est préférable de réaliser les mesurages aux instants suivants:

1 min, 3 min, 6 min, 12 min et 30 min;

1 h, 2 h, 5 h, 10 h, 20 h, 50 h, 100 h, 200 h, 500 h, 1 000 h, etc.

Si l'on est confronté ou si l'on pense être confronté à des discontinuités lors du tracé de la courbe déformation au fluage/temps, effectuer des relevés plus fréquents que cela n'est recommandé ci-dessus.

## 6.7 Mesurage du temps

Mesurer, à  $\pm 0,1\%$  ou  $\pm 2$  s (la plus grande des deux valeurs étant déterminante), la durée écoulée à chaque mesurage du fluage.

## 6.8 Contrôle de la température et de l'humidité

À moins que la température et l'humidité relative (le cas échéant) ne soient enregistrées automatiquement, effectuer le relevé des valeurs affichées par les différents instruments de mesure au début de l'essai et, par la suite, au moins trois fois par jour, ou jusqu'à ce que l'on ait la certitude que les conditions ne dépassent pas les limites fixées, en dépit de contrôles moins fréquents.

## 7 Expression des résultats

### 7.1 Mode de calculs

7.1.1 Calculer le module de fluage en flexion  $E_t$ , exprimé en mégapascals, à chacun des instants choisis, à l'aide de l'équation

$$E_t = \frac{L^3 \cdot F}{4b \cdot h^3 \cdot s_t}$$

où

$L$  est la portée, en millimètres;

$F$  est la force appliquée, en newtons;

$b$  est la largeur, en millimètres, de l'éprouvette;

$h$  est l'épaisseur (la hauteur), en millimètres, de l'éprouvette;

$s_t$  est la flèche, en millimètres, au milieu de la portée, au temps  $t$ .

7.1.2 Calculer la contrainte de flexion  $\sigma$ , exprimée en mégapascals, à l'aide de l'équation

$$\sigma = \frac{3F \cdot L}{2b \cdot h^2}$$

où

$F$  est la force appliquée, en newtons;

$L$  est la portée, en millimètres;

$b$  est la largeur, en millimètres, de l'éprouvette;

$h$  est l'épaisseur (la hauteur), en millimètres, de l'éprouvette.

7.1.3 Calculer la déformation au fluage en flexion  $\varepsilon_t$ , à l'aide de l'équation

$$\varepsilon_t = \frac{6s_t \cdot h}{L^2}$$

en tant que rapport sans dimension

ISO 899-2:1993

ou

$$\varepsilon_t = \frac{600s_t \cdot h}{L^2}$$

en pourcentage

où

$s_t$  est la flèche, en millimètres, au milieu de la portée, au temps  $t$ ;

$h$  est l'épaisseur (la hauteur), en millimètres, de l'éprouvette;

$L$  est la portée, en millimètres.

## 7.2 Présentation des résultats

### 7.2.1 Courbes de fluage

Si l'essai est effectué à différentes températures, il convient normalement de présenter les données principales, pour chaque température, sous la forme d'une série de courbes de fluage représentant la déformation, une courbe étant tracée pour chaque contrainte initiale utilisée (voir figure 2).

Les données peuvent être présentées sous une autre forme, comme, par exemple, selon la description donnée en 7.2.2 et 7.2.3, afin de fournir une information relative aux exigences particulières de l'usage final.

### 7.2.2 Courbes module de fluage en flexion/temps

Pour chaque contrainte initiale utilisée, le module de fluage en flexion, calculé comme indiqué en 7.1.1, peut être présenté sous la forme d'une courbe en fonction du logarithme décimal du temps sous charge (voir figure 3).

Si l'essai est effectué à différentes températures, tracer une série de courbes pour chaque température.

### 7.2.3 Courbes contrainte/déformation isochrones

Une courbe contrainte/déformation isochrone est un diagramme cartésien de la déformation en fonction de la charge appliquée, à un instant spécifique après application de la charge. Plusieurs courbes sont normalement tracées, correspondant à des temps sous

charge de 1 h, 10 h, 100 h, 1 000 h, et 10 000 h. Puisque chaque essai de fluage ne permet d'obtenir qu'un seul point du diagramme isochrone, il est nécessaire d'utiliser au moins trois niveaux de contrainte, et de préférence davantage, afin d'obtenir un diagramme isochrone.

Afin d'obtenir une courbe contrainte/déformation isochrone pour un temps sous charge spécifique (par exemple 10 h) à partir d'une série de courbes de fluage comme représenté à la figure 1, relever sur chaque courbe de fluage la déformation après 10 h, et porter sur un graphique ces valeurs de déformation (axe des  $x$ ) en fonction des valeurs de contrainte correspondantes (axe des  $y$ ). Répéter ce processus pour d'autres temps afin d'obtenir une série de courbes isochrones (voir figure 4).

Si l'essai est effectué à différentes températures, tracer une série de courbes pour chaque température.

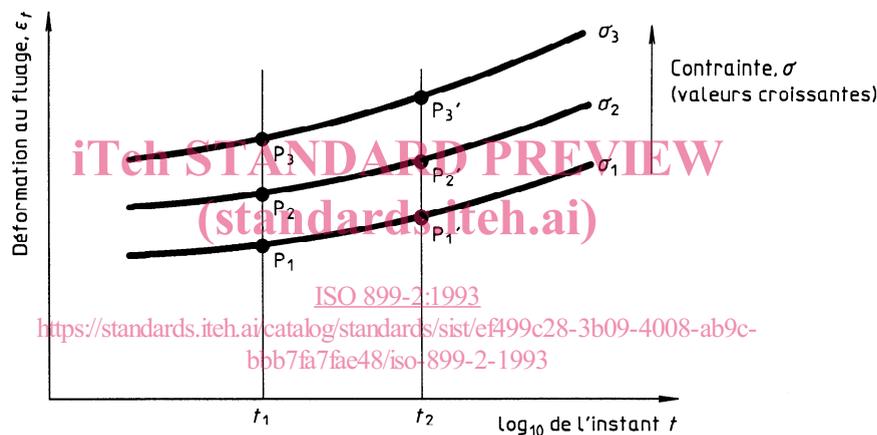


Figure 2 — Courbes de fluage

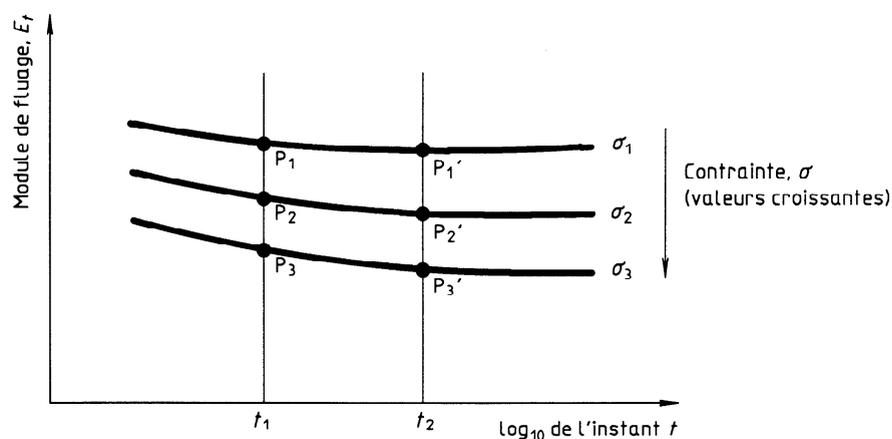


Figure 3 — Courbes module de fluage en flexion/temps

**7.2.4 Représentation en trois dimensions**

Les différents types de courbe (voir figures 2 à 4) susceptibles d'être obtenus à partir des données initiales obtenues lors de l'essai de fluage sont liés par une relation de la forme  $\epsilon = f(t, \sigma)$ . Cette relation peut être représentée comme une surface dans un espace à trois dimensions (voir annexe A, référence [1]).

Toutes les courbes susceptibles d'être obtenues à partir des données initiales obtenues lors de l'essai de fluage forment une intersection avec cette surface. Du fait que des erreurs surviennent inévitablement pendant l'essai, les données initiales ne se situent normalement pas sur ces courbes mais à côté, c'est pourquoi il est nécessaire d'obtenir un certain nombre de courbes formant une intersection avec la surface  $\epsilon = f(t, \sigma)$  pour laquelle plusieurs opérations de lissage sophistiquées sont généralement nécessaires. Pour réaliser ce mode opératoire d'une façon économique et reproductible, des méthodes assistées par ordinateur peuvent être utilisées.

**7.2.5 Courbes de rupture au fluage**

Les courbes de rupture au fluage permettent la prévision de la durée écoulée jusqu'à la rupture à n'importe quelle contrainte donnée. Elles peuvent être tracées comme la contrainte en fonction du logarithme décimal du temps (voir figure 5) ou comme le logarithme décimal de la contrainte en fonction du logarithme décimal du temps.

**7.3 Fidélité**

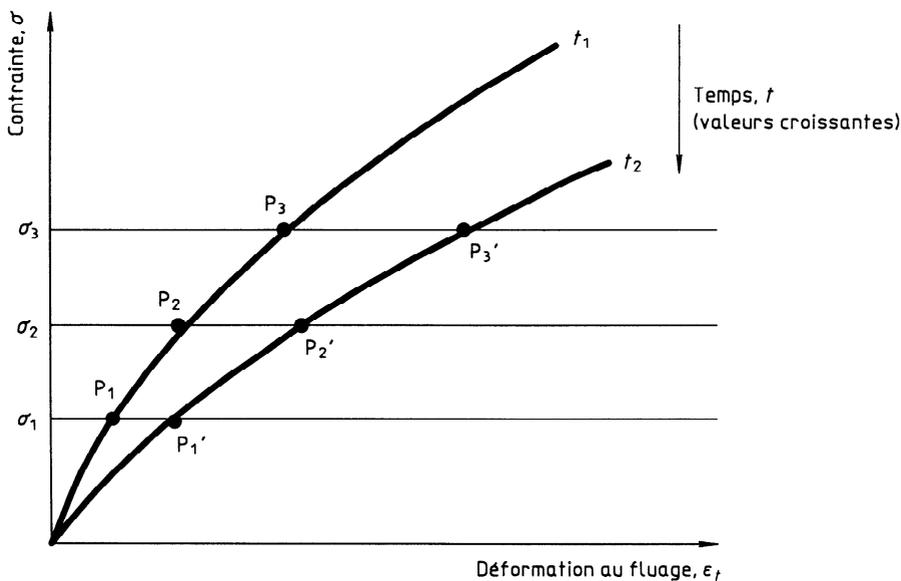
La fidélité de cette méthode d'essai n'est pas connue car des données interlaboratoires ne sont pas dispo-

nibles. Dès que des données interlaboratoires auront été obtenues, une déclaration de fidélité sera ajoutée lors d'une prochaine révision.

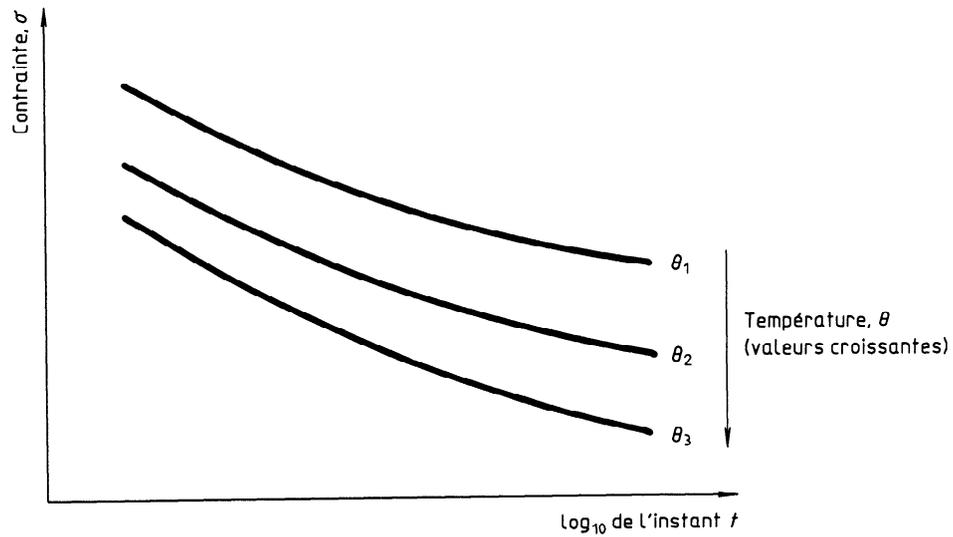
**8 Rapport d'essai**

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) référence à la présente partie de l'ISO 899;
- b) tous renseignements nécessaires à l'identification du matériau essayé, y compris composition, préparation, nom du fabricant, appellation commerciale, numéro de référence, date de fabrication, type de moulage et recuit;
- c) dimensions de chaque éprouvette et rapport de la portée à l'épaisseur  $L/h$  s'il n'est pas égal à 16 (voir 6.2);
- d) méthode de préparation des éprouvettes;
- e) direction des principaux axes des éprouvettes par rapport aux dimensions du produit ou à toute orientation du matériau, connue ou obtenue par déduction;
- f) atmosphère utilisée pour le conditionnement et l'essai;
- g) données relatives à l'essai de fluage pour chaque température à laquelle l'essai a été effectué, présentées sous forme d'un ou plusieurs graphiques conformément à 7.2, ou sous forme tabulaire.



**Figure 4 — Courbes contrainte/déformation isochrones**



NOTE — Une échelle logarithmique peut aussi être utilisée pour  $\sigma$ .

**Figure 5 — Courbes de rupture au fluage**

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

ISO 899-2:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef499c28-3b09-4008-ab9c-bbb7fa7fac48/iso-899-2-1993>