



**Norme  
internationale**

**ISO 899-2**

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

Partie 2:

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

*Plastics — Determination of creep behaviour —*

*Part 2: Flexural creep by three-point loading*

**Troisième édition  
2024-10**

[ISO 899-2:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/64a29195-149c-4848-aeb4-64ec7643160b/iso-899-2-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/64a29195-149c-4848-aeb4-64ec7643160b/iso-899-2-2024>

iTeh Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview

[ISO 899-2:2024](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/64a29195-149c-4848-aeb4-64ec7643160b/iso-899-2-2024)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/64a29195-149c-4848-aeb4-64ec7643160b/iso-899-2-2024>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2024

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 .....  | iv        |
| <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>Appareillage</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>5</b> <b>Éprouvettes</b> .....   | <b>4</b>  |
| 5.1    Forme et dimensions .....  | 4         |
| 5.2    Type d'éprouvette recommandé .....   | 4         |
| 5.3    Autres types d'éprouvette .....  | 5         |
| <b>6</b> <b>Mode opératoire</b> .....   | <b>5</b>  |
| 6.1    Généralités .....  | 5         |
| 6.2    Conditionnement et atmosphère d'essai .....  | 5         |
| 6.3    Mesurage des dimensions des éprouvettes et de la distance entre appuis .....               | 6         |
| 6.4    Fixation des éprouvettes .....   | 6         |
| 6.5    Choix de la valeur de la contrainte .....  | 6         |
| 6.6    Mode opératoire de mise en charge .....  | 6         |
| 6.6.1    Mise en précontrainte .....  | 6         |
| 6.6.2    Mise en charge .....   | 6         |
| 6.7    Programme de mesure de la flèche .....   | 6         |
| 6.8    Mesurage du temps .....  | 7         |
| 6.9    Contrôle de la température et de l'humidité .....  | 7         |
| 6.10   Mesurage du taux de récupération (facultatif) .....  | 7         |
| <b>7</b> <b>Expression des résultats</b> .....  | <b>7</b>  |
| 7.1    Méthode de calcul .....  | 7         |
| 7.1.1    Module de fluage en flexion .....  | 7         |
| 7.1.2    Complaisance de fluage en flexion .....  | 7         |
| 7.1.3    Contrainte de flexion .....  | 8         |
| 7.1.4    Déformation au fluage en flexion .....   | 8         |
| 7.1.5    Durée écoulée jusqu'à la rupture .....   | 8         |
| 7.1.6    Limite de résistance au fluage .....   | 8         |
| 7.2    Présentation des résultats .....   | 9         |
| 7.2.1    Courbes de fluage .....  | 9         |
| 7.2.2    Courbes de module de fluage en flexion/temps .....                                       | 9         |
| 7.2.3    Courbes de contrainte-déformation isochrones .....                                       | 10        |
| 7.2.4    Représentation en trois dimensions .....   | 11        |
| 7.2.5    Courbes de rupture au fluage .....   | 11        |
| 7.3    Fidélité .....   | 12        |
| <b>8</b> <b>Rapport d'essai</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>Annexe A (informative) Effets du vieillissement physique sur le fluage des polymères</b> ..... | <b>13</b> |
| <b>Bibliographie</b> .....  | <b>17</b> |

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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, 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/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Comportement mécanique*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 249, *Plastiques*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 899-2:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle intègre également l'Amendement ISO 899-2:2003/Amd. 1:2015.

Les principales modifications sont les suivantes:

- les exigences de précision pour le dispositif de mesure de la flèche ont été mises à jour;
- les références normatives ont été mises à jour;
- la définition de «fluage» a été adaptée pour plus de clarté;
- les définitions de la forme et des dimensions des éprouvettes ont été adaptées de l'ISO 178:2019;
- les incohérences et les erreurs identifiées ont été corrigées.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 899 se trouve sur le site web de l'ISO.

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).

# Plastiques — Détermination du comportement au fluage —

## Partie 2:

# Fluage en flexion par mise en charge en trois points

## 1 Domaine d'application

**1.1** Le présent document spécifie une méthode de détermination du fluage en flexion des plastiques sous forme d'éprouvettes normalisées dans des conditions spécifiées, telles qu'en matière de traitement préalable, de température et d'humidité. Cette méthode s'applique uniquement aux poutres simples, supportées sans contrainte et chargées au milieu de leur portée (méthode de mise en charge en trois points).

**1.2** Cette méthode est destinée aux éprouvettes en matériaux plastiques rigides et semi-rigides, non renforcés, chargés et renforcés par des fibres (voir l'ISO 472 pour les définitions) moulées directement ou usinées dans des feuilles ou des objets moulés.

NOTE Cette 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** Cette méthode est proposée pour fournir des données utiles pour la conception en ingénierie, la recherche et le développement.

**1.4** La présente méthode peut s'avérer inapplicable pour déterminer le fluage en flexion des plastiques alvéolaires rigides (à cet égard, l'attention est attirée sur l'ISO 1209-1 et l'ISO 1209-2).

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 178, *Plastiques — Détermination des propriétés en flexion*

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

ISO 472, *Plastiques — Vocabulaire*

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

ISO 16012, *Plastiques — Détermination des dimensions linéaires des éprouvettes*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 472 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 3.1 fluage

augmentation de la déformation dans le temps sous force constante, mesurée à partir du premier instant où la mise en charge de l'éprouvette commence

### 3.2 charge

force appliquée à l'éprouvette au milieu de la portée

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en newtons.

### 3.3 contrainte de flexion

$\sigma$   
contrainte appliquée à la surface de la section de l'éprouvette située au milieu de la portée

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mégapascals.

Note 2 à l'article: Elle est calculée suivant la relation donnée en [7.1.3](#).

### 3.4 flèche

$s_t$   
distance parcourue durant la flexion, à partir de la position initiale sans charge, par la surface inférieure ou supérieure de l'éprouvette au milieu de la portée

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en millimètres.

### 3.5 déformation au fluage en flexion

$\varepsilon_t$   
déformation à la surface de l'éprouvette due à la contrainte appliquée à un instant donné  $t$  pendant l'essai de fluage

Note 1 à l'article: Elle est calculée conformément à [7.1.4](#).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/64a29195-149c-4848-acb4-64ec7643160b/iso-899-2-2024>

Note 2 à l'article: Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage.

### 3.6 module de fluage en flexion

$E_t$   
rapport de la contrainte de flexion appliquée à la déformation au fluage en flexion

Note 1 à l'article: Il est calculé conformément à [7.1.1](#).

Note 2 à l'article: Il est exprimé en mégapascals.

### 3.7 complaisance de fluage en flexion

$D_t$   
rapport de la déformation au fluage en flexion sur la contrainte de flexion

Note 1 à l'article: Elle est calculée conformément à [7.1.2](#).

Note 2 à l'article: Elle est exprimée en gigapascals<sup>-1</sup>.

### 3.8 courbe de contrainte-déformation isochrone

diagramme cartésien de la contrainte par rapport à la déformation au fluage, à un temps spécifique après application de la charge sur l'éprouvette

3.9

**durée écoulée jusqu'à la rupture**

durée qui s'écoule sous pleine charge jusqu'à la rupture de l'éprouvette

3.10

**limite de résistance au fluage**

contrainte initiale entraînant la rupture ( $\sigma_{B,t}$ ) ou une contrainte spécifiée ( $\sigma_{\epsilon,t}$ ) à un instant  $t$  spécifié, à une température et à une humidité relative données

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mégapascals.

3.11

**distance initiale entre les appuis de l'éprouvette**

**portée**

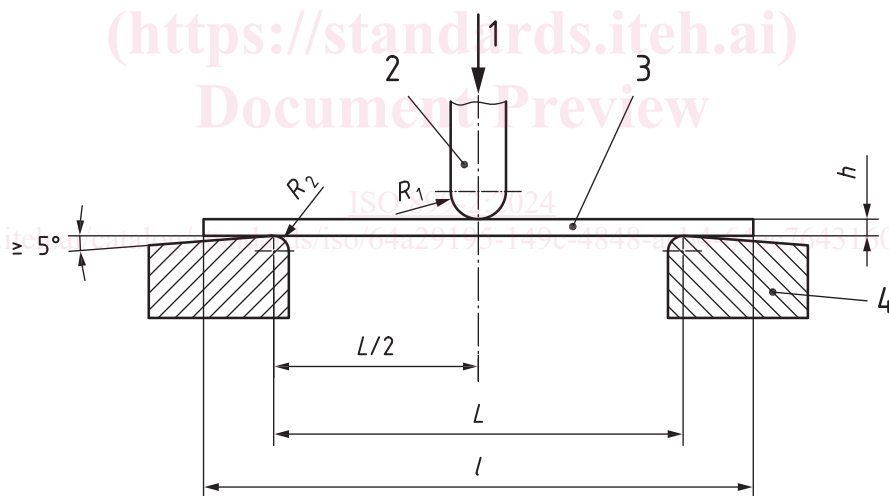
$L$

distance initiale entre les lignes de contact entre l'éprouvette et les appuis (voir la [Figure 1](#))

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en millimètres.

**4 Appareillage**

**4.1 Cadre d'essai**, comprenant un cadre rigide à deux appuis à chaque extrémité de l'éprouvette, la distance entre les appuis étant réglable à  $(16 \pm 1)$  fois l'épaisseur (la hauteur) de l'éprouvette (voir la [Figure 1](#)) pour les éprouvettes normales, ou supérieure à 17 fois l'épaisseur (hauteur) de l'éprouvette ou à une distance fixe (100 mm) pour des éprouvettes rigides renforcées par des fibres unidirectionnelles (voir [6.3](#)). Le cadre d'essai doit être de niveau et une distance suffisante doit être prévue sous les éprouvettes pour la mise en charge au moyen de poids constants au milieu de la portée.



**Légende**

- |   |                      |       |                                |
|---|----------------------|-------|--------------------------------|
| 1 | force appliquée, $F$ | $L$   | distance initiale entre appuis |
| 2 | poinçon              | $l$   | longueur de l'éprouvette       |
| 3 | éprouvette           | $h$   | épaisseur de l'éprouvette      |
| 4 | appui                | $R_1$ | rayon du poinçon               |
|   |                      | $R_2$ | rayon des appuis               |

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

Le rayon  $R_1$  du poinçon et le rayon  $R_2$  des appuis doivent être conformes aux valeurs indiquées dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Rayons du poinçon et des appuis

Valeurs en millimètres

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

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

**4.3 Dispositif de mesure de la flèche**, comprenant un dispositif avec ou sans contact permettant de mesurer la flèche de l'éprouvette sous charge, sans influencer sur le comportement de l'éprouvette, par des effets mécaniques (déformations indésirables, entailles, par exemple), physiques (échauffement de l'éprouvette, par exemple) ou chimiques.

Le dispositif de mesure de la flèche doit être conforme à la classe 1 de l'ISO 9513. Lors de son étalonnage, la position initiale du dispositif de mesure de la flèche doit être conforme à sa position sur l'éprouvette sans charge avant l'essai.

Les données utiles pour la conception en ingénierie nécessitent l'emploi d'un déflectomètre pour mesurer la flèche de l'éprouvette. Les données destinées à la recherche ou au contrôle de la qualité peuvent utiliser le déplacement entre le poinçon et les appuis.

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

**4.5 Micromètre**, avec une lecture à au moins 0,01 mm près, permettant de mesurer l'épaisseur initiale et la largeur de l'éprouvette.

**4.6 Pied à coulisse à vernier**, avec une précision d'au moins 0,1 % de la portée entre les appuis, permettant de déterminer cette dernière.

## 5 Éprouvettes

### 5.1 Forme et dimensions

Les dimensions des éprouvettes doivent être conformes à la norme du matériau concerné et, le cas échéant, au 5.2 ou au 5.3. Dans le cas contraire, le type de l'éprouvette doit être convenu entre les parties intéressées.

### 5.2 Type d'éprouvette recommandé

Les dimensions, en millimètres, de l'éprouvette recommandée sont:

|                  |                |
|------------------|----------------|
| longueur, $l$ :  | $80 \pm 2$     |
| largeur, $b$ :   | $10,0 \pm 0,2$ |
| épaisseur, $h$ : | $4,0 \pm 0,2$  |

Dans chaque éprouvette, l'épaisseur dans le tiers central de la longueur ne doit pas s'écarter de plus de 2 % de sa valeur moyenne. La largeur ne doit pas s'écarter de plus de 3 % de sa valeur moyenne dans cette partie de l'éprouvette. La section transversale de l'éprouvette doit être de préférence rectangulaire, sans bords arrondis.



L'éprouvette recommandée peut être usinée à partir de la partie centrale d'une éprouvette à usages multiples conforme à l'ISO 20753.

### 5.3 Autres types d'éprouvette

S'il n'est pas possible ou souhaitable d'utiliser le type d'éprouvette recommandé, utiliser une éprouvette ayant les dimensions indiquées dans le [Tableau 2](#).

NOTE Certaines spécifications exigent que les éprouvettes provenant de plaques dont l'épaisseur est supérieure à une limite spécifiée soient réduites à une épaisseur standard en usinant une seule face. Dans ce cas, la pratique conventionnelle consiste à placer l'éprouvette de telle sorte que la surface d'origine de l'éprouvette soit en contact avec les deux appuis et que la force soit appliquée par le poinçon central sur la surface usinée de l'éprouvette.

**Tableau 2 — Valeurs de la largeur d'éprouvette,  $b$ , par rapport à l'épaisseur,  $h$**

Dimensions en millimètres

| Épaisseur nominale<br>$h$ | Largeur<br>$b^a (\pm 0,5)$ |
|---------------------------|----------------------------|
| $1 \leq h \leq 3$         | 25,0                       |
| $3 < h \leq 5$            | 10,0                       |
| $5 < h \leq 10$           | 15,0                       |
| $10 < h \leq 20$          | 20,0                       |
| $20 < h \leq 35$          | 35,0                       |
| $35 < h \leq 50$          | 50,0                       |

<sup>a</sup> Pour les matériaux contenant des charges très grossières, la largeur minimale de l'éprouvette doit être de 30 mm.

## 6 Mode opératoire

### 6.1 Généralités

Le fluage en flexion peut varier de manière significative en fonction des différences au niveau de la préparation et des dimensions des éprouvettes et de l'environnement d'essai. Les antécédents thermiques de l'éprouvette peuvent également influencer profondément son comportement au fluage (voir l'[Annexe A](#)). Par conséquent, lorsque des résultats comparatifs précis sont requis, ces facteurs doivent être contrôlés avec soin.

Si les propriétés de fluage en flexion sont destinées à des fins de conception en ingénierie, il convient de soumettre à l'essai les matériaux plastiques dans une large gamme de contraintes, de durées et de conditions environnementales.

### 6.2 Conditionnement et atmosphère d'essai

Les éprouvettes doivent être conditionnées conformément à la Norme internationale relative au matériau soumis à l'essai. En l'absence d'informations sur le conditionnement, choisir les conditions les plus appropriées spécifiées dans l'ISO 291, sauf accord contraire des parties intéressées.

Le comportement au fluage est non seulement influencé par les antécédents thermiques de l'éprouvette soumise à l'essai, mais également par la température et (le cas échéant) par l'humidité choisie pour le conditionnement. Il est recommandé d'utiliser un temps de conditionnement  $\geq t_{90}$ .

Réaliser l'essai dans la même atmosphère que celle utilisée pour le conditionnement, à moins que d'autres conditions n'aient fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées, par exemple des essais à des températures élevées ou basses. S'assurer que la variation de la température durant l'essai ne dépasse pas les limites de  $\pm 2$  °C.

### 6.3 Mesurage des dimensions des éprouvettes et de la distance entre appuis

Mesurer les dimensions des éprouvettes conditionnées conformément à l'ISO 16012 et l'ISO 178.

Lors de l'utilisation du type d'éprouvette recommandé, régler la distance initiale entre les appuis de l'éprouvette,  $L$ , de façon que:

$$(16 \pm 1) h$$

où  $h$  est l'épaisseur de l'éprouvette.

Dans le cas d'éprouvettes rigides renforcées par des fibres unidirectionnelles, la distance entre appuis peut être réglée à une valeur  $> 17h$  ou à une distance fixe de 100 mm si cela est nécessaire pour éviter un délaminage par cisaillement ou dans la zone de compression.

Mesurer la distance entre appuis à  $\pm 0,5$  % près.

### 6.4 Fixation des éprouvettes

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

### 6.5 Choix de la valeur de la contrainte

Choisir une valeur de contrainte appropriée à l'application envisagée pour le matériau soumis à l'essai, et calculer, en utilisant la formule donnée en 7.1.3, la charge à appliquer à l'éprouvette.

Il convient de choisir la contrainte de telle sorte que la flèche ne soit jamais supérieure à 0,1 fois la distance entre les appuis à tout instant au cours de l'essai.

### 6.6 Mode opératoire de mise en charge

#### 6.6.1 Mise en précontrainte

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

Régler le système de mesure de la charge à zéro avant tout contact avec l'éprouvette. Lorsque des poids de précontrainte sont utilisés, la force appliquée par les poids s'ajoute à la force appliquée.

Directement après l'application de la précontrainte, régler le dispositif de mesure de la flèche sur zéro.

#### 6.6.2 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 (précontrainte incluse) comme étant la charge d'essai.

### 6.7 Programme de mesure de la flèche

Enregistrer le temps où se produit la mise en pleine charge de l'éprouvette comme étant le temps  $t = 0$ . Choisir les temps auxquels sont effectuées les mesures individuelles en fonction de la courbe de fluage obtenue pour le matériau spécifique soumis à l'essai, à moins que la flèche ne soit enregistrée automatiquement et/ou en continu. Il est préférable d'utiliser le programme de mesure suivant: