

NORME
INTERNATIONALE

ISO
9967

Première édition
1994-03-01

**Tubes en matières thermoplastiques —
Détermination du taux de fluage**

iTeh STANDARD PREVIEW
Thermoplastics pipes — Determination of creep ratio
(standards.iteh.ai)

[ISO 9967:1994](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b4495c1-5b03-44c1-bd69-d9a66ddd990e/iso-9967-1994)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b4495c1-5b03-44c1-bd69-d9a66ddd990e/iso-9967-1994>



Numéro de référence
ISO 9967:1994(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 9967 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 138, *Tubes, raccords et robinetterie en matières plastiques pour le transport des fluides*, sous-comité SC 1, *Tubes et raccords en matières plastiques pour évacuation et assainissement (y compris le drainage des sols)*.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1994

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'éditeur.

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

Imprimé en Suisse

Introduction

L'expérience montre que, lorsqu'un tube est installé dans le sol conformément à un code de pose approprié, l'augmentation de la déformation s'arrête après une courte période. Cette période qui dépend du sol et des conditions de pose peut varier mais n'excède pas deux ans.

C'est pourquoi le taux de fluage à deux ans, tel que déterminé dans la présente Norme internationale, est destiné à être utilisé dans les calculs statiques à long terme.

La théorie du fluage des matériaux thermoplastiques est brièvement expliquée dans l'annexe A.

Pour des essais expérimentaux, l'essai peut être effectué sur des échantillons ayant d'autres âges, à d'autres températures et/ou à d'autres périodes d'essai.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9967:1994](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b4495c1-5b03-44c1-bd69-d9a66ddd990e/iso-9967-1994)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b4495c1-5b03-44c1-bd69-d9a66ddd990e/iso-9967-1994>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9967:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6b4495c1-5b03-44c1-bd69-d9a66ddd990e/iso-9967-1994>

Tubes en matières thermoplastiques — Détermination du taux de fluage

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode de détermination du taux de fluage de tubes thermoplastiques ayant une section circulaire.

2 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans la présente Norme internationale:

		Unités
d_n	diamètre nominal du tube	mm
d_i	diamètre intérieur de l'échantillon de tube	m
F	force de chargement	kN
F_0	force de préchargement	N
L	longueur de l'éprouvette	m
y_0	déformation initiale	m
Y_t	déformation au temps t	m
Y_2	déformation extrapolée à deux ans	m
δ	déformation verticale pour la force de chargement	m
γ	taux de fluage	

3 Principe

Une section de longueur de tube est placée entre deux plateaux parallèles horizontaux et plats, et une force de compression est appliquée pendant 1 000 h (42 jours).

La déformation du tube est enregistrée à intervalles définis de manière à obtenir un tracé de la déformation du tube en fonction du temps. La linéarité des résultats est analysée et le taux de fluage calculé.

4 Appareillage

4.1 Machine de compression, capable d'appliquer sur le tube par l'intermédiaire de deux plateaux (4.2) la précharge F_0 (voir 7.4) et la charge nécessaire F (voir 7.5), et de maintenir cette dernière avec une précision d'au moins 1 %.

4.2 Deux plateaux en acier, entre lesquels la force de compression peut être appliquée à l'éprouvette. Les deux plateaux doivent être plats, lisses et propres et ne doivent pas se déformer pendant l'essai, ce qui pourrait affecter les résultats.

La longueur de chaque plateau doit être au moins égale à la longueur de l'éprouvette. La largeur de chaque plateau ne doit pas être inférieure à la largeur maximale de la surface en contact avec l'éprouvette chargée augmentée de 25 mm.

4.3 Appareils de mesure capables de déterminer

- la longueur de l'éprouvette à 1 mm près (voir 5.2);
- le diamètre intérieur de l'éprouvette à 0,5 % près;
- le changement de diamètre intérieur de l'éprouvette dans le sens d'application de la charge avec une précision de 0,1 mm ou 1 % de la déformation, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

Un exemple d'appareil pour mesurer le diamètre intérieur d'un tube ondulé est donné à la figure 1.

4.4 Chronomètre.

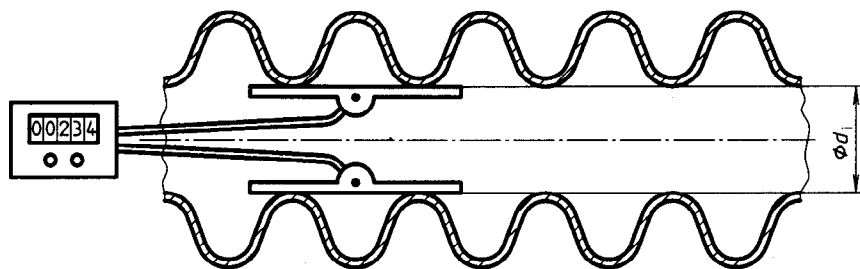


Figure 1 — Exemple d'appareil pour mesurer le diamètre intérieur d'un tube ondulé

5 Éprouvettes

5.1 Marquage et nombre d'éprouvettes

Le tube pour lequel on recherche le taux de fluage doit être marqué sur sa surface extérieure par une ligne sur une génératrice, sur toute sa longueur. Trois éprouvettes, respectivement, **a**, **b** et **c** sont obtenues à partir de ce tube marqué, de telle manière que les extrémités des trois éprouvettes soient perpendiculaires à l'axe du tube et leur longueur conforme à 5.2.

5.2 Longueur des éprouvettes

5.2.1 La longueur de chaque éprouvette est déterminée en calculant la moyenne arithmétique de trois à six longueurs mesurées également réparties sur la circonférence du tube conformément au tableau 1. La longueur de chaque éprouvette doit être en accord avec 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 ou 5.2.5, selon le cas.

Chacune des trois à six longueurs mesurées doit être obtenue à 1 mm près.

Pour chacune des éprouvettes, la plus petite des trois ou six longueurs mesurées ne doit pas être inférieure à 0,9 fois la longueur mesurée la plus grande.

Tableau 1 — Nombre de longueurs mesurées

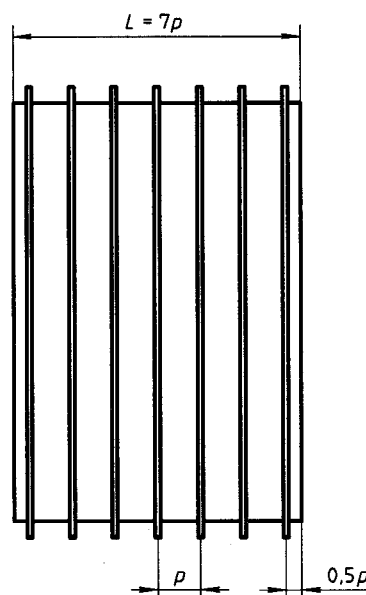
Diamètre nominal du tube d_n mm	Nombre de longueurs mesurées
$d_n \leq 200$	3
$200 < d_n < 500$	4
$d_n \geq 500$	6

5.2.2 Pour les tubes ayant un diamètre nominal inférieur ou égal à 1 500 mm, la longueur moyenne de chaque éprouvettes doit être de $300 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$.

5.2.3 Pour les tubes ayant un diamètre nominal supérieur à 1 500 mm, la longueur moyenne, en millimètres, de chaque éprouvette doit être au moins égale à $0,2d_n$.

5.2.4 Les tubes ayant une structure transversale nervurée ou ondulée ou ayant d'autres profils réguliers, doivent être coupés de telle façon que chaque éprouvette contienne le nombre entier minimal de nervures, ondulations ou autres profils, nécessaire pour satisfaire à l'exigence de longueur donnée en 5.2.2 ou 5.2.3, selon le cas (voir figure 2).

Les coupes doivent être centrées entre les nervures, les ondulations ou les autres profils.

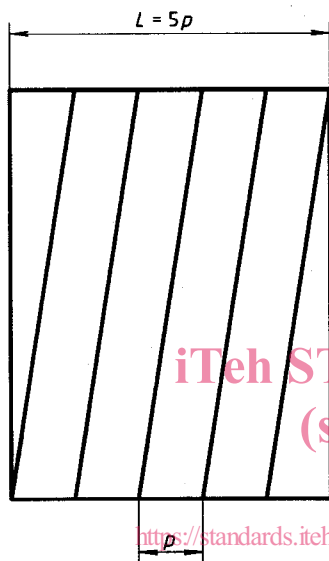


Par exemple: $p = 45 \text{ mm}$

Figure 2 — Schéma d'une coupe d'éprouvette pour un tube ayant des nervures perpendiculaires

5.2.5 Pour les tubes à structure spiralée (voir figure 3), la longueur de chaque éprouvette doit être telle qu'elle contienne le nombre entier minimal d'enroulements spiralés nécessaire pour satisfaire à l'exigence de longueur donnée en 5.2.2 ou 5.2.3, selon le cas.

Pour les tubes ayant des nervures, des ondulations ou des profils spiralé(s) comme renforts, la longueur de chaque éprouvette doit être telle qu'elle contienne un nombre entier de renforts, au minimum trois, et soit conforme à 5.2.2 ou 5.2.3, selon le cas.



Par exemple: $p = 65$ mm

Figure 3 — Schéma d'une éprouvette découpée dans un tube à structure profilée spiralée

5.3 Diamètre intérieur des éprouvettes

Déterminer les diamètres intérieurs d_{ia} , d_{ib} et d_{ic} des éprouvettes respectives **a**, **b** et **c** (voir 5.1) en faisant la moyenne arithmétique de quatre mesures obtenues à partir de mesurages effectués à 45° d'intervalle sur une section située à mi-longueur, chaque mesure étant obtenue à 0,5 % près.

Noter la valeur moyenne calculée des diamètres intérieurs d_{ia} , d_{ib} et d_{ic} pour les éprouvettes **a**, **b** et **c**, respectivement.

Calculer la valeur moyenne d_i de ces trois valeurs en utilisant l'équation suivante:

$$d_i = \frac{d_{ia} + d_{ib} + d_{ic}}{3}$$

5.4 Âge des éprouvettes

Pour démarrer l'essai, l'âge des éprouvettes doit être de 21 jours \pm 2 jours.

NOTE 1 Pour la détermination du taux de fluage de tubes dont l'âge se situe en dehors de ces limites, voir annexe B.

6 Conditionnement

Conditionner les éprouvettes dans l'air à la température d'essai (voir 7.1) pendant au moins 24 h avant d'être essayées.

7 Mode opératoire

7.1 Sauf autre spécification exigée par la norme de référence, effectuer les opérations suivantes à $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, ou à $27^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ dans les pays où la température normalisée de laboratoire est de 27°C .

En cas de conflit, la température de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ doit être utilisée.

7.2 Si l'on peut déterminer la position pour laquelle l'éprouvette présente la rigidité annulaire la plus faible, placer la première éprouvette (**a**) dans cette position dans la machine de compression.

Sinon, placer la première éprouvette de telle façon que la ligne de marquage soit en contact avec le plateau supérieur.

Faire tourner les deux autres éprouvettes (**b** et **c**) de 120° et 240° , respectivement, par rapport à la première éprouvette, au moment de les placer dans la machine de compression.

7.3 Pour chaque éprouvette, fixer la jauge de déformation et contrôler la position angulaire de l'éprouvette par rapport au plateau supérieur.

7.4 Abaisser le plateau supérieur jusqu'à ce qu'il touche la partie supérieure de l'éprouvette.

Appliquer, selon le cas, une des précharges F_0 suivantes, en tenant compte de la masse du plateau supérieur:

- pour les tubes ayant un diamètre intérieur d_i inférieur ou égal à 0,1 m, une force F_0 de 7,5 N;
- pour les tubes ayant un diamètre intérieur d_i supérieur à 0,1 m, une force F_0 , en newtons, calculée en appliquant l'équation suivante et en

arrondissant le résultat au nombre entier immédiatement supérieur:

$$F_0 = 75d_i$$

où d_i est la valeur numérique de d_i mesuré en mètres.

7.5 Dans un laps de temps inférieur à 5 min après avoir appliqué la précharge, régler à zéro la jauge de déformation et commencer à appliquer progressivement, en 20 s à 30 s, la force F . Cette force F doit être choisie telle que, après 360 s (6 min), l'éprouvette présente une déformation de $1,5 \% \pm 0,2 \%$, c'est-à-dire

$$\frac{\delta}{d_i} = 0,015 \pm 0,002$$

Quand la totalité de la force F est appliquée, déclencher le chronomètre.

7.6 Déterminer la déformation initiale y_0 6 min après application de la charge complète. Ensuite, déterminer la déformation 1 h, 4 h, 24 h, 168 h, 336 h, 504 h, 600 h, 696 h, 840 h, 1 008 h après application de la charge complète.

Si la valeur de y_0 est en dehors des limites prescrites en 7.5, interrompre l'essai, reconditionner l'éprouvette pendant au moins 1 h et redémarrer l'essai à partir de 7.3.

NOTE 2 Une série de 11 valeurs de déformation est obtenue pour chaque éprouvette.

S'il n'est pas possible de lire la jauge de déformation aux temps appropriés entre 500 h et 1 008 h, il est autorisé de s'écarter de ± 24 h, pourvu que le temps réel de mesurage soit utilisé pour tracer les courbes décrites dans l'article 8.

EXEMPLE

Au lieu de lire à 840 h, la déformation est lue après 862 h. Dans ce cas la valeur de 862 h est utilisée pour l'analyse de régression.

NOTE 3 Quand l'essai de rigidité est démarré un lundi ou un jeudi, les fins de semaine ne doivent pas contrarier l'essai.

8 Détermination du taux de fluage

8.1 Calcul

Pour chacune des trois éprouvettes, tracer la déformation en mètres en fonction du logarithme du temps en heures dans un système de coordonnées semi-

logarithmique (voir figure 4) et calculer par régression linéaire l'équation de la droite

$$Y_t = B + M \lg t$$

à l'aide de tous les 11 points, des 10 derniers points, des 9 derniers points, ..., et des 5 derniers points (voir tableau 2). Les constantes B et M et le coefficient de corrélation R sont obtenus en appliquant les équations suivantes (c'est-à-dire en utilisant la méthode des moindres carrés):

$$M = \frac{N \sum x_i y_i - \sum y_i \sum x_i}{N \sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}$$

$$B = \frac{\sum y_i - M \sum x_i}{N}$$

$$R = \left[\frac{M \left(N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i \right)}{N \sum y_i^2 - \left(\sum y_i \right)^2} \right]^{1/2}$$

B étant la valeur théorique de déformation, en millimètres, à $t = 1$ h;

M étant la pente de la droite;

N étant le nombre de points utilisés sur la courbe de déformation pour l'analyse de régression linéaire;

R étant le coefficient de corrélation (si R a une valeur comprise entre 0,99 et 1,00, on peut estimer que les points sont alignés suivant une ligne droite);

t_i étant le temps au $i^{\text{ème}}$ point, donné par l'équation

$$x_i = \lg t_i$$

y_i étant la déformation totale au temps t_i .

Pour les sept équations $Y_t = B + M \lg t$ obtenues pour chaque éprouvette essayée, calculer la valeur Y_2 de la déformation extrapolée, en millimètres, à deux ans ($t = 2$ ans = 17 520 h) (voir tableau 2).

Choisir pour valeur à deux ans de la déformation Y_2 (en vue du calcul du taux de fluage de l'éprouvette essayée) la plus grande valeur calculée de Y_2 qui a un coefficient de corrélation R de 0,999 ou qui a la plus grande valeur de R comprise entre 0,990 et 0,999.

Si la plus grande valeur de R est inférieure à 0,990, voir 8.2.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9967:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/si/6b4455e1-5307-41c1-8d07-d9a66ddd990e/iso-9967-1994>

Après avoir déterminé Y_2 , calculer le taux de fluage pour chacune des trois éprouvettes essayées, à l'aide des équations suivantes:

$$\gamma_a = \frac{Y_{2a} \left(0,0186 + 0,025 \frac{y_{0a}}{d_i} \right)}{y_{0a} \left(0,0186 + 0,025 \frac{Y_{2a}}{d_i} \right)}$$

$$\gamma_b = \frac{Y_{2b} \left(0,0186 + 0,025 \frac{y_{0b}}{d_i} \right)}{y_{0b} \left(0,0186 + 0,025 \frac{Y_{2b}}{d_i} \right)}$$

$$\gamma_c = \frac{Y_{2c} \left(0,0186 + 0,025 \frac{y_{0c}}{d_i} \right)}{y_{0c} \left(0,0186 + 0,025 \frac{Y_{2c}}{d_i} \right)}$$

Calculer le taux de fluage du tube en prenant la moyenne arithmétique des trois valeurs obtenues ci-dessus, à l'aide de l'équation suivante:

$$\gamma = \frac{\gamma_a + \gamma_b + \gamma_c}{3}$$

8.2 Exemple d'un calcul de fluage

Un ensemble type de résultats déformation/temps pour une éprouvette est donné dans le tableau 2. Les valeurs correspondantes pour M , B , R et Y_2 ont été calculées à l'aide des séries de points données dans la quatrième colonne, indiquant les points retenus pour l'analyse de régression.

Le tracé qui en résulte est donné à la figure 4 où, en accord avec l'article 8, Y_2 est obtenu avec un ensemble d'au moins cinq points et pour lequel R présente la valeur la plus élevée supérieure à 0,990.

8.3 Poursuite de l'essai

Si l'utilisation des cinq derniers points ne donne pas un coefficient de corrélation supérieur à 0,990 dans l'analyse de régression pour l'une quelconque des trois éprouvettes, poursuivre l'essai sur l'ensemble des trois éprouvettes en mesurant les déformations à 1 200 h, 1 400 h, 1 680 h, 2 000 h, 2 400 h, 2 818 h, 3 400 h et 4 000 h, dans chaque cas à ± 24 h, ou jusqu'à l'obtention d'un facteur de corrélation dépassant 0,990 en prenant les cinq derniers points quel que soit le premier qui se présente.

ISO 9967:1994
Tableau 2 — Ensemble type de résultats déformation/temps pour une éprouvette

Point n°	Temps t h	Y_t mm	Série de points	M	B	R	Y_2
1	0,1	6,529	1 à 11	0,505	6,683	0,950	8,830
2	1	6,649	2 à 11	0,612	6,424	0,967	9,023
3	4	6,780	3 à 11	0,710	6,170	0,972	9,185
4	24	7,019	4 à 11	0,888	5,695	0,982	9,463
5	168	7,534	5 à 11	1,196	4,842	0,996	9,921
6	336	7,849	6 à 11	1,311	4,517	0,996	10,081
7	504	8,049	7 à 11	1,422	4,195	0,998	10,232
8	600	8,134					
9	696	8,234					
10	864	8,384					
11	1 008	8,464					