
**Plastiques — Détermination des
caractéristiques d'étirage des
thermoplastiques à l'état fondu**

*Plastics — Determination of drawing characteristics of thermoplastics in
the molten state*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16790:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-
36bf8d57bd52/iso-16790-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005)



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 16790:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005>

© ISO 2005

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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Principe	3
5 Appareillage	3
6 Étalonnage	7
7 Échantillonnage	8
8 Mode opératoire	8
9 Calcul et expression des résultats	14
10 Fidélité	15
11 Rapport d'essai	15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16790:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005>

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 16790 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 5, *Propriétés physicochimiques*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16790:2005
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005>

Plastiques — Détermination des caractéristiques d'étirage des thermoplastiques à l'état fondu

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode permettant de déterminer les caractéristiques d'étirage et de rupture des plastiques à l'état fondu. La méthode implique le mesurage de la force générée lors de la déformation d'un filament fondu dans des conditions définies d'étirage et de température d'extrusion.

Les données sont générées dans des conditions de déformation non-isothermes et non-homogènes. Cependant, elles sont utiles pour l'interprétation du comportement en écoulement élongationnel du polymère.

La présente méthode convient pour des thermoplastiques pour moulage et extrusion pouvant être extrudés à l'aide d'un rhéomètre capillaire, ou d'une extrudeuse munie d'une filière à jonc capillaire ou d'autres appareillages d'extrusion, et possédant une résistance à l'étirage à l'état fondu (melt strength) suffisante pour pouvoir être manipulés sans difficulté.

Il convient que de telles matières soient chimiquement stables et donnent un extrudat uniforme, exempt d'hétérogénéités, de bulles, d'infondus, etc.

La présente méthode peut fournir des informations sur:

- l'aptitude à la mise en oeuvre pour l'ensemble des techniques d'extrusion;
- l'influence du passé mécanique et thermique;
- l'influence de la structure chimique, par exemple, chaînes ramifiées, chaînes enchevêtrées et masse moléculaire.

Cette technique fait partie d'un ensemble de techniques pouvant être utilisées pour mesurer le comportement en écoulement élongationnel d'une matière. Cette méthode de mesure ne reproduit pas nécessairement les conditions d'étirage réelles auxquelles sont soumis les thermoplastiques au cours de leur mise en oeuvre.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'interprétation et 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 291, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO 1133, *Plastiques — Détermination de l'indice de fluidité à chaud des thermoplastiques, en masse (MFR) et en volume (MVR)*

ISO 11443, *Plastiques — Détermination de la fluidité au moyen de rhéomètres équipés d'une filière capillaire ou plate*

3 Termes et définitions

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

3.1 étirage
processus par lequel un filament de matière fondue polymère qui est en train d'être formé en continu au moyen d'un rhéomètre d'extrusion capillaire ou d'une extrudeuse ou autre appareillage d'extrusion est étiré

**3.2 résistance à l'étirage à l'état fondu
melt strength**
 F_b
valeur de la tension à la rupture à l'état fondu de l'extrudat

NOTE 1 On rencontre également le terme «force à la rupture».

NOTE 2 Elle est exprimée en newtons.

**3.3 rapport d'étirage à la rupture
DR**
vitesse de tirage de la matière à la rupture rapportée à la vitesse moyenne de la matière s'écoulant de la filière

3.4 vitesse moyenne
 v_m
vitesse moyenne de l'extrudat à la sortie de la filière, déterminée comme le débit volumique rapporté à la superficie de la section de la filière

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16790:2005

NOTE Elle est exprimée en mètres par seconde.
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e13574b-e403-4870-a23d-36bf8d57bd52/iso-16790-2005>

3.5 diamètre initial
 D_i
diamètre initial de l'extrudat après gonflement à la sortie de la filière, l'extrudat n'ayant pas encore été soumis à un étirage important

NOTE 1 Il s'agit du diamètre maximal atteint par l'extrudat.

NOTE 2 Il est exprimé en mètres.

NOTE 3 En l'absence de gonflement de l'extrudat à la sortie de la filière, le diamètre initial doit être pris comme le diamètre de la filière.

NOTE 4 Cette méthode peut ne pas convenir pour l'essai de matières qui ne présentent pas de gonflement de l'extrudat à la sortie de la filière, car de telles matières seront difficiles à manipuler lors de l'étirage et présenteront de faibles forces de tirage.

3.6 vitesse initiale
 v_i
vitesse linéaire de l'extrudat à proximité de la sortie de la filière après gonflement, l'extrudat n'ayant pas encore été soumis à un étirage important

NOTE 1 Elle est déterminée à l'emplacement du diamètre initial de l'extrudat.

NOTE 2 Elle est exprimée en mètres par seconde.

3.7**vitesse de tirage** v_t

vitesse linéaire imposée à l'extrudat en fin d'étirage par le banc d'étirage

NOTE Elle est exprimée en mètres par seconde.

3.8**force de tirage** F_t

force exercée sur l'extrudat par le banc d'étirage

NOTE Elle est exprimée en newtons.

3.9**longueur d'étirage** l_e

distance entre la sortie de la filière et le point où l'extrudat entre en contact avec les rouleaux d'entraînement du dispositif d'étirage

NOTE Elle est exprimée en mètres.

3.10**accélération d'étirage** a

vitesse d'augmentation de la vitesse de tirage

NOTE Elle est exprimée en mètres par seconde carrée (m/s^2).**3.11****vitesse de tirage à la rupture** v_b

vitesse enregistrée à la rupture lors d'une accélération d'étirage constante

NOTE Elle est exprimée en mètres par seconde.

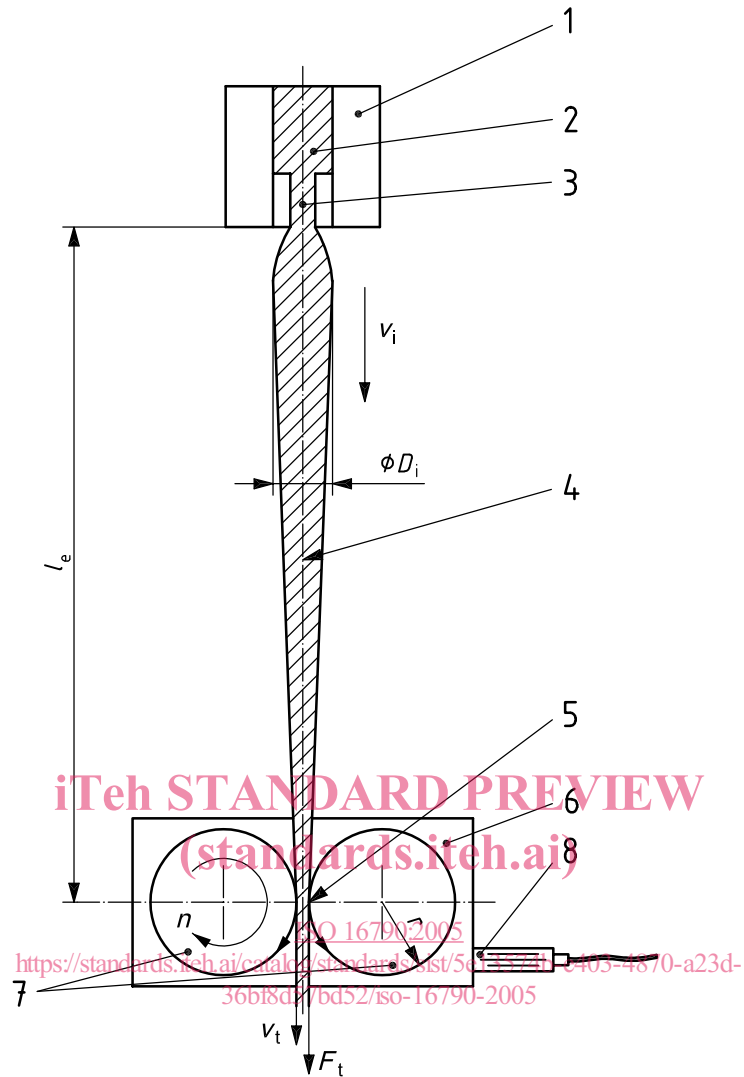
4 Principe

Extrusion d'un polymère fondu à partir d'un rhéomètre capillaire, d'une extrudeuse ou d'un autre appareillage d'extrusion à une température spécifiée. L'extrudat est étiré depuis la filière par des rouleaux d'entraînement. Deux techniques sont utilisées:

- Une série de vitesses de rouleaux d'entraînement est utilisée pour déterminer la force de tirage en fonction de la vitesse de tirage.
- Une vitesse constante d'accélération des rouleaux d'entraînement est utilisée pour déterminer la résistance à l'étirage à l'état fondu (force à la rupture) de l'extrudat.

5 Appareillage**5.1 Appareillage pour chauffer le polymère et mettre en forme l'extrudat****5.1.1 Généralités**

Le dispositif produisant le polymère fondu à une température et à un débit contrôlés doit se composer d'un cylindre pouvant être chauffé [soit un rhéomètre capillaire (5.1.2), soit une extrudeuse (5.1.3)], dont l'alésage est fermé à l'extrémité inférieure par une filière (voir Figure 1). La pression d'essai doit être exercée sur la matière fondue contenue dans le cylindre par un piston, une vis ou un gaz sous pression.



Légende

- 1 rhéomètre ou extrudeuse
- 2 matière à l'état fondu (température T)
- 3 capillaire (diamètre D , longueur l)
- 4 axe
- 5 contact extrudat/rouleau
- 6 banc d'étirage
- 7 rouleaux d'entraînement (rayon r)
- 8 acquisition des données:
 vitesse de rotation n
 force de tirage F_t
- l_e longueur d'étirage
- v_i vitesse initiale
- v_t vitesse de tirage ($= 2\pi r n$)

Figure 1 — Banc d'étirage — Tirage direct par deux rouleaux d'entraînement

5.1.2 Rhéomètre d'extrusion capillaire

Sauf indication contraire dans la présente Norme internationale, si un rhéomètre capillaire est utilisé, il doit être muni de filières capillaires, d'un piston, d'un dispositif de mesurage de la température et de la pression conformes aux exigences de l'ISO 11443.

5.1.3 Extrudeuse

5.1.3.1 Généralités

Si une extrudeuse est utilisée, il doit s'agir d'une petite extrudeuse ayant un diamètre de vis de 25 mm ou moins. Ce dispositif doit être équipé d'une filière à jonc et d'un dispositif de mesurage de la température.

5.1.3.2 Pompe à engrenage

Si elle est disponible, une pompe à engrenage peut être utilisée pour fournir un écoulement uniforme de la matière en sortie de l'extrudeuse vers la filière. En cas d'utilisation d'une pompe à engrenage, une extrudeuse ayant un diamètre de vis supérieur à 25 mm peut être utilisée.

5.1.3.3 Filières

La filière, de dimensions connues, doit être orientée verticalement et vers le bas afin de permettre à la force de gravité d'agir sur l'extrudat.

Pour déterminer la vitesse de cisaillement apparente $\dot{\gamma}_{ap}$ et la contrainte de cisaillement apparente τ_{ap} avec une filière capillaire, conformément à l'ISO 11443, le rapport l/D de la longueur l au diamètre D de la filière doit être au moins de 16:1 et l'angle d'entrée doit être de 180°.

5.1.3.4 Dispositif de mesurage de la température

Pour mesurer la température du polymère fondu (voir 6.2), il est préférable d'utiliser des thermocouples ou des capteurs à résistance en platine mais des thermomètres peuvent être utilisés.

5.2 Appareillage pour l'étirage de l'extrudat en polymère

5.2.1 Banc d'étirage

5.2.1.1 Le banc d'étirage doit permettre d'étirer l'extrudat sur une longueur spécifiée (la longueur d'étirage) à une vitesse de tirage contrôlée et de mesurer la force de tirage qui en résulte.

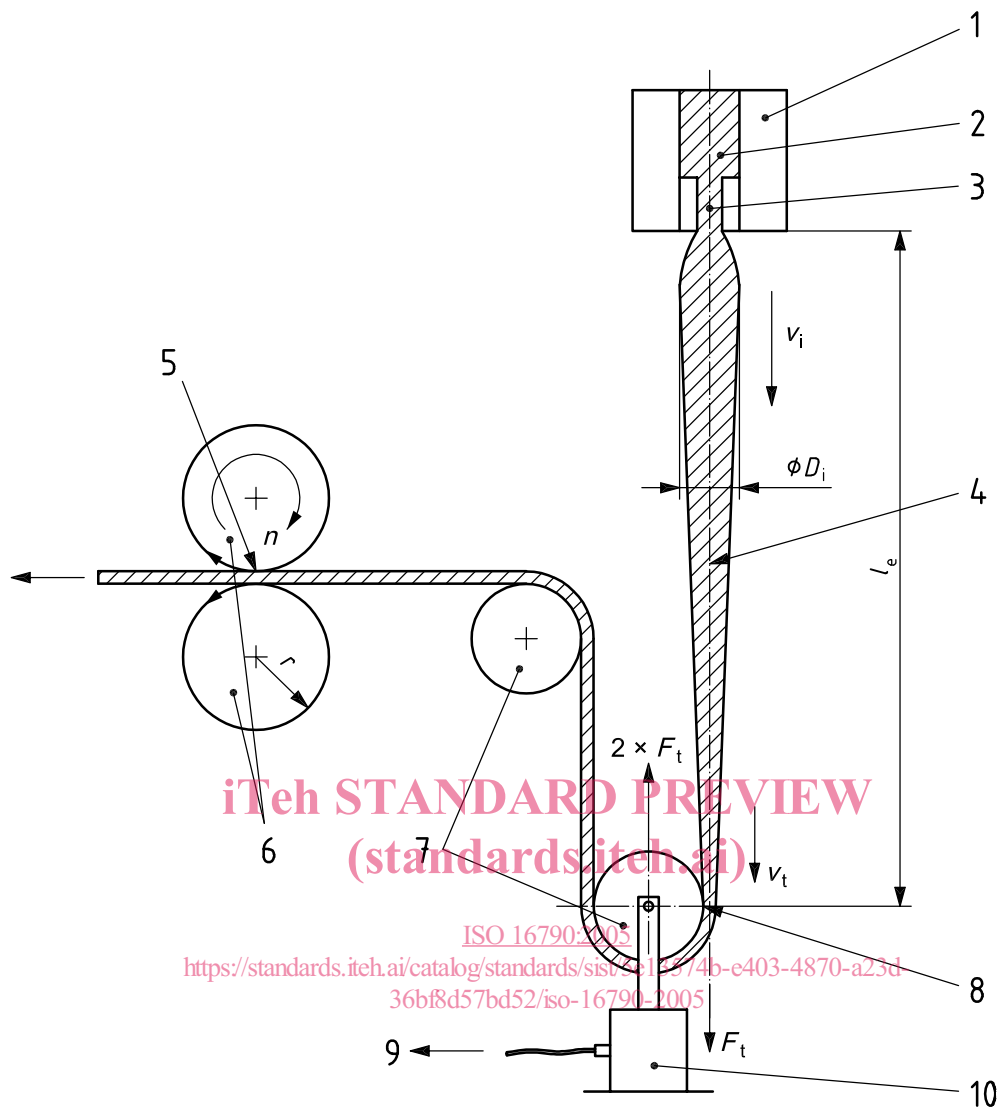
5.2.1.2 Le banc d'étirage doit être muni de rouleaux d'entraînement afin d'étirer l'extrudat.

5.2.1.3 Le banc d'étirage doit être muni de dispositifs de contrôle de la vitesse et de l'accélération des rouleaux d'entraînement.

5.2.1.4 Le banc d'étirage doit être équipé d'un capteur de force permettant de mesurer la force de tirage exercée sur l'extrudat.

5.2.2 Conception du banc d'étirage

L'étirage peut être effectué directement sous la filière au moyen de deux rouleaux entraînant l'extrudat sans glissement et sans pincement excessif (voir Figure 1). En variante, il peut aussi être effectué, après passage de l'extrudat dans la gorge d'une ou plusieurs poulies de renvoi libres, par un jeu de deux rouleaux qui pincent et entraînent l'extrudat sans glissement excessif (la Figure 2 montre une conception possible: d'autres conceptions sont applicables). L'étirage peut également s'effectuer en enroulant l'extrudat sur un seul rouleau. Dans tous les cas, l'axe de l'extrudat en contact avec les rouleaux (voir Figure 1), la première poulie de renvoi (voir Figure 2) ou le rouleau d'entraînement doit coïncider avec l'axe de la filière capillaire.



Légende

- 1 rhéomètre ou extrudeuse
- 2 matière à l'état fondu (température T)
- 3 capillaire (diamètre D , longueur l)
- 4 axe
- 5 extrudat pincé, entraîné
- 6 rouleaux d'entraînement (rayon r)
- 7 poulies de renvoi (axe de rotation libre)
- 8 contact extrudat/rouleau
- 9 acquisition des données
- 10 capteur de force
- l_e longueur d'étirage
- v_i vitesse initiale
- v_t vitesse de tirage ($= 2\pi r n$)

Figure 2 — Banc d'étirage — Tirage type par reprise après poulies de renvoi

Lorsque l'extrudat passe par une poulie de renvoi, on considère que l'étirage se produit uniquement dans le tronçon compris entre la sortie de la filière et le point initial de contact entre l'extrudat et la gorge de la poulie. Dans ce cas, il convient de mesurer la vitesse et la force de tirage de la première poulie de renvoi.

NOTE La poulie de renvoi peut être refroidie pour éviter tout collage du polymère fondu. La même précaution peut être prise pour les rouleaux d'entraînement. Dans les deux cas, il est important de s'assurer que ces dispositifs n'influent pas de façon significative sur le mesurage de la force de tirage en raison d'effets de frottement ou d'inertie ou sur la vitesse de tirage et l'accélération de tirage en raison de glissement et de pincement.

5.3 Système d'acquisition des données

Le système d'acquisition des données doit être capable de contrôler en continu la force de tirage, la vitesse de tirage, la température de la matière à l'état fondu et la pression de la matière fondue à l'entrée de la filière tout au long de l'essai.

6 Étalonnage

6.1 Généralités

Sauf indication contraire dans la présente Norme internationale, l'extrudeuse ou le rhéomètre doit être étalonné pour le mesurage des variables et des paramètres tels que la température, la pression, les débits volumiques, et les dimensions du capillaire, conformément aux modes opératoires décrits dans l'ISO 11443.

6.2 Température d'essai

En cas d'utilisation de filières capillaires, la température d'essai doit être soit la température de la matière fondue dans le cylindre près de l'entrée du capillaire ou, si cela n'est pas possible, la température de la paroi du cylindre près de l'entrée du capillaire. Ceci se rapporte également à la filière à jonc de l'extrudeuse. Lorsque la température de la paroi du cylindre est mesurée, des fluides conducteurs de chaleur peuvent être utilisés dans le puits thermométrique pour améliorer la conduction.

Le dispositif de mesurage de la température utilisé au cours de l'essai doit avoir une résolution de 0,1 °C et avoir été étalonné avec une exactitude de $\pm 0,5$ °C par une méthode de traçabilité utilisant un ou des étalons de référence certifiés.

Aucun liquide pouvant contaminer la filière et le cylindre et par conséquent influencer sur les mesures qui s'ensuivent (par exemple huile de silicone) ne doit être utilisé comme milieu de transfert de chaleur pendant l'étalonnage. L'alliage Wood s'est avéré un conducteur de chaleur approprié.

6.3 Filières capillaires et filières à jonc

Les dimensions de la filière doivent être mesurées avec une exactitude de $\pm 0,007$ mm pour le diamètre D et de $\pm 0,025$ mm pour la longueur l .

Pour des comparaisons interlaboratoires une filière ayant un rapport l/D de 16:1 et un angle d'entrée de 180° doit être utilisée.

6.4 Capteur de force de tirage

L'étalonnage doit être effectué selon les recommandations du fabricant. L'exactitude du système de mesurage de la force doit avoir une erreur maximale tolérée de ± 1 % de la pleine échelle.