

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
294-4

Première édition  
1997-04-15

---

---

**Plastiques — Moulage par injection  
des éprouvettes de matériaux  
thermoplastiques —  
Partie 4:  
Détermination du retrait au moulage**

*ISO 294-4:1997*  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f4a76da4b9a0/iso-294-4-1997>  
*Plastics — Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials —  
Part 4: Determination of moulding shrinkage*



Numéro de référence  
ISO 294-4:1997(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 294-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 9, *Matériaux thermoplastiques*.

Conjointement avec les autres parties, la présente partie de l'ISO 294 annule et remplace la deuxième édition de l'ISO 294 (ISO 294:1995), qui a été révisée afin d'améliorer la définition des paramètres de moulage par injection et a été restructurée afin de prescrire quatre types de moules ISO pour la production des types d'éprouvettes de base requis pour l'acquisition de données d'essai comparables.

Des précautions ont été prises afin de garantir que les moules ISO décrits puissent tous être équipés de plaques de cavité interchangeables dans un équipement de moulage par injection quelconque.

© ISO 1997

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  
Internet central@iso.ch  
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

L'ISO 294 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plastiques — Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques*:

- *Partie 1: Principes généraux, et moulage des éprouvettes à usages multiples et des barreaux*
- *Partie 2: Barreaux de traction de petites dimensions*
- *Partie 3: Plaques de petites dimensions*
- *Partie 4: Détermination du retrait au moulage*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 294 est donnée uniquement à titre d'information.

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

[ISO 294-4:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f4a76da4b9a0/iso-294-4-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f4a76da4b9a0/iso-294-4-1997>

## Introduction

Voir ISO 294-1.

Dans le cas du moulage par injection des thermoplastiques, les différences de dimensions entre la cavité du moule et les objets moulés produits à partir de ces matériaux peuvent varier en fonction de la conception et du fonctionnement du moule. De telles différences peuvent dépendre de la taille de la machine de moulage par injection, de la forme et des dimensions des objets moulés, de l'orientation et du sens de l'écoulement ou du déplacement du matériau dans le moule, de la taille de la buse, de la carotte, du canal d'injection et de l'entrée, du cycle de fonctionnement de la machine, de la température du produit fondu et du moule, et du temps et de la valeur de la pression de maintien. Le retrait au moulage et le post-retrait sont générés par la cristallisation et les relaxations volumiques du matériau ainsi que par la contraction thermique du matériau thermoplastique et du moule. Le post-retrait peut être en outre influencé par l'absorption d'humidité.

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 294-4:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f4a76da4b9a0/iso-294-4-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f4a76da4b9a0/iso-294-4-1997>

# Plastiques — Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques —

## Partie 4:

### Détermination du retrait au moulage

#### 1 Domaine d'application

Voir ISO 294-1:1996, article 1.

La présente partie de l'ISO 294 prescrit une méthode pour la détermination du retrait au moulage et du post-retrait des éprouvettes de matériau thermoplastique moulées par injection, dans les directions parallèle et normale au sens de l'écoulement du produit fondu.

Contrairement à l'ISO 2577, qui décrit la détermination du retrait pour les matériaux thermodurcissables, la présente partie de l'ISO 294 exclut les effets de l'absorption d'humidité sur le retrait au moulage. Lorsque le post-retrait n'est dû qu'à une absorption d'humidité, voir ISO 175.

Les valeurs du retrait au moulage et du post-retrait sont utiles comme moyen de comparaison des thermoplastiques et pour vérifier l'uniformité de leur fabrication.

La méthode n'est pas prévue comme source de données pour les calculs de conception des composants. Cependant, des informations sur le comportement type d'un matériau peuvent être obtenues en effectuant des mesurages à différentes valeurs des températures du produit fondu et du moule, de la vitesse d'injection et de la pression de maintien, ainsi que d'autres paramètres du moulage par injection. Les informations ainsi obtenues sont importantes pour évaluer si un matériau à mouler donné peut être utilisé pour produire des objets moulés de dimensions précises.

#### 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 294. 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 294 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 175:1981, *Plastiques — Détermination de l'action des agents chimiques liquides, y compris l'eau.*

ISO 294-1:1996, *Plastiques — Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques — Partie 1: Principes généraux, et moulage des éprouvettes à usages multiples et des barreaux.*

ISO 294-3:1996, *Plastiques — Moulage par injection des éprouvettes de matériaux thermoplastiques — Partie 3: Plaques de petites dimensions.*

ISO 2577:1984, *Plastiques — Matières à mouler thermodurcissables — Détermination du retrait.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 294, les définitions données dans l'ISO 294-1 ainsi que les suivantes s'appliquent:

**3.1 retrait au moulage,  $S_M$ :** Différence de dimensions entre un produit moulé solidifié et la cavité du moule dans laquelle il a été moulé (le moule et le produit moulé étant à température ambiante lors du mesurage).

Il est exprimé en pourcentage de la dimension de la cavité du moule concernée.

Le retrait au moulage  $S_{Mp}$  parallèlement au sens d'écoulement du produit fondu est déterminé à mi-largeur de l'éprouvette et le retrait au moulage  $S_{Mn}$  perpendiculairement au sens d'écoulement est déterminé à mi-longueur de l'éprouvette.

NOTE — La valeur obtenue pour le retrait au moulage est ramenée à la dimension du moule à température ambiante. Elle est donc diminuée d'une quantité correspondant à la dilatation thermique du moule.

Cette correction  $\Delta S_M$  apportée au retrait au moulage est donnée par

$$\Delta S_M = -\alpha_M(T_M - 23)$$

où

$\alpha_M$  est le coefficient de dilatation linéique, en degrés Celsius à la puissance moins un ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ), du moule;

$T_M$  est la température, en degrés Celsius, du moule.

Par exemple, pour un acier de qualité classique ( $\alpha_M = 1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) et une température de moule  $T_M$  de  $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , la correction  $\Delta S_M$  est de  $-0,01 \text{ } \%$ .

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**3.2 post-retrait,  $S_P$ :** Différence des dimensions d'une éprouvette moulée, avant et après un post-traitement, mesurée à température ambiante.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f4a76da4b9a0/iso-294-4-1997>

Il est exprimé en pourcentage (%).

Le post-retrait du produit fondu et le post-retrait  $S_{Pp}$  parallèlement au sens d'écoulement  $S_{Pn}$  perpendiculairement au sens d'écoulement sont définis de façon analogue à  $S_{Mp}$  et  $S_{Mn}$  en 3.1.

**3.3 retrait total,  $S_T$ :** Différence de dimensions entre une éprouvette après un post-traitement et la cavité du moule dans laquelle elle a été moulée, mesurée à température ambiante.

Il est exprimé en pourcentage (%).

Le retrait total  $S_{Tp}$  parallèlement au sens d'écoulement du produit fondu et le retrait total  $S_{Tn}$  perpendiculairement au sens d'écoulement sont définis de façon analogue à  $S_{Mp}$  et  $S_{Mn}$  en 3.1.

**3.4 pression dans la cavité,  $p_C$ :** Pression du thermoplastique dans l'empreinte, mesurée au centre et au voisinage de l'entrée, à n'importe quel moment du moulage.

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

**3.5 pression dans la cavité pendant le maintien,  $p_{CH}$ :** Pression dans la cavité (voir 3.4), mesurée 1 s après la phase d'injection de durée  $t_1$  (voir figure 1).

Elle est exprimée en mégapascals (MPa).

## 4 Appareillage

### 4.1 Moule

Utiliser un moule ISO de type D2, produisant des éprouvettes sous forme de plaques de 60 mm × 60 mm × 2 mm, comme prescrit dans l'ISO 294-3:1996, paragraphe 4.1.

Des repères peuvent être gravés dans la cavité du moule pour faciliter le mesurage des dimensions des éprouvettes produites dans le moule, à l'aide de techniques optiques. De tels repères, s'ils sont utilisés, doivent être situés à 4 mm des bords de la cavité du moule.

L'installation du capteur de pression P, recommandée pour les applications traitées dans les parties 1 à 3 de l'ISO 294 [voir ISO 294-1:1996, paragraphe 4.1.1.4, point k) et ISO 294-3:1996, figure 2], est obligatoire pour le mesurage du retrait.

### 4.2 Machine de moulage par injection

Voir ISO 294-1:1996 et ISO 294-3:1996, paragraphe 4.2 dans les deux cas, avec l'ajout des limites de tolérance suivantes à la liste des conditions opératoires prescrits dans le paragraphe 4.2.2 de l'ISO 294-1:

Pression dans la cavité,  $p_C$      $\pm 5 \%$

### 4.3 Équipement nécessaire au mesurage des dimensions

L'équipement doit être à même de mesurer, à 0,01 mm près, la longueur et la largeur de chaque éprouvette et de la cavité du moule, les mesurages étant effectués entre les centres des côtés opposés ou entre les arêtes opposées ou entre les paires de repères (voir annexe A). Lorsqu'on mesure la longueur d'une éprouvette, prendre soin d'inclure l'épaulement d'entrée de 0,5 mm de hauteur. Si un instrument mécanique est utilisé, s'assurer que les touches de l'instrument ne produisent pas d'indentation marquée.

Il est recommandé d'utiliser une cale étalon pour vérifier périodiquement l'équipement de mesure.

### 4.4 Étuve

L'étuve est nécessaire uniquement si le post-retrait est à mesurer après accord conclu entre les parties intéressées.

## 5 Mode opératoire

### 5.1 Conditionnement du matériau

Voir ISO 294-1:1996, paragraphe 5.1.

### 5.2 Moulage par injection

**5.2.1** En ce qui concerne les conditions fondamentales du moulage par injection, voir ISO 294-3:1996, paragraphe 5.2.

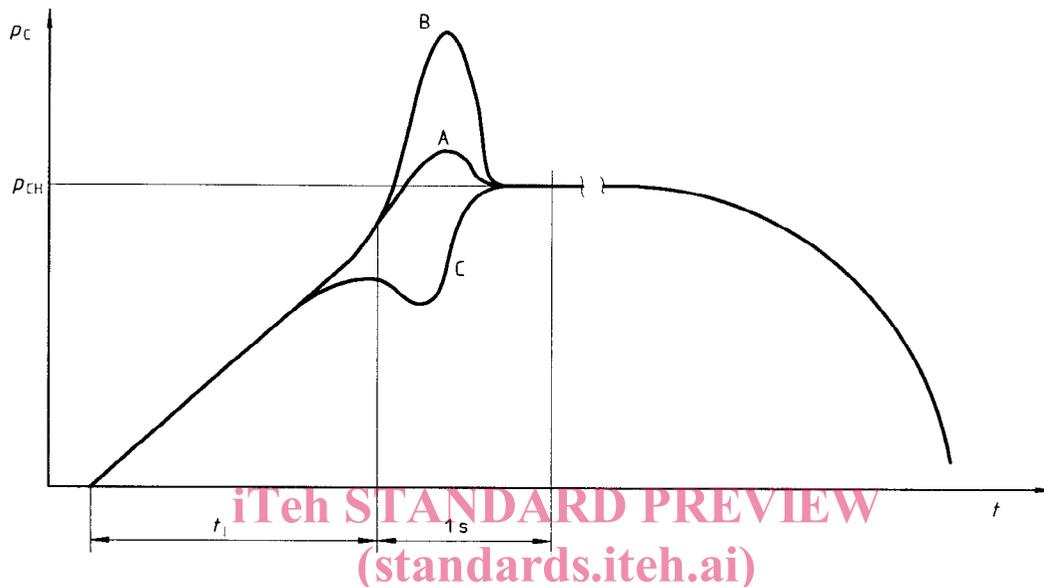
**5.2.2** Le retrait au moulage est de préférence déterminé pour au moins une des valeurs suivantes pour la pression dans la cavité pendant le maintien  $p_{CH}$  (voir 3.5): 20 MPa, 40 MPa, 60 MPa, 80 MPa et 100 MPa. Des valeurs intermédiaires peuvent néanmoins être aussi utilisées.

NOTE — Pour des valeurs supérieures à 80 MPa, une force de verrouillage en conséquence également élevée sera nécessaire et cela peut ne pas être possible avec un équipement normal du commerce.

**5.2.3** Déterminer la pression de maintien  $p_H$  qui correspond à chaque valeur de  $p_{CH}$  choisie et mouler des éprouvettes à chacune de ces pressions, un tenant compte des instructions additionnelles suivantes:

- Choisir le point de commutation entre l'injection et le maintien pour éviter l'apparition d'un creusement (C) dans le temps de la courbe représentant la pression dans la cavité (voir figure 1) et donner un pic qui ne s'étende pas de plus de 20 % au-dessus du pic de la courbe correcte (courbe A).

NOTE — Des pics trop marqués de la pression dans la cavité provoquent une surcharge de la cavité, suivie d'un reflux du produit à l'état fondu. L'orientation du matériau près de l'entrée sera ainsi perturbée.



**Figure 1 — Tracé schématique de la pression dans la cavité en fonction du temps, montrant les durées d'injection  $t_i$  qui sont correcte (A), trop longue (B) et trop courte (C)**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40dc7342-deaa-482e-902c-f2a76da4b9a0/iso-294-4-1997>

- Garder la pression de maintien constante pendant la durée de maintien.
- Choisir la durée de refroidissement de manière qu'elle soit égale à la valeur minimale à laquelle les objets moulés peuvent être retirés du moule sans déformation.
- En ce qui concerne la durée de maintien, voir ISO 294-1:1996, paragraphe 5.2.4, et pour le maintien de conditions stables, voir ISO 294-1:1996, paragraphe 5.2.5.

### 5.3 Mesurage de la température du moule

Voir ISO 294-1:1996, paragraphe 5.3.

### 5.4 Mesurage de la température du plastique à l'état fondu

Voir ISO 294-1:1996, paragraphe 5.4.

### 5.5 Traitement des éprouvettes après le démoulage

**5.5.1** Pour réduire le gauchissement au minimum, séparer en coupant chaque éprouvette du canal d'injection secondaire immédiatement après le démoulage. Veiller à ce que les bords faisant l'objet des mesurages des dimensions n'aient pas été endommagés lors de la découpe.

**5.5.2** Laisser refroidir les éprouvettes jusqu'à la température ambiante en les plaçant sur un matériau à faible conductivité thermique et, si nécessaire, sous une charge appropriée qui évitera le gauchissement sans influencer notablement sur le retrait. Stocker les éprouvettes pendant une durée comprise entre 16 h et 24 h à une température de  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . Si un matériau présente une différence notable de retrait au moulage lorsqu'il est stocké dans des atmosphères humide et sèche, stocker les éprouvettes faites d'un tel matériau en atmosphère sèche (par exemple dans une boîte étanche contenant un déshydratant).

## 5.6 Mesurage du retrait au moulage

**5.6.1** Si elles ne sont pas déjà connues, mesurer, à 0,02 mm près et à une température de  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , la longueur  $l_C$  et la largeur  $b_C$  de la cavité, entre les points de référence sur les côtés opposés. Il peut s'agir des centres des côtés et de l'épaulement d'entrée, des centres des arêtes ou des repères gravés dans la cavité du moule (voir annexe A).

Enregistrer ces valeurs de mesure en vue de leur utilisation lors du calcul du retrait.

NOTE — Il est conseillé de vérifier de temps en temps que les repères gravés dans la cavité du moule ne présentent pas de trace d'usure.

**5.6.2** Avant de mesurer les dimensions d'une éprouvette, placer cette dernière sur une surface plane ou contre un bord rectiligne de façon à déterminer un éventuel gauchissement ou une déformation. Rebuter toute éprouvette pour laquelle le gauchissement dépasse 2 mm de hauteur (soit une déformation non plane).

**5.6.3** Mesurer, à 0,02 mm près et à une température de  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , la longueur  $l_1$  et la largeur  $b_1$  de l'éprouvette entre les points de référence correspondant à ceux utilisés pour la cavité du moule (voir 5.6.1).

Il est possible de réduire un léger gauchissement (moins de 2 mm) en comprimant l'éprouvette pour donner une surface plane. Durant les mesurages des dimensions, le gauchissement doit être inférieur à 1 mm.

NOTE — Le gauchissement réduit une dimension conformément à l'approximation suivante:

$$-\Delta X \approx 4H^2/3X$$

où

$X$  est l'amplitude, en millimètres, de la dimension (longueur  $l$  ou largeur  $b$ );

$H$  est la hauteur de gauchissement (déformation non plane), en millimètres.

Pour une amplitude  $X$  de 60 mm et une hauteur de gauchissement  $H$  de 1 mm, la diminution de  $X$  est de 0,02 mm, ce qui correspond à la limite de tolérance donnée en 5.6.1 et 5.6.3.

**5.6.4** Effectuer les mesurages en utilisant au moins cinq éprouvettes pour chaque ensemble de conditions de moulage.

## 5.7 Traitement subséquent au mesurage du retrait au moulage

Les conditions de traitement (température, humidité ou autres conditions d'environnement), pour la période écoulée entre le mesurage du retrait au moulage et celui post-retrait, doivent être telles que prescrites dans la norme appropriée relative au matériau ou telles que convenues par les parties intéressées.

NOTE — Les conditions de post-traitement peuvent refléter les conditions de stockage ou d'utilisation.

## 5.8 Mesurage du post-retrait

Après le post-traitement, mesurer à nouveau les éprouvettes, à 0,02 mm près et à une température de  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (voir 5.6.2 à 5.6.4) et enregistrer la nouvelle longueur  $l_2$  et la nouvelle largeur  $b_2$ .