

Plastiques

**Moulage par compression des éprouvettes en
matières thermoplastiques**

Norme Marocaine homologuée

Par décision du Directeur de l'Institut Marocain de Normalisation N° B.O N° , publiée au

Cette norme annule et remplace la norme NM ISO 293 homologuée en 2004.

Correspondance

La présente norme est une reprise intégrale de la norme ISO 293 : 2004.

Droits d'auteur ⚠

Droit 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 accord formel. Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients de l'IMANOR, Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

Avant-Propos National

L'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) est l'Organisme National de Normalisation. Il a été créé par la Loi N° 12-06 relative à la normalisation, à la certification et à l'accréditation sous forme d'un Etablissement Public sous tutelle du Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce.

Les normes marocaines sont élaborées et homologuées conformément aux dispositions de la Loi N° 12-06 susmentionnée.

La présente norme marocaine NM ISO 293 a été examinée et adoptée par la Commission de Normalisation des des Matières plastiques (1).

projet de norme marocaine

Sommaire

Page

1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Termes et définitions	1
4	Appareillage	2
5	Mode opératoire	5
6	Vérification des éprouvettes et plaques moulées	6
7	Procès-verbal de la préparation des éprouvettes	6

Projet de norme marocaine

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 293 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 9, *Matériaux thermoplastiques*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 293:1986), dont elle constitue une révision mineure, ayant essentiellement comme objet la mise à jour des références normatives (Article 2).

Introduction

Pour obtenir des résultats reproductibles, il est nécessaire de disposer d'éprouvettes dans un état défini. À la différence du moulage par injection, le moulage par compression vise l'obtention d'éprouvettes d'essais et de plaques dans lesquelles ces éprouvettes seront usinées ou découpées, avec un état d'homogénéité et d'isotropie, presque exempt de contraintes et d'orientation, en n'utilisant que le minimum de matière à mouler.

Dans l'opération de moulage par compression, l'écoulement de la matière reste très faible. Les granulés et la poudre ne s'interpénètrent qu'à leur surface et les préformes (feuilles préparées au malaxeur à cylindre) ne se ramollissent que partiellement.

Des éprouvettes isotropes et homogènes ne peuvent donc être obtenues que si la matière à mouler est elle-même homogène et isotrope. Il faut en tenir compte dans le cas de la mise en œuvre de matières à plusieurs phases, telles que les plastiques ABS qui conservent leur structure interne.

Projet de norme marocaine

Plastiques — Moulage par compression des éprouvettes en matières thermoplastiques

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les principes généraux et les modes opératoires à suivre, dans le cas de matières thermoplastiques, pour la réparation d'éprouvettes moulées par compression et de plaques nécessaires pour l'usinage ou la découpe d'éprouvettes.

Pour obtenir un état reproductible des moulages, les principales étapes du mode opératoire, y compris quatre méthodes différentes de refroidissement, sont normalisées. Pour chaque matière, la température de moulage convenable et les méthodes de refroidissement doivent être spécifiées dans la Norme internationale relative à la matière ou agréées entre les parties intéressées.

Le mode opératoire n'est pas recommandé pour les thermoplastiques renforcés.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 286-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires — Partie 1: Base des tolérances et ajustements*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

3 Termes et définitions

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

3.1

température de moulage

température du moule ou des plateaux de la presse durant le préchauffage et le moulage, mesurée le plus près possible de la matière moulée

3.2

température de démoulage

température du moule ou des plateaux de la presse à la fin de la période de refroidissement, mesurée le plus près possible de la matière moulée

NOTE Pour des moules positifs, les températures définies en 3.1 et 3.2 sont normalement mesurées dans des trous percés dans le moule.

3.3

durée de préchauffage

temps nécessaire pour chauffer la matière dans le moule jusqu'à la température de moulage en maintenant une pression de contact

3.4

durée de moulage

temps durant lequel la pression principale est appliquée en maintenant à la température de moulage

3.5

vitesse moyenne de refroidissement (non linéaire)

vitesse de refroidissement à un débit constant du fluide de refroidissement, calculée en divisant la différence entre la température de moulage et celle de démoulage par le temps nécessaire pour refroidir le moule à la température de démoulage

NOTE La vitesse moyenne de refroidissement est généralement exprimée en kelvins par minute.

3.6

vitesse de refroidissement

vitesse constante de refroidissement dans un intervalle de température défini, obtenue en contrôlant le débit du fluide de refroidissement de telle façon que, toutes les 10 min, l'écart par rapport à cette vitesse de refroidissement spécifiée ne dépasse pas la tolérance spécifiée

NOTE La vitesse de refroidissement est généralement exprimée en kelvins par heure.

4 Appareillage

4.1 Presse

La presse doit avoir une force de fermeture permettant d'appliquer une pression (définie conventionnellement comme le rapport de la force de fermeture à l'aire de la cavité du moule) d'au moins 10 MPa.

La pression doit être maintenue durant le cycle de moulage à 10 % près de la valeur spécifiée.

Les plateaux doivent être aptes à

- a) être chauffés jusqu'à au moins 240 °C;
- b) être refroidis à la vitesse prévue dans le Tableau 1.

La différence des températures de tout point de la surface du moule ne doit pas être supérieure à ± 2 K durant le chauffage. Durant le refroidissement, la différence des températures de tout point du moule ne doit pas être supérieure à ± 4 K.

Lorsque le système de chauffage et de refroidissement est incorporé dans le moule, il doit satisfaire aux mêmes conditions.

Le chauffage des plateaux ou du moule doit être réalisé, soit par circulation de vapeur à haute pression ou d'un fluide calorporteur dans un système de canaux approprié, soit au moyen de résistances électriques. Le refroidissement des plateaux ou du moule peut être réalisé par un fluide calorporteur (généralement l'eau froide) dans des canaux prévus à cet effet.

Pour un refroidissement à trempe (voir le Tableau 1, méthode C), il est nécessaire de disposer de deux presses, l'une pour le chauffage du moule et l'autre pour le refroidissement.

Pour obtenir une condition de refroidissement spécifiée, le débit du fluide calorporteur doit être prédéterminé au cours d'un essai sans aucune matière dans le moule.

La température peut être contrôlée en permanence dans la partie centrale entre chacun des plateaux supérieur et inférieur de la presse.

4.2 Moules

4.2.1 Généralités

Les caractéristiques des éprouvettes obtenues en utilisant les différents types de moules ne sont pas équivalentes. En particulier, les propriétés mécaniques dépendent de la pression appliquée sur la matière durant le refroidissement.

En général, deux types de moules, «moules à échappement» (voir Figure 1) et «moules positifs» (voir Figure 2), sont utilisés pour le moulage par compression des éprouvettes en thermoplastique.



Figure 1 — Types de moules à échappement



Figure 2 — Moule de type positif

Les moules à échappement permettent à l'excès de matière à mouler de s'échapper et n'exercent pas la pression de moulage sur la matière à mouler durant le refroidissement. Ils conviennent particulièrement à la préparation d'éprouvettes ou de panneaux d'épaisseur similaire ou de niveaux comparables de faible contrainte interne.

Avec les moules positifs, toute la pression de moulage, en négligeant les frottements, est exercée sur la matière durant le refroidissement. L'épaisseur, la contrainte et la masse volumique des objets moulés obtenus dépendent donc de la conception du moule, de la quantité de matière introduite et des conditions de moulage et de refroidissement. Ce type de moule produit des éprouvettes consolidées, avec des surfaces moulées, et est par conséquent particulièrement recommandé pour l'obtention de surfaces planes ou pour obtenir des éprouvettes sans formation de cavités intérieures.

4.2.2 Réalisation

Les moules doivent être réalisés en matériaux appropriés pouvant résister aux températures et aux pressions de moulage. Les surfaces en contact avec la matière doivent être parfaitement polies, afin que l'on puisse obtenir un bon état de surface des éprouvettes (la rugosité de surface recommandée est $0,16Ra$; voir l'ISO 4287). Le chromage de ces surfaces peut faciliter le démoulage des éprouvettes. Pour le moulage d'éprouvettes de petites dimensions, un angle de dépouille de 2° est vivement recommandé.

Les moules peuvent être percés de trous borgnes permettant le mesurage de la température au voisinage de la matière moulée, à l'aide de thermocouples ou de thermomètres à mercure.

Selon les performances de la presse utilisée (voir 4.1), les moules peuvent comporter ou non un dispositif de chauffage et/ou de refroidissement incorporé, similaire à celui qui est décrit pour les plateaux de la presse.

Un acier allié, résistant aux chocs mécaniques et à la chaleur, traité thermiquement pour avoir une résistance à la traction de 2 200 MPa, conviendra généralement pour les moules. Cependant, dans le cas particulier des matières à mouler PVC, il est conseillé d'utiliser un acier inoxydable martensitique traité thermiquement pour avoir une résistance à la traction de 1 050 MPa.

4.2.3 Types

4.2.3.1 Généralités

Le type de moule utilisé doit permettre d'obtenir les éprouvettes dont les types et les états sont spécifiés dans la Norme internationale relative à la matière ou agréés entre les parties intéressées.

4.2.3.2 Moules à échappement

Avec ce type de moule, l'excès de matière est éjecté et la pression de moulage durant le refroidissement est exercée seulement sur le cadre et non sur la matière. L'épaisseur au centre des objets moulés est légèrement moindre que sur les bords en raison du retrait durant le refroidissement. Les éprouvettes moulées directement peuvent aussi montrer des retassures ou des cavités si le retrait est bloqué par le collage de la matière plastique au moule.

Pour surmonter ces désavantages, la découpe ou l'usinage des éprouvettes à partir de plaques moulées par compression est préféré, en n'utilisant pas la partie de la plaque voisine de la périphérie.

Pour le moulage de plaques, de simples et économiques moules à échappement peuvent être utilisés, consistant en un cadre couvert par deux plateaux (voir Figure 1). Les plateaux inférieur et supérieur, d'environ 1 mm à 2 mm d'épaisseur, peuvent être en acier poli ou en laiton chromé pour aider au démoulage. Pour éviter l'adhérence du plastique aux plateaux, ils peuvent être recouverts par une feuille flexible, par exemple, d'aluminium ou de polyester.

L'échantillon d'un agent de démoulage n'est pas autorisé.

L'épaisseur du cadre est fonction de l'épaisseur désirée de la plaque moulée.

Les dimensions du cadre de moulage doivent être suffisantes pour que les éprouvettes puissent être découpées ou usinées sans utiliser une zone de 20 mm proche de la périphérie.

4.2.3.3 Moules positifs

Ces moules (voir Figure 2) comportent un ou deux pistons mâles et une partie femelle. Ils permettent d'appliquer une pression connue, aux frottements près, sur la matière et de la maintenir durant la phase de moulage et celle de refroidissement.

L'épaisseur de l'objet moulé dépendra de la quantité de matière, de sa dilatation thermique et des pertes éventuelles de matière par suite du jeu du moule. Ces pertes seront elles-mêmes fonction de la fluidité et de la matière à la température de moulage choisie, de la pression appliquée, de la durée de la mise en pression, de la construction du moule, etc.

Un bon guidage de la partie mâle dans la partie femelle est plus facile à réaliser avec une empreinte circulaire. Le jeu conseillé entre ces deux pièces est H7g6 (voir l'ISO 286-1), soit entre 15 μm et 90 μm pour une empreinte circulaire de 200 mm de diamètre. Le moule peut être muni d'un ou plusieurs éjecteurs pour faciliter le démoulage.

Il est possible d'utiliser des moules positifs avec cales d'épaisseur; celles-ci sont enlevées au début de la phase de refroidissement.

5 Mode opératoire

5.1 Préparation de la matière à mouler

5.1.1 Séchage des granules de matière

Sécher les granules de matière conformément aux spécifications de la Norme internationale correspondante ou selon les indications du fournisseur. En l'absence d'indications, sécher durant $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ à $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ en étuve.

5.1.2 Préparation des préformes

Le moulage direct de la plaque à partir des granules doit être le mode opératoire normal à condition qu'une plaque suffisamment homogène soit obtenue. Habituellement, ceci signifie que la plaque doit être exempte d'irrégularités de surface et de défauts internes. Le moulage direct à partir de poudre ou granules peut parfois nécessiter une homogénéisation à l'état fondu ou un mélangeage pour obtenir une plaque finale satisfaisante. Les conditions utilisées ne doivent pas entraîner de dégradation du polymère. Ceci peut généralement être obtenu en évitant de calandrer ou mélanger plus de 5 min après la fusion. Les feuilles de préforme obtenues doivent être plus épaisses que la plaque d'essai à mouler et de dimensions suffisantes pour permettre le moulage de la plaque d'essai.

Il est conseillé de conserver la préforme dans un récipient sec étanche à l'air.

5.2 Moulage

Ajuster à $\pm 5 \text{ °C}$ la température du moule à la température de moulage spécifiée dans la Norme internationale correspondante ou agréée entre les parties intéressées.

Placer une quantité pesée de la matière (granules ou préformes) dans le moule préchauffé. Lorsqu'une matière en granules est utilisée, s'assurer qu'elle est uniformément répartie sur la surface du moule. La masse de matière doit être suffisante pour remplir le volume de la cavité lorsqu'elle est fondue et autoriser une perte d'environ 10 % dans le cas d'un moule à échappement et 3 % dans le cas d'un moule positif. Avec les moules à échappement, couvrir le moule avec une feuille souple (voir 4.2.3.2), puis placer le moule dans la presse préchauffée.

Fermer la presse et préchauffer la charge de matière en appliquant une légère pression de contact durant 5 min. Puis appliquer la pression totale durant 2 min (durée de moulage, voir 3.4) et ensuite refroidir (voir 5.3).

Le temps de préchauffage de 5 min est le temps normalisé suffisant pour des charges de matière bien réparties et des épaisseurs de plaques jusqu'à 2 mm. Pour des objets moulés plus épais, ce temps doit être ajusté en fonction de l'épaisseur.

NOTE Sous la pression de contact, la presse est juste fermée avec une pression assez basse pour éviter l'écoulement de la matière. Pression totale signifie une pression assez élevée pour conformer la matière et en éliminer l'excès.

5.3 Refroidissement

5.3.1 Généralités

Pour un certain nombre de thermoplastiques, les vitesses de refroidissement influent sur les propriétés physiques finales. Pour cette raison, les méthodes de refroidissement sont données dans le Tableau 1.

La méthode de refroidissement doit toujours être indiquée avec les propriétés physiques finales. La méthode appropriée de refroidissement est normalement donnée dans la Norme internationale relative à la matière. Si aucune méthode n'est indiquée, utiliser la méthode B.

5.3.2 Méthodes de refroidissement

La méthode de refroidissement appropriée doit être choisie dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Méthodes de refroidissement

Méthode de refroidissement	Vitesse moyenne de refroidissement (voir 3.5) K · min ⁻¹	Vitesse de refroidissement (voir 3.6) K · h ⁻¹	Remarques
A	10 ± 5		
B	15 ± 5		
C	60 ± 30		Refroidissement à trempe
D		5 ± 0,5	Refroidissement lent

Dans le cas d'un refroidissement à trempe (voir le Tableau 1, méthode C), transférer l'ensemble du moule de la presse de chauffage à celle de refroidissement aussi rapidement que possible par des moyens appropriés, par exemple à l'aide d'une paire de pinces.

La température de démoulage doit être inférieure ou égale à 40 °C, en l'absence d'autres instructions formulées.

L'utilisation de deux presses est spécifiée dans le cas de la méthode C (voir 4.2.3.2).

La méthode D est recommandée pour l'obtention d'éprouvettes dépourvues de contraintes internes ou pour le refroidissement lent qui suit le recuit de plaques préalablement préparées.

6 Vérification des éprouvettes et plaques moulées

Après refroidissement, vérifier l'apparence des éprouvettes moulées ou des plaques destinées au prélèvement des éprouvettes (par exemple pour les retassures, les cavités de retrait, les colorations) et du point de vue de la conformité aux dimensions spécifiées. Si un défaut quelconque de moulage est présent, l'éprouvette ou la plaque doit être écartée.

S'assurer de l'absence de dégradation ou de réticulation non désirée, en utilisant la méthode spécifiée dans la Norme internationale correspondante ou agréée entre les parties intéressées.

7 Procès-verbal de la préparation des éprouvettes

Le procès-verbal doit contenir les indications suivantes:

- a) une référence à la présente Norme internationale;
- b) les dimensions des éprouvettes et leurs utilisations prévues;
- c) tous les détails nécessaires à l'identification complète de la matière à mouler (type, désignation, etc.);
- d) les détails de la préparation de la matière à mouler:
 - 1) les conditions de séchage pour les granules et la poudre, et
 - 2) les conditions de préparation des préformes et leur épaisseur moyenne;
- e) le type de moule et de feuille utilisés;

- f) les conditions de moulage:
 - 1) la durée de préchauffage,
 - 2) la température, la pression et la durée de moulage,
 - 3) la méthode de refroidissement utilisée, et
 - 4) la température de démoulage;
- g) l'état des éprouvettes, le cas échéant;
- h) la date de la préparation des éprouvettes;
- i) les observations diverses.

Projet de norme marocaine