

ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

RECOMMANDATION ISO
R 458

MATIÈRES PLASTIQUES

DÉTERMINATION DE LA RIGIDITÉ EN TORSION
EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

1^{ère} ÉDITION

Novembre 1965

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 458, *Détermination de la rigidité en torsion en fonction de la température*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 61, *Matières plastiques*, dont le Secrétariat est assuré par l'American Standards Association, Inc. (ASA).

Les travaux relatifs à cette question furent entrepris par le Comité Technique en 1959 et aboutirent en 1960 à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En avril 1962, ce Projet de Recommandation ISO (N° 469) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé, sous réserve de quelques modifications d'ordre rédactionnel, par les Comités Membres suivants:

Allemagne	Inde	Royaume-Uni
Australie	Italie	Suède
Autriche	Japon	Suisse
Brésil	Mexique	Tchécoslovaquie
Chili	Nouvelle-Zélande	U.S.A.
Espagne	Pologne	Yougoslavie
Finlande	République Sud-Africaine	
France	Roumanie	

Deux Comités Membres se déclarèrent opposés à l'approbation du Projet:

Belgique, U.R.S.S.

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en novembre 1965, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

MATIÈRES PLASTIQUES**DÉTERMINATION DE LA RIGIDITÉ EN TORSION
EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE****1. OBJET**

- 1.1** La présente Recommandation ISO décrit le mode opératoire à suivre pour déterminer les caractéristiques de rigidité en torsion des matières plastiques dans un intervalle de température étendu.
- 1.2** Elle est employée en particulier pour déterminer les caractéristiques de rigidité des matières plastiques souples aux températures inférieures à 0 °C.

2. PRINCIPE DE L'ESSAI

Le couple de torsion est déterminé après un temps arbitrairement fixé, compté à partir du moment de l'application de la charge. La même détermination est effectuée à différentes températures choisies dans un intervalle étendu. Il est nécessaire que la durée d'application de la charge soit arbitrairement fixée à cause des caractéristiques, bien connues, de fluage de ce type de produit.

La caractéristique réellement mesurée par cette méthode est le module apparent de rigidité G , quelquefois appelé module apparent d'élasticité en cisaillement. Il est important de remarquer que cette caractéristique n'est pas la même que le module apparent d'élasticité E , mesuré en tension, flexion ou compression. (Voir note 1.)

NOTES

1. Au prix de certaines simplifications, un module apparent d'élasticité peut être calculé à partir du module apparent de rigidité. Ce calcul est donné dans l'Annexe A de la présente Recommandation ISO.
2. La variation du module apparent d'élasticité en cisaillement du produit avec la température est un point important à prendre en considération dans les applications des différentes matières plastiques.

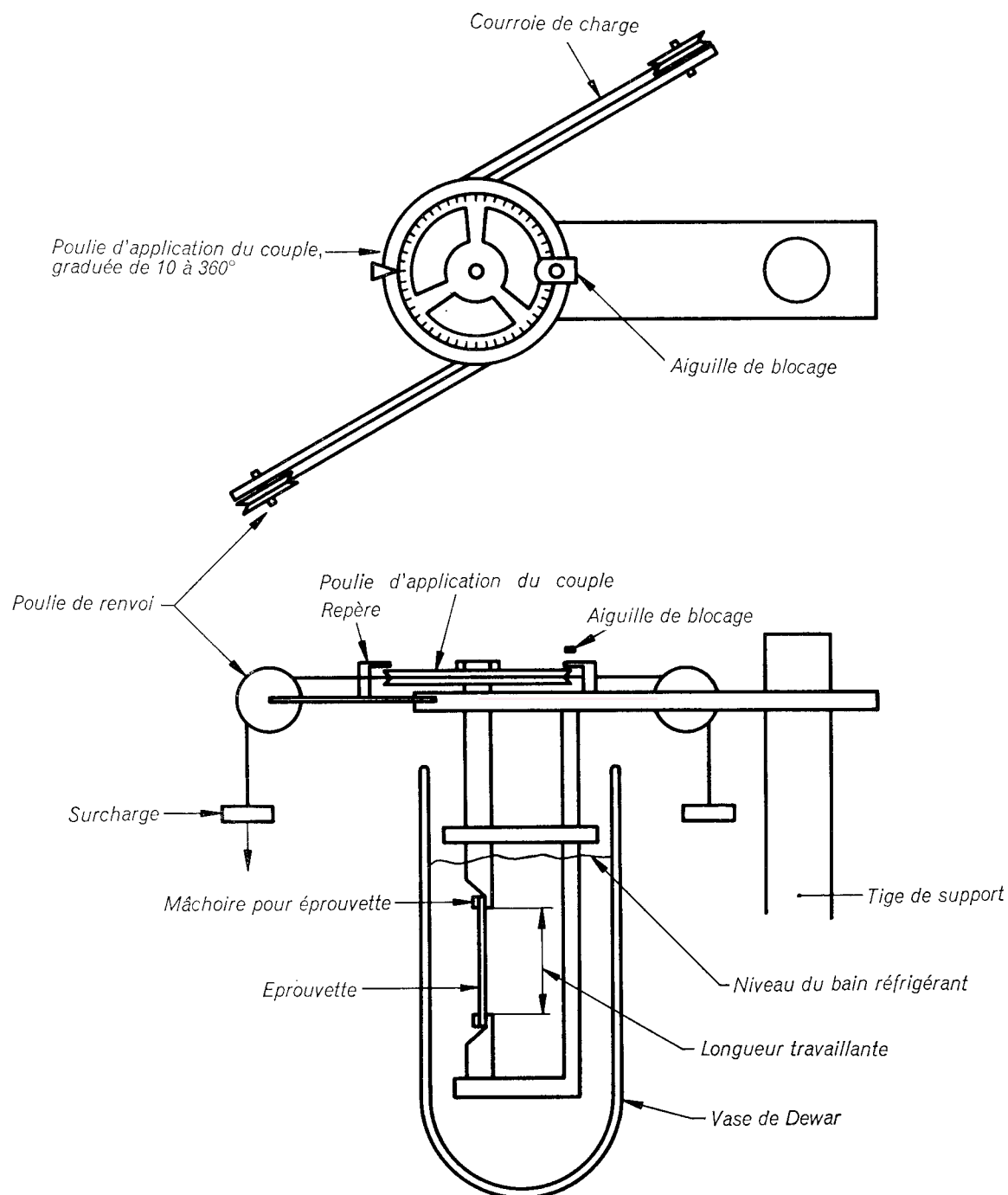


FIGURE — Appareillage d'essai pour la détermination de la torsion

3. APPAREILLAGE

L'appareillage comporte les éléments suivants:

- a) *Machine d'essai* capable d'exercer un couple de 0,1 à 1,2 kgf·cm (0,1 à 1,0 lbf·in) environ sur une éprouvette, ayant une longueur travaillante entre les mâchoires comprise entre 35 et 55 mm (1,4 à 2,2 in) mesurée à $\pm 0,5$ mm près ($\pm 0,02$ in) et immergée dans un milieu calorifique à circulation convenable. Le schéma d'une machine, susceptible de convenir pour cet essai, est donné par la Figure (page 4).
 - b) *Surcharges diverses*, destinées à faire varier le couple en vue de l'adapter à la rigidité de l'éprouvette. Le couple réellement appliqué par une combinaison donnée de surcharges, de rayon de la poulie de torsion et d'axe à roulements à billes, doit être déterminé par étalonnage, à moins qu'il puisse être démontré que le frottement est négligeable. Cette précaution est nécessaire pour éliminer les effets de frottement.
- NOTE 3. — Pour les opérations à basse température, l'axe de la machine doit être équipé d'un collier chauffant placé au voisinage du roulement inférieur, de façon à éviter la formation de glace.
- c) *Vase de Dewar* d'une capacité de 500 ml, ou d'une dimension convenable.
 - d) *Thermomètre* gradué en degrés Celsius et ayant une échelle de température convenable. Le réservoir doit être placé à proximité immédiate de l'éprouvette.
 - e) *Chronomètre* d'une précision de 0,1 seconde.
 - f) *Milieu calorifique*. Pour des travaux courants de laboratoire, utiliser comme milieu calorifique une substance qui reste liquide dans la gamme des températures désirées, mais à condition qu'il ait été vérifié que le liquide ne ramollit ni n'attaque l'éprouvette en aucune façon.

NOTES

- 4. On peut utiliser comme liquide l'acétone, l'alcool éthylique, l'alcool butylique, l'hexane normal, l'huile de silicone ou un mélange de phosphate de méthyle et d'eau dans le rapport de 87 à 13 en volume. Pour les températures jusqu'à -70°C , un mélange de 50 parties d'alcool éthylique, 30 parties d'éthylène glycol et 20 parties d'eau peut convenir. S'il n'existe aucun liquide convenable, utiliser un milieu calorifique gazeux. Dans ce cas, prendre grand soin d'attendre un temps suffisant pour que l'éprouvette atteigne la température d'équilibre.
 - 5. Une bonne agitation doit être assurée au cours du refroidissement et du chauffage par des moyens appropriés.
 - 6. Pour le refroidissement, on peut utiliser des moyens de réfrigération mécanique ou une boîte à glace sèche ou les deux, suivant la température désirée. Pour le chauffage, il est possible d'utiliser un thermoplongeur électrique dans le vase de Dewar.
- g) *Micromètre*. Utiliser un micromètre à cadran, taré, gradué en 0,01 mm (0,001 in) pour les mesures d'épaisseur. Effectuer ces mesures avec une précision à trois chiffres significatifs.

4. ÉPROUVETTES

- 4.1 Les éprouvettes seront des prismes droits ayant une longueur de 70 ± 10 mm. ($2,8 \pm 0,4$ in) et une largeur comprise entre 6,0 et 6,3 mm (0,23 à 0,25 in) mesurées à $\pm 0,02$ mm près ($\pm 0,001$ in). Les trous de fixation dans les mâchoires de la machine seront de forme allongée dans le sens de la longueur de l'éprouvette et auront leurs axes distants de 60 ± 10 mm ($2,4 \pm 0,4$ in). Dans les feuilles anisotropes, les éprouvettes seront prélevées suivant les deux directions principales.
- 4.2 L'épaisseur de l'éprouvette se situe généralement entre 1 et 5 mm (0,04 et 0,2 in). Cette gamme donne normalement suffisamment de possibilités pour examiner des matières d'essai de rigidité différentes.
- 4.3 Effectuer l'essai sur deux éprouvettes de chaque produit.

5. CONDITIONNEMENT

Conditionner les éprouvettes avant l'essai suivant la Recommandation ISO/R 291, *Matières plastiques. Atmosphères normales pour le conditionnement et les essais.*

6. MODE OPÉRATOIRE

- 6.1 Mesurer l'épaisseur de l'éprouvette avec la précision requise au paragraphe 3 g).
- 6.2 Monter l'éprouvette dans la machine. Placer l'éprouvette dans les mâchoires de façon telle que son axe vertical coïncide avec l'axe de rotation de la machine. Des cales pourront être utilisées à cette fin.

NOTE 7. — Pour éviter les effets de tension pendant le refroidissement, il est recommandé de ne fixer l'éprouvette que lorsqu'elle sera à une température au moins aussi basse que la température la plus basse à étudier.

- 6.3 Mettre le thermomètre en place.
- 6.4 Remplir le vase de Dewar avec le milieu calorifique, à une température un peu inférieure à la température la plus basse à étudier. Mettre le vase en place sur la machine.
- 6.5 Mettre l'agitateur en mouvement. Lorsque l'équilibre de température a été obtenu, faire la première lecture, comme indiqué au paragraphe 6.7.
- 6.6 En utilisant le thermoplongeur par intermittence, amener la température d'essai au-dessus de la température d'essai initiale.
- 6.7 Pour chaque température d'essai, faire les lectures après conditionnement de l'éprouvette pendant $3 \text{ min} + \frac{15}{0}$ secondes. Chaque lecture est faite en libérant la poulie d'application du couple et en notant l'angle de torsion θ après 5 secondes. Ramener alors la poulie à la position zéro et répéter l'opération à des températures successivement plus élevées. Noter les valeurs de θ et celles de la température pour chaque lecture. Le couple et l'épaisseur de l'éprouvette doivent être choisis de telle manière qu'il n'y ait aucune lecture pour θ qui soit au-dessous de 20° d'angle à la plus basse température, ni au-dessus de 200° d'angle à la plus haute température.

NOTE 8. — Dans le cas où certaines valeurs du module apparent de rigidité présenteraient un intérêt particulier, il est recommandé, si possible, de fixer le couple et les dimensions de l'éprouvette d'une manière telle que l'angle de torsion correspondant à ce module soit de 60° environ.

7. CALCULS

7.1 Calculer le module apparent de rigidité G pour chaque température de la façon suivante:

$$G = \frac{917 T l}{b d^3 \mu \theta}$$

où G = module apparent de rigidité, en kilogrammes-force par centimètre carré (kgf/cm²);

T = couple appliqué, en kilogrammes-force-centimètre (kgf · cm);

l = longueur travaillante de l'éprouvette, en centimètres;

b = largeur de l'éprouvette (plus grande dimension de la section droite), en centimètres;

d = épaisseur de l'éprouvette (plus petite dimension de la section droite), en centimètres;

μ = valeur dépendant du rapport $\frac{b}{d}$. Le Tableau ci-dessous donne les valeurs de μ pour les différentes valeurs du rapport $\frac{b}{d}$. Les valeurs intermédiaires seront trouvées par interpolation;

θ = angle de rotation de la poulie d'application du couple, en degrés.

TABLEAU. — Valeur de μ

Rapport $\frac{b}{d}$	μ	Rapport $\frac{b}{d}$	μ
1,20	2,68	2,75	4,11
1,30	2,83	3,00	4,21
1,40	2,99	3,50	4,37
1,50	3,13	4,00	4,49
1,60	3,26	4,50	4,59
1,70	3,37	5,00	4,66
1,80	3,48	6,00	4,77
1,90	3,57	7,00	4,85
2,00	3,66	8,00	4,91
2,25	3,84	9,00	4,96
2,50	3,99	10,00	5,00

NOTE 9. — La référence de cette expression et du Tableau est: Trayer & March, National Advisory Committee for Aeronautics, *Rapport 334* (1929).

7.2 Reporter les valeurs du module apparent de rigidité calculées conformément au paragraphe 7.1 selon une échelle logarithmique en fonction de la température portée linéairement.

8. PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit comporter les indications suivantes:

- Identification complète du produit comprenant le nom, le numéro de code ou de stock, la date de fabrication, la forme, etc.;
- Dimensions de l'éprouvette;
- Détails de conditionnement de l'éprouvette avant l'essai;
- Tableau des données et des résultats;
- Diagramme logarithmique de la valeur moyenne sur les deux éprouvettes du module apparent de rigidité en fonction de la température;
- Date de l'essai.