

---

# NORME INTERNATIONALE 2393

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

45

## Mélanges d'essais à base d'élastomères – Mélangeage, préparation et vulcanisation – Appareillage et mode opératoire

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

Première édition – 1973-09-01

[ISO 2393:1973](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/857153e8-c72a-47dd-b180-6149c2cf39f2/iso-2393-1973)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/857153e8-c72a-47dd-b180-6149c2cf39f2/iso-2393-1973>

---

CDU 678.4/.8 : 620.113

Réf. N° : ISO 2393-1973 (F)

**Descripteurs** : élastomère, élastomère vulcanisé, spécimen d'essai, préparation, vulcanisation, matériel d'essai.

Prix basé sur 6 pages

## AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2393 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, et soumise aux Comités Membres en avril 1971.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. de	France	Roumanie
Allemagne	Hongrie	Royaume-Uni
Canada	Inde	Suisse
Ceylan	Italie	Tchécoslovaquie
Corée, Rép.d.p. de	Pays-Bas	Thaïlande
Egypte, Rép. arabe d'	Pologne	U.R.S.S.
Espagne	Portugal	Yougoslavie

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Suède  
U.S.A.

# Mélanges d'essais à base d'élastomères — Mélangeage, préparation et vulcanisation — Appareillage et mode opératoire

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie l'appareillage et le mode opératoire pour le mélangeage, la préparation et la vulcanisation des mélanges d'essais à base d'élastomères.

## 2 RÉFÉRENCE

ISO/R 471, *Atmosphères normales pour le conditionnement et les essais des éprouvettes de caoutchouc.*

## 3 MATÉRIAUX DE RÉFÉRENCE

Les matériaux de référence nécessaires pour la préparation des mélanges d'essai, doivent être des matériaux de référence NBS<sup>1)</sup> ou des produits équivalents spécifiés dans les normes nationales.

## 4 MÉTHODE DE MÉLANGEAGE

4.1 La masse, en grammes, de mélange normalisé mis en œuvre sur un malaxeur à cylindres de laboratoire doit être égale à quatre fois la masse correspondant à la formule, sauf spécification contraire dans la Norme Internationale appropriée.

4.2 L'élastomère et le noir de carbone doivent être pesés à 1 g près, le soufre et l'accélérateur à 0,02 g près, l'oxyde de zinc et l'acide stéarique à 0,1 g près. Tous les autres ingrédients doivent être pesés à  $\pm 1\%$  près.

4.3 Sauf spécification contraire, le noir de carbone doit être conditionné, avant pesage, par chauffage dans une étuve à une température de  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  durant 2 h. Le noir doit être placé dans un récipient ouvert, de dimensions convenables, afin que l'épaisseur de la couche de noir ne soit pas supérieure à 10 mm pendant le séchage. Le noir ainsi séché doit être conservé dans un récipient fermé, à l'abri de l'humidité, jusqu'à son utilisation.

NOTE — La masse, en grammes, du mélange pour un malaxeur interne doit être égale au produit du volume utile de la chambre, en centimètres cubes, par la masse volumique du mélange.

1) National Bureau of Standards des États-Unis.

2) Déterminé conformément à l'ISO/R 289, *Détermination de la consistance des caoutchoucs naturels et synthétiques à l'aide du consistomètre à cisaillement.*

## 5 MÉLANGEUR À CYLINDRES

5.1 Les cylindres du mélangeur doivent avoir un diamètre extérieur de  $150 \pm 5$  mm. Le mélangeur doit être muni de guides dont l'écartement est de 250 à 280 mm, afin de maintenir l'élastomère entre les cylindres.

NOTE — Si un mélangeur d'une autre dimension est utilisée, des modifications de la masse et de la durée de malaxage doivent être effectuées, afin d'obtenir des résultats comparables.

Le mélangeur doit, de préférence, être utilisé en fonction et en calandrage.

5.2 La vitesse du cylindre lent (cylindre avant) doit être de  $24 \pm 1$  ~~r/min~~ et le rapport entre les vitesses des cylindres lent et rapide doit être de 1,4 : 1. D'autres rapports peuvent être utilisés, mais des modifications dans la méthode de malaxage peuvent être nécessaires, afin d'obtenir des résultats comparables.

5.3 On doit pouvoir régler la température des cylindres à la température spécifiée avec une tolérance de  $\pm 5^\circ\text{C}$ , sauf spécification différente dans la Norme Internationale appropriée.

5.4 L'écartement des cylindres doit être réglable au moins dans l'intervalle de 0,2 à 3,0 mm. Cet écartement doit être mesuré au moyen de deux cales en plomb d'une largeur de  $10 \pm 3$  mm d'une longueur au moins égale à 50 mm et d'une épaisseur supérieure de 0,25 à 0,50 mm à l'écartement à mesurer. Une cale en plomb doit être introduite à chaque extrémité des cylindres, à environ 25 mm des guides, pendant qu'un morceau d'élastomère malaxé, d'une viscosité Mooney<sup>2)</sup> (ML 1 + 4  $100^\circ\text{C}$ ) supérieure à 50 et mesurant environ 75 mm X 75 mm X 6 mm, est passé dans la partie médiane de l'espace entre les cylindres. Les cylindres doivent être à la température spécifiée pendant le malaxage. Après passage entre les cylindres, l'épaisseur des cales de plomb doit être mesurée au moyen d'un micromètre, à  $\pm 0,01$  mm près. La tolérance sur l'écartement des cylindres doit être de  $\pm 10\%$  ou  $\pm 0,05$  mm, en prenant la plus grande de ces deux valeurs.

**6 MÉTHODE DE MÉLANGEAGE SUR MÉLANGEUR À CYLINDRES**

6.1 Les mélanges doivent être faits en formant un rouleau avec l'élastomère sur le cylindre avant, sauf spécification contraire dans la Norme Internationale appropriée.

6.2 La température au milieu de la surface de chaque cylindre doit être mesurée pendant le mélangeage, soit continuellement, sur enregistreur, soit fréquemment à l'aide d'un appareil manuel (ayant une précision d'au moins  $\pm 1^\circ\text{C}$ ), afin de les maintenir à la température désirée. Le mélange peut être momentanément retiré afin de mesurer la température à la surface du cylindre avant.

6.3 Chaque fois que des coupes aux 3/4 sont spécifiées, le mélange doit être coupé sur les 3/4 de la largeur qu'il occupe sur le cylindre et le couteau doit être maintenu dans la position de coupe jusqu'à ce que le bourrelet disparaisse du côté incisé.

6.4 Le mélange ne doit pas être coupé lorsque des produits pulvérulents sont encore apparents sur le bourrelet ou à la surface du manchon. Les ingrédients de mélange tombant à travers les cylindres doivent être soigneusement récupérés et réintroduits dans le mélangeur.

6.5 Toutes les fois que des coupes aux 3/4 dans les deux sens sont spécifiées, des coupes successives aux 3/4 doivent être faites alternativement dans un sens et dans l'autre, en laissant 20 s entre les coupes, sauf spécification contraire dans la Norme Internationale appropriée.

6.6 La masse du mélange obtenu ne doit pas différer de la somme des masses de tous les ingrédients de plus de  $\pm 1,0\%$ .

6.7 Le mélange, pour être refroidi à la température ambiante, doit être placé sur un plateau métallique plan, propre et sec.

**7 PRÉPARATION DES PLAQUES VULCANISÉES POUR LE DÉCOUPAGE DES ÉPROUVETTES EN FORME D'HALTÈRES**

**7.1 Préparation des ébauches**

7.1.1 Les mélanges doivent être conditionnés, durant 2 à 24 h, à l'une des températures normales, spécifiées dans l'ISO/R 471 ( $20^\circ\text{C}$ ,  $23^\circ\text{C}$  ou  $27^\circ\text{C}$ )  $\pm 2^\circ\text{C}$ , de préférence dans un récipient fermé, afin d'éviter toute absorption d'humidité atmosphérique.

7.1.2 Lorsqu'il est nécessaire de remalaxer le mélange, cette opération doit être effectuée en mettant le mélange en rouleau sans manchonner, et en passant le rouleau dix fois entre les cylindres, dans le sens de la longueur. Après chaque passage sur les cylindres, le mélange doit être enroulé sur lui-même. L'écartement des cylindres doit être

de 0,2 mm et la température doit être celle prescrite pour le malaxage. Après le dernier passage, régler l'écartement des cylindres à 1,4 mm et manchonner le mélange sur le cylindre avant. Trois coupes aux 3/4 doivent être faites dans chaque sens et le mélange doit être calandré entre les cylindres pour obtenir, après refroidissement, une feuille d'environ 2,2 mm d'épaisseur.

7.1.3 Après mélangeage ou remalaxage, la feuille doit être placée sur une surface métallique plane, propre et sèche et les pièces doivent être coupées, à des dimensions qui correspondent aux empreintes du moule. Le sens du calandrage doit être marqué sur chaque pièce. Les pièces non vulcanisées doivent avoir la masse indiquée sur le tableau à  $\pm 3$  g près, lorsqu'elles sont vulcanisées dans le moule décrit en 7.2.2.

TABLEAU – Masse des ébauches non vulcanisées

Masse volumique	Masse
Mg/m <sup>3</sup>	g
0,94	47
0,96	48
0,98	49
1,00	50
1,02	51
1,04	52
1,06	53
1,08	54
1,10	55
1,12	56
1,14	57
1,16	58
1,18	59
1,20	60
1,22	61
1,24	62
1,26	63
1,28	64
1,30	65

**7.2 Matériel de vulcanisation**

**7.2.1 Presse**

La presse doit pouvoir être capable d'exercer une pression supérieure à 3,5 MN/m<sup>2</sup> sur la surface du moule, pendant toute la durée de vulcanisation. Elle doit avoir des plateaux chauffants de dimensions suffisantes pour qu'aucune partie de l'élastomère ne se trouve à moins de 75 mm du bord des plateaux pendant la vulcanisation. Les plateaux doivent, de préférence, être fabriqués en acier laminé et usinés en prévision d'un chauffage électrique ou à vapeur.

Si le chauffage à vapeur est utilisé, un purgeur automatique ou un petit évent doit être placé à l'extérieur du conduit de la vapeur pour permettre une circulation continue de la vapeur dans les plateaux. Si des plateaux à chambres sont

employés, la sortie de vapeur doit être placée un peu au-dessous de la chambre de production de vapeur, afin d'assurer une bonne évacuation.

La transmission de la chaleur des plateaux chauffants à la presse doit être réduite autant que possible au moyen d'une grille métallique intercalée entre les plateaux et la presse ou par d'autres moyens. Les plateaux doivent être suffisamment protégés contre le retrait.

Les surfaces de pression des plateaux doivent être planes et parallèles. Le défaut de parallélisme doit être inférieur à 0,25 mm lorsque les plateaux sont à 150 °C et fermés sous pression maximale sur une grille en fil de soudure ou en plomb placée entre les plateaux.

En utilisant n'importe quel type de plateaux, la température à l'intérieur du moule et sur toute sa surface, doit être uniforme. L'écart maximal de température au centre des plateaux ne doit pas être supérieur à  $\pm 0,5$  °C. Entre plateaux adjacents, la différence de température entre des points correspondants des deux plateaux ne doit pas excéder 1 °C et la différence moyenne des températures des plateaux ne doit pas excéder 0,5 °C.

### 7.2.2 Moule

Le moule doit avoir des empreintes aux dimensions indiquées sur la Figure 1 correspondant à des plaques d'environ 150 mm X 150 mm X 2 mm. Les empreintes doivent être à plus de 6 mm des bords et leur profondeur doit être comprise entre 1,9 et 2,0 mm. Les angles des empreintes peuvent être arrondis, avec un rayon maximal de 6 mm.

Le moule peut également être constitué par une plaque inférieure d'une épaisseur d'environ 20 mm, sur laquelle sont fixés des barreaux séparant les différentes empreintes, comme le montre la Figure 2. La surface de moulage doit être propre, finement polie et chromée. Les moules construits en acier trempé sont préférables, mais l'acier doux chromé ou l'acier inoxydable sont également admis. Le couvercle du moule doit être constitué par une plaque plane d'au moins 10 mm d'épaisseur et muni de charnières pour éviter tout glissement des surfaces du moule.

Au lieu d'un moule séparé muni d'un couvercle, les empreintes peuvent être usinées directement dans le plateau de la presse. Normalement, on ne doit pas déposer d'agent de démoulage sur la surface du moule. S'il est nécessaire d'utiliser un agent de démoulage, seul un type de lubrifiant, n'affectant pas les plaques moulées, peut être utilisé et l'excès de lubrifiant doit pouvoir être enlevé par vulcanisation et après rejet d'au moins une série de plaques. Les agents de démoulage du type silicone ou les solutions de savon peuvent être employés de préférence.

Une pellicule d'un matériau approprié tel qu'une feuille d'aluminium non grasse, de 0,1 mm d'épaisseur, peut être placée au-dessus et au-dessous de la plaque dans le moule, en vue d'éviter toute contamination provenant des précédents moulages, mais dans ce cas, une correction doit être apportée à la masse des ébauches découpées.

## 7.3 Méthode de vulcanisation

**7.3.1** Chauffer le moule à la température de vulcanisation  $\pm 0,5$  °C, la presse étant fermée, la maintenir à cette température pendant au moins 20 min avant d'introduire les ébauches. Vérifier la température du moule au moyen d'un thermocouple, ou de tout autre appareil de mesurage, en l'insérant dans l'une des rainures de débordement et en le maintenant en contact avec la cavité du moule.

**7.3.2** Ouvrir la presse, introduire les ébauches dans le moule et refermer la presse aussi rapidement que possible. Lorsque le moule est retiré de la presse pour mettre en place les ébauches, toutes précautions doivent être prises en vue d'éviter un refroidissement excessif du moule par contact d'une surface métallique froide, ou par exposition aux courants d'air.

**7.3.3** La durée de vulcanisation doit être considérée comme étant le laps de temps écoulé entre l'instant où la pression indiquée est appliquée et l'instant où la pression est supprimée. Maintenir le moule sous une pression minimale de 3,5 MN/m<sup>2</sup> pendant la vulcanisation.

Aussitôt après l'ouverture de la presse, retirer les vulcanisats du moule et les refroidir dans l'eau (à la température ambiante ou plus basse) ou sur une surface métallique (pour objets manufacturés pour utilisations électriques) pendant 10 à 15 min. Sécher ensuite les plaques qui ont été refroidies dans l'eau et les laisser reposer avant les essais. Pendant les deux opérations précédentes, prendre soin d'éviter toute traction ou déformation possible.

**7.3.4** Conserver les vulcanisats à l'une des températures normales spécifiées dans l'ISO/R 471.

**7.3.5** Pour tous les essais, le temps minimal de repos entre la vulcanisation et les essais doit être de 16 h.

**7.3.6** Le temps maximal entre la vulcanisation et les essais doit être de 4 semaines. Pour obtenir des résultats comparables, les essais doivent être effectués, autant que possible, dans le même intervalle de temps.

## 8 PRÉPARATION DES DISQUES VULCANISÉS NORMALISÉS POUR EPROUVETTES EN FORME D'ANNEAUX

### 8.1 Préparation des ébauches

**8.1.1** Les mélanges doivent être conditionnés durant 2 à 24 h à l'une des températures normales spécifiées dans l'ISO/R 471 (20 °C, 23 °C ou 27 °C)  $\pm 2$  °C, de préférence dans un récipient fermé afin d'éviter toute absorption d'humidité atmosphérique, à moins que l'humidité ne soit maintenue constante à  $35 \pm 5$  %.

**8.1.2** Lorsqu'il est nécessaire de remalaxer le mélange, cette opération doit être effectuée en mettant le mélange en rouleau, sans manchonner en passant le rouleau dix fois entre les cylindres, dans le sens de la longueur. Après chaque passage entre les cylindres, le mélange doit être enroulé sur lui-même. L'écartement des cylindres doit être de 0,2 mm et la température doit être celle prescrite pour le malaxage. Après le dernier passage, régler l'écartement des cylindres à 1,4 mm et manchonner le mélange sur le cylindre avant. Trois coupes aux 3/4 doivent être faites dans chaque sens et le mélange doit être calandré entre les cylindres pour obtenir, après refroidissement, une feuille d'environ 4,2 mm d'épaisseur.

**8.1.3** Après mélangeage ou remalaxage, la feuille doit être placée sur une surface métallique plane, propre et sèche. Découper dans la feuille des disques compris entre 63 et 64 mm de diamètre pour être introduits dans la cavité du moule indiquée sur la Figure 3.

## 8.2 Matériel de vulcanisation

### 8.2.1 Presse

Comme spécifiée en 7.2.1.

### 8.2.2 Moule

Le moule doit avoir des empreintes aux dimensions indiquées sur la Figure 3, correspondant à des disques ayant un diamètre de 65 mm et d'une épaisseur de 4 mm. Le moule est constitué par un couvercle et une plaque munie d'empreintes de moulage, reliés par une charnière. Les charnières sont pourvues de trous oblongs afin de préserver le parallélisme des surfaces de pression et empêcher les distortions du couvercle lorsque la presse est fermée sur le moule chargé de disque épais.

Les parties creuses contiennent plusieurs groupes d'empreintes cylindriques pour le moulage de trois disques reliés entre eux. À l'extrémité de chaque groupe d'empreintes, un évidement de 10 mm de largeur peut être utilisé pour l'identification des différents mélanges. Pour des raisons techniques, la profondeur de cet évidement est inférieure à celle des empreintes. En vue de l'identification, des languettes en aluminium gravées peuvent être placées dans ces évidements qui laisseront au moulage une marque d'identité attachée à chaque groupe de trois disques.

Le nombre d'empreintes dépend de la grandeur des plateaux de la presse disponible. Des alliages durs d'aluminium peuvent convenir pour la fabrication du moule représenté sur la Figure 3. Des moules plus petits (par exemple : couvercle 4 mm, section de la cavité 8 mm) peuvent être construits en acier; mais les charnières de ce type de moule sont plus difficiles à réaliser.

Les empreintes doivent être de profondeur uniforme, les écarts doivent être inférieurs de 0,05 mm. Les coins des empreintes peuvent être arrondis avec un rayon maximal de 0,5 mm.

Les surfaces de moulage doivent être propres et finement polies.

## 8.3 Méthode de vulcanisation

**8.3.1** Chauffer le moule à la température de vulcanisation  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ , la presse étant fermée, le maintenir à cette température pendant au moins 20 min avant d'introduire les ébauches. Vérifier la température du moule au moyen d'un thermocouple, ou de tout autre appareil de mesure, en l'insérant dans l'une des rainures de débordement et en le maintenant en contact immédiat avec l'empreinte du moule.

**8.3.2** Ouvrir la presse, introduire les ébauches dans le moule et refermer la presse aussi rapidement que possible. Lorsque le moule est retiré de la presse pour mettre en place les ébauches, toutes précautions doivent être prises en vue d'éviter un refroidissement excessif du moule par contact d'une surface métallique froide, ou par exposition aux courants d'air.

**8.3.3** La durée de vulcanisation doit être considérée comme étant le laps de temps écoulé entre l'instant où la pression indiquée est appliquée et l'instant où la pression est supprimée. Maintenir le moule sous une pression minimale de 3,5 MN/m<sup>2</sup> pendant la vulcanisation.

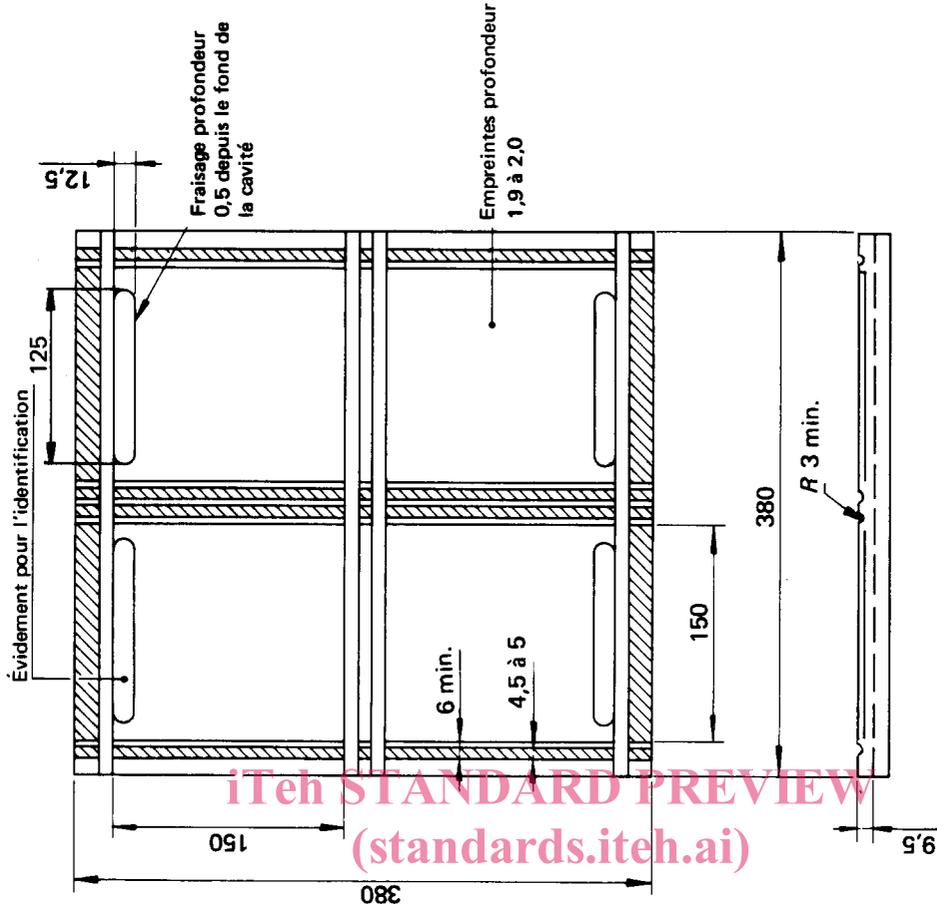
Aussitôt après l'ouverture de la presse, retirer les vulcanisats du moule et les refroidir dans l'eau (à la température ambiante ou plus basse) ou sur une surface métallique (pour objets manufacturés pour utilisations électriques) pendant 10 à 15 min. Sécher ensuite les plaques qui ont été refroidies dans l'eau et les laisser reposer avant les essais. Pendant les deux opérations précédentes, prendre soin d'éviter toute traction ou déformation possible.

**8.3.4** Conserver les vulcanisats à l'une des températures normales spécifiées dans l'ISO/R 471.

**8.3.5** Pour tous les essais, le temps minimal entre la vulcanisation et les essais doit être de 16 h.

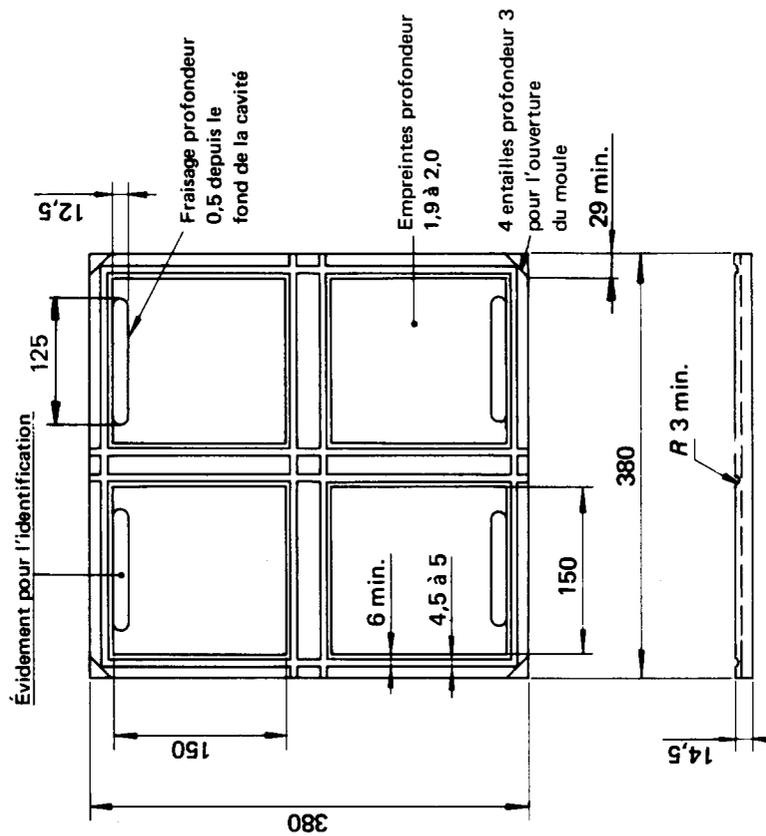
**8.3.6** Le temps maximal entre la vulcanisation et les essais doit être de 4 semaines. Pour obtenir des résultats comparables, les essais doivent être effectués, autant que possible dans le même intervalle de temps.

Dimensions en millimètres



NOTE — Les évidements pour l'identification sont facultatifs.

FIGURE 2 — Type de moule en éléments assemblés

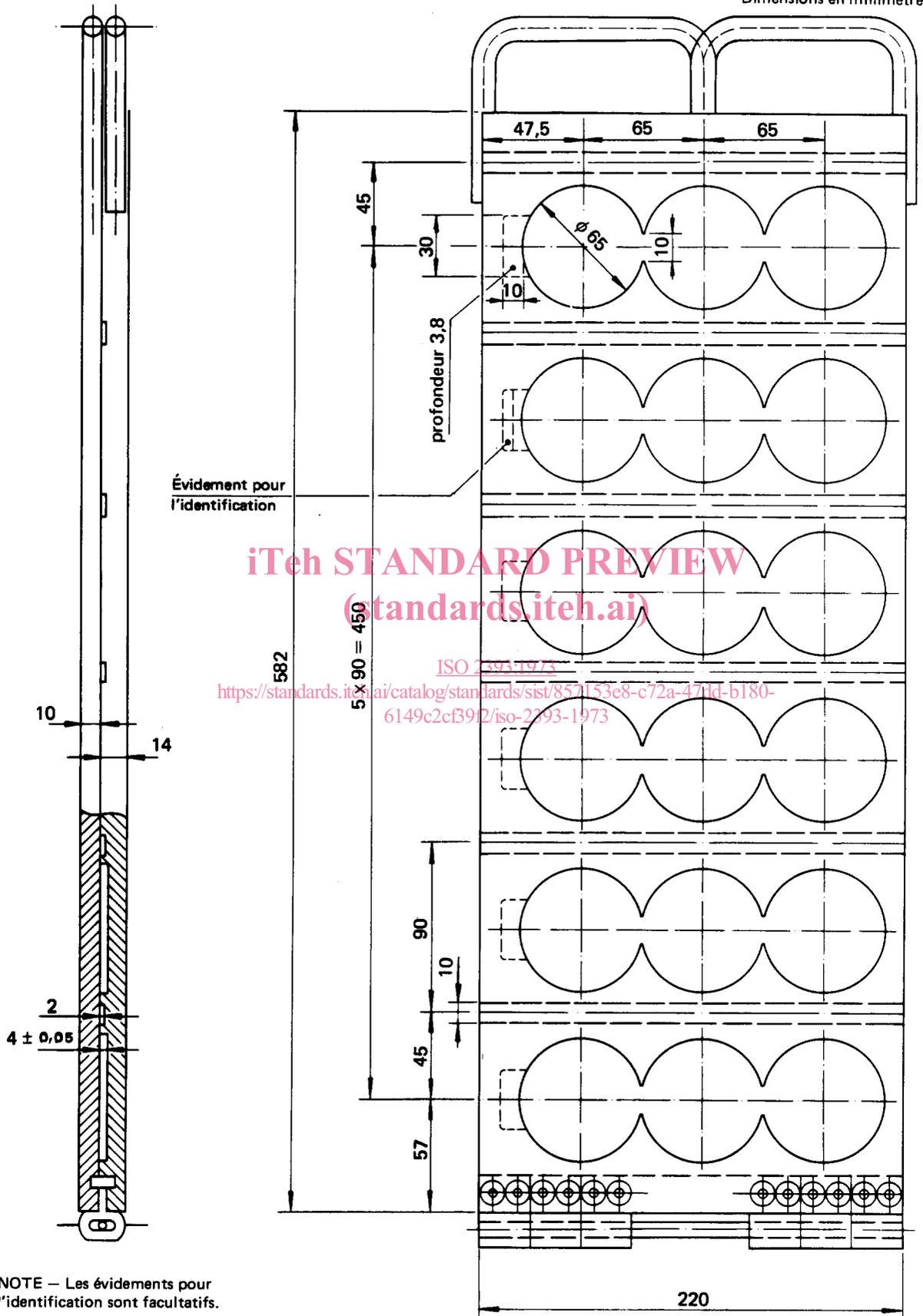


NOTE — Les évidements pour l'identification sont facultatifs

FIGURE 1 — Plan d'un moule à quatre empreintes

ISO 2393:1973  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/857153e8-c72a-47dd-b180-6149c2c39f2/iso-2393-1973>

Dimensions en millimètres



NOTE — Les évidements pour l'identification sont facultatifs.

FIGURE 3 — Moule pour la vulcanisation de disques pour éprouvettes-anneaux