

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
2393

Deuxième édition  
1994-06-15

---

---

**Mélanges d'essais à base de  
caoutchouc — Mélangeage, préparation et  
vulcanisation — Appareillage et mode  
opérateur**  
**(standards.iteh.ai)**

*Rubber test mixes — Preparation, mixing and vulcanization — Equipment  
and procedures*  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0801ba51-969e-4d3e-ab24-42c05aa2a822/iso-2393-1994>



Numéro de référence  
ISO 2393:1994(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 2393 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 3, *Matières premières (y compris le latex) à l'usage de l'industrie des élastomères*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0801ba51-969e-4d3e-ab24-42c05aa2a822/iso-2393-1994>

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2393:1973), dont elle constitue une révision technique.

© ISO 1994

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

Imprimé en Suisse

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

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit l'appareillage et les modes opératoires pour la préparation, le mélangeage et la vulcanisation des mélanges d'essais, dans le cadre des méthodes d'évaluation des caoutchoucs.

ISO 3417:1991, *Caoutchouc — Détermination des caractéristiques de vulcanisation à l'aide du rhéomètre à disque oscillant.*

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

## 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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 37:1994, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des caractéristiques de contrainte-déformation en traction.*

ISO 289-1:1994, *Caoutchouc non vulcanisé — Déterminations utilisant un consistomètre à disque de cisaillement — Partie 1: Détermination de l'indice consistométrique Mooney.*

ISO 471:—<sup>1)</sup>, *Caoutchouc — Températures, humidités et durées pour le conditionnement et l'essai.*

**3.1 masse d'un mélange correspondant à sa formule:** Somme des masses, en grammes, de tous les constituants d'une formule, dans laquelle la masse du caoutchouc ou du caoutchouc étendu à l'huile est fixée à 100 g, ou selon les prescriptions de la méthode d'évaluation concernée.

**3.2 masse d'un mélange:** Masse d'un mélange d'essai préparé lors d'une opération de mélangeage.

**3.3 volume utile total:** Volume de la cuve de mélangeage, les rotors étant en place.

**3.4 capacité nominale d'un mélangeur:** La partie du volume utile total qui est effectivement utilisée pour le mélangeage; une valeur de 0,75 fois le volume libre total est couramment admise pour des mélangeurs à rotors tangentiels.

## 4 Ingrédients de mélange

Les ingrédients de mélange nécessaires pour les diverses formules normalisées d'essai doivent être conformes à des normes nationales ou internationales, comme prescrit dans la méthode d'évaluation particulière au caoutchouc concerné.

1) À publier. (Révision de l'ISO 471:1983 et de l'ISO 1826:1981)

## 5 Préparation des matériaux

### 5.1 Masses des mélanges

**5.1.1** La masse normalisée, en grammes, d'un mélange préparé sur malaxeur à cylindres de laboratoire doit être égale à quatre fois la masse correspondant à la formule, sauf prescription contraire dans la méthode d'évaluation particulière au caoutchouc concerné.

NOTE 1 Certains pays utilisent des masses moins importantes, ce qui peut donner des résultats différents.

**5.1.2** La masse normalisée, en grammes, d'un mélange préparé en mélangeur interne doit être égale à la capacité nominale, en centimètres cubes, du mélangeur multipliée par la masse volumique du mélange.

**5.1.3** La masse normalisée, en grammes, d'un mélange préparé en mélangeur interne miniature doit être égale à la capacité nominale, en centimètres cubes, du mélangeur multipliée par la masse volumique du mélange.

### 5.2 Tolérances de pesage

**5.2.1** Le caoutchouc et le noir de carbone doivent être pesés avec une précision de 1 g, l'huile avec une précision de 1 g ou de  $\pm 1\%$ , selon ce qui est le plus précis, les agents de vulcanisation et les accélérateurs avec une précision de 0,02 g, l'oxyde de zinc et l'acide stéarique avec une précision de 0,1 g. Tous les autres ingrédients doivent être pesés avec une précision de  $\pm 1\%$ .

**5.2.2** Pour les mélanges sur malaxeur interne miniature, le caoutchouc et le noir de carbone doivent être pesés avec une précision de 0,1 g, l'huile avec une précision de 0,1 g ou de  $\pm 1\%$ , selon ce qui est le plus précis, le soufre et l'accélérateur avec une précision de 0,002 g, l'oxyde de zinc et l'acide stéarique avec une précision de 0,01 g. Tous les autres ingrédients doivent être pesés avec une précision de  $\pm 1\%$ .

### 5.3 Conditionnement du noir de carbone

**5.3.1** Sauf prescription contraire, le noir de carbone doit être conditionné, avant pesage, par chauffage dans une étuve à  $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  durant 2 h, placé dans un récipient ouvert de dimensions convenables, de façon que l'épaisseur de la couche de noir ne soit pas supérieure à 10 mm. Le noir ainsi conditionné doit

être stocké dans un récipient fermé étanche, jusqu'à son utilisation.

Le noir de carbone peut également être conditionné par chauffage dans une étuve à  $125\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  durant 1 h. Le noir de carbone conditionné ainsi peut ne pas donner les mêmes résultats que celui conditionné à  $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

La température de conditionnement utilisée doit être consignée dans le rapport d'essai.

## 6 Matériel de mélangeage

### 6.1 Mélangeur à cylindres

Les caractéristiques d'un mélangeur normalisé de laboratoire sont les suivantes:

Diamètre du cylindre (diamètre extérieur), mm	150 à 155
Longueur du cylindre (entre les guides), mm	250 à 280
Vitesse du cylindre avant (lent), tr/min	$24 \pm 1$
Rapport de vitesse des cylindres (de préférence)	1:1,4
Écartement entre les cylindres (réglable), mm	0,2 à 8,0
Tolérance de température, °C	$\pm 5$ (sauf prescription contraire)

**AVERTISSEMENT — Il est recommandé de munir le mélangeur de dispositifs de sécurité destinés à éviter les accidents, en conformité avec la réglementation nationale.**

#### NOTES

2 Si des mélangeurs d'autres dimensions sont utilisés, des modifications des masses et de la durée de malaxage peuvent être nécessaires, afin d'obtenir des résultats comparables.

3 Si le rapport de vitesses des cylindres est différent de 1:1,4, des modifications dans la méthode de malaxage peuvent être nécessaires, afin d'obtenir des résultats comparables.

L'écartement des cylindres doit être déterminé à l'aide de deux cales en plomb d'une largeur de  $10\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ , d'une longueur d'au moins 50 mm et d'une épaisseur supérieure de 0,25 mm à 0,50 mm à l'écartement à mesurer. Les cales en plomb doivent être introduites à chaque extrémité des cylindres, à environ 25 mm des guides, pendant que l'on fait passer dans la partie médiane de l'espace

entre les cylindres un morceau de caoutchouc malaxé, d'une viscosité Mooney (ML 1 + 4 à 100 °C), déterminée conformément à l'ISO 289-1, supérieure à 50 et mesurant environ 75 mm × 75 mm × 6 mm. Les cylindres doivent être à la température prescrite pendant le malaxage. Après passage entre les cylindres, l'épaisseur des cales de plomb doit être mesurée en trois points différents au moyen d'un micromètre avec une précision de ± 0,01 mm. La tolérance sur l'écartement des cylindres doit être de ± 10 % ou ± 0,05 mm, en prenant la plus grande de ces deux valeurs.

Les cylindres doivent être équipés pour permettre une circulation de fluides de chauffage ou de refroidissement.

## 6.2 Mélangeur interne

**6.2.1** On peut diviser les mélangeurs internes en deux types fondamentaux: ceux munis de rotors tangentiels et ceux munis de rotors se chevauchant. Pour le type à rotors tangentiels, les zones de contraintes et de déformations élevées se situent entre les extrémités du rotor et la paroi de la cuve. Les rotors fonctionnent également à des vitesses différentes, ce qui aide l'action de pompage et de distribution du mélangeur.

Dans le cas des mélangeurs à rotors se chevauchant, les rotors tournent à la même vitesse, mais la conception des bossages des rotors ainsi que le chevauchement des rotors créent un rapport de friction. La zone de contraintes et de déformations élevées se situe entre les rotors.

**6.2.2** La présente Norme internationale décrit trois types de mélangeurs internes de laboratoire. Les types A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> sont du type tangentiel et le type B est du type à chevauchement. On peut utiliser des mélangeurs internes autres que ceux prescrits. En règle générale, des types différents de mélangeurs internes ne donnent pas les mêmes propriétés dans le mélange final. On peut y remédier par une modification de la procédure de mélangeage. Pour des besoins d'arbitrage en particulier, ces modifications doivent être mises au point et acceptées par les parties intéressées.

**AVERTISSEMENT — Il est recommandé de munir les mélangeurs internes d'un système d'évacuation des fumées et de dispositifs de sécurité destinés à éviter les accidents, en conformité avec la réglementation nationale.**

**6.2.3** Les dimensions des trois types de mélangeurs internes de laboratoire sont indiquées dans le tableau 1.

**Tableau 1 — Types de mélangeurs internes de laboratoire**

Caractéristique du mélangeur	Type A <sub>1</sub> (rotors tangentiels)	Type A <sub>2</sub>	Type B (rotors se chevauchant)
Capacité nominale de mélangeage (cm <sup>3</sup> )	1 170 ± 40	2 000	1 000
Vitesse du rotor rapide (tr/min)	77 ± 10 110 ± 10	40 ± 10	55
Rapport de friction des rotors	1 125:1	1,2:1	1:1
Écartement du rotor (mm)			
neuf	2,38 ± 0,13	4,0 ± 1,0	2,45 à 2,50
usé	3,70		5,0
Énergie [kW/(tr·min <sup>-1</sup> )]	0,13 (rotor rapide)		0,227
Pression du piston sur le mélange (MPa)	0,5 à 0,8 (ou comme prescrit dans la norme particulière)	0,5 à 0,8	0,3 (ou comme prescrit dans la norme particulière)
(NOTE — Le type A <sub>1</sub> est couramment utilisé.)			

**6.2.4** Tous les mélangeurs internes doivent être munis d'un système permettant de mesurer et de visualiser et/ou d'enregistrer la température du mélange pendant le malaxage à 1 °C près.

NOTE 4 La température réelle du mélange dépasse en général les températures indiquées d'une quantité qui dépend des conditions de malaxage utilisées et de l'emplacement de la sonde de mesure.

**6.2.5** Tous les mélangeurs internes doivent être munis d'un chronomètre qui indique le temps de malaxage avec une précision de ± 5 s.

**6.2.6** Tous les mélangeurs internes doivent être munis d'un système indiquant ou enregistrant la puissance électrique consommée ou le couple.

**6.2.7** Tous les mélangeurs internes doivent être munis d'un système efficace de chauffage et de refroidissement permettant de réguler les températures de surface des rotors et des parois de la cuve de mélangeage.

**6.2.8** Tous les mélangeurs internes doivent être fermés pendant le malaxage à l'aide d'un piston afin de maintenir le mélange dans la cuve de mélangeage.

**6.2.9** Lorsque les écartements dépassent les valeurs indiquées dans le tableau 1, une remise en état devient nécessaire puisque la qualité du mélangeage peut être dégradée. Cette augmentation de l'écartement du rotor peut être considérée comme équivalente à une augmentation d'environ 10 % de la capacité nominale du mélangeur.

**6.2.10** Un mélangeur, du type décrit en 6.1, doit être prévu pour homogénéiser les mélanges.

### 6.3 Mélangeur interne miniature

Les dimensions du mélangeur interne miniature préconisé sont les suivantes:

Type	À rotors non chevau-chants
Capacité nominale de mélange (cm <sup>3</sup> )	64 ± 1
Vitesse du rotor (tr/min)	60 <sup>+3</sup> (rotor rapide)
Rapport de friction des rotors	1,5:1

NOTE 5 Le mélangeur interne miniature produit une quantité de mélange permettant seulement d'effectuer l'essai avec un rhéomètre et de confectionner une feuille vulcanisée d'environ 150 mm x 75 mm x 2 mm.

**6.3.1** Le mélangeur interne miniature doit être muni d'un système permettant de mesurer et d'indiquer ou d'enregistrer la température du mélange pendant le mélangeage à 1 °C près.

NOTE 6 La température réelle du mélange dépasse en général les températures indiquées d'une quantité qui dépend des conditions de malaxage utilisées.

**6.3.2** Il faut utiliser un chronomètre qui donne le temps de mélange avec une précision de ± 5 s.

**6.3.3** Le mélangeur interne miniature doit être muni d'un système indiquant ou enregistrant la puissance électrique consommée ou le couple.

**6.3.4** Le mélangeur interne miniature doit être muni d'un système efficace de chauffage et de refroidissement permettant de réguler la température des parois de la cuve de mélangeage.

**6.3.5** Le mélangeur interne miniature doit être fermé pendant le malaxage à l'aide d'un piston ou d'un levier afin de maintenir le mélange dans la cuve de mélangeage.

## 7 Méthodes de mélangeage

### 7.1 Méthode de mélangeage sur mélangeur à cylindres

**7.1.1** Les mélanges doivent être effectués en faisant mançonner le caoutchouc sur le cylindre avant, sauf prescription contraire dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné.

**7.1.2** La température au milieu de la surface de chaque cylindre doit être mesurée pendant le mélangeage, soit continuellement sur un enregistreur, soit fréquemment à l'aide d'un appareil manuel (ayant une précision d'au moins ± 1 °C), afin de maintenir la température désirée. Le mélange peut être momentanément retiré du mélangeur afin de pouvoir mesurer la température à la surface du cylindre avant.

**7.1.3** Chaque fois que des coupes aux 3/4 sont spécifiées, le mélange doit être coupé aux 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.

**7.1.4** Les ingrédients du mélange doivent être par-semés sur la totalité de la longueur du cylindre. 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 sur le mélange.

**7.1.5** Chaque fois que des coupes aux 3/4 de chaque côté sont spécifiées, des coupes successives aux 3/4 doivent être faites alternativement d'un côté et de l'autre, en laissant 20 s entre les coupes, sauf prescription contraire dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné.

**7.1.6** La masse du mélange obtenu ne doit pas différer de la somme des masses prescrites pour le caoutchouc et tous les autres ingrédients de plus de + 0,5 % ou - 1,5 %.

**7.1.7** Le mélange doit être refroidi à la température ambiante sur une surface métallique plane, propre et sèche. Il est recommandé d'envelopper les mélanges refroidis dans une feuille d'aluminium ou d'un autre matériau approprié afin d'empêcher la contamination par d'autres mélanges. Le mélange peut aussi être refroidi dans l'eau, mais les résultats obtenus peuvent être différents.



**7.1.8** Un rapport doit être rédigé pour chaque mélange, mentionnant

- a) le rapport de vitesses (rapport de friction) et les vitesses des cylindres;
- b) la distance entre les guides;
- c) les températures maximale et minimale des cylindres;
- d) la température de conditionnement du noir de carbone;
- e) la méthode utilisée pour le refroidissement du mélange une fois confectionné.

## 7.2 Méthode de mélangeage sur mélangeur interne

**7.2.1** La méthode de mélangeage utilisée doit être celle prescrite dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné. Si l'on ne dispose d'aucune norme, la méthode doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

**7.2.2** Lors de la préparation d'une série de mélanges identiques, les conditions du mélangeur interne doivent être les mêmes pour chaque opération de mélangeage. Avant chaque série de mélanges d'essai, un premier mélange, de même formule que les mélanges d'essai, doit être confectionné, dans le seul but de mettre le mélangeur en conditions. Cela sert également à le nettoyer. Il faut laisser la machine se refroidir à une température prescrite, entre la fin d'un mélange et le début du suivant. Il est recommandé de ne pas modifier les conditions de régulation de température de la machine pendant la préparation d'une série de mélanges d'essai.

NOTE 7 Pour obtenir les meilleurs résultats, il convient de faire tous les mélanges d'essai à comparer dans le même mélangeur interne.

**7.2.3** Les matériaux à mélanger doivent être réduits en morceaux de dimensions telles qu'ils puissent être facilement et rapidement introduits dans le mélangeur interne.

**7.2.4** Le mélange déchargé doit être terminé sur un mélangeur à cylindres normalisé de laboratoire de la façon prescrite dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné et laissé à refroidir jusqu'à l'une des températures normales spécifiées dans l'ISO 471 ( $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  ou  $27\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ) sur une surface métallique plane, propre, et sèche.

**7.2.5** La masse du mélange obtenu ne doit pas différer de la masse totale des ingrédients de plus de + 0,5 % ou - 1,5 %.

On sait que certains caoutchoucs et ingrédients de mélanges contiennent de petites quantités de matières volatiles qui peuvent s'éliminer aux températures de mélangeage, ce qui a pour résultat que la tolérance susmentionnée peut ne pas être respectée. Dans ce cas, la différence doit être consignée dans le rapport. Cette disposition s'applique également à 7.2.8 et 7.3.4.

**7.2.6** Le mélange doit reposer durant 30 min ou jusqu'à ce qu'il atteigne la température normale avant de passer à l'étape finale de mélangeage. La durée maximale entre les étapes de mélangeage doit être de 24 h.

**7.2.7** Si l'étape finale de mélangeage doit être effectuée au mélangeur interne, le mélange résultant de l'étape 1 doit être coupé en bandes de manière à en faciliter l'introduction, puis les nouveaux ingrédients doivent être ajoutés selon les instructions de la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné. Si l'étape finale doit être effectuée sur un mélangeur à cylindre, les ingrédients doivent être ajoutés selon les instructions de la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné. Sauf indications contraires, il faut réduire la masse du mélange à quatre fois la masse du mélange correspondant à la formule.

**7.2.8** Lorsqu'on utilise un mélangeur interne pour l'étape finale, le mélange déchargé doit être terminé comme prescrit dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné sur un mélangeur à cylindres du type spécifié en 6.1. La masse finale du mélange terminé ne doit pas différer de la masse totale des ingrédients de plus de + 0,5 % ou - 1,5 %.

**7.2.9** Sauf indication contraire dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné, après avoir prélevé un échantillon pour essai au rhéomètre à disque oscillant conformément à l'ISO 3417 et, si nécessaire, un échantillon pour détermination de la viscosité du mélange, le mélange doit être passé quatre fois dans le mélangeur à cylindres, ces derniers étant à  $50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Le mélange doit être plié dans le sens de la longueur après chaque passage et passé toujours dans la même direction afin d'obtenir un effet de sens de calandrage. L'ouverture des cylindres doit permettre d'obtenir une feuille d'une épaisseur comprise entre 2,1 mm et 2,5 mm après retrait, convenable pour la préparation des feuilles vulcanisées pour les éprouvettes en forme d'haltères. S'il faut préparer des disques vulcanisés pour les

épreuves en forme d'anneaux, les cylindres doivent être écartés de façon à obtenir une feuille d'une épaisseur comprise entre 4,1 mm et 4,5 mm.

**7.2.10** Un rapport doit être rédigé pour chaque mélange, mentionnant

- a) la température de départ;
- b) la durée du mélangeage;
- c) la vitesse du rotor;
- d) la pression du piston;
- e) la température du mélange à la tombée;
- f) le type de mélangeur utilisé;
- g) toute perte de masse autorisée mais au-delà des limites fixées en 7.2.5 et 7.2.8;
- h) la température de conditionnement du noir de carbone.

Pour les mélanges dont les étapes initiale et finale ont été effectuées au mélangeur interne, il faut rédiger un rapport pour chacune de ces deux étapes.

### 7.3 Méthode de mélangeage sur mélangeur interne miniature

**7.3.1** La température de la tête du mélangeur doit être maintenue durant au moins 5 min avant le mélangeage.

**7.3.2** La vitesse du rotor doit être de  $(1,0^{+0,05}_0)$  tr/s, soit  $(60^{+3}_0)$  tr/min, sauf prescription contraire. Il faut la vérifier souvent si l'on utilise un modèle à vitesse variable.

**7.3.3** La méthode de mélangeage utilisée doit être celle prescrite dans la Norme internationale particulière au caoutchouc concerné. Si l'on ne dispose d'aucune norme, la méthode doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

**7.3.4** Le mélange à la sortie du mélangeur interne miniature doit être passé immédiatement deux fois sur un mélangeur à cylindres normalisé maintenu à une température prescrite, de préférence une fois avec les cylindres tournant à la même vitesse et écartés de 0,5 mm, puis deux fois avec un écartement de 3 mm, afin de dissiper la chaleur. Le mélange doit ensuite être pesé. La masse du mélange ne doit pas différer de la masse totale de tous les matériaux de plus de 0,5 %.

On sait que certains caoutchoucs et ingrédients de mélanges contiennent de petites quantités de matières volatiles qui peuvent s'éliminer aux températures de mélangeage, ce qui a pour résultat que la tolérance susmentionnée peut ne pas être respectée. Dans ce cas, la différence doit être consignée dans le rapport.

## 8 Préparation des plaques vulcanisées normalisées pour le découpage des éprouvettes en forme d'haltères

### 8.1 Conditionnement des mélanges

**8.1.1** Les mélanges doivent être conditionnés durant 2 h à 24 h à l'une des températures normales spécifiées dans l'ISO 471 ( $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  ou  $27\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ), de préférence dans un conteneur fermé, afin d'éviter l'absorption d'humidité atmosphérique ou dans une pièce dont l'humidité relative est régulée à  $(35 \pm 5)\%$ .

**8.1.2** Le mélange mis en feuille doit être placé sur une surface métallique plane, propre et sèche, et les ébauches doivent être coupées à des dimensions qui correspondent aux empreintes du moule. Le sens du calandrage doit être marqué sur chaque pièce. Les ébauches doivent avoir la masse indiquée dans le tableau 2 en fonction de la masse volumique du mélange, à  $+3$  à  $0$  g près, lorsqu'elles sont vulcanisées dans le moule prescrit en 8.2.2.

Il faut éviter dans toute la mesure du possible le remalaxage. Lorsque celui-ci est nécessaire, la méthode décrite en 7.2.9 doit être utilisée.



Tableau 2 — Masse des ébauches

Masse volumique Mg/m <sup>3</sup>	Masse 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

## 8.2 Matériel de vulcanisation

### 8.2.1 Presse

La presse doit pouvoir être capable d'exercer une pression d'au moins 3,5 MPa sur les empreintes du moule, pendant toute la durée de la vulcanisation. Elle doit avoir des plateaux chauffants de dimensions suffisantes pour qu'aucune partie du caoutchouc ne se trouve à moins de 30 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, à vapeur ou par thermofluide.

Si le chauffage à vapeur est utilisé, chaque plateau doit être individuellement alimenté. Un purgeur automatique ou un petit évent doit être placé dans le conduit de sortie 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 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 les courants d'air.

Les surfaces pressantes des plateaux doivent être planes et parallèles. L'écart de parallélisme doit être inférieur à 0,25 mm/m lorsque les plateaux sont à 150 °C et refermés sous pression maximale sur une grille en fil de soudure ou en plomb.

Quel que soit le type de plateaux, la température doit être uniforme. L'écart maximal par rapport à la 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 dépasser 1 °C et la différence moyenne des températures des plateaux ne doit pas dépasser 0,5 °C.

### 8.2.2 Moule

Le moule doit avoir des empreintes de dimensions suffisantes pour pouvoir découper le nombre d'éprouvettes haltères comme prescrit dans l'ISO 37. Un moule convenable est représenté à la figure 1; néanmoins, on préférera un moule avec des empreintes rectangulaires d'environ 150 mm x 145 mm x 2 mm. Ce moule permet de positionner le mélange mis en feuille en parfaite connaissance du sens de calandrage.

Les empreintes qui vont jusqu'à 6 mm des bords, doivent avoir une profondeur comprise entre 1,9 mm et 2,0 mm. Les coins des empreintes peuvent être arrondis, avec un rayon maximal de 6 mm.

Les surfaces de moulage doivent être propres et finement polies. 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 de préférence 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 la vulcanisation et le rejet d'au moins une série de plaques. Les agents de démoulage siliconés ou les solutions de savon doux se sont avérés satisfaisants, mais les agents siliconés ne doivent pas être utilisés pour mouler des caoutchoucs aux silicones.