
**Caoutchouc isoprène (IR) — Types
polymérisés en solution et non étendus à
l'huile — Méthode d'évaluation**

*Isoprene rubber (IR) — Non-oil-extended, solution-polymerized types —
Evaluation procedures*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2303:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-a54a671b8039/iso-2303-2011)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-
a54a671b8039/iso-2303-2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-a54a671b8039/iso-2303-2011)



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 2303:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-a54a671b8039/iso-2303-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Échantillonnage et préparation de l'échantillon	2
4 Essais physiques et chimiques sur le caoutchouc brut	2
4.1 Indice consistométrique Mooney	2
4.2 Matières volatiles	2
4.3 Cendres	2
5 Préparation des mélanges d'essai pour l'évaluation des caoutchoucs isoprènes	2
5.1 Formule d'essai normalisée	2
5.2 Mode opératoire	3
5.2.1 Appareillage et mode opératoire	3
5.2.2 Mélangeage sur mélangeur à cylindres	3
5.2.3 Mode opératoire sur mélangeur interne de laboratoire (LIM)	5
6 Évaluation des caractéristiques de vulcanisation à l'aide de l'essai au rhéomètre	9
6.1 Évaluation à l'aide d'un rhéomètre à disque oscillant	9
6.2 Évaluation à l'aide d'un rhéomètre sans rotor	9
7 Évaluation des caractéristiques de contrainte-déformation en traction des mélanges d'essai vulcanisés	10
Fidélité	10
8 Fidélité	10
9 Rapport d'essai	10
Annexe A (informative) Données de fidélité pour mélangeur à cylindres et mélangeur interne de laboratoire	11
Annexe B (informative) Données de fidélité supplémentaires pour le caoutchouc naturel	13
Bibliographie	15

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 2303 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*.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition (ISO 2303:2003), dans laquelle les modifications techniques suivantes ont été faites: [ISO 2303:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-a54e671b8039/iso-2303-2011)

- un mode opératoire de mélangeage pour mélangeur interne de laboratoire (LIM) a été ajouté sous forme de Paragraphe 5.2.3;
- l'ancienne Annexe A qui donnait une méthode alternative de mélangeage par mélangeur interne et mélangeur à cylindres a été supprimée;
- les données de fidélité existantes ont été déplacées de l'Article 8 à une nouvelle Annexe A;
- des données de fidélité pour le mode opératoire de mélangeage utilisant les LIM ont été ajoutées dans un Tableau A.2;
- des données de fidélité relatives au caoutchouc naturel, obtenues par mélangeage au moyen de mélangeurs à cylindres et de LIM ont été tirées de l'ISO 1658:2009 et ajoutées dans une Annexe B.

Caoutchouc isoprène (IR) — Types polymérisés en solution et non étendus à l'huile — Méthode d'évaluation

AVERTISSEMENT — Il convient que l'utilisateur de la présente Norme internationale connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. La présente Norme internationale n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité, et de s'assurer de la conformité à la réglementation nationale en vigueur.

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie, pour des caoutchoucs polyisoprènes (IR), polymérisés en solution, non étendus à l'huile à usage général:

- les essais physiques et chimiques applicables aux caoutchoucs bruts;
- les ingrédients normalisés, une formule d'essai normalisée, l'appareillage et les méthodes d'essai pour l'évaluation des caractéristiques de vulcanisation.

2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-434db7106977/iso-2303-2011>

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 37, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des caractéristiques de contrainte-déformation en traction*

ISO 247:2006, *Caoutchouc — Détermination du taux de cendres*

ISO 248-1, *Caoutchouc brut — Détermination des matières volatiles — Partie 1: Méthode par mélangeage à chaud et méthode par étuvage*

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

ISO 1795, *Caoutchouc, naturel brut et synthétique brut — Méthodes d'échantillonnage et de préparation ultérieure*

ISO 2393, *Mélanges d'essais à base de caoutchouc — Mélangeage, préparation et vulcanisation — Appareillage et modes opératoires*

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

ISO 6502, *Caoutchouc — Guide pour l'emploi des rhéomètres*

ISO 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

3 Échantillonnage et préparation de l'échantillon

3.1 Un échantillon pour laboratoire d'environ 1,5 kg doit être prélevé selon la méthode décrite dans l'ISO 1795.

3.2 La préparation de la prise d'essai doit être effectuée conformément à l'ISO 1795.

4 Essais physiques et chimiques sur le caoutchouc brut

4.1 Indice consistométrique Mooney

L'indice consistométrique Mooney doit être déterminé conformément à l'ISO 289-1, sur une prise d'essai préparée comme décrit dans l'ISO 1795 (sans homogénéisation préalable).

Le résultat doit être enregistré comme ML(1 + 4) à 100 °C.

4.2 Matières volatiles

La teneur en matières volatiles doit être déterminée conformément à l'ISO 248-1.

4.3 Cendres

Le taux de cendres doit être déterminé conformément à l'ISO 247.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5 Préparation des mélanges d'essai pour l'évaluation des caoutchoucs isoprènes

[ISO 2303:2011](#)

5.1 Formule d'essai normalisée

La formule d'essai normalisée est donnée dans le Tableau 1.

Les ingrédients doivent être des matériaux de référence normalisés par des organismes nationaux ou internationaux. Si aucun matériau de référence normalisé n'est disponible, les ingrédients utilisés doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Tableau 1 — Formule d'essai normalisée pour l'évaluation des caoutchoucs IR

Ingrédient	Parties en masse
Caoutchouc isoprène (IR)	100,00
Acide stéarique	2,00
Oxyde de zinc	5,00
Soufre	2,25
Noir de référence industriel (N330)	35,00
TBBS ^a	0,70
Total	144,95

^a TBBS ou *N-tert*-butylbenzothiazole-2-sulfénamide conformément à l'ISO 6472. Ce produit doit être fourni sous forme de poudre ayant une teneur initiale en matières insolubles inférieure à 0,3 %, conformément à l'ISO 11235. Ce produit doit être conservé à température ambiante dans un récipient fermé et la teneur en matières insolubles doit être vérifiée tous les 6 mois. Si cette teneur dépasse 0,75 %, le produit doit être mis au rebut. Le TBBS peut être purifié à l'aide d'un retraitement, la recristallisation par exemple; le procédé correspondant n'est pas du domaine de la présente Norme internationale.

5.2 Mode opératoire

5.2.1 Appareillage et mode opératoire

L'appareillage et le mode opératoire pour la préparation, le mélangeage et la vulcanisation doivent être conformes à l'ISO 2393.

[ISO 2303:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-39/iso-2303-2011)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a95db07c-4bf9-4da1-b948-39/iso-2303-2011)

5.2.2 Mélangeage sur mélangeur à cylindres

5.2.2.1 Généralités

Deux méthodes de mélangeage sont spécifiées: méthodes A et B. La durée de mélangeage est plus courte pour la méthode B que pour la méthode A.

Les deux méthodes ne conduisent pas forcément à des résultats identiques. Le même mode opératoire doit être utilisé dans tous les cas lors de comparaisons entre laboratoires ou lors d'essais en série.

Dans les deux méthodes, la masse, en grammes, du mélange mis en œuvre sur un mélangeur de laboratoire à cylindres normalisé doit être égale à quatre fois la masse correspondant à la formule. La température de la surface des cylindres doit être maintenue à $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant le mélangeage.

Un bourrelet convenable entre les cylindres doit être maintenu pendant le mélangeage. Si les écartements de cylindres spécifiés en 5.2.2.2 et 5.2.2.3 ne permettent pas de l'obtenir, de petits réglages de l'ouverture du cylindre peuvent être nécessaires.

5.2.2.2 Méthode A

	Durée (min)	Temps cumulé (min)
a) Les cylindres étant écartés de 0,5 mm, effectuer deux passages du caoutchouc sans former de manchon pendant environ 2 min et peser le caoutchouc.	2,0	2,0
b) Les cylindres étant écartés de 1,4 mm, former le manchon de caoutchouc et faire deux coupes aux 3/4 de chaque côté du manchon.	2,0	4,0
NOTE Lorsque certains types de caoutchouc isoprène passent sur le cylindre arrière, il convient d'ajouter l'acide stéarique; l'incorporation de cet ingrédient permet le retour du polymère sur le cylindre avant. De plus, certains types de caoutchouc isoprène sont très durs et nécessitent un malaxage légèrement plus long avant d'ajouter les autres ingrédients, afin d'obtenir un manchon plus lisse.		
c) Régler l'écartement des cylindres à 1,7 mm et ajouter l'acide stéarique. Faire une coupe aux 3/4 de chaque côté du manchon.	2,0	6,0
d) Ajouter l'oxyde de zinc et le soufre. Faire une coupe aux 3/4 de chaque côté du manchon.	3,0	9,0
e) Ajouter régulièrement le noir de carbone, en le répartissant uniformément sur toute la longueur du bourrelet. Lorsque la moitié environ du noir de carbone a été incorporée, régler l'écartement des cylindres à 1,9 mm et faire une coupe aux 3/4 de chaque côté du manchon, puis ajouter le reste du noir de carbone, y compris le noir de carbone qui est tombé dans le bac. Lorsque tout le noir a été incorporé, faire une coupe aux 3/4 de chaque côté du manchon.	13,0	22,0
f) Ajouter le TBBS, l'écartement des cylindres étant maintenu à 1,9 mm. Faire trois coupes aux 3/4 de chaque côté du manchon.	3,0	25,0
g) Couper le mélange et le retirer du cylindre. Régler l'écartement à 0,8 mm et faire passer le mélange six fois entre les cylindres, en formant un rouleau et en l'introduisant par l'un ou l'autre des bouts.	3,0	28,0
h) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de 6 mm environ et vérifier la masse du mélange (voir l'ISO 2393). Si celle-ci diffère de plus de $\pm 0,5\%$ de la valeur théorique, rejeter ce mélange et en refaire un autre.		
i) Prélever une quantité suffisante de mélange pour évaluer les caractéristiques de vulcanisation, conformément à l'ISO 3417 ou à l'ISO 6502. Conditionner ce matériau pendant 2 h à 24 h, si possible à température et humidité normales comme défini dans l'ISO 23529, avant l'essai.		
j) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de 2,2 mm environ pour la préparation des plaques, ou d'une autre épaisseur convenable pour la préparation des éprouvettes ISO en forme d'anneau, conformément à l'ISO 37.		
k) Conditionner le mélange durant 2 h à 24 h avant vulcanisation, si possible à température et humidité normales, comme défini dans l'ISO 23529.		

5.2.2.3 Méthode B

	Durée (min)	Temps cumulé (min)
a) Les cylindres étant écartés de $0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$, effectuer deux passages du caoutchouc sans former de manchon. Puis, tout en écartant progressivement les cylindres jusqu'à $1,4 \text{ mm}$, former le manchon de caoutchouc.	2,0	2,0
b) Ajouter l'acide stéarique. Faire une coupe aux $3/4$ de chaque côté du manchon.	2,0	4,0
c) Ajouter le soufre et l'oxyde de zinc. Faire deux coupes aux $3/4$ de chaque côté du manchon.	3,0	7,0
d) Ajouter la moitié du noir de carbone. Faire deux coupes aux $3/4$ de chaque côté du manchon.	3,0	10,0
e) Ajouter le reste du noir de carbone, y compris le noir de carbone qui est tombé dans le bac. Faire trois coupes aux $3/4$ de chaque côté du manchon.	5,0	15,0
f) Ajouter le TBBS. Faire trois coupes aux $3/4$ de chaque côté du manchon.	3,0	18,0
g) Couper le mélange et le retirer du cylindre. Régler l'écartement à $0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ et faire passer le mélange six fois entre les cylindres, en formant un rouleau et en l'introduisant par l'un ou l'autre des bouts.	2,0	20,0
h) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de 6 mm environ et vérifier la masse du mélange (voir l'ISO 2393). Si celle-ci diffère de plus de $\pm 1,5\%$ de la valeur théorique, rejeter ce mélange et en refaire un autre.		
i) Prélever une quantité suffisante de mélange pour évaluer les caractéristiques de vulcanisation, conformément à l'ISO 3417 ou à l'ISO 6502. Conditionner ce matériau pendant 2 h à 24 h, si possible à température et humidité normales comme défini dans l'ISO 23529, avant l'essai.		
j) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de $2,2 \text{ mm}$ environ pour la préparation des plaques, ou d'une autre épaisseur convenable pour la préparation des éprouvettes ISO en forme d'anneau, conformément à l'ISO 37.		
k) Conditionner le mélange durant 2 h à 24 h avant vulcanisation, si possible à température et humidité normales, comme défini dans l'ISO 23529.		

5.2.3 Mode opératoire sur mélangeur interne de laboratoire (LIM)

5.2.3.1 Généralités

Pour un LIM ayant une capacité nominale de mélangeage comprise entre 65 cm^3 et $2\,000 \text{ cm}^3$ environ, la masse d'un mélange doit être égale à la capacité nominale du mélangeur, exprimée en centimètres cubes, multipliée par la masse volumique du mélange. Les conditions du LIM doivent être les mêmes pour chaque mélange préparé durant la préparation d'une série de mélanges identiques. Au début de chaque série de mélanges d'essai, un mélange de même formule que les mélanges soumis à essai doit être confectionné pour mettre le mélangeur en conditions. Le LIM doit pouvoir refroidir jusqu'à $60 \text{ }^\circ\text{C}$ entre la fin d'un mélange d'essai et le début du suivant. Le réglage de la température ne doit pas être modifié pendant la réalisation d'une série de mélanges d'essai.

5.2.3.2 Mode opératoire de mélangeage en une seule étape

La technique de mélangeage doit permettre d'obtenir une bonne dispersion de tous les ingrédients. La température finale du mélange déchargé après le mélangeage ne doit pas dépasser 120 °C. Si nécessaire, ajuster la masse du mélange, la température de la tête du mélangeur et/ou la vitesse du rotor afin que cette condition soit remplie.

NOTE 1 Des ingrédients autres que le caoutchouc, le noir de carbone et l'huile peuvent être ajoutés au LIM d'une manière plus précise et avec une plus grande facilité s'ils ont été préalablement mélangés entre eux dans les proportions exigées par la formule. De tels mélanges peuvent être obtenus à l'aide d'un mortier et d'un pilon, par mélangeage pendant 10 min dans un mixeur biconique à barre rotative, ou par mélangeage dans un mixeur durant cinq périodes de 3 s et en raclant la partie interne du mixeur pour récupérer, après chaque période de 3 s, les matériaux adhérant aux parois. Il s'est avéré qu'un mixeur Waring¹⁾ convenait pour cette méthode. Attention: s'il est mélangé pendant plus de 3 s, l'acide stéarique peut fondre et empêcher une bonne dispersion.

NOTE 2 Un exemple de mode opératoire de mélangeage sur LIM est donné ci-dessous:

	Durée (min)	Temps cumulé (min)
a) Charger le caoutchouc, abaisser le piston et laisser la mastication du caoutchouc se dérouler.	1,0	1,0
b) Relever le piston et ajouter l'oxyde de zinc, le soufre, l'acide stéarique et le TBBS préalablement mélangés, en prenant soin d'éviter toute perte. Ajouter ensuite le noir de carbone, essuyer l'orifice et abaisser le piston.	1,0	2,0
c) Laisser le mélange s'effectuer.	7,0	9,0
d) Arrêter le moteur, relever le piston, retirer la cuve de mélangeage et décharger le mélange. Noter la température maximale du mélange.		
e) Après avoir déchargé le mélange, le faire passer dans un mélangeur réglé à 70 °C ± 5 °C, une fois avec une ouverture de 0,5 mm, puis deux fois avec une ouverture de 0,3 mm.		
f) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de 6 mm environ et vérifier la masse du mélange (voir l'ISO 2393). Si celle-ci diffère de plus de $\pm \begin{matrix} 0,5 \\ -1,5 \end{matrix}$ % de la valeur théorique, rejeter ce mélange et en refaire un autre.		
g) Prélever une quantité suffisante de mélange pour évaluer les caractéristiques de vulcanisation, conformément à l'ISO 3417 ou à l'ISO 6502. Conditionner ce matériau pendant 2 h à 24 h, si possible à température et humidité normales comme défini dans l'ISO 23529, avant l'essai.		
h) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de 2,2 mm environ pour la préparation des plaques, ou d'une autre épaisseur convenable pour la préparation des éprouvettes ISO en forme d'anneau, conformément à l'ISO 37.		
i) Conditionner le mélange durant 2 h à 24 h avant vulcanisation, si possible à température et à humidité normales comme défini dans l'ISO 23529.		

5.2.3.3 Mode opératoire de mélangeage en deux étapes incluant le mélangeur pour mélangeage final

5.2.3.3.1 Généralités

Le LIM doit pouvoir refroidir jusqu'à 60 °C entre la fin d'un mélange d'essai et le début du suivant.

1) Exemple de produit approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné.

5.2.3.3.2 Étape 1 — Mélange initial

La technique de mélangeage doit permettre d'obtenir une bonne dispersion de tous les ingrédients.

La température finale du mélange déchargé après mélangeage doit être comprise entre 150 °C et 170 °C. Si nécessaire, ajuster la masse du mélange, la température de la tête du mélangeur et/ou la vitesse du rotor afin que cette condition soit remplie.

NOTE Un exemple de mode opératoire de mélangeage initial est donné ci-dessous:

	Durée (min)	Temps cumulé (min)
a) Régler la température du LIM afin d'obtenir une température initiale de 60 °C ± 3 °C. Fermer la porte de décharge, régler la vitesse du rotor à 77 r/min, mettre le rotor en marche et lever le piston.	—	—
b) Introduire la moitié du caoutchouc, tout le noir de carbone, l'oxyde de zinc et l'acide stéarique, puis la moitié restante du caoutchouc. Abaisser le piston.	0,5	0,5
c) Laisser le mélange s'effectuer.	3,0	3,5
d) Relever le piston et nettoyer le col du mélangeur et le haut du piston. Abaisser le piston.	0,5	4,0
e) Laisser le mélange s'effectuer.	0,5	4,5
f) Décharger le mélange.	1,5	6,0
g) Après avoir déchargé le mélange, vérifier immédiatement la température du mélange à l'aide d'un instrument de mesure adapté. Si la température mesurée se situe à l'extérieur de la plage comprise entre 150 °C et 170 °C, mettre le mélange au rebut.		
h) Faire passer le mélange trois fois entre les cylindres avec un écartement de 2,5 mm et une température de 70 °C ± 5 °C.		
i) Tirer le mélange en feuille d'une épaisseur de 10 mm environ et déterminer la masse du mélange (voir l'ISO 2393). Si celle-ci diffère de la valeur théorique de plus de $\pm 0,5$ %, rejeter ce mélange et en refaire un autre.		
j) Laisser le mélange pendant au moins 30 min et jusqu'à 24 h, si possible à température et humidité normales comme défini dans l'ISO 23529.		

Les LIM de petite taille ne fournissent pas assez de mélange pour le mélangeage final, la masse de mélange nécessaire étant égale au triple de la masse de la formule. En pareils cas, le LIM peut être utilisé pour le mélangeage final. La température de la tête et/ou la masse du mélange peut être ajustée, de sorte que la température finale du mélange déchargé ne dépasse pas 120 °C.

5.2.3.3.3 Étape 2 — Mélangeage final

Laisser reposer le mélange pendant au moins 30 min, ou jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante, avant de procéder à l'étape de mélangeage final. La technique de mélangeage doit permettre d'obtenir une bonne dispersion de tous les ingrédients. La température finale du mélange déchargé après le mélangeage ne doit pas dépasser 120 °C.

Si un LIM est utilisé, ajuster, si nécessaire, la masse du mélange, la température de la tête du mélangeur et/ou la vitesse du rotor afin que cette condition soit satisfaite. Si un mélangeur à cylindres est utilisé, régler la température de surface des cylindres à 70 °C ± 5 °C et la maintenir à cette température pendant le mélangeage. La masse normale d'un mélange préparé sur un mélangeur de laboratoire, exprimée en grammes, doit être égale à deux fois la masse du mélange correspondant à la formule. Un bourrelet convenable entre les cylindres doit être maintenu pendant le mélangeage. Si les écartements de cylindres donnés ci-dessous ne permettent pas de l'obtenir, de petits réglages de l'ouverture du cylindre peuvent être nécessaires.