

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**6120**

Deuxième édition  
1995-02-01

Corrigée et réimprimée  
1997-10-01

---

---

**Véhicules routiers — Flexibles pour  
dispositifs de freinage hydraulique utilisant  
un liquide de frein à base pétrolière**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Road vehicles — Brake hose assemblies for hydraulic braking systems  
used with petroleum-base brake fluid*

ISO 6120:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/39148091-e30-4102-9e30-679206eaca94/iso-6120-1995>



Numéro de référence  
ISO 6120:1995(F)

## Sommaire

Page

<b>1</b>	Domaine d'application .....	<b>1</b>
<b>2</b>	Références normatives .....	<b>1</b>
<b>3</b>	Définitions .....	<b>1</b>
<b>4</b>	Construction .....	<b>2</b>
<b>4.1</b>	Tuyau .....	<b>2</b>
<b>4.2</b>	Flexible .....	<b>2</b>
<b>5</b>	Essais de réception .....	<b>2</b>
<b>6</b>	Essais .....	<b>3</b>
<b>6.1</b>	Conditions d'essai .....	<b>3</b>
<b>6.2</b>	Essai de pression hydrostatique .....	<b>3</b>
<b>6.3</b>	Contrôle des resserrments .....	<b>3</b>
<b>6.4</b>	Détermination de l'expansion volumique .....	<b>3</b>
<b>6.5</b>	Essai de résistance à l'éclatement .....	<b>6</b>
<b>6.6</b>	Compatibilité avec le liquide de frein .....	<b>7</b>
<b>6.7</b>	Essai de fouettement .....	<b>7</b>
<b>6.8</b>	Essai de résistance à la traction .....	<b>10</b>
<b>6.9</b>	Essai d'absorption d'eau .....	<b>10</b>
<b>6.10</b>	Essai de pliage à froid .....	<b>10</b>
<b>6.11</b>	Essai de résistance à l'ozone dans des conditions dynamiques .....	<b>11</b>
<b>6.12</b>	Essai de résistance aux impulsions à chaud .....	<b>12</b>
<b>6.13</b>	Essai au brouillard salin .....	<b>12</b>
<b>7</b>	Identification et marquage .....	<b>13</b>
<b>7.1</b>	Tuyau pour flexible de frein .....	<b>13</b>
<b>7.2</b>	Flexible de frein .....	<b>14</b>

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 6120:1995

https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/39148097-e30-4102-9e30-679206eaca94/iso-6120-1995

© ISO 1995

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

## 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 6120 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*, sous-comité SC 2, *Systèmes de freinage et équipements*.

<https://standards.iso.org/standards/catalogue.html> Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6120:1986), dont elle constitue une révision technique.

Page blanche

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

ISO 6120:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/39148091-ef30-4102-9e30-679206eaca94/iso-6120-1995>

# Véhicules routiers — Flexibles pour dispositifs de freinage hydraulique utilisant un liquide de frein à base pétrolière

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les méthodes d'essai, les exigences de performance et le marquage des flexibles utilisés dans les dispositifs de freinage hydraulique équipant les véhicules routiers, et dont le diamètre intérieur nominal du tuyau est de 3,2 mm ou 4,8 mm.

Elle est applicable aux flexibles constitués d'un tuyau en caoutchouc synthétique à armature tressée, assemblé à des embouts métalliques et destiné à être utilisé avec un liquide de frein à base pétrolière conforme à l'ISO 7308.

## 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 7308:1987, *Véhicules routiers — Liquide de frein à base pétrolière pour dispositifs de freinage à centrale hydraulique.*

ISO 7309:1985, *Véhicules routiers — Freins hydrauliques — Liquide ISO de référence à base pétrolière.*

ISO 7500-1:1986, *Matériaux métalliques — Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction.*

ISO 9227:1990, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins.*

## 3 Définitions

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

**3.1 flexible de frein:** Tuyau muni de ses embouts pour utilisation dans un dispositif de freinage.

**3.2 tuyau pour flexible de frein:** Conduit flexible conçu pour utilisation dans un dispositif de freinage, et qui contient et transmet la pression du fluide servant à appliquer la force de freinage aux freins d'un véhicule routier.

**3.3 embout:** Accouplement construit pour être fixé à demeure aux extrémités d'un tuyau pour flexible de frein, par sertissage ou étampage.

**3.4 longueur libre:** Dimension linéaire d'un tuyau entre les embouts d'un flexible de frein, celui-ci étant maintenu dans une position rectiligne.

**3.5 fuites; éclatement:** Perte de fluide d'essai au travers du flexible de frein autre que par les orifices d'entrée ou de sortie.

**3.6 fissure:** Perturbation de l'intégrité d'une surface due à l'environnement et/ou à la contrainte.

## 4 Construction

### 4.1 Tuyau

Le tuyau doit être composé d'un tube intérieur à base d'élastomère, de deux ou plusieurs plis de renforcement noyés et/ou adhésiés au tube intérieur et d'un revêtement. Il est permis d'apposer une couche intermédiaire entre les plis de renforcement. Le revêtement doit être en matière noire et ne doit pas présenter de fissures après une longue période de vieillissement aux intempéries. Le tube intérieur de ce tuyau doit être en matière capable de résister efficacement à la détérioration par les liquides de frein à base pétrolière conformes à l'ISO 7308.

### 4.2 Flexible

Chaque flexible de frein doit avoir des embouts fixés à demeure.

## 5 Essais de réception

Le programme d'essais est constitué par l'ensemble des essais énumérés dans le tableau 1. Le programme d'essais complet doit être effectué pour chaque différente conception de flexible. Tout changement dans la fabrication ou la matière du tuyau, du sertissage ou de l'emboutissage de l'embout est considéré comme un changement de conception du flexible. Par contre, les variations n'ayant pas d'influence sur la tenue du joint d'accouplement du tuyau, telles que la variation des dimensions du filetage, du logement, de l'hexagone et autres caractéristiques similaires, ne sont pas considérées comme étant un changement de conception.

Lorsque la configuration du flexible est telle qu'il est impossible de faire des essais comme ceux de résistance à la traction, de fouettement et de resserrement, des flexibles produits avec des embouts équivalents et des équipements et procédés de fabrication équivalents, doivent être utilisés comme flexibles de remplacement.

## iTeh STANDARD PREVIEW

Tableau 1 — Essais des flexibles de freins hydrauliques et nombre d'échantillons requis

Nombre d'échantillons	Essais de qualification	Paragraphe
Tous	Essai de pression hydrostatique	6.2
Tous <sup>1)</sup>	Contrôle des resserrements	6.3
4	Expansion volumique jusqu'à éclatement	6.4, 6.5
4	Compatibilité avec le liquide de frein	6.6
4	Essai de fouettement	6.7
4	Essai de résistance à la traction	6.8
4	Essai de résistance aux impulsions à chaud	6.12
2	Essai de résistance à l'ozone dans des conditions dynamiques	6.11
1	Essai de pliage à froid	6.10
1	Essai au brouillard salin	6.13
<b>Essais après absorption d'eau</b>		
4	Essai de résistance à l'éclatement	6.9
4	Essai de fouettement	
4	Essai de résistance à la traction	
NOTE — Nombre total d'échantillons: 36		
1) Quatre flexibles peuvent être utilisés si les flexibles doivent être coupés pour effectuer les essais de resserrement.		

## 6 Essais

### 6.1 Conditions d'essai

Les flexibles pour les essais de performance doivent être neufs et n'avoir jamais été utilisés. Ils doivent avoir été fabriqués depuis au moins 24 h.

Les échantillons doivent être maintenus à une température comprise entre 15 °C et 32 °C durant au moins 4 h avant de subir les essais.

Les flexibles subissant l'essai de fouettement et l'essai de pliage à froid doivent être démunis de tous accessoires extérieurs tels que supports de montage, ressorts de protection et gaines métalliques; les tubes longs doivent être raccourcis.

Sauf spécification contraire, la température ambiante doit être comprise entre 15 °C et 32 °C.

### 6.2 Essai de pression hydrostatique

Soumettre l'ensemble des flexibles à un essai de pression hydrostatique en utilisant un gaz inerte, de l'air, de l'eau ou un liquide de frein conforme à l'ISO 7309, comme moyen de pression. La pression d'essai doit être comprise entre 10,3 MPa et 14,5 MPa pour le gaz inerte et l'air, et entre 20,7 MPa et 24,8 MPa pour l'eau et le liquide de frein.

**AVERTISSEMENT — Des précautions particulières doivent être prises en cas d'utilisation de gaz ou d'air car, aux pressions spécifiées, ceux-ci sont explosifs si une rupture du flexible se produit.**

Maintenir la pression pendant 10 s à 25 s.

Les flexibles ayant des fuites au cours de cet essai doivent être refusés et détruits.

### 6.3 Contrôle des resserrements

#### 6.3.1 Prescriptions

Le resserrement des flexibles doit être mesuré dans la partie de l'embout qui contient le tuyau, avec une des jauges conformes à la figure 1, le choix de la jauge étant laissé à l'initiative de l'opérateur.

Le resserrement ne doit pas être inférieur au diamètre A min. prescrit à la figure 1.

#### 6.3.2 Modes opératoires

L'ensemble des flexibles doit être soumis au mode opératoire approprié, parmi les suivants.

**6.3.2.1** Maintenir le flexible verticalement par un embout et insérer la portion de diamètre A de la jauge par l'orifice de l'embout, sur toute la longueur de la jauge. Répéter cette opération sur l'autre embout du flexible.

**6.3.2.2** Certains flexibles ont un embout qui est construit de telle façon qu'il est impossible d'insérer la jauge par l'extérieur. Dans ce cas, insérer par l'embout opposé une jauge conforme aux exigences de la figure 1, à l'exception de la longueur qui doit être telle que l'extrémité vienne au-delà de l'orifice de l'embout à essayer.

NOTE 1 Si la jauge prend un mauvais alignement à l'entrée du second embout, il peut être nécessaire d'aligner le tuyau afin de permettre à la jauge de passer.

**6.3.2.3** Certains flexibles ont des embouts qui empêchent l'insertion de la jauge de chaque côté. Couper ces flexibles à  $50 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  de l'extrémité de l'embout et ensuite essayer avec une des jauges conformes à la figure 1.

### 6.4 Détermination de l'expansion volumique

#### 6.4.1 Prescriptions

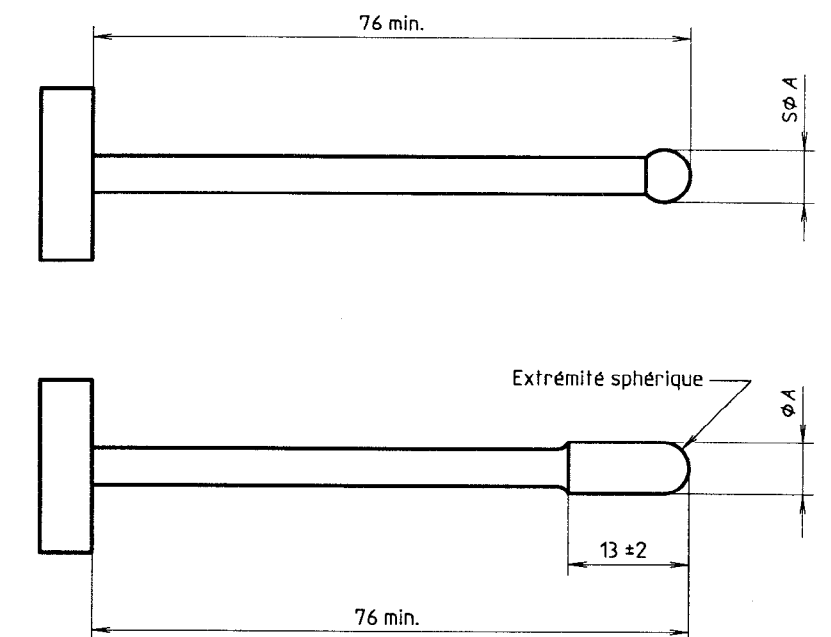
L'expansion volumique maximale de n'importe quel flexible déterminée conformément à 6.4.4 ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 2.

#### 6.4.2 Appareillage

L'appareillage se compose essentiellement des éléments suivants (voir la figure 2):

- alimentation en fluide maintenant la pression requise;
- fluide d'essai: liquide de frein ou eau sans aucun additif, exempts de bulles d'air ou de gaz;
- appareil de mesure de la pression d'eau;
- raccords sur lesquels le flexible peut être monté verticalement pour l'application de la pression dans des conditions contrôlées;
- burette graduée à  $0,05 \text{ cm}^3$  pour mesurer le volume de liquide correspondant à l'expansion du tuyau sous pression;
- accessoires nécessaires à l'installation.

Dimensions en millimètres



Diamètre intérieur nominal du tuyau	A min.
3,2	2,03
4,8	3,05

Figure 1 — Jauges pour contrôle du resserrement de l'alésage du tuyau

Tableau 2 — Expansion volumique

Diamètre intérieur nominal du tuyau	Pression d'essai			
	6,9 MPa		10,3 MPa	
	Expansion normale (HR) cm <sup>3</sup> /m	Expansion faible (HL) cm <sup>3</sup> /m	Expansion normale (HR) cm <sup>3</sup> /m	Expansion faible (HL) cm <sup>3</sup> /m
3,2	2,17	1,08	2,59	1,38
4,8	2,82	1,81	3,35	2,36



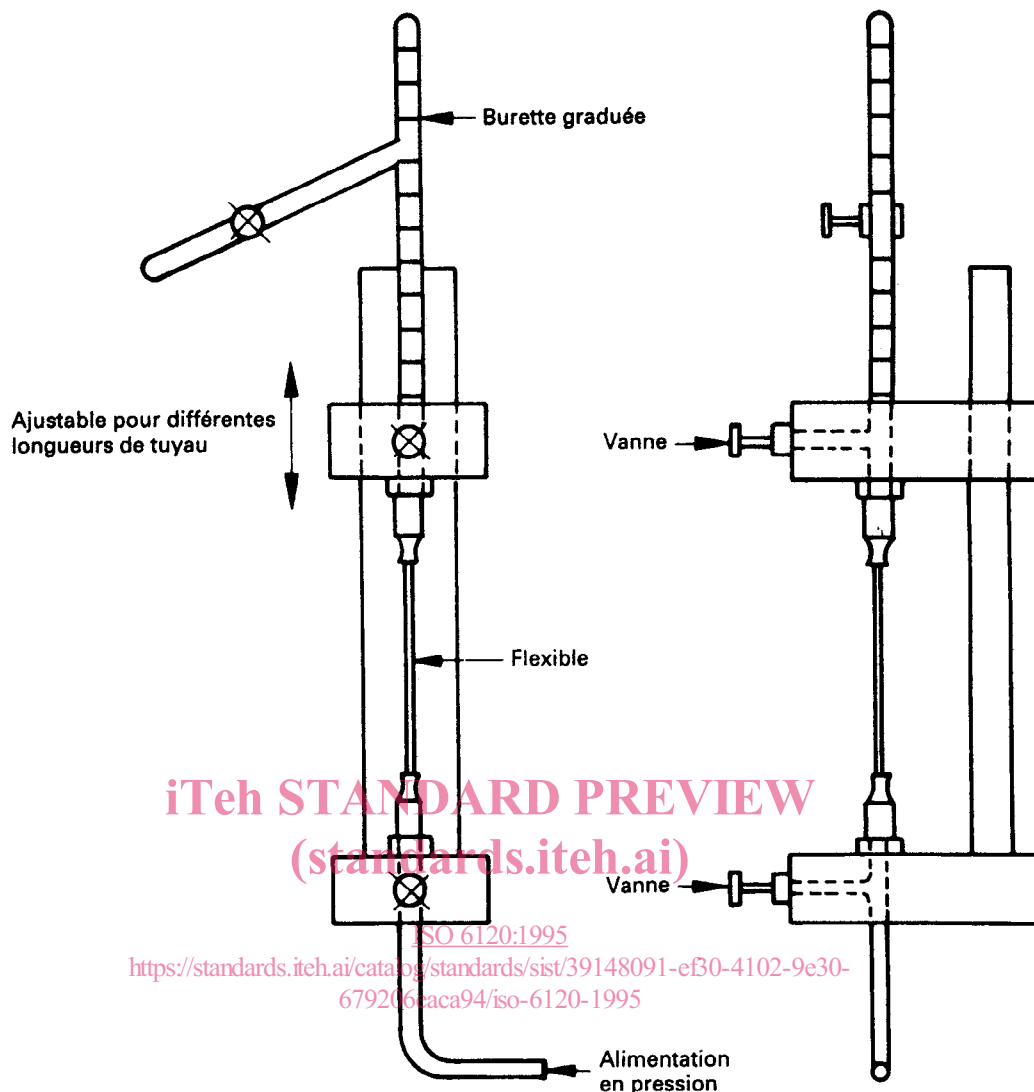


Figure 2 — Appareillage pour l'essai d'expansion volumique

Tous les raccordements et tuyaux rigides doivent avoir un alésage lisse, sans cavité ni saillie, de façon que la purge d'air puisse se faire facilement avant chaque essai. Les vannes doivent résister sans fuite aux pressions indiquées.

#### 6.4.3 Étalonnage de l'appareillage

L'appareillage doit être étalonné avant utilisation pour déterminer les facteurs de correction aux pressions de 6,9 MPa et 10,3 MPa, en utilisant un flexible simulé qui se compose d'un tube en acier, pour utilisation hydraulique, d'une épaisseur de paroi d'au moins 1,52 mm, d'une longueur libre de 305 mm  $\pm$  6 mm et de 6,3 mm de diamètre extérieur. Tous les raccords et adaptateurs utilisés pour essayer le flexible doivent être intégrés dans ce dispositif. Cela

peut nécessiter la fixation du tube sur les raccords en cas de configurations spéciales des extrémités. Les facteurs de correction déterminés devront être soustraits des résultats des mesurages sur les échantillons.

Le facteur de correction déterminé à une pression de 10,3 MPa ne doit pas dépasser  $0,08 \text{ cm}^3$ .

#### 6.4.4 Mode opératoire

**6.4.4.1** Si l'échantillon utilisé pour cet essai a été soumis à une pression supérieure à 10,3 MPa avant l'essai, le laisser au repos durant 15 min.

**6.4.4.2** Mesurer la longueur libre du flexible de frein, ce dernier étant en position verticale, avec une masse de  $567 \text{ g} \pm 3 \text{ g}$  attachée à l'extrémité inférieure.

**6.4.4.3** Visser le flexible avec précaution dans les adaptateurs conçus pour réaliser l'étanchéité comme dans l'utilisation réelle. Ne pas vriller le flexible. Maintenir le flexible dans une position verticale et droite, sans qu'il soit en tension lorsque la pression est appliquée.

**6.4.4.4** Purger entièrement l'air de l'appareil en permettant le passage d'environ 0,25 l d'eau du réservoir dans la burette, à travers le flexible. L'évacuation des bulles d'air peut être facilitée en secouant le flexible.

**6.4.4.5** Fermer la vanne de la burette et appliquer une pression de 10,3 MPa  ${}_{-0,14}^0$  MPa au flexible. Dans les 10 s, vérifier si une fuite apparaît aux raccordements du flexible et, ensuite, supprimer complètement la pression dans le tuyau. Ajuster le niveau d'eau à zéro dans la burette.

**6.4.4.6** La vanne de la burette étant fermée, appliquer une pression de 6,9 MPa  ${}_{-0,14}^0$  MPa au flexible et maintenir cette pression dans le tuyau durant 5 s  $\pm$  3 s.

En au plus 3 s, ouvrir la vanne de la burette. Pendant 10 s  $\pm$  3 s, laisser l'eau du tuyau dilaté monter dans la burette. Le niveau d'eau dans la burette doit se stabiliser durant ce laps de temps.

**6.4.4.7** Refaire deux fois l'essai prescrit en 6.4.4.6 de façon que la quantité d'eau dans la burette représente un total de trois expansions. Mesurer le volume de liquide dans la burette à 0,05 cm<sup>3</sup> près.

**6.4.4.8** Calculer l'expansion volumique,  $E$ , exprimée en centimètres cubes par mètre de longueur libre de l'éprouvette, comme suit:

$$E = \frac{V - C}{l}$$

où

$V$  est le volume total des trois expansions, en centimètres cubes, lu sur la burette;

$C$  est le facteur de correction, en centimètres cubes;

$l$  est la longueur libre de l'éprouvette, en mètres.

**6.4.4.9** Ajuster à nouveau le niveau d'eau à zéro dans la burette et répéter le mode opératoire prescrit en 6.4.4.6 et 6.4.4.7 pour obtenir l'expansion volumique à la pression de 10,3 MPa  ${}_{-0,14}^0$  MPa. Si la pression dans le tuyau s'élève par inadvertance au-delà de la valeur spécifiée mais sans dépasser 24 MPa, sup-

primer complètement la pression et laisser le flexible au repos durant au moins 15 min, puis recommencer l'essai. Si le tuyau est soumis à une pression supérieure à 24 MPa, refaire l'essai en utilisant un nouveau flexible de frein. Si, à n'importe quel moment de l'essai, une bulle d'air s'échappe du flexible, refaire l'essai après que le flexible ait été au repos durant au moins 5 min.

## 6.5 Essai de résistance à l'éclatement

### 6.5.1 Prescriptions

Chaque échantillon de flexible doit être essayé sous une pression hydraulique. Il doit résister à une pression d'épreuve maintenue durant 2 min et à la pression minimale d'éclatement, telles qu'elles sont prescrites dans le tableau 3.

**Tableau 3 — Pression d'épreuve et pression minimale d'éclatement**

Diamètre nominal du tuyau mm	Pression d'épreuve MPa	Pression minimale d'éclatement MPa
3,2	27,6	49
4,8	27,6	34,5

### 6.5.2 Appareillage

L'appareillage se compose d'un système de pression adéquat sur lequel le flexible est branché de façon telle que la pression de liquide contrôlée et mesurée puisse s'appliquer intérieurement. La pression est obtenue par une pompe manuelle ou à moteur, ou un système à accumulateur, et elle est mesurée par un manomètre. Par mesure de sécurité, le remplissage du flexible avec de l'eau ou du liquide de frein doit être effectué en laissant s'échapper entièrement l'air à travers le clapet de décharge avant d'appliquer la pression.

Les pressions indiquées dans le tableau 3 doivent être appliquées progressivement à un taux de (172,5  $\pm$  69) MPa/min.

Étant donné que ce type de flexible résiste à la pression minimale d'éclatement indiquée dans le tableau 3, on doit s'assurer que toutes les tuyauteries, tous les clapets et raccords sont suffisamment résistants et sont adaptés à un travail sous haute pression. L'appareillage décrit en 6.4.2 peut être utilisé s'il est conforme à ces exigences.

### 6.5.3 Mode opératoire

Brancher le flexible de frein sur une source de pression et le remplir entièrement d'eau ou de liquide de frein en purgeant totalement l'air. La suppression des bulles d'air peut être facilitée en secouant le tuyau. Appliquer une pression de  $27,6 \text{ MPa} \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,13 \end{smallmatrix}$  MPa au taux prescrit en 6.5.2 et maintenir celle-ci durant  $120 \text{ s} \begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$  s. Puis augmenter la pression au taux de  $(172,5 \pm 69) \text{ MPa/min}$  jusqu'à l'éclatement du tuyau. Lire la pression maximale obtenue sur le manomètre à 0,69 MPa près, et noter celle-ci comme la résistance à l'éclatement du flexible.

### 6.6 Compatibilité avec le liquide de frein

#### 6.6.1 Prescriptions

Après avoir été soumis à une température de  $120 \text{ °C} \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$  °C durant 70 h à 72 h, tout en étant rempli de liquide ISO de référence à base pétrolière prescrit dans l'ISO 7309, le flexible doit satisfaire aux exigences de resserrement prescrites en 6.3.1. Il doit résister ensuite à une pression de 27,6 MPa durant  $120 \text{ s} \begin{smallmatrix} 0 \\ -10 \end{smallmatrix}$  s et ne pas éclater à moins de 34,5 MPa. De plus, dans les conditions de 6.6.3.3, l'éclatement du flexible doit se produire dans les 3 h.

#### 6.6.2 Préparation

**6.6.2.1** Fixer un flexible ou un collecteur auquel peuvent être fixés plusieurs flexibles sous un réservoir de 0,5 l (voir figure 3), rempli de 100 ml de liquide ISO de référence à base pétrolière conforme à l'ISO 7309.

**6.6.2.2** Obturer l'embout inférieur, remplir le flexible de liquide ISO de référence à base pétrolière conforme à l'ISO 7309.

#### 6.6.3 Mode opératoire

**6.6.3.1** Placer le flexible dans un four en position verticale et le conditionner à  $120 \text{ °C} \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$  °C durant 70 h à 72 h, puis le laisser refroidir à la température ambiante durant  $30 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$ .

**6.6.3.2** Vider le flexible et, dans les 10 min qui suivent, vérifier, conformément à 6.3.1 et 6.3.2, les exigences de resserrement.

**6.6.3.3** Soumettre ensuite le flexible à un essai selon 6.5.3.

### 6.7 Essai de fouettement

#### 6.7.1 Prescriptions

La durée de vie minimale sur l'appareillage de fouettement, d'un échantillon quelconque de flexible ayant une longueur libre conforme aux indications de la figure 5 doit être 35 h.

#### 6.7.2 Appareillage

L'appareillage (voir figure 4) doit être constitué d'une tête motrice se composant d'une barre horizontale dont chaque extrémité est installée sur des disques tournant verticalement sur des portées dont les centres sont placés à 100 mm des centres des disques, et une tête non motrice ajustable, parallèle à la tête motrice dans le même plan horizontal que les centres des disques. Les têtes sont pourvues, chacune, de raccords sur lesquels les flexibles sont montés en parallèle. Les disques tournent à une fréquence de rotation de  $800 \text{ min}^{-1} \pm 10 \text{ min}^{-1}$ , de sorte que les extrémités de tuyau fixées à la tête motrice tournent à cette fréquence autour d'un cercle de  $203,2 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$  de diamètre, tandis que les extrémités opposées restent immobiles. Les embouts du côté de la tête motrice sont fortement obturés, tandis que ceux du côté de la tête non motrice sont ouverts sur une rampe à travers laquelle une pression hydraulique est fournie par des moyens appropriés. Un interrupteur d'arrêt doit être utilisé pour arrêter l'appareillage lorsque la pression chute comme c'est le cas quand un tuyau est défaillant, car il est essentiel dans ce cas que l'appareillage s'arrête. Un totalisateur doit indiquer le temps écoulé.

#### 6.7.3 Mode opératoire

**6.7.3.1** Mesurer, à l'aide d'un pied à coulisse ou d'un instrument équivalent, la longueur libre de chaque flexible, ce dernier étant en position verticale, avec une masse de  $567 \text{ g} \pm 3 \text{ g}$  attachée à l'extrémité inférieure. Noter cette longueur à 0,5 mm près.

**6.7.3.2** Équiper la tête non motrice de façon à permettre le montage de chaque flexible en réglant individuellement leur longueur. Installé dans l'appareillage de fouettement (voir figure 4), la longueur projetée de chaque flexible doit correspondre à la longueur libre moins la valeur indiquée pour le mou à la figure 5.