

---

---

**Bouteilles à gaz — Tubes en acier sans  
soudure rechargeables d'une contenance  
en eau de 150 l à 3 000 l — Conception,  
construction et essais**

*Gas cylinders — Refillable seamless steel tubes of water capacity between  
150 l and 3 000 l — Design, construction and testing*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 11120:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55113193-6694-42e0-9f00-3119e20a401f/iso-11120-1999>



**Sommaire**

Page

<b>1</b>	<b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Symboles</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Contrôle et essais</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Matériaux</b> .....	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>Conception</b> .....	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>Construction et bonne exécution</b> .....	<b>6</b>
<b>9</b>	<b>Essais sur lots</b> .....	<b>8</b>
<b>10</b>	<b>Essais sur chaque bouteille</b> .....	<b>9</b>
<b>11</b>	<b>Exigences spéciales concernant les tubes pour gaz fragilisants</b> .....	<b>11</b>
<b>12</b>	<b>Marquage</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe A</b>	<b>(normative) Classification chimique ISO des tubes/bouteilles à gaz haute pression</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe B</b>	<b>(normative) Contrôle aux ultrasons</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe C</b>	<b>(informative) Description, évaluation des défauts de fabrication et des critères de rejet des tubes en acier sans soudure au moment de l'inspection visuelle</b> .....	<b>20</b>
<b>Annexe D</b>	<b>(informative) Certificat de réception</b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe E</b>	<b>(informative) Liste de contrôle des essais de production</b> .....	<b>29</b>
<b>Bibliographie</b>	.....	<b>30</b>

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 11120:1999  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55115195-0694-42c0-9100-3119e20a401f/iso-11120-1999>

© ISO 1999

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  
Internet iso@iso.ch

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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 11120 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 58, *Bouteilles à gaz*, sous-comité SC 3, *Conception des bouteilles*.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale.

Les annexes C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

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

[ISO 11120:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55113193-6694-42e0-9f00-3119e20a401f/iso-11120-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55113193-6694-42e0-9f00-3119e20a401f/iso-11120-1999>

## Introduction

L'objet de la présente Norme internationale est d'offrir une spécification pour la conception, la fabrication, le contrôle et les essais des tubes pour usage dans le monde entier. L'objectif est de tenir la balance égale entre, d'une part, les contraintes de conception et d'efficacité économique et, d'autre part, les besoins d'une acceptation internationale et d'une utilité universelle.

La présente Norme internationale vise à éliminer toute préoccupation relative au climat, aux contrôles en double et aux restrictions existant actuellement en raison du manque de Normes internationales définitives. Il convient de ne pas considérer la présente Norme internationale comme une réflexion portant sur le caractère approprié ou non de la pratique de quelque pays ou région que ce soit.

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

[ISO 11120:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55113193-6694-42e0-9f00-3119e20a401f/iso-11120-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55113193-6694-42e0-9f00-3119e20a401f/iso-11120-1999>

# Bouteilles à gaz — Tubes en acier sans soudure rechargeables d'une contenance en eau de 150 l à 3 000 l — Conception, construction et essais

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences minimales concernant le matériau, la conception, la construction et la bonne exécution, les procédés de fabrication et les essais au moment de la fabrication des tubes en acier sans soudure, trempés et revenus, rechargeables, d'une contenance en eau de 150 litres à 3 000 litres inclus, destinés aux gaz comprimés et liquéfiés exposés à des températures ambiantes extrêmes (généralement comprises entre  $-50\text{ °C}$  et  $+65\text{ °C}$ ). La présente Norme internationale s'applique aux tubes de résistance à la traction maximale,  $R_m$ , inférieure à 1 100 MPa.

Ces tubes peuvent être utilisés seuls ou en batteries afin d'équiper des remorques ou des traîneaux (modules ISO) pour le transport et la distribution de gaz comprimés.

La présente Norme internationale ne traite pas des contraintes supplémentaires pouvant se produire au cours de service ou du transport, par exemple, les contraintes de flexion, etc.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 148<sup>1)</sup>, *Acier — Essai de résilience Charpy (entaille en V)*.

ISO 6506<sup>2)</sup>, *Matériaux métalliques — Essai de dureté — Essai Brinell*.

ISO 6892, *Matériaux métalliques — Essai de traction à température ambiante*.

ISO 11114-1, *Bouteilles à gaz transportables — Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 1: Matériaux métalliques*.

ISO 11484, *Tubes en acier pour service sous pression — Qualification et certification du personnel d'essais non destructifs (END)*.

## 3 Définitions

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

<sup>1)</sup> Sera remplacé par l'ISO 148-1, l'ISO 148-2 et l'ISO 148-3.

<sup>2)</sup> Sera remplacé par l'ISO 6506-1, l'ISO 6506-2 et l'ISO 6506-3.

**3.1****limite apparente d'élasticité**

valeur correspondant à la limite conventionnelle d'élasticité de 0,2 %,  $R_{p0,2}$

**3.2****trempe**

traitement thermique de durcissement au cours duquel un tube qui a été porté à une température uniforme supérieure à celle du point critique supérieur  $A_{c3}$  de l'acier, est refroidi rapidement dans un milieu adapté

**3.3****revenu**

traitement thermique d'adoucissement qui suit la trempe, au cours duquel un tube est porté à une température uniforme inférieure à celle du point critique inférieur  $A_{c1}$  de l'acier

**3.4****tube**

bouteille à gaz sous pression à double ogive fabriquée à partir de tubes sans soudure

**3.5****lot**

quantité de 200 tubes maximum de mêmes diamètre nominal, épaisseur et conception, fabriqués dans la même coulée et soumis au même traitement thermique pendant la même durée

**3.6****pression d'essai**

pression exigée,  $p_h$ , appliquée pendant un essai de pression

**3.7****facteur de contrainte théorique**

$F$

rapport entre la contrainte équivalente de paroi à la pression d'essai,  $p_h$ , et la limite apparente d'élasticité minimale garantie,  $R_e$

ITEH STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55113193-6694-42e0-9f00-3119e20a401f/iso-11120-1999>

## 4 Symboles

Symbole	Définition
$a$	épaisseur minimale calculée de l'enveloppe cylindrique, exprimée en millimètres
$a'$	épaisseur minimale garantie de l'enveloppe cylindrique, exprimée en millimètres
$A$	pourcentage d'allongement
$D$	diamètre extérieur nominal du tube, exprimé en millimètres
$f$	constante du facteur de contrainte théorique (voir 11.3)
$F$	facteur de contrainte théorique (voir 3.7)
$L_0$	longueur initiale entre repères, exprimée en millimètres, conformément à l'ISO 6892
$p_h$	pression d'épreuve hydraulique au-dessus de la pression atmosphérique, exprimée en bar <sup>a</sup>
$R_{ea}$	valeur de la limite apparente d'élasticité réelle déterminée par l'essai de traction, exprimée en mégapascals <sup>a</sup>
$R_e$	valeur minimale garantie de la limite apparente d'élasticité, exprimée en mégapascals
$R_g$	valeur minimale garantie de résistance à la traction, exprimée en mégapascals
$R_m$	valeur réelle de la résistance à la traction déterminée par l'essai de traction, exprimée en mégapascals
$S_0$	section initiale de l'éprouvette de traction, exprimée en millimètres, conformément à l'ISO 6892
<sup>a</sup> 1 bar = 100 kPa; 1 MPa = 10 bar.	

## 5 Contrôle et essais

Il est nécessaire de procéder à l'évaluation de la conformité conformément aux réglementations pertinentes du ou des pays où les tubes sont utilisés.

Afin de garantir que les tubes sont conformes à la présente Norme internationale, ils doivent être soumis à un contrôle réalisé conformément aux articles 9 et 10 par un organisme de contrôle autorisé (ci-après désigné par «inspecteur») reconnu dans le ou les pays d'utilisation. L'inspecteur doit être compétent en matière de contrôle de tubes.

## 6 Matériaux

### 6.1 Exigences générales

**6.1.1** Les matériaux utilisés pour la fabrication des tubes doivent être conformes aux exigences données en 6.2, 6.3 et 6.4.

Les aciers servant à la fabrication des tubes doivent être de composition reconnue sur le plan national ou international et de fiabilité prouvée. Ces aciers doivent appartenir à l'un des groupes de produits chimiques cités à l'annexe A.

Les nouvelles compositions d'acier et les aciers pour lesquels on ne dispose que d'une expérience réduite pour l'application aux tubes/bouteilles doivent être intégralement soumis aux essais et agréés par l'autorité nationale et avoir été fabriqués à partir d'au moins cinq coulées d'acier.

Le fabricant du tube fini doit fournir, avec les tubes livrés, une spécification détaillée donnant les tolérances concernant:

- la composition chimique;
- les dimensions;
- l'état de surface.

**6.1.2** L'acier utilisé pour la fabrication des tubes doit être entièrement calmé.

**6.1.3** Le fabricant des tubes doit fournir des certificats attestant d'un traitement thermique de référence représentatif du traitement thermique final.

NOTE D'autres exigences relatives aux tubes destinés à être utilisés avec des gaz fragilisants sont données dans l'article 11.

## 6.2 Contrôles de la composition chimique

**6.2.1** Un acier est défini par sa méthode de fabrication et par sa composition chimique.

La fabrication de l'acier doit être définie par référence à un procédé donné (convertisseur à l'oxygène, four électrique ou équivalent) et à la méthode par laquelle il est calmé.

La composition chimique doit être définie au minimum, en indiquant:

- la teneur en carbone, en manganèse et en silicium dans tous les cas;
- la teneur en chrome, en nickel, en molybdène, en vanadium ou en niobium lorsqu'il s'agit d'éléments d'alliage introduits intentionnellement dans l'acier;
- la teneur maximale en soufre et en phosphore dans tous les cas.

Les teneurs en carbone, manganèse, silicium et, le cas échéant, en chrome, nickel, molybdène, vanadium ou niobium doivent être indiquées avec des tolérances telles que la différence entre les valeurs maximale et minimale de l'analyse de coulée n'excède pas les plages données dans le Tableau 1.

**Tableau 1 — Tolérances des compositions chimiques**

Élément	Teneur	Plage autorisée
Carbone	< 30 %	0,06 %
	≥ 0,30 %	0,07 %
Manganèse	Toutes teneurs	0,30 %
Silicium	Toutes teneurs	0,30 %
Chrome	< 1,50 %	0,30 %
	≥ 1,50 %	0,50 %
Nickel	Toutes teneurs	0,40 %
Molybdène	Toutes teneurs	0,15 %
Vanadium	Toutes teneurs	0,10 %
Niobium	Toutes teneurs	0,10 %



Les éléments non inclus dans la composition chimique déclarée ne doivent pas être ajoutés intentionnellement. La teneur de ces éléments doit être limitée de sorte à garantir qu'ils n'ont aucun effet dommageable sur les propriétés du produit fini.

**6.2.2** Les teneurs maximales en soufre et en phosphore déterminées lors de l'analyse de coulée ne doivent pas dépasser 0,020 % chacune et leur somme ne doit pas excéder 0,030 %. Les analyses de contrôle des tubes fournis ne doivent respectivement pas dépasser 0,025 % et 0,035 %.

**6.2.3** Le fabricant des tubes finis doit obtenir et produire des certificats d'analyses de coulée (thermiques) pour les aciers fournis en vue de la construction des tubes.

### 6.3 Traitement thermique

**6.3.1** Chaque tube doit subir un traitement thermique et le mode opératoire de traitement thermique doit, pour chaque étape de traitement, c'est-à-dire la trempe et le revenu, comprendre l'enregistrement des données suivantes:

- la température;
- la durée de maintien de la température;
- le milieu de refroidissement.

**6.3.2** Le traitement thermique doit être effectué de telle manière qu'il n'engendre pas de contraintes excessives susceptibles de provoquer des ruptures irréversibles dans le tube.

**6.3.3** La température d'austénisation précédant la trempe doit être définie avec une tolérance de  $\pm 30$  °C de la température retenue pour le type d'acier concerné, mais elle ne doit en aucun cas être inférieure à celle du point critique supérieur ( $A_{c3}$ ) de l'acier concerné.

**6.3.4** La trempe dans un milieu différent de l'huile ou de l'air est autorisée à condition que la méthode permette d'obtenir des tubes exempts de fissures comme vérifié par les essais non destructifs.

**6.3.5** La température de revenu doit être déterminée avec une tolérance de  $\pm 30$  °C de la température garantissant les propriétés mécaniques spécifiées, mais ne doit en aucun cas être inférieure à 540 °C.

### 6.4 Propriétés mécaniques

Le matériau du tube fini doit satisfaire aux exigences données en 9.2 et 10.4.

### 6.5 Manquement aux exigences d'essai

**6.5.1** En cas de manquement aux exigences d'essai, de nouveaux essais ou un traitement thermique accompagné de nouveaux essais doivent être réalisés comme suit:

- a) S'il existe une preuve qu'un essai a été mal effectué ou qu'une erreur de mesurage a été commise, un nouvel essai doit être effectué. Si le résultat est satisfaisant, le premier essai doit être ignoré.
- b) Si l'essai a été réalisé de manière satisfaisante, l'origine de la défaillance de l'essai doit être identifiée.
  - 1) Si on considère que la défaillance est due au traitement thermique appliqué, le fabricant doit soumettre tous les tubes du lot à un nouveau traitement thermique.
  - 2) Si la défaillance n'est pas due au traitement thermique appliqué, tous les tubes défectueux identifiés doivent être rejetés ou réparés par une méthode approuvée. Les tubes non rejetés ou réparés sont alors considérés comme un nouveau lot.

Dans les deux cas, le nouveau lot doit être soumis à essai par l'inspecteur. Tous les essais de lot appropriés nécessaires pour prouver l'acceptabilité du nouveau lot doivent être une nouvelle fois effectués. Si un ou plusieurs essais s'avèrent même partiellement non concluants, tous les tubes du lot doivent être rejetés.

**6.5.2** Si un traitement thermique est nécessaire, les tubes doivent être trempés ou trempés et revenus une nouvelle fois.

Deux nouveaux traitements d'austénisation au maximum sont autorisés.

Si les tubes sont soumis à un nouveau traitement thermique, l'épaisseur de paroi peut être affectée par la formation d'écaillures et par conséquent l'épaisseur de paroi théorique minimale doit donc être vérifiée sur le tube fini.

## 7 Conception

### 7.1 Calculs de l'épaisseur de l'enveloppe cylindrique

L'épaisseur minimale garantie de l'enveloppe cylindrique,  $a'$ , ne doit pas être inférieure à l'épaisseur calculée avec la formule de Lamé-Von Mises suivante:

$$a = \frac{D}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{10 F R_e - \sqrt{3} p_h}{10 F R_e}} \right)$$

où la valeur de  $F$  est la valeur la plus petite entre  $\frac{0,65}{R_e/R_g}$  et 0,85.

Le rapport  $R_e/R_g$  ne doit pas être supérieur à 0,90.

Des exigences supplémentaires concernant les tubes pour gaz fragilisants sont données à l'article 11.

NOTE Des accords internationaux peuvent limiter l'étendue du facteur  $F$  utilisé pour la conception.

### 7.2 Conception des extrémités des tubes

Les extrémités des tubes doivent être pratiquement hémisphériques et d'une épaisseur supérieure à l'épaisseur de paroi minimale calculée,  $a$ .

Les dimensions des profilés des extrémités du tube doivent être spécifiées pour chaque conception en prenant en compte la répartition des contraintes et le procédé de fabrication.

Afin de permettre l'examen visuel interne du tube, une ouverture adaptée doit être laissée au niveau des extrémités du goulot. Le diamètre nominal de l'ouverture doit être supérieur à  $D/12$ .

NOTE Il convient qu'une analyse des contraintes soit réalisée pour s'assurer que les limites théoriques ne sont pas dépassées, en particulier s'il s'agit d'une grande ouverture.

Si les extrémités du tube sont filetées, l'épaisseur à la racine du filetage doit être assez importante pour supporter la contrainte développée dans cette partie.

## 8 Construction et bonne exécution

### 8.1 Généralités

Le tube doit être fabriqué à partir de tubes en acier sans soudure, généralement laminés à chaud, étirés ou forgés.

Les extrémités doivent être formées à chaud soit par forgeage, soit par repoussage.

Aucun métal ne doit être ajouté au cours de la fermeture de l'extrémité.

La réparation des défauts par soudage est interdite.

## 8.2 Épaisseur de paroi

L'épaisseur de chaque longueur de tube fournie doit être contrôlée.

En aucun point l'épaisseur de paroi ne doit être inférieure à l'épaisseur minimale spécifiée.

La vérification de l'épaisseur de paroi doit être réalisée par une méthode aux ultrasons, conformément à l'annexe B.

## 8.3 Défauts de surface

Les surfaces interne et externe du tube fini ne doivent comporter aucun défaut pouvant avoir un effet négatif sur le bon fonctionnement du tube. Voir l'annexe C pour des exemples de défauts et des lignes directrices concernant leur évaluation.

## 8.4 Contrôle aux ultrasons

Chaque tube doit subir un contrôle aux ultrasons destiné à détecter les défauts, conformément à l'annexe B.

L'examen des tubes destinés à être utilisés avec des gaz fragilisants (par exemple, l'hydrogène) doit être effectué sur les tubes fournis et une fois le tube fabriqué. Pour les tubes contenant d'autres gaz, le contrôle peut être réalisé soit pendant, soit après la fabrication.

## 8.5 Fermeture des extrémités (raccord)

La fermeture du conteneur fini doit être effectuée par une méthode autre que le soudage, le brasage ou le soudo-brasage et doit permettre d'éviter les fuites.

## 8.6 Tolérances dimensionnelles (standards.iteh.ai)

### 8.6.1 Ovalisation

L'ovalisation de l'enveloppe cylindrique, c'est-à-dire la différence entre les diamètres extérieurs maximal et minimal de la même section transversale, ne doit pas dépasser 2 % de la valeur moyenne de ces diamètres mesurés au moins aux emplacements situés au quart de la longueur et à mi-longueur sur le tube.

### 8.6.2 Diamètre extérieur

Le diamètre extérieur moyen ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 1$  % du diamètre théorique nominal; ceci doit être vérifié au quart de la longueur et à mi-longueur sur le tube.

### 8.6.3 Rectitude

L'écart maximal de la partie cylindrique de l'enveloppe par rapport à une ligne droite ne doit pas dépasser 3 mm par mètre de longueur.

### 8.6.4 Excentration

Les valeurs des épaisseurs minimale et maximale ne doivent pas s'écarter de plus de 12,5 % de la valeur moyenne de ces deux épaisseurs; cela doit être vérifié au minimum aux emplacements situés au quart de la longueur et à mi-longueur sur les tubes.

### 8.6.5 Longueur

La tolérance relative à la longueur théorique totale du tube seul, sans ses accessoires, ne doit pas dépasser  $\pm 1,5$  % ou  $\pm 50$  mm si cette dernière valeur est plus petite.

### 8.6.6 Contenance en eau

La tolérance relative à la contenance en eau doit être de  ${}^{+10}_0$  %.

### 8.6.7 Masse

La tolérance de la masse théorique de tout tube ne doit pas dépasser  $\pm 10\%$ .

Lorsque les tubes doivent être utilisés en batteries, la tolérance de la masse moyenne du tube par chargement doit être de  ${}_{-10}^{+5}\%$  de la masse théorique par unité.

## 9 Essais sur lots

### 9.1 Exigences générales

Les essais et contrôles suivants doivent être réalisés sous la responsabilité de l'inspecteur (voir 5).

NOTE Les procédures d'homologation du type généralement utilisées pour les bouteilles d'une contenance en eau inférieure à 150 litres ne sont pas applicables aux cycles de production des tubes.

### 9.2 Essais mécaniques

#### 9.2.1 Généralités

Des éprouvettes doivent être sélectionnées dans chaque lot de fabrication pour être soumises à des essais mécaniques, à partir d'un anneau d'une longueur minimale de 200 mm prélevé sur des tubes fournis représentatifs de l'état final du ou des tubes, y compris les traitements thermiques, le cas échéant.

L'échantillon, tel que décrit ci-dessus doit être placé de manière à être soumis au même moment que le ou les tubes, aux mêmes conditions de traitement thermique, y compris la trempé sur face simple ou double.

#### 9.2.2 Essai de traction

L'essai doit être réalisé conformément à l'ISO 6892 sur une éprouvette cylindrique proportionnelle prise dans le sens longitudinal, le long de l'axe de l'anneau, dans la paroi de l'anneau et usinée. La longueur calibrée de l'éprouvette  $L_0$ , doit être égale à  $5,65\sqrt{S_0}$ .

Les résultats de l'essai de traction doivent au moins être égaux aux valeurs minimales garanties par le fabricant, et dans tous les cas:

- $R_m$  ne doit pas dépasser 1 100 MPa;
- l'allongement minimal après rupture ne doit pas être inférieur à 14 %;
- le rapport  $R_{ea}/R_m$  ne doit pas être supérieur à 0,95.

NOTE D'autres exigences relatives aux tubes destinés à être utilisés avec des gaz fragilisants sont données à l'article 11.

#### 9.2.3 Essai de résilience

9.2.3.1 Sauf pour les exigences données ci-après, l'essai doit être réalisé conformément à l'ISO 148.

L'essai doit être effectué sur trois éprouvettes prélevées longitudinalement dans la paroi de l'anneau échantillon. L'entaille doit être perpendiculaire à la face de la paroi de l'anneau échantillon. Les éprouvettes doivent être usinées sur les six faces. Si l'épaisseur de paroi ne permet pas d'obtenir une éprouvette de largeur finale de 10 mm, la largeur doit être aussi proche que possible de l'épaisseur nominale de la paroi du tube. Si l'épaisseur de paroi est supérieure à 10 mm, les éprouvettes doivent être prélevées aussi près que possible de la surface interne de l'anneau échantillon et leur épaisseur limitée à 10 mm.

9.2.3.2 L'essai de résilience doit être réalisé à une température de  $-20\text{ °C}$  et les valeurs de l'essai de résilience doivent être conformes aux exigences suivantes:

- valeurs individuelles  $\geq 40\text{ J/cm}^2$ ;