
Norme internationale



4705

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

Bouteilles à gaz sans soudure en acier destinées à être rechargées

Refillable seamless steel gas cylinders

Première édition — 1983-07-15

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4705:1983](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-28d9350669ee/iso-4705-1983>

CDU 621.642.17

Réf. n° : ISO 4705-1983 (F)

Descripteurs : réservoir à gaz, produit en acier, composition chimique, traitement thermique, conception, fabrication, essai, essai mécanique, spécimen d'essai, essai de flexion, essai de traction, essai au choc, essai hydraulique, essai d'éclatement, essai de pression, essai de dureté, essai d'étanchéité aux gaz, certification, marquage.

Prix basé sur 21 pages

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 4705 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 58, *Bouteilles à gaz*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Roumanie
Allemagne, R. F.	Irlande	Royaume-Uni
Australie	Israël	Suède
Belgique	Italie	Suisse
Canada	Mexique	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. de	Norvège	URSS
Danemark	Nouvelle-Zélande	Yougoslavie
France	Pays-Bas	

[ISO 4705:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-28d9350b74e9/iso-4705-1983)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-28d9350b74e9/iso-4705-1983>

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Autriche
Japon
USA

Sommaire

	Page
0 Introduction	1
1 Objet et domaine d'application	1
2 Références	1
3 Définitions et symboles	1
4 Matériaux	2
5 Conception	3
6 Construction et mise en œuvre	5
7 Essais par lots 5.1983	5
8 Essais hydraulique et de dureté	9
9 Réception	11
10 Marquage	11
Annexes	
A Essai spécial de prototype	13
B Exemple de certificat de réception	14
C Essai de rupture sous pression hydraulique	16
D Exigences supplémentaires pour usage dans tous les pays	18

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-26d9550667cc/iso-4705-1983>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4705:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-28d9350669ee/iso-4705-1983>

Bouteilles à gaz sans soudure en acier destinées à être rechargées

0 Introduction

L'objet de la présente Norme internationale est de faciliter l'accord sur la conception et la fabrication des bouteilles à gaz soudées en acier dans tous les pays. Les spécifications données dans les chapitres 1 à 10 sont basées sur la connaissance des matériaux, des exigences d'étude, des processus de fabrication et du contrôle de cette dernière, ainsi que sur l'expérience acquise dans ces domaines, pour les bouteilles d'usage courant dans un grand nombre de pays membres de l'ISO.

Cependant, plusieurs pays membres de l'ISO ont des exigences spéciales :

- a) une composition chimique du matériau spécifiée pour la fabrication des bouteilles à gaz;
- b) confirmation de performance sous toute condition de service;
- c) une limite de contrainte de calcul,
- d) garantie d'une performance satisfaisante des bouteilles à gaz par des essais non couverts par les chapitres 1 à 10.

Ces exigences spéciales sont spécifiées dans l'annexe D. Les bouteilles à gaz fabriquées conformément à la présente Norme internationale et pour lesquelles les exigences de l'annexe D ont été respectées, sont valables pour usage dans tous les pays à condition de faire l'objet d'accord et de contrôle par les autorités nationales.

Les utilisateurs de la présente Norme internationale et de ses annexes sont priés de prendre des notes sur la manière dont celles-ci sont appliquées, de consigner par écrit leur expérience et de transmettre cette information au Secrétariat central de l'ISO afin que celle-ci soit disponible auprès du comité technique ISO/TC 58 pour faire l'objet d'un amendement ultérieur approprié.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences minimales pour certains points de vue concernant le matériel, l'étude, la construction et la mise en œuvre, le mode de fabrication et les essais à la fabrication des bouteilles à gaz sans soudure en acier destinées à être rechargées, ayant une capacité en eau allant de 1 à 150 L inclus, pour les gaz comprimés, liquéfiés ou dissous, exposés aux températures ambiantes.

2 Références

ISO 82, *Acier — Essai de traction.*

ISO/R 85, *Essai de pliage pour l'acier.*

ISO 86, *Acier — Essai de traction des tôles d'épaisseur inférieure à 3 mm et au moins égale à 0,5 mm.*

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

ISO 2604, *Produits en acier pour appareils à pression — Spécifications de qualité.*

ISO 3166, *Codes pour la représentation des noms de pays.*

ISO 6506, *Matériaux métalliques — Essai de dureté — Essai Brinell.*

3 Définitions et symboles

3.1 Définitions

3.1.1 limite d'élasticité : Voir ISO 82 ou ISO 86.

Dans le cadre de la présente Norme internationale, ce terme «limite d'élasticité» signifie la limite d'élasticité supérieure R_{eHr} ou, pour les aciers ne représentant pas une limite élastique définie, la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % (allongement non proportionnel) $R_{p0,2}$.

3.1.2 recuit de normalisation : Traitement thermique dans lequel une bouteille est chauffée à une température uniforme au-dessus du point critique supérieur (A_{c3}) de l'acier, puis refroidie dans l'air calme.

3.1.3 trempé : Traitement thermique de durcissement dans lequel une bouteille qui a été chauffée à une température uniforme au-dessus du point critique supérieur (A_{c3}) de l'acier, est refroidie rapidement dans un milieu convenable.

3.1.4 revenu : Traitement thermique d'adoucissement qui suit la trempe (ou, dans certains cas, le recuit de normalisation), dans lequel la bouteille est chauffée à une température uniforme au-dessous de la température critique inférieure (A_{c1}) de l'acier.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 148-1960.)

3.1.5 **lot** : Quantité jusqu'à 200 bouteilles plus les bouteilles pour les essais destructifs, de même diamètre nominal, épaisseur et même type de construction, en un même acier et ayant subi le même traitement thermique en même temps. La longueur des bouteilles dans un lot de traitement thermique peut varier de plus ou moins 12 %.

3.2 Symboles

a : Épaisseur minimale calculée, en millimètres, de l'enveloppe cylindrique (voir figure 1).

a_1 : Épaisseur minimale garantie, en millimètres, d'un fond concave, dans la carre (voir figure 2).

a_2 : Épaisseur minimale garantie, en millimètres, au centre d'un fond concave (voir figure 2).

A : Allongement pour cent.

b : Épaisseur minimale garantie, en millimètres, au centre d'un fond convexe (voir figure 1).

d_1 et d_2 : Dimensions limites, en millimètres, des cassures (voir figures 7 et 8).

D : Diamètre extérieur de la bouteille, en millimètres (voir figure 1).

D_F : Diamètre, en millimètres, du mandrin de pliage (voir figure 5).

h : Hauteur extérieure (fond concave), en millimètres (voir figure 2).

H : Hauteur extérieure, en millimètres, de la partie bombée (fond convexe) (voir figure 1).

L_0 : Longueur initiale entre repères, en millimètres, suivant l'ISO 82 et l'ISO 86 (voir figure 4).

n : Rapport du diamètre du mandrin de l'essai de pliage à l'épaisseur réelle de calcul de l'éprouvette.

p_b : Pression de rupture calculée, en bar¹⁾, au-dessus de la pression atmosphérique.

p_h : Pression de l'essai hydraulique, en bar, au-dessus de la pression atmosphérique.

r : Rayon de carre des fonds, en millimètres (voir figures 1 et 2).

R_e : Valeur minimale de la limite élastique (voir 3.1.1), en newtons par millimètre carré.

R_{ea} : Valeur de la limite élastique réelle, en newtons par millimètre carré, déterminée par l'essai de traction spécifié en 7.2.1.

R_g : Valeur minimale de la résistance à la traction, en newtons par millimètre carré, garantie par le fabricant de bouteilles sur bouteille finie.

R_m : Valeur réelle de la résistance à la traction, en newtons par millimètre carré, déterminée par l'essai de traction spécifié en 7.2.1.

S_0 : Aire initiale de la section transversale de l'éprouvette de traction, en millimètres carrés, suivant l'ISO 82 et l'ISO 86.

t : Épaisseur réelle de l'éprouvette, en millimètres.

t_m : Épaisseur moyenne de paroi de la bouteille au point d'essai (voir tableau 4).

w : Largeur, en millimètres, de l'éprouvette de traction (voir figure 4a).

4 Matériaux

4.1 Dispositions générales

4.1.1 Le matériau utilisé pour la fabrication des bouteilles à gaz doit être de l'acier, autre que de qualité effervescente, avec des propriétés acceptables de non vieillissement.

Dans le cas où la vérification de cette propriété de non vieillissement est exigée par le client, les critères par lesquels elle doit être spécifiée doivent faire l'objet d'un accord avec celui-ci et être insérés dans la commande.

4.1.2 Le fabricant de bouteilles doit établir des moyens d'identification des bouteilles avec les coulées d'acier à partir desquelles elles sont fabriquées.

4.2 Traitement thermique

Le fabricant de bouteilles doit certifier le procédé de traitement thermique appliqué aux bouteilles finies.

La trempe dans un bain autre que l'huile est admise, à condition que le fabricant prouve que la méthode produit des bouteilles exemptes de fissures.

La trempe dans un bain d'eau sans additifs ne doit pas être utilisée.

Si la vitesse de refroidissement dans le bain est supérieure de 80 % de celle dans l'eau à 20 °C, sans additifs, chaque bouteille de la production doit être soumise à une méthode d'essai non destructive.

La température de revenu, pour les bouteilles trempées et revenues, et pour les bouteilles normalisées et revenues, ne doit pas être inférieure à 455 °C.

4.3 Composition chimique

4.3.1 Les limites suivantes de soufre et de phosphore ne doivent pas être dépassées dans l'analyse de coulée du métal utilisé pour la fabrication des bouteilles à gaz :

soufre : 0,04 %

phosphore : 0,04 %

soufre plus phosphore : 0,07 %

1) 1 bar = 10⁵Pa = 0,1 N/mm²

4.3.2 Le fabricant de bouteilles doit obtenir et fournir des attestations des analyses de coulée des aciers fournis pour la fabrication des bouteilles à gaz.

Si des analyses de vérification sont exigées, elles doivent être effectuées soit sur des échantillons prélevés sur le métal, au cours de la fabrication, sous la forme fournie par l'aciériste au fabricant de bouteilles, soit sur les bouteilles finies. Dans toute analyse de vérification, l'écart maximal admissible par rapport aux limites spécifiées pour les analyses de coulée doit être conforme aux valeurs spécifiées dans l'ISO 2604.

4.4 Spécifications relatives aux essais

Le métal des bouteilles finies doit satisfaire aux exigences du chapitre 7.

4.5 Non conformité aux spécifications relatives aux essais

Dans le cas de non conformité à ces spécifications, on doit effectuer des contre-essais ou de nouveaux traitements thermiques suivis de contre-essais, de la façon suivante :

4.5.1 S'il y a une preuve d'un défaut de conduite d'un essai ou d'une erreur de mesurage, on doit effectuer un second essai. Si les résultats de ce dernier sont satisfaisants, on ne doit pas tenir compte du premier.

4.5.2 Si l'essai a été effectué d'une manière satisfaisante, on doit suivre la méthode détaillée en 4.5.2.1 ou 4.5.2.2. ISO 4705:1983

4.5.2.1 Deux autres bouteilles doivent être choisies et soumises aux essais stipulés en 7.1.3.1 et/ou 7.1.3.2, selon le cas. Si les résultats des essais sur ces deux bouteilles satisfont aux exigences spécifiées, le lot de bouteilles doit être considéré comme conforme à la présente Norme internationale. Si l'une des deux bouteilles est défectueuse, le lot de bouteilles doit être refusé ou soumis à un nouveau traitement thermique et à un nouvel essai.

4.5.2.2 Le lot de bouteilles représenté par l'essai doit être soumis à un nouveau traitement thermique et à un nouvel essai.

4.5.3 Nouveau traitement thermique

4.5.3.1 Les bouteilles ayant subi un recuit de normalisation peuvent subir soit un nouveau revenu, soit un nouveau recuit de normalisation.

4.5.3.2 Les bouteilles ayant subi un recuit de normalisation et un revenu doivent être soumises soit à un nouveau revenu, soit à un nouveau recuit de normalisation et à un revenu.

4.5.3.3 Les bouteilles trempées et revenues doivent être soumises soit à un nouveau revenu, soit à une nouvelle trempe et à un revenu.

4.5.3.4 Toutes les fois que des bouteilles sont soumises à un nouveau traitement thermique, l'épaisseur de paroi minimale de calcul doit être conservée.

4.6 Exigences de dureté

Le métal doit satisfaire aux exigences de 8.2.

5 Conception

5.1 Dispositions générales

5.1.1 Le calcul de l'épaisseur de paroi des parties soumises à la pression est basé sur la limite élastique (R_e) du métal.

5.1.2 Dans les calculs, la valeur de la limite élastique (R_e) est limitée à un maximum de $0,75 R_g$ pour les bouteilles normalisées ou normalisées et revenues, et de $0,90 R_g$ pour les bouteilles trempées et revenues.

5.1.3 La pression intérieure sur laquelle est basé le calcul de l'épaisseur de paroi doit être la pression d'essai hydraulique (p_h).

5.2 Calcul de l'enveloppe cylindrique

L'épaisseur de paroi de l'enveloppe cylindrique des bouteilles à gaz doit être au moins égale à la valeur calculée à l'aide de la formule

$$a = \frac{p_h D}{20 R_e + p_h} + 1,3$$

sa valeur minimale devant satisfaire à la formule

$$a > \frac{D}{250} + 1 \text{ mm}$$

avec un minimum absolu de $a = 1,5 \text{ mm}$.

5.3 Calcul des extrémités convexes (ogives et fonds)

La figure 1 donne des configurations typiques d'ogives et de fonds. Les formes A et B représentent des fonds forgés à partir de tubes, les formes D et E des fonds obtenus par estampage d'une billette et les formes C et F représentent des ogives.

5.3.1 L'épaisseur (b) au centre du fond convexe doit satisfaire aux conditions suivantes :

Lorsque le rayon de raccordement intérieur (r) est supérieur ou égal à $0,075 D$,

pour des extrémités fabriquées par forgeage de billettes ou de tubes :

$$b > 1,5 a \text{ pour } H/D > 0,20$$

ou, pour des extrémités fabriquées par emboutissage de tôles :

$$b > a \text{ pour } H/D > 0,40$$

Afin d'obtenir une répartition des contraintes convenables dans la zone de raccordement de l'extrémité convexe à la partie

cylindrique, toute augmentation d'épaisseur du fond qui serait nécessaire doit être progressive à partir du point de raccordement. Pour appliquer cette prescription, ce point de raccordement est défini à la figure 1 comme étant l'intersection de la ligne horizontale menée à la cote H avec la paroi de la bouteille.

La forme B ne doit pas être interdite par cette prescription.

5.3.2 Si les conditions de 5.3.1 ne sont pas remplies, le fabricant doit prouver par l'essai de prototype décrit à l'annexe A que la configuration des extrémités convexes est valable.

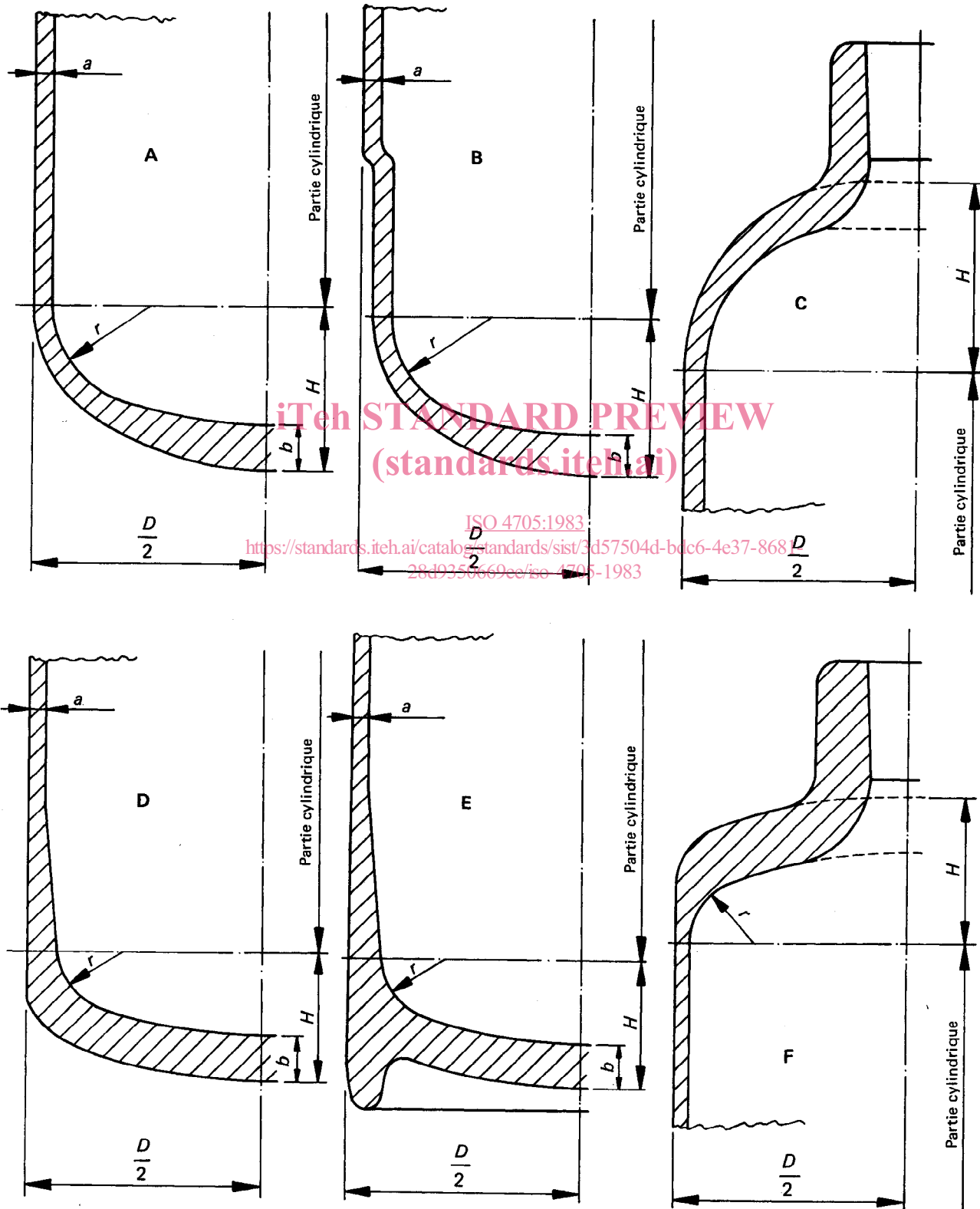


Figure 1 – Extrémités convexes types

5.4 Calcul des fonds concaves

Lorsqu'on utilise des fonds concaves (voir figure 2), la conception doit permettre au fabricant de garantir les valeurs minimales suivantes :

$$a_1 = 2 a$$

$$a_2 = 2 a$$

$$H = 0,12 D$$

$$r = 0,075 D$$

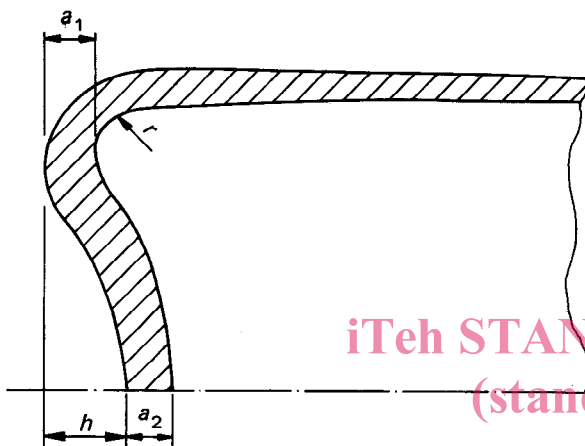


Figure 2 — Fond concave

Pour obtenir une répartition satisfaisante des contraintes, l'épaisseur de la bouteille doit augmenter progressivement dans la zone de transition entre la partie cylindrique et la base, et la paroi doit être exempte de défauts.

Si ces garanties ne peuvent être données, le fabricant de bouteilles doit prouver, par un essai spécial de prototype décrit dans l'annexe A, que la conception est satisfaisante.

5.5 Conception du goulot

5.5.1 Le diamètre extérieur et l'épaisseur du goulot de la bouteille doivent être compatibles avec le couple appliqué lors du montage du robinet sur cette bouteille. Ce couple peut varier suivant le diamètre et la forme du filetage, le mode d'étanchéité utilisé dans le montage du robinet.

5.5.2 Pour déterminer l'épaisseur minimale, on doit tenir compte de l'obtention d'une épaisseur de paroi dans le goulot de la bouteille empêchant toute dilatation permanente de ce goulot pendant le montage initial du robinet sur la bouteille et tous montages ultérieurs de ce robinet, sans le soutien d'une fixation, telle qu'une bague de goulot.

5.6 Dessins de fabrication

Un dessin muni de toutes les cotes et donnant la spécification du métal doit être fourni.

6 Construction et mise en œuvre

6.1 La bouteille doit être produite soit par forgeage ou estampage à partir d'un lingot ou d'une billette pleins, soit par fabrication à partir d'un tube sans soudure, soit par emboutissage (ou matricage) à partir d'une tôle plane. On ne doit pas ajouter du métal dans le processus de fermeture du fond.

6.2 Chaque bouteille doit être examinée, avant les opérations de fermeture, en ce qui concerne l'épaisseur et les défauts de surfaces extérieure et intérieure. L'épaisseur de paroi ne doit, en aucun point, être inférieure à l'épaisseur minimale spécifiée.

6.3 Les surfaces intérieure et extérieure de la bouteille finie doivent être exemptes de défauts susceptibles de nuire à la sécurité de fonctionnement de la bouteille.

6.4 Le faux-ronde de la partie cylindrique, c'est-à-dire la différence entre les diamètres extérieurs maximal et minimal dans une même section transversale ne doit pas être supérieur à 2 % de la moyenne de ces diamètres.

6.5 La bague de goulot, si elle est nécessaire, doit être constituée en un métal compatible avec celui de la bouteille, et elle doit être fixée en toute sécurité par une méthode autre que le soudage, le brasage fort ou le brasage tendre.

6.6 Lorsqu'une frette de pied est prévue, elle doit être suffisamment résistante et constituée par un métal compatible avec celui de la bouteille. Sa forme doit, de préférence, être cylindrique, et elle doit donner une stabilité suffisante à la bouteille. Cette frette doit être fixée sur la bouteille par une méthode autre que le soudage, le brasage fort ou le brasage tendre. On doit rendre étanches, par une méthode autre que celles indiquées ci-dessus, tous les interstices, en vue d'éviter une entrée d'eau.

6.7 Les robinets des bouteilles ayant une capacité en eau supérieure à 5 L doivent être efficacement protégés contre une détérioration soit par la conception de la bouteille (par exemple un bouclier de protection), soit par un chapeau résistant vissé ou monté d'une manière également résistante. Le mode de fixation doit être autre que le soudage, le brasage fort ou le brasage tendre.

Dans le cas où les bouteilles sont destinées à être transportées dans des caisses ou des cadres, ces formes de protection n'ont pas besoin d'être utilisées.

7 Essais par lots

7.1 Dispositions générales

7.1.1 Tous les essais de vérification de la qualité du métal constituant les bouteilles à gaz doivent être effectués sur le métal provenant des bouteilles finies.

7.1.2 Les essais spécifiés en 7.1.3 doivent être effectués sur chaque lot de bouteilles.

7.1.3 Pour chaque lot, les essais suivants sont exigés :

7.1.3.1 Sur une première bouteille :

- a) un essai de traction dans le sens longitudinal (voir 7.2);
- b) quatre essais de pliage dans le sens circonférentiel (voir 7.3);
- c) trois essais de résilience dans le sens longitudinal lorsque l'épaisseur de la bouteille permet d'usiner une éprouvette d'au moins 3 mm d'épaisseur (voir 7.4).

Pour l'emplacement des éprouvettes, voir figure 3.

7.1.3.2 Sur une deuxième bouteille :

un essai de rupture sous pression hydraulique lorsque l'épaisseur de la bouteille est inférieure ou égale à 7,5 mm (voir 7.5).

7.2 Essai de traction

7.2.1 L'essai de traction doit être effectué, conformément à l'ISO 82 ou l'ISO 86, sur une éprouvette :

- a) suivant la figure 4a) et avec une longueur entre repères $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$, lorsque l'épaisseur calculée de paroi (a) est égale ou supérieure à 3 mm;
- b) suivant la figure 4b), lorsque l'épaisseur calculée de paroi (a) est inférieure à 3 mm;

c) suivant la figure 4c), lorsque l'épaisseur calculée de paroi (a) est inférieure à 2 mm et que les dimensions de la bouteille sont telles que l'on ne peut pas obtenir une éprouvette conforme à la figure 4b).

Les deux faces de l'éprouvette correspondant aux surfaces intérieure et extérieure de la bouteille ne doivent pas être usinées.

7.2.2 L'allongement pour cent ne doit pas être inférieur aux valeurs suivantes :

a) pour les bouteilles fabriquées à partir d'acier au carbone, carbone-manganèse, molybdène et chrome-molybdène, ayant subi un recuit de normalisation :

- 1) ayant une épaisseur calculée de paroi non inférieure à 3 mm :

$$A = \frac{2\,500}{0,224 R_m}, \text{ avec un minimum absolu de } 14\%$$

- 2) ayant une épaisseur calculée de paroi inférieure à 3 mm, mais supérieure ou égale à 2 mm :

$$A = \frac{2\,500}{0,285 R_m}, \text{ avec un minimum absolu de } 11\%$$

- 3) ayant une épaisseur calculée de paroi inférieure à 2 mm :

$$A = \frac{2\,500}{0,27 R_m}, \text{ avec un minimum absolu de } 12\%$$

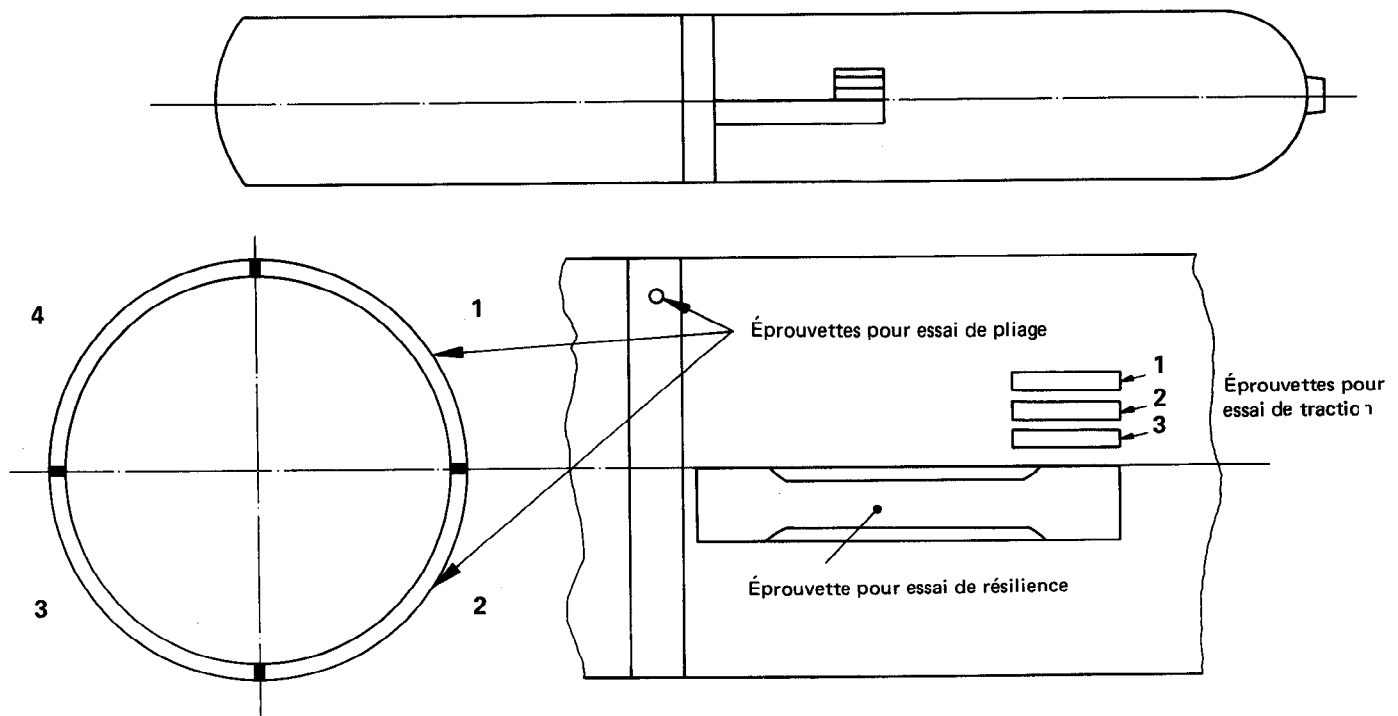


Figure 3 — Emplacement des éprouvettes

b) pour les bouteilles fabriquées à partir d'aciers trempés et revenus :

1) ayant une épaisseur calculée de paroi non inférieure à 3 mm :

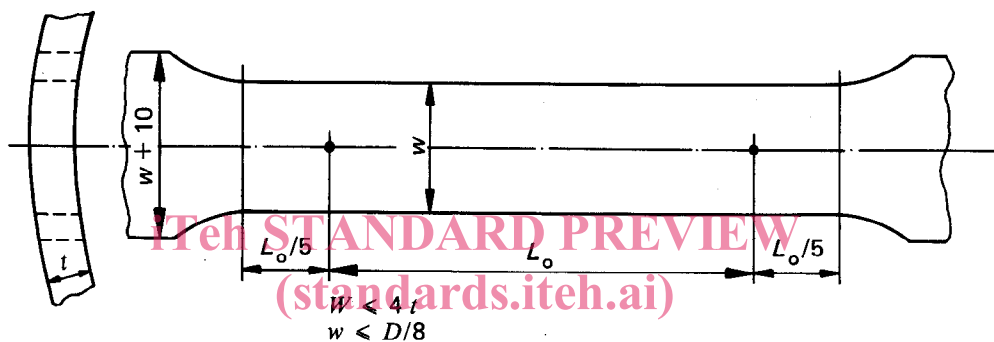
$$A = \frac{2\,500}{0,224 R_m}, \text{ avec un minimum absolu de } 14\%$$

2) avec une épaisseur calculée de paroi inférieure à 3 mm :

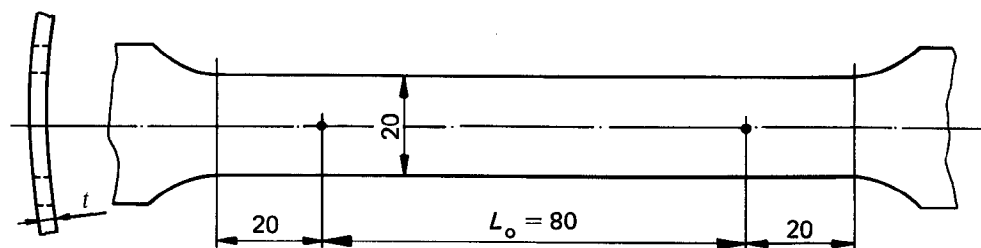
$$A = \frac{2\,500}{0,306 R_m}, \text{ avec un minimum absolu de } 9\%$$

NOTE — L'attention est attirée sur la méthode de mesurage de l'allongement pour cent décrite dans l'ISO 82, particulièrement dans les cas où l'éprouvette de traction est conique, ce qui a pour conséquence un point de rupture hors du milieu de la longueur entre deux repères.

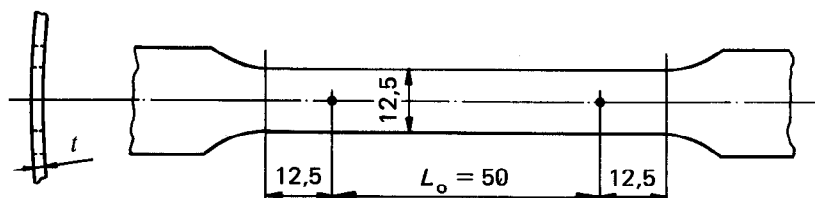
Dimensions en millimètres



a) Éprouvette utilisée lorsque $t > 3\text{ mm}$ [ISO 4705:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-28d9350669ee/iso-4705-1983)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3d57504d-bdc6-4e37-8681-28d9350669ee/iso-4705-1983>



b) Éprouvette utilisée lorsque $t < 3\text{ mm}$



c) Éprouvette utilisée lorsque $t < 2\text{ mm}$ et que les dimensions de la figure 4b) ne peuvent être obtenues

Figure 4 — Éprouvettes de traction