

NORME
INTERNATIONALE

**ISO
4706**

Première édition
1989-12-01

**Bouteilles à gaz soudées en acier destinées à
être rechargées**

Refilable welded steel gas cylinders
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4706:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/208c95e0-e17a-478c-8936-7a2flaa941d1/iso-4706-1989>



Numéro de référence
ISO 4706 : 1989 (F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4706 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 58, *Bouteilles à gaz*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/208c95e0-e17a-478c-8936-7a2f1aa941d1/iso-4706-1989>

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. 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

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	2
6 Construction et mise en œuvre	3
7 Examen radiographique	4
8 Essais de réception (par lots)	5
9 Procédure de réception	7
10 Marquage	8
11 Attestation	8
 Annexes	
A Essai spécial de prototype	15
B Exemple de certificat de réception	16

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/208c95e0-e17a-478c-8936-7a211aa741d1/iso-4706-1989>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4706:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/208c95e0-e17a-478c-8936-7a2flaa941d1/iso-4706-1989>

Bouteilles à gaz soudées 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 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 les pays des comités membres de l'ISO.

En ce qui concerne les points de vue relatifs aux matériaux de construction, à l'approbation des règles de conception et au contrôle en cours de fabrication, qui font l'objet de règlements nationaux ou internationaux, il est nécessaire, pour les parties intéressées, de s'assurer que les exigences de l'autorité compétente sont également satisfaites dans l'application pratique de la présente Norme internationale.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences minimales pour certains points de vue concernant le matériel, la conception, la construction et la mise en œuvre, le mode de fabrication et les essais à la fabrication des bouteilles à gaz soudées en acier destinées à être rechargées, dont la pression d'essai ne dépasse pas 75 bar¹⁾, ayant une capacité en eau de 1 à 150 L (inclus), pour les gaz comprimés, liquéfiés ou dissous, exposés aux températures ambiantes.

2 Références

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

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

ISO 4978, *Produits plats laminés en acier pour bouteilles à gaz soudées.*

ISO 6892, *Matériaux métalliques — Essai de traction.*

ISO 7438, *Matériaux métalliques — Essai de pliage.*

3 Définitions et symboles

3.1 Définitions

3.1.1 limite apparente d'élasticité: Voir ISO 6892.

Dans le cadre de la présente Norme internationale, l'expression «limite d'élasticité» désigne la limite supérieure d'écoulement R_{eH} , ou, pour les aciers ne présentant 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 finie est chauffée à une température uniforme au-dessus du point critique supérieur (AC_3) de l'acier, puis refroidie dans l'air calme.

3.1.3 traitement de détente: Traitement thermique appliqué à la bouteille finie, et dont l'objet est de réduire les contraintes résiduelles sans modifier la structure métallurgique de l'acier.

3.2 Symboles

a : Épaisseur minimale calculée, en millimètres, de l'enveloppe cylindrique.

a_b : Épaisseur minimale de l'enveloppe cylindrique (y compris la surépaisseur pour corrosion), en millimètres, garantie par le fabricant.

A : Allongement pour cent après rupture.

b : Épaisseur minimale calculée, en millimètres, de l'extrémité.

C : Facteur de forme (voir figure 1).

D : Diamètre extérieur, en millimètres, de la bouteille, tel qu'il ressort du dessin de conception (voir figure 4).

h : Hauteur, en millimètres, de la partie cylindrique de l'extrémité (voir figure 4).

H : Hauteur extérieure, en millimètres, de la partie bombée de l'extrémité (voir figure 4).

J : Coefficient de réduction de contrainte.

L : Longueur, en millimètres, de la bouteille.

1) 1 bar = 10⁵ Pa = 10⁵ N/m²

L_0 : Longueur initiale entre repères, en millimètres, conformément à l'ISO 6892.

n : Rapport entre le diamètre du mandrin de l'essai de pliage et l'épaisseur de l'éprouvette.

N: Bouteille normalisée.

p_b : Pression maximale, en bars¹⁾, atteinte au cours de l'essai de rupture.

p_h : Pression d'essai, en bars, au-dessus de la pression atmosphérique.

r : Rayon de carre interne, en millimètres, de l'extrémité.

R : Rayon intérieur de courbure, en millimètres, de l'extrémité.

R_e : Valeur minimale de la limite d'élasticité (apparente), en newtons par millimètre carré, garantie par le fabricant de bouteilles, sur bouteille finie.

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 8.2.

S: Bouteille relaxée.

S_0 : Aire de la section initiale transversale de l'éprouvette de traction, en millimètres carrés, conformément à l'ISO 6892.

4 Matériaux

4.1 Dispositions générales

4.1.1 Le matériau utilisé pour la fabrication des bouteilles à gaz doit être un acier, autre que de qualité effervescente, apte à l'emboutissage et au soudage, et il doit assurer pour la bouteille finie l'absence d'une dégradation, dans le temps, des propriétés mécaniques après traitement thermique (non-vieillessement).

Dans le cas où la vérification de cette propriété de non-vieillessement est exigée, les critères sur lesquels doit se fonder la vérification devraient faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client et figurer dans la commande.

4.1.2 Toutes les parties du corps des bouteilles soudées et toutes les parties soudées au corps doivent être en matières compatibles entre elles.

4.1.3 Les matériaux d'apport éventuels pour le soudage doivent permettre d'obtenir, de façon constante, des soudures présentant une résistance minimale à la traction au moins égale à celle spécifiée pour les matériaux de base de la bouteille finie.

4.1.4 Le fabricant des bouteilles doit obtenir et présenter les certificats d'analyse de coulée des aciers fournis pour la construction des enveloppes de résistance des bouteilles à gaz, et doit mettre au point un mode d'identification de chaque bouteille par la coulée d'acier dont elle provient.

4.2 Composition chimique

4.2.1 Les matériaux utilisés pour la fabrication des bouteilles à gaz doivent être aptes au soudage et ne pas dépasser à l'analyse de coulée les teneurs ci-après pour les éléments suivants:

carbone :	0,22 % max.
silicium :	0,45 % max.
manganèse :	1,60 % max.
phosphore :	0,04 % max.
soufre :	0,04 % max.
phosphore plus soufre :	0,07 % max.

L'utilisation d'éléments micro-alliés tels que le niobium, le titane et le vanadium doit être limitée aux teneurs suivantes:

niobium :	0,08 % max.
titane :	0,20 % max.
vanadium :	0,20 % max.
niobium plus vanadium :	0,20 % max.

Dans le cas où d'autres éléments micro-alliés sont utilisés, leur présence et leurs teneurs doivent être consignées en même temps que ce qui précède dans le certificat de l'aciériste.

4.2.2 Si des analyses de vérification sont exigées, elles doivent être effectuées soit sur des éprouvettes prélevées sur le métal au cours de sa 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 la partie appropriée de l'ISO 2604.

4.3 Matériaux à utiliser

Les aciers définis dans l'ISO 4978 satisfont aux exigences de 4.1 et 4.2. On peut aussi utiliser d'autres aciers convenables satisfaisant aux spécifications de 4.2.1 sous réserve de leurs homologation par les autorités nationales du pays dans lequel la bouteille va être utilisée.

4.4 Traitement thermique

Les bouteilles doivent être livrées à l'état normalisé, ou après avoir subi un traitement de détente (voir 3.1.2 et 3.1.3). Le fabricant de bouteilles doit certifier que les bouteilles ont subi un traitement thermique une fois les soudures réalisées et doit certifier le traitement thermique appliqué.

Un traitement thermique local est interdit.

5 Conception

5.1 Dispositions générales

5.1.1 Le calcul de l'épaisseur de paroi des parties des bouteilles à gaz soumises à la pression intérieure doit faire intervenir la limite d'élasticité du matériau.

1) 1 bar = 10^5 Pa = 10^5 N/m²

5.1.2 Dans les calculs, la valeur de la limite d'élasticité R_e est limitée à un maximum de

- a) $0,75 R_g$ pour un acier au carbone de tension de rupture inférieure à 490 N/mm^2 ;
- b) $0,85 R_g$ pour les aciers micro-alliés à grande résistance mécanique, et de tension de rupture supérieure ou égale à 490 N/mm^2 .

5.1.3 La pression intérieure sur laquelle se fonde le calcul des bouteilles à gaz doit être la pression d'essai (p_h).

5.1.4 Un dessin muni de toutes les cotes et donnant la spécification du métal doit être fourni à l'utilisateur ou à l'autorité indépendante.

5.2 Calcul de l'enveloppe cylindrique

L'épaisseur de paroi de l'enveloppe cylindrique doit être au moins égale à la valeur calculée à partir de la formule

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

Pour les soudures circonférentielles : $J = 1$

Pour les soudures longitudinales :

- où chaque joint subit une radiographie complète : $J = 1$
- où les joints sont radiographiés par sondage (voir figure 5) (voir 7.2.2) : $J = 0,9$;
- où les joints ne sont pas radiographiés (seulement pour les acier au carbone) : $J = 0,7$.

Pour la valeur minimale de l'épaisseur de paroi, voir 5.5.

5.3 Conception des extrémités concaves du côté de la pression

5.3.1 La forme des extrémités des bouteilles à gaz doit respecter les conditions suivantes :

- pour les fonds torisphériques $R \leq D$; $r \geq 0,1 D$; $h \geq 4b$ [figure 4a)]
- pour les fonds ellipsoïdaux $H \geq 0,192 D$; $h \geq 4b$ [figure 4b)]

5.3.2 L'épaisseur de paroi des extrémités de bouteilles à gaz doit être au moins égale à la valeur calculée par la formule :

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

Dans cette formule, C est le coefficient de forme, dont la valeur dépend du rapport H/D .

La valeur C doit être déduite du graphique de la figure 1.

5.4 Conception des extrémités convexes du côté de la pression, pour gaz non corrosifs (voir figure 6)

Les extrémités convexes du côté de la pression doivent avoir un recouvrement minimal de $4a$ et une épaisseur d'au moins $2a$.

5.5 Épaisseur minimale de paroi

5.5.1 Si l'épaisseur calculée selon 5.2 ou 5.3.2 est inférieure à 2 mm ou à 1,8 mm quand le rapport $L/D < 5$, l'épaisseur minimale admissible de l'enveloppe cylindrique et des extrémités doit être égale à la plus forte des épaisseurs définies ci-dessous :

$$a = b \geq \frac{D}{250} + 1 \text{ mm}$$

$$a = b \geq 1,5 \text{ mm}$$

a et b ne doivent pas être inférieurs aux valeurs calculées conformément aux formules de 5.2 et 5.3.

Une valeur de 1,8 mm peut être substituée à 2 mm pourvu que le rapport L/D soit au plus égal à 5 et qu'aucune tolérance en moins sur l'épaisseur ne soit permise.

5.5.2 Outre les prescriptions de 5.3 et 5.5.1 toute partie cylindrique faisant partie d'une extrémité doit également, sauf si elle est visée en 5.5.3, satisfaire aux prescriptions données en 5.2 pour l'enveloppe cylindrique.

5.5.3 L'équation donnée en 5.2 n'est pas applicable lorsque la longueur de la partie cylindrique de la bouteille à gaz, mesurée entre les amorces des parties arrondies des deux extrémités, n'est pas supérieure à $\sqrt{2bD}$. Dans ce cas, l'épaisseur de paroi ne doit pas être inférieure à celle de la partie bombée (voir 5.3.2).

6 Construction et mise en œuvre

6.1 Qualification du mode opératoire de soudage

Chaque fabricant doit, avant de procéder à la fabrication d'une bouteille d'un type donné, faire qualifier les modes opératoires de soudage et les soudeurs qu'il va utiliser selon une norme nationale acceptable. Ces qualifications doivent être enregistrées et conservées dans les dossiers du fabricant.

- a) Les essais de qualification doivent être effectués de manière que les soudures puissent être considérées comme représentatives des soudures réalisées en production.
- b) Les soudeurs doivent avoir prouvé leur compétence en réussissant les essais de qualification relatifs aux types particuliers de travaux à effectuer et de procédures à suivre.
- c) Une nouvelle qualification du mode opératoire, ainsi que du soudeur, doit être requise s'il y a modification quelconque des paramètres essentiels décrits dans la norme de qualification.

6.2 Tôles et parties embouties

Les pièces sous pression des bouteilles doivent être soumises avant l'assemblage à un contrôle visuel de l'uniformité de leur qualité et de l'absence de défauts graves.

6.3 Joints soudés

6.3.1 Les soudures longitudinale et circonférentielles doivent être effectuées par un procédé automatique.

6.3.2 Le joint longitudinal, qui doit être unique, doit être réalisé par soudage bout à bout.

6.3.3 Les joints circonférentiels, dont le nombre ne doit pas être supérieur à deux, doivent se faire par soudage bout à bout, ou sur bord soyé formant support à l'envers subsistant, ou avec recouvrement. Les assemblages à recouvrement doivent avoir un débordement minimal correspondant à quatre fois l'épaisseur nominale de la tôle et doivent répondre aux exigences de 6.4.4.

6.3.4 L'emplacement de toutes les ouvertures doit être restreint aux extrémités des bouteilles.

Les ouvertures de la bouteille doivent toutes être renforcées par un bossage en acier soudable compatible, assemblé de manière sûre par une soudure; elles doivent de par leur conception présenter une résistance suffisante et ne pas provoquer de concentrations dangereuses des contraintes. Les soudures des ouvertures doivent se trouver en dehors des joints longitudinal et circonférentiels.

Si l'étanchéité aux fuites entre la valve et la bouteille est assurée par un joint métallique (par exemple en cuivre), on peut adapter à la bouteille un bossage ou plaquette de valve interne approprié(e), par une méthode qui n'a pas besoin de garantir, d'une manière indépendante, l'étanchéité aux fuites.

6.4 Soudures

6.4.1 Les soudures longitudinales doivent être examinées sur les deux faces par un examen visuel avant l'accostage des fonds. Les soudures longitudinales ne doivent pas avoir de supports à l'envers subsistants.

6.4.2 Toutes les soudures doivent avoir un fini lisse sans concavité et doivent se confondre avec le matériau de base sans contre-dépouille ou irrégularité saillante.

6.4.3 Les soudures bout à bout et sur bord soyé doivent être à pleine pénétration.

6.4.4 Dans les joints circonférentiels à recouvrement, le côté de l'angle de soudure soumis à des contraintes de cisaillement doit avoir une épaisseur minimale de paroi au moins double de celle qui est calculée en 5.2.

Les joints à recouvrement ne sont permis qu'après essai de fatigue de prototype conformément aux indications spécifiées dans l'annexe A.

6.5 Circularité

L'ovalisation de la partie cylindrique de la bouteille doit être limitée à une valeur telle que la différence entre les diamètres extérieurs maximal et minimal d'une même section droite ne dépasse pas 1 % de la moyenne de ces diamètres.

6.6 Accessoires non soumis à pression

6.6.1 Les collerettes, pieds, poignées, bossages, plaquettes et anneaux non soumis à la pression du contenu peuvent être fixés à la bouteille par soudage, dans la mesure où ces accessoires sont en acier soudable compatible.

6.6.2 Les accessoires doivent être conçus de manière à permettre le contrôle des soudures, ces dernières devant se trouver en dehors des joints longitudinal et circonférentiels, et conçus de manière à ne pas entraîner de rétention d'eau.

6.6.3 Un pied circulaire, de résistance convenable, doit être fixé par soudage à la bouteille pour lui conférer de la stabilité tout en permettant le contrôle du joint circonférentiel de fond.

Ce pied doit être convenablement drainé, et l'espace qu'il enclôt doit être suffisamment aéré.

6.7 Protection des robinets et valves

6.7.1 Les robinets des bouteilles de contenance supérieure à 5 L d'eau doivent être convenablement protégés contre une détérioration qui pourrait causer l'échappement du gaz soit par la conception du robinet, soit par la conception de la bouteille (par exemple une collerette de protection), soit par un chapeau vissé ou fixé par un dispositif d'efficacité équivalente.

6.7.2 Quand la conception de l'ensemble prévoit un chapeau de protection ou une collerette, ces composants ne doivent en aucune manière être en contact avec une partie quelconque du robinet.

6.7.3 Les bouteilles destinées à être transportées en caisses ou en cagèots, ou protégées d'une autre manière aussi efficace, n'ont pas besoin d'être munies de dispositifs de protection (voir 6.7.1).

6.8 Fermeture des orifices

Lorsque les bouteilles sont fournies sans robinet ou sans dispositif de sécurité, tous leurs orifices doivent être munis d'un bouchon en un matériau non absorbant convenable destiné à protéger le filetage et à empêcher la pénétration de l'humidité.

7 Examen radiographique

7.1 Généralités

L'examen radiographique, s'il est requis, doit être effectué conformément aux techniques établies dans les normes nationales acceptées. Les radiographies doivent témoigner de la pénétration totale du métal de soudure et de l'absence de défauts significatifs, notamment d'un caractère répétitif dans le lot.

7.2 Caractéristiques de la radiographie

7.2.1 Pour les bouteilles avec $J = 1$, la radiographie doit porter sur la totalité de la longueur de la soudure longitudinale, sur toutes les bouteilles fabriquées. En outre, il faut procéder à une radiographie, comme il est indiqué à la figure 5, d'une bouteille sur 250 bouteilles produites, la radiographie se faisant au niveau de la jonction entre les soudures longitudinale et circonférentielles.

7.2.2 Pour les bouteilles avec $J = 0,9$, les nœuds entre les soudures longitudinale et circonférentielles doivent être radiographiés sur une bouteille pour 250 fabriquées, comme indiqué à la figure 5.

7.2.3 Outre celle mentionnée en 7.2.2, une radiographie doit être également effectuée sur la première bouteille fabriquée après un changement quelconque affectant le type ou la dimension de bouteille, le procédé de soudage (y compris le réglage de la machine), ou après une interruption de la fabrication de plus de 4 h.

7.2.4 Si une radiographie quelconque montre un défaut inacceptable, la production doit être arrêtée et toutes les bouteilles soudées depuis le contrôle radiographique précédent positif doivent être mises de côté jusqu'à ce qu'il puisse être démontré par radiographie ou tout autre moyen approprié que ces bouteilles sont satisfaisantes. La production ne peut pas être reprise avant qu'on ait établi la cause du défaut, qu'on y ait apporté remède et qu'on ait repris le contrôle au point indiqué en 7.2.3.

7.2.5 Lorsque la fabrication se fait avec plusieurs machines de soudage longitudinal, les procédures ci-dessus s'appliquent à chacune d'elles.

8 Essais de réception (par lot)

8.1 Dispositions générales

Tous les essais destinés à vérifier les propriétés mécaniques des bouteilles à gaz doivent être effectués sur le métal de la bouteille finie.

Sauf prescriptions contraires dans la présente Norme internationale, tous les essais mécaniques doivent être réalisés conformément à l'ISO 6892 et à l'ISO 7438.

8.1.1 Lot

Un lot comprend des bouteilles finies, fabriquées en continu, le même jour ou des jours successifs, selon les mêmes conceptions, les mêmes dimensions et les mêmes spécifications de matériaux provenant du même fournisseur, sur les mêmes types de machines de soudage automatique, et traitées par traitement thermique dans les mêmes conditions de température et de durée.

8.1.2 Lots pour inspection

Pour la réception, le lot doit être subdivisé en lots pour inspection, dont le nombre de bouteilles ne dépasse pas 1 000.

8.1.3 Pourcentage de contrôle

Le fabricant doit s'efforcer de considérer la coulée comme un groupe distinct, et doit faire en sorte que les échantillons faisant l'objet des essais représentent chaque coulée du matériau utilisé.

Le pourcentage de contrôle réduit, pour les fabrications à grand volume (plus de 3 000 bouteilles), doit faire l'objet d'une convention écrite, avec l'autorité nationale, après que l'agence

d'inspection indépendante aura pu montrer que les résultats des essais de production du fabricant, de même que les procédés de fabrication utilisés, étaient systématiquement fiables, et que le volume d'une campagne de fabrication dépassait 3 000 bouteilles sans forte interruption de la fabrication.

NOTE — La figure 7 présente un diagramme illustrant le pourcentage de contrôle.

8.1.3.1 Quantité inférieure ou égale à 3 000 bouteilles.

8.1.3.1.1 Prendre au hasard, sur les 250 premières bouteilles, ou moins, de chaque lot pour inspection, une bouteille représentative pour essai de rupture sous pression et une autre pour essai mécanique.

8.1.3.1.2 Prendre au hasard, pour essai de rupture sous pression ou essai mécanique, une bouteille représentative de chaque groupe ultérieur de 250 bouteilles ou moins du lot pour inspection.

8.1.3.2 Quantité supérieure à 3 000 bouteilles

8.1.3.2.1 Capacité inférieure ou égale à 35 L

Sur les 3 000 premières bouteilles d'un lot, prendre conformément à 8.1.3.1 des bouteilles représentatives. De chaque lot pour inspection restant, prendre au hasard des bouteilles représentatives, une pour essai de rupture sous pression et une pour essai mécanique.

8.1.3.2.2 Capacité supérieure à 35 L

Sur les 3 000 premières bouteilles d'un lot, prendre conformément à 8.1.3.1 des bouteilles représentatives.

8.1.3.2.2.1 Sur les 500 ou moins premières bouteilles de chaque lot pour inspection restant, prendre au hasard des bouteilles représentatives, une pour essai de rupture sous pression et une pour essai mécanique.

8.1.3.2.2.2 Sur les 500 ou moins bouteilles restantes des lots pour inspection cités en 8.1.3.2.2.1, prendre au hasard une bouteille représentative soit pour essai de rupture sous pression, soit pour essai mécanique.

8.1.4 Essai de rupture sous pression hydraulique

Lorsqu'il est effectué, l'essai de rupture sous pression doit être conduit de façon à donner de manière sûre les renseignements suivants :

- la pression à l'intérieur de la bouteille, à la limite apparente d'élasticité;
- la pression maximale à l'intérieur, p_b , en bars, atteinte pendant l'essai de rupture sous pression;
- la dilatation volumique de la bouteille au moment de la rupture.

Pour les bouteilles ayant des extrémités convexes du côté de la pression, il faut établir conformément à d), outre les informations a), b) et c) ci-dessus, la dilatation volumique de la bouteille à la pression d'essai p_h , et l'éventuelle déformation permanente de la bouteille.

d) Quand on a atteint la pression d'essai p_h , mesurer la dilatation volumique au bout d'au moins 30 s. Après détente, mesurer de nouveau la dilatation pour déterminer la déformation permanente. Cette dilatation ne doit pas dépasser 10 % de la dilatation à la pression d'essai p_h . Augmenter ensuite de nouveau la pression hydraulique jusqu'au point de rupture p_b , et noter le moment où la limite d'élasticité de la bouteille a été atteinte.

8.1.5 Éprouvettes d'essai de traction requises pour le métal de base

8.1.5.1 Pour les bouteilles deux pièces,

- a) une éprouvette de traction dans le sens longitudinal doit être découpée dans la partie cylindrique d'une extrémité de la bouteille ou,
- b) si la partie cylindrique disponible ne permet pas de prélever les éprouvettes dans la partie cylindrique, une éprouvette de traction doit être prélevée de l'une des extrémités [voir figure 2a)].

8.1.5.2 Pour les bouteilles trois pièces, une éprouvette de traction dans le sens longitudinal, dans la partie de la calandre située à 180° de la soudure, et une éprouvette de traction de l'une ou l'autre des extrémités doivent être prélevées. Si les deux extrémités présentent des qualités différentes ou proviennent d'un fournisseur différent, on devra prélever une éprouvette de traction de chaque extrémité (voir figure 2).

8.1.6 Éprouvettes d'essai requises pour les soudures

8.1.6.1 Pour les bouteilles deux pièces, une éprouvette de traction, une éprouvette de pliage à l'endroit et une éprouvette de pliage à l'envers doivent être prélevées [voir figure 2a)].

8.1.6.2 Pour les bouteilles trois pièces, une éprouvette de traction, une éprouvette de pliage à l'endroit et une éprouvette de pliage à l'envers sur la soudure longitudinale doivent être prélevées. Si les soudures circonférentielles sont exécutées par un autre procédé, les trois mêmes essais (traction, pliage à l'endroit et pliage à l'envers) doivent également être effectués sur ces soudures [voir figure 2b)].

8.1.6.3 Chaque essai de traction ou de pliage doit être fait dans une direction perpendiculaire à la soudure. Les faces endroit et envers de la soudure de l'éprouvette doivent être usinées jusqu'à affleurer la surface de la tôle.

Aucune des deux faces de l'éprouvette ne doit être usinée, elles doivent représenter la surface de la bouteille brute de fabrication. Seules ses extrémités peuvent être applaties par emboutissage à froid pour pouvoir être serrées dans la machine d'essai.

8.1.7 Coupes de soudure

Les sections droites de la soudure, que l'on peut préparer à partir de l'éprouvette mentionnée en 8.1.6, doivent présenter une soudure parfaite. Aucun défaut contrevenant aux dispositions de 6.4.2 ne peut être accepté.

8.1.8 Essai d'attaque grossière des joints à recouvrement

8.1.8.1 Toute soudure d'angle utilisée pour raccorder les extrémités aux bouteilles doit faire l'objet d'un prélèvement d'éprouvette en travers de la soudure d'angle, qui doit subir une attaque grossière et un examen visuel selon 8.1.8.2.

8.1.8.2 L'examen d'une éprouvette de soudure d'angle doit montrer qu'il y a pénétration complète de la racine de la soudure, dans les deux côtés, et que la longueur des branches de l'angle est au moins le double de l'épaisseur minimale de paroi. Le contour de la soudure doit être plat ou convexe (voir figure 6).

8.2 Essai de traction

8.2.1 L'essai de traction du métal de base doit être effectué sur une éprouvette conforme à l'ISO 6892.

Les deux faces de l'éprouvette représentant respectivement les parois interne et externe de la bouteille ne doivent pas être usinées.

8.2.2 L'allongement pour cent après rupture du métal de base ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau 1 :

Tableau 1 — Valeurs de l'allongement pour cent après rupture, A

Épaisseur de paroi du corps cylindrique a mm	$R_m \leq 490 \text{ N/mm}^2$	$R_m > 490 \text{ N/mm}^2$
		A min.
	%	%
$a \geq 3$	29	20
$a < 3$	22	15

NOTE — Les valeurs données dans ce tableau pour l'allongement pour cent après rupture des bouteilles d'épaisseur de paroi $a < 3$ mm, se rapportent à des éprouvettes de 20 mm de large et de 80 mm de longueur entre repères.

8.2.3 L'essai de traction perpendiculaire à la soudure doit être effectué sur une éprouvette ayant une section réduite de 25 mm de large sur une longueur allant jusqu'à 15 mm au-delà des bords de la soudure. Au-delà de cette partie centrale la largeur de l'éprouvette doit progressivement augmenter.

8.2.4 Les valeurs de la résistance à la traction, telles qu'obtenues, doivent être au moins égales aux valeurs minimales spécifiées du métal de base, quel que soit l'endroit où se produit la rupture.

8.3 Essais de pliage

8.3.1 Tous les essais de pliage doivent être effectués conformément à l'ISO 7438 sur des éprouvettes de 25 mm de largeur. La distance entre les faces des rouleaux supports doit être telle que, lors du pliage, l'éprouvette soit écartée des faces du mandrin (voir figure 3). Les éprouvettes comprenant une soudure

doivent être montées de telle sorte que l'axe du mandrin se trouve au centre de la soudure.

8.3.2 L'essai doit laisser l'éprouvette non fissurée.

8.3.3 Le rapport n entre le diamètre D_F du mandrin et l'épaisseur a de l'éprouvette doit être conforme aux valeurs données dans le tableau 2.

Tableau 2 — Rapport n entre le diamètre du mandrin et l'épaisseur de l'éprouvette

Résistance réelle à la traction, R_m N/mm ²	Valeur de n
$R_m \leq 430$	2
$430 < R_m \leq 510$	3
$510 < R_m \leq 590$	4
$590 < R_m \leq 685$	5

8.4 Essai de rupture

8.4.1 L'essai de rupture doit être effectué sous pression hydraulique. Le débit horaire de pompage ne doit pas dépasser cinq fois la contenance de la bouteille.

Pour déterminer l'augmentation de volume, peser la bouteille vide avant l'essai, puis quand elle est complètement remplie d'eau. Après l'essai, remplir à nouveau d'eau la bouteille et la repeser.

L'augmentation de volume peut être déterminé par d'autres moyens équivalents.

8.4.2 La pression d'éclatement p_b est la pression maximale atteinte pendant l'essai. Sa valeur doit être

$$p_b \geq \frac{20 a_b R_g}{D - a_b}$$

où a_b est l'épaisseur minimale calculée, en millimètres, de l'enveloppe cylindrique conformément au chapitre 5, plus toute surépaisseur de corrosion prise en compte dans la conception de la bouteille.

8.4.3 Pour les bouteilles en acier pour lesquelles $R_g \leq 360$ N/mm², la valeur minimale de la dilatation volumique mentionnée en 8.4.1 doit être de

- 20% si la longueur de la bouteille est supérieure à son diamètre;
- 14 % si la longueur de la bouteille est inférieure ou égale à son diamètre.

Pour les bouteilles en acier pour lesquelles 360 N/mm² < $R_g \leq 490$ N/mm², la valeur minimale de la dilatation volumique mentionnée en 8.4.1 doit être de

- 15% si la longueur de la bouteille est supérieure à son diamètre;
- 10% si la longueur de la bouteille est inférieure ou égale à son diamètre.

Si la rupture prend son origine

- dans un fond (sauf si $L \leq 2 D$),
- dans une soudure longitudinale, ou

— dans un joint circonférentiel non perpendiculaire à la soudure,

ou apporte une fragmentation, la bouteille doit être considérée comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

8.4.4 À l'examen visuel interne et externe des bouteilles éclatées, il n'est toléré aucune anomalie résultant de l'exécution des soudures ou de la nature et de l'état des métaux employés, jugés susceptibles de compromettre la sécurité.

8.5 Lots n'ayant pas satisfait aux essais

Si un lot ne remplit pas les conditions du contrôle de réception, un contre-essai doit être effectué conformément à 8.5.1 et 8.5.2.

8.5.1 Si ce mauvais résultat provient d'une erreur de conduite des essais de traction ou de pliage ou d'une erreur de mesurage, un deuxième essai doit être effectué sur la même bouteille. Si le résultat du contre-essai est satisfaisant, il ne doit pas être tenu compte du premier essai.

8.5.2 Si l'essai a par contre été révisé de façon satisfaisante, la procédure indiquée en 8.5.2.1 ou 8.5.2.2 doit être suivie.

8.5.2.1 Si une seule bouteille s'avère défectueuse aux essais mécaniques ou d'éclatement, des contre-essais mécaniques et d'éclatement doivent être effectués conformément au tableau 3, les bouteilles ayant subi un contre-essai étant prises au hasard dans le même lot.

Tableau 3 — Caractéristiques des contre-essais

Lot pour inspection	Bouteille défectueuse	Contre-essai
≤ 250	1M*	2M 1B**
< 250	1B	2B 1M
$> 250 \leq 500$	1M	2M 2B
$> 250 < 500$	1B	1M 4B

* M: essai mécanique.

** B: essai de rupture.

8.5.2.2 Si une ou plusieurs bouteilles s'avèrent défectueuses lors des essais, ou si une ou plusieurs bouteilles ne satisfont pas aux contre-essais spécifiés en 8.5.2.1, le lot doit être rebuté. Le fabricant peut, à son choix, refaire subir un traitement thermique au lot rejeté ou réparer les défauts, retraiter le lot et le soumettre à nouveau au contrôle comme un lot nouveau conformément à 8.1.

9 Procédure de réception

9.1 Essai de pression

Toutes les bouteilles de chaque lot doivent être soumises à un essai de pression.

On doit vérifier que la pression dans la bouteille augmente progressivement et régulièrement jusqu'à la pression d'essai p_h . La bouteille doit être maintenue sous la pression d'essai pendant un temps suffisant pour pouvoir affirmer qu'elle n'a pas tendance à se dépressuriser et que l'étanchéité est garantie.