

NORME
INTERNATIONALE

ISO
9329-1

Première édition
1989-07-15

**Tubes sans soudure en acier pour service sous
pression — Conditions techniques de livraison —**

Partie 1 :

Aciers non alliés avec caractéristiques spécifiées à
température ambiante

(standards.iteh.ai)

Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery conditions —

Part 1 : Unalloyed steels with specified room temperature properties

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a1db1c27-862c-4503-b5b7-dceb4e277896/iso-9329-1-1989>



Numéro de référence
ISO 9329-1 : 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 9329-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a1dbfe27-8b2c-4563-b5f9-dceb4e277896/iso-9329-1-1989>

Elle annule et remplace l'ISO 2604-2 : 1975, dont elle constitue une révision technique, conjointement avec les parties 2, 3 et 4 de l'ISO 9329.

L'ISO 9329 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Tubes sans soudure en acier pour service sous pression — Conditions techniques de livraison* :

- *Partie 1 : Aciers non alliés avec caractéristiques spécifiées à température ambiante*
- *Partie 2 : Aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à température élevée*
- *Partie 3 : Aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à basse température*
- *Partie 4 : Aciers inoxydables austénitiques*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 9329 est donnée uniquement à titre d'information.

© 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

Tubes sans soudure en acier pour service sous pression — Conditions techniques de livraison —

Partie 1 :

Aciers non alliés avec caractéristiques spécifiées à température ambiante

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 9329 spécifie les conditions techniques de livraison des tubes sans soudure à section circulaire fabriqués dans les nuances d'acier de qualité non allié, avec propriétés spécifiées à température ambiante.

Ces tubes sont destinés à des usages sous pression, y compris le transport de fluides sous pression.

Des normes ou règlements peuvent autoriser l'emploi de ces tubes jusqu'à 350 °C (voir l'annexe A).

NOTE — Les mots «tubes» et «tuyaux» sont équivalents.

1.2 Pour les conditions techniques générales de livraison, voir l'ISO 404.

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 partie de l'ISO 9329. Au moment de la publication de cette partie de l'ISO 9329, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur cette partie de l'ISO 9329 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 377 : 1985, *Acier corroyé — Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes.*

ISO 404 : 1981, *Acier et produits sidérurgiques — Conditions générales techniques de livraison.*

ISO 2566-1 : 1984, *Acier — Conversion des valeurs d'allongement — Partie 1 : Aciers au carbone et aciers faiblement alliés.*

ISO 4200 : 1985, *Tubes lisses en acier, soudés et sans soudure — Tableaux généraux des dimensions et des masses linéiques.*

ISO 4948-1 : 1982, *Aciers — Classification — Partie 1 : Classification en aciers alliés et en aciers non alliés basée sur la composition chimique.*

ISO 5252 : 1977, *Tubes en acier — Systèmes de tolérances.*

ISO 6892 : 1984, *Matériaux métalliques — Essai de traction.*

ISO 7438 : 1985, *Matériaux métalliques — Essai de pliage.*

ISO 8492 : 1986, *Matériaux métalliques — Tubes — Essai d'aplatissement.*

ISO 8496 : 1986, *Matériaux métalliques — Tubes — Essai de traction sur anneaux.*

ISO 9302 —¹⁾, *Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle électromagnétique pour vérification de l'étanchéité.*

3 Symboles et dénominations

3.1 Symboles fondamentaux

D = diamètre extérieur spécifié

δ = épaisseur de paroi spécifiée

3.2 Symboles relatifs aux tolérances

Voir ISO 5252.

3.3 Symboles relatifs aux essais

3.3.1 Essai de traction

Voir ISO 6892.

3.3.2 Essai d'aplatissement

H = distance entre plateaux de la machine

C = constante de déformation

1) À publier.

3.3.3 Essai hydraulique

P = pression d'essai
 S = contrainte dans le métal lors de l'essai

4 Renseignements à fournir par l'acheteur

4.1 Renseignements nécessaires

À l'appel d'offres et à la commande, l'acheteur doit fournir les renseignements suivants :

- la dénomination «tube»;
- la référence à la norme dimensionnelle appropriée;
- les dimensions (diamètre extérieur × épaisseur de paroi), en millimètres (voir 7.1);
- la longueur (voir 7.2);
- la tolérance pour les longueurs précises supérieures à 12 m (voir 7.3.2);
- la référence à la présente partie de l'ISO 9329;
- la nuance d'acier (voir tableau 2);
- le type de contrôle et le document correspondant (voir 9.1 et article 12).

4.2 Renseignements facultatifs

Les appels d'offres et les commandes de tubes suivant la présente partie de l'ISO 9329 doivent être complétés, si cela est jugé nécessaire, par l'acheteur, avec l'indication d'une ou de plusieurs des prescriptions techniques suivantes qui relèvent d'accords particuliers :

- procédé d'élaboration de l'acier (voir 5.1);
- tolérances spéciales sur le diamètre extérieur et sur l'épaisseur de paroi (voir tableau 5);
- condition de traitement thermique (voir 5.4);
- exigences concernant la réparation éventuelle par soudage (voir 8.1.4);
- exigences spéciales de rectitude (voir 8.1.5);
- analyse chimique sur produit (voir 9.2);
- essai d'étanchéité (voir 9.4.2);
- marquage spécifique (voir 10.2);
- revêtement de protection (voir article 11).

4.3 Exemple de commande

Exemple de commande d'un tube sans soudure fini à chaud, conforme à la norme dimensionnelle ISO 4200, de diamètre extérieur 168,3 mm, d'épaisseur de paroi 4 mm et de longueur courante de 4 m à 8 m, en acier TS 360 avec des caractéristiques spécifiées à température ambiante, à soumettre aux essais prévus pour le contrôle spécifique avec émission d'un certificat de réception :

Tube ISO 4200 — 168,3 × 4 — 4 à 8 — ISO 9329-1 — TS 360 — certificat de réception

5 Processus de production

5.1 Procédé d'élaboration de l'acier

Sauf indication contraire à la commande, le procédé d'élaboration de l'acier est laissé au choix du producteur.

L'acheteur doit être, sur sa demande, informé du procédé d'élaboration de l'acier utilisé.

5.2 Procédé de désoxydation

Les aciers destinés à la fabrication de tubes selon la présente partie de l'ISO 9329 doivent être calmés. L'utilisation d'aciers semi calmés est interdite.

5.3 Procédé de fabrication des tubes

Les tubes définis par la présente partie de l'ISO 9329 doivent être fabriqués par un procédé sans soudure et peuvent être finis soit à chaud, soit à froid. Les termes «fini à chaud» et «fini à froid» s'appliquent à l'état du tube avant traitement thermique éventuel suivant 5.4.

5.4 Traitement thermique et état de livraison

Les tubes doivent être livrés soit à l'état fini à chaud, soit à l'état de traitement thermique indiqué au tableau 1.

Le choix parmi ces états de livraison est en général laissé à la discrétion du producteur. Toutefois, à l'appel d'offres et à la commande, il peut être convenu que l'état de livraison soit l'état normalisé.

Tableau 1 — État de traitement thermique

Nuance (voir tableau 2)	Recuit (en dessous de l'intervalle critique)	Normalisation
	Température °C	Température °C
TS 360 TS 410 TS 430 TS 500	640 à 700	870 à 940

6 Caractéristiques métallurgiques

6.1 Composition chimique

6.1.1 Analyse de coulée

À l'analyse de coulée, l'acier doit présenter la composition indiquée au tableau 2, pour chaque nuance d'acier spécifiée.

Tableau 2 – Composition chimique (analyse de coulée)¹⁾, % (m/m)

Nuance d'acier ²⁾	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.
TS 360	0,17	0,35	0,30 à 0,80	0,040	0,040
TS 410 TS 430	0,21	0,35	0,40 à 1,20	0,040	0,040
TS 500 ³⁾	0,22	0,55	< 1,60	0,040	0,040

1) Les éléments qui ne figurent pas dans le tableau ne doivent pas être ajoutés intentionnellement sans l'agrément de l'acheteur, sauf les éléments tels que l'aluminium qui peuvent être ajoutés dans le but de mettre au point la coulée. Toutes précautions nécessaires doivent être prises pour empêcher l'addition d'éléments tels que ceux provenant de ferrailles ou d'autres matériaux utilisés dans la fabrication; on peut, toutefois, tolérer des éléments résiduels, pour autant qu'ils n'affectent pas les caractéristiques mécaniques et l'aptitude à l'emploi du produit.
Pour faciliter les opérations ultérieures de formage, une teneur en cuivre maximale de 0,25 % (m/m) peut être imposée par l'acheteur.

2) Désignation provisoire en l'attente d'une Norme internationale en la matière.

3) Des additions de niobium, de titane et de vanadium sont permises au choix du fabricant, à moins d'un accord contraire entre acheteur et producteur, jusqu'aux valeurs fixées pour les aciers non alliés dans l'ISO 4948-1. Dans ce cas, le certificat doit indiquer les valeurs de ces éléments.

6.1.2 Analyse sur produit

Si une analyse de contrôle sur produit est exigée (voir 9.2), les écarts admissibles par rapport à l'analyse de coulée spécifiée au tableau 2 sont indiqués au tableau 3.

Sauf dans le cas où seuls les maximums sont spécifiés, pour un élément déterminé, les écarts provenant de différents échantillons d'une même coulée sont applicables soit au-dessus, soit au-dessous des limites spécifiées de la fourchette, mais non à la fois au-dessus et au-dessous.

Quand seuls les maximums sont spécifiés, les écarts sont toujours positifs.

Tableau 3 – Écarts admissibles par rapport aux limites de composition chimique indiquées au tableau 2

Élément	Écart admissible % (m/m)
C	+ 0,03
Si	+ 0,05
Mn	± 0,10
P	+ 0,005
S	+ 0,005

6.2 Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques des tubes définis dans la présente partie de l'ISO 9329, mesurées à la température ambiante (23 °C ± 5 °C), sont indiquées au tableau 4.

Tableau 4 – Caractéristiques mécaniques à température ambiante

Nuance d'acier	Essai de traction (voir 9.3 et 9.7.2)				Essai d'aplatissement (voir 9.3 et 9.7.3.2)		Essai de pliage (voir 9.3 et 9.7.3.3)	
	Résistance à la traction R_m N/mm ²	Limite apparente d'élasticité ou limite conventionnelle d'élasticité R_{eH} ou $R_{p0,2}$ ¹⁾ min. pour épaisseurs en mm			Allongement ²⁾ A_{min} l t %		Constante C pour un rapport δ/D $\delta/D \leq 0,15$ $\delta/D > 0,15$	Diamètre du mandrin mm
		$\delta \leq 16$ N/mm ²	$16 < \delta \leq 40$ N/mm ²	$40 < \delta \leq 65$ N/mm ²				
TS 360	360 à 500	235	225	215	25	23	0,09 0,08	3 δ
TS 410 TS 430	410 à 550 430 à 570	255 275	245 265	235 255	22 21	20 19	0,07 0,06 0,07 0,06	4 δ 4 δ
TS 500	500 à 650	355	345	³⁾	21 ³⁾	19 ³⁾	0,07 0,06	4 δ

1) Pour les épaisseurs supérieures à 65 mm, la valeur à obtenir doit faire l'objet d'un accord à la commande entre acheteur et producteur.

2) l = longitudinal; t = transversal.

3) Pour les épaisseurs supérieures à 40 mm, les valeurs de R_{eH} et A doivent faire l'objet d'un accord à la commande entre producteur et acheteur.

6.3 Soudabilité

Les aciers destinés à la fabrication des tubes définis dans la présente partie de l'ISO 9329 sont généralement considérés comme soudables. Toutefois il faut tenir compte du fait que le comportement de l'acier, pendant et après le soudage, dépend non seulement de l'acier mais aussi, et d'une façon essentielle, des conditions de préparation et d'exécution du soudage ainsi que de l'utilisation finale.

7 Dimensions, masses et tolérances

7.1 Diamètres extérieurs, épaisseurs de paroi et masses

Les diamètres extérieurs, les épaisseurs de paroi et les masses des tubes considérés dans la présente partie de l'ISO 9329 doivent être choisis parmi ceux de l'ISO 4200.

7.2 Longueurs

7.2.1 L'appel d'offres et la commande doivent préciser si les tubes doivent être livrés avec longueurs courantes (voir 7.2.2) ou longueurs fixes (voir 7.2.3).

7.2.2 Si les tubes doivent être livrés en longueurs courantes, leur longueur doit être conforme aux gammes habituelles de fabrication. Les gammes de longueurs sont variables selon les diamètres et les épaisseurs des tubes et les moyens de production du fabricant. Elles doivent faire l'objet d'un accord à la commande.

7.2.3 Si les tubes doivent être livrés en longueurs fixes, les tolérances de longueur données en 7.3.2 sont applicables.

7.3 Tolérances

7.3.1 Tolérances sur le diamètre extérieur et sur l'épaisseur de paroi

Les diamètres extérieurs et les épaisseurs de paroi des tubes définis dans la présente partie de l'ISO 9329 doivent être compris dans les limites de tolérances indiquées au tableau 5 (voir 9.5).

L'ovalisation doit rester dans les limites des tolérances sur le diamètre indiquées au tableau 5.

L'excentration doit rester dans les limites des tolérances sur l'épaisseur de paroi indiquées au tableau 5.

Les spécifications spéciales concernant les tolérances pour les diamètres extérieurs et les épaisseurs de paroi doivent faire l'objet d'un accord.

7.3.2 Tolérance sur longueurs fixes

Sur longueur inférieure ou égale à 6 m : $+10$
 0 mm

Sur longueur supérieure à 6 m et inférieure ou égale à 12 m : $+15$
 0 mm

Pour les longueurs supérieures à 12 m, les tolérances applicables sont à fixer par accord entre acheteur et producteur.

8 Aspect et imperfections

8.1 Aspect

8.1.1 Les tubes doivent avoir une surface intérieure et extérieure lisse, en rapport avec le procédé de fabrication.

8.1.2 Les tubes doivent avoir un fini brut de fabrication; de légères imperfections sont admissibles dans la mesure où l'épaisseur reste dans les limites de la tolérance.

8.1.3 Les imperfections de surface plus importantes peuvent être éliminées par des moyens mécaniques (par exemple, à la meule) si l'épaisseur après retouche reste dans les limites inférieures des tolérances sur l'épaisseur.

8.1.4 Le matage des défauts de surface est interdit. La réparation par soudage peut être admise par accord et suivant une procédure agréée par les parties intéressées.

8.1.5 Les tubes doivent être raisonnablement droits. Les exigences spéciales concernant la rectitude doivent faire l'objet d'un accord.

8.2 Extrémités

Les tubes doivent être livrés avec les extrémités coupées d'équerre et ébavurées.

Tableau 5 — Tolérances sur le diamètre extérieur et sur l'épaisseur de paroi

Diamètre extérieur mm	Tolérances sur D	Tolérances sur δ pour un rapport δ/D			
		$\leq 0,025$	$> 0,025$ $\leq 0,05$	$> 0,05$ $\leq 0,10$	$> 0,10$
$D \leq 101,6$	$\pm 1\%$ ¹⁾ avec un	$\pm 12,5\%$ avec un min. $\pm 0,4$ mm			
$D > 101,6$	min. $\pm 0,5$ mm	$\pm 20\%$	$\pm 15\%$	$\pm 12,5\%$	$\pm 10\%$
1) $\pm 1,5\%$ pour les tubes expansés à chaud.					

9 Contrôles et essais

9.1 Documents pour l'inspection et les essais

9.1.1 Le tableau 6 donne un aperçu des différentes procédures d'inspection et différents types de documents définis dans l'ISO 404 qui peuvent être demandés à l'appel d'offres et à la commande pour des livraisons conformes à la présente partie de l'ISO 9329.

9.1.2 Si, à l'appel d'offres et à la commande, il est convenu de fournir le relevé de contrôle (TR), cela doit comprendre

- a) la garantie que la fourniture est conforme aux exigences de la commande;
- b) les résultats d'un essai de traction.

9.1.3 Si, à l'appel d'offres et à la commande, il est convenu de fournir un certificat de réception (IC ou ICP) ou un procès-verbal de réception (IR) (voir tableau 6), la réception et les essais décrits de 9.2 à 9.6 doivent être exécutés sur les produits de la commande et les résultats de ces essais doivent être certifiés sur le document de contrôle.

De plus, le document doit fournir

- a) le résultat de l'analyse de coulée;
- b) les résultats de tous les contrôles et essais demandés par accord particulier (voir 4.2);
- c) les symboles, lettres ou numéros de code, reliant la commande et les échantillons d'essais aux lots et aux tubes d'essais correspondants.

Tableau 6 — Procédures d'inspection applicables et types de documents de contrôle

Symbole	Procédures d'inspection et d'essais	Types de documents de contrôle
TR	Inspection et essais non spécifiques ¹⁾	Relevé de contrôle
IC	Inspection et essais spécifiques ²⁾ faits par le département qualifié de l'usine productrice	Le certificat d'inspection est signé par le représentant du département qualifié de l'usine productrice
ICP	Inspection et essais spécifiques ²⁾ en présence de l'acheteur ou de son représentant	Le certificat de réception est signé par l'acheteur ou son représentant
IR		Le procès-verbal de réception est signé par le producteur et l'acheteur ou son représentant

1) L'inspection et les essais non spécifiques sont une inspection et des essais faits par le producteur, selon ses propres procédures, sur des produits fabriqués selon le même procédé de fabrication, mais pas nécessairement sur les produits livrés de la commande.

2) L'inspection et les essais spécifiques signifient que les procédures de contrôle et d'essais ont été faites sur les produits livrés de la commande en vue de vérifier que les produits remplissent les exigences de la commande.

9.2 Contrôle de la composition chimique

9.2.1 On peut convenir à la commande, du contrôle de la composition chimique sur tubes (voir 9.7.1).

9.2.2 Le nombre d'échantillons à prélever doit être établi moyennant accord entre les parties intéressées, au moment de la commande.

9.2.3 Les échantillons doivent être prélevés conformément à l'ISO 377, soit sur les éprouvettes utilisées pour la vérification des caractéristiques mécaniques, soit sur des copeaux de perçage pris sur l'épaisseur totale du tube, à proximité de ces éprouvettes.

9.3 Contrôle des caractéristiques mécaniques et technologiques

9.3.1 Lot

Quand l'inspection spécifique est demandée, la fourniture doit être divisée en lots. Un lot est constitué de tubes de même diamètre extérieur ou de diamètre extérieur voisin, de même épaisseur ou d'épaisseur voisine, de même nuance d'acier, même procédé de fabrication et même état de traitement thermique. Le nombre de tubes d'un lot doit être conforme au tableau 7.

Tableau 7 — Nombre de tubes par lot

Groupe de diamètres extérieurs mm	Nombre de tubes par lot ¹⁾
$D < 114,3$	400
$114,3 < D < 323,9$	200
$323,9 < D$	100

1) Toute fraction résiduelle de lot est considérée comme un lot.

ISO 9329-1:1989

<https://standards.iteh.org/standards/sist/a1dbf27-8b2c-4563-b5f9-6ceb4e277896/iso-9329-1-1989>

9.3.2 Nombre d'éprouvettes

Pour chaque unité de réception on doit prélever

- une éprouvette pour l'essai de traction (voir 9.7.2);
- une éprouvette pour l'essai d'aplatissement, de pliage ou de traction sur anneau (voir 9.7.3).

9.3.3 Prélèvement des échantillons et des éprouvettes

Les échantillons et les éprouvettes doivent être prélevés à l'extrémité des tubes, conformément aux prescriptions de l'ISO 377.

9.3.4 Emplacement et orientation des éprouvettes

9.3.4.1 L'éprouvette pour l'essai de traction est soit un tronçon de tube, soit une éprouvette prélevée dans le sens longitudinal ou dans le sens transversal par rapport à l'axe du tube, conformément aux dispositions de l'ISO 6892.

Au choix du producteur :

- pour les tubes de diamètre extérieur inférieur à 220 mm, l'essai est effectué soit sur un tronçon de tube, soit sur une éprouvette prélevée longitudinalement par rapport à l'axe du tube;
- pour les tubes de diamètre extérieur supérieur ou égal à 220 mm, l'éprouvette est prélevée soit transversalement, soit longitudinalement par rapport à l'axe du tube.

9.3.4.2 L'éprouvette pour l'essai de pliage est constituée d'un segment découpé dans le tube dans le sens transversal, conformément aux dispositions de l'ISO 7438.

Pour les tubes d'épaisseur de paroi supérieure à 20 mm, l'éprouvette peut être constituée par un segment de section rectangulaire ayant une largeur de 38 mm et une épaisseur de 19 mm.

9.3.4.3 L'éprouvette pour l'essai d'aplatissement est constituée d'un tronçon de tube conformément aux dispositions de l'ISO 8492.

9.4 Contrôle de l'étanchéité

9.4.1 Tous les tubes doivent être soumis à un contrôle d'étanchéité.

9.4.2 Sauf avis contraire de l'acheteur, le contrôle d'étanchéité par épreuve hydraulique peut être remplacé au choix du producteur par un contrôle non destructif (voir 9.7.4.2).

9.5 Contrôle des dimensions

Les dimensions des tubes doivent être vérifiées par des méthodes appropriées.

Normalement, la tolérance sur le diamètre est vérifiée sur le diamètre; toutefois, pour les tubes avec $D > 457$ mm, cette tolérance peut être mesurée sur le périmètre. En cas de litige, la tolérance doit être mesurée sur le diamètre.

Sauf dispositions particulières lors de l'appel d'offres et de la commande, l'épaisseur doit être mesurée aux extrémités des tubes.

9.6 Examen visuel

Les tubes doivent être soumis à un examen visuel pour s'assurer notamment de leur conformité avec les dispositions de 8.1 et 8.2.

9.7 Méthodes et résultats des essais

9.7.1 Analyse chimique

9.7.1.1 Il est procédé à une analyse chimique de contrôle (voir 9.2.1 et 9.2.2) si cela a été convenu à la commande.

9.7.1.2 Les éléments doivent être dosés conformément aux méthodes prévues dans les Normes internationales appropriées. L'analyse spectrographique est admise.

9.7.1.3 Le résultat doit satisfaire aux valeurs du tableau 2, compte tenu des écarts admissibles prévus au tableau 3.

9.7.2 Essai de traction

9.7.2.1 L'essai de traction doit être effectué à la température ambiante conformément à l'ISO 6892. (Voir 9.3.2 et 9.3.4.1.)

9.7.2.2 Au cours de cet essai, il est procédé à la mesure de la résistance à la traction (R_m), de la limite conventionnelle d'élasticité ($R_{p0,2}$) ou de la limite apparente d'élasticité (R_{eH}) et de l'allongement après rupture (A) en pourcentage.

L'allongement après rupture en pourcentage doit être exprimé en se référant à une longueur entre repères de $5,65 \sqrt{S_0}$, où S_0 est l'aire de la section initiale de l'éprouvette. Si d'autres longueurs entre repères sont utilisées, l'allongement correspondant pour une longueur entre repères de $5,65 \sqrt{S_0}$ doit être obtenu conformément à l'ISO 2566-1.

9.7.2.3 Les résultats de l'essai de traction doivent satisfaire aux valeurs du tableau 4 pour la nuance d'acier considérée.

9.7.3 Essai d'aplatissement, de pliage ou de traction sur anneau

9.7.3.1 Généralités

Il doit être procédé à l'un des essais prescrits en 9.7.3.2, 9.7.3.3 ou 9.7.3.4 au choix du producteur, sauf avis contraire de l'acheteur formulé à la commande.

9.7.3.2 Essai d'aplatissement

9.7.3.2.1 L'essai doit être effectué conformément à l'ISO 8492. La virole ou l'extrémité du tube est aplatie à la presse jusqu'à ce que la distance H entre plateaux atteigne la valeur donnée par la formule suivante :

$$H = \frac{1 + C}{C + \frac{\delta}{D}} \times \delta$$

où

H est la distance entre plateaux, mesurée sous charge, en millimètres;

D est le diamètre extérieur spécifié, en millimètres;

δ est l'épaisseur de paroi spécifiée, en millimètres;

C est la constante de déformation (voir tableau 4).

9.7.3.2.2 Après l'essai, l'éprouvette ne doit présenter ni déchirure, ni crique; toutefois une légère amorce de rupture sur les faces ne doit pas être considérée comme une cause de rebut.

9.7.3.3 Essai de pliage

9.7.3.3.1 L'essai doit être effectué conformément à l'ISO 7438.

9.7.3.3.2 Après l'essai, l'éprouvette ne doit présenter ni déchirure, ni crique; toutefois une légère amorce de rupture sur les faces ne doit pas être considérée comme une cause de rebut.

9.7.3.4 Essai de traction sur anneau

L'essai doit être effectué et jugé conformément à l'ISO 8496.

9.7.4 Contrôle de l'étanchéité

9.7.4.1 Épreuve hydraulique

Si l'essai d'étanchéité est effectué par épreuve hydraulique, la pression est définie, jusqu'à un maximum de 70 bar, par l'équation suivante :

$$P = 20 \frac{S \times \delta}{D}$$

où

P est la pression d'essai, en bars;

D est le diamètre extérieur spécifié, en millimètres;

δ est l'épaisseur de paroi spécifiée, en millimètres;

S est la contrainte, en newtons par millimètre carré; elle est prise égale à 80 % de la valeur R_{eH} ou $R_{p0,2}$ minimale garantie au tableau 4 pour la nuance d'acier considérée.

La pression d'essai doit être maintenue pendant au moins 5 s.

Le tube doit subir l'essai sans présenter ni fuite, ni déformation apparente.

9.7.4.2 Essai non destructif

Si le tube n'est pas soumis à l'essai hydraulique défini en 9.7.4.1, il doit subir un contrôle non destructif (voir 9.4.2), par exemple par un procédé électromagnétique selon l'ISO 9302 ou par ultrasons¹⁾.

9.8 Annulation des essais

Voir ISO 404.

9.9 Contre-essais

Voir ISO 404.

9.10 Triage ou remaniement

Voir ISO 404.

10 Marquage

10.1 Éléments de marquage

Les marques suivantes doivent, en fonction des dimensions des tubes, être portées

- soit sur une étiquette attachée à la botte de tubes ou sur la caisse;
- soit sur chaque tube, de manière indélébile, à l'une des extrémités.

Ce marquage doit comporter les indications suivantes :

- marque du producteur des tubes;
- désignation de la nuance d'acier, complétée par la lettre N si la commande spécifie un traitement de normalisation;
- marque de l'inspecteur si un certificat d'inspection (IC ou ICP) (voir tableau 6) ou un procès-verbal de réception (IR) (voir tableau 6) est demandé;
- référence à la présente partie de l'ISO 9329.

10.2 Marquage particulier

Sur demande particulière formulée à la commande, d'autres marques peuvent être retenues.

11 Protection

Les tubes sont normalement livrés sans protection ou avec la protection usuelle du producteur.

Si une protection particulière doit être appliquée, cela doit être stipulé à l'appel d'offres et à la commande.

12 Documents

Les documents doivent être établis conformément à 9.1.

13 Réclamation après livraison

Voir ISO 404.

1) Une Norme internationale concernant le contrôle aux ultrasons des tubes en acier est en préparation.