

---

# NORME INTERNATIONALE 2604/V

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

---

## Produits en acier pour appareils à pression — Spécifications de qualité — Partie V : Tubes en acier inoxydable austénitique soudés longitudinalement

*Steel products for pressure purposes — Quality requirements — Part V : Longitudinally welded austenitic stainless steel tubes*

Première édition — 1978-08-15

**(standards.iteh.ai)**

[ISO 2604-5:1978](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7b9153a-b852-4a92-9d50-4aece6b8e827/iso-2604-5-1978)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7b9153a-b852-4a92-9d50-4aece6b8e827/iso-2604-5-1978>

---

CDU 669.14.018.452-462.2

Réf. n° : ISO 2604/V-1978 (F)

**Descripteurs :** produit en acier, tuyau, tube en acier, tube soudé, matériel à pression, acier inoxydable, acier austénitique, spécification, composition chimique, aspect, soudabilité, propriété mécanique, limite d'élasticité, essai de réception, essai mécanique, essai non destructif, soudure, métal d'apport, contrôle de qualité, désignation, marquage.

Prix basé sur 23 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 2604/V a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, et a été soumise aux comités membres en juin 1976.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Roumanie
Australie	Hongrie	Royaume-Uni
Autriche	Inde	Suède
Belgique	Iran	Suisse
Bulgarie	Irlande	Tchécoslovaquie
Canada	Italie	Turquie
Corée, Rép. de	Mexique	U.R.S.S.
Danemark	Pays-Bas	Yougoslavie
Espagne	Philippines	
Finlande	Pologne	

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

Japon  
U.S.A.

# Produits en acier pour appareils à pression – Spécifications de qualité – Partie V : Tubes en acier inoxydable austénitique soudés longitudinalement

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale fixe les spécifications relatives aux tubes en acier inoxydable austénitique à extrémités lisses, soudés longitudinalement, fabriqués dans les nuances d'acier énumérées dans le tableau 3, utilisés pour des appareils à pression à la température ambiante, à basse température ou à température élevée dans les cas où les propriétés de fluage ne sont pas les caractéristiques principales de calcul.

### NOTES

1 Les aciers indiqués dans la présente Norme internationale peuvent être utilisés à basse température à cause de leur haute résistance à la rupture aux températures descendant jusqu'à  $-196^{\circ}\text{C}$ . Cependant, l'acheteur doit s'assurer, pour tout usage particulier, de l'aptitude de l'acier choisi.

Dans le cas où l'acheteur exige la vérification des caractéristiques de résilience, celles-ci doivent être essayées suivant le chapitre 5 de l'ISO 2604/II et les valeurs à obtenir doivent faire l'objet d'un accord.

2 Les mots «tube» et «tuyau» sont équivalents.

La présente Norme internationale ne concerne pas :

- a) les tubes de cuvelage, les tubes de production, les tiges de forage et les conduites pour les industries du pétrole et du gaz naturel;
- b) les tubes pour le transport du gaz, de l'eau et des eaux résiduelles.

## 2 RÉFÉRENCES

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

ISO/R 165, *Essai de rabattement de collerette sur tubes en acier*.

ISO/R 166, *Essai d'évasement sur tubes en acier*.

ISO/R 202, *Essai d'aplatissement sur tubes en acier*.

ISO 375, *Acier – Essai de traction des tubes*.

ISO/R 377, *Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes pour l'acier corroyé*.

ISO 404, *Acier et produits sidérurgiques – Conditions générales techniques de livraison*.<sup>1)</sup>

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 404-1964.)

2) En préparation.

ISO 683/XIII, *Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage – Treizième partie : Aciers corroyés inoxydables*.

ISO/R 783, *Essais mécaniques de l'acier à température élevée – Détermination de la limite inférieure d'écoulement et de la limite conventionnelle d'élasticité et méthode de vérification*.

ISO 1127, *Tubes en acier inoxydable – Dimensions, tolérances et masses conventionnelles par unité de longueur*.

ISO 2566/II, *Acier – Conversion des valeurs d'allongement – Partie II : Aciers austénitiques*.<sup>2)</sup>

ISO 2604/I, *Produits en acier pour appareils à pression – Spécifications de qualité – Partie I : Pièces forgées*.

ISO 2604/II, *Produits en acier pour appareils à pression – Spécifications de qualité – Partie II : Tubes laminés sans soudure*.

ISO 2604/IV, *Produits en acier pour appareils à pression – Spécifications de qualité – Partie IV : Tôles*.

ISO 2605/II, *Produits en acier pour récipients à pression – Dérivation et vérification des valeurs à température élevée – Partie II : Limite conventionnelle d'élasticité des produits en acier austénitique*.

## 3 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

### 3.1 Informations à fournir par l'acheteur

3.1.1 Dans son appel d'offres et sa commande, l'acheteur doit spécifier :

- a) les dimensions des tubes et leurs tolérances (voir 3.9);
- b) la nuance d'acier (voir 3.2 et tableau 3);
- c) la catégorie d'essai (voir 3.12);
- d) les méthodes de contrôle et le type des documents (voir 3.10, 3.16 et 4.2.2.1);
- e) la pression d'essai hydraulique nécessaire (voir 3.14.5);
- f) la méthode de fabrication du tube (voir 3.4.2).

**3.1.2** Certaines variantes sont permises par la présente Norme internationale et l'acheteur peut également, dans son appel d'offres et sa commande, indiquer ses exigences de la façon suivante, mais la fourniture sera au choix du fabricant si ces indications ne sont pas données :

- g) si une analyse de contrôle sur produit ou sur fil métallique d'apport est exigée (voir 3.6.2);
- h) si l'agrément du procédé de soudage est nécessaire (voir 3.7.2);
- i) toutes exigences particulières concernant le contrôle des défauts (voir 3.8.5);
- j) toutes exigences spéciales de rectitude (voir 3.8.7);
- k) si l'on exige une séparation de coulée (voir 3.13.1.3);
- l) si l'épreuve hydraulique n'est pas à effectuer (voir 3.13.3);
- m) le détail des essais non destructifs, si ceux-ci sont exigés (voir 3.14.6);
- n) si des essais de vérification de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée sont exigés, la température d'essai choisie d'après le tableau 5 (voir 4.2.2.2).

### 3.2 Désignation

Les tubes doivent être désignés par la référence de la présente Norme internationale et par un symbole indiquant la nuance d'acier et, si besoin est (voir 3.1.1.1), la méthode de fabrication du tube.

*Exemple* : les tubes fabriqués selon la présente Norme internationale dans la nuance d'acier TW 57 (voir tableau 3), soudés longitudinalement, finis à froid et soumis à un traitement thermique selon le tableau 3 (voir 3.4.2), doivent être désignés comme suit :

Tube conforme à l'ISO 2604/V, TW 57 – LWCF

NOTE – Dans la présente Norme internationale, toutes les indications concernant les désignations sont à considérer comme provisoires; elles seront révisées dès qu'un système général de désignation des aciers et des produits en acier sera établi.

### 3.3 Élaboration de l'acier

L'acier doit être élaboré par un procédé électrique ou par un procédé à l'oxygène. D'autres procédés peuvent être utilisés par accord entre les parties concernées.<sup>1)</sup> Sur sa demande, l'acheteur doit être informé du procédé d'élaboration de l'acier utilisé.

### 3.4 Fabrication du produit

**3.4.1** Les tubes doivent être fabriqués à partir de produits laminés plats, tôles, feuillards ou larges bandes, être soudés

longitudinalement sur les rives par un procédé de soudage électrique automatique continu, avec ou sans métal d'apport.

Si l'on utilise un fil métallique d'apport, il doit être conforme aux spécifications correspondantes du tableau 6.

**3.4.2** Les méthodes de fabrication indiquées dans le tableau 1 sont définies dans la présente Norme internationale et sont codifiées en vue de la désignation des tubes.

TABLEAU 1 – Méthodes de fabrication des tubes

Méthode de fabrication	Désignation
Soudés longitudinalement	LW
Soudés longitudinalement et soumis à un traitement thermique	LWHT
Soudés longitudinalement et finis à froid	LWCF

L'acheteur doit spécifier, dans son appel d'offres et sa commande, la méthode de fabrication et de traitement thermique, en utilisant une des désignations ci-dessus.

**3.4.3** Les soudures de raboutage des produits plats doivent être enlevées par coupe sur tube fini.

**3.4.4** Les tubes bruts de soudage ou soudés et soumis à un traitement thermique peuvent être écrouis après l'opération de soudage.

**3.4.5** Les tubes finis à froid doivent être écrouis après soudage et avant traitement thermique, pour assurer une résistance optimale à la corrosion dans la zone de soudage et le métal de base pendant le traitement thermique.

### 3.5 Traitement thermique

Pour les tubes qui ont à subir un traitement thermique, celui-ci doit être un traitement final consistant à chauffer le tube de façon uniforme, jusqu'à une température comprise dans la gamme donnée au tableau 3, et à le refroidir rapidement dans l'air ou dans l'eau.

### 3.6 Composition chimique

#### 3.6.1 Analyse de coulée

L'acier doit présenter, à l'analyse de coulée, la composition spécifiée dans le tableau 3 pour la nuance spécifiée.

#### 3.6.2 Analyse du produit

**3.6.2.1** Si l'on exige une analyse de contrôle sur le produit ou sur le fil métallique d'apport, le nombre d'éprouvettes à prélever doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

1) Telles que l'utilisateur, l'acheteur et le fabricant de l'équipement, le fournisseur du matériau de construction, l'autorité de contrôle et/ou de certification.

Dans le cas d'analyse du produit, les échantillons doivent être prélevés soit sur l'éprouvette utilisée pour la vérification des caractéristiques mécaniques, soit sur la totalité de l'épaisseur du tube, au même emplacement que les éprouvettes pour les essais mécaniques.

**3.6.2.2** Si une analyse de contrôle sur le produit est exigée, les écarts admissibles donnés dans le tableau 4 s'appliquent à l'analyse de coulée spécifiée dans le tableau 3 pour des éprouvettes prélevées dans les conditions normalisées (voir 3.6.2.1). Si l'on exige une analyse de contrôle à des fins de réception, celle-ci doit être indiquée dans l'appel d'offres et de la commande.

### 3.6.3 Litiges

En cas de litige, les méthodes d'analyse chimique doivent être conformes aux Normes internationales correspondantes. S'il n'existe pas de normes de ce genre, la méthode à utiliser doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

## 3.7 Caractéristiques mécaniques et technologiques

### 3.7.1 Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques à la température ambiante, que l'on doit obtenir sur des éprouvettes prélevées, préparées et essayées conformément à 3.13.1 et 3.14, sont indiquées dans le tableau 3.

NOTE — Ces caractéristiques peuvent être affectées par un chauffage ou un réchauffage au cours de la fabrication. Il est recommandé, aux acheteurs qui ont l'intention de chauffer ou de réchauffer l'un quelconque de ces aciers, d'étudier avec le fournisseur l'application et le chauffage ou le réchauffage proposé.

### 3.7.2 Soudabilité

Les tubes finis faisant l'objet de la présente Norme internationale sont généralement considérés comme soudables. Toutefois, la soudabilité générale de l'un quelconque de ces aciers ne peut pas être garantie, car le comportement de l'acier pendant et après le soudage dépend non seulement de l'acier lui-même, mais aussi des conditions de soudage et de l'utilisation finale de l'acier. Pour cette raison, la méthode de soudage doit éventuellement faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

## 3.8 Aspect et état interne

**3.8.1** Les tubes doivent présenter un fini de fabrication normal et doivent être propres et exempts des défauts définis pour la catégorie d'essai considérée (voir 3.12).

**3.8.2** Le cordon de soudure extérieur des tubes soudés sans addition de métal d'apport doit, sauf accord contraire entre les parties intéressées, être arasé de sorte que le tube soit jugé à l'œil nu lisse et circulaire.

La projection du cordon de soudure vers l'intérieur doit être inférieure à 10 % de l'épaisseur spécifiée, avec un minimum de 0,15 mm et un maximum de 3 mm.

Le décalage des rives en contact ne doit pas dépasser :

- pour les épaisseurs de paroi  $a \leq 12,7$  mm : 1,6 mm;
- pour les épaisseurs de paroi  $a > 12,7$  mm :  $0,125 a$  ou 3 mm, en prenant la valeur la plus faible.

**3.8.3** Dans le cas de tubes soudés avec addition d'un métal d'apport et livrés à l'état brut de soudure ou à l'état soudé et traité, la surépaisseur des cordons de soudure extérieur et intérieur ne doit pas dépasser la hauteur maximale suivante :

- pour le cordon de soudure extérieur :  $0,5 a$  ou 3 mm, en prenant la valeur la plus faible;
- pour le cordon de soudure intérieur :  $0,25 a$  ou 3 mm, en prenant la valeur la plus faible;

où  $a$  est l'épaisseur de paroi, en millimètres.

**3.8.4** Les soudures des tubes soudés par un procédé utilisant un métal d'apport peuvent être réparées au choix du fabricant, mais les tubes ne doivent être réparés qu'avant le traitement thermique ou la finition à froid, à l'exception des défauts trouvés après le traitement thermique initial qui peuvent être réparés, sous réserve que ces tubes subissent un nouveau traitement thermique. Les zones réparées doivent être soumises à un essai non destructif conformément à l'annexe A (ultrasons) ou à l'annexe B (courants de Foucault).

**3.8.5** Toute spécification spéciale concernant l'absence de défauts doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

**3.8.6** Les spécifications relatives aux défauts de surface, à leur rectification ainsi qu'aux défauts internes, indiquées en 8.1, 8.2 et 8.3 de l'ISO 404, sont applicables.

**3.8.7** Les tubes doivent être raisonnablement droits. On ne peut garantir une rectitude parfaite. Les exigences concernant la rectitude doivent faire l'objet d'un accord.

**3.8.8** Les extrémités doivent être coupées relativement d'équerre par rapport à l'axe du tube. Des tolérances spéciales sur la perpendicularité des extrémités peuvent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

## 3.9 Dimensions et tolérances

**3.9.1** Les dimensions doivent être conformes aux Normes internationales appropriées.

**3.9.2** Les tolérances sur le diamètre extérieur et l'épaisseur des tubes dépendent de la méthode de fabrication, de la nuance d'acier et du traitement thermique et doivent être choisies dans l'ISO 1127.

**3.9.3** Les spécifications de 8.4 de l'ISO 404 sont applicables.

**3.10 Méthode de contrôle**

Dans son appel d'offres et sa commande, l'acheteur doit indiquer la méthode de contrôle à appliquer parmi les cinq indiquées au chapitre 4 de l'ISO 404.

NOTE — La méthode de contrôle choisie doit, le cas échéant, être compatible avec les spécifications de la Norme internationale traitant de l'utilisation du produit.

**3.11 Règles générales pour effectuer les essais de réception**

Les spécifications du chapitre 5 de l'ISO 404 sont applicables en ce qui concerne :

- a) le lieu de la réception;
- b) la mise à disposition pour le contrôle;
- c) les droits du contrôleur;
- d) la réception.

**3.12 Catégories d'essai**

Les tubes doivent être soumis aux essais indiqués dans le tableau 2 pour la catégorie d'essai appropriée.

TABLEAU 2 — Catégories d'essai

Essai	Catégorie d'essai			
	I	II	III	IV
Examen visuel	X	X	X	X
Traction	X	X	X	X
Aplatissement ou pliage	X	X	X	X
Évasement ou rabattement de la collerette		X		X
Contrôle de la soudure	X	X	X	X
Épreuve hydraulique	X	X	X*	X*
Essai non destructif			X	X

\* Par accord entre les parties intéressées, l'épreuve hydraulique peut être remplacée par un essai non destructif (voir 3.13.3).

**3.13 Nombre, prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes**

**3.13.1 Essais mécaniques à la température ambiante**

**3.13.1.1** Les spécifications de 2.3 et de 2.4 de l'ISO/R 377 concernant l'identification et la préparation des échantillons et des éprouvettes sont applicables.

**3.13.1.2** Pour les catégories d'essai I et II, le nombre de tubes sur lesquels on doit effectuer des essais mécaniques à la température ambiante doit être le suivant :

- diamètre extérieur  $\leq 323,9$  mm : 1 tube sur tout lot de 200 tubes fabriqués;

- diamètre extérieur  $> 323,9$  mm : 1 tube sur tout lot de 100 tubes fabriqués.

Les échantillons doivent être prélevés au hasard dans les lots tels qu'ils sont présentés au contrôle et ne comportant pas plus de 200 tubes. Si l'application de la présente règle conduit pour une commande particulière à une fraction de l'unité, cette fraction doit être traitée comme une unité entière.

Un lot est une quantité convenable de tubes de la même nuance d'acier, de même diamètre et de même épaisseur, telle qu'un nombre approprié de tubes échantillons prélevés au hasard dans ce lot en vue des essais soit représentatif du lot complet.

**3.13.1.3** Pour les catégories d'essai III et IV, le nombre de tubes sur lesquels on doit effectuer des essais mécaniques à la température ambiante doit être le suivant :

- sans traitement thermique : 2 % des tubes de chaque lot;
- avec traitement thermique : 2 % des tubes de chaque charge de traitement thermique.

Pour les tubes non soumis à un traitement thermique, un lot ne doit comporter que des tubes de même diamètre, de même épaisseur et de même nuance d'acier. Pour les tubes traités, une charge ne doit comporter que des tubes de même diamètre, de même épaisseur et de même nuance d'acier, soumis au même traitement de finition dans un four continu ou traités thermiquement dans la même charge dans un four discontinu.

Une séparation par coulée peut être effectuée par accord entre les parties intéressées et si elle est spécifiée dans l'appel d'offres et la commande (voir 4.2.2.2).

**3.13.1.4** L'éprouvette d'essai doit être prélevée sur le tube après le traitement thermique final. Si les tubes doivent être livrés dans un état différent de celui du traitement thermique final, les éprouvettes doivent être dans l'état de traitement thermique de référence spécifié dans le tableau 3.

**3.13.1.5** Sur chaque tube choisi pour les essais, on doit prélever une éprouvette pour chacun des essais mécaniques exigés en 3.12.

Pour l'essai de traction du matériau, l'éprouvette peut être prélevée, au choix du fabricant :

- a) sur des longueurs de tube de section complète;
- b) sur des bandes découpées longitudinalement sur le tube;
- c) sur des anneaux de la largeur voulue, fendus et aplatis.

La bande ou l'anneau éprouvette doit être découpé(e) en dehors de la soudure.

Pour les tubes de plus de 219,1 mm de diamètre extérieur, un essai de traction doit être effectué sur la soudure. Une

bande ou un anneau éprouvette doit être préparé(e) de telle sorte que la soudure se trouve au milieu de l'éprouvette et perpendiculaire à l'axe longitudinal de celle-ci.

Pour l'essai de pliage, l'éprouvette doit être constituée par une bande circonférentielle de 12,5 mm de largeur minimale, sur la pleine épaisseur du tube. Le centre de la soudure, quand elle est visible, doit être au milieu de l'éprouvette. Les arêtes peuvent être arrondies à un rayon de 1,6 mm.

### 3.13.2 Examen visuel

Chaque tube doit faire l'objet d'un examen visuel.

### 3.13.3 Épreuve hydraulique

Une épreuve hydraulique doit être effectuée sur chaque tube; toutefois, après accord entre les parties intéressées, on peut supprimer l'épreuve hydraulique pour les tubes des catégories d'essai III et IV qui ont été contrôlés à des fins de réception aux ultrasons, conformément à l'annexe A, ou aux courants de Foucault, conformément à l'annexe B.

### 3.13.4 Contrôle de la soudure

#### 3.13.4.1 ESSAIS NON DESTRUCTIFS

On doit effectuer des essais non destructifs pour l'examen continu de la zone de soudure. Cet examen est effectué à des fins de contrôle de qualité pendant le processus de fabrication, par une méthode et à un emplacement choisis par le fabricant.

Pour le contrôle non destructif de réception, voir 3.13.5.

#### 3.13.4.2 ESSAI MACROGRAPHIQUE

L'essai macrographique doit être effectué sur une éprouvette prélevée à l'extrémité de chaque tube choisi pour l'essai d'aplatissement ou de pliage et avant ces essais.

### 3.13.5 Contrôle non destructif de réception

Tous les tubes des catégories d'essai III et IV doivent être soumis à un contrôle non destructif à des fins de réception (voir 3.14.6).

## 3.14 Méthodes et résultats d'essai

### 3.14.1 Essai de traction à la température ambiante

3.14.1.1 L'essai de traction peut être effectué suivant les spécifications de l'ISO 375.

3.14.1.2 Pour l'essai du matériau de base, on doit déterminer la résistance à la traction,  $R_m$ , la limite d'élasticité, et l'allongement,  $A$ . Les résultats obtenus doivent satisfaire aux spécifications du tableau 3.

Pour la limite d'élasticité, on peut déterminer comme valeurs spécifiées soit la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % (pour un allongement non proportionnel),  $R_{p0,2}$ ,

soit la limite conventionnelle d'élasticité à 1,0 % (pour un allongement non proportionnel),  $R_{p1,0}$ .

On peut également, en variante, déterminer les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité pour un allongement total de 0,2 % ou de 1,0 %,  $R_{t0,2}$  ou  $R_{t1,0}$ .

L'allongement en pourcentage doit être rapporté à une longueur entre repères de  $5,65\sqrt{S_0}$ . Si l'on utilise d'autres longueurs entre repères, on doit obtenir l'allongement correspondant sur  $5,65\sqrt{S_0}$  en se reportant à l'ISO 2566/II. Pour l'essai de la soudure, seule la résistance à la traction doit être déterminée et elle doit être en accord avec les spécifications du tableau 3.

### 3.14.2 Essai d'aplatissement ou de pliage

3.14.2.1 On doit effectuer, au choix du fabricant et suivant les dimensions du tube, soit un essai d'aplatissement (voir 3.14.2.2), soit un essai de pliage (voir 3.14.2.3).

3.14.2.2 L'essai d'aplatissement doit être effectué suivant les spécifications de l'ISO/R 202. L'éprouvette ne doit présenter ni fissure ni amorce de crique quand la distance entre les plateaux n'est pas supérieure à la valeur donnée par la formule :

$$H = \frac{(1 + C) a}{C + a/D_0}$$

où

$H$  est la distance en millimètres, entre les plateaux;

$a$  est l'épaisseur spécifiée du tube, en millimètres;

$D_0$  est le diamètre extérieur spécifié du tube, en millimètres;

$C$  est une constante dépendant de la nuance d'acier (voir tableau 3).

3.14.2.3 L'essai de pliage doit être effectué conformément aux spécifications de l'ISO/R 85. L'éprouvette doit être pliée à froid suivant un angle de  $180^\circ$ , avec la racine de la soudure en traction, autour d'un mandrin d'un diamètre égal à trois fois son épaisseur avec un minimum de 6 mm; elle ne doit présenter ni fissure ni amorce de crique, mais de légères craquelures prématurées aux arêtes ne doivent pas être considérées comme une cause de rebut.

### 3.14.3 Essais d'évasement ou de rabattement de la collerette

Sauf accord contraire au moment de l'appel d'offres et de la commande, il est laissé au choix du fabricant de tubes d'effectuer un essai d'évasement ou de rabattement de la collerette.

3.14.3.1 L'essai d'évasement doit être effectué suivant les spécifications de l'ISO/R 166. L'éprouvette doit pouvoir, sans fissurer, être évasée par un mandrin d'angle au sommet égal à  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  ou  $60^\circ$ , au choix du fabricant, jusqu'à ce qu'on obtienne l'augmentation du diamètre extérieur spécifiée dans le tableau 3, appropriée au type d'acier spécifié.

**3.14.3.2** L'essai de rabattement de la collerette doit être effectué suivant les spécifications de l'ISO/R 165. Le diamètre extérieur de la collerette doit dépasser le diamètre extérieur du tube de la valeur indiquée dans le tableau 3, comme approprié au type d'acier spécifié. Après rabattement de la collerette, le tube ne doit montrer aucune fissure ni amorce de crrique.

#### 3.14.4 Essai macrographique

Pour l'essai macrographique, la section transversale de l'éprouvette doit être rectifiée à un fini de grain 600, sur une distance de 25 mm au minimum de chaque côté de la soudure ou sur la section complète, puis attaquée par un réactif convenable pour en révéler la structure.

Examinée sous un grossissement de  $10\times$ , la soudure doit être exempte de défauts tels que fissures, porosités et morsures, et elle doit montrer une fusion complète avec le métal de base sur toute l'épaisseur du tube.

#### 3.14.5 Épreuve hydraulique

Sous réserve de ce qui est indiqué en 3.13.3, chaque tube doit subir une épreuve hydraulique à l'usine du fabricant.

La pression hydraulique, pour toutes les catégories d'essai, doit être égale à 1,5 fois la pression de calcul, mais elle ne doit pas être supérieure à celle calculée selon la formule :

$$p = \frac{20 \sigma a}{D_o}$$

où

$p$  est la pression d'essai, en bars;

$D_o$  est le diamètre extérieur spécifié, en millimètres;

$a$  est l'épaisseur spécifiée, en millimètres;

$\sigma$  est la contrainte, en newtons par millimètre carré, qui doit être égale à 70 % de la limite conventionnelle d'élasticité à 1 %, à la température ambiante spécifiée à la commande.

NOTE — Jusqu'à ce qu'un accord soit réalisé sur l'utilisation de la limite conventionnelle d'élasticité à 1 % pour le calcul,  $\sigma$  peut être pris comme étant égal à 80 % de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,02 %.

Dans le cas où l'application de la pression d'essai obtenue au moyen de la formule peut entraîner des difficultés techniques, son application doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

La pression d'essai doit être maintenue suffisamment longtemps pour permettre l'épreuve et l'inspection. Tout tube qui ne résiste pas à l'épreuve hydraulique doit être considéré comme non conforme à la présente Norme internationale.

#### 3.14.6 Essais non destructifs de réception

Tous les tubes finis des catégories d'essai III et IV doivent être soumis à des essais non destructifs à des fins de réception, conformément à l'annexe A (méthode utilisant des ultrasons) ou à l'annexe B (méthode utilisant des courants

de Foucault). Le choix entre ces deux méthodes revient au fabricant, suivant la méthode de fabrication utilisée et les dimensions du tube.

#### 3.15 Contre-essais

Les spécifications de 6.5 et de 7.6 de l'ISO 404 sont applicables.

#### 3.16 Documents

Au moment de l'appel d'offres et de la commande, l'acheteur doit indiquer quels sont les documents à fournir parmi ceux spécifiés au chapitre 4 de l'ISO 404 (voir aussi 3.10).

#### 3.17 Marquage

**3.17.1** Les tubes doivent porter lisiblement inscrits :

- les symboles d'identification de la nuance d'acier indiqués dans le tableau 3;
- la marque du fabricant des tubes;
- la désignation de la méthode de fabrication;
- les symboles, lettres ou nombres indiquant la relation entre les certificats d'essai, les éprouvettes et les produits.

**3.17.2** Les matériaux utilisés pour le marquage doivent être exempts de plomb, de cuivre, de zinc et d'étain.

**3.17.3** Pour les tubes de petit diamètre qui doivent être liés en bottes ou placés dans des caisses, les informations de 3.17.1 peuvent être marquées sur une étiquette solidement fixée à la botte ou à la caisse dans laquelle les tubes sont expédiés.

### 4 SPÉCIFICATIONS SUPPLÉMENTAIRES APPLICABLES AUX NUANCES D'ACIER AYANT DES CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIÉES À TEMPÉRATURE ÉLEVÉE

#### 4.1 Caractéristiques mécaniques

Pour les nuances d'acier qui ont des caractéristiques spécifiées à température élevée, les valeurs minimales de la limite conventionnelle d'élasticité à ces températures élevées, déduites selon l'ISO 2605/II, sont indiquées dans le tableau 5.

#### 4.2 Vérifications et essais

##### 4.2.1 Catégories d'essai

Toutes les catégories d'essai indiquées en 3.12 s'appliquent aux tubes faisant l'objet du présent chapitre.

##### 4.2.2 Limite conventionnelle d'élasticité à température élevée

**4.2.2.1** Les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être vérifiées, soit par



des essais de réception à ces températures, soit par la méthode indiquée dans l'ISO 2605/II.

**4.2.2.2** Si les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être vérifiées par des essais de réception, un essai doit être effectué sur chaque coulée en utilisant un échantillon préparé conformément à 3.13.1, l'éprouvette étant prélevée à un emplacement voisin de celui de l'une des éprouvettes utilisées pour l'essai de traction à la température ambiante. Si l'on doit livrer des tubes d'épaisseurs différentes à partir d'une même coulée, l'essai doit être effectué sur le tube le plus épais.

Les essais de détermination de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être effectués

conformément à l'ISO/R 783, à une température choisie dans le tableau 5 et faisant l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

Les spécifications de 6.5 de l'ISO 404 sont applicables pour les contre-essais.

**4.2.2.3** Si les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être vérifiées par la méthode indiquée dans l'ISO 2605/II, les limites inférieures de l'intervalle de confiance de 95 % de ces valeurs, nécessaires pour l'application de cette méthode, sont données aux figures 1 à 9 pour les différentes nuances d'acier.

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

[ISO 2604-5:1978](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7b9153a-b852-4a92-9d50-4aece6b8e827/iso-2604-5-1978)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7b9153a-b852-4a92-9d50-4aece6b8e827/iso-2604-5-1978>

TABLEAU 3 — Composition chimique, caractéristiques mécaniques à température ambiante et traitements thermiques

Nuance d'acier (no 7)	Composition chimique, % (1, 2)										Caractéristiques mécaniques à température ambiante <sup>3, 5)</sup>						Traitement thermique				
	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	Autres éléments	$R_{p0,2}$ min.	$R_{p1,0}$ min.	$R_m$	A min.	Essai d'aplatissement Constante C	Essai de pliage D (%)	Essai d'écrasement et de rabattement de la collerette (% d'augmentation $D_0$ )	Traitement thermique de référence <sup>3)</sup>	Température	Conditions de refroidissement		
	≤ 0,03	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00		9,00 - 12,00		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	%	C	≤ 0,6	≤ 0,6	Q	°C			
TW 46	≤ 0,03	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00		9,00 - 12,00		175	205	490 - 690	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 47	≤ 0,07	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00		8,00 - 11,00		195	235	490 - 690	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 50	≤ 0,08	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00		9,00 - 12,00	Ni > 10 × C ≤ 1,00	205	245	510 - 710	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 53	≤ 0,08	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00		9,00 - 12,00	T <sub>1</sub> > 5 × C ≤ 0,80	95	235	510 - 710	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	air ou eau
TW 57	≤ 0,03	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,50	2,00 - 2,50	11,00 - 14,00		85	215	490 - 690	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 58	≤ 0,03	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,50	2,50 - 3,00	11,50 - 14,50		85	215	490 - 690	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 60	≤ 0,07	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,50	2,00 - 2,50	10,50 - 14,00		205	245	510 - 710	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 61	≤ 0,07	≤ 1,00	≤ 2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,50	2,50 - 3,00	11,00 - 14,50		205	245	510 - 710	30	0,09	3a	9	15	17	Q	950 - 1 100	
TW 69	≤ 0,10	≤ 1,00	≤ 1,50	0,045	0,030	19,00 - 23,00		30,00 - 35,00	T <sub>1</sub> 0,15 - 0,60 et Al 0,15 - 0,60	235	235	480 - 680	25	0,09	3a	9	15	17	Q	900 - 1 045	

1) Les éléments qui ne sont pas indiqués dans ce tableau ne doivent pas être ajoutés intentionnellement sans l'assentiment de l'acheteur, sauf dans le but de finir une coulée. On doit prendre toutes les précautions raisonnables pour éviter l'addition de tels éléments provenant de ferrailles ou d'autres matériaux utilisés dans la fabrication, mais des éléments résiduels peuvent être présents à condition qu'ils n'affectent pas les caractéristiques mécaniques et l'aptitude à l'emploi. Si le niveau des éléments résiduels joue un rôle important sur les caractéristiques ou la soudabilité de l'acier, on indiquera l'analyse de coulée de ces éléments.

2) Pour les écarts admissibles de l'analyse de contrôle sur produit, voir tableau 4.

3) Q = trempé (à l'eau)

$R_{p0,2}$  = limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % (allongement non proportionnel)

$R_{p1,0}$  = limite conventionnelle d'élasticité à 1,0 % (allongement non proportionnel)

$R_m$  = résistance à la traction

A = allongement en pourcentage, au moment de la rupture, sur la longueur entre repères,  $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$

D = diamètre maximal du mandrin

a = épaisseur de l'éprouvette

$D_i$  = diamètre intérieur

$D_o$  = diamètre extérieur

4) À des fins de réception, on peut utiliser la limite conventionnelle d'élasticité pour un allongement total (voir 3.14.1.2).

5) Les caractéristiques mécaniques à température élevée sont indiquées au tableau 5.

6) Le diamètre du mandrin ne doit cependant pas être inférieur à 6 mm (voir 3.14.2.3).

7) Pour les qualités comparables figurant dans d'autres Normes internationales, voir tableau 7.

TABLEAU 4 – Écart admissible par rapport à la composition spécifiée

Élément	Maximum de la gamme spécifiée	Écart admissible par rapport à la composition spécifiée <sup>1, 2)</sup>
Carbone	≤ 0,03	± 0,005
	> 0,03 – 0,25	± 0,01
Manganèse	≤ 0,40 – 0,70	± 0,03
	> 0,70 – 1,0	± 0,04
	> 1,0 – 2,0	± 0,05
Silicium	≤ 1,0	± 0,05
Soufre et phosphore spécifiés max.	≤ 0,030	+ 0,003
	> 0,030 – 0,040	+ 0,004
	> 0,040 – 0,050	+ 0,005
Nickel	≤ 5,0 – 10,0	± 0,10
	> 10,0 – 20,0	± 0,15
	> 20,0	± 0,20
Chrome	> 15,0 – 20,0	± 0,20
	> 20,0	± 0,25
Molybdène	> 2,0 – 3,0	± 0,08
Titane et niobium	toutes les gammes	± 0,05

1) Sauf dans le cas où des maximums sont seuls spécifiés, les écarts s'appliquent soit en plus soit en moins des limites spécifiées de la gamme, mais pas à la fois en plus et en moins pour un même élément analysé sur des échantillons différents d'une même coulée. Si seuls des maximums sont spécifiés, les écarts s'appliquent seulement en plus. Ces valeurs ne sont valables que si les échantillons sont prélevés conformément aux indications de 3.6.2.1.

2) Ces valeurs doivent être considérées comme provisoires jusqu'à ce que l'on dispose de valeurs plus sûres.