
NORME INTERNATIONALE 2604/VI

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

Produits en acier pour appareils à pression — Spécifications de qualité — Partie VI : Tubes en acier soudés à l'arc longitudinalement ou en hélice sous flux en poudre

Steel products for pressure purposes — Quality requirements — Part VI, Submerged arc longitudinally or spirally welded steel tubes

ITC STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Première édition — 1978-08-15

[ISO 2604-6:1978](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cbdec27b-76f2-4aff-a566-3473b61d709f/iso-2604-6-1978>

CDU 669.14.018.452-462.2

Réf. n° : ISO 2604/VI-1978 (F)

Descripteurs : produit en acier, tuyau, tube en acier, tube soudé, matériel à pression, acier pour traitement thermique, acier non allié, spécification, composition chimique, aspect, soudabilité, propriété mécanique, limite d'élasticité, résilience, essai de réception, essai mécanique, essai non destructif, soudure, contrôle de qualité, désignation, marquage.

Prix basé sur 21 pages

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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

La Norme internationale ISO 2604/VI 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'	Finlande	Roumanie
Australie	France	Royaume-Uni
Autriche	Hongrie	Suède
Belgique	Inde	Suisse
Bulgarie	Iran	Tchécoslovaquie
Canada	Irlande	Turquie
Corée, Rép. de	Italie	U.R.S.S.
Danemark	Mexique	Yougoslavie
Égypte, Rép. arabe d'	Philippines	
Espagne	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 VI : Tubes en acier soudés à l'arc longitudinalement ou en hélice sous flux en poudre

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale fixe les spécifications relatives aux tubes à extrémités lisses, soudés à l'arc sous flux en poudre et fabriqués dans des nuances d'acier indiquées dans le tableau 3, utilisés pour des appareils à pression à la température ambiante, à basse température ou à température élevée dans des conditions où les caractéristiques de fluage ne sont pas les caractéristiques principales pour le calcul.

La présente norme concerne les tubes soudés longitudinalement et en hélice.

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

ISO 336, *Tubes en acier à extrémités lisses, soudés et sans soudure — Tableau général des dimensions et des masses par unité de longueur.*

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 techniques générales de livraison.*²⁾

ISO/R 643, *Détermination micrographique de la grosseur du grain austénitique des aciers.*

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/R 1106, *Pratiques recommandées pour l'examen radiographique des joints bout à bout soudés par fusion sur tôles d'acier d'épaisseur inférieure à 50 mm (2 in).*

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

ISO 2605/1, *Produits en acier pour récipients à pression — Dérivation et vérification des valeurs à température élevée — Partie I : Limite d'élasticité ou limite conventionnelle des produits en acier au carbone ou faiblement allié.*

ISO 2694, *Appareils à pression.*³⁾

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, 4.2 et 5.2).

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 conforme au choix du fabricant si ces indications ne sont pas données :

- e) type de finition ou de traitement thermique (voir 3.4.2);
- f) type de soudure, longitudinale ou en hélice (voir 3.4.2);
- g) certificat de qualification ou essais de qualification du procédé de soudage (voir 3.4.2);
- h) analyse de contrôle sur produit (voir 3.6.2);
- i) essais mécaniques supplémentaires (voir 3.7.1.2);
- j) agrément du procédé de soudage (voir 3.7.2);

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

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

3) Actuellement au stade de projet.

- k) toutes exigences spéciales concernant le contrôle des défauts (voir 3.8.4);
- l) toutes exigences spéciales concernant la rectitude (voir 3.8.6);
- m) protection spéciale (voir 3.8.8);
- n) tolérances spéciales sur le diamètre extérieur à l'extrémité du tube (voir 3.9.2);
- o) essais de résilience à température ambiante et, dans ce cas, nombre d'éprouvettes (voir 3.13.1.7);
- p) omission de l'épreuve hydraulique (voir 3.13.3);
- q) détail des essais non destructifs, si ceux-ci sont exigés (voir 3.14.5);
- r) essais de vérification de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée et, dans ce cas, température d'essai choisie d'après le tableau 6 (voir 4.2.2.2);
- s) essais de résilience à basse température sur éprouvette à entaille en «V» et, dans ce cas, température d'essai choisie d'après le tableau 7 (voir 5.2.2).

3.2 Désignation

Les tubes doivent être désignés par la référence de la présente Norme internationale et par un symbole indiquant la qualité de l'acier et, si besoin est (voir 3.1.2) e) et f)), la méthode de fabrication du tube.

Exemple : les tubes fabriqués conformément à la présente Norme internationale dans la nuance d'acier TSAW 32 (voir tableau 3), soudés en hélice 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/VI, TSAW 32-SWHT

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

3.3.1 Sauf spécification contraire sur l'appel d'offres et la commande, le procédé d'élaboration de l'acier et le mode de désoxydation, suivant les indications de 3.3.2 et 3.3.3 et du tableau 3, seront laissés au choix du fabricant d'acier.

3.3.2 L'acier doit être élaboré au four Martin, au four électrique ou par l'un des procédés à base d'oxygène. D'autres procédés peuvent être employés après accord entre les parties intéressées.¹⁾ S'il le désire, l'acheteur doit être informé du procédé d'élaboration.

3.3.3 Le mode de désoxydation doit être celui qui est défini dans le tableau 3 pour la nuance d'acier spécifiée.

NOTE — Les documents ISO relatifs à l'utilisation des tubes pour

des appareils à pression imposent des limitations supplémentaires au mode de désoxydation, pour certains usages. Dans ce cas, l'acheteur doit s'assurer que ces limitations sont spécifiées dans l'appel d'offres et la commande.

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 de façon continue par rapprochement des bords placés en regard, par un procédé de soudage automatique à l'arc sous flux électroconducteur, avec au moins une passe à l'intérieur du tube et une passe à l'extérieur.

Le fil métallique d'apport et le flux utilisés doivent être compatibles avec le métal d'origine.

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
<i>Tubes soudés longitudinalement</i>	
Bruts de soudage	LW*
Soudés et soumis à un traitement thermique selon le tableau 3	LWHT
Soudés, finis à froid et soumis à un traitement thermique selon le tableau 3	LWCF
<i>Tubes soudés en hélice</i>	
Bruts de soudage	SW
Soudés et soumis à un traitement thermique	SWHT

* Les codes de désignation sont composés des initiales des termes désignant la méthode de fabrication en langue anglaise, soit :

- LW = longitudinally welded (soudé longitudinalement);
- LWHT = longitudinally welded, heat treated (soudé longitudinalement, soumis à un traitement thermique);
- LWCF = longitudinally welded, cold finished (soudé longitudinalement, fini à froid);
- SW = spirally welded (soudé en hélice);
- SWHT = spirally welded, heat treated (soudé en hélice, soumis à un traitement thermique).

L'acheteur doit spécifier, dans son appel d'offres et sa commande, le type de finition ou de traitement thermique exigé, en utilisant une des désignations ci-dessus.

Sauf spécification contraire, le type de la soudure (longitudinal ou en hélice) est laissé au choix du fabricant et approprié au diamètre extérieur et à l'épaisseur. Les tubes soudés longitudinalement peuvent être finis à chaud ou à froid.

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 l'autorité de certification.

3.4.3 Le fabricant doit fournir, sur demande, des détails sur son procédé de soudage et, si nécessaire, un certificat d'approbation de la méthode de soudage acceptable par les parties intéressées.

Si l'acheteur demande une approbation de la méthode de soudage pour sa commande particulière, cette exigence doit être acceptée au moment de l'appel d'offres et de la commande.

3.4.4 Les réparations de soudure doivent être effectuées selon les prescriptions suivantes et doivent être soumises à l'approbation du représentant du client.

Le défaut doit être complètement enlevé et la cavité nettoyée.

La réparation doit être effectuée par des soudeurs qualifiés agréés par les parties intéressées, suivant une méthode appropriée au tube et aux traitements thermiques ultérieurs. Cette méthode doit être agréée par les parties intéressées.

La surface réparée doit se confondre uniformément dans le métal de base entourant la réparation.

Après réparation, le tube doit être soumis à un traitement thermique conformément aux exigences de la spécification concernant la méthode de soudage.

Toutes les longueurs de tube réparés doivent être soumises à une épreuve hydraulique selon 3.13.3 et aux essais non destructifs selon l'annexe A ou l'annexe B.

3.5 Traitement thermique

3.5.1 Si les tubes sont commandés à l'état du traitement thermique, ce traitement doit correspondre à celui donné au tableau 3 pour le type particulier d'acier commandé. Les tubes qui ont été finis à froid doivent être soumis à un traitement thermique.

3.5.2 Par accord entre les parties intéressées, les tubes peuvent être livrés dans un état autre que celui du traitement thermique final spécifié au tableau 3. Dans ce cas, il doivent pouvoir subir une opération ultérieure et l'acheteur doit être informé du traitement thermique nécessaire pour obtenir les caractéristiques désirées (voir aussi 3.7.1).

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.

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 les tableaux 4 et 5 s'appliquent à l'analyse de coulée spécifiée dans le tableau 3 à 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 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

3.7.1.1 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 à 3.14, sont indiquées dans le tableau 3.

3.7.1.2 Si des traitements thermiques différents ou additionnels du traitement thermique prescrit doivent être effectués après la livraison des tubes (pouvant modifier les caractéristiques mécaniques), l'acheteur peut demander, au moment de l'appel d'offres et de la commande, des essais mécaniques supplémentaires sur des échantillons supplémentaires ayant subi ces traitements thermiques différents ou additionnels (voir tableau 3). Dans ce cas, le traitement thermique des échantillons et les caractéristiques mécaniques à obtenir sur ceux-ci doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

NOTE — Les caractéristiques mécaniques peuvent être modifiées par un chauffage ou un réchauffage en cours de fabrication. Les acheteurs qui ont l'intention de chauffer ou de réchauffer certains aciers auront intérêt à se mettre d'accord avec le fournisseur sur l'opération prévue.

3.7.2 Soudabilité

Les tubes finis faisant l'objet de la présente Norme internationale sont généralement considérés comme soudables. Néanmoins, la soudabilité générale de certains aciers, et spécialement des aciers ayant une teneur en éléments d'alliage relativement élevée, 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.

Par conséquent, la méthode de soudage devra, s'il y a lieu, 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 avoir 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 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 3,2 mm, en prenant la valeur la plus faible.

3.8.3 Le défaut d'alignement du cordon de soudure est acceptable, pourvu qu'une pénétration complète et une fusion complète aient eu lieu.

3.8.4 Les spécifications spéciales relatives à l'absence de défauts doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

3.8.5 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.

3.8.6 Les tubes doivent être raisonnablement droits. Une parfaite rectitude ne peut pas être garantie. Des exigences particulières concernant la rectitude doivent faire l'objet d'un accord.

3.8.7 Les extrémités doivent être coupées perpendiculairement à l'axe du tube, avec une tolérance de 1,6 mm mesurée au moins trois fois au cours d'une période de travail de 8 h.

3.8.8 Sauf spécification contraire, les tubes peuvent être livrés non revêtus ou revêtus du revêtement de protection normal du fabricant.

3.9 Dimensions et tolérances

3.9.1 Les dimensions doivent être conformes à l'ISO 336.

3.9.2 L'épaisseur de chaque tube (en dehors du cordon de soudure) est soumise aux tolérances suivantes : $\pm 15\%$.

3.9.3 Le diamètre extérieur du corps du tube, calculé en mesurant la circonférence, ne doit pas s'écarter du diamètre spécifié de plus de $\pm 0,75\%$ ou ± 6 mm, en prenant la valeur la plus faible.

Si le client l'exige, la tolérance sur le diamètre extérieur mesuré par enroulement d'un ruban, sur une longueur de 100 mm mesurée à partir de l'extrémité du tube, ne doit pas dépasser $\pm 2,4$ mm.

3.9.4 La surépaisseur du cordon de soudure (hauteur du

renforcement dû à la soudure), à l'extérieur et à l'intérieur, ne doit pas dépasser :

- pour les épaisseurs de paroi $\leq 12,7$ mm : 3 mm;
- pour les épaisseurs de paroi $> 12,7$ mm : 4,5 mm.

3.9.5 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 d'exécution des 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	Catégories d'essai		
	VI	VII	VIII
Examen visuel	X	X	X
Épreuve hydraulique	X	X	X (voir 3.13.3)
Traction (métal de base)	X	X	X
Traction (soudure)	X	X	X
Pliage (soudure)	X	X	X
Essai non destructif		X (au hasard) (voir 3.13.4.2)	X (100 %) (voir 3.13.4.3)

NOTE – Si un essai de résilience à la température ambiante est prescrit, il peut être exécuté pour l'une quelconque des catégories d'essai (voir 3.13.1.7).

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 2.4 de l'ISO/R 377 concernant l'identification et la préparation des échantillons et des éprouvettes sont applicables.

3.13.1.2 Le nombre de tubes sur lesquels on doit effectuer des essais mécaniques à la température ambiante doit être le suivant :

- a) catégorie d'essai VI : 1 % des tubes de chaque lot;
- b) catégorie d'essai VII : 2 % des tubes de chaque lot;
- c) catégorie d'essai VIII : 2 % des tubes de chaque lot.

Pour les catégories d'essai VI, VII et VIII, les échantillons doivent être prélevés au hasard, dans les lots tels qu'ils sont présentés au contrôle et ne comprenant pas plus de 100 tubes. Si l'application de cette règle conduit, quand il s'agit d'une commande particulière, à une fraction de l'unité, celle-ci est considérée 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 entier.

Pour les tubes qui sont soumis à un traitement thermique, un lot doit être composé uniquement de tubes de même diamètre et de même épaisseur, de la même nuance d'acier soumis au même traitement de finition dans un four continu ou traité thermiquement dans la même charge d'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).

3.13.1.3 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.

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

3.13.1.5 Pour l'essai de traction du matériau, l'éprouvette peut être prélevée longitudinalement ou transversalement, au choix du fabricant. Les dimensions de cette éprouvette doivent être conformes aux spécifications de la Norme internationale appropriée.

Pour l'essai de traction sur le métal, la bande ou l'anneau éprouvette doit être découpé(e) en dehors de la soudure.

Pour l'essai de traction sur la soudure, le cordon de soudure doit être au milieu de l'éprouvette et perpendiculaire à l'axe longitudinal de celle-ci. Le cordon de soudure peut être arasé.

3.13.1.6 Pour l'essai de pliage sur la soudure, une éprouvette de pliage à l'endroit et une éprouvette de pliage à l'envers, avec des dimensions conformes à l'ISO/R 85, doivent être découpées à une extrémité de chaque tube échantillon prélevé, le cordon de soudure étant placé au milieu de l'éprouvette. En variante, pour des épaisseurs > 20 mm, deux éprouvettes latérales doivent être découpées pour un essai latéral dans les deux directions.

Le cordon de soudure doit être arasé au niveau de la surface du tube et les arêtes de l'éprouvette peuvent être arrondies à un rayon de 1,6 mm.

3.13.1.7 Lorsque les dimensions du tube permettent le prélèvement d'une éprouvette de section normale (10 mm x 10 mm), et si cela est convenu entre les parties intéressées, une ou, si cela a été convenu au moment de l'appel d'offres et de la commande, trois éprouvettes à entaille en «V» pour un essai de résilience doivent être prélevées sur l'un des tubes choisis.

NOTE – Si le code d'application, comme par exemple dans l'ISO 2694, spécifie des essais de résilience, l'acheteur doit assurer que les spécifications correspondantes sont indiquées dans son appel d'offres et sa commande.

La forme et les dimensions de ces éprouvettes doivent être conformes à l'ISO 148.

Les éprouvettes doivent être découpées de telle manière que leur axe longitudinal soit transversal à l'axe longitudinal du tube. L'entaille doit être perpendiculaire à la surface initiale.

Si un essai de résilience sur la soudure est exigé, la position des éprouvettes et les conditions d'essai doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

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 de la catégorie d'essai VIII qui ont subi des essais non destructifs de réception.

3.13.4 Essais non destructifs

3.13.4.1 Les soudures des tubes doivent être soumises à des essais non destructifs, conformément aux spécifications de 3.13.4.2 ou 3.13.4.3.

3.13.4.2 Pour les tubes de la catégorie d'essai VII, un examen non destructif de la soudure d'un tube pris au hasard, sur une longueur fixée par accord entre les parties intéressées, doit être effectué.

3.13.4.3 Pour les tubes de la catégorie VIII, un examen non destructif sur toute la longueur de la soudure du tube doit être effectué.

3.14 Méthodes et résultats d'essai

3.14.1 Essai de traction à la température ambiante

L'essai de traction doit être effectué conformément aux spécifications de l'ISO 375.

Pour l'essai de traction sur le métal, la résistance à la traction R_m , la limite d'élasticité R_e et l'allongement A doivent être déterminés. Les résultats obtenus doivent satisfaire aux spécifications du tableau 3.

Au choix du fabricant, la limite d'élasticité transversale peut être déterminée par la méthode d'expansion d'une douille.

Pour la limite d'élasticité, on peut déterminer comme valeurs spécifiées soit la limite d'élasticité supérieure, R_{eH} , soit la limite conventionnelle d'élasticité pour un allongement total de 0,5 %, $R_{t0,5}$.

L'allongement en pourcentage doit être rapporté à une longueur entre repères de $5,65\sqrt{S_0}$. Si d'autres longueurs entre repères sont utilisées, l'allongement correspondant sur $5,65\sqrt{S_0}$ doit être obtenu conformément à l'ISO 2566/1. En cas de litige, la longueur entre repères de $5,65\sqrt{S_0}$ doit être utilisée.

L'essai en travers de la soudure doit mettre en évidence une résistance à la traction non inférieure à la résistance minimale du métal du corps du tube. La limite d'élasticité et le pourcentage d'allongement n'ont pas à être mesurés.

3.14.2 Essai de pliage (soudure)

L'essai de pliage de la soudure doit être effectué conformément aux spécifications de l'ISO/R 85.

Après avoir été pliées à froid, suivant un angle de 180° autour d'un mandrin d'un diamètre conforme aux indications du tableau 3, les éprouvettes ne doivent présenter, dans le métal d'apport ou entre celui-ci et le métal du corps du tube, aucune crique ou autre défaut dépassant 3,20 mm dans une direction quelconque. Une légère amorce de rupture aux arêtes ne doit pas être considérée comme une cause de rebut.

3.14.3 Essai de résilience à la température ambiante

3.14.3.1 L'essai doit être effectué conformément à l'ISO 148.

3.14.3.2 Si une seule éprouvette est soumise à l'essai, la valeur obtenue doit satisfaire aux spécifications du tableau 3.

3.14.3.3 Si trois éprouvettes subissent l'essai, la valeur moyenne obtenue doit satisfaire aux spécifications du tableau 3. L'une des valeurs individuelles peut être inférieure à la valeur spécifiée, sans être inférieure à 70 % de cette valeur.

3.14.4 Épreuve hydraulique

Chaque tube, sauf dans le cas prévu en 3.13.3, doit être

essayé hydrauliquement à l'usine du fabricant, à moins que les parties intéressées ne se soient accordées sur un autre lieu.

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 :

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

où

p est la pression d'essai, en bars;

D est le diamètre extérieur spécifié, en millimètres;

a est l'épaisseur spécifiée, en millimètres;

σ est la contrainte, en newtons par millimètre carré, correspondant à X % de la limite minimale d'élasticité pour la nuance d'acier spécifiée, X étant égal à 60 % pour la catégorie d'essai VI et à 80 % pour les catégories d'essai VII et VIII.

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 pendant un temps suffisamment long pour permettre l'épreuve et l'inspection. Tout tube qui ne résiste pas à cette épreuve hydraulique doit être considéré comme non conforme à la présente Norme internationale.

3.14.5 Essai non destructif

Un essai non destructif doit être effectué sur les tubes essayés pour les qualités VII et VIII, en utilisant les méthodes précisées ci-après.

3.14.5.1 Si la commande spécifie la catégorie d'essai VII, des vérifications doivent être faites au hasard sur la soudure d'un tube fini à des intervalles convenus, par radiographie ou par ultrasons, au choix du fabricant. La technique décrite dans l'ISO/R 1106, ou un mode opératoire équivalent convenu, doit être utilisé(e) comme base de l'examen radiographique. La méthode décrite dans l'annexe A doit être utilisée comme base des essais aux ultrasons. L'annexe B doit être prise comme base des niveaux d'acceptation de l'examen radiographique.

3.14.5.2 Si la commande spécifie la catégorie d'essai VIII, toute la longueur de la soudure du tube fini doit être contrôlée, soit par radiographie, soit, si les parties l'ont convenu, par ultrasons. Si la méthode aux ultrasons est utilisée, les tubes doivent également être radiographiés sur une distance de 200 mm à partir de chaque extrémité.

La technique décrite dans l'ISO/R 1106, ou un mode opératoire équivalent convenu, doit être utilisé(e) comme base de l'examen radiographique. La méthode décrite dans l'annexe A doit être prise comme base de l'essai aux ultrasons. L'annexe B doit être prise comme base des niveaux d'acceptation de l'examen radiographique.

3.15 Contre-essais

Les spécifications de 6.5 et 7.6 de l'ISO 404 sont applicables, sauf dans le cas des essais de résilience, pour lesquels on prend la moyenne des résultats sur trois éprouvettes. Dans ce dernier cas, le mode opératoire suivant doit être utilisé :

Si la valeur moyenne des trois résultats est inférieure à la valeur spécifiée, ou si l'une de ces valeurs est inférieure à 70 % de la valeur spécifiée, on doit prélever trois éprouvettes supplémentaires sur le même échantillon et les soumettre à l'essai. La moyenne des six résultats ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée. Il ne doit pas y avoir plus de deux valeurs individuelles inférieures à cette valeur spécifiée, ni plus d'une valeur individuelle inférieure à 70 % de cette valeur.

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 qui doivent être fournis (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 du procédé de fabrication (voir 3.4.2);
- 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.

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 température élevée, obtenues en conformité avec l'ISO 2605/1, sont indiquées dans le tableau 6.

4.2 Vérification et essais

4.2.1 Catégories d'essai

Toutes les catégories d'essai figurant en 3.12 sont applicables 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 2605/1.

4.2.2.2 Si les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être contrôlées 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 adjacent à celui de l'une des éprouvettes utilisées pour l'essai de traction à la température ambiante. Si des tubes d'épaisseurs différentes doivent être fournis 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 6 et faisant l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

Pour les contre-essais, les spécifications de 6.5 de l'ISO 404 sont applicables.

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 2605/1, 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 8 pour les différentes nuances d'acier.

5 SPÉCIFICATIONS SUPPLÉMENTAIRES APPLICABLES AUX NUANCES D'ACIER AYANT DES CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIÉES À BASSE TEMPÉRATURE

5.1 Caractéristiques mécaniques

Pour les nuances d'acier ayant des caractéristiques spécifiées à basse température, les valeurs minimales obtenues à l'essai de résilience Charpy sur éprouvette en long entaillée en « V » sont données dans le tableau 7 (voir aussi 5.2.6).

5.2 Vérification et essai

5.2.1 Toutes les catégories d'essai indiquées en 3.12 sont applicables aux tubes faisant l'objet du présent chapitre.

5.2.2 Les essais ne doivent être effectués que si l'appel d'offres et la commande le spécifient et si l'épaisseur du tube est égale ou supérieure à 6 mm.

NOTE — Les Normes internationales concernant l'utilisation des tubes dans des appareils à pression contiennent des spécifications d'essai à basse température (voir, par exemple, l'ISO 2694).

5.2.3 Si des essais de résilience à basse température sont exigés, le nombre de tubes soumis à ces essais doit être le suivant :

- tubes non traités thermiquement : 1 tube par lot;
- tubes traités thermiquement : 1 tube par charge de traitement thermique définie en 3.13.1.

5.2.4 Trois éprouvettes pour l'essai de résilience ISO sur éprouvette en long entaillée en «V» doivent être prélevées sur le tube échantillon, leur forme et leurs dimensions devant être conformes à l'ISO 148.

Les éprouvettes doivent être découpées de façon que leur axe longitudinal soit parallèle à l'axe longitudinal du tube. L'entaille doit être perpendiculaire à la surface initiale du tube.

5.2.5 Les essais doivent être effectués conformément à l'ISO 148, à une température choisie dans le tableau 7 et

faisant l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de l'appel d'offres et de la commande.

5.2.6 La valeur moyenne des résultats des trois essais doit satisfaire aux spécifications du tableau 7. L'une des trois valeurs individuelles peut être inférieure à la valeur moyenne minimale spécifiée au tableau 7, sans être inférieure à 70 % de cette valeur.

5.2.7 Le mode opératoire suivant doit être utilisé pour les contre-essais :

Si la moyenne des trois valeurs est inférieure à la valeur spécifiée, ou si l'une quelconque de ces valeurs est inférieure à 70 % de cette valeur spécifiée, on doit prélever trois éprouvettes supplémentaires sur le même échantillon et les soumettre à l'essai. La valeur moyenne des six résultats d'essai ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée. Il ne doit pas y avoir plus de deux valeurs individuelles inférieures à cette valeur spécifiée, ni plus d'une valeur individuelle inférieure à 70 % de cette valeur.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 2604-6:1978](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cbdec27b-76f2-4aff-a566-3473b61d709f/iso-2604-6-1978)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cbdec27b-76f2-4aff-a566-3473b61d709f/iso-2604-6-1978>

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

Nuance d'acier n°	Composition chimique, % ^{1, 2, 3)}								Caractéristiques mécaniques spécifiées pour température		Caractéristiques mécaniques à température ambiante ⁹⁾						Traitement thermique												
	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Autres éléments ⁸⁾	température		Épaisseur	R _e	R _m	A min.	KV ¹¹⁾ min.	Essai de pliage (soudure)	Traitement thermique de référence ⁹⁾	Température d'austénitisation	Conditions de refroidissement	Température de trempe	Conditions de refroidissement ¹¹⁾								
									basse	élevée												mm	N/mm ²	N/mm ²	%	J	D max.	°C	°C
									dans le tableau																				
TSAW 3	≤ 0,17	≤ 0,35	0,40 – 1,00	0,050	0,050	–	–	N ≤ 0,009 ⁴⁾	–	6	≤ 40	195	360 – 480	26		4a	N	900 – 940	air	–	–								
TSAW 5	≤ 0,17	≤ 0,35	0,40 – 1,00	0,040	0,040	–	–	Al _{met} ≥ 0,015 ^{5, 6, 7)}	7	6	≤ 40	215	360 – 480	26		4a	N	900 – 940	air	–	–								
TSAW 7	≤ 0,20	≤ 0,35	0,50 – 1,30	0,050	0,050	–	–	N ≤ 0,009 ⁴⁾	–	6	≤ 40	225	410 – 530	24		4a	N	890 – 930	air	–	–								
TSAW 9	≤ 0,20	≤ 0,35	0,50 – 1,30	0,040	0,040	–	–	Al _{met} ≥ 0,015 ^{5, 6, 7)}	7	6	≤ 40	245	410 – 530	24		4a	N	890 – 930	air	–	–								
TSAW 15	≤ 0,20	≤ 0,40	0,60 – 1,50	0,040	0,040	–	–	Al _{met} ≥ 0,015 ^{5, 6, 7)}	7	6	≤ 40	285	460 – 580	22		6a	N	880 – 920	air	–	–								
TSAW 18	≤ 0,20	0,10 – 0,50	0,90 – 1,60	0,040	0,040	–	–	Al _{met} ≥ 0,015 ^{5, 6, 7)}	7	6	≤ 40	315	490 – 610	21		6a	N	880 – 920	air	–	–								
TSAW 26	0,12 – 0,20	0,15 – 0,35	0,50 – 0,80	0,030	0,040	≤ 0,30	0,25 – 0,35	Al _{met} ≤ 0,012 ⁶⁾	–	6	≤ 40	265	440 – 500	24		6a	N (+ T)	900 – 940	air	(600 – 650)	air								
TSAW 28	0,12 – 0,20	0,15 – 0,35	0,50 – 0,80	0,035	0,035	≤ 0,30	0,40 – 0,60	Al _{met} ≤ 0,012 ⁶⁾	–	6	≤ 40	275	450 – 590	23		6a	N (T)	900 – 940	air	(600 – 650)	air								
TSAW 32	0,10 – 0,18	0,15 – 0,35	0,40 – 0,80	0,040	0,040	0,70 – 1,30	0,40 – 0,60	Al _{met} ≤ 0,020 ⁶⁾	–	6	≤ 40	305	470 – 620	20		6a	N + T	900 – 950	air	630 – 700	air								
TSAW 33	0,08 – 0,18	0,15 – 0,35	0,40 – 0,70	0,040	0,040	0,30 – 0,60	0,50 – 0,70	V = 0,22 – 0,35 Al _{met} ≤ 0,020 ⁶⁾	–	6	≤ 40	285	460 – 610	19		6a	N + T	930 – 980	air	670 – 720	air								
TSAW 34	0,08 – 0,18	0,15 – 0,50	0,40 – 0,80	0,040	0,040	2,00 – 2,50	0,90 – 1,10	Al _{met} ≤ 0,020 ⁶⁾	–	6	≤ 40	265	480 – 630	18		8a	N + T	900 – 950	air	650 – 750	air								
TSAW 37	≤ 0,18	≤ 0,50	0,30 – 0,60	0,030	0,030	4,00 – 6,00	0,45 – 0,65	Al _{met} ≤ 0,020 ⁶⁾	–	6	≤ 40	205	410 – 560	20		8a	A	850 – 880	four	–	–								

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.

Si le client fixe de telles exigences pour des raisons d'aptitude au formage, etc., une teneur maximale en Cu de 0,25 % doit être imposée.

2) Pour les écarts admissibles de l'analyse de contrôle sur produit, voir tableaux 4 et 5.

3) Tous les aciers doivent être complètement calmés, sauf les aciers TSAW 3 et TSAW 7 qui peuvent être semi-calmés.

4) Pour l'acier élaboré au four électrique, N (nitrogène) ≤ 0,012 %.

5) L'aluminium peut être remplacé par d'autres éléments ayant un effet similaire.

6) Dans les cas où l'on spécifie Al_{met} max. = 0,012 % ou 0,020 %, la teneur déterminée en aluminium total doit être considérée comme satisfaisante, pourvu qu'elle n'excède pas la valeur spécifiée.

Dans les cas où l'on spécifie Al_{met} min. = 0,015 %, la teneur en aluminium total doit être considérée comme satisfaisante si la valeur obtenue à l'analyse est au moins de 0,018 %.

En cas de litige, la teneur en aluminium métallique doit être déterminée.

7) En variante, une grosseur de grain austénitique de 6, ou plus fine, déterminée en accord avec l'ISO/R 643, peut être acceptée.

8) D'autres éléments ayant le même effet peuvent être utilisés par accord entre l'acheteur et le fournisseur.

9) N = normalisé T = trempé A = recuit

R_e = limite d'élasticité

R_m = résistance à la traction

A = allongement en pourcentage, au moment de la rupture, sur la longueur entre repères, L₀ = 5,65 √S₀

KV = résilience de l'entaille Charpy en « V »

D = diamètre maximal du mandrin

a = épaisseur de l'éprouvette

10) À des fins de réception, on peut utiliser la limite conventionnelle d'élasticité pour un allongement total (voir 3.1.4.1).

11) Jusqu'à ce que les valeurs manquantes soient spécifiées dans ce tableau, celles-ci doivent, si nécessaire, faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offres et de la commande (voir 3.13.1.7).