

---

---

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

iTeh STANDARD PREVIEW

**Partie 2:**

**Aciers non alliés et alliés avec caractéristiques  
spécifiées à température élevée**

[ISO 9329-2:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-aa8d552e6bf8/iso-9329-2-1997)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-aa8d552e6bf8/iso-9329-2-1997)

[aa8d552e6bf8/iso-9329-2-1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-aa8d552e6bf8/iso-9329-2-1997)

*Seamless steel tubes for pressure purposes — Technical delivery  
conditions —*

*Part 2: Unalloyed and alloyed steels with specified elevated temperature  
properties*



## Sommaire

	Page
1	1
2	1
3	2
4	3
5	3
6	4
7	9
8	10
9	11
10	17
11	17
12	17
13	17

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

## Annexe

[ISO 9329-2:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-aa8d552e6b8/iso-9329-2-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-aa8d552e6b8/iso-9329-2-1997>

A Valeurs de rupture à long terme (fluage) **18**

© ISO 1997

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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

## 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 vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9329-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 19, *Conditions techniques de livraison des tubes d'acier pour appareils à pression*.

Elle annule et remplace l'ISO 2604-2:1975, dont elle constitue une révision technique, conjointement avec les parties 1, 3 et 4 de l'ISO 9329.

L'ISO 9329 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Tubes en acier sans soudure 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 (Révision partielle de l'ISO 2604-2:1975)*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 9329.

Page blanche

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

ISO 9329-2:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/09aa549d-bb74-4ed5-8b8f-aa8d552e6bf8/iso-9329-2-1997>

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

## Partie 2:

Aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à température élevée

### 1 Domaine d'application

**1.1** La présente partie de l'ISO 9329 prescrit les conditions techniques de livraison des tubes sans soudure à section circulaire, en acier non allié ou allié, avec caractéristiques spécifiées à température élevée.

Ces tubes sont destinés à des usages sous pression où le matériau est, lui aussi, soumis à des températures élevées, comme par exemple dans la construction des équipements générateurs de vapeur ou dans les tuyauteries d'interconnexion.

L'utilisateur doit tenir compte des exigences des normes d'application internationales appropriées et des réglementations nationales correspondantes. Pour les chaudières et appareils à pression, l'ISO/R 831 et l'ISO 5730 sont disponibles.

D'autres parties de l'ISO 9329 sont d'ores et déjà disponibles ou en cours d'élaboration notamment

- *Partie 1: Aciers non alliés avec caractéristiques spécifiées à température ambiante* (révision partielle de l'ISO 2604-2:1975).
- *Partie 3: Aciers alliés et non alliés avec caractéristiques spécifiées à basse température* (révision partielle de l'ISO 2604-2:1975).
- *Partie 4: Aciers inoxydables austénitiques* (révision partielle de l'ISO 2604-2:1975).

### NOTES

1 Les mots anglais «tube» et «pipe» sont synonymes.

2 La présente partie de l'ISO 9329 peut également servir de base à la fabrication des tubes de section non circulaire. Dans ce cas, les valeurs d'analyse chimique et de propriétés mécaniques indiquées dans cette partie sont applicables, mais toutes les autres prescriptions doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le producteur.

**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, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente 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 148:1983, *Acier — Essai de résilience Charpy (entaille en V)*.

ISO 377-1:1989, *Prélèvement et préparation des échantillons et éprouvettes en aciers corroyés* —

Partie 1: Échantillons et éprouvettes pour essais mécaniques.

ISO 377-2:1989, *Prélèvement et préparation des échantillons et éprouvettes en aciers corroyés — Partie 2: Échantillons pour la détermination de la composition chimique.*

ISO 404:1992, *Aciers et produits sidérurgiques — Conditions générales techniques de livraison.*

ISO 783:1989, *Matériaux métalliques — Essai de traction à température élevée.*

ISO/R 831:1968, *Construction des chaudières fixes.*

ISO 1129:1980, *Tubes en acier soumis à la flamme pour générateurs de vapeur et tubes en acier pour échangeurs de chaleur — Dimensions, tolérances et masses linéiques conventionnelles.*

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

ISO 3205:1976, *Températures préférentielles d'essai.*

ISO 4200:1991, *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/TR 4949:1989, *Désignations des aciers fondées sur des lettres symboles.*

ISO 5252:1991, *Tubes en acier — Systèmes de tolérances.*

ISO 5730:1992, *Chaudières à tubes de fumée de construction soudée (autres que chaudières aquatubulaires).*

ISO 6761:1981, *Tubes en acier — Façonnage des extrémités de tubes et d'accessoires tubulaires à souder.*

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 8493:1986, *Matériaux métalliques — Tubes — Essai d'évasement.*

ISO 8495:1986, *Matériaux métalliques — Tubes — Essai de dilatation d'anneaux.*

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

ISO 9302:1994, *Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle électromagnétique pour vérification de l'étanchéité.*

ISO 9303:1989, *Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle par ultrasons sur toute la circonférence pour la détection des imperfections longitudinales.*

ISO 9305:1989, *Tubes en acier sans soudure pour service sous pression — Contrôle aux ultrasons sur toute la circonférence pour la détection des imperfections transversales.*

ISO/TR 9769:1991, *Aciers et fontes — Vue d'ensemble des méthodes d'analyse disponibles.*

ISO 10332:1994, *Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle par ultrasons pour la vérification de l'étanchéité.*

ISO 10474:1991, *Aciers et produits sidérurgiques — Documents de contrôle.*

## 3 Symboles et dénominations

### 3.1 Symboles fondamentaux

$D$  = diamètre extérieur spécifié

$D_i$  = diamètre intérieur spécifié

$T$  = épaisseur de paroi spécifiée

### 3.2 Symboles relatifs aux tolérances

Voir l'ISO 5252.

### 3.3 Symboles relatifs aux essais

#### 3.3.1 Essai de traction

Voir l'ISO 6892.

### 3.3.2 Essai d'aplatissement

$H$  = distance entre plateaux

$K$  = constante de déformation

### 3.3.3 Essai hydrostatique

PE = pression d'épreuve

$S$  = contrainte dans le métal lors de l'essai

## 4 Renseignements à fournir par l'acheteur

### 4.1 Renseignements obligatoires

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

- la dénomination «tube»;
- l'indication précisant que les tubes sont livrés «finis à chaud» ou «finis à froid» (voir 5.3);
- la référence à la norme dimensionnelle appropriée;
- les dimensions (diamètre extérieur × épaisseur ou, par accord au moment de la commande, diamètre intérieur × épaisseur), 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 1);
- la catégorie d'essai pour les aciers non alliés (voir 9.2).

### 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);
- état de livraison (voir 5.4);

- caractéristiques spéciales de rectitude (voir 7.3.3);
- extrémités chanfreinées (voir 8.2);
- analyse chimique sur produit (voir 9.3 et 9.10.1);
- détermination de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée,  $R_{p0,2}$  (voir 9.4.2);
- essai d'étanchéité (voir 9.5);
- essai de flexion par choc (voir 9.10.7);
- marquage spécifique (voir 10.3);
- revêtement de protection (voir article 11);
- type de contrôle et document correspondant (voir 9.1 et article 12).

### 4.3 Exemple de commande

Exemple de commande d'un tube sans soudure fini à chaud conforme à la norme dimensionnelle ISO 4200, de 168,3 mm de diamètre extérieur, de 4 mm d'épaisseur de paroi et de 4 m à 8 m de longueur courante, en acier PH 23 avec des caractéristiques spécifiées à température élevée, à soumettre aux essais prévus pour le contrôle spécifique en catégorie I, avec émission d'un certificat de réception 3.1.B selon l'ISO 10474:

**Tube fini à chaud ISO 4220 - 168,3 × 4 - 4 à 8 - ISO 9329-2 - PH 23 - I - 3.1.B.**

## 5 Processus de production

### 5.1 Procédé d'élaboration de l'acier

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

Les aciers peuvent être coulés en lingotière ou coulés en continu. Lorsque des aciers de nuances différentes sont coulés en continu, de façon séquentielle, il est obligatoire d'identifier le matériau de transition résultant. Le producteur doit ensuite éliminer ce matériau suivant une procédure établie qui sépare efficacement les nuances.

### 5.2 Procédé de désoxydation

Les aciers destinés à la fabrication de tubes selon la présente partie de l'ISO 9329 doivent être totalement calmés.

### 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 État de livraison

Les tubes conformes à la présente partie de l'ISO 9329 doivent être livrés convenablement traités sur toute leur longueur. Selon le type d'acier on utilisera les traitements thermiques suivants (voir tableau 7):

- normalisation,
- normalisation et revenu, ou recuit isotherme,
- recuit complet ou recuit isotherme.

Le traitement thermique n'est pas demandé pour les aciers PH 23, PH 26, PH 29 et PH 35 si le processus de production conduit à un état métallurgique techniquement équivalent.

Si le processus de production conduit à un état métallurgique techniquement équivalent<sup>1)</sup>, un revenu seul sera suffisant au lieu d'une normalisation et d'un revenu pour les aciers 13 CrMo 4-5 et 11 CrMo 9-10 TN+TT. Les autres aciers doivent être livrés à l'état de traitement thermique indiqué au tableau 7.

## 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 1, pour chaque nuance d'acier spécifiée.

#### 6.1.2 Analyse sur produit

Si une analyse de contrôle sur produit est exigée (voir 9.3), les écarts admissibles par rapport à l'analyse de coulée spécifiée au tableau 1 sont indiqués au tableau 2.

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.

### 6.2 Caractéristiques mécaniques

#### 6.2.1 À température ambiante

Les caractéristiques mécaniques et technologiques des tubes traités dans la présente partie de l'ISO 9329, mesurées à température ambiante ( $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ , voir l'ISO 3205), à obtenir sur des éprouvettes prélevées, préparées et essayées conformément aux indications de l'article 9, doivent être conformes aux prescriptions du tableau 3.

#### 6.2.2 À température élevée

##### 6.2.2.1 Limite conventionnelle d'élasticité

Les valeurs minimales, de la limite conventionnelle d'élasticité ( $R_{p0,2}$ ) à température élevée sont indiquées au tableau 4.

##### 6.2.2.2 Caractéristiques de fluage

Les valeurs des caractéristiques de fluage ( $\sigma_R$ ) à température élevée, sont indiquées en annexe A. À noter qu'elles ne sont données qu'à titre indicatif.

1) Les méthodes de contrôle de l'équivalence structurelle doivent faire l'objet d'un accord préalable entre l'acheteur et le producteur.



Tableau 1 — Composition chimique (analyse de coulée) % (m/m)

Nuance d'acier <sup>1)</sup>		C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	V	Nb	Al max.	Autres
Aciers non alliés	PH 23	≤ 0,17	0,10 à 0,35	0,30 à 0,80	0,035	0,035	—	—	—	—	—	—	2)
	PH 26	≤ 0,21	0,10 à 0,35	0,40 à 1,20	0,035	0,035	—	—	—	—	—	—	2)
	PH 29	≤ 0,22	0,10 à 0,40	0,65 à 1,40	0,035	0,035	—	—	—	—	—	—	2)
	PH 35	≤ 0,22 3)	0,15 à 0,55	1,00 à 1,50 3)	0,035	0,035	—	—	—	4)	4)	—	2) 4)
Aciers alliés	8 CrMo 4-5	≤ 0,15	≤ 0,50	0,30 à 0,60	0,035	0,035	0,80 à 1,25	0,45 à 0,65	—	—	—	0,020	2)
	8 CrMo 5-5	≤ 0,15	0,50 à 1,00	0,30 à 0,60	0,030	0,030	1,00 à 1,50	0,45 à 0,65	—	—	—	0,020	2)
	X11 CrMo 5 TA	0,08 à 0,15	0,15 à 0,50	0,30 à 0,60	0,030	0,030	4,00 à 6,00	0,45 à 0,65	—	—	—	0,020	2)
	X11 CrMo 5 TN+TT	0,08 à 0,15	0,15 à 0,50	0,30 à 0,60	0,030	0,030	4,00 à 6,00	0,45 à 0,65	—	—	—	0,020	2)
	13 CrMo 4-5	0,10 à 0,175 <sup>5)</sup>	0,15 à 0,35	0,40 à 0,70	0,035	0,035	0,70 à 1,10	0,45 à 0,65	—	—	—	0,020	2)
	16 Mo 3	0,12 à 0,20 <sup>5)</sup>	0,15 à 0,35	0,40 à 0,80	0,035	0,035	—	0,25 à 0,35	—	—	—	0,020	2)
	11 CrMo 9-10 TA	0,08 à 0,15	0,15 à 0,40	0,30 à 0,70	0,035	0,035	2,00 à 2,50	0,90 à 1,20	—	—	—	0,020	2)
	11 CrMo 9-10 TN+TT	0,08 à 0,15	0,15 à 0,40	0,30 à 0,70	0,035	0,035	2,00 à 2,50	0,90 à 1,20	—	—	—	0,020	2)
	12 MoCrV 6-2	0,10 à 0,15	0,15 à 0,35	0,40 à 0,70	0,035	0,035	0,30 à 0,60	0,50 à 0,70	—	0,22 à 0,28	—	0,020	2)
	X11 CrMo 9-1 TA	0,08 à 0,15	0,25 à 1,00	0,30 à 0,60	0,030	0,030	8,00 à 10,00	0,90 à 1,10	—	—	—	0,020	2)
	X11 CrMo 9-1 TN+TT	0,08 à 0,15	0,25 à 1,00	0,30 à 0,60	0,030	0,030	8,00 à 10,00	0,90 à 1,10	—	—	—	0,020	2)
	X10 CrMoVNb 9-1	0,08 à 0,12	0,20 à 0,50	0,30 à 0,60	0,020	0,020	8,00 à 9,50	0,85 à 1,05	≤ 0,40	0,18 à 0,25	0,06 à 0,10	0,020	2) 6)
	9 NiMnMoNb 5-4-4	≤ 0,17	0,25 à 0,50	0,80 à 1,20	0,030	0,030	≤ 0,30	0,25 à 0,40	1,00 à 1,30	—	0,015 à 0,045	0,020	Cu 0,05 à 0,80
	X20 CrMoNiV 11-1-1	0,17 à 0,23	0,15 à 0,50	≤ 1,00	0,030	0,030	10,00 à 12,50	0,80 à 1,20	0,30 à 0,80	0,25 à 0,35	—	0,020	2)

NOTE — Les éléments qui ne figurent pas dans le tableau ne doivent pas être ajoutés intentionnellement sans l'agrément de l'acheteur, sauf les éléments 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.

Si la teneur en éléments résiduels peut affecter l'aptitude au soudage de l'acier, elle devra être indiquée (analyse de coulée) dans les documents mentionnés à l'article 12.

1) Désignation conforme à l'ISO/TR 4949.

2) Pour faciliter les opérations ultérieures de formage, une teneur en cuivre maximale de 0,25 % (m/m) peut être imposée par l'acheteur.

3) Pour les tubes d'épaisseur supérieure à 30 mm, la limite supérieure de la teneur en carbone peut être augmentée de 0,02 % (m/m) mais  $(C + \frac{Mn}{6})$  ne doit jamais dépasser 0,47 % (m/m).

4) Des additions de niobium, de titane et de vanadium sont permises au choix du producteur, 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.

5) Pour les tubes d'épaisseur supérieure à 30 mm, la limite supérieure de la teneur en carbone peut être augmentée de 0,02 % (m/m).

6) N: 0,030 % (m/m) à 0,070 % (m/m)

**Tableau 2 — Écart admissible par rapport aux limites de composition chimique indiquées au tableau 1**

Élément	Teneur spécifiée pour l'analyse de coulée % (m/m)	Écart admissible % (m/m)
C	≤ 0,23	± 0,03
Si	≤ 1,00	± 0,05
Mn	≤ 1,50	± 0,10
P	≤ 0,035	+ 0,005
S	≤ 0,035	+ 0,005
Cr	≤ 10,0 > 10 ≤ 12,5	± 0,10 ± 0,15
Mo	≤ 0,35 > 0,35 ≤ 1,20	± 0,04 ± 0,05
Ni	≤ 1,30	± 0,07
V	≤ 0,35	± 0,03
Nb	≤ 0,10	± 0,01
Al	≤ 0,020	+ 0,005
Cu	≤ 0,80	+ 0,07 - 0,05

Tableau 3 — Caractéristiques mécaniques à température ambiante

Nuance d'acier		Traitement thermique de référence 1)	Essai de traction						Essai d'aplatissement	Essai de pliage	Essai d'évasement			Essai de dilatation sur bague					Essai de flexion par choc	
			Résistance à la traction $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Limite conventionnelle d'élasticité ou limite supérieure d'écoulement $R_{eH}$ ou $R_{p0,2}$ ou $R_{p0,5}$ pour épaisseurs de paroi en mm <sup>2</sup> )			Allongement 3) A min. 3) l   t %		Constante K	Diamètre du mandrin mm	% d'augmentation de D pour $D_i/D$			% d'augmentation de D pour $D_i/D$					Transversal 4) J	Longitudinal 5) J
				$T \leq 16$ N/mm <sup>2</sup>	$16 < T \leq 40$ N/mm <sup>2</sup>	$40 < T \leq 60$ N/mm <sup>2</sup>	l	t			$\leq 0,6$	$> 0,6$ $\leq 0,8$	$> 0,8$	$\leq 0,5$	$> 0,5$ $\leq 0,6$	$> 0,6$ $\leq 0,8$	$> 0,8$ $\leq 0,9$	$> 0,9$		
Aciers non alliés	PH 23	N	360 à 480	235	225	215	25	23	0,09	3T	12	15	19	30	25	15	10	8	27	35
	PH 26	N	410 à 530	265	255	245	21	19	0,07	4T	10	12	17	30	25	15	10	8	27	35
	PH 29	N	460 à 580	290	280	270	23	21	0,07	4T	8	10	15	30	25	15	10	8	27	35
	PH 35	N	510 à 640	355	335	315	29	17	0,07	4T	8	10	15	30	25	15	10	8	27	35
Aciers alliés	8 CrMo 4-5	N + T	410 à 560	205	205	205	22	20	0,08	4T	8	10	15	—	—	—	—	—	27	35
	8 CrMo 5-5	N + T	410 à 560	205	205	205	22	20	0,08	4T	8	10	15	—	—	—	—	—	27	35
	X 11 CrMo 5 TA	A	430 à 580	175	175	175	22	18	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	X 11 CrMo 5 TN+TT	N + T	480 à 640	280	280	280	20	18	0,07	4T	8	10	15	30	10	10	8	6	27	35
	13 CrMo 4-5	N + T	440 à 590	290 <sup>6)</sup>	290	280	22	20	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	16 Mo 3	N	450 à 600	270 <sup>6)</sup>	270	260	22	20	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27 <sup>7)</sup>	35 <sup>7)</sup>
	11 CrMo 9-10 TA	A	410 à 560	205	205	205	22	20	0,08	4T	8	10	15	—	—	—	—	—	27	35
	11 CrMo 9-10 TN+TT	N + T	480 à 630	280	280	280	20	18	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	12 MoCrV 6-2	N + T	460 à 610	320	320	310	20	18	0,05	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27 <sup>8)</sup>	35 <sup>8)</sup>
	X 11 CrMo 9-1 TA	A	440 à 620	205	205	205	20	18	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	X 11 CrMo 9-1 TN+TT	N + T	590 à 740	390	390	390	18	16	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	X 10 CrMoVNb 9-1	N + T	590 à 770	415	415	415	20	16	0,07	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	9 NiMnMoNb 5-4-4	N + T	610 à 780	440	440	440	19	17	0,05	4T	8	10	15	30	20	10	8	6	27	35
	X 20 CrMoNiV 11-1-1	N + T	690 à 840	490	490	490	17	14	0,05	4T	6	8	12	30	20	10	8	6	27 <sup>8)</sup>	35 <sup>8)</sup>

1) Voir 8.3 (N = Normalisation; N + T = Normalisation + Revenu; A = Recuit complet).  
 2) Pour les épaisseurs supérieures à 60 mm, les valeurs à obtenir doivent faire l'objet d'un accord à la commande entre acheteur et producteur.  
 3) l = longitudinal; t = transversal.  
 4) Applicable aux épaisseurs supérieures à 30 mm, sauf indication contraire.  
 5) Applicable uniquement si l'on ne peut pas prélever d'éprouvettes transversales (voir 9.4.1.5.5).  
 6) Pour les épaisseurs inférieures ou égales à 10 mm, la valeur minimale de limite d'élasticité est augmentée de 10 N/mm<sup>2</sup>.  
 7) Applicable aux épaisseurs supérieures à 20 mm.  
 8) Applicable aux épaisseurs supérieures à 10 mm.