

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**9330-2**

Première édition  
1997-03-01

---

---

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

iTeh STANDARD PREVIEW

**Partie 2:**

(Tubes soudés par résistance électrique et par  
induction en aciers non alliés et alliés avec  
caractéristiques spécifiées à température  
élevée

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9c2289-9171-424f-8011-1840152868c/iso-9330-2-1997>

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

*Part 2: Electric resistance and induction welded unalloyed and alloyed  
steel tubes with specified elevated temperature properties*



Numéro de référence  
ISO 9330-2:1997(F)

## Sommaire

	Page
1	1
2	1
3	2
4	3
5	3
6	4
7	7
8	8
9	9
10	14
11	15
12	15
13	15
<b>Annexe</b>	
A	16

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 9330-2:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e822fb5-9f44-42a4-8011-2840142ff68c/iso-9330-2-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e822fb5-9f44-42a4-8011-2840142ff68c/iso-9330-2-1997>

## 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 9330-2 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 constitue une révision partielle de l'ISO 2604-3:1975.

L'ISO 9330 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Tubes en acier soudés pour service sous pression — Conditions techniques de livraison*:

- *Partie 1: Aciers non alliés avec caractéristiques spécifiées à température ambiante*
- *Partie 2: Tubes soudés par résistance électrique et par induction en aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à température élevée*
- *Partie 3: Tubes soudés par résistance électrique et par induction en aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à basse température*
- *Partie 4: Tubes soudés à l'arc immergé en aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à température élevée*
- *Partie 5: Tubes soudés à l'arc immergé en aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à basse température*
- *Partie 6: Tubes soudés longitudinalement en aciers inoxydables austénitiques*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 9330 est donnée uniquement à titre d'information.

Page blanche

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

ISO 9330-2:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e822fb5-9f44-42a4-8011-2840142ff68c/iso-9330-2-1997>

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

## Partie 2:

Tubes soudés par résistance électrique et par induction en aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à température élevée

### 1 Domaine d'application

**1.1** La présente partie de l'ISO 9330 prescrit les conditions techniques de livraison des tubes soudés par résistance électrique et par induction, de section circulaire, ayant des épaisseurs inférieures ou égales à 16 mm, en aciers non alliés et alliés, 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 de raccordement aux appareils industriels.

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 9330 sont d'ores et déjà disponibles ou en cours d'élaboration et notamment

- *Partie 1: Aciers non alliés avec caractéristiques spécifiées à température ambiante* (révision partielle de l'ISO 2604-3:1975 et de l'ISO 2604-6:1978).
- *Partie 3: Tubes soudés par résistance et par induction en aciers non alliés et alliés avec caractéristiques spécifiées à basse température* (révision partielle de l'ISO 2604-3:1975).

*Partie 4: Tubes en aciers non alliés et alliés soudés à l'arc immergé avec caractéristiques spécifiées à température élevée* (révision partielle de l'ISO 2604-6:1978).

*Partie 5: Tubes en aciers non alliés et alliés soudés à l'arc immergé avec caractéristiques spécifiées à basse température* (révision partielle de l'ISO 2604-6:1978).

*Partie 6: Tubes en aciers austénitiques soudés longitudinalement* (révision de l'ISO 2604-5:1978).

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

**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 9330. 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 9330 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les

membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 377-1:1989, *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 3545-1:1989,  *Tubes et raccords en acier — Symboles à utiliser dans les spécifications — Partie 1: Tubes et accessoires de forme tubulaire à section circulaire.*

ISO 4200:1991,  *Tubes lisses en acier, soudés et sans soudure — Tableaux généraux des dimensions et des masses linéiques.*

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 9764:1989,  *Tubes en acier soudés par résistance électrique ou induction pour service sous pression — Contrôle par ultrasons du cordon de soudure pour la détection des imperfections longitudinales.*

ISO/TR 9769:1981,  *Aciers et fontes — Vue d'ensemble des méthodes d'analyses 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 ISO 5252.

### 3.3 Symboles relatifs aux essais

#### 3.3.1 Essai de traction

Voir ISO 6892.

#### 3.3.2 Essai d'aplatissement

$H$  = distance entre plateaux.

#### 3.3.3 Essai hydrostatique

PE = pression d'épreuve.

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

## 4 Informations à fournir par l'acheteur

### 4.1 Renseignements nécessaires

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

- la dénomination «tube»;
- le processus de fabrication des tubes avec «finition à chaud» ou «finition à froid» (voir 5.3);
- la référence à la norme dimensionnelle appropriée;
- les dimensions (diamètre extérieur  $\times$  épaisseur de paroi) en millimètres (voir 7.1);
- la longueur (voir 7.2);
- les tolérances pour les longueurs précises supérieures à 12 m (voir 7.3.3);
- la référence à la présente partie de l'ISO 9330;
- la nuance d'acier (voir tableau 2);
- 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 9330 doivent être complétés, si cela est jugé nécessaire par l'acheteur, avec l'indication d'une ou de plusieurs des prescriptions suivantes relevant d'accords particuliers:

- procédé d'élaboration de l'acier (voir 5.1);
- état de livraison (voir 5.4);

- caractéristiques spéciales de rectitude (voir 7.3.5);
- extrémités chanfreinées (voir 8.2);
- analyse chimique sur produit (voir 9.3 et 9.10.1);
- essai de traction sur la soudure des tubes de plus de 219 mm, mais de moins de 508 mm de diamètre extérieur (voir 9.4.1.3);
- détermination de la limite d'élasticité à température élevée ( $R_{p0,2}$ ) (voir 9.4.2);
- essai d'étanchéité (voir 9.5);
- marquage spécifique (voir 10.3);
- revêtement protecteur (voir article 11);
- type de contrôle et essais, et document correspondant (voir 9.1 et article 12).

### 4.3 Exemple de commande

Exemple de commande d'un tube soudé fini à chaud conforme à la norme dimensionnelle ISO 4200, de diamètre extérieur 168,3 mm, d'épaisseur de paroi 4 mm et de longueur courante de 4 m à 8 m, en acier 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 ISO 10474:

**Tube à chaud ISO 4200 - 168,3  $\times$  4 - 4 à 8 - ISO 9330-2 - 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 lingotières 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 éliminer ce matériau suivant une procédure reconnue 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 9330 doivent être totalement calmes.

### 5.3 Procédé de fabrication des tubes

Les tubes définis par la présente partie de l'ISO 9330 peuvent être soit finis à chaud, soit finis à froid (voir tableau 1). Les termes «fini à chaud» et «fini à froid» s'appliquent à l'état du tube avant traitement thermique conformément aux dispositions de 5.4. Les tubes doivent être soudés par résistance électrique ou par induction (ERW). Aucun métal d'apport ne doit être utilisé pendant le soudage. Sauf accord contraire, le procédé de fabrication est laissé à l'appréciation du producteur.

#### NOTES

2 Un tube soudé est un produit tubulaire obtenu par mise en forme d'un produit plat dont les rives sont ensuite soudées. Le cordon de soudure peut être longitudinal.

3 Les tubes soudés par résistance électrique ou par induction ont un cordon de soudure longitudinal formé par application d'une pression sur les rives du feuillard préalablement chauffées à la température de soudage par résistance au passage d'un courant électrique au niveau ou au voisinage des surfaces correspondantes. Le courant électrique peut être transmis par contact direct ou par induction. Aucun métal d'apport n'est utilisé pendant le soudage.

4 La normalisation comprend la finition à chaud dans la mesure où le producteur peut prouver que la finition à chaud donne un état métallurgique techniquement équivalent (voir tableaux 1 et 8).

### 5.4 État de livraison

**5.4.1** Les tubes conformes à la présente partie de l'ISO 9330 doivent être livrés dans l'état indiqué au tableau 1 après traitement thermique dans les conditions indiquées au tableau 8.

Les températures de traitement thermique indiquées au tableau 8 sont données à titre indicatif.

**5.4.2** Par accord entre l'acheteur et le producteur, les tubes peuvent être livrés à un état autre que l'état final de traitement thermique indiqué au tableau 8. Dans ce cas, ils devront être aptes aux manipulations ultérieures et l'acheteur sera informé du traitement thermique nécessaire pour obtenir les propriétés requises.

Tableau 1 — États de livraison

Formage à froid/à chaud, soudage et finition à chaud	Formage à froid et soudage	Formage à froid et soudage suivi d'un étirage à froid
Traitement thermique du tube entier conformément au tableau 8 ou aucun traitement thermique pour les nuances PH 23, PH 26, PH 27 et PH 35 si la finition à chaud donne un état métallurgique techniquement équivalent <sup>1)</sup>	Traitement thermique du tube entier conformément au tableau 8	Traitement thermique du tube entier conformément au tableau 8
1) Les méthodes de contrôle de l'équivalence doivent être convenues entre l'acheteur et le producteur.		

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO 9330-2:1997  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/siv/5c62285-9114-42a1-0014-2840142ff68c/iso-9330-2-1997>

## 6 Caractéristiques métallurgiques

### 6.1 Composition chimique

#### 6.1.1 Analyse de coulée

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

#### 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 2 sont indiqués au tableau 3.



**Tableau 2 — Composition chimique (analyse de coulée), [% (m/m)]**

Nuance d'acier <sup>1)</sup>		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Al total
					max.	max.			max.
Aciers non alliés	PH 23	≤ 0,17	≤ 0,35	0,40 à 1,20	0,035	0,030	—	—	—
	PH 26	≤ 0,20	≤ 0,35	0,50 à 1,40	0,035	0,030	—	—	—
	PH 27	≤ 0,20	≤ 0,35	0,90 à 1,50	0,035	0,030	—	—	—
	PH 35	≤ 0,22	≤ 0,35	0,90 à 1,60	0,035	0,030	—	—	—
Aciers alliés	16 Mo 3	0,12 à 0,20	0,15 à 0,35	0,40 à 0,90	0,035	0,030	≤ 0,30	0,25 à 0,35	0,020
	13 CrMo 4-5	0,08 à 0,18	0,15 à 0,35	0,40 à 1,00	0,035	0,030	0,70 à 1,15	0,40 à 0,60	0,020
	11 CrMo 9-10	0,08 à 0,15	0,15 à 0,50	0,30 à 0,70	0,035	0,030	2,00 à 2,50	0,90 à 1,10	0,020

NOTE — Les éléments ne figurant pas dans ce tableau ne doivent pas être ajoutés intentionnellement sans l'accord de l'acheteur, sauf les éléments qui peuvent être ajoutés pour la mise au point de la coulée. Toutes précautions 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 le pourcentage en éléments résiduels est susceptible d'affecter l'aptitude au soudage de l'acier, leur teneur (sur l'analyse de coulée) devra être indiquée dans les documents mentionnés à l'article 12.

Une teneur en cuivre maximale de 0,25 % (m/m) peut être demandée par l'acheteur pour faciliter les opérations ultérieures de formage.

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

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 6.2 Caractéristiques mécaniques

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

Élément	Teneur spécifiée pour l'analyse de coulée % (m/m)	Écart admissible % (m/m)
C	≤ 0,22	± 0,03
Si	≤ 0,50	± 0,05
Mn	≤ 1,60	± 0,10
P	≤ 0,035	+ 0,005
S	≤ 0,030	+ 0,005
Cr	≤ 2,50	± 0,10
Mo	≤ 0,35 > 0,35 ≤ 1,10	± 0,04 ± 0,05
Al	≤ 0,020	+ 0,005

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 simultanément au-dessus et au-dessous.

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

ISO 9330-2:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5e822fb5-9f44-42a4-8011-2840142ff68c/iso-9330-2-1997>

2840142ff68c/iso-9330-2-1997

### 6.2.1 À température ambiante

Les caractéristiques mécaniques et technologiques des tubes traités dans la présente partie de l'ISO 9330, mesurées à température ambiante (23 °C ± 5 °C, voir 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 4 pour les épaisseurs inférieures ou égales à 16 mm.

### 6.2.2 À température élevée

#### 6.2.2.1 Limite conventionnelle d'élasticité

Les valeurs minimales de limite conventionnelle d'élasticité à température élevée ( $R_{p0,2}$ ) sont indiquées au tableau 5.

Tableau 4 — Caractéristiques mécaniques à température ambiante

Nuance d'acier		Traitement thermique de référence <sup>1)</sup>	Essai de traction				Essai de pliage	Essai d'évasement			Essai de dilatation sur bague				
			Résistance à la traction $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	Limite conventionnelle d'élasticité $R_{eH}$ ou $R_{p0,2}$ ou $R_{t0,5}$ min. N/mm <sup>2</sup>	Allongement <sup>2)</sup> A min. l   t %		Diamètre du mandrin mm	% d'augmentation de $D$ pour $D_i/D$			% d'augmentation de $D$ pour $D_i/D$				
							≤ 0,6	> 0,6	> 0,8	≤ 0,5	> 0,5	> 0,6	> 0,8	> 0,9	
							≤ 0,8			≤ 0,6	≤ 0,8	≤ 0,9			
Aciers non alliés	PH 23	N	360 à 480	235	25	23	3T	12	15	19	30	25	15	10	8
	PH 26	N	410 à 510	265	23	21	4T	10	12	17	30	25	15	10	8
	PH 27	N	460 à 580	270	21	19	4T	8	10	15	30	25	15	10	8
	PH 35	N	510 à 640	355	19	17	4T	8	10	15	30	25	15	10	8
Aciers alliés	16 Mo 3	N	450 à 600	270 <sup>3)</sup>	22	20	4T	8	10	15	30	20	10	8	6
	13 CrMo 4-5	N + T	440 à 590	290 <sup>3)</sup>	22	20	4T	8	10	15	30	20	10	8	6
	11 CrMo 9-10	N + T	480 à 630	280	20	18	4T	8	10	15	30	20	10	8	6

1) Voir 8.3 (N = normalisation; N + T = normalisation + revenu).  
2) l = longitudinal; t = transversal.  
3) Pour les épaisseurs inférieures ou égales à 10 mm, les valeurs minimales de limite apparente d'élasticité sont augmentées de 10 N/mm<sup>2</sup>.

### 6.2.2.2 Caractéristiques de fluage

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

### 6.3 Soudabilité

Les aciers destinés à la fabrication des tubes définis dans la présente partie de l'ISO 9330 sont considérés comme soudables. Toutefois, il faut tenir compte du fait que le comportement de l'acier pendant et après le soudage ne dépend pas seulement de l'acier mais aussi, et d'une façon essentielle, des conditions de préparation et d'exécution du soudage.

## 7 Dimensions, masses et tolérances

### 7.1 Diamètres extérieurs, épaisseurs et masses

Les diamètres extérieurs, les épaisseurs et les masses des tubes considérés dans la présente partie de l'ISO 9330 doivent être choisis parmi ceux de l'ISO 4200 et de l'ISO 1129.

### 7.2 Longueurs

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

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

**7.2.3** Si les tubes doivent être livrés en longueurs fixes, les tolérances de longueurs données en 7.3.3 doivent être appliquées.

### 7.3 Tolérances

#### 7.3.1 Tolérances sur le diamètre extérieur et sur l'épaisseur de paroi (à l'exclusion de la soudure)

Les diamètres extérieurs et les épaisseurs des tubes définis dans la présente partie de l'ISO 9330 doivent être compris dans les limites de tolérances indiquées au tableau 6 (voir 9.6).

Dans les zones où la surface du tube a été réparée par un usinage mécanique (tel qu'un meulage), il est admis de dépasser quelque peu la tolérance en moins sur le diamètre extérieur sur une longueur ne dépassant pas 1 m, pourvu que l'épaisseur de paroi demeure dans les limites de tolérance inférieure.

**Tableau 5 — Valeurs minimales de limite conventionnelle d'élasticité ( $R_{p0,2}$ ) à température élevée**

Nuance d'acier		Traitement thermique de référence <sup>1)</sup>	Valeur minimale de limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$ , N/mm <sup>2</sup>									
			Température, °C									
			150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Aciers non alliés	PH 23	N	185	165	145	127	116	110	106	—	—	—
	PH 26	N	216	194	171	152	141	134	130	—	—	—
	PH 27	N	247	223	198	177	167	158	153	—	—	—
	PH 35	N	270	255	235	215	200	180	170	—	—	—
Aciers alliés	16 Mo 3	N	237	224	205	173	159	155	150	145	—	—
	13 CrMo 4-5	N + T	230	220	210	183	169	164	161	156	150	145
	11 CrMo 9-10	N + T	241	233	224	219	212	207	194	180	160	137

1) N = normalisation; N + T = normalisation + revenu.