

# NORME INTERNATIONALE

ISO  
683-11

Première édition  
1987-04-01



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

## Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage —

### Partie 11: Aciers corroyés pour cémentation

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels —*  
[ISO 683-11:1987](#)

*Part 11: Wrought case-hardening steels*  
[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0c1cfe00-0ed9-4a68-b37c-767f58fb5e54/iso-683-11-1987](#)

## 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 normalement 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 683-11 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*.

[ISO 683-11:1987](#)

Elle annule et remplace la Recommandation ISO/R 683-11:1970, dont elle constitue une révision technique.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage —

## Partie 11 : Aciers corroyés pour cémentation

### 1 Objet et domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 683 fixe les conditions techniques de livraison

- des demi-produits, du type blooms, billettes, brames (voir note 3);
- des barres (voir note 3);
- du fil-machine;
- des tôles laminées à chaud (voir note 2) et
- des pièces forgées par martelage ou estampage (voir note 3)

en aciers non alliés ou faiblement alliés, pour cémentation, des types indiqués au tableau 3, fournis dans l'un des états de traitement thermique indiqués selon le produit au tableau 1 (lignes 2 à 6) et dans l'un des états de surface indiqués au tableau 2.

Ces aciers sont en général destinés à la fabrication des pièces mécaniques cémentées (voir 3.2).

#### NOTES

1 En annexe A figurent les Normes internationales traitant des aciers conformes aux prescriptions de composition chimique du tableau 3, mais qui sont fournies sous d'autres formes ou dans d'autres états de traitement, ou qui sont destinés à des applications spéciales. L'annexe B donne également les autres Normes internationales connexes.

2 Le terme « tôle » recouvre également dans ce qui suit, et sauf indication contraire, les larges plats.

3 Les demi-produits (blooms, billettes, brames, etc.) forgés par martelage ainsi que les barres forgées par martelage, sont considérés dans la suite du texte dans la catégorie pièces forgées par martelage ou estampage.

1.2 Dans certains cas spéciaux, des modifications ou des ajouts peuvent être apportés par accord au moment de l'appel d'offre et de la commande aux conditions techniques de livraison telles qu'elles sont définies ici (voir annexe A).

1.3 Les conditions techniques de livraison de la présente partie de l'ISO 683 viennent s'ajouter à celles de l'ISO 404.

### 2 Références

ISO 377, *Acier corroyé — Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes.*

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

ISO 642, *Acier — Essai de trempabilité par trempé en bout (essai Jominy).*

ISO 643, *Aciers — Détermination micrographique de la grosseur du grain ferritique ou austénitique des aciers.*

ISO 1035, *Barres en acier laminées à chaud*

— *Partie 1: Dimensions des barres rondes.*

— *Partie 2: Dimensions des barres carrées.*

— *Partie 3: Dimensions des barres plates.*

— *Partie 4: Tolérances.*

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

ISO 4954, *Aciers pour extrusion et refoulement à froid.*

ISO 4967, *Aciers — Détermination de la teneur en inclusions non métalliques — Méthode micrographique à l'aide d'images types.*

ISO 6506, *Matériaux métalliques — Essai de dureté — Essai Brinell.*

ISO 6929, *Définitions des produits en acier par forme et dimensions.*<sup>1)</sup>

ISO 7452, *Tôles en acier de construction laminées à chaud — Tolérances sur dimensions et formes.*

ISO 7788, *Aciers — État de surface des tôles et larges plats laminés à chaud — Conditions de livraison.*

1) Actuellement au stade de projet.

### 3 Définitions

Pour les écarts par rapport aux définitions normales, voir notes 2 et 3 en 1.1, et note 1 du tableau 2.

**3.1 formes de produit :** Voir l'ISO 6929.

**3.2 aciers pour cémentation :** Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 683, aciers de construction à teneur relativement faible en carbone qui sont cémentés ou carboniturés en surface puis trempés. Après la trempe, ces aciers présentent, dans la zone superficielle, une dureté élevée et une bonne résistance à l'usure tandis qu'en profondeur, le matériau se caractérise par une extrême ténacité.

NOTE — Les aciers pour cémentation peuvent encore subir d'autres variantes de traitement, du type nitrocarburation ou nitruration.

**3.3 acier non allié ou allié :** Voir l'ISO 4948/1.

### 4 Passation de commande et désignation

La désignation d'un produit dans une commande doit renfermer les éléments suivants :

- a) la désignation de la forme du produit (bloom, barre, fil-machine, etc.) suivie
- soit de la désignation de la norme de dimensions et des dimensions et tolérances sélectionnées dans cette norme (voir 5.7),
  - soit, comme pour les pièces forgées par estampage, de la désignation du dessin ou autre document décrivant les dimensions et tolérances du produit;

- b) dans le cas d'une fourniture à un autre état de surface que le « corroyage à chaud » ou à une qualité de surface spéciale :

- l'état de surface (voir tableau 2) et
- la qualité de surface (voir 5.6);

- c) une description de l'acier comprenant :

- 1) une référence à la présente partie de l'ISO 683,
- 2) la désignation de la qualité d'acier suivant le tableau 3 et, le cas échéant, le symbole du degré de trempabilité (voir 5.2.3 et tableaux 5 et 6),
- 3) dans le cas de fourniture à un autre traitement thermique que l'état non traité, le symbole de cet autre traitement (voir tableau 1, colonne 3),
- 4) dans le cas de l'établissement d'un document, le symbole du type de document requis (voir tableau 9),
- 5) dans le cas du respect de prescriptions complémentaires, le symbole et, au besoin, le détail de ces prescriptions complémentaires (voir annexe A).

#### Exemple

Commande de

Barres rondes laminées à chaud

conformes à l'ISO 1035/1,

de diamètre nominal 40,0 mm,

de longueur nominale 8 000 mm,

de tolérance sur le diamètre  $\pm 0,40$  mm (soit classe S de l'ISO 1035/4),

de tolérance sur la longueur  $+ 100^0$  mm (soit classe L2 de l'ISO 1035/4),

toutes les autres tolérances conformes à l'ISO 1035/4, catégorie normale.

Surface

grenillée (symbole BC, voir tableau 2).

Acier

conforme à la présente partie de l'ISO 683,

qualité 20 MnCr 5 (voir tableau 3),

état de traitement thermique: recuit (symbole A, voir tableau 1),

avec certificat de réception de type IC (voir tableau 9),

et contrôle non destructif aux ultrasons (prescription complémentaire spécifiée au chapitre A.3 de l'annexe A),

conforme à la feuille d'essai xy.

Désignation

Ronds : ISO 1035/1 – 40,0 S × 8 000 L2

Surface : BC

Acier : ISO 683/11 – 20 MnCr 5 – A – IC – S3

Détails : pour S3, voir feuille d'essai xy

### 5 Prescriptions

#### 5.1 Procédé d'élaboration

**5.1.1** Les procédés d'élaboration de l'acier et de fabrication des produits sont laissés à la discrétion du producteur, sauf restrictions indiquées en 5.1.2 à 5.1.4.

#### 5.1.2 Désoxydation

Tous les aciers doivent être complètement calmés.

#### 5.1.3 État de traitement thermique et état de surface à la livraison

##### 5.1.3.1 État normal à la livraison

Sauf accord contraire à l'appel d'offre et à la commande, les produits doivent être livrés à l'état non traité, c'est-à-dire brut de corroyage à chaud.

### 5.1.3.2 État de traitement spécial

Sur accord lors de l'appel d'offre et de la commande, les produits doivent être livrés, dans l'un des états de traitement thermique indiqués au tableau 1, lignes 3 à 6.

### 5.1.3.3 États de surface particuliers

Sur accord lors de l'appel d'offre et de la commande, les produits doivent être livrés dans l'un des états de surface particuliers indiqués au tableau 2, lignes 3 à 6.

### 5.1.4 Séparation des coulées

Les aciers doivent être livrés en coulées séparées.

## 5.2 Composition chimique, dureté, trempabilité et propriétés mécaniques

**5.2.1** Le tableau 1 donne un aperçu des combinaisons possibles d'état habituel de traitement thermique à la livraison, de forme de produit et de prescriptions conformes aux tableaux 3 à 7 (composition chimique, trempabilité, dureté maximale, plage de dureté).

**5.2.2** Si l'acier n'est pas commandé avec des caractéristiques prescrites de trempabilité (et donc dans le cas des désignations de qualités d'acier indiquées au tableau 3 et non aux tableaux 5 ou 6), les prescriptions de composition chimique et de dureté du tableau 1, colonne 9 s'appliquent, en tant que besoin, à l'état considéré de traitement thermique. Dans ce cas, les valeurs de trempabilité données au tableau 5 n'ont qu'un caractère purement indicatif.

**5.2.3** Si l'acier est commandé à trempabilité normale (voir tableau 5), ou à trempabilité réduite (voir tableau 6) à l'aide des désignations indiquées au tableau 5 ou 6, les prescriptions de trempabilité figurant au tableau 5 ou 6 viennent s'ajouter aux prescriptions du tableau 1, colonne 9 (voir note 2 du tableau 3).

**5.2.4** Les propriétés mécaniques des barreaux d'essai de référence à l'état cémenté simulé figurent au tableau 10 à titre indicatif.

## 5.3 Propriétés technologiques

### 5.3.1 Usinabilité

Tous les aciers sont usinables à l'état « recuit à dureté maximale » et « traité pour améliorer l'usinabilité ».

Si l'usinabilité doit être supérieure, la nuance commandée doit avoir une teneur en soufre comprise dans une gamme spécifiée (voir aussi tableau 1, ligne 6).

### 5.3.2 Aptitude au cisailage

**5.3.2.1** Dans des conditions de cisailage convenables (c'est-à-dire sans crêtes de contrainte locales, avec préchauffage, en utilisant des lames de forme adaptée au profil du produit, etc.), tous les aciers sont aptes au cisailage « recuit à dureté maximale ».

**5.3.2.2** Les qualités d'acier 20 MnCr 5, 20 MnCrS 5, 15 NiCr 13, 17 NiCrMo 6 et 18 CrNiMo 7, sont également cisailables dans des conditions convenables lorsqu'ils sont livrés à l'état « traité pour améliorer l'aptitude au cisailage » et ont la dureté requise au tableau 7.

**5.3.2.3** Les aciers non alliés et les aciers 20 Cr 4, 20 CrS 4, 16 MnCr 5, 16 MnCrS 5, 18 CrMo 4, 18 CrMoS 4, 20 NiCrMo 2 et 20 NiCrMoS 2 sont cisailables dans des conditions convenables lorsqu'ils sont livrés à l'état non traité.

## 5.4 Structure

**5.4.1** Sauf convention contraire, lors de l'essai, selon l'une des méthodes décrites dans l'ISO 643, l'acier doit présenter un grain austénitique de granulométrie inférieure ou égale à 5. La structure granulométrique sera considérée comme satisfaisante si 70 % des grains se situent dans la limite dimensionnelle spécifiée. En cas de vérification requise de la structure à grains fins, la méthode de détermination de la grosseur du grain suivant l'ISO 643 et les conditions de cette détermination doivent faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offre et de la commande. Pour les aciers à gros grains, voir annexe A, chapitre A.1.

**5.4.2** Pour la teneur en inclusions non métalliques, voir annexe A, chapitre A.2.

## 5.5 Santé interne

L'acier doit être exempt de défauts internes susceptibles d'avoir un effet nuisible (voir annexe A, chapitre A.3).

## 5.6 Qualité de surface

**5.6.1** Tous les produits doivent avoir un fini d'atelier.

**5.6.2** Les petites discontinuités superficielles qui peuvent arriver dans des conditions normales de fabrication, du type rayure de l'acier noirci par de la calamine incrustée pendant le laminage, ne sont pas considérées comme des défauts.

**5.6.3** Tant qu'il n'existera pas de Norme internationale sur la qualité de surface des produits sidérurgiques, tous les détails relatifs à cette caractéristique devront faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offre et de la commande.

### NOTES

1 Une Norme internationale séparée sur la qualité de surface des barres et du fil-machine conformes à la présente partie de l'ISO 683, est en préparation.

2 Les barres et le fil-machine pour extrusion et refoulement à froid sont traités en totalité dans l'ISO 4954.

3 Il est plus difficile de déceler puis d'éliminer les discontinuités des produits en bobines que ceux des produits plats. Cet inconvénient doit être pris en compte dans les accords sur la qualité de surface.

4 Les caractéristiques de finition superficielle des tôles laminées à chaud sont traitées dans l'ISO 7788.

**5.6.4** Il est interdit d'éliminer les discontinuités de surface par soudage.

En attendant la publication d'une Norme internationale particulière sur le sujet, le type et la profondeur des discontinuités superficielles susceptibles d'être réparées par soudage doivent faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offre et de la commande.

## 5.7 Forme, dimensions et tolérances

La forme, les dimensions et les tolérances des produits doivent correspondre aux accords passés au moment de l'appel d'offre et de la commande. Cet accord doit autant que possible, reposer sur les Normes internationales correspondantes ou, à défaut, les normes nationales appropriées.

NOTE — Les Normes internationales suivantes traitent des dimensions ou des tolérances des produits couverts par la présente partie de l'ISO 683 :

- pour les barres : ISO 1035/1 à 4
- pour les tôles (à l'exception des larges plats) : ISO 7452 (voir note du chapitre 2).

## 6 Contrôles, essais et conformité des produits

### 6.1 Procédures de contrôle et d'essai et types de documents

**6.1.1** Le tableau 9 donne une liste des procédures de contrôle et des types de documents de l'ISO 404 sur lesquels un accord peut intervenir au moment de l'appel d'offre et de la commande pour les livraisons conformes à la présente partie de l'ISO 683.

**6.1.2** Si, suivant les accords passés lors de l'appel d'offre et de la commande, le document à fournir est un relevé de contrôle (TR), celui-ci devra renfermer

- a) une déclaration de conformité du matériau aux prescriptions de la commande, et
- b) les résultats de l'analyse de coulée pour tous les éléments spécifiés dans la qualité d'acier fournis.

**6.1.3** Si, suivant les accords passés lors de la commande, le document à fournir est un certificat de réception (IC ou ICP) ou un procès-verbal de réception (IR) (voir tableau 9), les contrôles et essais spécifiques indiqués en 6.2 doivent être réalisés et leur résultat doit être consigné dans ce document et certifié.

Le document doit en outre renfermer

- a) pour tous les éléments spécifiés dans la qualité d'acier considérée, le résultat de l'analyse de coulée, fourni par le producteur;
- b) le résultat de tous les contrôles et essais commandés en supplément (voir annexe A);
- c) les symboles littéraux ou numériques reliant les uns aux autres les certificats d'essais, les éprouvettes et les produits.

## 6.2 Contrôles et essais spécifiques

### 6.2.1 Vérifications de la trempabilité et de la dureté

**6.2.1.1** Si les aciers ont été commandés sans prescription spéciale de trempabilité, c'est-à-dire, sans le symbole H, HH ou HL dans leur désignation, une vérification doit être faite des valeurs de dureté correspondant à leur état de traitement thermique, voir tableau 1, colonne 9, sous-paragraphe 2.

Si les aciers ont été commandés avec dans leur désignation le symbole H, HH ou HL (voir tableau 5 et 6), sauf convention contraire, la vérification ne portera que sur les caractéristiques de trempabilité des tableaux 5 ou 6.

**6.2.1.2** L'étendue des essais, les conditions d'échantillonnage et les méthodes d'essai de vérification des caractéristiques requises devront correspondre aux prescriptions du tableau 11.

### 6.2.2 Contrôle visuel et dimensionnel

Pour garantir que les produits sont conformes à la présente prescription, il convient d'en contrôler un nombre suffisant.

### 6.2.3 Contre-essais

**6.2.3.1** Si une ou plusieurs unités d'essai donne des résultats insuffisants sur un ou plusieurs essais, le producteur a le choix entre retirer les unités défectueuses (pour retraitement ou tri suivant les règles de l'ISO 404) ou les maintenir. S'il choisit la deuxième solution, il doit les soumettre à des contre-essais dans les conditions suivantes.

**6.2.3.2** Si, comme dans le cas de l'analyse sur produit (voir annexe A, chapitre A.4), un seul essai du type considéré a été effectué sur l'échantillon en question et si cet échantillon a donné des résultats non satisfaisants, deux nouveaux essais du même type sont à effectuer.

**6.2.3.3** Si l'unité d'essai se compose de plusieurs produits et si le produit non satisfaisant n'en est pas retiré, l'un des deux nouveaux essais doit être effectué sur des éprouvettes découpées dans le produit ou l'échantillon de produit essayé à l'origine.

**6.2.3.4** Tous les essais doivent donner des résultats satisfaisants, sinon l'unité d'essai doit être rebutée.

## 7 Marquage

Le producteur doit marquer les produits ou les fardeaux ou caisses contenant les produits, d'une manière permettant l'identification de la coulée, de la qualité d'acier et de l'origine de la livraison (voir annexe A, chapitre A.5).

**Tableau 1 – Combinaisons d'états habituels de traitement thermique à la livraison, de formes de produits et de prescriptions  
suivant les tableaux 3 à 6**

1	2	3	4	5	6	7	8	9			10			11
1	État de traitement thermique à la livraison	Symbole	x = applicable aux					Prescriptions applicables si l'acier est commandé sous la désignation donnée aux						Remarques
			demi-produits	barres	fil-machine	tôles	pièces forgées par marlage ou estampage	tableau 3		tableaux 5 ou 6				
2	3	4	5	6	7	8	1.	2.	1.	2.	3.	Voir aussi les prescriptions complémentaires données en annexe A.		
2	Non traité	Néant ou U	x	x	x	x	x	—			Suivant colonne 9 (voir note 2 du tableau 3)		Valeurs de trempabilité conformes au tableau 5 ou 6	
3	Traité pour améliorer l'aptitude au cisailage	S	x	x	x	x	Composition chimique suivant les tableaux 3 et 4	Dureté Brinell maximale suivant le tableau 7	Colonne S	Suivant colonne 9 (voir note 2 du tableau 3)				Valeurs de trempabilité conformes au tableau 5 ou 6
4	Recuit à dureté maximale	A	x	x	x	x			Colonne A					
5	Traité pour améliorer l'aptitude au cisailage	M	—	x	x	x			Colonne M					
6	Autres	D'autres états de traitement, notamment un recuit donnant une certaine structure, peuvent être convenus au moment de l'appel d'offre et de la demande. L'état recuit pour sphéroïdisation des carbures qu'exigent le roulement et l'extrusion à froid, est traité dans l'ISO 4954.												

Tableau 2 — État de surface à la livraison

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
1	État de surface à la livraison		Symbole	x = applicable en général aux						Notes
				demi-produits tels que blooms, billettes	barres	fil-machine	tôles	pièces for- gées par martelage ou estampage (voir 1.1, note 3)		
2	Sauf convention contraire	Brut de corroyage à chaud	néant ou HW	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x		
3	États particuliers fournis par accord	HW + décapé à l'acide	P1	x	x	x	x	x		
4		HW + grenailé	BC	x	x	x	x	x	3)	
5		HW + ébauché	2)	—	x	x	—	x		
6		Autres								

1) Le terme « corroyé à chaud » recouvre également pour les demi-produits, l'état moulé en continu.

2) Jusqu'à ce que le terme « ébauché » ait reçu une définition (définition des surépaisseurs d'usinage, etc.), le détail du traitement doit faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offre et de la commande.

3) Il peut être convenu en complément de huiler les produits, ou encore, de les chauler ou de les phosphater.

Tableau 3 — Qualités d'acier et composition chimique (applicable à l'analyse de coulée) 1), 2), 3), 4)

Type d'acier <sup>5)</sup>		C %	Si % <sup>6)</sup>	Mn %	P % max.	S %	Cr %	Mo %	Ni %
C 10	1	0,07 à 0,13	0,15 à 0,40	0,30 à 0,60	0,035	0,035 max.	—	—	—
C 15 E4 C 15 M2	2 2a	0,12 à 0,18	0,15 à 0,40	0,30 à 0,60	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	—	—	—
C 16 E4 C 16 M2	3 3a	0,12 à 0,18	0,15 à 0,40	0,60 à 0,90	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	—	—	—
20 Cr 4 20 CrS 4	(4)	0,17 à 0,23	0,15 à 0,40	0,60 à 0,90	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	0,90 à 1,20	—	—
16 MnCr 5 16 MnCrS 5	5 5a	0,13 à 0,19	0,15 à 0,40	1,00 à 1,30	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	0,80 à 1,10	—	—
20 MnCr 5 20 MnCrS 5		0,17 à 0,23	0,15 à 0,40	1,10 à 1,40	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	1,00 à 1,30	—	—
18 CrMo 4 18 CrMoS 4	7 7a	0,15 à 0,21	0,15 à 0,40	0,60 à 0,90	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	0,90 à 1,20	0,15 à 0,25	—
15 NiCr 13	(11)	0,12 à 0,18	0,15 à 0,40	0,35 à 0,65	0,035	0,035 max.	0,60 à 0,90	—	3,00 à 3,50
20 NiCrMo 2 20 NiCrMoS 2	12 12a	0,17 à 0,23	0,15 à 0,40	0,65 à 0,95	0,035	0,035 max. 0,020 à 0,040	0,30 à 0,65	0,15 à 0,25	0,40 à 0,70
17 NiCrMo 6	13	0,14 à 0,20	0,15 à 0,40	0,60 à 0,90	0,035	0,035 max.	0,80 à 1,10	0,15 à 0,25	1,20 à 1,60
18 CrNiMo 7		0,15 à 0,21	0,15 à 0,40	0,35 à 0,65	0,035	0,035 max.	1,50 à 1,80	0,25 à 0,35	1,40 à 1,70

1) Des éléments non mentionnés dans ce tableau ne doivent pas être ajoutés intentionnellement à l'acier sans l'accord de l'utilisateur, à l'exception de ceux destinés à l'élaboration de la coulée. Toutes les précautions raisonnables doivent être prises pour empêcher l'addition, à partir des matières premières utilisées en cours de fabrication (ferrailles), de tels éléments qui affectent la trempabilité, les caractéristiques mécaniques et la mise en œuvre.

2) Pour les nuances commandées avec des caractéristiques spécifiées de trempabilité (voir tableaux 5 et 6), il est admis de tolérer de petits écarts par rapport aux limites de l'analyse de coulée, sauf pour le phosphore et le soufre. Ces écarts ne devront cependant pas dépasser  $\pm 0,01$  % pour le carbone et les valeurs données au tableau 4 dans tous les autres cas.

3) Des aciers à usinabilité améliorée par addition de plomb ou contrôle morphologique des sulfures sont disponibles sur demande.

4) D'autres aciers pour cémentation, à utiliser principalement dans les roulements, sont traités dans l'ISO 683/17.

5) Les désignations figurant dans la première colonne concordent avec le système proposé par le TC 17/SC 2. Les numéros de la deuxième colonne correspondent aux anciennes désignations de l'ISO/R 683/11.

6) Une teneur plus basse en silicium peut être convenue dans l'appel d'offre et la commande. Dans ce cas, on tiendra compte de l'influence de ce facteur sur les propriétés mécaniques.

Tableau 4 — Écarts admissibles entre l'analyse spécifiée et l'analyse sur produit

Élément	Teneur maximale admissible selon l'analyse de coulée % (m/m)	Écarts admissibles <sup>1)</sup> % (m/m)
C	< 0,23	± 0,02
Si	< 0,40	± 0,03
Mn	< 1,00 > 1,00 < 1,40	± 0,04 ± 0,06
P	< 0,035	+ 0,005
S	< 0,040	+ 0,005 <sup>2)</sup>
Cr	< 1,80	± 0,05
Mo	< 0,30 > 0,30 < 0,35	± 0,03 ± 0,04
Ni	< 1,00 > 1,00 < 2,00 > 2,00 < 3,50	± 0,03 ± 0,05 ± 0,07

1) ± signifie que sur une même coulée, l'écart peut se produire au-dessus de la valeur maximale ou en dessous de la valeur minimale de la fourchette spécifiée au tableau 3, mais pas dans les deux directions à la fois.

2) Pour les aciers à teneur spécifiée en soufre (0,020 à 0,040 % suivant l'analyse de coulée), l'écart admissible est de ± 0,005 %.

Tableau 5 — Limites de dureté des qualités d'acier à trempabilité (normale) spécifiée (qualité H; voir 5.2)

Qualité d'acier	Limites de la plage	Dureté HRC à une distance de l'extrémité trempée de l'éprouvette (en millimètres) de												
		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40
20 Cr 4 H	max.	49	48	46	42	38	36	34	32	29	27	26	24	23
20 CrS 4 H	min.	41	38	31	26	23	21	—	—	—	—	—	—	—
16 MnCr 5 H	max.	47	46	44	41	39	37	35	33	31	30	29	28	27
16 MnCrS 5 H	min.	39	36	31	28	24	21	—	—	—	—	—	—	—
20 MnCr 5 H	max.	49	49	48	46	43	42	41	39	37	35	34	33	32
20 MnCrS 5 H	min.	41	39	36	33	30	28	26	25	23	21	—	—	—
18 CrMo 4 H	max.	47	46	45	42	39	37	35	34	31	29	28	27	26
18 CrMoS 4 H	min.	39	37	34	30	27	24	22	21	—	—	—	—	—
15 NiCr 13 H	max.	46	46	46	46	45	44	43	41	38	35	34	34	33
	min.	38	37	36	34	31	29	27	26	24	22	22	21	21
20 NiCrMo 2 H	max.	49	48	45	42	36	33	31	30	27	25	24	24	23
20 NiCrMoS 2 H	min.	41	37	31	25	22	20	—	—	—	—	—	—	—
17 NiCrMo 6 H	max.	48	48	47	46	45	44	42	41	38	36	35	34	33
	min.	40	39	37	34	30	28	27	26	24	23	22	21	—
18 CrNiMo 7 H	max.	48	48	48	48	47	47	46	46	44	43	42	41	41
	min.	40	40	39	38	37	36	35	34	32	31	30	29	29