
Norme internationale



4954

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

Aciers pour refoulement et extrusion à froid

Steels for cold heading and cold extruding

Première édition — 1979-10-15

CDU 669.14-131.2

Réf. n° : ISO 4954-1979 (F)

Descripteurs : acier, produit laminé, extension, déformation à froid, refoulement de métal, commande commerciale, contrôle de réception, composition chimique, microstructure, essai, propriété mécanique.

Prix basé sur 37 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 4954 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, et a été soumise aux comités membres en février 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Pologne
Allemagne, R. F.	Hongrie	Roumanie
Autriche	Inde	Royaume-Uni
Belgique	Iran	Suède
Bulgarie	Irlande	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. dém. p. de	Japon	Turquie
Corée, Rép. de	Mexique	URSS
Danemark	Norvège	
Espagne	Pays-Bas	

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

Australie
Finlande
Nouvelle-Zélande

Aciers pour refoulement et extrusion à froid

1 Objet et domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale s'applique aux aciers corroyés alliés et non alliés, pour refoulement et extrusion à froid, livrés sous forme de fils ou de barres. Elle recouvre les groupes d'acier et gammes de diamètres indiqués ci-dessous :

- a) aciers non soumis à un traitement thermique, de diamètres compris entre 2 et 100 mm (voir la section deux);
- b) aciers de cémentation, de diamètres compris entre 2 et 100 mm (voir la section trois);
- c) aciers pour trempe et revenu, aciers au bore inclus, de diamètres compris entre 2 et 100 mm (voir la section quatre);
- d) aciers inoxydables, de diamètres de 2 mm jusqu'à 25 mm, pour les aciers ferritiques et jusqu'à 100 mm pour les aciers martensitiques et austénitiques (voir la section cinq).

1.2 À l'exception de la section deux, la présente Norme internationale ne traite pas des propriétés des pièces refoulées ou extrudées à froid qui ne sont pas soumises à un traitement thermique ultérieur. Les propriétés de ces pièces sans traitement thermique dépendant largement des conditions du processus de refoulement ou d'extrusion, elles doivent, en cas de besoin, faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

NOTE — Si des aciers inoxydables, conformes à la présente Norme internationale sont livrés pour fabriquer des éléments de fixation répondant aux prescriptions de l'ISO 3506, Éléments de fixation en acier inoxydable et en acier résistant à la corrosion — Spécifications¹⁾, se

référer au tableau 1 de ladite norme, en ce qui concerne l'identification du type d'acier et les efforts aux éléments de fixation refoulés et extrudés à froid.

2 Références

ISO/R 79, *Essai de dureté Brinell pour l'acier.*

ISO/R 80, *Essai de dureté Rockwell (échelles B et C) pour l'acier.*

ISO 82, *Acier — Essai de traction.*

ISO 83, *Acier — Essai de résilience Charpy (entaille en U).*

ISO 89, *Acier — Essai de traction des fils.*

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

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

ISO/R 404, *Conditions générales techniques de livraison pour l'acier.*

ISO/R 642, *Essai de trempabilité par trempe en bout de l'acier (Essai Jominy).*

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

ISO 3887, *Aciers non alliés et faiblement alliés — Profondeur de décarburation.*

1) Actuellement au stade de projet.

3 Rédaction de la commande

3.1 L'acheteur doit indiquer les éléments suivants dans la demande d'offre et dans la commande :

- a) les dimensions du produit et ses tolérances dimensionnelles (voir 4.10);
- b) le type d'acier (voir tableaux 7, 11, 18, 19 et 29);
- c) l'état de traitement (voir 4.9.1);

d) le traitement du revêtement de surface, le cas échéant (voir 4.9.2);

e) la classe de caractéristiques (voir 4.3);

f) le type de documents requis (voir 5.6).

3.2 La présente Norme internationale laisse certaines possibilités de variantes et l'acheteur peut donc indiquer ses exigences dans sa demande d'offre et dans sa commande, selon tableau 1.

Tableau 1 — Variantes admises

Pour les aciers du tableau	Variantes admises
7, 11, 18, 19, 29	g) l'éventualité d'une analyse sur produit (voir 5.2.1);
7, 11, 18, 19, 29	h) des spécifications spéciales relatives aux résultats ou aux conditions de l'essai de refoulement à froid ou de contrôle de la surface (voir 4.7.2);
7	i ₁) la séparation par coulée (si cette exigence n'est pas mentionnée, le fabricant est libre de fournir l'acier sans séparation des coulées) (voir 4.2);
	i ₂) la spécification des propriétés mécaniques à l'état étiré à froid (voir 8.3);
11, 18, 19, 29	j) la nécessité de vérifier l'allongement à la rupture d'une longueur entre repères de 200 mm pour les produits de diamètre < 4 mm spécifiés dans les classes de caractéristiques 3r, 4r, 5r, 9r, ou 3v, 4v, 5v, 9v et 10v, ou encore 3w, 4w, 5w ou 9w; dans ce cas, se mettre d'accord sur les valeurs (voir tableaux 14, 23 et 32, note 2);
11, 18, 19	k) la possibilité de ne réaliser qu'un seul essai de résilience au lieu de trois, dans les cas où des valeurs de résilience sont spécifiées pour les types d'acier où les produits sont commandés suivant les classes de caractéristiques 3r, 4r, 5r, 9r, ou 3v, 4v, 5v, 9v, ou encore 3w, 4w, 5w, 9w, et où le produit permet de réaliser des éprouvettes ISO normales à entailles en U (55 mm X 10 mm X 10 mm) (voir tableau 6, note 6);

Pour les aciers du tableau	Variantes admises
11, 18, 19	l) la réalisation obligatoire des essais de résilience sur éprouvettes ISO à entailles en V; dans ce cas, les valeurs doivent faire l'objet d'un accord;
11, 18, 19	m) la nécessité de fournir un acier à gros grain ou à grain fin dans le cas de spécification des classes de caractéristiques 7r, 8r, ou 9r, ou 7v, 8v et 9v, ou encore 7w, 8w ou 9w (voir 4.6.1);
11, 18, 19	n) la spécification du degré de globularisation des carbures en cas de spécifications spéciales (voir 4.6.2);
11	o) l'utilisation éventuelle d'un barreau d'essai de référence de 16, 30 ou 63 mm dans le cas de nécessité d'essais de cémentation simulés (classes de caractéristiques 5r, 9r, 5v, 9v, 5w ou 9w) (voir tableau 6, note 5);
18, 19, 29	p) les spécifications spéciales concernant la profondeur admissible de décarburation ferrito-perlitique (voir 4.7.4.1);
29	q) la nécessité d'un essai de résistance à la corrosion dans le cas d'aciers inoxydables (voir 4.8);
7, 11, 18, 19, 29	r) la réalisation d'essais de refoulement à froid pour des produits de diamètre ≥ 6 et ≤ 30 mm. Dans ce cas, les conditions d'essai doivent faire l'objet d'un accord (voir 4.7.2);
11, 18, 19	s) si une teneur en silicium plus faible est nécessaire (voir note 3 des tableaux 11 et 18 et note 4 du tableau 19).

Section un : Généralités

4 Caractéristiques requises

4.1 Élaboration de l'acier et fabrication du produit

4.1.1 Sauf spécification contraire à la commande, les procédés utilisés pour l'élaboration de l'acier et la fabrication du produit sont laissés à l'initiative du fabricant. Lorsqu'il le demande, l'utilisateur doit être informé de la nature du procédé d'élaboration de l'acier utilisé.

4.1.2 Les aciers du tableau 7 accompagnés dans la désignation du suffixe R doivent être effervescents; ceux qui sont accompagnés du suffixe Si doivent être calmés au silicium et ceux qui sont accompagnés du suffixe Al doivent être calmés à l'aluminium. Les aciers des tableaux 11, 18, 19 et 29 doivent être calmés.

4.2 Séparation par coulées

Les aciers des tableaux 11, 18, 19 et 29 sont livrés par coulées. La séparation par coulée des aciers du tableau 7 peut être convenue sur demande au moment de la demande d'offre et de la commande.

4.3 Classe de caractéristiques

Lorsqu'un acier est commandé conformément à la présente Norme internationale, il convient de s'accorder au moment de la demande d'offre et de la commande sur une des classes de caractéristiques indiquées en 8.1, 10.1, 12.1 et 14.1 (voir tableau 4), suivant le type d'acier et l'état de traitement correspondants.

NOTE — Comme l'indique le tableau 5, la classe de caractéristiques indique les exigences à respecter. Si l'on commande, par exemple, la classe de caractéristiques 2v (qui, selon le tableau 4 n'est applicable qu'aux types d'acier B10 à B41, C12 à C43 et E10 dans un état autre que non traité), comme l'indique la croix (x) dans la colonne 3 du tableau 5, la livraison doit remplir les conditions indiquées aux lignes nos 1, 2a, 3a, 6a, 6b et 6c du tableau 5.

4.4 Composition chimique

4.4.1 La composition chimique des aciers, qui s'exprime par leur analyse de coulée, doit être conforme aux spécifications des tableaux 7, 11, 18, 19 et 29 (voir 4.4.3).

4.4.2 Si les aciers sont commandés dans les classes de caractéristiques 1r, 1v, 1w, 7r, 7v ou 7w (voir tableaux 4 et 5), les écarts entre les valeurs spécifiées aux tableaux 7 (sauf pour les aciers effervescents) 11, 18, 19 ou 29 et celles de l'analyse sur produit, ne doivent pas excéder les limites spécifiées aux tableaux 8, 12, 20, 21 ou 30.

4.4.3 Si les aciers sont commandés dans d'autres classes de caractéristiques que celles de 4.4.2, ce sont les propriétés mécaniques ou les valeurs de trempabilité spécifiées qui doivent

être considérées comme critères décisifs de réception. Dans ce cas, l'analyse de coulée peut s'écarter légèrement des valeurs indiquées aux tableaux 7, 11, 18, 19 et 29.

4.5 Trempabilité et propriétés mécaniques

Les produits doivent satisfaire aux spécifications données en 8.3, 10.3, 12.3 et 14.3, dans la mesure où elles sont requises par la classe de caractéristiques agrée.

4.6 Structure

4.6.1 Si, pour les aciers des sections deux ou trois, on exige une grosseur de grain austénitique contrôlée comme dans les classes de caractéristiques 7r, 8r, 9r, 21r, 7v, 8v, 9v, 21v, 7w, 8w, 9w ou 21w (voir tableaux 4 et 5), cette granulométrie déterminée suivant les indications de 5.3.5.1 devra être de 5 ou moins pour les aciers à grains fins et de 5 ou plus pour les aciers à grains plus gros. La portion de grains de dimensions différentes dans la microsection ne devra pas dépasser 30 %.

4.6.2 Si pour les aciers des sections deux ou trois, on exige une sphéroïdisation contrôlée des carbures, comme dans les classes de caractéristiques 1w à 9w, 20w et 21w, les aciers devront avoir une structure caractérisée par un haut degré de sphéroïdisation des carbures.

NOTE — Il faudra tenir compte du fait que la sphéroïdisation de la cémentite est plus difficile pour les aciers à basse teneur en carbone.

4.7 Santé interne et externe

4.7.1 L'acier doit être exempt de défauts internes et externes susceptibles de nuire aux traitements de refoulement ou d'extrusion à froid ou au traitement thermique. Pour vérifier cette absence de défauts, il convient de respecter les spécifications indiquées de 4.7.2 à 4.7.4.

4.7.2 Si un essai de refoulement à froid a été prévu lors de la demande d'offre et de la commande, les éprouvettes soumises à cet essai dans les conditions indiquées en 5.3.6 et 5.4.6.1 ne devront présenter aucun défaut préjudiciable à l'utilisation du produit fini.

Ne sont toutefois pas considérées comme des défauts, les rainures résultant des stries de laminage pour les éprouvettes refoulées à froid dont la surface a été laminée à chaud et, dans le cas des aciers inoxydables martensitiques (voir tableau 29), les fissures de cisaillement caractérisées par une pente de 45° entre le plan de la fissure et l'axe de l'éprouvette.

4.7.3 Le contrôle superficiel doit révéler tous les défauts qui amèneraient un rejet du matériau après un essai de refoulement à froid comme indiqué en 4.7.2. Les barres et fils qui, conformément à la commande doivent être écroutés ou meulés doivent être exempts de défauts externes. Les rainures résultant du laminage ne sont pas considérées comme des défauts.

4.7.4 Pour la décarburation, les exigences suivantes sont applicables :

4.7.4.1 Les barres et fils en aciers des tableaux 18 et 19 ou en aciers inoxydables martensitiques (voir tableau 29) livrés à l'état laminé à chaud ou étiré à froid, doivent, indépendamment de leur état de traitement thermique, être exempts de zones ferritiques entièrement décarburrées.

La profondeur admissible de décarburation ferrito-perlitique de ces produits est indiquée au tableau 2.

Tableau 2 — Profondeur admissible de décarburation ferrito-perlitique

Diamètre <i>d</i> mm	Profondeur admissible de décarburation ferrito-perlitique à l'état ¹⁾	
	C + AC ou C + AC + LC mm	non traité ou AC mm
< 8	< 0,10	< 0,12
> 8 < 12	< 0,12	< 0,15
> 12 < 17	< 0,16	< 0,20
> 17 < 23	< 0,20	< 0,25
> 23 < 27	< 0,24	< 0,29
> 27	≤ (0,007 × <i>d</i>) + 0,05	≤ (0,009 × <i>d</i>) + 0,05

1) Voir 10.4 et 12.4.

D'autres valeurs de profondeur de décarburation ferrito-perlitique peuvent être exigées dans certains cas si elles ont fait l'objet d'un accord spécial au moment de la demande d'offre et de la commande.

4.7.4.2 Les barres ou fils en aciers des tableaux 11, 18 ou 19, ou en aciers inoxydables martensitiques du tableau 29 qui, selon la commande, doivent être écourtés ou meulés ne doivent pas être décarburrés.

4.7.5 Les conditions générales spécifiées dans l'ISO/R 404 s'appliquent pour les défauts de surface, leur réparation et les défauts internes.

4.8 Résistance à la corrosion des aciers inoxydables

Voir 14.4.

4.9 État de traitement à la livraison

4.9.1 Le traitement et les conditions de traitement thermique à la livraison doivent, le cas échéant, répondre aux spécifications agréées à la commande, parmi les conditions indiquées en 8.4, 10.4, 12.4 et 14.4.

4.9.2 Les traitements de surface qui facilitent les opérations de refoulement et d'extrusion à froid et qui peuvent également retarder la formation de rouille, tels que le décalaminage, le cui-

vrage, le chauffage, le phosphatage, le graissage, l'huilage, etc. doivent si nécessaire, faire l'objet d'un accord au moment de la demande d'offre et de la commande.

4.10 Dimensions, tolérances sur dimensions et masses

Les produits doivent, si possible, être commandés suivant des Normes internationales existantes de dimensions et de tolérances dimensionnelles.

Si de telles Normes internationales n'existent pas ou si les tolérances données dans ces normes ne s'appliquent pas au cas considéré, comme c'est le cas pour les aciers inoxydables par exemple, les dimensions et tolérances doivent faire l'objet d'un accord au moment de la demande d'offre et de la commande.

5 Essais de réception

5.1 Généralités

5.1.1 Des essais de réception peuvent être convenus dans toutes les classes de caractéristiques.

5.1.2 Si des essais de réception sont prévus, les conditions générales de l'ISO/R 404 concernant :

- le lieu de la réception,
- la soumission au contrôle,
- les droits de l'agent réceptionnaire,
- la réception,

doivent être respectées, de même que les conditions données de 5.2 à 5.5 (dans la mesure où elles s'appliquent à la classe de caractéristiques commandée).

5.2 Unité d'essai et nombre de produits d'échantillons et d'essais

5.2.1 Composition chimique

L'analyse de coulée, si elle est spécifiée à la commande, doit être fournie par le producteur.

Si une analyse sur produit est requise par l'acheteur, sans autre convention spéciale au moment de la demande d'offre et à la commande, un échantillon de produit doit être prélevé sur chaque coulée.

S'il a été convenu à la demande d'offre et à la commande, pour les aciers du tableau 7, de ne pas séparer les coulées, une analyse sur produit doit être effectuée séparément pour chaque type d'acier (voir 4.4.2).

5.2.2 Trempabilité, propriétés mécaniques, structure, santé interne et externe

Si, selon la classe de caractéristiques commandée (voir tableau 4 et 5) et le type de document nécessaire (voir 5.6 et 5.1.2), la trempabilité, les propriétés mécaniques, la structure ou la santé interne et externe doivent être vérifiées, on suivra les indications du tableau 6 en ce qui concerne l'unité d'essai et du nombre d'échantillons et d'éprouvettes.

5.3 Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes

5.3.1 Généralités

5.3.1.1 Les conditions générales de l'ISO/R 377 s'appliquent pour le prélèvement et la préparation des échantillons et éprouvettes.

5.3.1.2 Dans le cas de bobines, les échantillons doivent être prélevés à au moins 300 mm d'une des extrémités de la bobine. En cas de litige, cette distance est indiquée au tableau 3.

Tableau 3 — Distance minimale à l'une des extrémités de la bobine

Diamètre mm	Distance minimale à l'une des extrémités de la bobine mm
< 6,5	5 000
> 6,5 < 12,5	4 000
> 12,5 < 18	3 000
> 18 < 22,5	2 000
> 22,5 < 27	1 500
> 27	1 000

5.3.2 Analyse sur produit

Le prélèvement et la préparation des échantillons d'analyse sur produit doivent être effectués conformément aux spécifications de l'ISO/R 377.

5.3.3 Essai de trempabilité

5.3.3.1 La barre dans laquelle est usinée l'éprouvette pour essai de trempabilité par trempe en bout doit être une pièce forgée ou laminée de section circulaire de 32 ou 30 mm de diamètre représentant une section entière de produit. Les sections plus grandes doivent être laminées ou forgées à ces dimensions. On peut, par accord spécial, utiliser une éprouvette moulée au lieu d'une éprouvette laminée ou forgée. La température de normalisation doit être de 10 °C supérieure à la température de trempe donnée pour les essais de trempe en bout aux tableaux 16 ou 28. Pour les autres conditions relatives à la préparation des éprouvettes, se reporter à l'ISO/R 642.

5.3.3.2 L'éprouvette de vérification de la trempabilité à cœur doit, si possible, avoir le diamètre maximal donné aux tableaux 26 ou 27. Les barreaux d'essai de diamètres supérieurs aux valeurs des tableaux 26 ou 27 doivent être laminés ou forgés aux diamètres maximaux des tableaux 26 ou 27. La longueur de l'éprouvette doit être d'au moins quatre fois son diamètre.

5.3.4 Essais de traction et de résilience

Si des barreaux d'essai de référence sont exigés, ils doivent être fabriqués par forgeage à chaud de l'échantillon au diamètre prescrit (voir colonne 2 du tableau 6, lignes 3b à 3e). Ces barreaux d'essai doivent ensuite être soumis à un traitement thermique, comme suit :

- pour les aciers de cémentation, suivant le tableau 16;
- pour les aciers pour trempe et revenu y compris les aciers au bore traités, suivant le tableau 28;
- pour les aciers inoxydables, suivant le tableau 33.

À l'exception des deux cas suivants, les éprouvettes pour essais de traction et pour essais de résilience sur éprouvette ISO entaillée en U (ou en V) doivent être prélevées de la manière indiquée à la figure 1, dans le sens longitudinal des produits ou des barreaux d'essai de référence.

Exception 1 : Les éprouvettes pour essais de traction à l'état habituel pour le corroyage à froid (condition 3a du tableau 6) doivent, si possible, être vérifiées avec leur peau de laminage (c'est-à-dire sans avoir subi d'usinage).

Exception 2 : Les éprouvettes prélevées dans des barreaux d'essai de référence cémentés, de 30 mm de diamètre, doivent être prélevées de la manière indiquée pour les barreaux de diamètre < 25 mm à la figure 1.

En cas de litige, les éprouvettes pour essais de traction des produits de diamètre > 4 mm doivent avoir une longueur entre repères de $L_0 = 5 d_0$. Pour les produits de diamètre < 4 mm, la longueur entre repères doit être de 200 mm.

Lorsque trois éprouvettes ISO à entailles en U (ou en V) sont requises, les éprouvettes prélevées doivent être adjacentes sur l'échantillon ou le barreau d'essai. Elles doivent avoir les dimensions spécifiées dans l'ISO 83 ou l'ISO 148.

5.3.5 Structure

5.3.5.1 Pour le prélèvement et la préparation des éprouvettes destinées à la vérification de la structure austénitique des grains, appliquer les prescriptions de l'ISO/R 643. Sauf spécification contraire au moment de la demande d'offre et de la commande, suivre, en cas de litige, les indications de la méthode McQuaid-Ehn si l'on a des aciers de cémentation à analyser (voir section trois). Si l'on a des aciers pour trempe et revenu à analyser (voir section quatre), utiliser l'une des autres méthodes de l'ISO/R 643 et la température d'austénitisation doit correspondre à la température de trempe la plus élevée donnée au tableau 28 pour le type d'acier considéré; le temps de maintien à cette température doit être de 1 h.

5.3.5.2 Pour étudier la sphéroïdisation des carbures, il faut préparer des coupes micrographiques transversales polies et les décapier à l'acide dans une solution appropriée.

5.3.6 Examen de la santé interne et externe

5.3.6.1 L'essai de refoulement à froid ne s'applique qu'à des produits de diamètres compris entre 6 et 30 mm inclus. Si cet essai est exigé et sauf spécification contraire au moment de la demande d'offre et de la commande, des éprouvettes rectilignes pour essai de refoulement à froid à faces externes parallèles et de hauteur calibrée $h_o = 1,5 \times d_o$ (d_o = diamètre de l'éprouvette) doivent être préparées en prenant soin de ne pas altérer la surface initiale du produit échantillon (voir 5.4.6.1). Les échantillons qui n'ont pas subi de traitement thermique après le laminage à chaud peuvent être amenés à l'état de traitement thermique indiqué au tableau 4 comme étant l'état normal pour le refoulement ou l'extrusion à froid.

5.3.6.2 En cas de litige, le contrôle de la surface doit être effectué sur la totalité de la surface des produits contrôlés. Dans les cas normaux toutefois, l'examen à l'œil nu de la surface décalaminée des produits peut se limiter à des échantillons de 200 mm de longueur prélevés sur les bobines conformément aux indications de 5.3.1.2 et décapés dans une solution appropriée jusqu'à dissolution de la couche d'oxyde.

5.3.6.3 Pour l'examen de la décarburation, au microscope, il faut préparer des coupes micrographiques transversales décapées à arêtes vives.

En cas de litige cependant, les coupes micrographiques doivent être trempées dans les conditions indiquées en 5.4.2.2 en observant toutes les mesures susceptibles d'empêcher une décarburation ou une re-carburation. Après trempe, ces coupes micrographiques doivent être préparées par meulage et polissage en vue des mesures de microdureté. Dans tous les cas, on respectera les exigences de l'ISO 3887.

5.4 Méthodes d'essai

5.4.1 Analyse chimique

En cas de litige, les méthodes d'analyse chimique doivent être celles qui figurent dans les Normes internationales appropriées. S'il n'en existe pas, ces méthodes devront être convenues au moment de la demande d'offre et de la commande.

5.4.2 Essai de trempabilité

5.4.2.1 L'essai de trempabilité par trempe en bout doit être effectué conformément aux prescriptions de l'ISO/R 642. La température de trempe doit correspondre aux indications des tableaux 16 ou 28.

5.4.2.2 Les éprouvettes pour essai de trempabilité à cœur doivent être chauffées dans un four à atmosphère neutre ou réductrice jusqu'à la température de trempe prévue pour l'essai de trempabilité dans le tableau 28, puis conservées à cette température jusqu'à l'austénitisation complète. Elles doivent ensuite être rapidement sorties du four et trempées rapidement

jusqu'à équilibre thermique dans un bain d'huile de trempe à haut rendement à 50 °C, la vitesse d'immersion étant d'environ 0,25 m/s. Les échantillons doivent alors être entaillés jusqu'au centre, transversalement à leur axe longitudinal et cassés. La surface de la cassure doit être meulée dans des conditions ne provoquant pas de trempe, de manière à permettre la détermination de la dureté à cœur, suivant l'ISO/R 80.

5.4.3 Essai de traction

L'essai doit être réalisé conformément aux indications de l'ISO 82 ou de l'ISO 89.

5.4.4 Essai de résilience

L'essai de résilience doit être effectué conformément à l'ISO 83. Par accord spécial entre l'acheteur et le fournisseur, on peut exécuter en variante un essai de résilience sur éprouvette bi-appuyée (entaille en V) conformément à l'ISO 148. Dans ce cas, les valeurs garanties doivent faire l'objet d'un accord lors de la demande d'offre et de la commande. Sauf spécification contraire à ce moment, la valeur de résilience est déterminée en faisant la moyenne arithmétique de trois résultats d'essai.

5.4.5 Structure

5.4.5.1 La détermination de la grosseur du grain austénitique des aciers doit être faite suivant l'ISO/R 643 sur des éprouvettes préparées conformément aux indications de 5.3.5.1.

5.4.5.2 Pour déterminer le degré de globularisation de la cémentite, on examine les coupes micrographiques sous un grossissement de 500 X en général et on les évalue, le cas échéant, à l'aide d'images types agréées au moment de la demande d'offre et de la commande.

5.4.6 Examen de la santé interne et externe

5.4.6.1 Les éprouvettes pour essai de refoulement à froid doivent être refoulées à température ambiante à 1/3 de leur hauteur initiale. La fréquence et l'importance des défauts justifiant un rebut doivent être agréées au moment de la demande d'offre et de la commande.

Si à cause du trop grand diamètre de l'échantillon ou du manque de puissance des presses, l'essai de refoulement ne peut être réalisé à la température ambiante, il peut être effectué par accord à environ 500 °C. Toute autre exigence et condition d'essai peut, si nécessaire, être convenue lors de la demande d'offre et de la commande.

5.4.6.2 On peut procéder à un examen de surface des barres en acier des types indiqués aux tableaux 7, 11, 18 et 19 et des types ferritiques et martensitiques du tableau 29. Les méthodes à utiliser sont laissées à l'initiative du producteur sauf spécification contraire au moment de la demande d'offre et de la commande.

Si au moment de la demande d'offre et de la commande on s'est mis d'accord sur une profondeur admissible des défauts de surface, tout défaut présumé est limé jusqu'à sa disparition; on mesure alors la différence d'épaisseur avant et après limage. On peut également, en cas d'incertitude quant à l'acceptabilité d'un défaut, procéder à un essai de refoulement à froid, suivant 5.4.6.1, sur une éprouvette présentant le défaut en question ou un défaut équivalent.

5.4.6.3 Pour vérifier la décarburation des produits (voir ISO 3887), on mesure généralement au microscope la profondeur de la zone ferritique complètement décarburée et celle de la zone ferrito-perlitique partiellement décarburée. Le mesurage s'effectue sous un grossissement de 100 X aux quatre extrémités de deux diamètres perpendiculaires du plan décapé. Le point de départ intérieur choisi pour le mesurage de la profondeur de décarburation ferrito-perlitique est le point où commence une diminution marquée de la teneur en perlite (soit généralement aux 2/3 environ de la hauteur totale de la zone ferrito-perlitique décarburée). On calcule alors la moyenne des quatre mesures obtenues de cette manière.

En cas de litige, la décarburation doit être vérifiée par des mesurages de microdureté (HV 0,3) sur les deux diamètres. On prend comme profondeur de décarburation la moyenne des distances e_1 , e_2 , e_3 et e_4 (voir figure 3). Chaque valeur e_1 à e_4 représente, d'après la figure 3, la distance entre la surface et le point le plus voisin du diamètre correspondant où la dureté représente 80 % de la dureté maximale qui, dans le cas d'une décarburation, est mesurée sur l'extérieur de la coupe micrographique.

5.5 Contre-essais

Pour les contre-essais, appliquer l'ISO/R 404.

5.6 Certification des essais

L'ISO/R 404 est applicable. Les documents valables étant principalement :

- l'attestation de conformité à la commande, ou
- le procès-verbal de contrôle de la qualité, ou
- le certificat de contrôle des produits par l'usine, ou
- le certificat d'essai, ou
- le procès-verbal de réception.

6 Réclamations

6.1 Se reporter à l'ISO/R 404 pour les conditions de réclamation.

6.2 La détection des défauts superficiels préjudiciables aux opérations de refoulement ou d'extrusion à froid étant impossible sur les bobines, il est admis qu'une certaine longueur de fil puisse présenter des défauts. Le pourcentage maximal admissible de longueur doit être convenu entre l'acheteur et le fournisseur au moment de la demande d'offre et de la commande.

Tableau 5 — Types de classes de caractéristiques et caractéristiques exigées correspondantes

1	2	3													4				7	8							
		Classe de caractéristiques ¹⁾													Résultats requis pour												
Ligne n°	Caractéristiques de qualité	1r	2r	20r	21r	3r	4r	5r	6r	7r	8r	9r	10r	11r	20w	21w	3w	4w	5w	7w	8w	9w	aciers non traités	aciers de cimentation	aciers pour trempes et revenu	aciers inoxydables	aciers au bore pour trempes et revenu
		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	Composition chimique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8.2	10.2	12.2	14.2	12.2
2	Trempabilité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	Essai de trempes en bout	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2b	Essai de trempes à cœur	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
3	Propriétés mécaniques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3a	dans l'état habituel pour convoyage ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3b	barreaux d'essai de référence à cimentation simulée de 16,30 ou 63 mm de diamètre ³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3c	barreaux d'essai de référence pour trempes et revenu de 16 mm de diamètre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3d	barreaux d'essai de référence pour trempes et revenu de section de référence ⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3e	barreaux d'essai de référence en acier inoxydable ⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Grosses de grain austénitique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sphéroïdisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Défauts internes et externes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6a	Trempabilité à froid	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
6b	Qualité de surface	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4.7.2	4.7.2	4.7.2	4.7.2	4.7.2
6c	Décarburation ⁶⁾	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4.7.3	4.7.3	4.7.3	4.7.3	4.7.3

1) Les numéros des classes de caractéristiques sont à considérer comme provisoires en attendant l'établissement d'une classification systématique des classes de caractéristiques.
 2) Voir tableau 4, note 2.
 3) Le diamètre pour lequel sont spécifiées les propriétés mécaniques doit être indiqué dans la commande. Dans le cas contraire, le producteur est autorisé à utiliser un échantillon du diamètre inférieur le plus voisin à celui du produit, parmi les trois diamètres mentionnés.
 4) L'une des considérations les plus importantes pour le choix d'un acier est de savoir si les propriétés mécaniques requises peuvent être obtenues sur le produit des dimensions et forme spécifiées au moment du traitement thermique. La portion la plus importante du produit, du point de vue des propriétés mécaniques obtenues par traitement thermique, est dite «Section de référence», et doit toujours être indiquée en termes de diamètre de barre ronde équivalente (voir figure 2).
 5) En cas de litige et sauf spécification contraire à la commande, le diamètre du barreau d'essai de référence à l'état de traitement thermique indiqué au tableau 33 doit être celui du produit.
 6) Seulement pour les aciers pour trempes et revenu (voir tableaux 18 et 19) et pour les aciers inoxydables martensitiques (voir tableau 29).

Tableau 6 — Unité d'essai et nombre d'échantillons et éprouvettes

Ligne n°	Caractéristique de qualité	Unité d'essai ¹⁾	Nombre de produits échantillons	Nombre d'éprouvettes par produits échantillons
1	Composition chimique	voir 5.2.1	voir 5.2.1	voir 5.2.1
2	Trempabilité			
2a	Essai de trempe en bout	C	1 par coulée	1
2b	Essai de trempe à cœur	C	1 par coulée	1
3	Propriétés mécaniques			
3a	dans l'état habituel pour corroyage ²⁾	C ³⁾ + D ⁴⁾ + T	2 par 10 t ou cassés 10 t	1
3b	barreaux d'essai de référence à cémentation simulée de 16, 30 ou 63 mm de diamètre ⁵⁾	C	1 par coulée	3 éprouvettes de résilience ISO à entaille en U ⁶⁾ et 1 éprouvette de traction
3c	barreaux d'essai de référence pour trempe et revenu de 16 mm de diamètre	C	1 par coulée	
3d	barreaux d'essai de référence pour trempe et revenu de section de référence ⁷⁾	C	1 par coulée	
3e	barreaux d'essai de référence en acier inoxydable ⁸⁾	C	1 par coulée	
4	Grosseur de grain austénitique	C	1 par coulée	1
5	Sphéroïdisation	C + D ⁴⁾ + T	2 par 10 t ou cassés 10 t	1
6	Défauts internes et externe			
6a	Trempabilité à froid	C ³⁾ + D + T	à convenir au moment de la demande d'offre et de la commande	1
6b	Qualité de surface	C ³⁾ + D + T		
7	Décarburation ⁹⁾	C + D + T	2 par 10 t ou cassés 10 t	1

1) Les essais doivent être effectués séparément pour chaque coulée (symbole c), ou pour chaque coulée, chaque dimension et chaque traitement (symboles C + D + T).

2) Voir note du tableau 4.

3) Si, pour les aciers du tableau 7, aucune séparation des coulées n'a été convenue lors de la demande d'offre et de la commande, les essais doivent être effectués pour chaque type d'acier.

4) Si la livraison comporte des barres ou des fils de section transversale d'un rapport inférieur à 3 : 1, ces produits peuvent être regroupés en une seule unité d'essai.

5) Le diamètre pour lequel sont spécifiées les propriétés mécaniques doit être indiqué dans la commande. Dans le cas contraire, le producteur est autorisé à utiliser un échantillon du diamètre inférieur le plus voisin à celui du produit, parmi les trois diamètres mentionnés.

6) Si possible et si l'on n'a pas convenu d'une seule éprouvette au moment de la demande d'offre et de la commande.

7) L'une des considérations les plus importantes pour le choix d'un acier est de savoir si les propriétés mécaniques requises peuvent être obtenues sur le produit des dimensions et forme spécifiées au moment du traitement thermique. La portion la plus importante du produit du point de vue des propriétés mécaniques obtenues par traitement thermique est dite «Section de référence» et doit toujours être indiquée en termes de diamètre de barre ronde équivalente (voir figure 2).

8) En cas de litige et sauf spécification contraire à la commande, le diamètre du barreau d'essai de référence à l'état de traitement thermique indiqué au tableau 33 doit être celui du produit.

9) Seulement pour les aciers pour trempe et revenu (voir tableaux 18 et 19) et pour les aciers inoxydables martensitiques (voir tableau 29).

Dimensions en millimètres

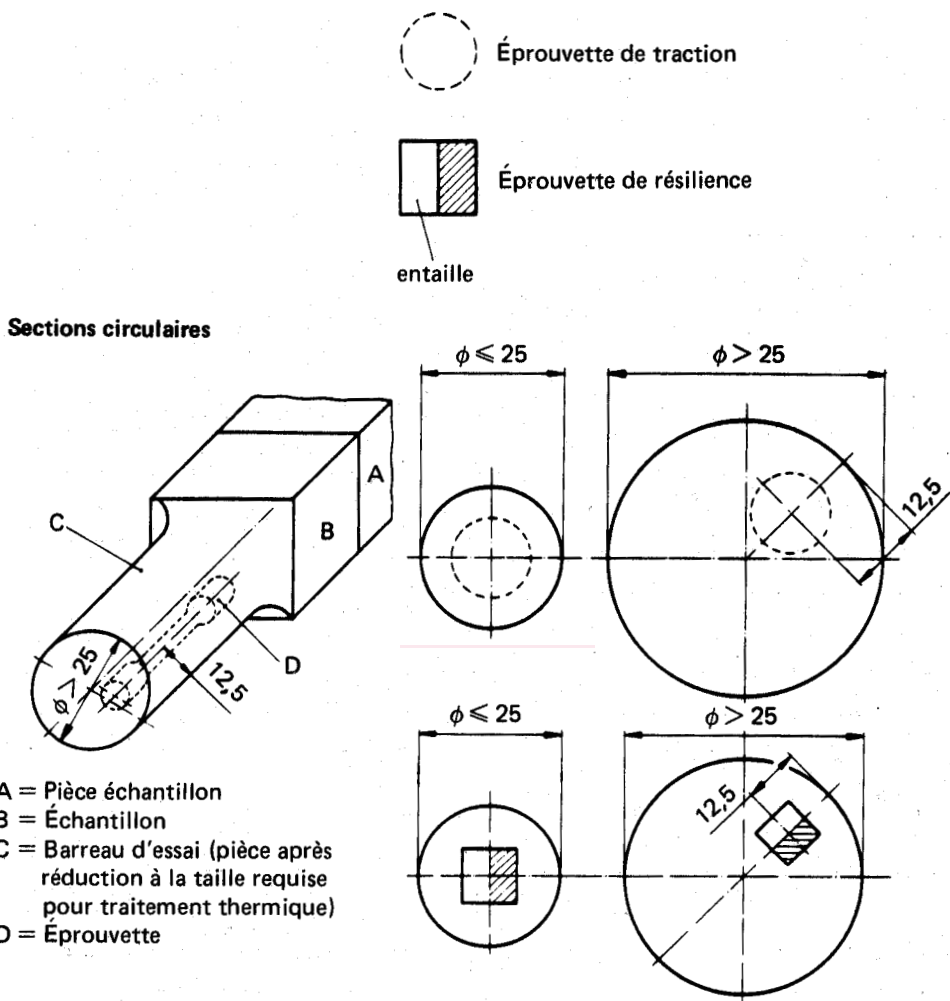


Figure 1 — Emplacement des éprouvettes de traction et de résilience dans les produits