

NF EN ISO 642

OCTOBRE 1999

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients Saga Web.
Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of Saga Web customers.
All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

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 accord formel.

Contacteur :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

afnor

Saga Web

Pour : ENSAM

Client : 7019800

le : 26/09/2013 à 16:09

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

FA046341

ISSN 0335-3931

norme européenne

NF EN ISO 642

Octobre 1999

norme française

Indice de classement : A 04-303

ICS : 77.040.99

Acier

Essai de trempabilité par trempe en bout (Essai Jominy)

E : Steel — Hardenability test by end quenching (Jominy test)

D : Stähle — Stirnabschreckversuch (Jominy-Versuch)

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 30 septembre 1999 pour prendre effet le 30 octobre 1999.

Remplace la norme homologuée NF A 04-303, de juin 1979.

Correspondance

La Norme européenne EN ISO 642:1999 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la norme internationale ISO 642:1999.

Analyse

Le présent document spécifie la méthode de détermination de la trempabilité de l'acier par trempe en bout (essai Jominy).

Descripteurs

Thésaurus International Technique : produit sidérurgique, acier, essai physique, essai Jominy, trempabilité, trempe, préparation de spécimen d'essai, mesurage de dureté.

Modifications

Par rapport au document remplacé, adoption de la norme européenne.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55



Essais macrographiques et métallographiques

BNS 3.10

Membres de la commission de normalisation

Président : M KOZLOWSKI

Secrétariat : BNS

M	BRAND	CETIM
M	CLEMENT	TECPHY
M	CORNEVIN	SOLLAC FOS
M	FALLOUEY	SETVAL
M LLE	GESLIN	AFNOR
M	GRELLIER	AUBERT ET DUVAL
M	GRILLON	MICHELIN et Cie
M	GUYON	UNM
MME	MAINY	CREUSOT LOIRE INDUSTRIE
M	MEGOZ	CTDEC
MME	MERLE	ASCOMETAL
M	PICHARD	ASCOMETAL

Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

EN ISO 6507-1	: NF EN ISO 6507-1 (indice de classement : A 03-154-1)
EN ISO 6508-1	: NF EN ISO 6508-1 (indice de classement : A 03-153-1)
EN ISO 6508-2	: NF EN ISO 6508-2 (indice de classement : A 03-153-2)
EN ISO 6508-3	: NF EN ISO 6508-3 (indice de classement : A 03-153-3)

La norme française enregistrée A 04-303, de juin 1979, présente une large concordance technique avec la norme internationale ISO 642. La seule divergence concerne l'expression de l'indice de trempabilité, celle retenue dans la norme enregistrée A 04-303 correspondant à la pratique industrielle française.

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN ISO 642

Septembre 1999

ICS : 77.040.99

Version française

**Acier —
Essai de trempabilité par trempe en bout (Essai Jominy)
(ISO 642:1999)**

**Stähle —
Stimabschreckversuch (Jominy-Versuch)
(ISO 642:1999)**

**Steel —
Hardenability test by end quenching (Jominy test)
(ISO 642:1999)**

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 16 août 1999.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Avant-propos

Le présent document a été préparé par l'ISO/TC 17 «Acier» en collaboration avec le Comité Technique ECISS/TC 2 «Steel — Physico-chemical and non-destructive testing» dont le secrétariat est tenu par AFNOR.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mars 2000, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 2000.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre ce document en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

Notice d'entérinement

Le texte de la norme internationale ISO 642:1999 a été approuvé par le CEN comme norme européenne sans aucune modification.

NOTE Les références normatives aux normes internationales sont mentionnées en annexe ZA (normative).

ISO 642:1999(F)

Sommaire

1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Principe.....	1
4	Symboles et désignations	2
5	Forme et préparation des éprouvettes	2
6	Appareillage	3
7	Chauffage et trempe de l'éprouvette.....	6
8	Préparation pour le mesurage de la dureté après trempe et mesurage.....	6
9	Expression des résultats	7
10	Rapport d'essai	8
	Annexe A (informative) Spécification de la trempabilité d'un produit	10
	Annexe B (informative) Information complémentaire à l'article 10	13
	Annexe C (informative) Calcul des courbes Jominy.....	15
	Bibliographie	16

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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 642 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 7, *Méthodes d'essais (autres que les essais mécaniques et les analyses chimiques)*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 642:1979), dont elle constitue une révision technique.

Les annexes A, B et C de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

Acier — Essai de trempabilité par trempe en bout (Essai Jominy)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la méthode de détermination de la trempabilité de l'acier par trempe en bout (essai Jominy), à l'aide d'une éprouvette de 25 mm de diamètre et 100 mm de longueur.

NOTE Par accord et pour un domaine donné d'application, l'essai décrit dans la présente Norme internationale peut être remplacé par le calcul de la courbe Jominy conformément à un modèle mathématique accepté (voir annexe C). En cas de litige, l'essai doit être effectué.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 6507-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1: Méthode d'essai.*

ISO 6508-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell — Partie 1: Méthode d'essai (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).*

ISO 6508-2, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell — Partie 2: Vérification et étalonnage des machines d'essai (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).*

ISO 6508-3, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell — Partie 3: Étalonnage des blocs de référence (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).*

3 Principe

L'essai consiste

- à chauffer une éprouvette cylindrique à une température spécifiée dans le domaine austénitique pendant une durée déterminée;
- à la tremper par arrosage à l'eau sur l'une de ses extrémités dans des conditions spécifiées;
- à mesurer la dureté en certains points fixés sur les méplats longitudinaux faits sur l'éprouvette, en vue de caractériser la trempabilité de l'acier par les variations de cette dureté.

4 Symboles et désignations

Symbole	Désignation	Valeur
L	Longueur totale de l'éprouvette	$(100 \pm 0,5)$ mm
D	Diamètre de l'éprouvette	$(25^{+0,5}_0)$ mm
t	Durée du maintien de l'éprouvette à la température de chauffage	(30^{+5}_0) min
t_m	Délai maximal entre la sortie de l'éprouvette du four et le début de la trempe	5 s
T	Température de l'eau de refroidissement	(20 ± 5) °C
a	Diamètre intérieur de la buse verticale d'arrivée d'eau	$(12,5 \pm 0,5)$ mm
h	Hauteur du jet d'eau en l'absence de l'éprouvette	(65 ± 10) mm
l	Distance de l'extrémité de l'ajutage à la base de l'éprouvette	$(12,5 \pm 0,5)$ mm
e	Profondeur des méplats pour le mesurage de la dureté	$(0,4 \text{ à } 0,5)$ mm
d	Distance, en millimètres, des points de mesurage de la dureté à l'extrémité trempée	
J_{xx-d}	Indice de trempabilité Jominy à la distance, d , en Rockwell HRC-mm	
JHV_{xx-d}	Indice de trempabilité Jominy à la distance, d , en Vickers HV 30-mm	

5 Forme et préparation des éprouvettes

5.1 Échantillonnage

En l'absence d'indications dans la norme de produit et sauf autres dispositions prévues par accord à la commande, et quelle que soit l'épaisseur (ou le diamètre) du produit, le prélèvement des éprouvettes dans le produit peut être effectué

- soit par corroyage à chaud – laminage ou forgeage – d'éprouvettes de 30 mm à 32 mm de diamètre;
- soit par usinage d'éprouvettes de diamètre $(25^{+0,5}_0)$ mm ayant leur axe à une distance d'au moins (20^{+5}_0) mm de la surface du produit (voir Figure 1).

Dans le cas de produits de coulée continue, un taux de corroyage minimal de 8:1 est recommandé avant d'effectuer l'échantillonnage.

Dans les opérations de formage précédant l'usinage de l'éprouvette, la déformation du produit doit être aussi uniforme que possible à partir de toutes ses faces.

Dans le cas d'un lingotin de coulée, la section initiale avant déformation doit être au moins trois fois celle correspondant au diamètre requis de 30 mm à 32 mm.

Par accord particulier, l'éprouvette peut être obtenue par un procédé approprié de moulage et doit être utilisée à l'état brut de moulage.

Les méplats de l'éprouvette doivent avoir leur axe situé à peu près à la même distance de la surface du produit (voir Figure 1). Dans ce but, l'éprouvette doit être marquée afin que sa position dans la barre puisse être clairement déterminée.

5.2 Dimensions de l'éprouvette

5.2.1 L'éprouvette doit être constituée par un barreau cylindrique usiné, de 25 mm de diamètre et de 100 mm de longueur.

5.2.2 L'extrémité de l'éprouvette qui ne sera pas trempée doit avoir un diamètre compris entre 30 mm et 32 mm ou égal à 25 mm, selon sa forme. Deux exemples d'éprouvettes avec un collet ou une saignée (pour permettre à l'aide d'un support approprié une mise en position et centrage rapides pour l'opération de trempé) sont donnés à la Figure 2.

5.2.3 L'éprouvette doit porter, si nécessaire, des repères (sur l'extrémité opposée à l'extrémité destinée à être trempée), tels qu'ils permettent de retrouver son orientation par rapport au produit d'origine.

5.3 Traitement thermique

Sauf accord contraire, l'éprouvette doit subir un traitement de normalisation avant l'usinage et l'opération de trempé. Le traitement de normalisation doit être effectué à la température moyenne de la fourchette de température spécifiée dans la norme de produit. Si la norme de produit ne précise pas une température de normalisation, celle-ci doit faire l'objet d'un accord particulier ou être choisie par le laboratoire d'essai. La durée de maintien à la température de normalisation doit être de $(30 \pm 5)_0$ min.

Le traitement thermique doit être, dans chaque cas, effectué de façon que l'éprouvette usinée ne présente aucune trace de décarburation.

5.4 Usinage

La surface cylindrique de l'éprouvette doit être usinée par tournage fin; la surface de l'extrémité à tremper de l'éprouvette doit avoir un fini raisonnablement fin, obtenu de préférence par rectification, et ne doit pas présenter de bavures (voir Figure 2).

6 Appareillage

L'appareillage est constitué par un dispositif de trempé de l'éprouvette.

6.1 Le dispositif de trempé comprend essentiellement un moyen d'amenée subite du jet d'eau frappant l'extrémité de l'éprouvette à tremper. Ceci peut être réalisé par exemple par un robinet à action rapide et un système de réglage du débit d'eau ou un disque permettant l'ouverture et l'interruption rapide du jet d'eau (voir Figure 3). Dans le cas du robinet à action rapide, la largeur du tuyau d'arrivée d'eau, derrière le robinet, doit être d'au moins 50 mm, afin de garantir un écoulement non perturbé de l'eau.

6.2 Les positions relatives de la buse et du support d'éprouvette doivent être telles que la distance entre la buse et la face à tremper de l'éprouvette soit de $(12,5 \pm 0,5)$ mm (voir Figure 3).

6.3 Le support d'éprouvette doit permettre le centrage précis de l'éprouvette au-dessus de la buse et assurer sa fixité pendant l'arrosage. Il doit être sec lorsqu'on y fixe l'éprouvette; celle-ci doit être protégée contre toute projection d'eau pendant sa mise en place, ainsi qu'avant et pendant la trempé en bout proprement dite.

6.4 La hauteur du jet d'eau au-dessus du plan de la buse, et en l'absence d'éprouvette, doit être de (65 ± 10) mm (voir Figure 4).

La température de l'eau dans le tuyau doit être de (20 ± 5) °C.

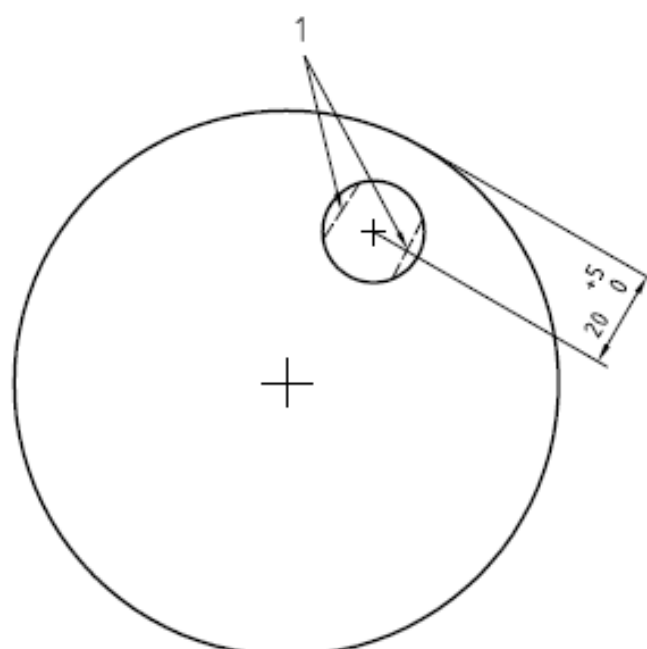
Dans le cas d'essais comparatifs, les essais doivent être effectués avec la même température de l'eau.

ISO 642:1999(F)

© ISO

6.5 L'éprouvette doit être à l'abri des courants d'air pendant le chauffage et la trempe.

Dimensions en millimètres



Légende

1 Méplats d'essai

Figure 1 — Prélèvement par usinage de l'éprouvette

Dimensions en millimètres

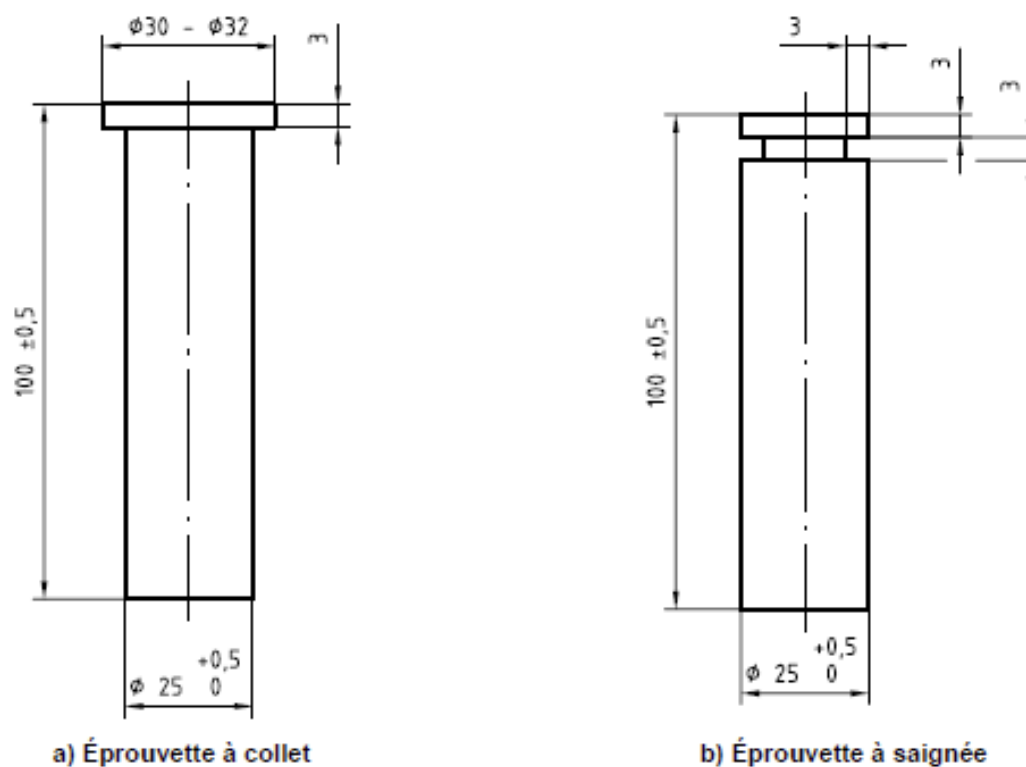
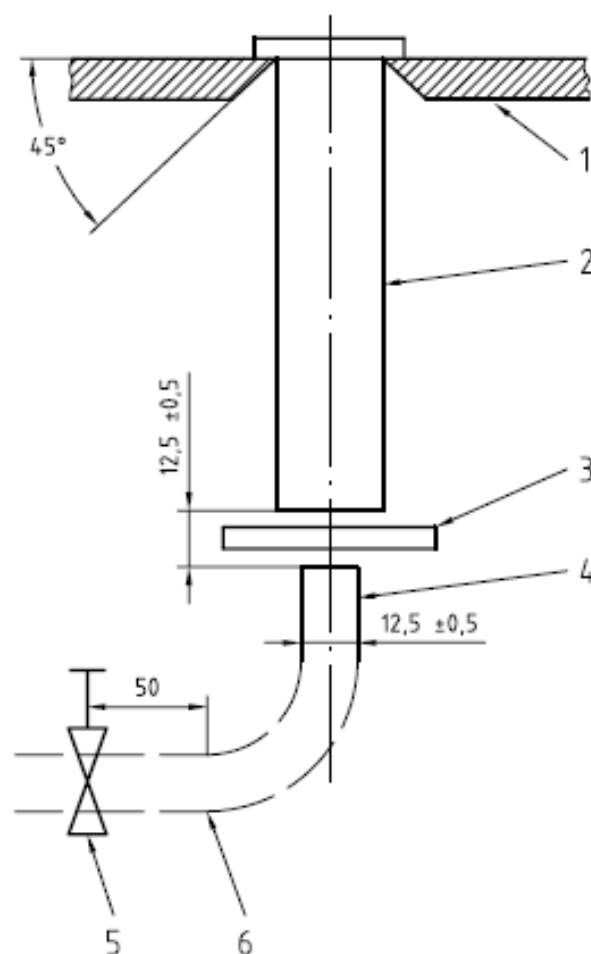


Figure 2 — Dimensions de l'éprouvette

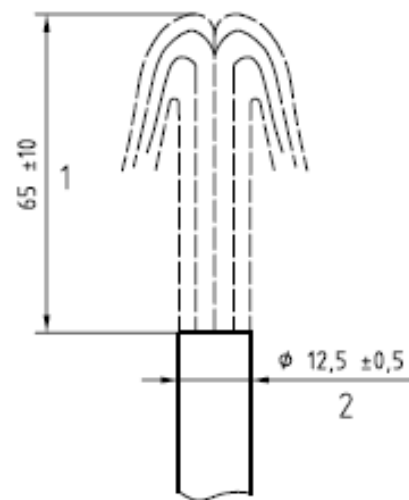
Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 Dispositif de fixation et de centrage de l'éprouvette
- 2 Éprouvette en place
- 3 Disque
- 4 Buse d'arrosage
- 5 Vanne à ouverture rapide
- 6 Tuyau d'amenée d'eau

Figure 3 — Schéma du dispositif de trempe

Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 Hauteur du jet d'eau libre
- 2 Diamètre de l'orifice de la buse d'arrosage

Figure 4 — Extrémité de la buse d'arrosage

7 Chauffage et trempe de l'éprouvette**7.1 Chauffage**

7.1.1 L'éprouvette doit être chauffée de manière uniforme pendant au moins 20 min et maintenue durant $(30 \pm 5)_0^5$ min à la température spécifiée par la norme de produit correspondante, ou fixée par convention particulière. Pour certains types particuliers de fours, cette durée peut être déterminée sur la base de résultats d'expériences préalables établissant la durée minimale nécessaire pour que le cœur de l'éprouvette atteigne la température voulue (cette température peut être vérifiée au moyen, par exemple, d'un thermocouple disposé dans un trou percé suivant l'axe de l'éprouvette, côté tête).

7.1.2 Toutes précautions doivent être prises pour minimiser la décarburation de l'éprouvette ou sa carburation et éviter une oxydation marquée avec formation de calamine.

7.2 Trempe

7.2.1 Le temps écoulé entre la sortie de l'éprouvette du four et le début de l'arrosage ne doit pas excéder 5 s.

Pendant sa sortie du four et son positionnement sur le support, l'éprouvette ne doit être tenue avec une pince que par l'extrémité qui n'a pas été trempée, soit sur le côté du collet, soit sur le côté de la saignée.

7.2.2 L'arrosage doit durer au moins 10 min. Ce délai écoulé, le refroidissement de l'éprouvette peut être parachevé par son immersion dans l'eau froide.

8 Préparation pour le mesurage de la dureté après trempe et mesurage

8.1 Préparer, par meulage de la surface, deux méplats pour le mesurage de la dureté, situés à 180° l'un de l'autre et parallèles à l'axe de l'éprouvette. Dans le cas d'éprouvettes préparées par usinage, les deux méplats doivent être à la même distance de la surface du produit (voir Figure 1). Leur profondeur doit être de 0,4 mm à 0,5 mm. Ces

méplats doivent être usinés sous arrosage abondant avec une meule à grains fins, de façon à éviter tout échauffement capable de modifier la structure micrographique de l'éprouvette.

8.2 L'absence de revenu dû au meulage doit être vérifiée comme suit: immerger l'éprouvette dans une solution d'acide nitrique à 5 % (V/V) dans l'eau, jusqu'à noircissement complet. La coloration obtenue doit être uniforme.

Dans le cas où des taches indiquent la présence de points doux, faire deux nouveaux méplats à 90° et les attaquer comme indiqué ci-dessus pour s'assurer qu'ils sont acceptables. Dans ce cas, les mesures de dureté doivent être réalisées sur ce second jeu de méplats et ceci doit être noté dans le rapport d'essai.

8.3 Prendre les précautions voulues pour assurer un bon support de l'éprouvette et sa stabilité pendant le mesurage.

Le dispositif assurant le déplacement de l'éprouvette sur la machine d'essai de dureté doit permettre un centrage précis du méplat et un espacement des empreintes de $\pm 0,1$ mm. Les empreintes de dureté HRC doivent être effectuées selon l'ISO 6508-1, l'ISO 6508-2 et l'ISO 6508-3, le long de l'axe des deux méplats.

8.3.1 Par accord, les mesures de la dureté Rockwell C peuvent être remplacées par des mesures de dureté Vickers HV 30 selon l'ISO 6507-1.

8.3.2 Il est nécessaire de s'assurer qu'aucun rebord saillant des empreintes de dureté faites sur le premier méplat n'influence les mesures effectuées sur le second méplat.

8.4 Les emplacements des points de mesure doivent être tels qu'ils permettent l'une ou l'autre des deux déterminations suivantes:

- a) construction d'une courbe représentative des variations de la dureté (voir 8.4.1);
- b) détermination de la dureté en un ou plusieurs points spécifiés (voir 8.4.2).

8.4.1 Construction d'une courbe représentative de la dureté

8.4.1.1 Dans le cas général, les distances, exprimées en millimètres, des huit premiers points pris à partir de l'extrémité trempée, sont les suivantes (voir Figure 5):

1,5 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11 - 13 - 15

Les espacements des points suivants sont, en général, de 5 mm.

8.4.1.2 Dans le cas d'aciers à faible trempabilité, le premier point de mesure doit être à 1,0 mm de l'extrémité trempée; les points suivants doivent se situer à 1,0 mm les uns des autres jusqu'à une distance de 11 mm de l'extrémité trempée. Les cinq derniers points doivent être respectivement à 13 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm et 30 mm de l'extrémité trempée.

NOTE Il est évident que les distances entre chaque empreinte de dureté indiquées en 8.4.1.1 et 8.4.1.2 ne seront pas toujours conformes aux distances minimales stipulées dans l'ISO 6508. Pour les besoins de la présente Norme internationale, il est cependant considéré que les valeurs obtenues pour la dureté seront, en général, suffisamment précises.

8.4.2 Détermination de la dureté aux points spécifiés

La détermination de la dureté peut être effectuée en un ou plusieurs points, situés à des distances spécifiées de l'extrémité, et pouvant ou non comprendre le premier point défini respectivement en 8.4.1.1 et 8.4.1.2.

9 Expression des résultats

9.1 Dureté en un point quelconque

À chaque distance d , la dureté retenue doit être la moyenne des mesures faites à cette même distance d sur chacun des deux méplats spécifiés en 8.1, et la valeur est en principe arrondie à 0,5 HRC ou 10 HV.

9.2 Tracé des courbes de dureté

Les distances d doivent être portées en abscisses et les duretés correspondantes en ordonnées. Il est recommandé d'utiliser les échelles suivantes:

- en abscisses: soit 10 mm correspondant à une distance de 5 mm, soit 10 mm correspondant à une distance de 1 mm pour les aciers à faible trempabilité;
- en ordonnées: 10 mm correspondant à 5 HRC ou 50 HV.

NOTE Lorsque les courbes Jominy sont produites par des dispositifs assistés par ordinateur, le programme de l'ordinateur établit automatiquement les échelles des axes.

9.3 Description des caractéristiques de trempabilité d'un acier déterminé

Utiliser l'une des méthodes suivantes:

- a) tracé de la courbe de dureté;
- b) détermination de la dureté en trois points dont le point situé à 1,5 mm (1 mm pour les aciers à faible trempabilité) de l'extrémité trempée, les deux autres points étant fixés par accord particulier;
- c) détermination de la dureté en deux points situés à des distances fixées par accord particulier;
- d) détermination de la dureté à une distance déterminée de l'extrémité trempée;
- e) tableaux des couples de valeurs dureté-distance.

9.4 Codification des résultats d'essais

Le résultat de l'essai peut être exprimé sous la forme suivante: lettre J suivie de deux nombres comme suit:

J_{xx-d}

où

xx est la dureté HRC ou HV 30;

d est la distance du point de mesure à l'extrémité trempée, exprimée en millimètres.

EXEMPLE

J35-15 signifie qu'à 15 mm de l'extrémité trempée, la dureté est 35 HRC (voir Figure 6);

JHV 450-10 signifie qu'à 10 mm de l'extrémité trempée, la dureté est de 450 HV 30.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) référence à la présente Norme internationale, c'est-à-dire à l'ISO 642;
- b) nuance de l'acier;
- c) numéro de coulée;
- d) composition chimique;
- e) mode de prélèvement;

© ISO

ISO 642:1999(F)

- f) conditions de traitement de normalisation et de chauffage de l'éprouvette;
- g) méthode de mesure de dureté utilisée;
- h) résultat de l'essai.

NOTE Il est recommandé de noter la température de l'eau en vue de permettre la comparaison des résultats.

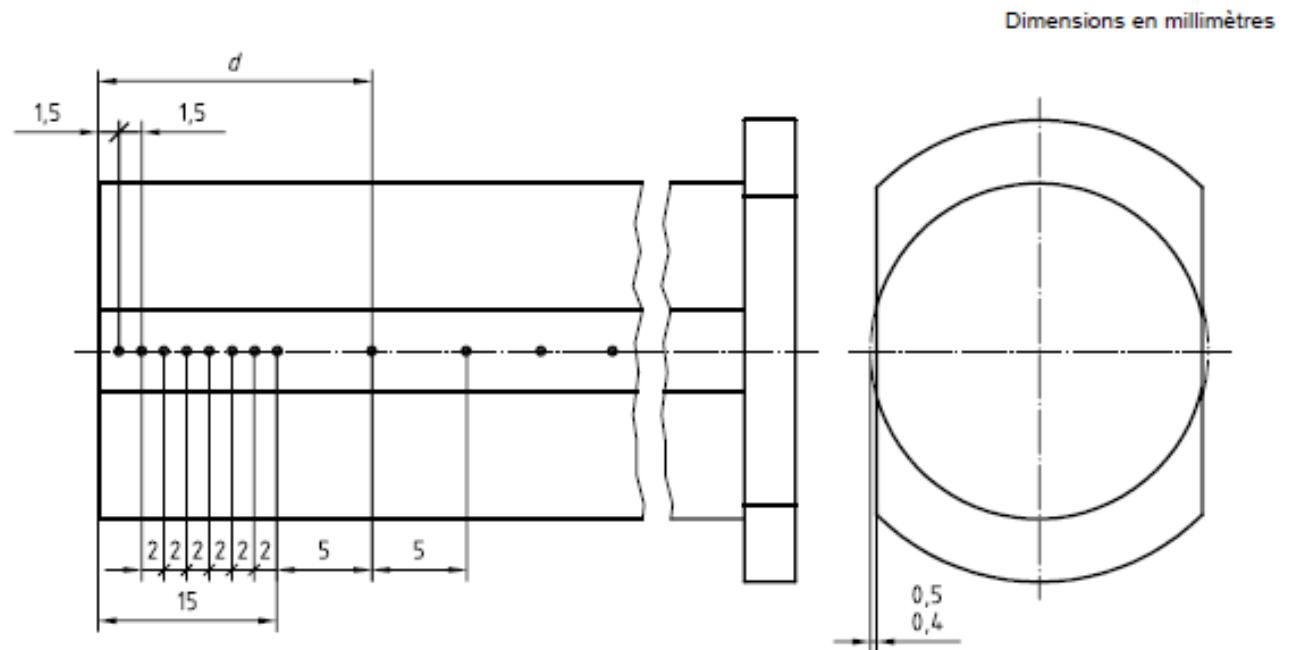


Figure 5 — Préparation de l'éprouvette pour la mesure de la dureté et emplacement des points de mesure de dureté

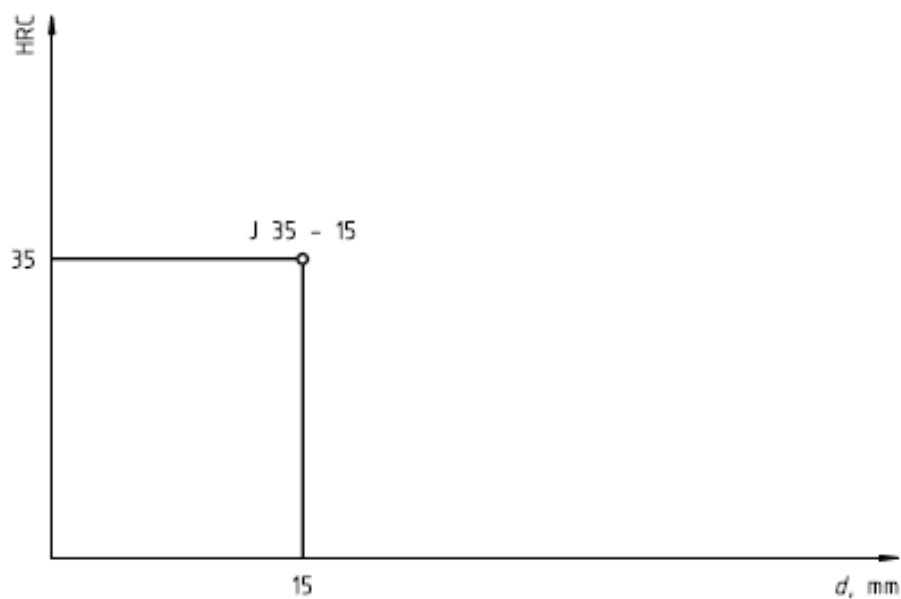


Figure 6 — Dureté à une distance d de 15 mm

Annexe A (informative)

Spécification de la trempabilité d'un produit

A.1 Méthodes

Utiliser l'une des méthodes suivantes:

- a) spécifier la (les) courbe(s) de la trempée en bout (essai Jominy) de pénétration de trempée, en fixant
 - 1) une courbe limite au-dessus de laquelle doit se trouver la courbe de la trempée en bout (essai Jominy) de pénétration de trempée de l'acier; ou
 - 2) une courbe limite au-dessous de laquelle doit se trouver la courbe de la trempée en bout (essai Jominy) de pénétration de trempée de l'acier; ou
 - 3) l'intervalle entre les courbes de la trempée en bout (essai Jominy) supérieure et inférieure entre lesquelles doit se trouver la courbe de l'acier (voir Figure A.1);
- b) préciser les points particuliers de la courbe Jominy qui peuvent être
 - une limite supérieure;
 - ou une limite inférieure;
 - ou une fourchette entre ces deux limites;
 - i) en indiquant la distance à l'extrémité trempée pour une dureté donnée; ou
 - ii) en indiquant la dureté pour une distance donnée à la face trempée.

A.2 Spécification de la trempabilité

Il est également possible de spécifier la trempabilité comme suit:

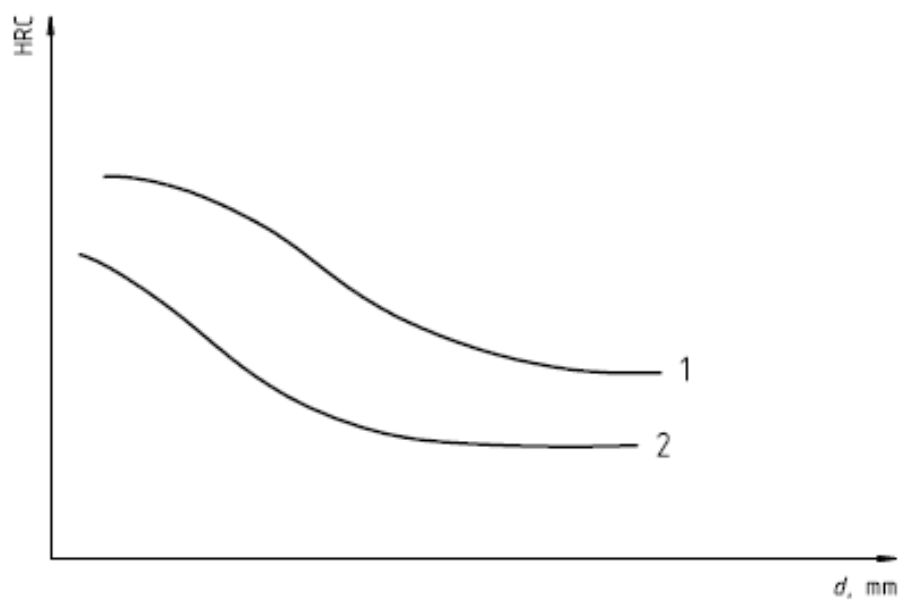
A.2.1 J 45-6/18 signifie que la dureté passe par la valeur 45 HRC par un point situé entre 6 mm et 18 mm de l'extrémité trempée (voir Figure A.2);

A.2.2 J 35/48-15 signifie qu'à une distance de 15 mm de l'extrémité trempée, la dureté HRC a une valeur comprise entre 35 HRC et 48 HRC (voir Figure A.3);

A.2.3 J HV 340/490-15 signifie qu'à une distance de 15 mm de l'extrémité trempée, la dureté Vickers a une valeur comprise entre 340 HV et 490 HV.

A.2.4 Dans certains pays la codification suivante est utilisée.

J 15=35/45 signifie qu'à une distance de 15 mm de l'extrémité trempée, la dureté HRC a une valeur comprise entre 35 et 45.



Légende

- 1 Limite supérieure
- 2 Limite inférieure

Figure A.1 — Spécification de la trempabilité par deux courbes limites

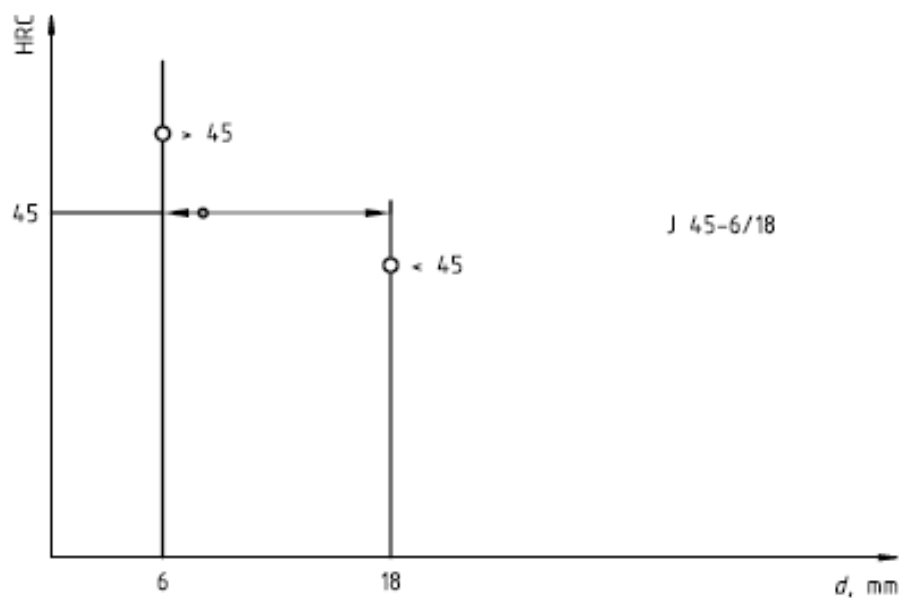


Figure A.2 — Spécification de l'aptitude à la trempé par une valeur de dureté donnée entre deux limites de distance

ISO 642:1999(F)

© ISO

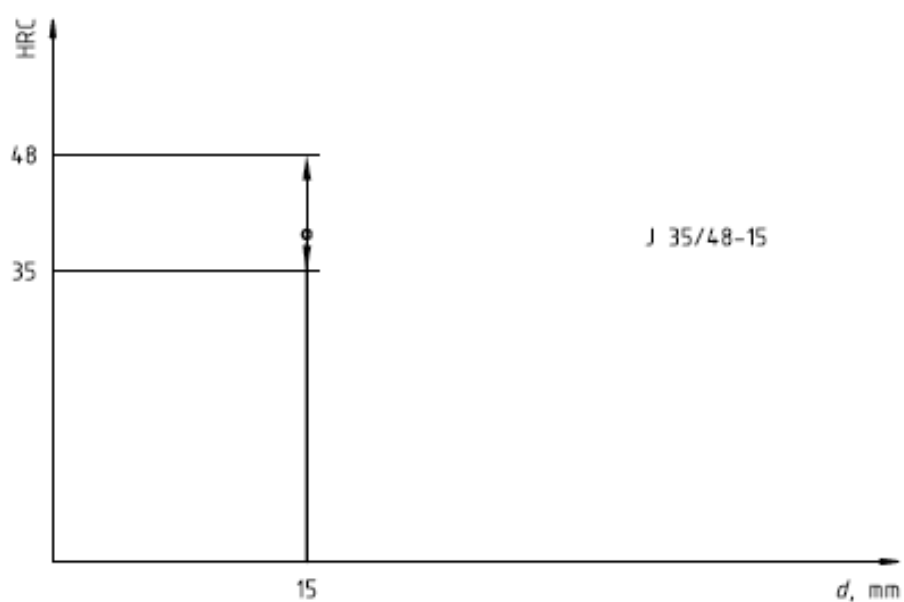


Figure A.3 — Spécification de la trempabilité pour une fourchette de dureté à une distance donnée

Annexe B (informative)

Information complémentaire à l'article 10

Il peut, dans de nombreux cas, être intéressant de connaître la loi de refroidissement de la surface de l'éprouvette.

Les conditions de l'opération de trempe, définies au chapitre 6 et en 7.2 permettent de considérer comme constante la loi de refroidissement de l'extrémité de l'éprouvette.

Sous réserve d'admettre que l'on peut, en première approximation, négliger d'une part les quantités de chaleur produites pendant le refroidissement, par les modifications de structure de l'acier, et d'autre part les différences de conductibilité thermique des diverses nuances d'acier par rapport à une éprouvette type, on peut exprimer les variations de la température le long de l'éprouvette sous diverses formes. À titre d'information, on peut citer les deux représentations ci-après:

- a) Figure B.1: réseau de courbes donnant le rapport θ/θ_A en fonction du temps

où

θ_A est la température d'austénitisation;

θ est la température des points de la surface situés à une certaine distance de l'extrémité trempée.

- b) Figure B.2: variation, en degrés Celsius par seconde, de la vitesse de refroidissement des points de la surface de l'éprouvette Jominy à environ 700 °C, en fonction de leur distance de l'extrémité trempée.

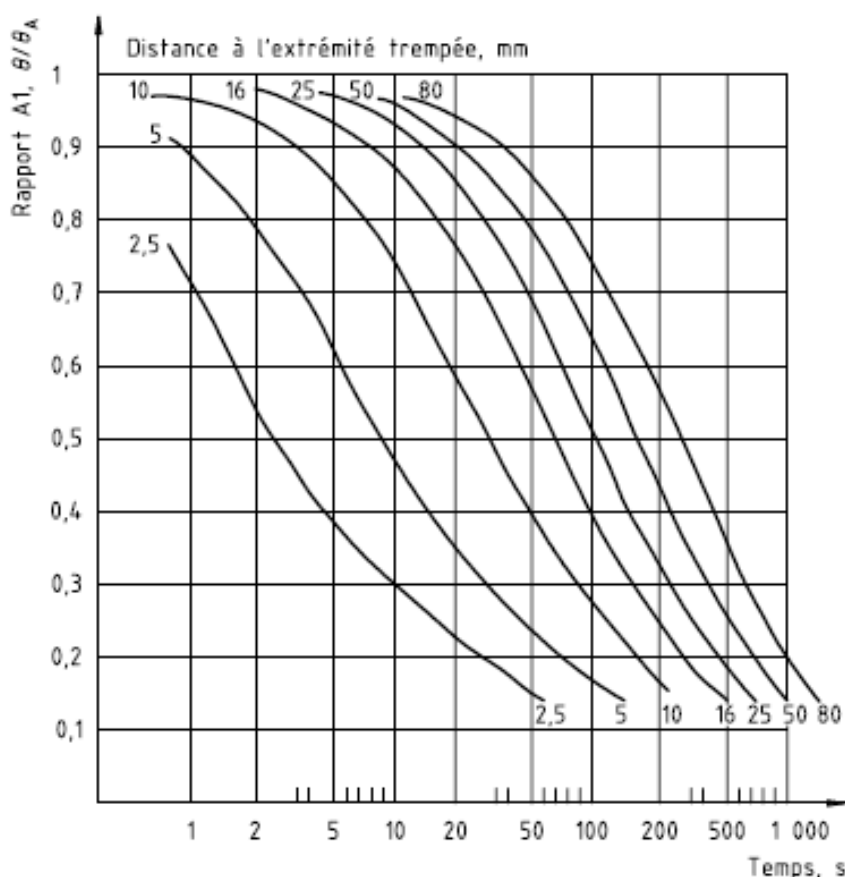


Figure B.1 — Réseau de courbes donnant le rapport θ/θ_A en fonction du temps

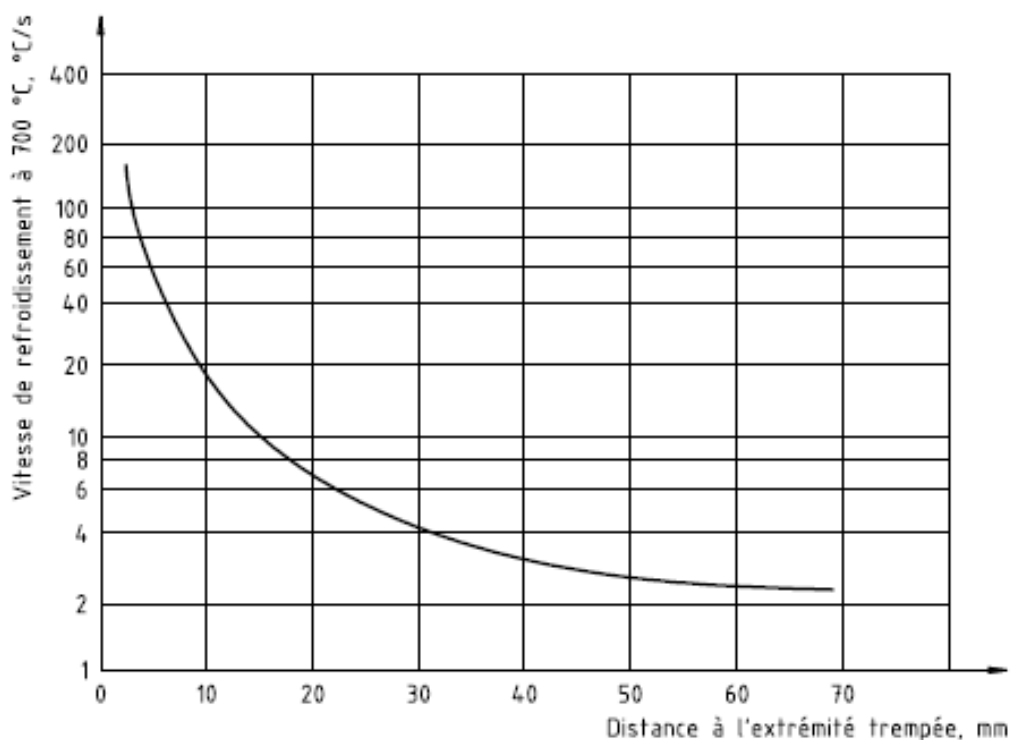


Figure B.2 — Variation, en degrés Celsius par seconde, de la vitesse de refroidissement des points de la surface de l'éprouvette Jominy à environ 700 °C en fonction de leur distance à l'extrémité trempée

Annexe C **(informative)**

Calcul des courbes Jominy

Grâce aux facilités informatiques, des modèles de calcul par traitement de données numériques ont été développés pour déterminer les courbes Jominy à partir de la composition chimique (analyse de coulée).

Ces modèles dûment vérifiés sont basés sur un grand nombre de résultats d'essais. Les équations utilisées pour le calcul des courbes Jominy diffèrent en fonction de la nature de l'acier, de leur origine et du modèle utilisé.

Bibliographie

- [1] JOMINY, W.E., *Standardization of Hardenability Tests*, Metal Progress, Vol. 40, December 1941, pp. 911-914.
- [2] GROSSMAN, M.A., *Hardenability Calculated from Chemical Composition*, Trans. AIME, Vol. 150, 1942, pp. 227-259.
- [3] FIELD, J., *Calculation of Jominy End-Quench Curve from Analysis*, Metal Progress, Vol. 43, March 1943, pp. 402-405.
- [4] LAMONT, J.L. and CRAFTS, W., *The Effect of Silicon on Hardenability*, Trans. AIME, Vol. 154, 1943, pp. 386-394.
- [5] HILL, M., *The End-Quench Test: Reproducibility*, Trans. ASM, Vol. 31, December 1943, pp. 923-942.
- [6] KRAMER, I.R., HAFNER, R.H. and TOLEMAN, S.L., *Effect of Sixteen Alloying Elements on Hardenability of Steel*, Trans. AIME, Vol. 158, 1944, pp. 138-156.
- [7] CRAFTS, W. and LAMONT, J.L., *Effect of Some Elements on Hardenability*, Trans. AIME, Vol. 158, 1944, pp. 157-167.
- [8] BOYD, L.H. and FIELD, J., *Calculation of the Standard End Quench Hardenability Curve from Chemical Composition and Grain Size*, Contributions to the Metallurgy of Steel, No. 12, AISI, New York, February 1946.
- [9] WILSON, W. Jr., *Limitations of Hardenability Indices*, Frontier, Vol. 9, March 1946, pp. 3-5,16.
- [10] HODGE, J.M. and OREHOSKI, M.A., *Hardenability Effects in Relation to the Percentage of Martensite*, Trans. AIME, Vol. 167, 1946, pp. 502-512.
- [11] HODGE, J.M. and OREHOSKI, M.A., *Relationship Between Hardenability and Percentage of Martensite in Some Low-Alloy Steels*, Trans. AIME, Vol. 167, 1946, pp. 627-642.
- [12] BROPHY, G.R. and MILLER, A.J., *An Appraisal of the Factor Method for Calculating the Hardenability of Steel from Composition*, Trans. AIME, Vol. 167, 1946, pp. 654-669.
- [13] KRAMER, I.R., SIEGEL, S. and BROOKS, J.G., *Factors for the Calculation of Hardenability*, Trans. AIME, Vol. 167, 1946, pp. 670-697.
- [14] CRAFTS, W. and LAMONT, J. L., *Addition Method for Calculating Rockwell C Hardness of the Jominy Hardenability Test*, Trans. AIME, Vol. 167, 1946, pp. 698-718.
- [15] TROIANO, A.R. and KLINGLER, L.J., *Limitations of the End-Quench Hardenability Test*, Trans. ASM, Vol. 44, 1952, pp. 775-802.
- [16] BIRTALAN, J., HENLEY, R.G. Jr. and CHRISTENSON, A.L., *Thermal Reproducibility of the End-Quench Test*, Trans. ASM, Vol. 46, 1954, pp. 928-947.
- [17] KAPADIA, B.M., BROWN R.M. and MURPHY, W.J., *The Influence of Nitrogen, Titanium, and Zirconium on the Boron Hardenability Effect in Constructional Alloy Steels*, Trans. AIME, Vol. 242, August 1968, pp. 1689-1694.
- [18] MOSER, A. and LEGAT, A., *A Calculation of Hardenability from the Chemical Composition*, Hart.-Techn. Mitt., Vol. 24, July 1969, pp. 100-105.
- [19] JUST, E., *New Formulas for Calculating Hardenability Curves*, Metal Progress, Vol. 96, November 1969, pp. 87-88.

© ISO

ISO 642:1999(F)

- [20] MAYNIER, P., DOLLET, J. and BASTIEN, P., *The influence of Alloying Elements on the Quench Characteristics of Low-Alloy Steels*, *Rev. Mét.*, Vol. 67, April 1970, pp. 343-351.
- [21] BROWN, G.T. and JAMES, B.A., *The Accurate Measurement, Calculation, and Control of Steel Hardenability*, *Metallurgical Transactions*, Vol. 4, October 1973, pp. 2245-2256.
- [22] JATCZAK, C.F., *Hardenability in High Carbon Steels*, *Metallurgical Transactions*, Vol. 4, October 1973, pp. 2267-2277.
- [23] BLONDEAU, R., MAYNIER, P. and DOLLET, J., *Prediction of the Hardness and Strength of Plain and Low-Alloy Steels from their Structure and Composition*, *Mém. Sci. Rev. Mét.*, Vol. 70, December 1973, pp. 883-892 (BISI Translation No. 12248).
- [24] BLONDEAU, R., MAYNIER, P. and DOLLET, J., *Prediction of the Hardness and Strength of Carbon and Low-Alloy Steels from their Structure and Composition*, *Aciers spéciaux*, Vol. 27, 1974, pp. 9-16 ; and *Traitement Thermique*, Vol. 82, 1974, pp. 33-40.
- [25] JATCZAK, C.F., *Measurement of Hardenability and its Calculation from Composition*, *Trait. Therm.*, Vol. 95, May 1975, pp. 53-62.
- [26] DOANE, D.V., *A Critical Review of Hardenability Predictors*, *Hardenability Concepts with Applications to Steel*, The Metallurgical Society of AIME, Warrendale, PA, 1978, pp. 351-396.
- [27] BROWN, G.T., *Re-Appraisal of the Jominy Test and its Applications*, *Hardenability Concepts with Applications to Steel*, The Metallurgical Society of AIME, Warrendale, PA, 1978, pp. 273-289.
- [28] KUNZE, C.T. and RUSSELL, J.E., *The Generation of Accurate Jominy Data: Its Use to Improve the Grossman Hardenability Factors*, *Hardenability Concepts with Applications to Steel*, The Metallurgical Society of AIME, Warrendale, PA, 1978, pp. 290-308.
- [29] KASAI, Y., OHTA, H. and NARUSE, T., *On the New Jominy-Curve Predictor, J-COMP*, *Denki Seiko*, Vol. 52, No. 1, January 1981, pp. 58-65.
- [30] HERGAT, V., *Precautions to Take for the Good Execution of a Jominy Test*, *Métaux-Corrosi.-Ind.*, Vol. 56, No. 666, February 1981, pp. 75-80.
- [31] KANAZAWA, S., *Estimation of Hardenability of Steels*, *Tetsu-to-Hagane*, Vol. 67, February 1981, pp. 295-302.
- [32] MAYNIER, P., PEUTEUIL, L. and DOLLET, J., *Use of Data Processing for the Prediction of Mechanical Properties of Carbon and Low-Alloy Steels*, *Rev. Mét., Cah. Inf. Tech.*, Vol. 78, August-September 1981, pp. 715-721.
- [33] FACCENDA, V. and PARETO, G., *Prediction of Jominy Hardenability from Chemical Analysis of Steel*, *Metall. Ital.*, Vol. 75, March 1983, pp. 171-179.
- [34] DIETRICH, H., SCHMIDT, W. and SCHÜLER, V., *Shortcomings of the Jominy End-Quench Test*, *Thyssen Edelstahl Tech. Ber.*, Vol. 10, No. 2, December 1984, pp. 133-144.
- [35] DIETRICH, H., SCHMIDT, W. and SCHAFFRATH, W., *The Accuracy of Methods Reported in Literature to Calculate the End-Quench Hardening Curve by Chemical Analysis*, *Thyssen Edelstahl Tech. Ber.*, Vol. 10, No. 2, December 1984, pp. 145-157 (BISI No. 26779).
- [36] DE ANDRES, M.P., CARSI, M. and MARTINEZ, A., *Program for Calculating the Hardenability of Automotive Steels*, *Rev. Metal.*, Vol. 22, July-August 1986, pp. 243-252.
- [37] FREIBURG, A., *Methods for Determining Hardenability in End-Quench Test from Chemical Composition*, *Stahl und Eisen*, Vol. 106, No. 23, 17 November 1986, pp. 63-68 (BISI No. 25834).
- [38] FRODL, D., KRIEGER, K., LEPPER, D., LÜBBEN, A., ROHLOFF, H., SCHÜLER, F. and SCHÜLER, V., *Calculation of Hardenability in the End-Quench Test*, *Stahl und Eisen*, Vol. 106, No. 24, 1986, pp. 69-75 (BISI No. 25504).
- [39] DRESSEL, P.G. et al., *Variation of Hardenability in the Jominy End Quench Test Due to the Test Laboratories and Pretreatment States*, *Stahl und Eisen*, Vol. 106, 1 December 1986, pp. 1354-1362.

ISO 642:1999(F)

© ISO

- [40] TARTAGLIA, J.M., ELDIS, G.T. and GEISSLER, J.J., *Hyperbolic Secant Method for Predicting Jominy Hardenability: An example Using 0.2C-Ni-Cr-Mo Steels*, J. Heat Treating, Vol. 4, No. 4, December 1986, pp 352-364.
- [41] TOTH, M., MAROSNE, B.M. and KOCSISNE, B.M., *Reproducibility of the Jominy Test and its Consequences in the Steel Industry*, 5th International Congress on Heat Treatment of Materials, Vol. 1, Intl. Fed. for the Heat Treatment of Materials, Budapest, 1986, pp. 211-217.
- [42] DE ANDRES, M.P. and CARSI, M., *Hardenability: an Alternative to the Use of Grain Size as Calculation Parameter*, J. Materials Science, Vol. 22, 1987, pp. 2707-2716.
- [43] DE ANDRES, M.P., CARSI, M., ANACABE, N. and PENALBA, F., *Use of a Computer to Estimate, According to Hardenability Bands, the Composition of a Given Steel During its Manufacturing Process*, Rev. Metal., Vol. 24, May-June 1988, pp. 180-187.
- [44] UENO, M. and ITOH, K., *New Empirical Formula For Estimation of Hardenability from Chemical Compositions*, Tetsu-to-Hagane, Vol. 74, June 1988, pp. 1073-1080.
- [45] KIRKALDY, J.S. and FELDMAN, S.E., *Optimization of Steel Hardenability Control*, J. Heat Treating, Vol. 7, No. 1, 1989, pp. 57-64.
- [46] GULDEN, H., KRIEGER, K. and LEPPER, D., *Calculation of Hardenability in the End Quench Test of Heat Treatable Alloy Steels with 1 % Chromium*, Stahl und Eisen, Vol. 109, 10 November 1989, pp. 113-117.
- [47] LUND, T., *Measurement and Prediction of Jominy Hardenability*, Scandinavian J. Metallurgy, Vol. 19, 1990, pp. 227-235.
- [48] GULDEN, H. et al., *Calculation of Hardenability in the End Quench Test for Case-Hardening and Quenched and Tempered Steels*, Stahl und Eisen, Vol. 111, 15 July 1991, pp. 103-110.
- [49] MOSTERT, R.J. and VAN ROOYEN, G.T., *Novel Model for Accurate Calculation of Hardenability and Continuous Cooling Transformation*, Materials Science and Technology, Vol. 7, September 1991, pp. 803-811.
- [50] SCHÜLER, P., *Calculation of Hardenability in the Jominy End Quench Test on the Basis of the Chemical Composition of Steels*, La Revue de Métallurgie - CIT, Vol. 89, January 1992, pp. 93-103.
- [51] CASPARI, R. et al., *Calculation of Hardenability in the End Quench Test for Case-Hardening and Quenched and Tempered Steels*, Harterei-Tech. Mitt., Vol. 47, May-June 1992, pp. 183-188.
- NOTE Ces deux parties comprennent des articles concernant la reproductibilité de l'essai Jominy.
- [52] *Hardenability of Alloy Steels*, American Society for Metals, Cleveland, 1939.
- [53] CRAFTS, W. and LAMONT, J.L., *Hardenability and Steel Selection*, Pitman Publishing Corp., New York, 1949.
- [54] GROSSMAN, M.A., *Elements of Hardenability*, American Society for Metals, Cleveland, 1952.
- [55] SIEBERT, C.A., DOANE, D.V. and BREEN, D.H., *The Hardenability of Steels — Concepts, Metallurgical Influences, and Industrial Applications*, American Society for Metals, Metals Park, OH, 1977.
- [56] DOANE, D.V. and KIRKALDY, J.S., *Hardenability Concepts with Applications to Steel*, The Metallurgical Society of AIME, Warrendale, PA, 1978.

Annexe ZA

(normative)

**Références normatives aux publications internationales
avec leurs publications européennes correspondantes**

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

Publication	Année	Titre	EN	Année
ISO 6507-1	1997	Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1 : Méthode d'essai	EN ISO 6507-1	1997

