



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

Steel — Hardenability test by end quenching (Jominy test)

Première édition — 1979-11-01

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 642:1979

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b609ad10-bc90-4509-97d8-39b1cd92868f/iso-642-1979>

CDU 669.14 : 620.17 : 621.785.6

Réf. n° : ISO 642-1979 (F)

Descripteurs : acier, essai, trempabilité, essai physique, essai Jominy, préparation de spécimen d'essai.

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 642 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, et a été soumise aux comités membres en juin 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

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

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette Norme internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 642-1967, dont elle constitue une révision technique.

SOMMAIRE

	Page
1 Objet et domaine d'application	1
2 Références	1
3 Principe	1
4 Symboles et désignations	1
5 Forme et préparation des éprouvettes	2
6 Appareillage	2
7 Chauffage et trempe de l'éprouvette	3
8 Préparation pour le mesurage de la dureté après trempe, et mesurage	3
9 Expression des résultats	4
10 Procès-verbal d'essai	5

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 642:1979

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b609ad10-bc90-4509-97d8-39b1cd92868f/iso-642-1979>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 642:1979

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b609ad10-bc90-4509-97d8-39b1cd92868f/iso-642-1979>

Acier — Essai de trempabilité par trempé en bout (essai Jominy)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale spécifie la méthode de détermination de la trempabilité de l'acier par trempé en bout (essai Jominy).

4 SYMBOLES ET DÉSIGNATIONS

2 RÉFÉRENCES

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

ISO/R 81, *Essai de dureté Vickers pour l'acier (charges de 5 à 100 kgf).*

3 PRINCIPE

L'essai consiste :

- à chauffer une éprouvette cylindrique à une température spécifiée dans la zone austénitique pendant une durée déterminée;
- à la tremper par arrosage à l'eau sur l'une de ses extrémités;
- à mesurer la dureté, soit entre deux endroits déterminés, soit 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.

Symbole	Désignation	Valeur
L	Longueur totale de l'éprouvette	$100 \pm 0,5$ mm
D	Diamètre de l'éprouvette	$25 \begin{smallmatrix} + 0,5 \\ 0 \end{smallmatrix}$ mm
t	Durée du maintien de l'éprouvette à la température de chauffage	30 ± 5 min
t_m	Délai maximal entre la sortie de l'éprouvette du four et le début de la trempé	5 s
T	Température de l'eau de refroidissement	5 à 30 °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 à 0,5 mm
d	Distance, en millimètres, des points de mesurage de la dureté à l'extrémité trempée	
$J..-d$	Indice de trempabilité Jominy à la distance d , en Rockwell HRC-mm	
$J HV...-d$	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 de spécifications particulières dans la norme de produit correspondante, le mode de prélèvement de l'échantillon et sa position doivent faire l'objet d'un accord particulier.

Le mode d'obtention de l'échantillon est variable suivant les dimensions de la barre-échantillon; à titre d'exemple :

- a) pour les diamètres ≤ 40 mm, l'éprouvette est obtenue par usinage;
- b) pour les diamètres > 40 mm, l'un ou l'autre des deux modes d'obtention définis ci-après peut être appliqué :
 - 1) — pour les diamètres ≤ 150 mm, l'ébauche est amenée au diamètre de 40 mm par forgeage;
 - pour les diamètres > 150 mm, l'éprouvette est prélevée de façon que son axe soit situé à 20 mm de la surface du produit; dans ce cas, les méplats prévus en 8.1 doivent être exécutés de façon à intéresser le métal situé, avant prélèvement, à peu près à la même distance dans la barre que l'axe de l'éprouvette (voir figure 1);
 - 2) — l'éprouvette doit être prélevée de façon que son axe soit situé à 20 mm de la surface du produit avec la même position des méplats que précédemment (voir figure 1).

Par convention particulière, l'éprouvette peut être obtenue par moulage.

NOTE — Dans la mesure du possible, il est préférable d'obtenir l'éprouvette par forgeage.

Lorsque la taille du produit ne permet pas la préparation de l'éprouvette Jominy, celle-ci sera préparée à partir du produit semi-fini le plus proche à partir duquel le produit sera obtenu.

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 de 32 ou 25 mm, suivant que l'éprouvette sera munie d'un collet ou d'une saignée (pour permettre un centrage et une mise en place rapides, au moment de la trempe, par le moyen d'un support approprié). (Voir figure 2).

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

5.3 Traitement thermique

Les échantillons forgés ou laminés doivent subir un traitement de normalisation avant l'usinage final. En vue d'exigences spéciales, d'autres traitements thermiques peuvent être utilisés.

5.3.1 Dans le cas où il est particulièrement intéressant de connaître la trempabilité de l'acier à l'état adouci (par exemple état sphéroïdisé), l'éprouvette pourra être traitée en conséquence.

5.3.2 Sauf autre convention particulière, le traitement de normalisation doit être effectué dans les conditions fixées dans la spécification de produit définissant l'acier. La durée du maintien à la température de normalisation doit être comprise entre 30 et 60 min.

5.3.3 L'ébauche doit être traitée de telle façon que l'éprouvette usinée ne présente aucune décarburation, même sous forme de traces.

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 devrait pas présenter de bavures.

ISO 642:1979

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b609ad10-bc90-4509-97d8-20b1ed92868f/iso-642-1979>

6 APPAREILLAGE

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

6.1 Le dispositif de trempe, schématisé à la figure 4, comporte essentiellement un dispositif de fixation et de centrage de l'éprouvette, situé à la verticale de la buse de projection d'eau. L'amenée d'eau comporte un système à ouverture et fermeture rapides, ainsi qu'un système pour faire varier le débit d'eau. Le tuyau d'arrivée d'eau, derrière le robinet, doit avoir une longueur d'au moins 50 mm, afin de garantir un écoulement non perturbé de l'eau. Le dispositif peut comporter un disque permettant l'ouverture et l'interruption rapides du jet d'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 4).

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 et avant que ne commence la trempe 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 5).

NOTE — Pour vérifier la force du jet d'eau, on peut mesurer la dimension du cercle couvert par les projections d'eau déviées par l'éprouvette et qui tombent sur un plan horizontal situé 60 mm plus bas que la buse; le diamètre du cercle mouillé devrait être de 210 mm.

La température de l'eau dans le tuyau doit être comprise entre 5 et 30°C .

6.5 Le dispositif d'essai doit être à l'abri des courants d'air pendant toute la procédure de trempe.

7 CHAUFFAGE ET TREMPE DE L'ÉPROUVETTE

7.1 Chauffage

7.1.1 L'éprouvette doit être chauffée de manière uniforme et maintenue durant 30 ± 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 éviter la décarburation de l'éprouvette, sa carburation ou une oxydation marquée avec formation de calamine. L'austénitisation en bain de sel est interdite. On pourra, par exemple, utiliser un four à atmosphère contrôlée ou placer l'éprouvette dans un récipient en acier doux, tel que celui représenté à la figure 3. Le fond de ce récipient doit être garni soit d'une rondelle de graphite, soit de limaille de fonte, sur laquelle repose l'éprouvette.

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.

7.2.2 Le robinet d'amenée d'eau doit s'ouvrir rapidement.

7.2.3 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 On prépare, 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 prélevées 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 à 0,5 mm. Ces méplats sont usinés sous arrosage abondant, 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. Après lavage à l'eau chaude, immerger l'éprouvette durant 2 ou 3 s dans une solution à 50 % (V/V) d'acide chlorhydrique dans l'eau; faire un nouveau lavage à l'eau chaude et sécher dans un courant d'air. La coloration obtenue doit être uniforme. Dans la pratique courante, l'essai par attaque nitrique est suffisant.

Dans le cas où des taches indiquent la présence de points doux, faire deux nouveaux méplats et les vérifier comme prévu ci-dessus.

8.3 Prendre les précautions voulues pour assurer un bon support de l'éprouvette et sa stabilité pendant le mesurage. (Il est commode que ce support soit pourvu d'un dispositif de déplacement à vis pour assurer un espacement précis des points de mesure).

L'éprouvette étant maintenue par un support convenable, effectuer, dans l'axe des méplats, les mesurages de la dureté Rockwell C sous une charge de 1 470 N (150 kgf) (pénétrateur conique en diamant, voir ISO/R 80).

8.3.1 Le mesurage de la dureté Rockwell C peut être remplacé par le mesurage de la dureté Vickers sous une charge de 294 N (30 kgf) (voir ISO/R 81).

8.3.2 Il est recommandé, avant d'effectuer les essais de dureté sur le second méplat, d'effacer par meulage les rebords saillants qu'ont pu former les empreintes de dureté sur le premier méplat.

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

- construction d'une courbe représentative des variations de la dureté (voir 8.4.1);
- 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

Dans ce cas, les distances, exprimées en millimètres, des huit premiers points pris à partir de l'extrémité trempée, sont les suivantes (voir figure 6) :

1,5 – 3 – 5 – 7 – 9 – 11 – 13 – 15

Les espacements des points suivants sont en général de 5 mm. Toutefois, l'espacement des points de mesure à partir du premier point n'est pas absolu; il peut être moins serré si la courbe ne présente pas d'incertitude mais, par contre, il doit être plus serré dans les zones où le tracé a besoin d'être précisé (voir note en 8.4.1.1).

8.4.1.1 Dans le cas des aciers de faible trempabilité, le premier point de mesure doit être à 1,5 mm de l'extrémité trempée; les suivants doivent être espacés à 0,75 mm jusqu'au point situé à 12 mm de cette extrémité. Les quatre derniers points doivent se trouver respectivement à 15 – 19 – 22 et 25 mm de cette même extrémité.

NOTE – Il est évident que les distances entre chaque empreinte de dureté indiquées en 8.4.1 et 8.4.1.1 ne seront pas toujours conformes aux distances minimales stipulées dans l'ISO/R 80. Pour les besoins de la présente Norme internationale, il est cependant considéré que les valeurs obtenues pour la dureté seront, en général, suffisamment précises; voir, cependant, 8.4.1.2, où il est recommandé d'échelonner les empreintes.

8.4.1.2 Le dispositif assurant le déplacement de l'éprouvette sur l'appareil de dureté doit permettre un centrage parfait du méplat et l'espacement précis des empreintes. Celles-ci sont effectuées, en principe, sur la ligne axiale du méplat; lorsque cela n'est pas possible, les empreintes peuvent être effectuées sur deux lignes symétriques et parallèles à l'axe, situées à une distance inférieure à 0,5 mm de l'axe.

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 en 8.4.1 (1,5 mm de l'extrémité trempée).

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.

9.2 Tracé des courbes de dureté

Les distances d doivent être portées en abscisses et les duretés correspondantes en ordonnées, en utilisant les échelles suivantes :

- en ordonnées : 10 mm correspondent à 5 HRC ou 50 HV;
- en abscisses : soit
 - 10 mm correspondant à une distance de 5 mm; ou
 - 15 mm correspondant à une distance de 5 mm.

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 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.

9.4 Expression de la trempabilité du produit

Utiliser l'une des méthodes suivantes :

a) spécifier la(les) courbe(s) Jominy de pénétration de trempée, en fixant :

1) une courbe limite au-dessus de laquelle doit se trouver la courbe Jominy de pénétration de trempée de l'acier, ou

2) une courbe limite au-dessous de laquelle doit se trouver la courbe Jominy de pénétration de trempée de l'acier, ou

3) l'intervalle entre la courbe Jominy supérieure et la courbe Jominy inférieure entre lesquelles doit se trouver la courbe Jominy de l'acier.

b) Préciser les points particuliers de la courbe Jominy (qui peuvent être

- une limite supérieure,
- ou une limite inférieure,
- ou une fourchette comportant ces deux limites),

1) en indiquant la distance à l'extrémité trempée pour une dureté donnée, ou

2) en indiquant la dureté pour une distance donnée à la face trempée.

Dans tous les cas, les caractéristiques peuvent être exprimées sous forme d'un « indice de trempabilité ». Cet indice se compose de la lettre J suivie de deux nombres écrits comme suit :

$J\ xx-d$

où

xx est la dureté Rockwell C;

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

Exemples :

a) Résultat de mesurage

J 35–15 signifie qu'à 15 mm de l'extrémité trempée, la dureté est 35 HRC.

b) Spécifications

J 45–6/18 signifie que la dureté passe par la valeur 45 HRC pour un point situé entre 6 et 18 mm de l'extrémité trempée;

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 et 48.

9.5 Indication de la méthode

9.5.1 La méthode de détermination des duretés doit toujours être rappelée dans le procès-verbal.

9.5.2 Si l'indice Jominy est exprimé en dureté Vickers HV 30, il doit, pour éviter toute confusion, comprendre le symbole HV.

Exemple :

J HV 340/490–15 signifie que la dureté Vickers est comprise entre 340 et 490, à 15 mm de l'extrémité trempée.

10 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes :

- a) nuance de l'acier;
- b) numéro de coulée;
- c) composition chimique;
- d) mode de prélèvement;
- e) conditions de traitement de normalisation et de chauffage de l'éprouvette;

- f) méthode de mesure de dureté utilisée;
- g) résultat de l'essai.

NOTES

1 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.

2 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 normalisée, on peut exprimer les variations de la température le long d'une longueur de l'éprouvette sous diverses formes. À titre d'information, on peut citer les deux représentations ci-après :

a) Figure 8 : 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 9 : Variation, en degrés Celsius par seconde, de la vitesse de refroidissement des points de la surface de l'éprouvette Jominy autour de 700 °C en fonction de leur distance à l'extrémité trempée.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)

ISO 642:1979

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/b609ad10-bc90-4509-97d8-39b1cd92868f/iso-642-1979>