
NORME INTERNATIONALE



1099

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

Métaux — Essais de fatigue par charge axiale

Metals — Axial load fatigue testing

Première édition — 1975-11-01

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 1099:1975](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/638029ca-7e84-45aa-b7ee-91c50d6e386d/iso-1099-1975)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/638029ca-7e84-45aa-b7ee-91c50d6e386d/iso-1099-1975>

CDU 669 : 620.178.3

Réf. n° : ISO 1099-1975 (F)

Descripteurs : essai, contrainte axiale, essai de fatigue.

Prix basé sur 5 pages

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques 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.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant, ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, le Comité Technique ISO/TC 17 a examiné la Recommandation ISO/R 1099 et est d'avis qu'elle peut, du point de vue technique, être transformée en Norme Internationale. La présente Norme Internationale remplace donc la Recommandation ISO/R 1099-1969 à laquelle elle est techniquement identique.

La Recommandation ISO/R 1099 avait été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Finlande	Pologne
Allemagne	Hongrie	Roumanie
Australie	Inde	Royaume-Uni
Brésil	Israël	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Colombie	Japon	Thaïlande
Corée, Rép. de	Norvège	Turquie
Danemark	Pays-Bas	U.R.S.S.
Espagne	Pérou	U.S.A.

Les Comités Membres des pays suivants avaient désapprouvé la Recommandation pour des raisons techniques :

Belgique*
France
Nouvelle-Zélande**
Suède*

* Ultérieurement, ce Comité Membre a approuvé la Recommandation.

** Ultérieurement, ce Comité Membre s'est abstenu de voter

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé la transformation de la Recommandation ISO/R 1099 en Norme Internationale.

Métaux — Essais de fatigue par charge axiale

1 OBJET

La présente Norme Internationale spécifie les conditions d'exécution des essais de fatigue sous charge axiale sur des éprouvettes, sans introduction délibérée des concentrations de contrainte. Les essais sont conduits à température ambiante dans l'air, la charge étant appliquée à l'éprouvette suivant l'axe longitudinal passant par le centre géométrique de chaque section transversale.

La présente Norme Internationale décrit la forme, la préparation et les essais, seulement pour les éprouvettes de section transversale circulaire et rectangulaire; les essais sur pièces et les autres formes spéciales d'essais ne sont pas compris dans la présente Norme Internationale. Les essais sur des éprouvettes à section rectangulaire très mince ne sont pas couverts par la présente Norme Internationale.

Les résultats des essais de fatigue peuvent être affectés par les conditions atmosphériques et, lorsque des conditions contrôlées sont requises, il convient d'appliquer le paragraphe 2.1 de l'ISO/R 554.

2 DOMAINE D'APPLICATION

Les essais ont pour but de déterminer les caractéristiques à la fatigue, telles que la courbe *S/N* décrite dans l'ISO/R 373.

3 RÉFÉRENCES

ISO/R 373, *Principes généraux de l'essai de fatigue des métaux.*

ISO/R 554, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai — Atmosphère normale de référence — Spécifications.*

4 PRINCIPE

Des éprouvettes nominale-ment identiques sont montées dans une machine d'essai de fatigue à charge axiale et soumises aux conditions de charge requises, qui introduisent l'un quelconque des types de contraintes cycliques, représentés à la figure 3 dans l'ISO/R 373. L'essai doit être poursuivi jusqu'à la rupture de l'éprouvette (fin d'essai) ou jusqu'à ce qu'un nombre prédéterminé de cycles de contrainte ait été dépassé. (Voir chapitre 11.)

NOTE — Pour la définition de l'expression «fin d'essai», voir ISO/R 373.

5 SYMBOLES ET DÉFINITIONS

Les symboles suivants (voir figures 1 et 2) sont utilisés dans la présente Norme Internationale :

Symbole	Définition
<i>D</i>	Diamètre des têtes de l'éprouvette, si elles sont lisses, ou diamètre extérieur, si elles sont filetées
<i>d</i>	Diamètre de l'éprouvette à l'endroit du maximum de contrainte
<i>L_c</i>	Longueur de la partie parallèle
<i>r</i>	Rayon ¹⁾ au début du raccordement entre le diamètre <i>d</i> ou la largeur <i>b</i> de la partie soumise à l'essai, et le diamètre <i>D</i> ou la largeur <i>B</i> des têtes de l'éprouvette ou rayon de l'arc continu entre les deux têtes de l'éprouvette
<i>a</i>	Épaisseur de la partie soumise à l'essai d'éprouvettes à section rectangulaire
<i>b</i>	Largeur à l'endroit du maximum de contrainte d'éprouvettes à section rectangulaire
<i>B</i>	Largeur des têtes d'éprouvettes à section rectangulaire

D'autres symboles et définitions concernant les essais de fatigue sont donnés dans l'ISO/R 373.

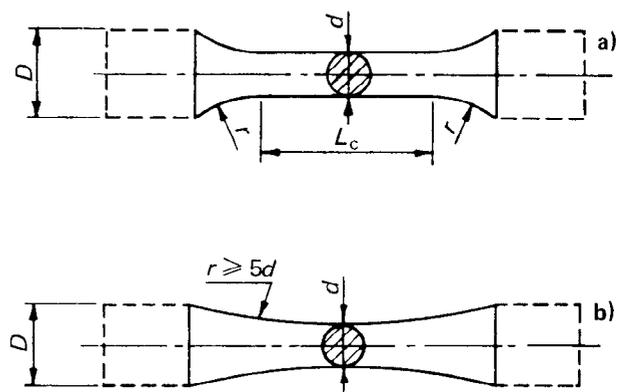


FIGURE 1 — Éprouvettes à section circulaire

1) Ce raccordement peut ne pas être exactement un arc de cercle sur toute sa distance entre l'extrémité de la partie soumise à l'essai et le commencement de l'extrémité élargie dans les éprouvettes des types représentés aux figures 1a) et 2a).

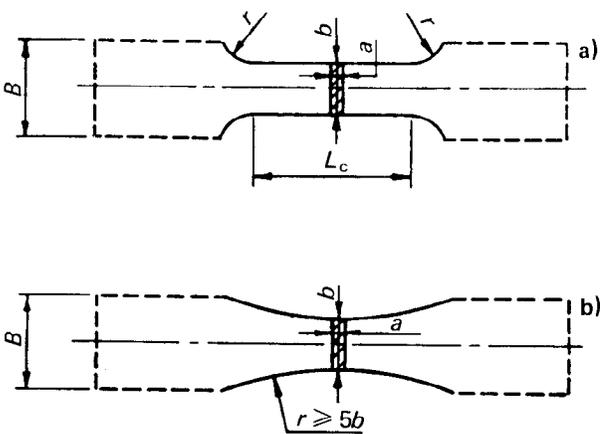


FIGURE 2 — Éprouvettes à section rectangulaire

6 FORME ET DIMENSIONS DE L'ÉPROUVETTE

6.1 Forme de l'éprouvette

L'éprouvette peut être à

- section circulaire avec des congés se raccordant tangentiellement entre la partie soumise à l'essai et les extrémités (figure 1a), ou avec un arc de cercle de rayon continu entre les extrémités (figure 1b);
- section rectangulaire d'épaisseur uniforme sur toute la partie soumise à l'essai avec des congés se raccordant tangentiellement¹⁾ entre la partie soumise à l'essai et les têtes de l'éprouvette (figure 2a) ou avec un arc de cercle de rayon continu entre les extrémités (figure 2b).

Les extrémités de l'éprouvette doivent être d'une forme convenant au type de machine utilisé et au métal à essayer.

Les extrémités fixées de l'éprouvette doivent être symétriques par rapport à l'axe ou aux axes de la partie réduite, soumise à l'essai. Pour certains types de machines d'essai de fatigue, à charge axiale, il importe que les extrémités des éprouvettes soient usinées exactement d'équerre par rapport à l'axe ou aux axes de la partie de l'éprouvette soumise à l'essai.

Quelle que soit la forme de l'éprouvette, si la partie soumise à l'essai est formée par un arc de cercle de rayon continu, ce rayon ne doit pas être inférieur à $5d$ ou $5b$.

Le type de l'éprouvette utilisé dépendra des renseignements que l'on désire obtenir par l'essai de fatigue et de la forme sous laquelle le métal est disponible. S'il s'agit de déterminer les caractéristiques fondamentales d'un métal au point de vue fatigue, il est préférable, dans la mesure du possible, d'utiliser des éprouvettes à section circulaire. Pour des produits sous forme de barres rondes, l'emploi

d'éprouvettes circulaires s'impose évidemment. Les éprouvettes à section rectangulaire sont toujours employées pour les essais des tôles ou des plaques minces. Pour des produits de grande épaisseur, comme par exemple des pièces forgées, on peut utiliser l'une ou l'autre forme d'éprouvette, mais il convient de noter que la forme de la section de l'éprouvette peut affecter la valeur des résultats obtenus par l'essai de fatigue.

6.2 Dimensions des éprouvettes

Toutes les éprouvettes utilisées pour une détermination de fatigue doivent avoir les mêmes dimensions nominales.

Lorsqu'il faut déterminer les caractéristiques fondamentales d'un métal au point de vue fatigue, les dimensions et les tolérances ci-après sont applicables :

6.2.1 Section circulaire

La valeur nominale du diamètre d , à l'endroit du maximum de contrainte, doit être comprise entre 6 mm (0,25 in) et 12,5 mm (0,5 in). Si possible, la tolérance de forme de la partie cylindrique de l'éprouvette soumise à l'essai ne doit pas être supérieure à 0,02 mm (0,001 in).

Dans le cas d'éprouvettes à prélever sur pièces courtes, on pourra être amené, pour obtenir une éprouvette normale, à adopter un diamètre inférieur à 6 mm.

Pour le calcul de la charge à appliquer pour obtenir la contrainte requise, le diamètre effectif minimal de chaque éprouvette doit être mesuré avec une précision de 0,01 mm (0,000 5 in). Lors du mesurage de l'éprouvette, effectué avant de procéder à l'essai, il convient de vérifier que la surface n'est pas endommagée.

NOTE — Dans les essais pour lesquels le cycle de contrainte entre dans la zone de compression, le rapport L_c/d ne doit pas être supérieur à 4. Il peut s'avérer nécessaire de réduire considérablement ce rapport pour éviter des contraintes élevées dues au flambage.

6.2.2 Section transversale rectangulaire

Les valeurs nominales de l'épaisseur a et de la largeur b doivent être telles que l'aire de la section transversale, à l'endroit du maximum de contrainte, soit comprise entre 32,2 mm² (0,05 in²) et 645 mm² (1,0 in²). Si possible, la tolérance de forme de la partie prismatique ne sera pas supérieure à 0,02 mm (0,001 in).

Pour le calcul de la charge à appliquer pour obtenir la contrainte requise, la section transversale doit être calculée en partant du mesurage des dimensions correspondantes, fait avec une tolérance ne dépassant pas $\pm 0,5\%$ pour chaque dimension. Lors du mesurage de l'éprouvette, effectué avant de procéder à l'essai, il convient de vérifier que la surface n'est pas endommagée.

1) Dans le cas d'éprouvettes à section rectangulaire, il peut être nécessaire de réduire la section d'essai, tant dans le sens de la largeur que dans le sens de l'épaisseur. Si cela est nécessaire, il convient de prévoir des congés à raccordement tangentiels, tant dans le sens de la largeur que dans celui de l'épaisseur.

NOTES

1 La section transversale autorisée pour les éprouvettes à section rectangulaire varie dans de plus larges limites que pour celles à section circulaire, parce que la forme rectangulaire est souvent utilisée pour obtenir des renseignements sur des tôles et des plaques d'épaisseur très variable.

2 La tolérance de mesurage admise pour les éprouvettes à section rectangulaire tient compte du fait que ces éprouvettes peuvent être essayées avec leur surface «à l'état de livraison».

3 Dans les essais pour lesquels le cycle de contrainte entre dans la zone de compression, le rapport L_c/d ne doit pas être supérieur à 4. Il peut s'avérer nécessaire de réduire considérablement ce rapport pour éviter des contraintes élevées dues au flambage. Il peut également être nécessaire de tenir compte du rapport largeur/épaisseur, compte tenu des contraintes de flambage.

7 PRÉPARATION DE L'ÉPROUVETTE

7.1 Méthode d'usinage

Il est nécessaire de s'assurer que toute opération de coupe (telle que le découpage à la flamme) ou d'usinage, soit pour dégrossir l'éprouvette à partir de l'ébauche, soit pour l'usiner à la dimension, n'altère pas la structure métallurgique ou les caractéristiques de l'éprouvette. Toutes les passes d'usinage devraient être faites de façon à réduire au minimum l'écroûissage de la surface de l'éprouvette. La rectification peut être utilisée, notamment pour la finition d'éprouvettes en acier relativement dur, mais une quantité suffisante de liquide de refroidissement devrait être utilisée afin d'éviter un échauffement excessif de la surface. (Voir paragraphe 4.2 de l'ISO/R 373.)

Pendant toute la durée de l'opération d'usinage ou de rectification, l'affûtage et le réglage de l'outil, l'état de la meule et de la rectifieuse, ainsi que les vitesses et les avances devraient être conformes à la bonne pratique d'atelier pour les matériaux considérés, compte tenu des exigences de 7.2, 7.3, 7.4 et 7.5.

7.2 Usinage au tour

Il est recommandé d'adopter les modes opératoires suivants :

7.2.1 Pour un dégrossissage de l'éprouvette, à partir d'un diamètre de $x + 5$ mm ($x + 0,2$ in) (x est généralement le diamètre d plus une surépaisseur convenable pour la finition de la surface) jusqu'au diamètre $x + 0,5$ mm ($x + 0,02$ in), procéder à une succession de passes de profondeurs décroissantes, les profondeurs de passe recommandées étant comme suit :

1,25 mm	(0,05 in)
0,75 mm	(0,03 in)
0,25 mm	(0,01 in)

7.2.2 A partir du diamètre $x + 0,5$ mm ($x + 0,02$ in) jusqu'au diamètre x , procéder à une nouvelle succession de

passes de profondeurs décroissantes, les profondeurs recommandées étant comme suit :

0,125 mm	(0,005 in)
0,075 mm	(0,003 in)
0,05 mm	(0,002 in)

Pour ces opérations de finition, une avance ne dépassant pas 0,06 mm (0,002 5 in) par révolution doit être utilisée.

7.3 Fraisage

Ce procédé peut être appliqué pour obtenir une ébauche de l'éprouvette à partir de billettes ou de plaques et, dans le cas d'éprouvettes à section rectangulaire, pour l'usinage de ces ébauches à la dimension définitive de l'éprouvette.

En choisissant les vitesses de coupe et les avances, il faut prendre en considération le matériau de l'éprouvette et, pour les coupes de finition, la qualité requise du fini de surface.

NOTE — Il n'est pas possible de recommander un mode opératoire pour le fraisage. Les vitesses de coupe et les profondeurs de passe diffèrent pour le fraisage en bout et le fraisage de côté, tandis que la composition du matériau et les conditions exercent également une influence sur ces valeurs.

7.4 Rectification

Dans le cas d'éprouvettes à prélever dans un matériau qui ne peut pas être facilement travaillé au tour, il est recommandé d'effectuer les opérations de finition par rectification.

L'éprouvette devrait être ensuite amenée à la dimension par rectification. Il convient de faire une série de passes de profondeurs décroissantes, les valeurs recommandées étant comme suit :

- profondeur de passe de 0,030 mm (0,001 2 in) jusqu'à une surépaisseur de 0,1 mm (0,004 in),
- profondeur de passe de 0,005 mm (0,000 2 in) jusqu'à une surépaisseur de 0,025 mm (0,001 in);
- profondeur de passe de 0,002 5 mm (0,000 1 in) jusqu'à la dimension exacte.

7.5 Finition de la surface

Après avoir été amenée à la dimension nominale par usinage au tour ou par rectification, la partie utile de l'éprouvette devrait être polie soit à la main, soit à la machine, en utilisant successivement des toiles abrasives ou des papiers abrasifs de plus en plus fins. Le polissage devrait être effectué, en règle générale, en direction longitudinale; cependant, des passes intermédiaires peuvent être effectuées en toute direction, pour enlever les rayures longitudinales laissées par les toiles ou les papiers grossiers. L'opération finale de polissage devrait toujours se faire essentiellement dans le sens longitudinal.

Les successions de polissage employées devraient être telles que la partie soumise à l'essai, après polissage, présente une finesse de surface d'au moins 0,025 μm (système R_a).

7.6 Stockage avant essais

Si les essais des éprouvettes ont lieu un certain temps après la préparation finale, il convient d'examiner, par des moyens appropriés, les éprouvettes pour s'assurer qu'aucune détérioration de la surface n'ait eu lieu pendant cette période de stockage. Si une détérioration était constatée, l'éprouvette devrait être soumise à un nouveau polissage, pour enlever tous les défauts de surface, tels que piqûres de corrosion par exemple.

Dans le cas d'éprouvettes à section rectangulaire, il est recommandé de les ébarber et d'adoucir les angles vifs. Normalement, ces opérations peuvent être faites à la main avec un papier abrasif simple.

NOTE — Les procédés indiqués en 7.2, 7.4 et 7.5 représentent la pratique normale pour une grande variété de matériaux. Il ne faut pas en déduire que ces procédés sont entièrement applicables à tous les matériaux et à tous les états de traitement thermique de ces matériaux. Par exemple, une surépaisseur de 0,5 mm (0,02 in) du diamètre x pour le traitement thermique avant la rectification finale à la dimension peut ne pas être suffisante. Cette surépaisseur a pour but de permettre l'élimination de toute partie de matière affectée par des phénomènes superficiels dus au procédé de traitement thermique, tels que décarburation, distorsion, etc.; la surépaisseur devrait être suffisante pour assurer l'élimination complète de toutes les manifestations associées à ces effets.

Quelques essais de fatigue pourront être entrepris en vue d'étudier le comportement de matériaux ayant reçu un état de surface particulier (par exemple : matériaux grossièrement usinés, finement usinés ou à l'état « de livraison »), pour lesquels des conditions spéciales seraient applicables.

8 MONTAGE DE L'ÉPROUVETTE

Chaque éprouvette doit être montée sur la machine d'essai de manière à éviter, à la partie soumise à l'essai, toute contrainte autre que celles imposées par la charge appliquée.

Prendre soin de s'assurer que chaque éprouvette est logée dans les mâchoires supérieure et inférieure de façon que la charge soit appliquée axialement et que l'éprouvette subisse le cycle voulu de contrainte. Dans le cas d'éprouvettes à section rectangulaire, il pourra être important de s'assurer que la charge soit uniformément répartie sur la section de l'éprouvette. Avec des éprouvettes à section circulaire filetées aux extrémités, effectuer les opérations de serrage des écrous de verrouillage de l'éprouvette dans un ordre tel que l'éprouvette ne subisse pas de contraintes de torsion.

NOTE — Pour l'introduction des éprouvettes dans la machine d'essai, il convient de suivre les recommandations du constructeur de la machine.

9 VITESSE DE L'ESSAI

La fréquence des cycles de contrainte dépend du type de la machine d'essai utilisée et, souvent, de la rigidité de l'éprouvette.

Il faut choisir la vitesse d'essai la mieux appropriée pour la combinaison particulière du matériau, de l'éprouvette et de la machine d'essai, compte tenu particulièrement de l'échauffement qui peut se produire en raison de la

dissipation rapide de l'énergie de déformation dans l'éprouvette.

NOTE — La fréquence des machines d'essai de fatigue sous charge axiale généralement employée est située approximativement dans les limites de 250 à 18 000 cycles par minute.

10 APPLICATION DE LA CHARGE

Le mode opératoire général pour atteindre les conditions de fonctionnement à pleine charge doit être le même pour toutes les éprouvettes. La charge doit être appliquée axialement.

Si les fréquences sont déterminées à partir de la combinaison des caractéristiques dynamiques de l'éprouvette et de la machine d'essai, il pourra être nécessaire de mesurer la rigidité de l'éprouvette avant de procéder à l'essai.

Pendant les premières phases de l'essai, contrôler fréquemment la charge pour s'assurer que les conditions requises sont maintenues. Ensuite, ajuster et régler les dispositifs de maintien de la charge et les dispositifs d'arrêt en cas de rupture de l'éprouvette.

Pendant la durée de l'essai, il faut vérifier la charge à des intervalles fréquents pour s'assurer que les conditions de charge n'ont pas changé.

La charge moyenne et l'intervalle de charge, déterminés selon une méthode appropriée d'étalonnage dynamique, doivent être connus à 3 % près de la charge maximale du cycle ou à 0,5 % près de la charge maximale de la machine (appliquer la plus grande de ces deux valeurs).

NOTE — Certains utilisateurs de machines d'essai de fatigue par charge axiale se fient entièrement à l'étalonnage statique au moyen de dispositifs de vérification élastiques. Ce mode opératoire ne tient pas compte de la réponse dynamique du dynamomètre de la machine d'essai, laquelle peut être très différente du comportement statique; un étalonnage dynamique est donc préférable et une Norme Internationale sur ce sujet est en préparation.

11 ENDURANCE (DURÉE DE VIE EN FATIGUE)

Le nombre de cycles, déterminé à l'avance, au bout duquel un essai est interrompu, dépendra généralement du matériau soumis à l'essai. La courbe S/N de certains matériaux présente une nette modification de pente après un nombre donné de cycles, de telle sorte que la dernière partie de la courbe devient parallèle à l'axe horizontal. Avec d'autres matériaux, la forme de la courbe S/N peut être une courbe continue qui peut devenir asymptotique à l'axe horizontal. Dans le cas des courbes S/N du premier type, il est recommandé d'utiliser, comme base de détermination, une endurance de 10^7 cycles et, pour les courbes du deuxième type, une endurance de 10^8 cycles.

12 RAPPORT D'ESSAI

Dans la présentation des résultats de l'essai de fatigue, les conditions de l'essai doivent être clairement définies, et le

rapport d'essai doit donner des indications détaillées sur les points suivants :

12.1 Le matériau essayé, les dimensions, ses caractéristiques métallurgiques et la condition de la surface de l'éprouvette. On pourra se référer généralement à la Norme Internationale appropriée, selon laquelle le matériau a été élaboré.

12.2 Le type de cycle de contrainte, la contrainte moyenne, l'intervalle des contraintes et le type de la machine d'essai utilisée.

12.3 Le type et les dimensions nominales de l'éprouvette.

12.4 La fréquence des cycles de contrainte.

12.5 Si possible, la température de l'éprouvette, au cas où elle est notablement plus élevée que la température ambiante.

12.6 Le degré d'humidité relative, s'il n'est pas dans les limites de 50 à 70 %. Le degré d'humidité relative doit être mesuré tous les jours pendant la durée de l'essai.

12.7 Le critère de la fin de l'essai peut être, soit sa durée (par exemple : 2×10^6 cycles), soit la rupture complète de l'éprouvette ou un autre critère à convenir (voir note 1).

12.8 Tout écart des conditions requises pendant l'essai.

12.9 Traitement thermique subi par l'échantillon, le cas échéant.

NOTES

1 Dans la plupart des déterminations de fatigue, le critère de fin d'essai correspond soit à l'apparition d'une fissure de fatigue visible, soit à une rupture franche. On doit toutefois noter que, pour des applications particulières, d'autres critères, comme, par exemple, la déformation plastique de l'éprouvette ou la vitesse de développement de la fissure, peuvent être adoptés pour définir la fin de l'essai.

2 Les résultats des essais peuvent être présentés sous forme graphique. Des formes de représentation appropriées sont indiquées dans l'ISO/R 373.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 1099:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/638029ca-7e84-45aa-b7ee-91c50d6e386d/iso-1099-1975>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1099:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/638029ca-7e84-45aa-b7ee-91c50d6e386d/iso-1099-1975>