
**Matériaux métalliques frittés —
Spécifications**

Sintered metal material — Specifications

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5755:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef2f5f1f-ee6b-4503-b944-c1a9fba645d4/iso-5755-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5755:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef2f5f1f-ee6b-4503-b944-c1a9fba645d4/iso-5755-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Échantillonnage	3
5 Méthodes d'essai des propriétés normatives	3
5.1 Généralités	3
5.2 Analyse chimique	3
5.3 Porosité ouverte	4
5.4 Propriétés mécaniques	4
5.4.1 Généralités	4
5.4.2 Propriétés en traction	4
5.4.3 Résistance à l'écrasement radial	5
6 Méthodes d'essai relatives aux propriétés informatives	5
6.1 Généralités	5
6.2 Masse volumique	5
6.3 Résistance à la traction	5
6.4 Limite apparente d'élasticité en traction	5
6.5 Allongement	6
6.6 Module de Young	6
6.7 Coefficient de Poisson	6
6.8 Énergie au choc	6
6.9 Limite apparente d'élasticité en compression	6
6.10 Résistance à la rupture transversale	6
6.11 Résistance à la fatigue	7
6.11.1 Généralités	7
6.11.2 Résistance à la fatigue en flexion rotative	7
6.11.3 Résistance à la fatigue en flexion plane	7
6.11.4 Résistance à la fatigue axiale	7
6.12 Dureté apparente	7
6.13 Coefficient d'expansion linéaire	8
7 Spécifications	8
8 Désignations	8
Annexe A (normative) Système de désignation	32
Annexe B (informative) Microstructures	35
Annexe C (informative) Équivalence des normes de matériaux issus de la métallurgie des poudres	51
Bibliographie	63

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 119, *Métallurgie des poudres*, sous-comité SC 5, *Spécifications pour les matériaux de la métallurgie des poudres (à l'exclusion des métaux-durs)*, en collaboration avec le comité technique CEN/SS M11, *Métallurgie des poudres*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 5755:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- l'[Annexe B](#) a été mise à jour pour comprendre des informations sur la métallographie des matériaux frittés;
- une nouvelle [Annexe C](#) a été ajoutée pour inclure des tableaux d'équivalences des matériaux de la norme avec les matériaux d'autres Normes internationales d'usage courant.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Matériaux métalliques frittés — Spécifications

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences relatives à la composition chimique et aux propriétés physiques et mécaniques des matériaux métalliques frittés utilisés pour les paliers et les pièces mécaniques.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 1099, *Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode par force axiale contrôlée*

ISO 2738, *Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Matériaux métalliques frittés perméables — Détermination de la masse volumique, de la teneur en huile et de la porosité ouverte*

ISO 2739, *Bagues en métal fritté — Détermination de la résistance à l'écrasement radial*

ISO 2740, *Matériaux en métal fritté, à l'exclusion des métaux-durs — Éprouvettes pour essai de traction*

ISO 2795, *Paliers lisses — Coussinets frittés — Dimensions et tolérances*

ISO 3325, *Matériaux métalliques frittés à l'exclusion des métaux-durs — Détermination de la résistance à la rupture transversale*

ISO 3954, *Poudres pour emploi en métallurgie des poudres — Échantillonnage*

ISO 4498, *Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Détermination de la dureté apparente et de la microdureté*

ISO 5754, *Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Éprouvette non entaillée pour essai de résilience*

ISO 6892-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ISO 7625, *Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Préparation des échantillons pour analyse chimique en vue du dosage du carbone*

ISO 14317, *Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Détermination de la limite d'élasticité en compression*

ASTM E228, *Standard Test Method for Linear Thermal Expansion of Solid Materials with a Push-Rod Dilatometer. (disponible en anglais seulement)*

ASTM E1875, *Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Sonic Resonance. (disponible en anglais seulement)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 résistance à la traction

R_m
capacité d'une éprouvette d'essai à résister à la rupture lorsqu'une force de traction lui est appliquée dans une direction parallèle à son axe longitudinal

Note 1 à l'article: Elle est égale à la charge maximale divisée par l'aire en section transversale d'origine.

Note 2 à l'article: Elle est exprimée en MPa.

3.2 limite apparente d'élasticité en traction

$R_{p0,2}$
charge à laquelle le matériau présente un écart de 0,2 % par rapport à la proportionnalité sur une courbe contrainte-déformation en traction divisée par l'aire en section transversale d'origine

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en MPa.

3.3 module de Young

E
rapport de la contrainte normale sur la déformation correspondante pour des contraintes de traction ou de compression inférieures à la limite proportionnelle du matériau

Note 1 à l'article: Il est exprimé en GPa.

3.4 coefficient de Poisson

ν
valeur absolue du rapport de la déformation transversale sur la déformation axiale correspondante, résultant d'une contrainte axiale uniformément répartie inférieure à la limite proportionnelle du matériau

3.5 énergie au choc

mesurage de l'énergie absorbée lors de la rupture d'une éprouvette avec un seul coup

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en joules (J).

3.6 limite apparente d'élasticité en compression

contrainte à laquelle un matériau présente un allongement permanent spécifié

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en MPa.

3.7 résistance à la rupture transversale

contrainte, calculée à partir de la formule de résistance à la flexion, requise pour rompre une éprouvette ayant des dimensions données

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en MPa.

3.8**résistance à la fatigue**

contrainte alternée maximale qui peut être supportée pendant un nombre spécifique de cycles sans rupture, la contrainte étant inversée à chaque cycle, sauf indication contraire

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en MPa.

3.9**résistance à l'écrasement radial**

contrainte radiale nécessaire pour rompre une partie cylindrique creuse ayant des dimensions spécifiées

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en MPa.

3.10**masse volumique**

masse par unité de volume du matériau

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en g/cm³.

3.11**dureté apparente**

résistance d'un matériau MP (poudres métalliques) à la pénétration, soumise à essai dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Pour les matériaux MP, elle dépend de la masse volumique du matériau.

3.12**porosité ouverte**

quantité d'huile après imprégnation complète, divisée par le volume de l'éprouvette d'essai, et multipliée par 100

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en pourcentage.

3.13**coefficient d'expansion linéaire**

variation de longueur par unité de longueur divisée par la variation de température

Note 1 à l'article: Il est exprimé en 10⁻⁶ K⁻¹.

4 Échantillonnage

L'échantillonnage de poudres destinées à produire des éprouvettes d'essai normalisées doit être effectué conformément à l'ISO 3954.

5 Méthodes d'essai des propriétés normatives**5.1 Généralités**

Les méthodes d'essai ci-après doivent être appliquées pour la détermination des propriétés normatives mentionnées dans les [Tableaux 1 à 18](#).

5.2 Analyse chimique

Le tableau de composition chimique répertorie pour chaque matériau les principaux éléments en pourcentage minimal et maximal en masse avant qu'ait eu lieu tout traitement supplémentaire, tel qu'une imprégnation d'huile, une imprégnation de résine ou un traitement thermique. «Autres éléments» peut inclure des quantités mineures d'éléments ajoutés pour des besoins spécifiques et la valeur correspondante est signalée sous la forme d'un pourcentage maximal.

En cas de litige, mais aussi à chaque fois que cela est possible, les méthodes d'analyse chimique choisies doivent être celles spécifiées dans les Normes internationales appropriées. En l'absence de Norme internationale traitant du sujet, la méthode peut faire l'objet d'un accord et être spécifiée lors de l'appel d'offres et de la commande.

Des échantillons destinés à déterminer le dosage du carbone total doivent être préparés conformément à l'ISO 7625. La détermination du dosage du carbone total peut être conforme à l'ISO 437.

5.3 Porosité ouverte

La porosité ouverte doit être déterminée conformément à l'ISO 2738.

5.4 Propriétés mécaniques

5.4.1 Généralités

Les propriétés mécaniques de matériaux à l'état fritté indiquées dans les [Tableaux 1 à 18](#) ont été déterminées sur des éprouvettes d'essai obtenues par compression et frittage qui présentent une composition chimique représentative. Les propriétés mécaniques des matériaux ayant subi un traitement thermique données dans les [Tableaux 1 à 18](#) ont été déterminées sur des barres d'essai qui ont été obtenues soit par compression et frittage, soit par usinage à partir de flans obtenus par compression et frittage. Leur objet est de servir de guide pour la sélection initiale de matériaux. Lors de la sélection de poudres métalliques, il convient de tenir compte du fait que leurs propriétés ne sont pas seulement fonction de la composition chimique et de la masse volumique, mais aussi des méthodes d'élaboration. Les propriétés des matériaux frittés donnant satisfaction pour des applications particulières peuvent ne pas être nécessairement les mêmes que celles de matériaux moulés ou corroyés qui pourraient être utilisés concurremment. Il est donc recommandé de prendre contact avec les fournisseurs pressentis. Elles peuvent aussi servir de base pour spécifier des essais particuliers qui peuvent être mentionnés sur le plan de la pièce.

ISO 5755:2022

Les propriétés mécaniques ne doivent ni être calculées à partir des valeurs de dureté ni être déterminées sur des éprouvettes de traction prélevées dans une pièce et utilisées pour vérifier les valeurs données dans les [Tableaux 1 à 18](#). Si le client exige qu'un certain niveau de propriétés mécaniques doit être obtenu par des essais sur la pièce, il doit s'accorder sur celles-ci avec le fournisseur. Ces propriétés doivent alors figurer sur le plan et/ou dans toute documentation technique spécifique fournie par le client et à laquelle le plan se réfère.

5.4.2 Propriétés en traction

La résistance ultime à la traction et la limite apparente d'élasticité doivent être déterminées conformément à l'ISO 2740 et à l'ISO 6892-1. Pour les matériaux traités thermiquement, la résistance à la traction et la limite apparente d'élasticité sont approximativement égales et, dans ce cas, la résistance à la traction est spécifiée.

Les limites apparentes d'élasticité (de matériaux à l'état fritté) et les résistances ultimes à la traction (de matériaux traités thermiquement) normatives sont indiquées sous la forme de valeurs minimales. Ces résistances peuvent être utilisées lors de la conception d'applications avec des pièces MP. Pour sélectionner un matériau optimal à la fois en ce qui concerne les propriétés et le caractère économique, il est essentiel de discuter de l'application de la pièce avec le fabricant de pièces MP.

Les valeurs minimales ont été développées à partir des éprouvettes de traction préparées spécifiquement pour évaluer les matériaux MP.

Les éprouvettes de traction usinées à partir de pièces vendues dans le commerce peuvent avoir des propriétés différentes de celles obtenues à partir d'éprouvettes de traction préparées. Pour évaluer la résistance de la pièce, il est recommandé que l'essai d'épreuve statique ou dynamique soit agréé par l'acheteur et le fabricant et soit exécuté sur le premier lot de production de pièces. Les résultats des essais jusqu'à la rupture peuvent être utilisés pour déterminer statistiquement une force de rupture minimale pour les futurs lots de production.

Il peut également être démontré que la résistance est acceptable en traitant des éprouvettes de traction préparées spécifiquement pour évaluer des matériaux MP fabriqués à partir du même lot de poudres que les pièces de production et traités avec celles-ci.

Comme indiqué ci-dessus, les essais de barres d'essai usinées à partir du composant MP représentent la méthode la moins souhaitable pour démontrer des propriétés minimales.

En ce qui concerne les propriétés de matériaux traités thermiquement, les barres d'essai sont trempées et revenues pour augmenter la résistance, la dureté et la résistance à l'usure. Le revenu est essentiel pour développer les propriétés indiquées dans le présent document. Un équipement de traitement thermique, qui utilise une atmosphère gazeuse ou le vide, est recommandé. L'utilisation de sels liquides n'est pas recommandée en raison du piégeage des sels dans les porosités, ce qui provoque un «suintage de sel» et une «corrosion interne». Certains matériaux peuvent être traités thermiquement directement après le processus de frittage en commandant la vitesse de refroidissement à l'intérieur du four de frittage. Ce processus est connu habituellement sous le nom de «durcissement-frittage». Les matériaux traités de cette manière exigent également un revenu pour développer leurs résistances optimales.

5.4.3 Résistance à l'écrasement radial

La résistance à l'écrasement radial doit être déterminée conformément à l'ISO 2739. Les éprouvettes à utiliser pour les essais doivent avoir une épaisseur de paroi comprise dans la plage couverte par l'ISO 2795. Au cas où l'épaisseur des éprouvettes d'essai serait en dehors de cette plage, les valeurs de résistance à l'écrasement radial sont différentes et doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

6 Méthodes d'essai relatives aux propriétés informatives

6.1 Généralités

Des valeurs caractéristiques sont données pour chaque matériau. Celles-ci incluent la résistance à la traction et la limite apparente d'élasticité. Ces valeurs caractéristiques sont données uniquement à titre de recommandations générales. Il convient de ne pas les utiliser comme valeurs minimales.

Il convient que ces propriétés caractéristiques puissent être obtenues par le biais d'un processus de fabrication normale. À nouveau, il convient que l'acheteur et le fabricant s'accordent sur tous les essais spécifiques des composants.

6.2 Masse volumique

La masse volumique doit être déterminée conformément à l'ISO 2738. La masse volumique est normalement déterminée après l'élimination de toutes les huiles ou de tous les matériaux non métalliques des porosités et elle est connue sous le nom de «masse volumique sèche». La «masse volumique humide» est parfois signalée sur des paliers ou des pièces de production. Il s'agit de la masse par unité de volume comprenant tout matériau huileux ou non métallique qui a imprégné le composant.

6.3 Résistance à la traction

La résistance à la traction doit être déterminée conformément à l'ISO 2740 et à l'ISO 6892-1.

6.4 Limite apparente d'élasticité en traction

La limite apparente d'élasticité en traction doit être déterminée conformément à l'ISO 2740 et à l'ISO 6892-1.

6.5 Allongement

L'allongement (plastique) doit être déterminé conformément à l'ISO 6892-1. Il est exprimé en pourcentage de la longueur initiale entre repères (habituellement 25 mm) et est basé sur le mesurage de l'augmentation de la longueur entre repères après la rupture, sous réserve que la rupture ait lieu dans la longueur entre repères. L'allongement peut également être mesuré avec un extensomètre du type à séparation sur une éprouvette de traction. La courbe contrainte-déformation enregistrée affiche l'allongement total (élastique et plastique). La déformation élastique doit être soustraite de l'allongement total pour donner l'allongement plastique (celui-ci peut parfois être fourni avec le logiciel de la machine d'essai).

6.6 Module de Young

Le module de Young doit être déterminé conformément à l'ASTM E1875. Les données pour les constantes élastiques dans le présent document ont été générées à partir d'essais à la fréquence de résonance. La [Formule \(1\)](#) établit une relation entre les trois constantes élastiques:

$$\nu = (E / 2G) - 1 \quad (1)$$

où

ν est le coefficient de Poisson;

E est le module de Young;

G est le module de cisaillement.

6.7 Coefficient de Poisson

Le coefficient de Poisson doit être déterminé conformément à l'ASTM E1875.

6.8 Énergie au choc

L'énergie au choc doit être déterminée conformément à l'ISO 5754. Les données dans le présent document ont été obtenues en utilisant une éprouvette Charpy non entaillée.

6.9 Limite apparente d'élasticité en compression

La limite apparente d'élasticité en compression doit être déterminée conformément à l'ISO 14317. Pour certains matériaux traités thermiquement répertoriés dans les tableaux, la trempabilité n'est pas suffisante pour durcir complètement sur toute l'épaisseur d'une éprouvette d'essai ayant un diamètre 9,00 mm. Du fait de la variation de la trempabilité entre les différents aciers traités thermiquement répertoriés dans les tableaux, les données de limite apparente d'élasticité en compression ne sont appropriées que pour les sections de 9,00 mm. Habituellement, les sections transversales plus petites présentent des limites apparentes d'élasticité en compression plus élevées et les sections plus grandes des limites apparentes d'élasticité légèrement inférieures, en raison de la réponse de la trempabilité. Comme la section transversale de l'éprouvette pour l'essai de limite apparente d'élasticité en traction est plus petite que l'éprouvette pour l'essai de limite apparente d'élasticité en compression, une correspondance directe entre les données de limite apparente d'élasticité en traction et de limite apparente d'élasticité en compression n'est pas possible.

6.10 Résistance à la rupture transversale

La résistance à la rupture transversale doit être déterminée conformément à l'ISO 3325.

La formule relative à la résistance spécifiée dans l'ISO 3325 est valide au sens strict uniquement pour des matériaux non ductiles. Néanmoins, elle est largement utilisée pour des matériaux qui fléchissent

au moment de la rupture et elle est utile pour établir les résistances comparatives. Des données pour de tels matériaux sont incluses en tant que propriétés habituelles dans l'ISO 3325.

6.11 Résistance à la fatigue

6.11.1 Généralités

Il convient de mentionner le nombre de cycles auxquels la pièce a survécu, chaque résistance étant consignée.

Pour les matériaux ferreux MP, comme pour les matériaux ferreux corroyés, des résistances à la fatigue d'une durée de 10^7 cycles en utilisant des éprouvettes non entaillées sont considérées comme pouvant être indéfiniment constantes et sont par conséquent considérées comme étant des limites de fatigue (également appelées limites d'endurance). Inversement, les matériaux MP non ferreux n'ont pas de résistances à la fatigue maximales pour 10^7 cycles qui peuvent être indéfiniment constantes, par conséquent ces limites de contrainte restent simplement la résistance à la fatigue pour 10^7 cycles.

Les limites de fatigue dans le présent document ont été générées à partir d'une analyse statistique des données d'essai. En raison du nombre limité de points de données disponibles pour l'analyse, ces résistances à la fatigue ont été déterminées comme étant la contrainte de survie à 90 %, c'est-à-dire la contrainte de fatigue à laquelle 90 % d'éprouvettes d'essai ont survécu aux 10^7 cycles.

Il existe trois méthodes d'application des contraintes aux éprouvettes d'essai et chacune donne des résistances à la fatigue différentes. Celles-ci sont décrites de [6.11.2](#) à [6.11.4](#).

6.11.2 Résistance à la fatigue en flexion rotative

Cette méthode d'essai utilise une éprouvette d'essai usinée, lisse et ronde (conformément à l'ISO 3928), avec une machine d'essai de R. R. Moore. Les essais doivent être conformes à l'ISO 1143. L'éprouvette est maintenue à une première extrémité et mise en rotation alors qu'une contrainte lui est appliquée à l'autre extrémité. La surface de la barre d'essai est la zone qui est soumise à la contrainte la plus élevée et l'axe central a une contrainte nulle. Cette méthode d'essai donne la résistance à la fatigue la plus élevée.

6.11.3 Résistance à la fatigue en flexion plane

Cette méthode utilisée pour la fatigue en flexion plane utilise une barre d'essai de fatigue frittée et normalisée (conformément à l'ISO 3928) qui est soumise à une contrainte alternée. Cette méthode d'essai donne une résistance à la fatigue légèrement inférieure à celle obtenue lors de l'essai de fatigue en flexion rotative, car une plus grande partie de l'aire en section transversale est soumise à la contrainte. L'évaluation de la résistance à la fatigue est effectuée conformément à la méthode d'essai de fatigue en escalier décrite dans la norme MPIF 56.

6.11.4 Résistance à la fatigue axiale

Cette méthode utilise une barre d'essai de fatigue frittée et normalisée ou usinée et ronde (conformément à l'ISO 3928) qui est soumise à essai dans une machine d'essai en serrant les deux extrémités et en soumettant la barre d'essai à des contraintes alternées où $R = -1$. Les essais doivent être effectués conformément à l'ISO 1099. Comme la totalité de la section transversale est soumise à la contrainte, cette méthode d'essai donne la résistance à la fatigue la plus faible.

6.12 Dureté apparente

La dureté apparente doit être déterminée conformément à l'ISO 4498. La valeur de dureté d'une pièce MP, quand une machine d'essai de dureté classique à empreintes est utilisée, est appelée «dureté apparente» du fait qu'elle représente une combinaison de la dureté de la matrice plus l'effet de la porosité. La dureté apparente mesure la résistance à la pénétration.

En raison des variations possibles de masse volumique dans une pièce MP finie, il convient de spécifier l'emplacement des mesurages de dureté apparente critique sur les plans de conception de la pièce. Comme la fermeture de pores en surface peut avoir une influence sur la détermination de la dureté apparente, il convient également de spécifier l'état de surface.

6.13 Coefficient d'expansion linéaire

Le coefficient d'expansion linéaire doit être déterminé conformément à l'ASTM E228.

7 Spécifications

La composition chimique et les propriétés mécaniques sont indiquées dans les [Tableaux 1 à 18](#).

La teneur en lubrifiant liquide des matériaux pour paliers imprégnés de lubrifiant liquide ne doit pas être inférieure à 90 % de la porosité ouverte mesurée.

8 Désignations

Les désignations doivent être conformes à l'[Annexe A](#).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5755:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ef2f5f1f-ee6b-4503-b944-c1a9fba645d4/iso-5755-2022>

Tableau 1 — Matériaux non ferreux pour paliers: bronze et bronze au graphite

	Nuance ^a	Valeurs normatives					Valeurs informatives		
		Composition chimique		Porosité ouverte min. <i>p</i> %	Résistance à l'écrasement radial min. <i>K</i> MPa	Masse volumique (sèche) ρ g/cm ³	Coefficient d'expansion linéaire $10^{-6} K^{-1}$		
Graphite %	Sn %	Cu %	Total autres éléments max. %						
Bronze	C-T10-K110	—	8,5 à 11,0	Reste	2	27	110	6,1	18
	C-T10-K140	—	8,5 à 11,0	Reste	2	22	140	6,6	18
	C-T10-K180	—	8,5 à 11,0	Reste	2	15	180	7,0	18
Bronze au graphite	C-T10G-K90	0,5 à 2,0	8,5 à 11,0	Reste	2	27	90	5,9	18
	C-T10G-K110 ^b	0,5 à 2,0	8,5 à 11,0	Reste	2	25	110	6,0	18
	C-T10G-K120	0,5 à 2,0	8,5 à 11,0	Reste	2	22	120	6,4	18
	C-T10G-K170 ^b	0,5 à 2,0	8,5 à 11,0	Reste	2	19	170	6,5	18
	C-T10G-K160	0,5 à 2,0	8,5 à 11,0	Reste	2	17	160	6,8	18
	C-T10G-K115	3 à 5	8,5 à 11,0	Reste	2	11	115	6,8	19

^a Tous les matériaux peuvent être imprégnés par de l'huile.

^b Ces matériaux ont une résistance supérieure à celle escomptée vis-à-vis de la porosité indiquée, ce qui induit des paramètres de frittage différents.

Tableau 2 — Matériaux ferreux pour paliers: fer, fer-cuivre, fer-bronze et fer-carbone-graphite

	Nuance ^a	Valeurs normatives							Valeurs informatives		
		Carbone combiné ^b	Cu	Sn	Graphite	Fe	Total autres éléments max.	Porosité ouverte min.	Résistance à l'écrasement radial	Masse volumique (sèche)	Coefficient d'expansion linéaire
		%	%	%	%	%	%	%	K MPa	ρ g/cm ³	10 ⁻⁶ K ⁻¹
Fer	F-00-K170	< 0,3	—	—	—	Reste	2	22	> 170	5,8	12
	F-00-K220	< 0,3	—	—	—	Reste	2	17	> 220	6,2	12
Fer-cuivre	F-00C2-K200	< 0,3	1 à 4	—	—	Reste	2	22	> 200	5,8	12
	F-00C2-K250	< 0,3	1 à 4	—	—	Reste	2	17	> 250	6,2	12
	F-03C22-K150	< 0,5	18 à 25	—	—	Reste	2	18	> 150	6,4	13
	F-03C22G-K150	< 0,5	18 à 25	—	0,3 à 1,0	Reste	2	18	> 150	6,4	13
	F-03C22G-K200 ^d	< 0,5	18 à 25	—	1,0 à 3,0	Reste	2	18	> 200	6,4	13
	F-03C25T-K120	< 0,5	20 à 30	1,0 à 3,0	—	Reste	2	17	120 à 250	6,4	13
Fer-bronze ^c	F-03C36T-K90	< 0,5	34 à 38	3,5 à 4,5	0,3 à 1,0	Reste	2	24	90 à 265	5,8	14
	F-03C36T-K120	< 0,5	34 à 38	3,5 à 4,5	0,3 à 1,0	Reste	2	19	120 à 345	6,2	14
	F-03C45T-K70	< 0,5	43 à 47	4,5 à 5,5	< 1,0	Reste	2	24	70 à 245	5,6	14
	F-03C45T-K100	< 0,5	43 à 47	4,5 à 5,5	< 1,0	Reste	2	19	100 à 310	6,0	14
Fer-carbone-graphite ^c	F-03G3-K70	< 0,5	—	—	2,0 à 3,5	Reste	2	20	70 à 175	5,6	12
	F-03G3-K80	< 0,5	—	—	2,0 à 3,5	Reste	2	13	80 à 210	6,0	12

^a Tous les matériaux peuvent être imprégnés par de l'huile.

^b Sur la base de la phase ferreuse uniquement.

^c La plage de valeurs de la résistance à l'écrasement radial (K) indique la nécessité de maintenir un compromis entre le carbone combiné et le graphite libre.

^d Ce matériau a une résistance supérieure à celle escomptée vis-à-vis de la porosité indiquée, ce qui induit des paramètres de frittage différents.

Tableau 3 — Matériaux ferreux pour pièces mécaniques: fer, acier au carbone — À l'état fritté

Nuance	Valeurs normatives				Valeurs informatives												
	Carbone combiné	Cu	Fe	Total autres éléments max.	Limite apparente d'élasticité en traction min.	Masse volumique	Résistance à la traction	Limite apparente d'élasticité en traction	Allongement	Module de Young	Coefficient de Poisson	Flexion par choc sur éprouvette Charpy non entaillées	Limite apparente d'élasticité en compression	Résistance à la rupture transversale	Limite de rupture de fatigue en rotation, avec une «survie» de 90 % ^a	HV5	Rockwell Rente
	%	%	%	%	R _{p0,2} MPa	ρ g/cm ³	R _m MPa	R _{p0,2} MPa	A ₂₅ %	GPa		J	(0,1 %) MPa	MPa	MPa		
F-00-100	< 0,3	—	Reste	2	100	6,7	170	120	3	120	0,25	8	120	340	65	60	60 HRF
F-00-120	< 0,3	—	Reste	2	120	7,0	210	150	4	140	0,27	24	125	500	80	75	70 HRF
F-00-140	< 0,3	—	Reste	2	140	7,3	260	170	7	160	0,28	47	130	660	100	85	80 HRF
F-05-100	0,3 à 0,6	—	Reste	2	100	6,1	170	120	< 1	105	0,25	4	125	330	60	70	25 HRB
F-05-140	0,3 à 0,6	—	Reste	2	140	6,6	220	160	1	115	0,25	5	160	440	80	90	40 HRB
F-05-170	0,3 à 0,6	—	Reste	2	170	7,0	275	200	2	140	0,27	8	200	550	105	120	60 HRB
F-08-170	0,6 à 0,9	—	Reste	2	170	6,2	240	210	< 1	110	0,25	4	210	420	100	110	50 HRB
F-08-210	0,6 à 0,9	—	Reste	2	210	6,6	290	240	1	115	0,25	5	210	510	120	120	60 HRB
F-08-240	0,6 à 0,9	—	Reste	2	240	7,0	390	260	1	140	0,27	7	250	690	170	140	70 HRB

Ces matériaux peuvent être fournis avec des additifs destinés à augmenter leur aptitude à l'usinage.
 Les propriétés sont déterminées à partir d'éprouvettes pour essai obtenues par compression et frittage (mais qui ne sont pas usinées) conformément à l'ISO 2740.
^a Éprouvettes pour essai usinées conformément à l'ISO 3928.